

**W**er am 10. August diesen Jahres den Abendhimmel genauer betrachtete, konnte erkennen, dass der Mond näher schien als üblich. Das lag an einer astronomischen Besonderheit, dem Perigäum. Es markiert die größte Annäherung des Erdtrabanten. Er ist dann nur 356 580 Kilometer weit von uns entfernt. Dazu kommt es, weil der Mond die Erde in einer elliptischen Bahn umkreist – dadurch ist er mal näher und mal ferner. Treffen nun Perigäum und Vollmond zusammen, wie im August, leuchtet ein sogenannter Supermond am Firmament. Er wirkt bis zu 14 Prozent größer und 30 Prozent heller als gewöhnlich.

Egal, wie nah der Mond gerade ist, stets übt er Einfluss auf den Planeten aus, den er in 27 Tagen umkreist. Tieren diktiert er zum Beispiel den Zeitpunkt der Vermehrung. Pazifische Palolowürmer paaren sich erst, wenn der Mond im Oktober das letzte Viertel erreicht. Auch Nachtfalter ziehen mondlichtarme Momente vor. Die Eiablage beginnt bei ihnen um Neumond herum.

Der Mond zerrt mit seiner Schwerkraft so sehr an der Erdmaterie, dass er die Gezeiten auslöst. Dabei umwandern zwei Flutberge den Planeten. Auf der ihm zugewandten Seite zieht der Mond das Wasser zu sich hin, während es auf der mondabgewandten Seite sozusagen den Ozeanboden unter sich verliert. Es wird dort vom Mond weggedrückt, wodurch sich der zweite Flutberg bildet. Aber nicht nur Ebbe und Flut gehen auf den Mond zurück. Die sogenannte Gezeitenreibung bremst auch die Erdrotation, die sich pro Jahrhundert um 0,002 Sekunden verlangsamt. Wegen dieses Bremsklotzeffekts dauert der Erdtag heute 24 Stunden, viel länger als in Urzeiten.

Zudem ist die Bewohnbarkeit der Erde dem Mond zu verdanken. Er verhindert, dass unser Planet haltlos um seine eigene Achse schlingert. Ohne die stabilisierende Wirkung des Mondes wäre es äußerst ungemütlich. Neil Comins von der University of Maine beschrieb, wie rau das irdische Klima dann wäre. Pausenlos ziehen Hurrikans über die Erdoberfläche hinweg, nur dick gepanzerte Lebewesen mit kräftigen Lungen können hier überleben.

Wie der Mond entstanden ist, darüber herrscht unter Forschern noch Uneinigkeit. Eine Theorie besagt, er sei aus einem kosmischen Zusammenstoß her-



Der Mond ist in seinen verschiedenen Phasen Hingucker am Himmel – und seine Auswirkungen auf die Erde sind enorm, nicht nur bei Ebbe und Flut. Foto: Thinkstock

## Der Mond gibt Forschern Rätsel auf

Wie ist der Erdtrabant entstanden?  
Von Andreas Lorenz-Meyer

vorgegangen. Vor 4,5 Milliarden Jahren krachte danach ein Protoplanet namens Theia in die noch junge Erde. Die Gesteinstrümmen, die ins All flogen, verschmolzen zum Mond.

Eine Forschergruppe zweifelt die Theia-These an. Ihre Analyse von Mondproben hat ergeben: Lunares Gestein ähnelt zu sehr dem der Erde, als dass Theia mit im Spiel gewesen sein könnte. Bei der Analyse geht um zwei Titan-Isotope, also Varianten dieses Metalls. Genauer um Titan 50 zu Titan 47. Deren Verhältnis im Mondgestein weicht kaum von der Verteilung in der Erdkruste ab. Um nicht mehr als 0,0004 Prozent, so das Ergeb-

nis. Wäre der Mond durch den Theia-Einschlag entstanden, so die Forscher, hätten die Isotopenwerte weiter auseinander liegen müssen.

