

Bitte nicht landen!

Wohin mit den Astronauten: Mond, Mars oder Asteroid?

Seit der damalige amerikanische Präsident Bush im Jahr 2004 seine Vision zur bemannten Raumfahrt vorgestellt hat, ist in den Vereinigten Staaten von einer Rückkehr der Astronauten zum Mond bis zum Jahr 2020 und von späteren Flügen zum Mars die Rede. Die Raumfahrtbehörde Nasa hat die Vision unter ihrem Administrator Griffin in Form des „Constellation“-Programms rasch aufgegriffen und zum Teil in konkrete Vorhaben umgesetzt. Insbesondere dem „erdnahen“ Beitrag von Constellation – dem Ersatz der Raumfähren, die nach den jetzigen Plänen nur noch bis zum Jahr 2010 betrieben werden sollen – hat sich die Nasa zügig zugewandt. Vielleicht nicht schon wie geplant im Jahr 2015, aber doch bald darauf sollen neu entwickelte Raketen des Typs Ares I Orion-Raumschiffe zur Internationalen Raumstation bringen, und diese Raumschiffe könnte man auch bei Mondmissionen nutzen. Sie würden in der Erdumlaufbahn mit weiteren Fluggeräten, die mit einer viel mächtigeren Rakete – der Ares 5 – in den Weltraum gelangen, vereint werden und zum Mond fliegen.

Der jetzige Präsident Obama, der die amerikanische Führungsrolle im Weltraum beibehalten will, steht der Vision von Flügen zum Mond und zum Mars zwar nicht ablehnend gegenüber, aber er ist Realist genug, sich auch über die Finanzierung Gedanken zu machen. Nicht zuletzt deshalb hat er vor einigen Wochen ein unabhängiges Komitee zur Überprüfung der Pläne zur bemannten Raumfahrt ins Leben gerufen. In der vergangenen Woche hat dieses Komitee in mehreren öffentlichen Anhörungen Fachleute zu Wort kommen lassen. Sein Abschlussbericht mit den Entscheidungshilfen für den Präsidenten soll nach weiteren Anhörungen noch in diesem August vorgelegt werden.

Eines zeichnet sich jetzt schon ab: Landungen von Astronauten auf dem Mond oder gar auf dem Mars dürften in dem vorgesehenen Zeitrahmen kaum zu realisieren sein, wenn der Kongress nicht zusätzliche finanzielle Mittel bereitstellt. Bush hatte für seine Zukunftsvision innerhalb des normalen Haushalts der Nasa, also ohne zusätzliches Geld, noch 108 Milliarden Dollar für den Zeitraum von 2006 bis 2020 vorgesehen. Obama dagegen meint, bis 2020 müssten 71 Milliarden Dollar für Washingtons bemannte Raumfahrt reichen.

Für Griffin, der sich offenbar fest auf die Visionen von Bush eingeschworen hat, scheint der Mond als nächstes Ziel der Astronauten naheliegender zu sein. Es bräute keinerlei Einsparungen, statt zum Mond gleich zum Mars zu fliegen und auf diesem Planeten zu landen, sagte er in der vergangenen Woche während einer Anhörung; denn man benötigte dafür weitgehend dieselben Techniken und Geräte, an deren Entwicklung käme man auf keinen Fall vorbei – darunter die große Ares-5-Trägerrakete, neue Raumanzüge, Landegeräte und Wohnheiten. Die Kosten für die Flüge selbst scheint Griffin allerdings herausgerechnet zu haben. Im Übrigen, so sagte er, sei das Constellation-Programm so flexibel entworfen worden, dass es weit über die Anwendungen in niedriger Erdumlaufbahn und für den Mondflug hinausginge und auch zu Flügen zu den Monden des Mars oder zu Asteroiden im inneren Sonnensystem genutzt werden könnte.

Der Leiter des Subkomitees, das sich speziell mit den Flügen über die niedrige Erdumlaufbahn hinaus befasst, hat bei einer Anhörung in Cocoa Beach diesem „Flexible Path“ – wengleich im weiteren Sinne – besonders viel abgewinnen können: Wenn man auf die kostspieligen Landungen auf dem Mond und dem Mars verzichte, so meinte Edward Crawley, der am Massachusetts Institute of Technology lehrt, dann könne man Schritt für Schritt immer längere Flüge im inneren Sonnensystem ausführen und dabei auf flexible Weise lernen, wie schließlich die anspruchsvollsten Missionen zu bewältigen seien. Man werde im Laufe der kommenden Jahrzehnte den Mond und den Mars im Vorbeiflug „besuchen“, verschiedene Asteroiden aus der Nähe studieren und danach – eventuell – wenigstens auf einem der beiden Marsonden landen, was wegen der geringen Schwerkraft dieser kleinen Himmelskörper nicht so aufwendig sei.

