

Dinos mit schußsicherer Weste

Auch Saurier kannten schon Verbundwerkstoffe

Manche Dinosaurier verfügten über einen harten Knochenpanzer, ähnlich wie heute Krokodile oder Schildkröten – vermutlich, um sich vor Feinden zu schützen. Der Aufbau dieser Rüstungen scheint teilweise sehr viel komplizierter zu sein als bislang angenommen. Paläontologen der Universität Bonn konnten nachweisen, daß einige Panzer frapperend heutigen Verbundwerkstoffen ähneln, wie sie beispielsweise in schußsicheren Westen eingesetzt werden. Andere Saurier hatten ihren „Schutzanzug“ sogar noch weiter perfektioniert: Ihre Panzer waren erheblich dünner und leichter – bei vermutlich ähnlicher Stabilität.

angenommen“, sagt er. „Ihre Feinstruktur ist zumindest bei manchen Ankylosaurier-Gruppen erheblich komplizierter!“

Kettenhemd aus Knochenplatten

Ein komplettes Dino-Kettenhemd bestand aus Hunderttausenden von knöchernen Panzerplatten, so genannten Osteodermen. Die meisten

eingewebt waren, die dreidimensional ineinander verwobene Matten bildeten. Innerhalb jeder Matte verliefen die Fasern parallel; die Fasern waren aber um 45 Grad gegenüber den umgebenden Matten verdreht. „Die Panzer erreichten so in jede Raumrichtung eine enorme Stabilität“, so der Doktorand. Nach ähnlichen Prinzipien sind heute die Verbundwerkstoffe aufgebaut, aus denen beispielsweise die Rotoren von Windkraftwerken oder schußsichere Westen bestehen – nur daß dort Glas- oder Kohlefasern an Stelle der Kollagenmatten treten.

Kollagen ist ein Protein, aus dem beispielsweise Bindegewebe, Sehnen oder Knorpel aufgebaut sind. Die Knochenplatten bildeten sich bei den Ankylosauriern in der Bindegewebsschicht und umhüllten dabei das bestehende Kollagengeflecht. Bei der Fossilisation verwest dieses Geflecht und wird durch Mineralien ersetzt. „In den Versteinerungen sind die Faserverläufe häufig noch nach hunderten von Millionen Jahren zu erkennen“, sagt Scheyer.

Manche Panzer sind noch stabiler

Paläontologen unterteilen die Ankylosaurier in drei Untergruppen. Die Schußwesten-Struktur läßt sich nur bei einer davon nachweisen; eine zweite hat vergleichsweise einfach gebaute Panzerplatten. In der dritten Gruppe besteht die Rüstung paradoxerweise aus so genanntem „Havers’schem Knochen“ – einer Form, die der britische Anatom Dr. Clopton Havers schon im 17. Jahrhundert beim Menschen beschrieb. Mit den Jahren baut sich der menschliche Knochen nämlich um; die Bälkchen im Knocheninneren lösen sich auf und werden durch zahlreiche Knochenröhrchen, so genannte Osteone, ersetzt. Das führt zu Stabilitätsseinbußen und ist ein Grund für die sprichwörtlichen „morschen Knochen“ im Alter. „Derartige Osteone gibt es auch bei Ankylosauriern“, so Scheyer, „nur sind sie dort im Gegensatz zum Menschen wieder mit Fasern verstärkt.“ ▶



Foto: H

▲ **Torsten Scheyer mit einer Ankylosaurier-Spielfigur und einem Knetgummi-Modell, das den Aufbau der Knochenplatten verdeutlicht.**

Ihre Rüstung war perfekt; selbst ihre Augenlider bestanden aus Knochenplatten: Die so genannten Ankylosaurier zählen zu den am besten gepanzerten Tieren, die man kennt. Bis zu zehn Meter wurden die Pflanzenfresser lang, ihr Schwanz lief mitunter zu einer gewaltigen knöchernen Keule aus – „wahrscheinlich eine Waffe“, sagt Torsten Scheyer, „auch wenn sie sie mit Sicherheit nicht einfach hin- und herschwingen konnten; dazu war die Konstruktion einfach zu steif.“

Scheyer hat in seiner Diplomarbeit die Panzerung der Urzeitechsen genauer untersucht – mit erstaunlichem Ergebnis: „Die Knochenplatten ähneln längst nicht so stark denen der Krokodile wie bislang

von ihnen waren kleiner als eine Ein-Cent-Münze, manche hatten aber auch einen Durchmesser von mehreren Dutzend Zentimetern und liefen in langen Spitzen aus. „Andererseits als bei der Schildkröte waren die einzelnen Platten nicht fest miteinander verschmolzen, sondern lagen nebeneinander in der Haut“, erklärt Scheyer. Eine solche Panzerung war flexibel und konnte unter Druck nicht so leicht zerbrechen. Heutige Krokodile tragen zwar eine ähnliche Rüstung; die einzelnen Knochenplatten sind bei ihnen aber weitaus simpler aufgebaut.

Unter dem Polarisationsmikroskop konnte Scheyer nämlich feststellen, daß in den Knochenkalk des Saurier-Panzers Kollagenfasern

Eventuell sorgen die Kollagenfasern dafür, daß dieser dritte Panzertyp sogar noch stabiler ist als die „normale“ Ankylosaurierüstung. „In dieser dritten Gruppe sind die Knochenplat-

ten viel dünner als bei allen anderen Ankylosauriern – das spart Gewicht und Nährstoffe.“ Dennoch seien sie wohl nur schwer zu knacken gewesen – und zwar nicht nur aufgrund

ihrer Faserverstärkung: „Diese dünnen Knochenplatten waren so raffiniert geformt, daß sie Druck viel besser aufnehmen konnten und nicht so schnell zerbrachen.“ FL/FORSCH

Gifttod durch Mikroben

Verursachten todbringende Bakterien das Massensterben in Messel?

1875 wurden in der Braunkohlegrube Messel bei Darmstadt Überreste eines vorzeitlichen Krokodils gefunden; bis heute kamen zahlreiche gut erhaltene Fossilien hinzu. Schon lange rätseln Paläontologen, was der Grund für das Massensterben gewesen sein könnte. Wissenschaftler der Universität Bonn haben dazu in der jüngsten Ausgabe der „Paläontologischen Zeitschrift“ eine neue Theorie vorgelegt: Todesursache der Tiere sei demnach vielleicht eine Vergiftung durch Cyanobakterien gewesen.

Die Fossilagerstätte Messel bei Darmstadt gehört zum Weltkulturerbe; sie ist wegen der dort entdeckten hervorragend erhaltenen Fossilien von Tieren und Pflanzen aus einer tropischen Landschaft vor etwa 47 Millionen Jahren weltweit bekannt. Nirgendwo sonst sind so viele Fledermäuse und Vögel in einer Seablagerung gefunden worden. Bei den Säugetieren ist in der Regel sogar der Mageninhalt überliefert. Wie kamen diese Tiere aber zu Tode? Die wohlgefüllten Mägen sind nicht gerade ein Hinweis auf Krankheiten oder todbringende Schwäche. Bislang vermutete man unter anderem Gase aus vulkanischer Herkunft als Ursache, die über dem See gelegen haben könnten. In denen hätten die Tiere dann ersticken können. Aber derartige Gaswolken – wenn es sie gegeben hätte – dürften sich bei der Größe des Sees schnell aufgelöst haben. Es ist auch völlig offen, ob der vulkanische Untergrund, der den Maarsee von Messel formte, überhaupt noch nach Hunderttausenden von Jahren Gase hat austreten lassen.

