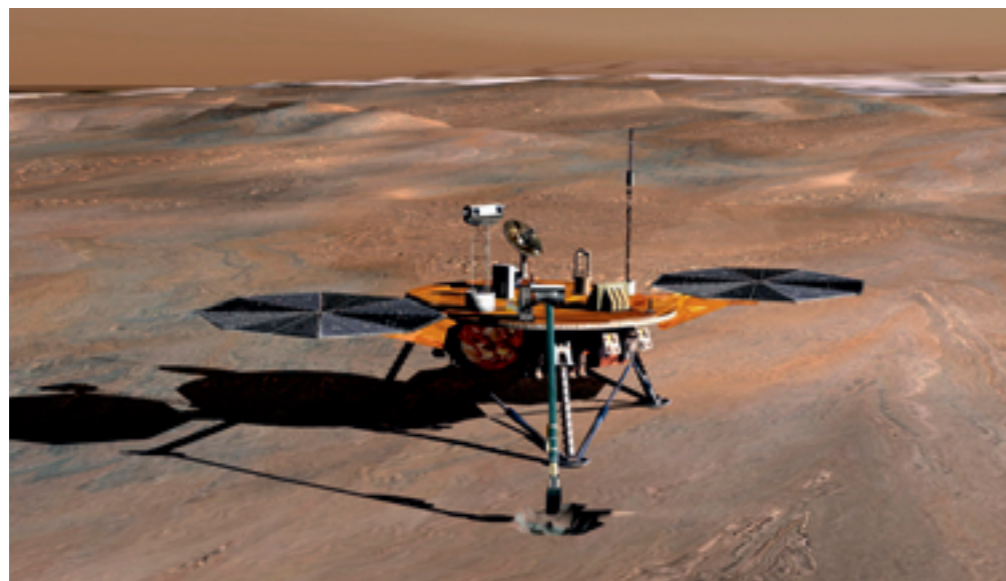


FORSCHUNG aktuell



PLANETOLOGIE

Phoenix aus dem Eis

Seit Mai hat *Phoenix* mit dem Schaufelarm im roten Marssand gegraben und ist dabei auf Wassereis gestoßen. Anfang November brach der Kontakt ab – wie erwartet, war die Sonde im heranziehenden Marswinter buchstäblich erfroren. *Phoenix* untersuchte als erstes Landegerät überhaupt die Polarregionen des Roten Planeten. Die Farbkamera auf dem Baggerarm stammt aus dem Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung. Dort verfolgte man die Mission mit großer Spannung.

Der Fund kam alles andere als überraschend: Bereits vor Jahren hatte die Sonde *Odyssey* Indizien für Eis unter der Marsoberfläche aufgespürt. In ausgedehnten Gebieten, weniger als einen Meter tief, fand das Gammastrahlen-Spektrometer des Orbiters Hinweise auf Bodeneis. Dabei zeigte sich

in höheren Breiten besonders viel Eis; und dort ist es nur wenige Zentimeter tief vergraben. Die *Phoenix*-Landestelle liegt etwa auf 68 Grad nördlicher Breite, auf der Erde vergleichbar der nordschwedischen Stadt Kiruna.

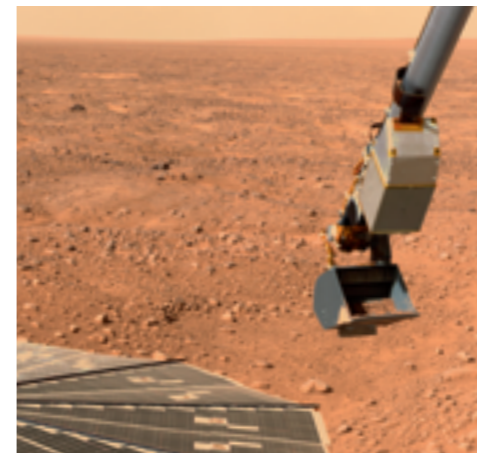
In jüngerer Zeit hatten Marsatelliten Fotos der Landeregion geschickt, die eine charakteristische, von Vieflecken geprägte Landschaften zeigen. „Das ist der Grund, warum gerade diese Gegend für die *Phoenix*-Landung ausgewählt wurde“, sagte Horst Uwe Keller vom Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung. Denn Geologen kennen ähnliche Strukturen von Permafrostgebieten auf der Erde. Im Untergrund solch arktischer Landschaftsformen finden sich ebenfalls größere Eismengen.

In dem am Rande des Harz gelegenen Max-Planck-Institut wurde die Mission mit Hochspannung verfolgt, schließlich ist man an *Phoenix* be-

Gut gelandet: Von einem festen Standort aus erkundet die 350 Kilogramm schwere Sonde *Phoenix* ihre Umgebung auf dem Mars.

FOTO: NASA / JPL-CALTECH / UNIVERSITY OF ARIZONA

Roboter auf dem Roten Planeten: Der Schaufelarm der Sonde *Phoenix* hat eben eine Bodenprobe genommen. Die Robotic Arm Camera aus dem Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung ist kurz vor der Schaufel angebracht und dokumentiert die Grabungen und die Zuführung der Proben in die Analysegeräte an Bord der Sonde.



teilt. Keller zeichnet verantwortlich für die Robotic Arm Camera (RAC). Diese Farbkamera ist vorne auf dem Baggerarm angebracht und dokumentiert die Grabungen und die Zuführung der Proben in die Analysegeräte an Bord der Sonde.

Mit dem 520-Millionen-Projekt hat es ein Landegerät zum sechsten Mal geschafft, wohlbehalten die Marsoberfläche zu erreichen. Anders als die seit fast fünf Jahren aktiven Mobile *Spirit* und *Opportunity* ist die 350 Kilogramm schwere dreibeinige Sonde jedoch stationär. Geleitet wird die *Phoenix*-Mission von der University of Arizona im Auftrag der US-Raumfahrtbehörde NASA.

