



## FÜNF MINUTEN PHYSIK

### Kann man im All Golf spielen?

Eine Werbeaktion der besonderen Art hatte sich ein kanadischer Hersteller von Golfclubs ausgedacht: 400 Kilometer über der Erde sollte Anfang Juni ein Astronaut außerhalb der „Internationalen Raumstation“ (ISS) einen kosmischen Golfabschlag wagen. Der wurde dann zwar abgesagt, soll aber nachgeholt werden.

Doch was passiert dabei mit dem Golfball? Auf dem normalen Green ist die Flugbahn recht einfach. Auch wenn man kein Golfspieler ist, kann man sich das vorstellen. Doch in der Schwerelosigkeit? Was dann passiert, kann man sich nicht anschaulich klarmachen. Man braucht eine Menge Formeln und einen guten Computer, um herauszufinden, was mit dem Golfball geschehen wird. Denn die am Golfball angreifenden Kräfte des Stoßes, der Erdanziehung und der Zentrifugalkraft des um die Erde kreisenden Systems „ISS“-Golfspieler-Ball sind äußerst komplex.

Am Anfang ist alles noch einfach. Der Ball fliegt einfach los. Und zwar umso schneller, je kräftiger er getroffen wird. Das ist also noch wie auf der Erde. Während der Ball nach vorn von der „ISS“ wegschießt, wird er jedoch nach oben abgetrieben, fliegt dann auf die Raumstation zu und in einem Abstand von rund 100 Kilometern über die „ISS“ hinweg. Nach etwa 460 Kilometern, so hat er der ehemalige Astronaut Ulrich Walter ausgerechnet, kommt der Golfball dann hinter der „ISS“ scheinbar zum Stillstand. Doch dann nimmt der Ball plötzlich wieder Fahrt auf und wird mit einer Geschwindigkeit von rund 100 Kilometern pro Stunde (bezogen auf die Raumstation, nicht auf die Erdoberfläche) auf die „ISS“ zufliegen.

Und dann wird sich alles wiederholen: Der Ball wird wieder aufsteigen, zurückfallen und sich der Station von hinten nähern. Von der Erde aus betrachtet, beschreibt der Golfball eine elliptische Bahn, vom Golf spielenden Astronauten aus gesehen – der sich ja selbst in einer Erdumlaufbahn befindet –, sieht die Flugbahn des Balls hingegen wie ein Looping aus. Viel Freude dürfte ein solches Golfspiel im All wohl nicht machen, aber physikalisch interessant ist es allemal.

Norbert Lossau

## Ökologen fordern neue Konzepte für EU-Flächennutzung

**Greifswald** – Angesichts des globalen Klimawandels haben Ökologen auf einer Tagung in Greifswald ein Umdenken in der EU-Flächennutzungspolitik gefordert. In den nächsten 50 bis 100 Jahren würden in den EU-Staaten nur noch 30 Prozent der jetzigen Flächen für die landwirtschaftliche Produktion benötigt, sagte Rudy van Diggelen von der niederländischen Universität Groningen gestern in Greifswald. Dort beraten rund 400 Wissenschaftler auf der 5. Europäischen Konferenz zur ökologischen Renaturierung.

Die Forscher sprachen sich für eine Abschaffung von Agrarsubventionen wie Flächenstilllegungsprämien oder Grünlandprämien aus. Diese Prämien blockierten die Wiederherstellung von zerstörten Ökosystemen. Nach Schätzungen des Trägers des Alternativen Nobelpreises, des Greifswalder Biologen Michael Succow, gibt es allein in Deutschland zehn bis 15 Prozent sogenannte Umsonstlandschaften. In Polen sei der Anteil noch höher. Allein in Kasachstan seien in den vergangenen zehn Jahren rund 20 Millionen Hektar aus der intensiven Agrarproduktion genommen worden. „Der Klimawandel ist in vollem Gange. Deshalb müssten Ökosysteme wieder in Wert gesetzt werden – möglichst so, dass sie dem Menschen nützlich.“ Succow plädierte für die Wiederherstellung von Mooren, Auen und Seen. Moore seien als Biomasseproduzenten mit 40 Tonnen Schilf pro Hektar höchst produktive Flächen. Für den Anbau von nachwachsenden Rohstoffen fordert Succow hohe ökologische Standards. Es könne nicht sein, dass aus der landwirtschaftlichen Produktion entlassene Flächen von Großagrarern missbraucht würden, um mit dem Einsatz von Düngemitteln die Non-Food-Produktion rücksichtslos voranzutreiben. *dpa*