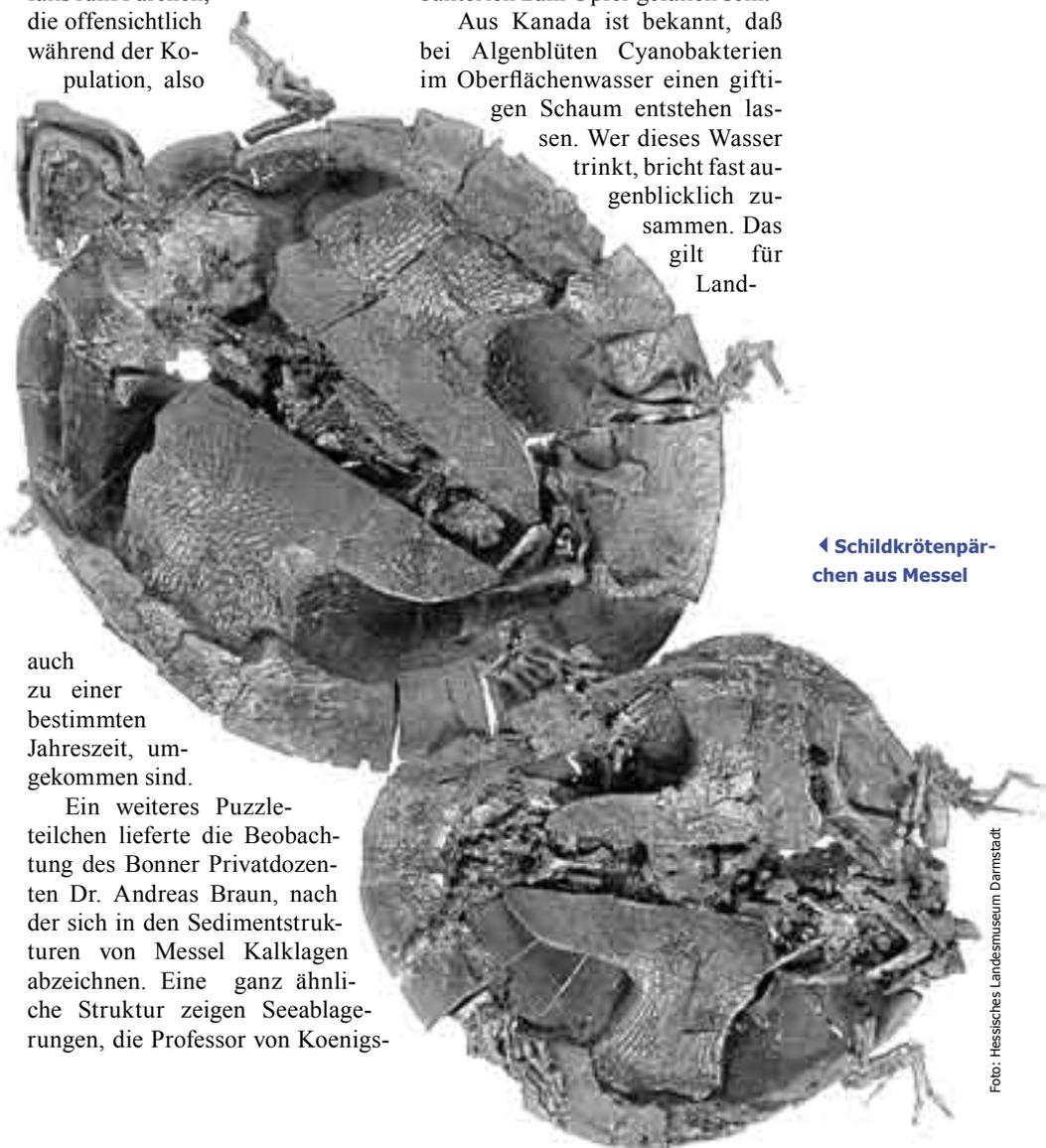
Die Paläontologen der Universität Bonn um Professor Dr. Wighart von Koenigswald haben in der jüngsten Ausgabe der „Paläontologischen Zeitschrift“ ein neues Modell vorgelegt, das Licht auf die mögliche Todesursache der Tiere wirft. Bei Sichtung der Fossilien erkannten die Wissenschaftler ein saisonal gebundenes Signal für den Todeszeitpunkt. Die fünf trächtigen Stuten, die in ganz verschiedenen

Schichten des Messeler Ölschiefers gefunden wurden, starben alle zur gleichen Jahreszeit, denn die Föten waren gleich weit entwickelt. Bei den Schildkröten fanden sich ebenfalls fünf Pärchen, die offensichtlich während der Kopulation, also

auch zu einer bestimmten Jahreszeit, umgekommen sind.

Ein weiteres Puzzleteilchen lieferte die Beobachtung des Bonner Privatdozenten Dr. Andreas Braun, nach der sich in den Sedimentstrukturen von Messel Kalklagen abzeichnen. Eine ganz ähnliche Struktur zeigen Seablagerungen, die Professor von Koenigswalds Doktorandin Thekla Pfeiffer in Neumark-Nord gefunden hat. Sie konnte in den etwa 200.000 Jahre alten Ablagerungen Spuren des hochgiftigen Mikrozystins nachweisen – eines Gifts, das von Cyanobakterien produziert wird. Die Forscher nehmen an, daß auch die Sedimentstrukturen in Messel durch die auch „Blualgen“ genannten Mikroben verursacht wurden. Die Tiere könnten also einer Mikrozystin-Vergiftung nach einer jahreszeitlich bedingten Algenblüte giftiger Cyanobakterien zum Opfer gefallen sein.

Aus Kanada ist bekannt, daß bei Algenblüten Cyanobakterien im Oberflächenwasser einen giftigen Schaum entstehen lassen. Wer dieses Wasser trinkt, bricht fast augenblicklich zusammen. Das gilt für Land-



◀ Schildkrötenpärchen aus Messel

Foto: Hessisches Landesmuseum Darmstadt



Foto: Forschungsinstitut Senckenberg

▲ **Tragende Stute aus Messel**

tiere ebenso wie für Vögel. Beobachtungen zeigen, daß selbst die Wassermengen tödlich sein können, die Fledermäuse aufnehmen, wenn sie im Flug von der Wasseroberfläche nippen. Mit den an bestimmte Jahreszeiten gebundenen Blü-

ten von hochgiftigen Cyanobakterien, die im Laufe der Jahre immer wieder aufgetreten sind, lassen sich viele Besonderheiten in der Fossilüberlieferung von Messel erklären, die bislang unverstanden waren. Das Modell muß durch weitere

Untersuchungen überprüft werden. Eine Schwierigkeit zeigt sich allerdings bereits jetzt: Die Giftstoffe dürften sich nach 47 Millionen Jahren kaum mehr direkt nachweisen lassen.

FL/FORSCH

Es dat Wasser vun Kölle joot?

Im Geologie-Labor dreht sich alles um Gesteine und das kühle Naß

Ein „richtiges“, aber veraltetes Labor und eine zusätzlich mit Geräten umfunktionierte Hausmeisterwohnung – diese Zeiten sind für das Geologische Institut nun vorbei. Nach zweijähriger Umbauphase ging sein Labor in modernen, erweiterten Räumen und aktuellen Sicherheitsanforderungen entsprechend wieder in Betrieb. Neue Analysegeräte stehen jedoch nach wie vor auf der Wunschliste – beispielsweise zur Untersuchung von Grund- oder Mineralwässern.

Im Labor der Geologie dreht sich alles um Gesteine und Wasser. „Wir erforschen Stoffkreisläufe, heutige und vergangene Umweltbedingungen und die Bildung von Rohstoffen. Kernfragen sind dabei auch: Wie bewegen sich Krustenplatten, wie entstehen Gebirge, wie entwickeln sich

Sedimentbecken mit ihrem Lagerstättenpotential? Die Kenntnisse der chemischen Zusammensetzung von Wasser und Gestein nutzen wir, um geologische Prozesse zu modellieren und Prognosen für die Zukunft zu machen, z. B. in Bezug auf geologische Naturrisiken“, erklärt Professor Dr. Jean Thein, geschäftsführender Direktor des Instituts. Bei der Analyse von Grundwässern, Mineralwässern, Flüssen und Seen geht es z. B. um den Stofftransport, das Verhalten der verschiedenen Stoffe und deren Wechselwirkungen mit dem Untergrund. Auch der Eintrag von Schadstoffen kann so ermittelt werden. „Diese Ergebnisse tragen

dazu bei, Konzepte für ein nachhaltiges Management der kostbaren Ressource Wasser zu entwickeln“ (siehe auch Seite 31).

Notwendig geworden war der Umbau, weil die Technik des Labors – sei es Lüftung, Elektrik, Heizung oder Sicherheit – nicht mehr dem heutigen Standard entsprach. Zusätzlich führte eine Neuorganisation der Nutzfläche zu einem besseren Ablauf der Verfahren. Gesteinsaufbereitung und chemische Analytik sind nun optimal untergebracht, die Gesteinspräparation und die Röntgenanalytik erhielten mit dem Umbau größere Räumlichkeiten. Zudem wurde ein Isotopenla-

bor (Kontrollbereich) geschaffen, in dem mit Gammaskpektrometern Altersbestimmungen und Messungen natürlicher Radioaktivität durchgeführt werden können. Eine neue Haustechnikzentrale ist das „Herz“ des Ganzen.

Bis es soweit war, konnten die Geologen die analytische Forschung nur reduziert betreiben, denn ein Teil des Gerätepools mußte in der Umbauphase außer Betrieb gesetzt und eingelagert werden. „Aber für wichtige fortlaufende Projekte funktionierte die Nachbarschaftshilfe: Wir konnten einzelne Analysegeräte bei Nachbarinstituten aufstellen und betreiben, zum Teil haben wir auch die Laborausstattung anderer Institute genutzt“, sagt Dr. Franz, zuständig für die wissenschaftliche Koordination der Labore. Ein Wermutstropfen ist bei aller Freude über

den erfolgreichen Umbau geblieben: „Leider konnten außer einem Atomabsorptionsspektrometer keine neuen Analysegeräte beschafft werden. Hier besteht noch wesentlicher Bedarf, weil unsere zum Teil schon zwischen 10 und 25 Jahre alt sind.