Eine andere Studie wiederum untermauert die alte Kollisionstheorie. Forscher aus Deutschland konnten auf Gesteinsproben aus den Apollo-Missionen zurückgreifen. Bei der Untersuchung kam heraus, dass das Sauerstoffisotop O-17 auf dem Mond häufiger vorkommt als auf der Erde. Der Unterschied ist zwar nur winzig, zwölf Teile pro eine Million. Aber das reicht anscheinend, um die These von Theias Beteiligung zu bekräftigen. Auch die Mondoberfläche gibt immer noch

Rätsel auf. Sie ist von dunklen Tiefebene bedeckt. In den Anfängen der Forschung, lange vor Sputnik und Apollo, hielt man die Krater für Meere. Sie erhielten poetische Namen: Mare Crisium (Meer der Gefahren) und Mare Tranquillitatis (Meer der Ruhe). Die so genannten Mondmeere – manche heißen auch nur See (Lacus) oder Sumpf (Palus) – entstanden durch Meteoriteneinschläge.

Dass er ein Einschlagkrater ist, dachte man auch vom Oceanus Procellarum, dem Ozean der Stürme. Wenn er bei abnehmendem Halbmond erscheint, glauben die Menschen früher, steht unruhiges Wetter bevor. Daher der stürmische Na-

me. Weil das Becken von Nord nach Süd rund 2500 Kilometer misst, wird es als einziges Ozean genannt. So mancher irdische Betrachter sieht in ihm den Mann im Mond. Einschlagende Asteroiden scheinen die lunare Berühmtheit aber nicht geformt zu haben. Forscher der Colorado School of Mines entdeckten eine rechteckige Struktur unter der Mondoberfläche, die größtenteils mit Oceanus Procellarum überlappt. Sie sehen darin das Ergebnis einer raschen Abkühlung. Vulkane scheinen den Mann im Mond geformt zu haben. Auf dem Erdtrabanten könnte also mehr los gewesen sein als bisher vermutet.

## Descartes hatte einen Tumor

Wissenschaftler untersuchen Schädel des Philosophen

AFP. Der französische Philosoph René Descartes (1596-1650) hatte vermutlich einen gutartigen Knochentumor im Kopf.

Bei einer Untersuchung des Schädels des berühmten Denkers fanden französische Forscher eine drei Zentimeter lange Knochenerweiterung im Bereich der Nasennebenhöhle, wie es in einer im Frans Hals' Porträt von Rebrischen René Descartes. Foto: dpa



„Lancet“ veröffentlichte Studie heißt. Mit dem Tod des Philosophen, der mit dem berühmten Spruch „Ich denke, also bin ich“ zu einem der Wegbereiter des Rationalismus wurde, hatte der Tumor aber wohl nichts zu tun.

Der Schädel des berühmten Gelehrten befindet sich seit 1821 im französischen Naturkundemuseum in Paris. Er wurde nun von dem auf historische Fragestellungen spezialisierten französischen Rechtsmediziner Philippe Charlier mit Hilfe eines Computertomographen untersucht. Dabei stießen Charlier und sein Team auf eine „dichte“ Masse in der rechten Nasennebenhöhle, die nicht von den Röntgenstrahlen durchdrungen wurde. Charliers Diagnose: ein „Riesenoosteom“, also ein gutartiger Knochentumor. Ein solcher Tumor führt nur in rund zehn Prozent der Fälle zu Symptomen, etwa eine Blockierung der Nase, Veränderungen des Geruchsinns, eine Überproduktion von Nasenschleim, Schmerzen in Kopf und Gesicht oder eine Beeinträchtigung der Sicht.

Die Biografen des französischen Philosophen haben solche Symptome aber nicht beschrieben, wie es in der „Lancet“-Studie heißt – mit Ausnahme eines möglichen Migräne-Anfalls in der Nacht des 10. November 1619, bei dem Descartes auch Halluzinationen gehabt haben soll. Doch dieser Anfall könne nicht auf den Tumor zurückgeführt werden.