„Die ersten Hinweise, dass tatsächlich Eis im Untergrund der Landestelle verborgen ist, lieferte schon wenige Tage nach der Landung unsere RAC“, erinnert sich Marsexperte Walter Goetz, der am Lindauer Max-Planck-Institut die Daten von *Phoenix* analysiert. Die Abgasstrahlen der Triebwerke hatten lockeres Bodenmaterial weggeblasen und helle Bodenschichten direkt unter dem Lander freigelegt. „Dorthin konnte die Panorama-Kamera nicht blicken, doch die mit dem Arm bewegliche RAC fand die verräterischen hellen Stellen im Boden – ein fantastisches Bild“, sagt Goetz.

Auch helle, teils weiße, Stellen in den vom Greifarm ausgehobenen Gräben stützen die Eisthese. „Das Eis sieht dort allerdings nicht überall gleich aus, möglicherweise liegt das an unterschiedlichen Salzgehalten der Eisflecken“, erklärt der Physiker. Unter den momentanen Klimabedingungen ist Wassereis an der Oberfläche der Landestelle nicht über längere Zeit stabil. Einmal ausgegraben, so zeigen die Fotos beider *Phoenix*-Kameras, begann es sich zu verändern. Walter Goetz: „Es verdunstet, ohne zuvor aufzutauen. Die Dauer dieser Sublimation ist ein interessanter Parameter, der die Informationen anderer Instrumente über das Bodenmaterial ergänzt.“

Es geht jedoch nicht nur um das Eis. Forscher spekulieren, dass es in polaren Bodenschichten habitable Zonen geben könnte – Orte, an denen primitive Organismen existieren könnten. Dazu bedarf es flüssigen Wassers; aber derzeit ist es dafür wahrscheinlich zu kalt. Variationen der Um-

FOTO: NASA / JPL-CALTECH / UNIVERSITY OF ARIZONA / MPI FÜR SONNENSYSTEMFORSCHUNG

laufbahn des Mars um die Sonne jedoch könnten auch mildere Klimaperioden ermöglichen, in denen der Boden zeitweise auftauen würde. Mikroben könnten solche Warmzeiten nutzen, die Kältephasen würden sie hingegen in einer Art Winterschlaf überdauern.

War die Arktis des Mars einst tatsächlich „bewohnbar“? Mit mehreren Analysegeräten hat *Phoenix* den polaren Boden untersucht. So erhitze etwa das TEGA-Instrument (Thermal Evolved Gas Analyzer) mehrmals Proben schrittweise auf 1000 Grad und ermittelte mit einem Massenspektrometer die freigesetzten Gase. Dabei wurde, nicht überraschend, auch die Signatur des Wassereises gefunden. Auch das Wet Chemistry Laboratory lieferte bereits erste vorläufige Resultate: Der Marsboden wird darin mit mitgebrachtem Wasser versetzt, um lösliche Bestandteile aufzuspüren.



Anders als bei Bodenproben vom Äquator und aus mittleren Breiten stellten die Forscher einen basischen pH-Wert fest. Darüber hinaus wurden Calciumcarbonat und Perchlorate identifiziert. Insbesondere die letzte Verbindung ist nach den Worten von Horst Uwe Keller eine ziemliche Überraschung: Perchlorate könnten darauf hinweisen, dass der Boden einst aufgetaut war.

Mitte November hat die NASA die Mission für beendet erklärt. Der Greifarm – nahezu 20 Zentimeter tief drang er in den Boden vor – funktionierte schon einige Zeit vorher nicht mehr. Für weitere Grabungen lieferten die Solarzellen von *Phoenix* im späten arktischen Sommer nicht mehr genügend Strom. Dichte Wassereiswolken zogen zwischenzeitlich über die Landestelle, am Boden wurden Windgeschwindigkeiten bis vier Meter pro Sekunde gemessen. Die Temperaturen fielen von minus 45 Grad Celsius tagsüber auf minus 96 Grad nachts.

Bei Redaktionsschluss dauerten die Analysen der vielfältigen Daten noch an, doch zeigte sich bereits, dass die Chemie des arktischen Marsbodens anders ist. „Das betrifft neben dem pH-Wert auch die Salze, die im Boden gefunden wurden. Das dürfte nicht ohne Konsequenzen für das Bild bleiben, das wir uns vom Mars und seiner Geschichte machen“, prognostiziert Horst Uwe Keller. Man darf also auf die ersten wissenschaftlichen Veröffentlichungen gespannt sein.

Phoenix aus der Froschperspektive: Nahe am Boden entdeckte die Robotic Arm Camera wenige Tage nach der Landung Wassereis im Marsboden.



© Kontakt:
DR. HORST UWE KELLER
Max-Planck-Institut
für Sonnensystem-
forschung,
Katlenburg-Lindau
Tel.: +49 5556
979-419
Fax: +49 5556
979-240
E-Mail: keller@
mps.mpg.de

ÖKOLOGIE

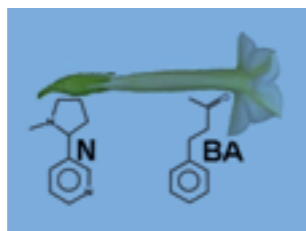
Appetithemmer für Kolibris

Süß und bitter zugleich schmeckt der Nektar des Tabaks – und verscheucht mit der bitteren Note des Nikotins nicht nur Fraßfeinde und Nektarräuber, sondern garantiert der Pflanze auch den größten Erfolg bei der Fortpflanzung. Wie Wissenschaftler vom Max-Planck-Institut für chemische Ökologie in Jena herausgefunden haben, optimiert eine wohldosierte Menge des giftigen Nikotins zusammen mit dem Lockstoff Benzylaceton die Besucherfrequenz der Bestäuber. (SCIENCE, 29. August 2008)



FOTO/COLLAG: DANNY KESSLER, MPI FÜR CHEMISCHE ÖKOLOGIE

Verführt: Die farbigen Blüten des Wilden Tabaks verleiten den Kolibri *Selasphorus rufus* zu einem Schluck Nektar (links). Die Mischung aus bitterem Nikotin (N), das der Nektar am Blütenboden enthält (rechts), und Benzylaceton (BA) sorgen für optimale Fruchtbarkeit.