Für die Beschaffung neuer Laborgeräte, die uns in die Lage versetzt, auch weiterhin mit der internationalen Forschung Schritt zu halten, würden wir mindestens noch mal 500.000 Euro brauchen.“

UK/FORSCH



Foto: Geologisches Institut

◀ Zu Gast im Geologie-Labor: Dozenten aus Kabul

Auf der „grünen Wiese“ wird es eng

Satellitendaten im Internet belegen hohen Flächenverbrauch

Jahr für Jahr wird in Deutschland die zweieinhalbfache Fläche der Stadt Bonn bebaut. Eine neue Internetseite (www.flaechennutzung.nrw.de) möchte das Bewußtsein für das Problem schärfen. An dem Projekt, das vom Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW in Düsseldorf finanziert wird, ist auch das Zentrum für Fernerkundung der Landoberfläche (ZFL) an der Universität Bonn beteiligt. Mit Satellitendaten von 1975 bis heute dokumentiert es die Verschwendung eines gerade in Nordrhein-Westfalen knappen Guts.

Allein in den letzten 15 Jahren hat die Bebauung in Deutschland um fünf Prozent zugenommen. In Nordrhein-Westfalen ist der Anteil an versiegelter Fläche bereits bundesweit am höchsten – mit erschreckenden Konsequenzen: Hochwasser-Katastrophen werden immer gravierender, Städte bluten finanziell aus, weil die Steuerzahler lieber ins grüne Umland ziehen, der Verkehr nimmt zu, und die Landschaft wird zusehends zersiedelt. Grund sind unter anderem gestiegene Wohnraum-Ansprüche. „Das Einfamilienhaus ist nach wie vor ein Traum vieler“, erklärt ZFL-Sprecher Professor Dr. Gunter Menz. „Aus Sicht der Flächennutzung wäre es aber oftmals viel sinnvoller, verstärkt Altbestände und ungenutzte innerstädtische Räume zu nutzen.“ Daß der Trend zum freistehenden Eigenheim auf dem Land geht, be-

legen auch die Statistiken: Obwohl die Bevölkerungszahl deutschlandweit sinkt, werden Tag für Tag in der Bundesrepublik 93 Hektar neu bebaut – die Fläche von 130 Fußballfeldern. Im Jahr summiert sich das zur dreifachen Fläche Bonns.

Fatale Fehlentwicklung

Auf der Internetseite kann man diese Negativentwicklung für das Bundesland Nordrhein-Westfalen ab 1975 anhand von flächendeckenden Satellitenbildern nachvollziehen. Der Nutzer kann sich interaktiv für Kartenausschnitte seiner Wahl die zeitliche Entwicklung des Flächenverbrauchs anzeigen lassen. Eine ganze Reihe von Daten und Statistiken zur Flächennutzung und ihrer Entwicklung lassen sich dabei auch grafisch darstellen und in Beziehung

zum Landesdurchschnitt setzen. Für verschiedene Brennpunkte haben die Beteiligten besonders detaillierte Informationen zusammengestellt. So zeigt das Beispiel „Tagebau Hambach“, wie sehr der Braunkohletagebau das Gesicht der Landschaft verändert. Am Beispiel des Ruhrgebiets dokumentiert das WWW-Angebot den Zusammenhang zwischen Flächennutzung und Strukturwandel; für „Siedlungsentwicklung im städtischen Raum“ steht exemplarisch die Stadt Bonn: So hat die Siedlungs- und Verkehrsfläche der Bundesstadt zwischen 1997 und 2001 täglich um 670 m² zugenommen; trotz stagnierender Bevölkerungszahlen ist die Zahl der Wohngebäude zwischen 1968 und 1987 um knapp 10.000 gewachsen. Dabei verdeutlichen verschiedene „Best Practice“-Modelle, daß man mit dem knappen Gut Fläche auch sparsamer umgehen kann.

Die beiden Projektmitarbeiter Martin Over und Birte Schöttker reizt vor allem die methodische Seite des Projekts. „Wir arbeiten mit Bilddaten des Satellitensensors Landsat. Diese Aufnahmen müssen wir möglichst gut zusammensetzen und automatisch klassifizieren, so daß wir ein genaues, flächendeckendes Bild

der Landnutzung Nordrhein-Westfalens erhalten“, erklärt Dr. Matthias Braun, Leiter des ZFL. Keine triviale Aufgabe: Da nicht für ganz Nordrhein-Westfalen Satellitendaten von ein und demselben Termin wolkenfrei verfügbar sind, kombinieren die Forscher Aufnahmen von verschiedenen Zeitpunkten. Entsprechend heterogenen sind natürlich die Bilddaten; sie automatisch in Landnutzungsklassen einzuteilen, ist eine große Herausforderung. Im ersten Schritt entfernen die ZFL-Wissenschaftler zunächst Verzerrungen durch die Aufnahmegeometrie des Sensors und bringen die Aufnahmen

in Übereinstimmung mit amtlichen topographischen Datensätzen. Anschließend gleichen sie die Daten so an, daß sich gleiche Oberflächen im Bild möglichst ähnlich sehen. Dennoch bleibt die automatische Einteilung in die verschiedenen Nutzungsarten „tricky“. So lassen sich abgeerntete Felder und manche städtische Flächen nur schwer unterscheiden. Um auch in diesen komplizierten Fällen die geforderte hohe Genauigkeit zu erzielen, mußten die Forscher ein ausgefeiltes Klassifikationsschema entwickeln. Um das Analyseprogramm zu trainieren, haben sie zudem systematisch gut 3.500 Refe-

renzpunkte in NRW abgeklappert, mit GPS die Koordinaten erfaßt und die Landnutzung fotografisch dokumentiert. In etwa fünf Prozent aller Fälle werden sich aber wohl auch in Zukunft Fehlklassifikationen nicht vermeiden lassen.

Das Projekt wird vom Wissenschaftsladen Bonn koordiniert, der vor zwanzig Jahren von einer Hand voll Studenten und Wissenschaftlern der Universität Bonn gegründet wurde. Seit dieser Zeit ist der Anteil der Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche Bonns von 28 auf 33 Prozent gestiegen.

FL/FORSCH

▼ Südtalien am 21. Juni 2003, gesehen von Envisat mit 300 Metern Auflösung

Beobachtung von oben

Software soll landwirtschaftliche Flächen genauer überwachen

Eine neue Software kann künftig unehrlichen Landwirten genauer auf die Finger schauen: Wissenschaftler der Universität Bonn basteln momentan zusammen mit Forschern der Universität Jena und Industriepartnern aus Jena und Ilmenau an einem Programm, das Satellitenbilder automatisch auswerten kann. So ließe sich beispielsweise erkennen, wenn auf angeblich stillgelegten Flächen doch Weizen oder Mais wächst. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung fördert durch das DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt) das Projekt „Enviland“ in den nächsten drei Jahren mit 1,6 Millionen Euro.

Im Flur des Bonner Zentrums für Fernerkundung der Landoberfläche (ZFL) hängt ein Satellitenbild, aufgenommen aus lichten Höhen: 500 Kilometer über Bonn schwebte die Kamera an Bord des Quickbird-Satelliten; dennoch ist auf dem Foto jede kleine Gasse zu erkennen. Ab April 2006 soll der Satellit TerraSAR Radaraufnahmen aus dem Orbit knipsen, auf denen sogar noch Objekte von einem Meter Größe auszu-

machen sind. Mit der Auflösung der Kameras wachsen die Probleme: Die ständig zunehmende Informationsflut will ja schließlich auch ausgewertet werden – und zwar möglichst schnell und präzise. „Wir wollen ein Programm entwickeln, das hoch aufgelöste Satellitendaten auf Knopfdruck mit großer Sicherheit klassifiziert“, erklärt die Bonner Doktorandin Vanessa Heinzl vom ZFL. „Das Problem liegt vor allem in der Bandbreite der Rohdaten – wir verwenden optische Satellitenbilder und Radaraufnahmen, die zudem unterschiedlich detailliert sind.“ So liefert Quickbird mit 2,4 Meter Auflösung schon sehr scharfe optische Bilder. Die Projektpartner nutzen aber auch die Radaraufnahmen des europäischen Umweltsatelliten ENVISAT – und die sind mit 30 Metern Auflösung weit detailärmer. Dafür kann die Radarkamera auch bei schlechtem Wetter und Bewölkung Daten liefern. Zudem liefert sie Informationen, die im optischen Bild fehlen.

Stadt, Land, Fluß

Das Programm soll die verschiedenen Aufnahmen gewissermaßen „übereinanderlegen“ und damit dann „Stadt, Land, Fluß“ spielen. „In einem ersten Schritt wollen wir die Grenzen von Wasserflächen, Wäldern, Städten oder Feldern automatisch und mit großer Sicherheit erkennen“, so Heinzels Kollege Björn Waske. „Letztlich möchten



wir diese Analyse aber so weit verfeinern, daß der Rechner auch zwischen verschiedenen Fruchtarten wie Mais, Gerste oder Roggen unterscheiden kann.“

Allein durch die Auswertung von Momentaufnahmen ließe sich dieses Ziel nicht erreichen. Daher wollen die ZFL-Wissenschaftler unter der Leitung von Professor Dr. Gunter Menz und Dr. Matthias Braun auch untersuchen, wie sich

die Satellitenbilder im Laufe der Vegetationsperiode verändern. Wie gut eine Pflanze Radarwellen reflektiert, variiert nämlich mit der Jahreszeit. Der zeitliche Verlauf dieser Änderung ist charakteristisch für die entsprechende Fruchtart. Im optischen Spektrum ist das letztlich nicht anders: Der Ahorn steht im Herbst im leuchtenden Rot, die Eiche kleidet sich derweil im dezenten Braun. Im Sommer wären die beiden Baumar-

ten anhand ihrer Farbe dagegen noch kaum zu unterscheiden gewesen.