## Weltraumbehörde gesteht nicht nur verlorene Filme der Mondlandung ein – Historische Dokumente generell vernachlässigt

VON HARALD ZAUN

**Washington** – „Ein kleiner Schritt für einen Menschen, aber ein großer Sprung für die Menschheit“, sagte am 20. Juli 1969 der Apollo-Astronaut Neil Armstrong bei seinen ersten Schritten auf dem Mond mit schauspielerischer Leichtigkeit ins Helmmikrofon. Was seinerzeit spontan wirkte, war eine im Vorfeld abgesprochene Äußerung: ein präparierter Spruch für die Geschichtsbücher.

Doch trotz der epochalen Dimension der Apollo-11-Mission nimmt es die US-Raumfahrtbehörde Nasa mit ihren historischen Quellen offenbar nicht genau. Spätestens seit dem Verschwinden der Blaupausenoriginals der Saturn-V-Mondrakete ist klar, dass in den Nasa-Archiven der Wurm steckt. Auch nagt der Zahn der Zeit an Dokumenten: Sie vergilben und schimmeln vor sich hin oder verschwinden gänzlich – wie jüngst eben auch die Originalbänder der sechs bemannten Mondlandungen.

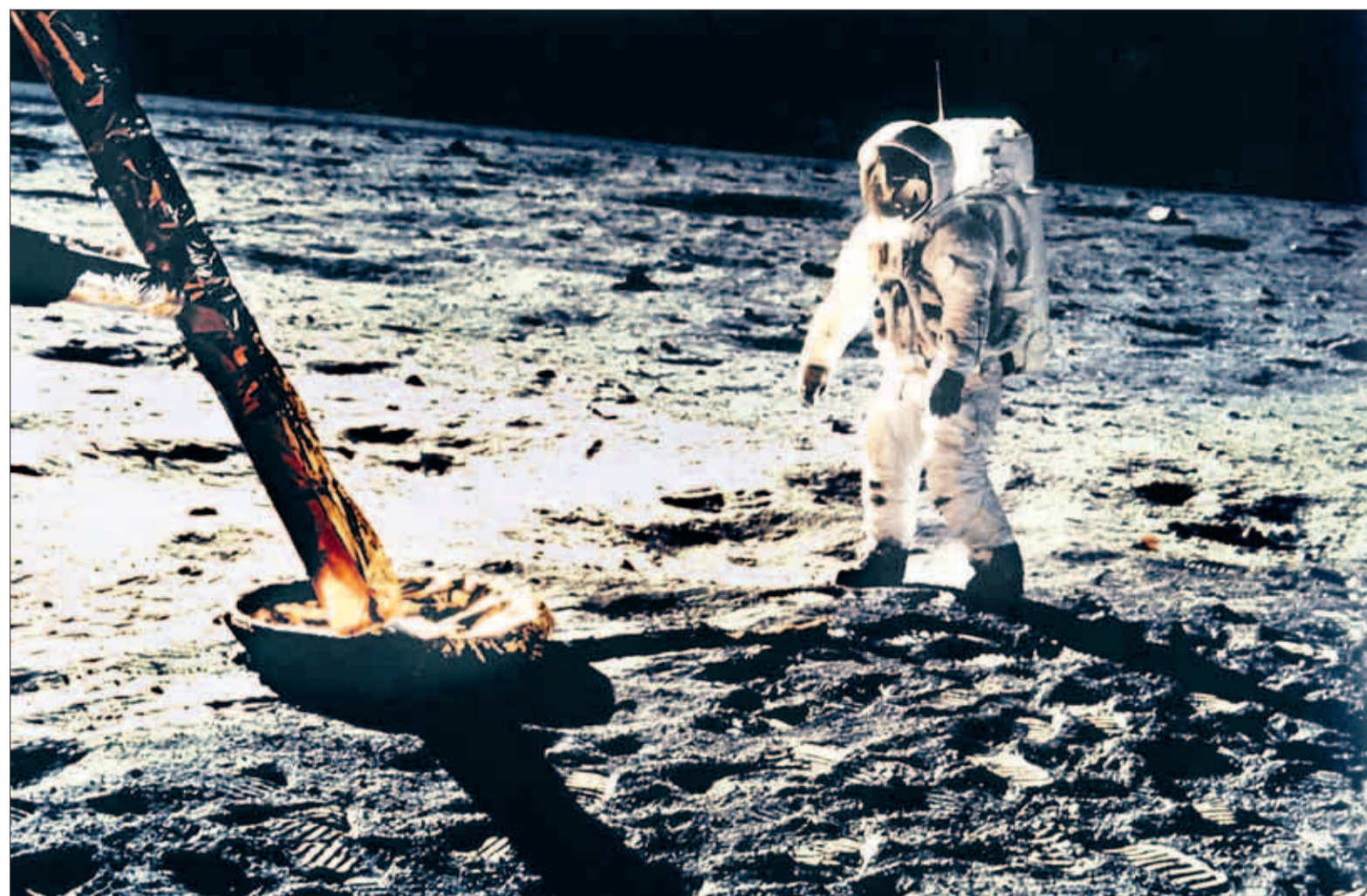
„Wir haben die Bänder seit einer ganzen Weile nicht gesehen, wir haben über ein Jahr nach ihnen gesucht – und sie sind nicht aufgetaucht“, musste letzte Woche der Nasa-Sprecher Grey Hautaloma eingestehen. Genau genommen vermisst die Nasa mehr als 13 000 Originalbänder, auf denen einzigartige Live-Szenen der Mondmissionen verewigt sind.