Ohne den Dienst von Kolibris, Motten und anderen Bestäubern müsste Tabak sich selbst bestäuben. Das Erbgut verschiedener Exemplare würde sich nicht mischen, genetische Fehler schlichen sich ein, und die Pflanze könnte schlechter auf ökologische Veränderungen reagieren. Die Hilfe bei der Pollenverbreitung erkaufen sich die Pflanzen mit Nektar, zu dem sie mit leuchtenden Blüten und dem Botenstoff Benzylaceton locken.

Tabak sorgt allerdings dafür, dass die Pollenlieferanten nicht zu lange an einer Blüte verweilen: Er mischt seinem süßen Saft das giftige und bittere Nikotin bei, damit die Bestäuber an dem Saft nur nippen. Daher flattern die Bestäuber von Blüte zu Blüte und verteilen den Pollen, den sie bei der Kostprobe en passant eingesammelt haben.

Die ökologische Wirkung des Nektar-Rezepts haben die Biologen aus Jena mit gentechnisch erzeugten Varianten des Tabaks aufgeklärt: Eine Version mit einem Kontrollgen stellte natürlichen Nektar her, eine bildete kein Nikotin, eine andere kein Benzylaceton, und eine weitere produzierte weder Nikotin noch Benzylaceton. „Ohne Benzylaceton zogen die Pflanzen nur wenige Kolibris und Motten an“, sagt Danny Kessler, der den Verkehr an den Blüten in einem Freilandexperiment auf der Feldstation des Instituts im US-amerikanischen Utah mit Videokameras beobachtete. Von nikotinhaltigem Nektar ließen die Fluggäste bald wieder ab, den nikotinfreien Nektar genossen sie hingegen ausgiebig.

Darüber hinaus testeten die Biologen die weibliche Fitness im Darwin'schen Sinne, indem sie ihren Testpflanzen die Staubfäden entfernten und

so die Selbstbefruchtung verhinderten. Von Wildem Tabak um die Testpflanzen herum brachten Kolibris und Motten Pollen zu den Testgewächsen. Diese produzierten nur dann natürliche Mengen an Samen, wenn ihr Nektar den Lock- und den Bitterstoff enthält. Die Pflanzen ohne Nikotin und Benzylaceton wurden dagegen nur halb so oft befruchtet.

Testpflanzen mit genetisch markierten Pollen und entmannter wilder Tabak in der Nachbarschaft ergaben Ähnliches für die männliche Fitness: Die Pollen der Pflanzen mit natürlichem Nektar verbreiteten sich fast fünfmal mehr als die jener Gewächse, die weder Benzylaceton noch Nikotin produzierten.

„Interessanterweise nahm der Befruchtungserfolg der Pflanzen ohne Lockstoff im Laufe der Vegetationsperiode ab, während die Pflanzen ohne Nikotin erfolgreicher wurden“, sagt Danny Kessler. Wie die Videos zeigen, kommen am Anfang des Jahres die Kolibris, die durch die Farbe und nicht den Duft der Blüten angezogen werden. Saugen sie zu viel Nektar, sinkt die Rate der Befruchtungen. Am Ende der Vegetationsperiode frequentieren dagegen hauptsächlich Motten die Blüten, sie finden ohne den lockenden Geruch nicht zum Nektar.

Aus den Experimenten schließt Ian T. Baldwin, der Leiter der Studie: „Ähnlich wie Limonadefabrikanten mit geheimen Rezepten ihren Verkauf sichern, um dem Diktat des Marktes zu gehorchen, steuern Pflanzen den Verbrauch ihres Nektars, um dem Diktat der Darwin'schen Fitness zu folgen.“



Kontakt:
 PROF. IAN T. BALDWIN,
 Max-Planck-Institut
 für chemische
 Ökologie, Jena
 Tel.: +49 3641
 57-1100
 Fax: +49 3641
 57-1102
 E-Mail: baldwin@
 ice.mpg.de

ÖKONOMIK

Der indische Traum

Wer in einem Entwicklungsland keinen Job findet, macht oft sein eigenes Geschäft auf, und sei es als Rikschafahrer. Doch auch in einem Land wie Indien ist Selbstständigkeit mehr als nur eine Notlösung. Wie Jagannadha Pawan Tamvada, Wissenschaftler am Max-Planck-Institut für Ökonomik in Jena, herausgefunden hat, geht es vielen Selbstständigen in urbanen Regionen Indiens sogar besser als Angestellten.