In ähnlicher Weise nur noch als „Übungsplatz“ für die Vorbereitung späterer Missionen wird von andern Wissenschaftlern, die den Mondflug immerhin befürworten, auch der Mond gesehen („Moon to Mars“). Offenbar hat sich selbst Griffin innerlich von teuren Forschungsstationen oder gar Fabriken („Lunar Base“) auf dem Erdtrabant gelöst. Diese werden zunehmend von Plänen für eine Station verdrängt, die den Astronauten helfen soll, für die Landung auf dem Mars notwendige Verfahren zu erlernen. Im Szenario „Lunar Global“ stehen statt der festen Basis nur noch motorisierte Erkundungstouren von Astronauten auf dem Erdtrabant sowie Robotermissionen im Mittelpunkt. Daneben wird über ein weiteres Szenario mit der Bezeichnung „Mars Direct“ diskutiert. Dabei geht es darum, möglichst rasch und ohne den Mond als Zwischenstation zum Mars zu fliegen.

GÜNTER PAUL

Als die Buntbarsche abermals in den Viktoriasee einwanderten



Die Vielfalt der Fische erstaunt Forscher schon lange.

Foto Axel Meyer

Sie sind ein Liebling von Aquaristikfreunden und ein Musterbeispiel für Evolutionsbiologen: Allein geschätzt 500 Arten von Buntbarschen schwimmen im afrikanischen Viktoriasee. Die Vielfalt des farbenfrohen Fisches in dem Gewässer der Größe Irlands erstaunte die Forscher schon immer. Vor allem wegen der kurzen Zeit, in dem sie sich der Artenreichtum dort entwickelte: Bislang glaubten die Forscher, dass die ersten Exemplare vor hundert- bis zweihunderttausend Jahren begannen, den See zu besiedeln. Evolutionär betrachtet, ist bereits das sehr kurz. Umso erstaunter waren Forscher dann, dass der Viktoriasee neueren geologischen Untersuchungen zufolge vor vermutlich fünfzehntausend Jahren aufgrund von klimatischen Veränderungen nahezu oder sogar komplett austrocknete. In dem Fall stellt sich die Frage: Konnten einige der Fische damals im Becken des Sees überleben, bis der Wasserspiegel wieder stieg – oder verschwand diese Population vollständig? Letzteres würde bedeuten, dass die jetzige Population neu ist und die Artenspalting in Viktoriasee noch schneller ablief als bisher angenommen. Alex Meyer von der Universität Konstanz und seine Kollegen zeigten jetzt in den „Proceedings“ der amerikanischen Nationalen Akademie der Wissenschaften, dass die Viktoriasee-Buntbarsche Gene besitzen, die wesentlich älter sind als ihr heutiger Lebensraum. Sie verglichen dazu zwölf Genabschnitte von mehr als 400 Buntbarschen aus dem Viktoriasee und umliegenden Gewässern. Demnach überlebten die Fische vermutlich während der Trockenperiode im zwar kleineren, aber tieferen Kivu-See und bevölkerten von dort aus den Viktoriasee neu. Zudem zeigten sie, dass die Zahl der Buntbarsche vor etwa fünfzehntausend Jahren dramatisch zurückgegangen sein musste. Das untermauert abermals die geologischen Erkenntnisse. Weshalb aber die anschließende Artenspalting in Viktoriasee ungleich schneller verlief, bleibt auch für die Forscher nur zu spekulieren. (lauh)

Allergisch gegen die künstliche Hüfte?

Prothesen aus Metall können korrodieren und das Immunsystem stören. Ein Register der Orthopäden soll nun klären helfen, wie viele Betroffene es gibt.