## Bei den Orcas haben die Weibchen das Sagen

Die Biologin Claudia Vollhardt sprach bei den Sonntagsmatineen der Universität Heidelberg über „Schwertwale – und was wir von ihnen lernen können“

Von Arndt Krödel

Der männliche Schwertwal wird zwar viel größer als sein Geschlechts-Pendant, aber sehr viel nützt ihm das auch nicht: „Die Weibchen haben die Hosen an“, klärte Claudia Vollhardt ihr Publikum über die eindeutige Rollenverteilung bei dieser faszinierenden Spezies der Meeressäuger auf. Die Biologin muss es wissen, da sie tagtäglich mit sechs Exemplaren der auch „Orca“ genannten tonnenschweren Tiere mit der charakteristischen schwarz-weißen Färbung und dem weißen Fleck am Auge zu tun hat.

In Puerto de la Cruz auf der Kanaren-Insel Teneriffa arbeitet sie als Tiertrainerin in der speziell für Schwertwale angelegten Anlage „Orca Ocean“, einem Teil des „Loro Parque“. Aufschlussreiche Einblicke in die Praxis dieser täglich von mehreren Tausend Menschen besuchten zoologischen Einrichtung gab sie in einem Vortrag bei den Sonntagsmatineen der Universität Heidelberg unter dem Thema „Schwertwale – und was wir von ihnen lernen können“.

Das Becken im „Orca Ocean“ fasst etwa 22 Millionen Liter Meerwasser, das aus 65 Metern Tiefe aus dem Meer hochgepumpt wird. Dass die Orcas – etwas reißerisch – auch „Killerwale“ genannt werden, geht auf die Jagdmethoden dieser Raubtiere zurück, die auch andere Wale töten. Im Training arbeitet Claudia Vollhardt mit einer Technik, die auf Erkenntnissen der Lernpsychologie beruht: Bei der sogenannten „operanten Konditionierung“ geht es um das Erlernen von Reiz-Reaktions-Mustern. „Es ist ein Lernvorgang, bei dem das Verhalten durch die Konsequenz, die ihm folgt, in der Zukunft verändert wird“, erläuterte die Biologin.

Dabei arbeitet man mit den Schwertwalen ausschließlich über die „positive Verstärkung“, also über Belohnungen. Das können Dinge sein wie Eiswürfel, Spielzeuge, ein spezieller „Wackelpudding“ oder auch Gekraultwerden – „das

lieben sie“, verrät Vollhardt. Sie spricht hier von „sekundären Verstärkern“, die erst belohnende Eigenschaften erlangen, indem sie mit „primären Verstärkern“, die von sich aus schon belohnend sind, also z.B. Nahrung, gekoppelt werden. Jedes Tier hat nach ihrer Erfahrung seine Vorlieben. „Training ist die Kunst der Anwendung von auf wissenschaftlichen Erkenntnissen basierenden Prinzipien“, umschreibt die Orca-Spezialistin ihre Arbeit.

Eintönig ist demnach der Tag eines Orca nicht: „Wir versuchen, zwischen allen Trainingskategorien immer eine Balance zu

halten, damit sie nicht als „Couch-Potato“ enden, so Vollhardt schmunzelnd. Wichtig sei auch, immer wieder die Beziehung zum Tier zu pflegen und zu festigen. Bei den Shows sollen die Zuschauer über biologische Fakten aufgeklärt werden und auch so etwas wie eine emotionale Bindung zu den Walen herstellen.

Bei den Lerneinheiten werden neue Verhaltensweisen trainiert, z.B. das Befolgen von Handsignalen. Man kann aber auch nützliche Dinge für wissenschaftliche Projekte trainieren: So wurde das Orcaweibchen „Morgan“, das 2011 völlig entkräftet aus dem niederländischen Wattenmeer gerettet wurde und nach ihrer „Aufpäppelung“ nach Teneriffa kam, für einen Hörtest vorbereitet, weil sie nicht auf akustische Reize reagierte. Tatsächlich ergeben die Untersuchungen, bei denen Wissenschaftler aus aller Welt beteiligt waren, einen schweren Hörschaden.