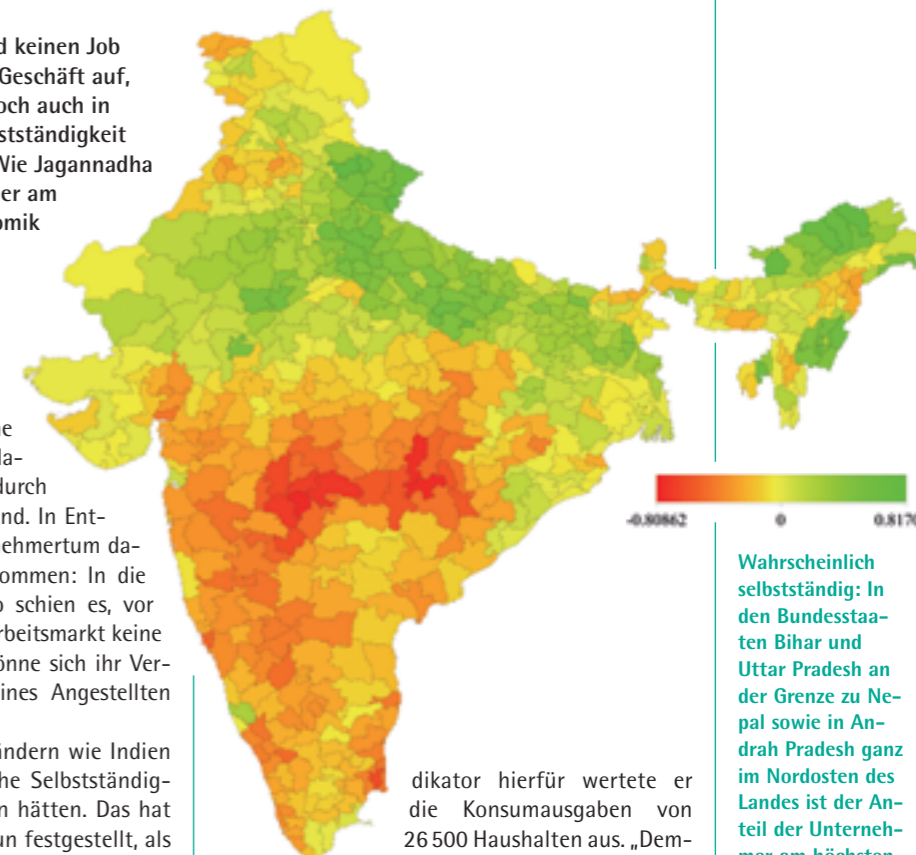
In Industrienationen treiben Unternehmer das wirtschaftliche Wachstum an und profitieren davon – wenn es gut läuft – durch überdurchschnittlichen Wohlstand. In Entwicklungsländern wurde Unternehmertum dagegen bislang anders wahrgenommen: In die Selbstständigkeit flüchteten, so schien es, vor allem diejenigen, die auf dem Arbeitsmarkt keine Chance haben. Entsprechend könne sich ihr Verdienst auch nicht mit dem eines Angestellten messen.

Doch auch in Entwicklungsländern wie Indien wählen Menschen die berufliche Selbstständigkeit, die berufliche Alternativen hätten. Das hat Jagannadha Pawan Tamvada nun festgestellt, als er die Daten von 90 000 Personen im Erwerbsalter von 15 bis 70 Jahren sowie von 150 000 Firmenneugründungen analysierte. Dabei zeigten sich aus den Industrieländern bekannte Tendenzen. Männer machen sich eher selbstständig als Frauen, und je älter Menschen werden, desto wahrscheinlicher gründen sie ein eigenes Unternehmen.

Auch ein höherer Bildungsgrad hebt die Wahrscheinlichkeit, sich selbstständig zu machen – abgesehen von einem Hochschulstudium. „Akademiker haben ohnehin eine größere Auswahl möglicher Arbeitsstellen und können auch als Angestellte teilweise sehr viel verdienen“, erklärt Jagannadha Tamvada.

Insgesamt ergaben sich in der Studie deutliche regionale Unterschiede: In Bihar und Uttar Pradesh, den beiden ärmsten Regionen des Landes, arbeiten am meisten Menschen selbstständig. Dabei gilt: Je ärmer die Region, desto höher ist zwar der Anteil Selbstständiger, desto kleiner sind aber auch die Unternehmen, die dort neu in den Markt eintreten. Verglichen mit wirtschaftlich stärkeren Regionen arbeiten Selbstständige hier öfter in der Landwirtschaft und seltener im verarbeitenden Gewerbe.

Jagannadha Tamvada untersuchte zudem, in welchem Maße der Weg in die berufliche Unabhängigkeit in Indien zu Wohlstand führt. Als In-



Wahrscheinlich selbstständig: In den Bundesstaaten Bihar und Uttar Pradesh an der Grenze zu Nepal sowie in Andhra Pradesh ganz im Nordosten des Landes ist der Anteil der Unternehmer am höchsten (dunkelgrüne Färbung). In weniger ländlichen Regionen sinkt die Wahrscheinlichkeit für berufliche Selbstständigkeit (rote Färbung).

dikator hierfür wertete er die Konsumausgaben von 26 500 Haushalten aus. „Demnach sind Selbstständige mit Mitarbeitern am wohlhabendsten“, sagt der Max-Planck-Forscher. Es folgten Angestellte, Selbstständige ohne Mitarbeiter und schließlich Gelegenheitsarbeiter. Der Wohlstand von Selbstständigen ohne Mitarbeiter lag dabei nur geringfügig unter dem der Angestellten – und in urbanen Regionen schließt sich die Lücke zwischen beiden Gruppen sogar.

Selbstständige finden sich in städtischen Gegenden in allen Kategorien – vom Rikschafahrer bis zum Firmengründer. Menschen mit Führerschein bieten sich Firmen oder Hospitälern als Fahrer an; Lehrer unterrichten freiberuflich Kinder wohlhabender Familien. „Die meisten Selbstständigen finden sich aber im Handel und im Handwerk“, so Tamvada.

Ob sich jemand beruflich selbstständig macht, hängt auch von seiner Religion ab, wie Tamvada und seine Jenaer Kollegen David B. Audretsch und Werner Bönte herausgefunden haben: Hindus sind in Indien signifikant seltener selbstständig tätig als Christen oder Moslems. „Der Hinduismus und das ihm immanente Kastensystem beeinflussen die soziale Stellung des Einzelnen enorm“, sagt Tamvada über sein Heimatland. So machen sich Angehörige der unteren Kasten auch seltener selbstständig als Angehörige höherer Kasten.