Mit der fertigen Software könnte man unter anderem Agrarflächen leichter und kostengünstiger überwachen. Doch auch ökologische Probleme wie Waldschäden oder die fortschreitende Flächenversiegelung ließen sich damit besser quantifizieren – und auf dieser Basis rechtzeitig politische Konsequenzen ziehen. **FL/FORSCH**

Probiotische Schokolade

Bonner Forscher mit dem Innovationspreis NRW ausgezeichnet

Probiotischen Joghurt kennt fast jeder, aber probiotische Schokolade? Die kann auch niemand kennen, weil es die noch gar nicht gibt. Bislang konnte man nämlich nur wenige Produkte mit gesundheitsfördernden Mikroorganismen „veredeln“, ohne daß der Geschmack darunter litt. Das Institut für Lebensmitteltechnologie der Universität Bonn hat sich zusammen mit der Rettenmaier & Söhne GmbH dieses Problems angenommen. Die Projektpartner haben ein neues Verfahren entwickelt, mit dem sich „mikroverkapselte“ (und damit geschmacksneutrale) Probiotika herstellen lassen, die zudem die Reise durch den Verdauungstrakt weitgehend unbeschadet überstehen. Dafür haben sie nun den mit 5.000 Euro dotierten Kooperations- und Innovationspreis NRW erhalten. Eine erste Produktionsanlage, die das Verfahren in industriellem Maßstab einsetzt, steht schon.

„Probiotika“ sind Mikroorganismen, die sich durch eine gewisse Resistenz gegen Magensäure und andere Verdauungssäfte auszeichnen und die daher im Darm eine gesundheitsfördernde Wirkung entfalten können. Sie können nämlich zum einen an bestimmte Stellen der Darmwand „andocken“ und so verhindern, daß sich dort krankmachende Bakterien oder Pilze breit machen. „Außerdem verhelfen sie zu einer ausgewogenen Darmflora“, erklärt Professor Dr. Benno Kunz vom Institut für Lebensmitteltechnologie. „Im Darm gibt es mehr als 400 verschiedene Arten von Mikroorganismen, die in einer ausgewogenen Balance vorliegen müssen, da es sonst zu Verdauungsproblemen oder gar Erkrankungen kommen kann.“

Ein Beispiel für Probiotika sind bestimmte Milchsäurebakterien, die bei der Joghurtherstellung eingesetzt werden. Einerseits verlieren diese „Laktobazillen“ jedoch beim Bad in der Magensäure deutlich an Aktivität. Sie liegen dann in so geschädigter Form vor, daß sie sich gegenüber der natürlichen Mikroorganismenflora im Darm kaum mehr

durchsetzen können. Andererseits säuern sie das Nahrungsmittel an und verändern so den Geschmack – ein Effekt, der bei vielen Lebensmitteln nicht erwünscht ist.

Im Schutzanzug durchs Säurebad

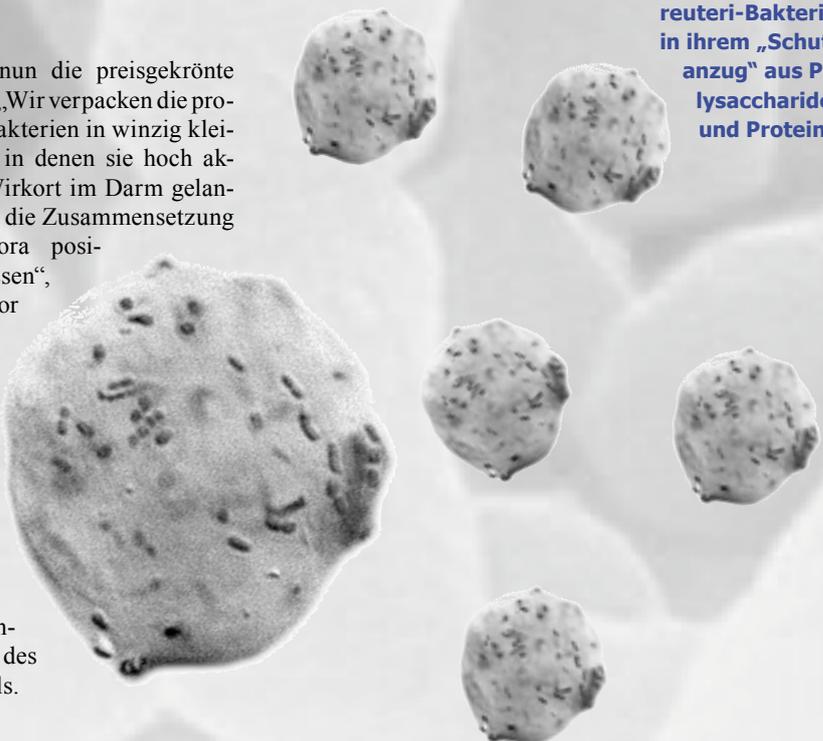
Hier greift nun die preisgekrönte Projektidee: „Wir verpacken die probiotischen Bakterien in winzig kleine Kapseln, in denen sie hoch aktiv an den Wirkort im Darm gelangen und dort die Zusammensetzung der Darmflora positiv beeinflussen“, so Professor Kunz. Weiterer Vorteil: Die Hülle aus Polysacchariden und Proteinen verhindert die geschmackliche Beeinträchtigung des Lebensmittels.

Daher ließen sich so beispielsweise auch Säfte, Schokolade, Quark oder Wurst mit probiotischen Mikroorganismen veredeln.

Im baden-württembergischen Ellwangen steht bereits eine Produktionsanlage, die das Verfahren zur Herstellung von mikroverkapselten *Lactobacillus reuteri*-Bakterien nutzt. „Unser Team hat von der Stammesauswahl über die Entwicklung des Verfahrens bis hin zur Konzipierung der Produktionsanlage wesentliche Arbeiten dieses Projekts durchgeführt“, betont Kunz nicht ohne Stolz. „Diese Bandbreite ist für ein Uni-Institut sicherlich ungewöhnlich!“ Das Projekt wurde vom BMBF gefördert. **FL/FORSCH**

Foto: Institut für Lebensmitteltechnologie; Hintergrundbild: Yakult Deutschland GmbH

▼ **Lactobacillus reuteri-Bakterien in ihrem „Schutzanzug“ aus Polysacchariden und Proteinen**



Hoffnungsträger der Quantenoptik

Photonische Kristalle beflügeln die Phantasie der Wissenschaftler

Photonische Kristalle gelten wegen ihrer besonderen Eigenschaften als Hoffnungsträger der Quantenoptik. Physiker der Universität Bonn haben zusammen mit Kollegen am Max-Planck-Institut für Festkörperforschung in Stuttgart nun nachgewiesen, daß sich mit ihnen auch die Kohärenz von kollektiven Elektronenschwingungen bedeutend verlängern läßt – eine Eigenschaft, die in Zukunft beim Bau von Quantencomputern wichtig werden könnte.

Metallische photonische Kristalle bestehen im Prinzip aus einem sehr dünnen Glasplättchen, auf dem in regelmäßigem Abstand winzige Partikel aus Gold sitzen. Beleuchtet man einen derartigen Kristall mit einem Laser, bringt das Licht die Elektronen in den Goldpartikeln dazu, hin- und herzuschwappen – ähnlich wie Wasser in einem Glas. Die Goldpartikel speichern dabei die eingestrahlte Energie, können sie aber auch in Form von Licht wieder abgeben. Das Licht kann so gewissermaßen in den Partikeln über einen sehr kurzen Zeitraum „gespeichert“ werden.

Das Ganze funktioniert besonders gut, wenn die Goldpartikel genau den passenden Abstand haben. Dann können sie die gespeicherte Energie nicht wieder abstrahlen – die Energie bleibt in den Partikeln gefangen wie in einer Falle. Wissenschaftler des Stuttgarter Max-Planck-Instituts für Festkörperforschung und der Universität Bonn haben nun festgestellt, daß sich über den Abstand der Goldpartikel auch die so genannte Kohärenzzeit verlängern läßt – ein Effekt, der zukünftig beim Bau von Quantencomputern wichtig werden könnte.

Wenn man einen solchen metallischen photonischen Kristall mit Laserlicht bestrahlt, schwingen die Elektronen der getroffenen Goldpartikel zunächst im Gleichakt mit den eingestrahlten Photonen – ähnlich wie bei einem Cancan, bei dem die Tänzerinnen zum Takt der Musik alle zur selben Zeit

das linke Bein heben. Diese Synchronität (Physiker sprechen auch von „Kohärenz“) geht aber in der Regel schnell verloren: Schon nach sehr kurzer Zeit „schwappen“ die Elektronen in den Goldpartikeln in unterschiedlichen Phasen. Oder um im Bild zu bleiben: Die eine Cancan-Tänzerin schwingt ihr linkes Bein in die Höhe, ihre Nachbarin aber das rechte, ohne auf den Takt der Musik zu achten.