Die Wiederauswilderung der Schwertwale ist natürlich eine Möglichkeit, wie Vollhardt erläuterte, die man auch versuche, wahrzunehmen, aber die Wirklichkeit ist oft eine andere als etwa in dem Hollywood-Streifen „Free Willy“: Der Orca Willy hieß in Wirklichkeit Keiko, wurde durch Spendengelder aus einem mexikanischen Vergnügungspark freigekauft und im Atlantik ausgesetzt, wo er jedoch keinen Anschluss an andere Tiere fand und schließlich, geschwächt und krank, in einem norwegischen Fjord starb. Angesichts der zunehmenden Naturentfremdung der Menschheit wird sich nach Überzeugung der Biologin der Mensch-Tier-Konflikt zwangsläufig verschärfen. Die Bedeutung zoologischer Einrichtungen als Erlebnis- und Begegnungsorten für die Zukunft werde eher noch zunehmen. Foto: Thinkstock



Info: In der nächsten Sonntagsmatinee am 16. November befasst sich Prof. Monika Hilker mit „Duftgeflüster: Kommunikation zwischen Pflanzen und Insekten mittels chemischer Signale“. Beginn ist um 11 Uhr im Hörsaal 13 der Neuen Universität Heidelberg

## Koranhandschrift älter als gedacht

Fragment aus dem 7. Jh. gehört der UB Tübingen

dpa. Eine Koranhandschrift im Bestand der Universitätsbibliothek Tübingen stammt nach neuen Erkenntnissen aus der Frühzeit des Islam – und ist damit deutlich älter als gedacht. Das Pergament sei mittels naturwissenschaftlicher Methoden auf das 7. Jahrhundert zurückdatiert worden, teilte die Universität mit. Aus Sicht der Experten wurde es nur etwa 20 bis 40 Jahre nach dem Tod des Propheten Mohammed im Jahr 632 hergestellt. Bisher war man von einer Entstehung etwa im 8. oder 9. Jahrhundert ausgegangen. Die Tübingen Koranhandschrift sei in kufischer Schrift verfasst, einer der ältesten Schriftformen des Arabischen. „Wir gehen davon aus, dass es unsere älteste Koranhandschrift ist“, sagte eine Sprecherin.

## Weltbibliothek des Wissens freigeschaltet

dpa. Mit einer Weltbibliothek der Wissenschaft will die Unesco freien Zugang für Lernstoff zu Naturwissenschaften und Forschung ermöglichen. Das Projekt in Zusammenarbeit mit der Zeitschrift „Nature“ wurde jetzt freigeschaltet. In der ersten Version der englischsprachigen Datenbank stehen laut Unesco in Paris mehr als 300 Referenzartikel, 25 wissenschaftliche Bücher und 70 Videos von „Nature Education“ kostenlos zur Verfügung. Jeweils hinzukommende Werke werden auf der Seite angezeigt. Auf einer digitalen Plattform könnten sich Lernende zu Gruppen zusammenschließen oder Kontakt aufnehmen. Ziel sei, das Verständnis für Wissenschaft auszubauen und naturwissenschaftliche Bildung zu verstärken. Die Online-Bibliothek richtet sich insbesondere an Menschen in Entwicklungsländern. Die Unesco sieht darin eine Förderung der Chancengleichheit. Zum Start präsentierte die Plattform Gebiete wie Genetik, Zellbiologie, aber auch Nanotechnologie, Doping oder alternative Energien. Je nach Thema wird mit Werken, Artikeln oder Videos auf der Plattform gearbeitet oder auch zu anderen Seiten verlinkt.