Kontakt:
 DR. JAGANNADHA
 PAWAN TAMVADA
 Max-Planck-Institut
 für Ökonomik, Jena
 Tel.: +49 3641
 686-730
 Fax: +49 3641
 686-710
 Mail: tamvada@
 econ.mpg.de

GRAFIK: TAMVADA

ANTHROPOLOGIE

Kein Sex mit Homo sapiens

Neandertaler und moderne Menschen haben sich offenbar vor etwa 660 000 Jahren auseinanderentwickelt und nicht miteinander fortgepflanzt. Das ergibt sich aus neuen Forschungsergebnissen des Leipziger Max-Planck-Instituts für evolutionäre Anthropologie. Die Wissenschaftler haben die vollständige Bausteinabfolge des Erbguts in den Mitochondrien, den Zellkraftwerken, eines 38 000 Jahre alten Neandertalers veröffentlicht. Die Kenntnis dieser Gensequenz ermöglicht einen detaillierten Vergleich mit bereits bekannten Gensequenzen menschlicher Mitochondrien. (CELL, 8. August 2008)

Als der moderne Mensch vor zirka 35 000 Jahren Europa besiedelte, stieß er auf eine andere Menschenart, den Neandertaler. Ob sich die beiden Gruppen bekämpften, nebeneinander lebten oder gar miteinander, wird derzeit am Max-Planck-Institut für evolutionäre Anthropologie in Leipzig erforscht. Ein internationales Team um Abteilungsleiter Svante Pääbo entschlüsselt das Genom des Neandertalers (Neandertaler Genom Projekt). Viele Millionen Basenpaare des Neandertalergenoms sind bereits ermittelt. Ergänzend dazu haben die Wissenschaftler jetzt die komplette DNA der Mitochondrien (mtDNA) sequenziert, die unter anderem auch 13 proteinkodierende Gene umfasst.

„Zum ersten Mal haben wir die Sequenz des gesamten mitochondrialen Genoms des Neandertalers aus vielen Bruchstücken zusammengesetzt“, sagt Studienleiter Richard Green. Insgesamt verwendeten die Forscher dafür so viele Bruchstücke, dass sich das Genom 35-mal ergab. „Die Sequenz gilt damit praktisch als fehlerfrei“, so Green. Zusammen mit Kollegen hatte er Knochen eines vor etwa 38 000 Jahren gestorbenen Neandertalers untersucht, dessen Überreste 1980 in der Vindija-Höhle in Kroatien entdeckt worden waren. Das Besondere daran: Sie waren – im Gegensatz zu

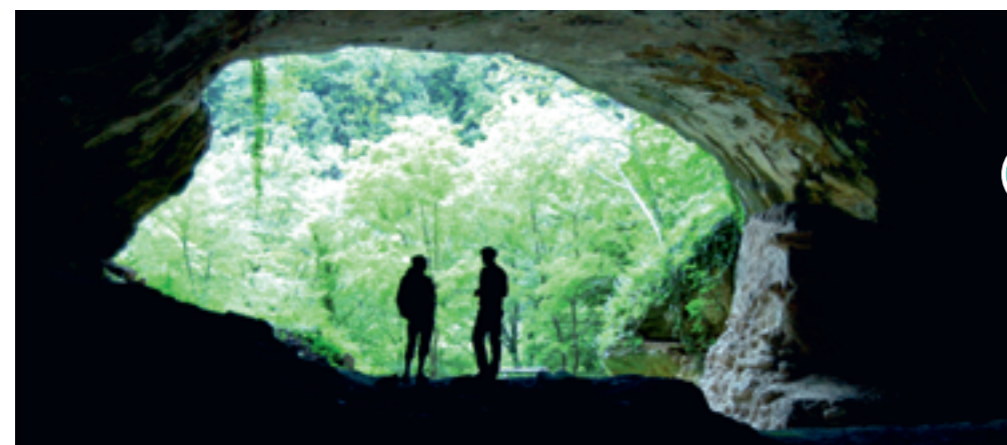
anderen Proben – vergleichsweise wenig mit anderem Erbgut verunreinigt.

Im Blick hatten die Wissenschaftler die mitochondriale DNA, die nur von der Mutter an die Nachkommen weitervererbt wird, da die Mitochondrien zur Grundausstattung der Eizelle gehören. Aus insgesamt 300 Milligramm Knochensubstanz konnten die Forscher 8341 DNA-Fragmente isolieren, deren Längen zwischen 30 und 278 Basenpaaren lagen. Als Puzzle zusammengesetzt ergaben diese Bruchstücke ein mitochondriales Genom mit 16 565 Bausteinen, fast exakt so lang wie das des modernen Menschen.

Daraufhin verglichen die Wissenschaftler diese Gensequenz mit der des Homo sapiens. Dabei zeigte sich, dass die mtDNA des Neandertalers keiner der Varianten entsprach, die Forscher bei heute lebenden Menschen gefunden haben. Die Untersuchungen lieferten somit keinen Beleg, dass sich Neandertaler und moderne Menschen miteinander vermischt haben. Die gemeinsamen Vorfahren entwickelten sich offenbar vor etwa 660 000 Jahren auseinander – mit einer möglichen Abweichung von plus/minus 140 000 Jahren.

Die aktuellen Forschungsergebnisse bestätigen zudem die Vermutung, die Neandertalerpopulation sei vergleichsweise klein gewesen. „Die meisten Paläoanthropologen gehen davon aus, dass vor 40 000 Jahren lediglich ein paar tausend Neandertaler in Europa umhergestreift sind“, sagt Johannes Krause, ein Ko-Autor der Studie.

Die Entschlüsselung des mitochondrialen Genoms ist lediglich eine Vorstufe zur Entschlüsselung des gesamten Neandertalergenoms, also auch des Erbguts, das sich im Zellkern befindet. „Wir freuen uns sehr, die vollständige genomische Analyse in der Erforschung der menschlichen Evolution anwenden zu können. Dieses Ergebnis ist nur die Spitze des Eisbergs bei der Komplett-Sequenzierung des Neandertalergenoms“, sagt Svante Pääbo.



In der Vindija-Höhle (Kroatien) wurde 1980 der 38 000 Jahre alte Knochen eines Neandertalers gefunden. Max-Planck-Forscher haben nun sein vollständiges mitochondriales Erbgut entschlüsselt.