„Wenn wir den Abstand zwischen den Partikeln passend wählen, können wir diese Kohärenzzeit verdreifachen“, erklärt der Bonner Physiker Professor Dr. Harald Gießen. Zur Speicherung und Verarbeitung von Quanteninformationen in zukünftigen Quantencomputern ist eine möglichst lange Kohärenzzeit wichtig. Gießen: „Mit photonischen Kristallen können wir diesem Ziel einen Schritt näher kommen.“

FL/FORSCH

Preis für Teilchenphysiker

Der 34-jährige Physik-Professor Eckhard von Törne von der Kansas State University hat einen der mit bis zu 1,2 Millionen Euro dotierten Sofja-Kovalevskaja-Preise der Alexander von Humboldt Stiftung erhalten. Die Preissumme ist zum Aufbau einer Forschergruppe an der Universität Bonn bestimmt. Mit der Auszeichnung will die Stiftung exzellente junge Nachwuchswissenschaftler aus dem Ausland nach Deutschland holen, wo sie drei bis vier Jahre lang an einer deutschen Gastgeberinstitution forschen. Professor von Törne ist einer von insgesamt zehn Preisträgern, die von einem hochkarätigen Auswahlgremium der Alexander von Humboldt Stiftung aus einer großen Anzahl von Bewerbern ausgewählt wurden. Er wird seine Forschungsarbeiten am Physikalischen Institut zusammen mit Professor Dr. Norbert Wermes durchführen.



Foto: Physikalisches Institut



Foto: privat

Herpes kann gefährlich werden

Neurodermitis-Patienten oft auch anfälliger für Viren

Manche Patienten mit Neurodermitis sind auch anfälliger für Virus-Infektionen als Gesunde – warum, ist unbekannt. Mediziner des Universitätsklinikums Bonn wollen diese Wissenslücke schließen. Das auf fünf Jahre angelegte Projekt wird vom US-amerikanischen National Institute of Health (NIH) mit 1,2 Millionen Euro gefördert. Nach Schätzungen erkranken bis zu 10 Prozent aller Deutschen im Laufe ihres Lebens an einer Neurodermitis. Auch wenn die Krankheit mit der Zeit ausheilen kann, bleibt die erhöhte Anfälligkeit für Virenerkrankungen oft lebenslang bestehen.

So mancher Skiläufer kennt die Symptome: Nach einem Sonnentag auf der Piste beginnen die Lippen plötzlich unangenehm zu kribbeln und zu jucken. Ursache des „Gletscherbrandes“ ist eine Herpes-Infektion, die erst durch die starke UV-Strahlung in großer Höhe zum Ausbruch kommt. Im Normalfall bleiben die juckenden Bläschen auf die Lippen beschränkt. „Bei Neurodermitis-Patienten kann das Virus aber den

gesamten Körper befallen und so schwere Krankheitsbilder hervorrufen, daß die Betroffenen stationär behandelt werden müssen“, erklärt der Direktor der Bonner Klinik und Poliklinik für Dermatologie Professor Dr. Dr. Thomas Bieber.

Bei Menschen mit Neurodermitis verlaufen Virusinfektionen häufig schwerer als im Normalfall. Biebers Arbeitsgruppe ist Teil eines Forschungskonsortiums, das den Grund

für diese Beobachtung herausfinden möchte. „Was die immunologischen Vorgänge in der Haut bei Neurodermitis anbelangt, ist unsere Expertise weltweit anerkannt“, erklärt Bieber die Teilnahme der Bonner an dem aus US-Mitteln finanzierten Projekt.

Das National Institute of Health hatte das Forschungsprogramm vor dem Hintergrund möglicher Terrorakte mit Pockenviren ausgeschrieben. Die zur Pockenschutzimpfung eingesetzten Vacciniaviren können bei manchen Menschen schwere Erkrankungen auslösen. Zu den Risikogruppen zählen wegen ihrer erhöhten Anfälligkeit für Virusinfektionen auch Neurodermitis-Kranke. Die Ergebnisse könnten dazu beitragen, eine sicherere Form der Pockenimpfung zu entwickeln.

FL/FORSCH

▲ **Gefährlicher Gletscherbrand: Die starke UV-Strahlung in großen Höhen weckt häufig auch den Herpes-Virus aus seinem Winterschlaf. Für Neurodermitis-Patienten kann die normalerweise harmlose Krankheit ernste Konsequenzen haben.**

Kassen zahlen Verhaltenstherapie

Bonner Psychologen erhielten Zulassung

Wer sich im Psychologischen Institut in der Römerstraße 164 einer Verhaltenstherapie unterziehen möchte, muß diese künftig nicht mehr aus eigener Tasche bezahlen: Neuerdings kann die Hochschulambulanz ihre Kosten über die Krankenkassen abrechnen.

Ängste, Zwangsstörungen oder Depressionen: Nach Schätzungen leiden rund vier Millionen Deutsche an ei-

ner behandlungsbedürftigen psychischen Erkrankung. Immer häufiger sind derartige Störungen Grund für

eine Frühberentung: Jeder Dritte, der vorzeitig aus dem Arbeitsleben ausscheidet, tut dies wegen psychischer Probleme – vor 20 Jahren betrug der Anteil noch neun Prozent.

Die Hochschulambulanz des Psychologischen Instituts setzt bei der Behandlung auf die so genannte

Verhaltenstherapie. Mußten die Patienten für die in der Regel notwendigen 25 bis 60 Sitzungen bislang aus eigener Tasche aufkommen, so hat sich das inzwischen geändert: Seit kurzem können die sechs Therapeuten ihre Kosten über die Krankenkassen abrechnen. „Der Vorteil unserer Ambulanz ist sicherlich die Nähe zur Forschung“, erklärt der Bonner Privatdozent Dr. Ralf Dohrenbusch. „Einerseits sind wir immer auf dem aktuellen Stand, was moderne Therapieansätze angeht; andererseits entwickeln wir in unseren Studien die bestehenden Behandlungsmethoden auch weiter.“

„Mother’s little Helper“ auf Dauer wenig hilfreich

Verhaltenstherapeuten versuchen, durch schrittweises Um- und Neulernen die Symptome einer psychi-

schen Erkrankung zu reduzieren. Eine zentrale Rolle spielen dabei die „Hausaufgaben“, die die Patienten zwischen den meist wöchentlichen Sitzungen erledigen sollen – beispielsweise ein Tagebuch über ihre Panikattacken führen, regelmäßig Entspannungsübungen durchführen oder hin und wieder gezielt auf Konfrontationskurs zur Umgebung gehen. Den

Griff zu „Mother’s little Helper“ aus der Pillendose sehen die Bonner Psychologen kritisch: „Psychopharmaka können in akuten Fällen und auch bei bestimmten dauerhaft schweren psychischen Störungen hilfreich sein. Alle Personen mit psychischen Störungen sollten aber versuchen, durch eine gezielte Verhaltensänderung ihre Probleme in den Griff zu bekommen und die Einnahme von Psychopharmaka auf ein unbedingt notwendi-

Wer eigentlich medikamentöse Hilfe sucht, der ist bei der Verhaltenstherapie nicht richtig.

ges Maß zu begrenzen“, betont Dr. Dohrenbusch.

Sieben Jahre dauert der Leidensweg eines Patienten von der ersten Behandlung beim Hausarzt bis zum Psychotherapeuten im Schnitt – und das, obwohl die Erfolgsquoten gerade der Verhaltenstherapie beachtlich sind. Die große Gruppe der Angststörungen gilt dabei als besonders gut behandelbar: „90 Prozent aller Angstpatienten geht es nach einer Verhaltenstherapie deutlich besser“, so der Diplompsychologe Guido Roth – vorausgesetzt, die Bereitschaft ist da, an sich zu arbeiten und sich zu ändern. „Wer eigentlich medikamentöse Hilfe sucht, um seine Sorgen und Probleme auszublenden oder sich einfach nur aussprechen möchte, der ist bei der Verhaltenstherapie nicht richtig.“

FL/FORSCH

► **Weitere Informationen gibt es unter <http://www.psychologie.uni-bonn.de/ambulanz/>**

▼ Die Beschichtung der Katheter erfolgt in so genannten Plasmakammern.

Diamonds are a Urologist’s best friend

Beschichtungen verhindern, daß sich auf Kathetern Bakterien ansiedeln

Hauchdünne Beschichtungen aus diamantähnlichem Kohlenstoff können verhindern, daß sich auf Dauerkathetern im Harntrakt gefährliche Bakterienbiofilme bilden. Die beschichteten Katheter gleiten zudem mit erheblich weniger Reibung in den Harnleiter – zur Freude der Mediziner, vor allem aber der Patienten, die die Prozedur dadurch als deutlich weniger unangenehm empfinden. Entwickelt und getestet wurden die neuen Beschichtungen von Wissenschaftlern der Experimentellen Urologie der Universität Bonn in Zusammenarbeit mit der Firma NTTF in Rheinbreitbach und dem Institut für Dünnschichttechnologie der TU Kaiserslautern.