Von Hildegard Kaulen

Platten, Schrauben und Endoprothesen sind aus der Medizin nicht mehr wegzudenken. Obwohl alle eingebrachten Metallimplantate im Körper korrodieren und Metallionen freisetzen, entwickeln nur wenige Empfänger eine Implantatallergie mit Wundheilungsstörungen, Hautausschlägen, Schmerzen, Schwellungen oder Lockerungen. Kontaktallergien gegen Modeschmuck und Metallknöpfe sind viel häufiger. Zwanzig Prozent der Frauen und knapp sechs Prozent der Männer tragen kein Nickel, zweieinhalb Prozent der Bevölkerung reagieren allergisch auf Kobalt und ein Prozent vertragen kein Chrom. Bei Frauen unter vierzig Jahren ist der Anteil der Nickelallergikerinnen noch höher.

Metalle lösen also auf der Haut eher eine Allergie aus als im Körper. Warum das so ist, ist unklar, ebenso wie die Frage, wie viele der Beschwerden einer Im-

plantatallergie durch eine Infektion oder mechanisches Versagen der Prothesen bedingt sind. Alle bisherigen Erkenntnisse stammen aus Fallberichten und kleineren Studien. Größere Untersuchungen fehlen völlig. Die Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie hat deshalb vor fünf Jahren den Arbeitskreis Implantatallergie ins Leben gerufen, der sich mit dem Phänomen beschäftigt. Außerdem wurde ein nationales Register für Verdachtsfälle eingerichtet. Den Arbeitskreis leitet Marc Thomsen von der DRK-Klinik in Baden-Baden, das Register Peter Thomas von der Klinik und Poliklinik für Dermatologie und Allergologie an der Ludwig-Maximilians-Universität in München. Beide haben jetzt erstmals über die bis April 2007 gemeldeten Verdachtsfälle berichtet („Der Orthopäde“, Bd. 38; S. 557).

Rückschlüsse zur Häufigkeit von Implantatallergien lassen sich daraus zwar immer noch nicht ziehen, aber die Daten zum Verlauf einiger Krankengeschichten zeigen, dass die durch eine Allergie verursachten Beschwerden zurückgehen, wenn die alte Prothese gegen eine Prothese aus Titan oder eine solche mit Titanitritbeschichtung ausgetauscht wird. Beide verursachen keine Allergien.

Dem Register wurden bis zur ersten Auswertung 239 Verdachtsfälle gemeldet. Nur 49 Meldungen stammen aus Kliniken außerhalb Münchens und Baden-Badens. Die Meldebereitschaft ist also noch sehr gering, was die Aussagekraft des Regis-

ters derzeit noch einschränkt. Um die Datenbasis zu vergrößern, sollen in den nächsten Wochen und Monaten alle Orthopäden schriftlich aufgefordert werden, dem Register Informationen zu Patienten mit Metallimplantaten und unklaren Ekzemen, Wundheilungsstörungen und plötzlich auftretenden Schmerzen zu melden.

Bei jedem dritten gemeldeten Verdachtsfall lag, so Thomsen und Thomas in ihrem Beitrag, eine Kontaktallergie gegen Metalle vor, bei jedem vierten eine Kontaktallergie gegen Bestandteile des Knochenzements. Der Nachweis erfolgte mit dem sogenannten Epikutantest. Dabei werden Hautreaktionen provoziert, die einer allergischen Reaktion entsprechen. Die nachgewiesenen Unverträglichkeiten deckten sich allerdings nicht immer mit den Angaben der Patienten zu möglichen Allergien. Jeder Zweite, der glaubte, an einer Metallallergie zu leiden, zeigte im Epikutantest keine Reaktion. Jeder Fünfte, dessen Metallallergie mit dem Epikutantest nachgewiesen worden war, hatte dagegen noch nie ein Kontaktallergiemittel. „Aus der bloßen Befragung der Patienten lässt sich also nicht ableiten, wie gut ein Metallimplantat vertragen wird“, sagt Thomsen. Neben dem Epikutantest könne auch die Entnahme einer Gewebeprobe Hinweise auf eine Implantatallergie liefern, nämlich dann, wenn in der Nähe der Prothese spezielle Immunzellen nachgewiesen werden. Über eine Biopsie könne auch ausgeschlossen

werden, dass die Beschwerden auf einer unterschweligen Infektion beruhen. Bei dreißig Patienten mit nachgewiesener Metallallergie wurde das Implantat gewechselt. Sie erhielten eine Prothese aus einer Titanlegierung oder mit einer speziellen Beschichtung. Bei fast allen verschwanden die Beschwerden daraufhin.