FOTO: MPI FÜR EVOLUTIONÄRE ANTHROPOLOGIE - JOHANNES KRAUSE

@ Kontakt:
RICHARD E. GREEN
Max-Planck-Institut
für evolutionäre
Anthropologie, Leipzig
Tel.: +49 341
3550-544
Fax: +49 341
3550-555
E-Mail: green@
eva.mpg.de

CHEMIE

Holz im Tank

Pflanzenabfälle sind alles andere als Müll. Künftig sollen sie als Rohstoff für Biosprit dienen, der nicht mit Nahrungsmitteln konkurriert. Mit einem neuen Verfahren lässt sich die Cellulose, der energiereiche Hauptbestandteil von Holz, Stroh und anderem Grünzeug, nun auf relativ einfache Weise in Glucose, ihre kleinsten Bausteine, spalten. Die Methode haben Wissenschaftler vom Max-Planck-Institut für Kohlenforschung entwickelt. (ANGEWANDTE CHEMIE, September 2008)

Das Papier, auf dem Sie diesen Text lesen, besteht hauptsächlich aus Cellulose: langen Ketten von Zuckermolekülen, denen Pflanzenzellen ihre Stabilität verdanken. Da Zucker viel Energie enthält und sich zu Alkohol vergären lässt, eignet sich Cellulose aber nicht nur als Rohstoff für die Papierindustrie, sondern auch für erneuerbare Treibstoffe. Bislang ist es jedoch nicht möglich, Cellulose – die häufigste organische Verbindung der Erde – so in einzelne Zuckermoleküle zu zerlegen, dass diese sich industriell weiterverwenden lassen. Die Bindungen zwischen den Zucker-, genauer gesagt Glucosemolekülen, lassen sich weder chemisch noch biotechnologisch auf effektive, geschweige denn großtechnische Weise knacken.

Roberto Rinaldi, Regina Palkovits und Ferdi Schüth, Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Kohlenforschung in Mülheim an der Ruhr, haben jetzt Abhilfe für dieses Problem geschaffen. Mit einem speziellen Katalysator und einem ionischen Medium spalten sie die langen Zuckerketten in wenigen Stunden selektiv in kürzere Stücke. Diese können dann in bereits existierenden Verfahren weiterverarbeitet werden. Nebenprodukte, die in weiteren Prozessschritten Probleme bereiten könnten, entstehen dabei kaum.

Zunächst lösen die Wissenschaftler die Cellulose in einer ionischen Flüssigkeit, einem bei Raumtemperatur flüssigen Salz. „Dieser Schritt macht die langen Zuckerketten für weitere chemische Reaktionen zugänglich“, sagt Ferdi Schüth, der Leiter der Arbeiten. „Daher können jetzt feste Katalysatoren die Cellulose angreifen.“

Auf diesen Katalysator kommt es an, wie er und seine Mitarbeiter herausgefunden haben: Um die

Bindungen zwischen den Zuckermolekülen zu lösen, muss er sauer sein, also wie Essigsäure leicht Protonen abgeben. Fest muss er sein, damit die chemische Industrie ihn leicht abtrennen kann. Schließlich muss die Reaktionshilfe viele und große Poren besitzen, in die die zähflüssige Lösung der Zuckerketten eindringen kann. Da die Poren die Oberfläche vergrößern, wird die Cellulose effektiver umgesetzt. „Wir haben festgestellt, dass sich chemisch verändertes Harz unter diesen



Kriterien hervorragend als Katalysator eignet“, so Ferdi Schüth.

Nach der Reaktion geben die Wissenschaftler Wasser zu dem Reaktionsgemisch, sodass sich die verkürzten Zuckerketten am Boden absetzen. „Enzyme spalten diese verkürzten Ketten dann leicht in Glucose, die kleinsten Bausteine der Cellulose“, sagt Ferdi Schüth. Mit der Methode seines Teams lassen sich auch sehr stabile Pflanzenteile, die mikrokristalline Cellulose enthalten, abbauen. Gewöhnlich bleiben diese bei der Celluloseverarbeitung als unlöslicher Bestandteil zurück.

„Wir können am Anfang des Prozesses sogar Holz einsetzen“, erklärt der Wissenschaftler. „Deshalb kann man tatsächlich sagen, dass sich mit unserem Verfahren Holz zu Zucker abbauen lässt.“ Um jedoch auf diese Weise Biokraftstoff zu erzeugen, müssen die Forscher den Prozess jetzt noch optimieren und eine preiswertere Alternative zu den teuren ionischen Flüssigkeiten finden.

Um Biomüll wie etwa Holzabfälle in Sprit zu verwandeln, haben Max-Planck-Forscher einen Prozess entwickelt.

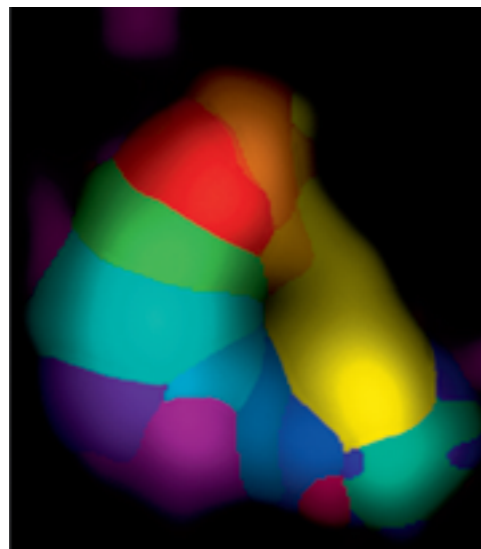


@ Kontakt:
PROF. DR. FERDI
SCHÜTH
Max-Planck-Institut
für Kohlenforschung,
Mülheim an der Ruhr
Tel.: +49 208
306-2373
Fax: +49 208
306-2995
E-Mail: schueth@
mpi-muelheim.
mpg.de