### Keine digitalen Kopien

Und von den unauffindbaren Filmspulen mit einer durchschnittlichen Bandlänge von 15 Minuten, die auf 698 Kisten verteilt sind, gibt es noch nicht einmal ein einziges digitalisiertes Duplikat. „Alleine von der Apollo-11-Mission gibt es drei Boxen, in denen 15 Filmrollen gelagert sind. Sie erzählen die ganze Geschichte der Mission“, sagt Stan Lebar aus Westinghouse. Der 81-jährige Rentner weiß, wovon er redet. Zu Apollo-Zeiten fungierte er als Programmmanager für die TV-Mondkamera der sechs bemannten Missionen. Heute zählt er zu einem mehrköpfigen unabhängigen Team aus amerikanischen und australischen Weltraumveteranen, das seit knapp vier Jahren nach dem heiligen Gral des Apollo-Programms fahndet.

Ursprünglich wollten die Rentner die antiquarisch hochsensiblen Magnetbänder auf den alten Nasa-Geräten abspielen und mit einer modernen Kamera digitalisieren. Doch stattdessen mussten die Nasa-Veteranen im Archiv des Goddard Space Flight Center (GSFC) in Greenbelt (US-Bundesstaat Maryland) den Staub von den Regalen kratzen. Von historischen Filmrollen war aber keine Spur.

Dass die Nasa in der Vergangenheit das bedeutendste Filmdoku-



US-Astronaut Edwin Aldrin bei einem Spaziergang auf dem Mond im Juni 1969. Die Originalvideos haben – anders als damalige TV-Bilder – eine exzellente Bildqualität

ment der Geschichte nicht digitalisiert, hat nach Ansicht des Kölner Astrophysikers und Raumfahrtexperten Professor Hans-Joachim Blome von der Fachhochschule Aachen nachvollziehbare Ursachen: „Nach dem abrupten Ende des Apollo-Programms landeten die ganzen Bänder in den Nasa-Archiven, ohne dass sich hierfür jemand großartig interessierte. Auch viele Rohdaten von interplanetaren Missionen sind bis heute nicht komplett analysiert, meist aus Kostengründen oder wegen eingesparten Personals.“

### Originale sahen nur wenige

Jetzt jedenfalls rätseln die Astrofreizeitforscher über den Verbleib der Spulen – und die Nasa mit ihnen. Immerhin ist aktenkundig, dass das Material im Jahr 1970 zum GSFC in Maryland und anschließend zum US-Nationalarchiv Nara gebracht und von dort erneut zurückgesandt wurde. Wo- hin es dann wanderte, ist unklar.