Metallallergien sind am ehesten bei künstlichen Kniegelenken zu erwarten, weil fast alle Standardimplantate aus einer Kobalt-Chrom-Legierung bestehen. Titan ist zu weich für den Oberflächeneinsatz am Knie. Es muss dafür eigens gehärtet oder beschichtet werden. Viele Hersteller bieten inzwischen entsprechende Prothesen an. Bei künstlichen Hüftgelenken geht der Trend zu Prothesen aus Titan. Diese müssen nicht mehr mit Knochenzement fixiert werden und können leichter gewechselt werden. Jüngere Patienten erhalten in der Regel zementfreie, alte Patienten mit schlechter Knochenstruktur zementierte Hüftprothesen.

Metallallergien können auch beim Oberflächeneinsatz auftreten. Dabei wird der Hüftkopf mit einer Metallkappe überkronet. Nach Ansicht von Marc Thomsen könnten sich Implantatallergien künftig häufen, wenn die unter Vierzigjährigen, bei denen Nickelallergien besonders oft vorkommen, in das Alter für den Gelenkersatz kommen. Vielleicht ist die Zahl der Implantatallergien einfach deshalb zurzeit noch so gering, weil die Älteren in ihrer Jugend weniger nickelhaltigen Modeschmuck getragen haben.

Steiler Zahn

Über die dritten Zähne verliert man ungern viele Worte. Die Dritten sind und bleiben uns fremd, da mögen auch noch so viele strahlende Grauhärrige in den Fernsehwerbepots mit ihren unbeschwernten Alltagsübungen das Gegenteil vorgaukeln. Milchzähne erzählen Geschichten von uns, die Zweiten sowieso, wenn auch nicht immer die erfreulichsten, aber die Dritten, ob festsitzend oder herausnehmbar – die braucht man halt und spülen anderen Leuten viel Geld in die Taschen. Jetzt gibt es allerdings die vielleicht ersten Dritten mit einer wirklich spannenden Geschichte. Erdacht von japanischen Dentalspezialisten und vollständig geschaffen aus einer Retorte in Tokio. Nachzulesen schließlich in den neuesten „Proceedings“ der amerikanischen Nationalen Akademie der Wissenschaft. Ein womöglich wegweisendes Projekt also, auch wenn es sich zunächst noch um Experimente an Mäusen dreht. Die Japaner haben fünfzigtausend Zellen aus dem Kiefer von zwei Wochen alten Mäusen mit einer Art Kollagen-Gelhaube versehen und diesen „Keim“ eine Woche im Bioreaktor gedeihen lassen. Verpflanzt in die ausgeheilte Backenzahnluke einer Maus, entwickelte sich daraus in der für ein normales Zahnwachstum regulären Frist von sechs bis sieben Wochen ein veritabler Backenzahnersatz mit allem, was so ein Milchzahn an Wurzeln, Gefäßen und Festigkeit benötigt. Und noch dazu im strahlendsten Weiß, das man sich vorstellen kann. Kein derber weißrosa Kunststoff und Titanimplantat im Fleisch, sondern ein lebendiges und schmerzempfindliches Stück Gebiss mit Krone, Bein, Schmelz, Mark und Zement, wie es die Natur vorgesehen hat. Laborschöpfung hin, Bioreaktor her – kann man sich etwas Vollkommeneres vorstellen für unsere Mäuser im dritten oder vierten Lebensabschnitt? Wohl kaum. Es sei denn, die Neuen halten, was die eigenen Milchzähne uns gelehrt haben: Die Ersten sind alles, nur nicht für die Ewigkeit geschaffen. Das könnte dann teuer werden. jom