NEUROBIOLOGIE

ABM für Nervenzellen

Solche Mitarbeiter wünscht sich jeder Chef. Sie springen ein, wenn sie freie Kapazitäten haben, und unterstützen andere Kollegen. Was in der Arbeitswelt nicht immer selbstverständlich ist, funktioniert im Gehirn, wie Wissenschaftler am Max-Planck-Institut für Neurobiologie und der Ruhr Universität Bochum jetzt herausgefunden haben. In der Großhirnrinde helfen Nervenzellen, die keine Informationen mehr von ihren Partnerzellen in der Netzhaut des Auges erhalten, ihren Nachbarzellen. (NATURE NEUROSCIENCE, 31. August 2008)



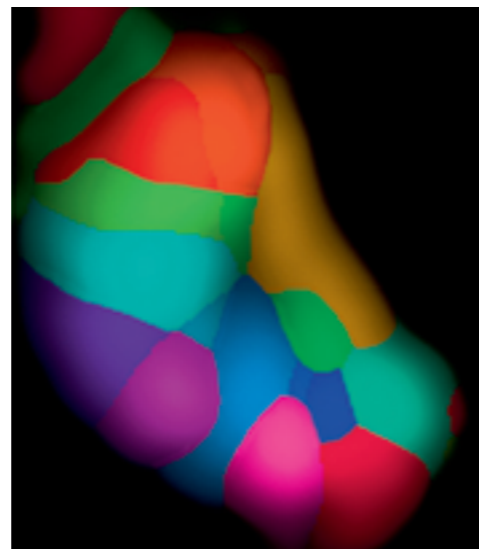
Vernetzung nach Verletzung: Wie gründlich auch das erwachsene Gehirn zur Neuerschaltung nach einem Ausfall fähig ist, erstaunt nun die Wissenschaft. Das Foto zeigt eine Farbkarte des visuellen Kortex sieben Tage (links) und zwölf Tage (rechts) nach einer kleinen Netzhaut-Läsion (Zentrum).

Das menschliche Gehirn besteht aus rund hundert Milliarden Nervenzellen. Jede dieser Zellen ist über 10000 bis 20000 Kontakte mit ihren Nachbarzellen verbunden. Erst dieses komplexe Netzwerk ermöglicht es, Eindrücke aufzunehmen und zu verarbeiten. Doch was passiert im Gehirn, wenn plötzlich Informationen aus einem Sinnesorgan fehlen? Das kann geschehen, wenn zum Beispiel ein Unfall Tastsinneszellen der Haut zerstört, wenn Haarzellen im Ohr ausfallen oder wenn die Netzhaut des Auges beschädigt wird.

In all diesen Fällen erhalten die Nervenzellen im Gehirn, die für den beschädigten Bereich zuständig sind, keine Informationen mehr. Sie sind arbeitslos. Verkümmern diese Zellen daher? Keineswegs, haben jetzt Tara Keck und ihre Kollegen vom Max-Planck-Institut für Neurobiologie in Martinsried zusammen mit Ulf Eysel von der Ruhr Universität in Bochum herausgefunden. Denn auch im Gehirn gilt: Freie Kapazitäten werden nicht verschwendet. Wie gründlich die Nervenzellen dieses Prinzip beherzigen, erstaunt jedoch die Fachwelt.

Nach einer Netzhaut-Läsion, einer punktförmigen Schädigung der Netzhaut, haben die Wis-

senschaftler Nervenzellen in jenen Teilen der Großhirnrinde untersucht, die visuelle Wahrnehmung ermöglichen. Dabei haben sie erstmals beobachtet, dass sich die Neuronen, die zuvor für diesen Bereich zuständig waren, komplett neu verdrahteten. Bereits nach wenigen Tagen bildeten die Nervenzellen, die aufgrund der Verletzung nun keine Informationen mehr von ihren Netzhautzellen bekamen, dreimal so viele Fortsätze aus wie nicht betroffene Nachbarzellen. Durch solche Fortsätze finden und identifizieren Nervenzellen Nachbarzellen, die sich für eine



potenzielle Kontaktaufnahme zum Datenaustausch eignen.

Die Ergebnisse dieser gesteigerten Aktivität konnten die Wissenschaftler nach knapp zwei Monaten bestaunen: Die Nervenzellen hatten ihre vorherigen Kontakte, die durch die Läsion nutzlos geworden waren, nahezu vollständig durch neue Verknüpfungen ersetzt. „Dass junge Gehirne anpassungsfähig sind, ist ja bekannt“, sagt Tara Keck. „Doch dass eine Neuverdrahtung in diesem Ausmaß auch im erwachsenen Gehirn stattfindet, hat uns alle überrascht.“ Durch diese massive Umstrukturierung der Zellkontakte konnten die zwischenzeitlich arbeitslos gewordenen Nervenzellen nun eingehende Signale aus anderen Netzhautbereichen verarbeiten. Der Schaden konnte so teilweise kompensiert werden.

Ähnliches haben Neurologen vor Kurzem auch bei Nervenzellen des Rückenmarks festgestellt. Auch hier besitzen erwachsene Nervenzellen die Flexibilität, zu neuen Nervenkanälen auszuwachsen. Diese unerwartete Anpassungsfähigkeit des Gehirns gibt neue Denkanstöße zur möglichen Regeneration bei Verletzungen und könnte langfristig zu neuen Therapieansätzen führen. ●

FOTO: MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR NEUROBIOLOGIE - TARA KECK

Kontakt:
DR. TARA KECK
Max-Planck-Institut
für Neurobiologie,
Martinsried
Tel.: +49 89
8578-3684
Fax: +49 89
8995-0046
E-Mail: keck@
neuro.mpg.de