Aber die Suche würde offensichtlich lohnen: „Die Qualität ist drei- bis viermal besser, als wir sie jemals auf den TV-Schirmen gesehen haben“, schwärmt Stan Lebar. Tatsächlich klaffen zwischen den Originalfilmen und den laufenden Bildern, die im Juli 1969 über die Fernseher flackerten, in puncto Tiefenschärfe Welten. „Auf einem sieht man sogar, wie sich die Ge-

stalt von Armstrong auf dem Helmvisier von Buzz Aldrin spiegelt“, so Lebar. Doch die hochauflösenden Bilder, die 1969 vom Erdtrabant zu den drei Empfängerstationen des Deep Space Network (DSN) in Kalifornien und Australien gefunkt wurden, sahen bis heute nur wenige Eingeweihte. Was seinerzeit über die DSN-Monitore flimmerte, ging nicht über den Äther.

Die geister- und schemenhaften Bilder dagegen, die weltweit in die Fernsehkanäle gespeist wurden, waren dem antiquierten technischen Equipment der Nasa zu verdanken: Es war nicht kompatibel mit der damaligen Fernsehtechnik.

## Aufnahmen in Bochum

Die Sternwarte Bochum kann der US-Raumfahrtbehörde Nasa bei ihrer Suche nach Magnetbändern mit Originalaufnahmen der Mondmissionen aus helfen. „Wir haben als eine der wenigen Stellen weltweit Rohmaterial, also keine Kopien von der Kopie, sondern direkte Aussendungen vom Mond. Sie sind bei uns in Bochum auf Magnetbändern gebannt worden“, sagt Thilo Elsner, der Direktor der Sternwarte Bochum, die zum Institut für Umwelt und Zukunftsforschung gehört. Von der ersten Mondlandung, der Apollo-11-Mission, habe man jedoch nur

Um dem Geschehen auf dem Mond Konturen zu geben, musste die Nasa daher vor einem der DSN-Monitore eine Fernsehkamera platzieren, welche die Originalbilder abfilmte. Auf den Mattscheiben daheim flimmerte somit nur eine Kopie des Originalbildes – und eine schlechte obendrein. „Die Bänder spielten in Australien zehn Bilder pro Sekunde“, sagt Lebar. „Aber das Fernsehen brauchte dafür 60 Bilder pro Sekunde, so dass jedes Bild sechsmal wiederholt wurde. Die Zuschauer sahen Geisterbilder.“

Angesichts dieser filmreifen Vorkommnisse sieht sich die Nasa erneut dem bösen Geist der „Mond-

landungslüge“ gegenüber, deren Konturen nach wie vor behaupten, die Apollo-Mondlandungen seien allesamt auf hollywoodmäßige Art und Weise in finsternen Militärlagern gefilmt worden.

### Skeptiker sehen sich bestätigt

Derlei Spekulationen erteilt Thomas Eversberg vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) jedoch eine klare Absage. „Wie auch immer die Nasa vorgeht, ob sie eines Tages das endgültige Verschwinden der Bänder eingesteht oder dieselben irgendwann wieder vorlegt – die Mondlandungsgegner verändern ihre Position nicht.“ Für den DLR-Physiker, der die Argumente der Verschwörungstheoretiker allesamt kennt, ist die Nasa nicht in der Bringschuld, sondern die Skeptiker: „Sie müssen stichhaltige Beweise vorlegen. Dies ist aber nicht der Fall. Jedes ihrer Argumente kann Punkt für Punkt widerlegt werden.“

Auch wenn nach Nasa-Angaben alle anderen Daten in der einen oder anderen Form in Rundfunkarchiven vorliegen, befinden sich die qualitativ hochwertigen Primärfilme nunmehr auf einer Odyssee mit unbekanntem Ausgang. Stan Lebar gibt sich hoffnungsvoll: „Die Apollo-Filme sind nicht verloren. Wir haben sie nur noch nicht gefunden.“