Bei Harntransportstörungen helfen Verweilkatheter in den ableitenden Harnwegen den Patienten, ihren Urin zu entleeren. Manchmal überziehen sich die dünnen Schläuche aber schon nach wenigen Tagen mit einer infektiösen Kruste aus Bakterien und Kristallen – mit unangenehmen Konsequenzen: Ein Drittel aller Infektionen, die sich Patienten in Krankenhäusern zuziehen, entstehen in Folge von Katheterisierungen der ableitenden Harnwege. Dem deutschen Gesundheitssystem entstehen dadurch jährlich Kosten von etwa 500 Millionen Euro.

„Bislang gibt es keine wirkungsvolle Möglichkeit zu verhindern, daß Bakterien über den Katheter in den Harntrakt gelangen und so einen Harnwegsinfekt auslösen“, erklärt der Bonner Wissenschaftler Dr. Norbert Laube. Einige Bakterienarten verursachen durch ihren Stoffwechsel einen starken Anstieg des Urin-pH-Werts. Folge: Salze und andere Substanzen, die normalerweise im Harn gelöst sind, fallen

aus und lagern sich ab. Manche Katheter erinnern daher schon nach einer Woche an die Innereien einer Kaffeemaschine, die jahrelang nicht entkalkt wurde. „Jeder kann sich vorstellen, wie unangenehm bereits das Tragen und noch mehr die Entfernung eines mit einer harten Kruste belegten Katheters für den Patienten sein muß“, so Dr. Laube. Noch schlimmer: „Der kristalline Bakterienbiofilm hemmt die Wirkung vieler Medikamente; selbst mit Antibiotika ist die Infektion dann häufig schwer in den Griff zu bekommen.“

Neben Blasenkathetern gibt es auch so genannte innere Harnleiterschienen (Stents), die von der Blase bis zur Niere vorgeschoben werden. „Sie sorgen beispielsweise bei Harnleitersteinen oder Krebserkrankungen dafür, daß der Urin ungehindert von der Niere zur Blase abfließen kann“, erklärt Dr. Laube. Die Schienen bleiben mitunter für Wochen oder gar Monate im Körper. Einige Patienten müssen ihr ganzes Leben lang solche Harnleiterschienen tra-



Foto: NTTF

gen. Wenn sich die Stents durch die Kristallbildung zusetzen, kann das zu lebensbedrohlichen Komplikationen führen.

Diamantähnliche Kohlenstoffschichten könnten helfen

Dr. Laube hat zusammen mit Lisa Kleinen vom Institut für Dünnschichttechnologie der TU Kaiserslautern und Dr. Karin Schenk von der Firma NTT (New Technologies in Thin Films) auf der MEDICA erste Forschungsergebnisse vorgestellt, die zeigen, wie den Inkrustationen vielleicht beizukommen ist. Die Physiker haben Katheter und Harnleiterstents mit einer extrem dünnen Schicht aus diamantähnlichem Kohlenstoff (diamondlike carbon oder DLC) beschichtet. DLC-beschichtete Oberflächen reagieren chemisch nicht mit ihrer Umgebung; sie sind verschleißfest, sterilisierbar und reibungsmindernd.

„Selbst nach drei Monaten im Körper weisen die beschichteten Harnleiterschienen praktisch keine Verkrustungen auf“, sagt Dr. Andreas Meißner, Urologischer Assi-



stenarzt am Bonner Universitätsklinikum. Außerdem lassen sich die Katheter beim Einlegen oder Wechseln im Harntrakt leichter vorschieben als derzeit am Markt erhältliche.“ Patienten, bei denen die beschichteten Stents getestet wurden, empfanden die Prozedur als wesent-

lich weniger unangenehm. Zudem können nach den bisherigen Ergebnissen die Wechselintervalle verlängert werden. Dr. Laube: „Unabhängig vom Inkrustations-Aspekt: Schon allein die geringere Belastung für die Patienten ist ein Wert an sich!“

FL/FORSCH

▲ Dr. Norbert Laube mit einem Stent, an dessen oberem Ende deutlich die Verkrustungen zu erkennen sind.

Behandlung risikoärmer als gedacht

Lungenhochdruck-Studie „entlastet“ Stickstoffmonoxid

Als eines der wirksamsten Medikamente gegen den gefährlichen Lungenhochdruck gilt Stickstoffmonoxid (NO). Bislang fürchteten viele Experten aber mögliche Nebenwirkungen der Substanz, die nachgewiesenermaßen das Immunsystem schwächen kann. Dieses Risiko scheint jedoch bei weitem geringer zu sein als bislang angenommen: Mediziner der Universität Bonn konnten in Laborexperimenten zeigen, daß bei den normalerweise eingesetzten NO-Konzentrationen keine Auswirkungen auf die Immunabwehr zu erwarten sind.

Die ersten Symptome sind unspezifisch: Lungenhochdruck-Patienten klagen anfangs meist nur über Kurzatmigkeit und geringe Belastbarkeit – Beschwerden, die viele Ursachen haben können. Entsprechend spät wird die Krankheit oft diagnostiziert und korrekt behandelt.

Bei den Patienten ist der Blutdruck in der Lunge erhöht; die Lungengefäße sind enger als normalerweise. Die rechte Herzkammer muß daher permanent gegen einen hohen Widerstand ankämpfen, um genügend Blut durch den Lun-

genkreislauf zu pumpen. Unbehandelt führt die Krankheit schließlich zum Herzversagen. Betroffen sind selbst Neugeborene, wenn sich nach der Geburt der Kreislauf nicht ordnungsgemäß umstellt. Die Kinderärzte müssen dann schnell reagieren, da Lungenhochdruck mit der Zeit zu irreversiblen Gefäßveränderungen führt.

„Bei beatmeten Patienten wird die Erkrankung in der Regel mit Stickstoffmonoxid behandelt, das über die Atemluft zugegeben wird“, erklärt Dr. Ralf Knies vom Zentrum

für Kinderheilkunde der Universität Bonn. Der Kinderkardiologe wurde für sein Lungenhochdruck-Forschungsprojekt kürzlich mit dem „Young Investigator Cardiovascular Award“ der Nordrhein-westfälischen Akademie der Wissenschaften ausgezeichnet. Vorteil: Die gasförmige Substanz gelangt direkt an den Ort des Geschehens und bewirkt in der Lunge, daß sich die Gefäße erweitern. „Man weiß aber, daß Stickstoffmonoxid auch einen Einfluß auf die weißen Blutkörperchen hat, die ihrerseits bei der Immunabwehr eine wichtige Rolle spielen“, so Knies.

Killerzellen werden geschädigt

Weißer Blutkörperchen sind Zellen, mit denen der Körper Krankheitserreger attackiert. Sie tragen an ihrer Oberfläche bestimmte „Klebmoleküle“. Mit ihnen heften sich

die Killerzellen bei Gefahr an die Blutgefäß-Wand und wandern hindurch in das betroffene Gewebe. So kann das Immunsystem schnell seine Truppen am Ort des Scharmützels versammeln.

Stickstoffmonoxid stört augenscheinlich die Bildung funktionsfähiger Klebemoleküle oder inaktiviert sie – mit negativen Folgen für die Schlagkraft der Immunabwehr. „Wir haben nun untersucht, wie groß diese Gefahr unter normalen Bedingungen wirklich ist“, so Dr. Knies. Dazu färbten die Wissenschaftler die Klebemoleküle mit

einem spezifischen Farbstoff an, so daß sie etwaige Änderungen vor und nach der NO-Gabe erkennen konnten. Das Ergebnis ist beruhigend: „Erst bei einer Konzentration, die fünfmal über der üblicherweise eingesetzten Menge liegt, konnten wir tatsächlich Auswirkungen auf die weißen Blutkörperchen sehen.“

Beobachtungen aus der medizinischen Praxis bestätigen die Laborergebnisse: So schnell bei Patienten, die nach einer Herzoperation an einer Herz-Lungen-Maschine angeschlossen sind, die Zahl der Klebemoleküle auf den weißen Blut-

körperchen in die Höhe. „Das Immunsystem erkennt den künstlichen Kreislauf als etwas Fremdes und reagiert entsprechend“, erklärt der Kinderkardiologe – und zwar auch dann, wenn die Patienten zusätzlich mit Stickstoffmonoxid behandelt wurden. In diesem Fall würden sich die Mediziner allerdings über eine gedrosselte Immunabwehr sogar freuen: „Die Schlagkraft unseres Immunsystems sorgt bei Patienten, die auf eine Operation mit Herz-Lungen-Maschine angewiesen sind, mitunter für Probleme.“

FL/FORSCH

Neues Leben ohne tägliche Tortur

Erste Dünndarm-Transplantation am Uni-Klinikum

Am 4. Dezember haben Ärzte des Universitätsklinikum Bonn erstmals einen Dünndarm transplantiert – eine äußerst seltene Organverpflanzung, denn das Risiko einer Abstoßung ist hoch. Der 23-jährige Patient Dirk B. hat die Operation gut überstanden.