Illegale Waldrodungen blühen in Russland

Seit in diesem Frühjahr in Russland ein neues Waldschutzgesetz in Kraft ist, das durch langfristige Pacht von Waldstücken die nachhaltige Nutzung fördern soll, gehen viele kleine Holzfirmen zugrunde, und der illegale Holzeinschlag explodiert. Die neue Regelung macht die Pächter für die Wiederaufforstung verantwortlich. Die Mindestpachtzeit für eine Parzelle soll zehn Jahre betragen. Kleinere Betriebe sind dazu nicht in der Lage. Sie haben die Möglichkeit, per Auktion kurzfristige Pachtrechte zu erwerben. De facto jedoch bieten die Regionalregierungen oft zu große Parzellen. Eine Holzunternehmerin aus Kineschma berichtet, eine Woche nachdem sie eine Pacht für ein Waldstück für sechs Monate erworben hatte, seien drei Beamte bei ihr aufgetaucht. Sie solle 95.000 Dollar zahlen oder die Folgen tragen. Die Unternehmerin zahlte nicht. Seither ist ihre Firma 47mal überprüft worden. In der Region Iwanowo seien vier oder fünf wilde Holzfällerkommandos aktiv, erfährt man von der Polizei. Der Anteil an illegalen Holzeinschlag liegt mittlerweile bei dreißig Prozent. Um Holzwilderer zur Verantwortung ziehen zu können, muss man sie in flagranti erwischen. Das wird auch dadurch erschwert, dass die neue gesetzliche Regelung die patrouillierenden Förster abgeschafft hat. Indessen bietet die Regelung, wonach alte Frauen das Recht haben, Holz für den eigenen Bedarf zu schlagen, auch ein legales Schlupfloch. Wer es schafft, in den Dörfern vierzig Buschschkas zusammenzutrommeln, so die Unternehmerin von Kineschma, kann schon eine kleine Holzfirma auf die Beine stellen. kho

Heute

Flinke Photonik

Der erste Schritt in Richtung eines Computers, der ausschließlich mit Lichtsignalen arbeitet, ist getan. Schweizer Forscher haben ein Bauteil entwickelt, in dem Photonen optische Signale verstärken. **Seite N2**

Heines Pariser Loge

Die kabbalistischen „Trinosophes“ gehörten im neunzehnten Jahrhundert zu den angesehensten Freimaurern Frankreichs. Initiiert war bei ihnen seit Januar 1844 auch der Dichter Heinrich Heine. **Seite N4**

Freisemester hart erkämpft

Wehe denen, die ein Urlaubssemester beantragen wollen. Die Universitätsbürokratie versteht da keinen Spaß und läßt einen schon mal schmornen. Ein Erfahrungstrip durch die Instanzen. **Seite N 5**

Entwicklungssprung in luftiger Höhe

Suminia getmanovi: Das erste auf Bäume kletternde Wirbeltier hat im mittleren Perm gelebt

Fossilien sind nicht zwangsläufig stumm. In den Händen von Paläontologen werden sie manchmal zu beredeten Zeugen für die Existenz früherer Organismen. Oft gestalten sie sogar Einblicke in ihre Lebensweise und Umwelt. Derartige Informationen konnten jetzt auch den fossilen Überresten von Tieren aus dem mittleren Perm vor etwa 260 Millionen Jahren entlockt werden. Es handelt sich um Reptilienfunde aus Russland, aus der Region um Kotelnich im Oblast Kirow rund 800 Kilometer östlich von Moskau. Diese Pflanzenfresser der Art Suminia getmanovi waren den neuen Ergebnissen zufolge Baumbewohner. Sie repräsentieren somit die bislang ältesten bekannten Wirbeltiere mit einer solchen Lebensweise, wie Jörg Fröbisch vom Field Museum in Chicago und Robert Reisz von der University of Toronto berichten („Proceedings of the Royal Society B“, doi: 10.1098/rspb.2009.0911).

Auf Überreste von Suminia getmanovi ist man erstmals Anfang der neunziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts gestoßen. Die Spezies gehört zu den Synapsiden, einer Gruppe, zu der auch die Vorfah-

ren der Säuger zählen. Es zeigte sich, dass diese vom Kopf bis zum Schwanzende etwa einen halben Meter langen Tiere harte Pflanzenreste vor dem Schlucken mit ihrem spezialisierten Gebiss zerkleinerten. Durch Kauen wurde die faserige Kost besser verdaulich. Es handelt sich um den frü-

hesten Beleg für eine solche Anpassung bei einem terrestrischen Pflanzenfresser.

Inzwischen liegen weitere Funde von Suminia vor. Auf einem einzigen Gesteinsblock trat mehr als ein Dutzend meist gut erhaltener Skelette zutage. Die an Eidechsen erinnernden Tiere zeichnen sich unter



Skelett des Kletterers Suminia getmanovi

Foto dpa