## Wassersparen kommt die Deutschen teuer zu stehen

**Frankfurt/Main** – In Stockholm tagen derzeit Experten zur Weltwasserwoche, Wasserknappheit steht dort im Mittelpunkt. Die Deutschen sind in dieser Hinsicht vorbildlich: Sie verbrauchen immer weniger Wasser. Zwar könnte das aufgrund des Klimawandels in 20 oder 50 Jahren sinnvoll sein, nicht jedoch derzeit. „Im regenreichen Deutschland Wasser zu sparen ist Unsinn“, sagt Hans-Jürgen Leist von der Forschungsstelle Recht, Ökonomie, Umwelt an der Universität Hannover. Flossen die Fäkalien vor Jahrzehnten noch zügig durch die Siele, kommt das Abwasser heute nur langsam voran –

### „Trinkwasserleitungen korrodieren – Abwasserrohre verkeimen“

die Deutschen haben die Appelle zum Wassersparen in jenen Zeiten verinnerlicht, als sämtliche Prognosen einen dramatischen Anstieg des Verbrauchs voraussagten. Heute verbraucht jeder Deutsche im Schnitt pro Tag 127 Liter Trinkwasser – 18 Liter weniger als 1990. Im Osten der Republik sank der Bedarf sogar auf 90 Liter.

Die Bundesrepublik sei derzeit vom Regen verwöhnt, sagt Leist. Das Fünffache dessen, was wir brauchen, erneuert sich laufend. In einigen Gegenden wie Südhessen oder Berlin steige der Grundwasserspiegel sogar. Niemand bestreitet, dass sauberes Wasser in den meisten Gegenden der Erde Mangelware ist. Doch selbst Michael

Bender von der Umweltorganisation Grüne Liga muss zugeben, dass „wir der Sahara nicht helfen, indem wir in Deutschland den Wasserhahn zusperrn.“

Mit dem Wassergeiz haben sich die Deutschen sogar neue Probleme geschaffen. Korrodierende Trinkwasserrohre setzen Eisen, Zink, Kupfer oder Blei ins Wasser frei, warnt Leist. Damit sich keine Keime ausbreiten, drehen die Wasserwerke immer mal wieder den großen Hahn auf, um das abgestandene Wasser abzulassen. Probleme auch am anderen Ende: „Wenn es lange nicht regnet, steht das Abwasser in den Kanälen“, sagt Hugo Klöbzig, Werksleiter bei der Schweriner Abwasserentsorgung. Die eintretende Fäulnis setzt Schwefelsäure frei, die Rohre und Abstiegleitern angreift. Dann spülen die Wasserwerke kräftig mit Trinkwasser nach – das Wasser, das die Kunden gespart haben.

Kein Wunder, dass sich das Sparen nicht im Geldbeutel bemerkbar macht. „Es ist paradox, aber Wasser sparen kostet Geld“, sagt Peter Rebohle vom Bundesverband der Gas- und Wasserwirtschaft. 80 bis 90 Prozent der Wasser- und Abwasserkosten seien fix, erklärt Leist. Die angegriffenen Leitungen müssen saniert werden, steigende Preise veranlassen die Verbraucher, noch mehr Wasser zu sparen.

„Es ist vernünftig, so viel Wasser zu verbrauchen, dass die Systeme aufrechterhalten werden“, sagt Otto Schaaf, Chef der Kölner Stadtentwässerung. Das heißt: kräftig spülen und Rückbau der Systeme! Bender sieht als Alternative dazu einen Systemwechsel hin zu biologischen Minikläranlagen für einzelne Stadtviertel. *AFP*

## Fischotter kehren in deutsche Flüsse zurück

Regeneration der Bestände – Fischzüchter arrangieren sich mit den Räufern

VON CLAUDIA SCHÜLKE

**Frankfurt/Main** – Er spielt gern. Und die Wissenschaftler wissen nicht, warum. Der Fischotter (*Lutra lutra*) lernt beim Spielen mit Zweigen und Steinen nicht nur als Jungtier Überlebensstrategien wie die übrige Mardersippschaft. Es scheint ihm auch als ausgewachsenes Tier Spaß zu machen, verschneite Abhänge hinabzurodeln oder nach Artgenossen zu haschen. Das zweckfreie Spiel ist, wie neben Delfinen auch der Fischotter bestätigt, nicht den Menschen allein vorbehalten.