Vorwiegend betrifft es Kinder und Jugendliche: Der Dünndarm muß operativ entfernt werden, meistens aufgrund angeborener Fehlbildungen, Durchblutungsstörungen oder Entzündungen. Dirk B. war sechs Jahre alt, als er sich dem Eingriff unterziehen mußte. Eine normale Ernährung war seitdem nicht mehr möglich, denn der Dünndarm verdaut die Nahrung, und die Nährstoffe gelangen von dort ins Blut. Also mußte Dirk B. sich über Jahre jede Nacht künstlich mittels Infusionen

ernähren, die über einen Katheter in die Vene geleitet wurden. „Tagsüber fühlte ich mich nicht sonderlich eingeschränkt. Ich konnte beispielweise alles essen und Fußball spielen. Doch es gab immer wieder Schübe der Kraftlosigkeit“, erzählt der gelernte Konditor.

Auch waren aufgrund von Komplikationen für Dirk B. mehrmals stationäre Aufenthalte an der Universitätskinderklinik Bonn nötig. Der Katheter kann unter anderem Thrombosen oder lebensbedrohliche Infektionen verursachen. Doch als das größte Problem einer dauerhaften künstlichen Ernährung sieht Professor Dr. Andreas Hirner, Direktor der Chirurgischen Universitätsklinik Bonn, die Gefahr eines Leberversagens. Er riet daher zu einer frühzeitigen Transplantation: „Für Patienten, bei denen rechtzeitig nur der Dünndarm verpflanzt wird, sind die Erfolgschancen und damit auch die Lebenserwartung heute – dank moderner Medikamente, die Abstoßungsreaktionen unterdrücken – deutlich höher als nach einer kombinierten Leber-Dünndarmtransplantation, wenn die Leber bereits Schaden genommen hat.“

Auf die Dünndarmverpflanzung war das Transplantationszentrum Bonn, an dem Experten verschiedenster Universitätskliniken eng zusammenarbeiten, gut vorbereitet. Bereits seit 2001 führen Ärz-

te hier experimentelle Forschungen durch und besuchten weltweit führende Zentren, unter anderem in den USA.

Vier Monate, nachdem Dirk B. auf die Warteliste für ein Dünndarmtransplantat gestellt wurde, war das für ihn optimale Organ gefunden. Privatdozent Dr. Martin Wolff und Professor Dr. Jörg C. Kalff, Oberärzte an der Bonner Chirurgischen Universitätsklinik, entnahmen auswärts einem durch Unfall gestorbenen Spender das Transplantat. Anschließend flogen sie das gekühlte Organ in einem Sonder-Jet schnell nach Bonn. „Das uns zur Verfügung stehende Zeitfenster ist äußerst eng. Die Zeit, in der ein Dünndarm nicht durchblutet wird, sollte sechs Stunden nicht überschreiten“, erklärt Professor Hirner. Zusammen mit dem Bonner Privatdozenten Dr. Nicolas Schwarz, ebenfalls Oberarzt an der Chirurgischen Universitätsklinik, und dem Anästhesisten Dr. Stefan Wirz bereitete er zeitgleich die Transplantation vor, die unter seiner Leitung erfolgreich durchgeführt wurde.

Der Patient ist wohl auf und kann jetzt normale Kost nicht nur essen, sondern auch verdauen. Er hat weder Infektionen noch stellen Pathologen vom Pathologischen Institut Abstoßungsreaktionen bei ihm fest. Dirk B. fühlt sich im Universitätsklinikum Bonn rundum gut versorgt: „Ich bin absolut zuversichtlich. Mein Traum ist jetzt eine Ausbildung zum Koch.“

IV/FORSCH

▼ Patient Dirk B. mit Mutter und Chirurgenteam (von links): Dr. Schwarz, Professor Kalff, Dr. Wolff und Professor Hirner



Foto: Johann Saba, UKB

Gefährlicher Prothesenabrieb

Verschleiß von Implantaten kann Entzündungen hervorrufen

Beim Verschleiß von künstlichen Gelenken, Schienen oder anderen Implantaten entstehen metallische Abrieb- und Korrosionsprodukte. Der Orthopäde Dr. Clayton Kraft von der Universität Bonn hat die Wirkung dieser Substanzen auf den Körper genauer untersucht – mit alarmierendem Ergebnis: Der Abrieb kann Entzündungen in der Skelettmuskulatur hervorrufen und dazu führen, daß sich die Prothesen lockern. Dadurch kann sich ihre Lebensdauer deutlich verkürzen.

Daß Verschleißprodukte aus Prothesen Entzündungen hervorrufen können, wurde schon lange vermutet. Dr. Kraft und seine Mitarbeiter haben diese These aber erstmals genauer geprüft. Dazu untersuchten sie den Effekt von Titan- und Edelstahl-Abrieb auf die Skelettmuskulatur von Hamstern. „Wir haben unter anderem beobachtet, daß nach Zugabe der Verschleißprodukte vermehrt weiße Blutkörperchen aus den Muskelgefäßen in das umliegende Gewebe wandern“, erklärt Kraft. „Das ist eine typische Entzündungsreaktion!“

Weißer Blutkörperchen sind Zellen, mit denen der Körper beispielsweise Krankheitserreger attackiert.

Gleichzeitig schützen die „Killerzellen“ bestimmte Botenstoffe aus, die ihrerseits unter anderem bewirken können, daß Knochenmaterial abgebaut wird. Bei einer permanenten Entzündung, wie sie durch den Abrieb hervorgerufen wird, können sich die Prothesen daher mit der Zeit lockern – für den Patienten der Super-GAU. „Edelstahl-Abrieb wirkt nach unseren Beobachtungen weit stärker entzündungsfördernd als Titan-Abrieb“, so Dr. Kraft. Der Einsatz der

teureren Titanprothesen dürfte sich daher letztlich rentieren. Ziel müsse es sein, möglichst verschleißarme Materialien zu entwickeln. Doch solle man auch ihre unterschiedliche Bioverträglichkeit nicht aus den Augen verlieren. Dr. Clayton Kraft:



Foto: Johann Sabba, UKB

„Kobalt-Chrom-Molybdän ist beispielsweise ein sehr verschleißarmer Werkstoff. Der Abrieb wirkt aber noch stärker entzündungsfördernd als der von Edelstahl-Implantaten.“

FL/FORSCH

◀ Dr. Clayton Kraft hat für seine 2003 veröffentlichte Studie kürzlich den Wissenschaftspreis der Arbeitsgemeinschaft für Endoprothetik erhalten. Die Auszeichnung ist mit 12.500 Euro dotiert; sie zählt zu den angesehensten Forschungspreisen auf dem Gebiet der Orthopädie und Traumatologie in Deutschland.

► **ebay-Aktivisten gesucht:** Ökonomen der Universität Bonn suchen für eine Online-Umfrage Privatpersonen, die den Internet-Marktplatz „ebay“ als Verkaufsplattform nutzen. Die Wissenschaftler um Professor Dr. Michael Burkhard Piorkowsky wollen damit Informationen über die Nutzungshäufigkeit und die Verkaufserfahrungen gewinnen. „Second-Hand-Läden gab's schon immer, durch ebay gewinnt das aber eine ganz andere Dimension“, so Professor Piorkowsky. Er vermutet fließende Übergänge zwischen gelegentlichem Verkauf, regelmäßiger kommerzieller Aktivität und dem Start in eine kleinbetriebliche Selbständigkeit. Der Ökonom rechnet mit einem wissenschaftlichen Paradigmenwechsel: „Haushalte werden noch viel zu sehr als rein passive Konsumenten gesehen; sie sind aber in wirtschaftlichen Belangen viel aktiver als in der Fachwelt bislang angenommen.“



In den USA habe man sogar schon einen Fachbegriff für diesen neuen Typus Kleinstunternehmer gefunden: den „Momprenneur“ – ein Kunstwort aus „Mother“ (Mutter) und „Entrepreneur“ (Unternehmer). Den Fragebogen gibt's im Internet unter www.huk.uni-bonn.de/aktuelles.htm.

► **„Urolizer“ preisgekrönt:** Vor zwei Jahren demonstrierte Dr. Norbert Laube von der Experimentellen Urologie des Uniklinikums auf der MEDICA mit einer Handvoll Reagenzien und einem Photometer, wie er damit das aktuelle Harnsteinrisiko eines beliebigen Patienten in Minutenschnelle bestimmt. Ein Jahr später konnte er zusammen mit den Firmen NTTF und Theissen Physikalische Technologie schon ein kompaktes und einfach zu bedienendes Funktionsmuster des Meßgeräts

vorstellen. Inzwischen hat der „Urolizer“ den Sprung in die Serienreife geschafft. Seine Erfinder wurden dafür kürzlich mit dem 2. Preis im Innovationswettbewerb Rheinland-Pfalz ausgezeichnet – das (vorerst) letzte Kapitel einer Erfolgsstory, wie sie an deutschen Universitäten eher selten ist.