Panorama

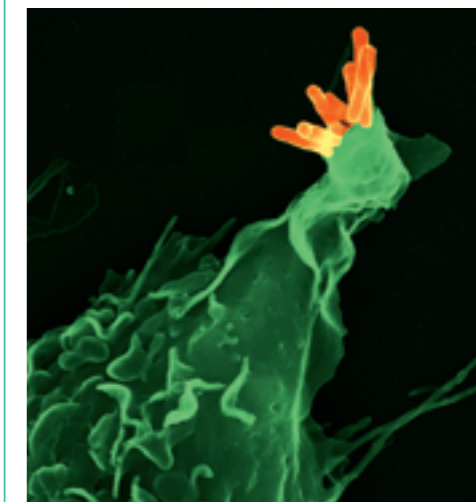
BÖSE MITGIFT ALTER GENE: Die meisten aller bislang bekannten Gene, die zur Entstehung von Krankheiten beitragen können, existieren bereits seit dem Aufkommen der ersten Zellen – mithin seit mehr als einer Milliarde Jahren. Zu diesem Befund kamen Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Evolutionsbiologie in Plön mittels eines statistischen Verfahrens, mit dem sich jedes heute existierende Gen bis zu seinem Ursprung zurückverfolgen lässt – oder genauer: bis zu dem letzten gemeinsamen Vorfahr, in dessen Genom das fragliche Gen noch nachweisbar ist. Das Ergebnis dieser genetischen „Ahnenforschung“: Die Mehrzahl der bisher bekannten, gut 2000 Gene, die beim Menschen Krankheiten auslösen können, entstand bereits während der Evolution der Vielzeller vor mehr als einer Milliarde Jahren sowie während der Entwicklung der Knochenfische vor 400 Millionen Jahren. Und überraschenderweise sind später, im Zug der Evolution der Säugetiere, kaum mehr solche potenziell krankheitsauslösenden Gene dazugekommen. Demnach betreffen genetisch bedingte Krankheiten vor allem entwicklungsgeschichtlich alte zelluläre Prozesse – und es werden fast alle heute lebenden Organismen, mit ihnen der Mensch, von ähnlichen uralten Krankheiten heimgesucht. Das bedeutet wiederum, dass sich viele dieser Krankheiten an einfachen Modellorganismen studieren lassen; doch dem steht die Einsicht gegenüber, dass diese Krankheiten untrennbar mit grundlegenden zellulären Prozessen verquickt sind und sich deshalb nie vollständig aus der Welt schaffen lassen.

OPTIK A LA MOTTE: Unter diesem Motto könnten künftig optische Geräte aller Art, aber auch Brillen, Bildschirme, Fensterscheiben oder Solarzellen angepriesen werden. Denn Forschern des Stuttgarter Max-Planck-Instituts für Metallforschung ist es gelungen, Glasoberflächen nach dem Prinzip von Mottenaugen zu entspiegeln. Sie haben ein Verfahren entwickelt, mit dem sich noppenartige Nanostrukturen auf den Oberflächen von Linsen oder anderen Gläsern herausätzen lassen. Ein solcher Noppenteppich unterbindet die Reflexion von Licht an diesen Flächen wirksamer als alle herkömmlichen Antireflex-Beschichtungen, ist kostengünstig herzustellen und zudem auch dauerhaft. Die biologischen Vorbilder für diese Noppen fanden sich auf den Augen von Motten; sie schützen diese Nachtfalter davor, von Feinden entdeckt zu werden. Für die technischen Imitate bieten sich vielfältige Anwendungen in allen Bereichen der Optik, der Display- und Solartechnik sowie auf Scheiben von Autos oder Gebäuden – kurz, überall dort, wo es darauf ankommt, Lichtverluste zu vermeiden oder störende Reflexe auszuschalten.

NEUER ANLAUF GEGEN TBC: Nach mehr als 80 Jahren ist in Deutschland zum ersten Mal ein vielversprechender neuer Lebend-Impfstoff gegen

Tuberkulose in der klinischen Prüfung. Es handelt sich dabei um eine gentechnisch „getunte“ Variante der weltweit gebräuchlichen BCG-Vakzine, die inzwischen viel von ihrer Wirksamkeit eingebüßt hat. Die Grundlagen für die neue Vakzine wurden am Berliner Max-Planck-Institut für Infektionsbiologie erarbeitet: Den für den Impfstoff verwendeten Bakterien wurde ein Gen implantiert, das sie befähigt, sich nach der Impfung aus den Verdauungsbläschen der sogenannten Fresszellen zu befreien. Damit verschwinden sie nicht, wie das mit dem herkömmlichen Impfstoff der Fall war, von der immunologischen Bildfläche, sondern können das Abwehrsystem weiter stimulieren. Ob und wie sich die neue Vakzine am Menschen als verträglich und wirksam erweist, wird allerdings erst nach zahlreichen Testphasen feststehen – die an die zehn Jahre dauern können.

GAMMABLITZE entlarven Pulsare: Erstmals ist ein rotierender Neutronenstern aufgrund seiner Gammastrahlung identifiziert worden. Dieser Nachweis gelang Wissenschaftlern des Max-Planck-Instituts für extraterrestrische Physik in Garching in Zusammenarbeit mit einem internationalen Team – und mithilfe des im Juni 2008 gestarteten *Fermi*



Gamma-Ray Space Telescope, das in 560 Kilometer Höhe die Erde umläuft. Der als „CTA 1“ bezeichnete Pulsar ist rund 4600 Lichtjahre von der Erde entfernt und der Überrest einer Supernova, die vor 10000 bis 15000 Jahren im Sternbild Kepheus aufgeleuchtet haben muss; er rotiert etwa dreimal pro Sekunde um seine Achse, wobei ein intensiver Gammastrahl – wie der Scheinwerfer eines Leuchtturms – über die Erde streicht. Der nun aufgespürte Supernova-Überrest repräsentiert einen sehr jungen Hochenergie-Pulsar und gehört damit zu einer sehr kleinen Familie von bislang nur etwa zehn bekannten Objekten, von deren Studium sich die Forscher neue Einblicke in Mechanismen der Sternentwicklung sowie der chemischen Evolution der Milchstraße erhoffen.

Der Tuberkulose-Erreger *Mycobacterium tuberculosis* teilt sich alle 16 bis 20 Stunden. Verglichen mit anderen Bakterien, die sich im Minutentakt teilen, ist das extrem langsam.

www
Mehr zu diesen Themen finden Sie unter www.maxplanck.de