Mit Gewehren, Tellerreisen, „Otterspeeren“, Gift, Keulen und Netzen hat der Mensch den Ottern lange Zeit den Garau gemacht, um sie als Konkurrenten um Fische auszuschalten oder um an ihre wasserundurchlässigen Felle zu kommen. Seit 1968 ist der Fischotter in der Bundesrepublik aber ganzjährig geschützt. Doch auch Industrieabwässer machten ihm zu schaffen, vor allem Chlorverbindungen reicherten sich über die Nahrungskette in den Körpern an und führten zu Unfruchtbarkeit. Als Flüsse und Bäche begründet und zubetoniert wurden, verloren die Otter ihre Verstecke im Uferdickicht und ihre Jagdreviere in Flachwasserzonen.

Mitte der Achtzigerjahre war es so weit. Der Fischotter führte die Rote Liste der vom Aussterben bedrohten Säugetierarten in Westdeutschland an. Sein Bestand wurde auf etwa 250 Individuen in Niedersachsen und Schleswig-Holstein geschätzt, auf etwa 700 in der damaligen DDR. Aber schon 1979 hatte Forstingenieur Claus Reuther mit Unter-

30 Kilometer Fluss braucht ein Fischotter-Männchen als Jagdrevier. Renaturierungen helfen der bedrohten Art

FOTO: DDP



stützung der niedersächsischen Landesforstverwaltung die „Aktion Fischotterschutz“ gegründet. Mittlerweile kann das „Otterzentrum“ in Hankensbüttel im Landkreis Gifhorn die ersten Erfolge verbuchen. Da das nichtaktive Tier selten gesichtet wird, will sich der Vorstandsvorsitzende Mark Ehlers auf Zahlen nicht festlegen. So viel aber weiß er: Mit dem wachsenden Umweltbewusstsein seien auch die Bestände des Fischotters in den vergangenen zehn Jahren gestiegen. In Sachsen, Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern hätten sich die Populationen durch Zuwanderer aus dem Osten stabilisiert.

Biopotschutz soll die Regeneration der Populationen fördern, Wiederansiedlung ist verpönt. Denn welche Lebensräume der Otter braucht, müssen Wissenschaftler erst noch erforschen: etwa an der revitalisierten Ise und anderen niedersächsischen Fließgewässern, die das Otterzentrum renaturiert hat. Neben der Grundlagenforschung bildet es ehrenamtliche Bestandszähler aus, die den Ottern auf der Spur sind.

Um die Bevölkerung zu sensibilisieren, haben die Otterfreunde auf dem Freigelände des Zentrums auch andere Vertreter der Marderfamilie angesiedelt, ein Infocenter informiert über das Leben der Tiere. Auch manche Fischzüchter haben sich mittlerweile mit dem Konkurrenten abgefunden und „Ablenkteiche“ mit unrentablen Weißfischen angelegt, die der Otter bevorzugt.

Fischotter sind mobil, bis zu 30 Kilometer Fluss beansprucht ein Männchen als Revier. Artgenossen wandern aus Böhmen in den Bayerischen Wald ein und von dort nach Thüringen oder von Polen nach Mecklenburg und weiter gen Westen. Warum sie aber nicht unter Brücken durchschwimmen, sondern auf den Straßen sterben, ist noch unbekannt. Vorerst schützen die Otterschützer künstliche Ufer unter Brücken auf und untertunneln den Asphalt, um isolierte Populationen zu vernetzen. Für diesen Einsatz wurde das Otterzentrum bei einer Imagekampagne der Bundesregierung und der Deutschen Bank als einer von „365 Orten im Land der Ideen“ ausgezeichnet.

## Britische Forscher sammeln Erbgut von 500 000 Bürgern

**London** – Großbritannien hat den Startschuss für eines der größten genetischen Experimente der Welt gegeben: Forscher werden in den nächsten Jahren das Erbgut einer halben Million Bürger sammeln, um dadurch die genetischen Anlagen für tödliche Krankheiten zu entschlüsseln. Gesundheitsminister Andy Burnham sagte, mit der „UK Biobank“ werde Großbritannien „seine Forschungskapazitäten unter Beweis stellen“. Die Datenbank soll Forschern aus aller Welt zur Verfügung stehen.

Den Angaben zufolge wurde ein erstes Pilotprojekt mit 3800 Teilnehmern erfolgreich abgeschlossen. Ab Ende des Jahres sollen nun Blut- und Urinproben von etwa 500 000 Freiwilligen im Alter zwischen 40 und 69 Jahren gesammelt werden. Die Datenbank wird von der britischen Regierung und dem Forschungsverband Wellcome Trust finanziert und hat ein Budget von 90 Millionen Euro.

Einige Forscher haben Bedenken wegen Umsetzung, Größe und Kosten des Vorhabens geäußert. Die Wissenschaftler der UK Biobank versichern aber, die Privatsphäre der Probanden sei geschützt.

Angesichts der Komplexität des Gen-Codes kommen Wissenschaftler nur langsam voran bei der Frage, wie sich Erbgut, Umwelt und Lebensführung eines Menschen beeinflussen und zu Krankheiten führen. Das Projekt soll dazu beitragen, diese Probleme zu lösen. *rtt*

## WISSENSCHAFT KOMPAKT

MEDIZIN

### Indikator auf Schizophrenie

Ein Biomarker für Schizophrenie haben Forscher der Universitäten Köln, Cambridge und London entdeckt. Damit ist erstmals ein messbarer Nachweis der Schizophrenie möglich, wie die Uni Köln mitteilt. Bislang gibt es keinen eindeutigen Test. Die Diagnose wird auf Grundlage klinischer Interviews und Beobachtungen gestellt. Eine Behandlung beginnt oftmals erst, wenn sich die Krankheit bereits klar manifestiert hat. Durch eine frühe Diagnose könnten die Heilungschancen verbessert werden. Die Biomarker basieren auf unterschiedlichen Werten für den Zucker Glukose und Energiestoffwechselprodukte im Nervengewebe. Die neu identifizierten Biomarker könnten helfen, Behandlungsstrategien für die Frühphase des Leidens zu entwickeln oder gar dessen Ausbruch zu verhindern, erklärt Markus Leweke, Leiter der Kölner Forschungsgruppe. *AFP*

TIERE

### Affen sehen Gefühle an Farbe

Manche Affen können besonders gut Rot sehen, um Wut, Scham und andere Gefühle genau zu erkennen. Primaten wie Schimpansen, Gorillas, Orang-Utans, Paviane und Brüllaffen sehen demnach auch deshalb gut Rot, um sexuelle Signale zu identifizieren. Bisher war man davon ausgegangen, dass das Farbensystem zum Erkennen reifer Früchte dient. Mark Changizi vom California Institute of Technology untersuchte, wie bei Primaten die Empfindlichkeit der Farbsinneszellen verteilt ist. Die Entdeckung: Der Farbsinn ist nicht auf reife Früchte optimiert, sondern auf Rotschattierungen im Gesicht. Die Tiere könnten so wichtige soziale Signale erkennen. *dpa*

Umwelt

### Quecksilber in der Ostsee

30 Fässer mit hochgiftigem Quecksilber sind nach Angaben der Umweltstiftung WWF in der Ostsee vor der schwedischen Industriestadt Sundsvall entdeckt worden. Es handelt sich um „tickende Zeitbomben“, so WWF-Experte Jochem Lamp in Hamburg. Die Fässer seien als Abfall einer Papierfabrik in den 1950er- und 1960er-Jahren versenkt worden. Der WWF forderte die Behörden auf, die Fässer schnell zu bergen und zu entsorgen. Quecksilber wandle sich im Meerwasser mit der Zeit in das hoch giftige Methylquecksilber um, das bereits in geringen Konzentrationen das Nerven-, Herz-Kreislauf- und Fortpflanzungssystem von Menschen und Tieren schädige, hieß es. Durch den Verzehr von verseuchten Fischen seien insbesondere schwangere Frauen und kleine Kinder besonders gefährdet. *epd*

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