► **Virtuelle Zellwanderung:** Viele menschliche Zelltypen können sich bewegen: Abwehrzellen jagen nach Infektionserregern, um sie zu fressen und zu verdauen; bei der Wundheilung wandern Reparatur-Zellen zur verletzten Stelle und bilden neue Gefäße. Krebszellen bewegen sich sogar, obwohl sie es gar nicht sollen, und können so fern von ihrem Entstehungsort Metastasen bilden. Wissenschaftler des Bereichs „Theoretische Biologie“ wollen die Zellwanderung nun im Computer simulieren. Sie hoffen, so auch neue Ansatzpunkte für Medikamente identifizieren zu können. Das Projekt wird von der Volkswagenstiftung mit knapp 200.000 Euro gefördert.

Viel mehr als eine simple Hülle

Sonderforschungsbereich erforscht den Aufbau von Zellmembranen

Zellen sind von einer hochkomplexen Membran aus ölähnlichen Molekülen und Proteinen umgeben. Diese „Haut“ grenzt nicht nur das Zellinnere von der Umgebung ab, sondern spielt beispielsweise auch bei der biologischen Informationsübertragung eine wesentliche Rolle. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) hat an der Universität Bonn nun einen neuen Sonderforschungsbereich eingerichtet, in dem unter anderem die stetigen Auf- und Umbauprozesse der Zellmembran und ihre Regulation genauer untersucht werden sollen. Zunächst bis 2008 fließen dafür 6,4 Millionen Euro an die Bonner Hochschule.

Mit Zellmembranen ist es wie mit guten Sakkos: Ihre Innenseite unterscheidet sich eklatant von ihrer Außenseite. Das „Zellsakko“ besteht aus einem ölähnlichen Film, den so genannten Lipiden, in den verschiedene Proteine eingebettet sind. Einige Proteine tauchen nur wenig in den Lipidfilm ein; sie „schwimmen“ auf seiner Oberfläche. Auf der Außenseite der Zelle schwimmen dabei ganz andere Proteine als auf ihrer Innenseite. Wieder andere Eiweiß-Moleküle durchspannen die Membran von innen nach außen; auch sie sind so orientiert, daß stets dieselbe Seite nach außen weist. Diese Asymmetrie hat ihren Sinn: So dient der äußere Teil derartiger Transmembran-Proteine oft als „Antenne“ für Signalmoleküle, während der innere Teil für eine entsprechende Reaktion in der Zelle sorgt.

Damit nicht genug: Der Lipidfilm, in den die Proteine eingebet-

tet sind, besteht ebenfalls aus einer Außen- und einer Innenschicht, die sich in ihrer Zusammensetzung unterscheiden. Die Zelle kann die Zusammensetzung ihrer Hülle zudem variieren und sie so beispielsweise gezielt zäh- oder dünnflüssiger machen. Und schließlich kann die Membran an verschiedenen Orten ganz unterschiedlich zusammengesetzt sein – ein Sakko, das links aus Seide besteht und rechts aus Cord. „Wir wollen unter anderem herausfinden, wie die Zelle diese Asymmetrien erzeugt und aufrechterhält“, erklärt der Sprecher des neuen Sonderforschungsbereichs (SFB) Professor Dr. Michael Hoch. Außerdem untersuchen die Forscher, wie die Proteine mit spezifischen Lipiden in der Zellhülle interagieren, um so zum Beispiel die Übermittlung chemischer Signale aus ihrer Umgebung zu ermöglichen. „Aktuelle Forschungsergebnisse zeigen, daß die Membranlipide bei der Zellkommunikation eine viel größere Rolle spielen als bislang angenommen“, so Hoch.

Ergebnisse auch medizinisch interessant

Die Ergebnisse dürften nicht nur Pharmaforscher interessieren: Die Wirkung vieler Medikamente beruht darauf, daß sie den Informationsaustausch zwischen den Zellen ge-

zielt beeinflussen. Ist die Zell-Zell-Interaktion dagegen dauerhaft gestört, können sogar Krankheiten wie Krebs die Folge sein – wenn sich beispielsweise Zellen immer weiter teilen, weil sie die „Stop“-Signale ihrer Nachbarn nicht mehr wahrnehmen. „Die Frage nach der spezifischen Zusammensetzung biologischer Membranen in den unterschiedlichen Zellen des Körpers wird die Wissenschaft in der nächsten Dekade enorm beschäftigen“, ist sich Professor Hoch denn auch sicher.

Insgesamt sind zwölf Arbeitsgruppen am neuen SFB beteiligt, darunter drei aus der Biologie, vier aus der Chemie, eine aus der Pharmazie und vier aus der Medizin. Der Sonderforschungsbereich ist auch ein zentrales Element des interdisziplinären LIMES-Biozentrums (Life and Medical Sciences Bonn): Ein Großteil der SFB-Arbeitsgruppen soll in dem geplanten Neubau des LIMES-Forschungszentrums untergebracht werden und auch in der Lehre zusammenarbeiten, zum Beispiel beim Elite-Studiengang Molekulare Biomedizin und dem DFG-Graduiertenkolleg 804. LIMES weist ein bundesweit einzigartiges Konzept von integrierter Forschung und Lehre auf und ist in den Zielvereinbarungen der Universität mit dem Land Nordrhein-Westfalen verankert.

FL/FORSCH

Treffsichere Schützen

Speikobras maximieren ihre Trefferquote durch schnelle Kopfbewegungen

Speikobras spucken ihr Gift etwaigen Angreifern ins Gesicht – nach manchen Berichten sogar über eine Entfernung von mehreren Metern. Erstaunlich häufig trifft der ätzende Toxincocktail die Augen des Gegners und kann dort zur Erblindung führen. Zoologen der Universität Bonn haben herausgefunden, wie die Schlangen ihre Trefferquote maximieren: Während sie das Gift mit hoher Geschwindigkeit aus ihren Fangzähnen herausschießen, bewegen sie den Kopf kreisend oder wippend hin und her. Die Wissenschaftler haben ihre Ergebnisse beim international renommierten Journal of Comparative Physiology zur Veröffentlichung eingereicht.

Die Rote Mosambik-Speikobra richtet sich auf und fixiert das Gesicht, das sich vor ihr hin- und herbewegt. Einige Sekunden steht sie so; dann zuckt ihr Kopf blitzartig nach vorne. Für einen Moment sind in ihrem weit aufgerissenen Maul die Fangzähne vor dem blaßrosafarbenen Schlund zu sehen, während sie ihr Gift dem Feind mit Hochdruck entgegenspuckt. Auf dem Kunststoffvisier erscheinen zwei spiralförmige rote Muster. Die Augen dahinter

blicken erstaunlich unbeeindruckt. „Ich habe das Visier vorher mit Rhodamin bestäubt“, erklärt Katja Tzschätzsch nüchtern, „das ist ein Pigment, das Flüssigkeiten rot einfärbt. So sind die Giftspuren besser zu erkennen.“

Die angehende Lehrerin hat in ihrer Examensarbeit untersucht, wohin Speikobras beim Spucken zielen. „In der Literatur heißt es oft: Die spucken auf die Augen“, erklärt ihr Betreuer Dr. Guido Westhoff,

Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Arbeitsgruppe von Professor Dr. Horst Bleckmann. „So richtig untersucht hat das bislang aber noch niemand.“ Der Toxincocktail besteht einerseits aus Nervengiften, enthält aber auch Komponenten, die das Gewebe schädigen. Durch einen feinen Kanal in ihren Giftzähnen können die Schlangen die Flüssigkeit unter hohem Druck wegspritzen – ähnlich wie die Kugel in einem Gewehrlauf. Treffen sie dabei ein Auge, reagiert die empfindliche Hornhaut mit star-

kung der Giftspuren auf den Fotos und dem Visier: Die Schwarzhals-Speikobras trafen bei acht von zehn Versuchen mindestens ein Auge, die Roten Mosambik-Speikobras waren sogar zu 100 Prozent erfolgreich. Die Spuren der beiden Arten unterscheiden sich allerdings deutlich: Während die Schwarzhals-Speikobra ihr Gift eher versprüht, erinnert die Toxin-Attacke ih-



Foto: Dr. Guido Westhoff

ken brennenden Schmerzen. Im ungünstigsten Fall führen die Verätzungen schließlich zur Erblindung.

Als Versuchstiere dienten Katja Tzschätzsch vier Mosambik- und sechs Schwarzhals-Speikobras aus dem Tierhaus am Poppelsdorfer Schloß. Bei ihren Experimenten trat sie ihnen entweder – mit einem Plastiksichtschutz bewehrt – selbst gegenüber oder konfrontierte sie mit verschiedenen Fotos. Für beide Arten hielt sie den Spuckvorgang zudem mit einer Hochgeschwindigkeits-Videokamera fest. „Die Schlangen spucken tatsächlich nur auf sich bewegende Gesichter“, so ihr erstes Ergebnis; „Bewegungen mit der Hand reichten dazu bei keinem der Tiere aus.“ Von den Fotos ließen sich nur zwei Kobras stimulieren. Die spuckten aber sogar dann, wenn Tzschätzsch auf den Bildern ein Auge wegretuschierete. Selbst wenn beide Augen fehlten, zeigte sich eine der Schwarzhals-Speikobras noch angriffslustig. „Für wirklich aussagekräftige Ergebnisse bräuchten wir aber eine größere Stichprobe.“ Wie treffsicher beide Arten sind, zeigte die Auswer-

rer rot gefärbten Verwandten an den Schuß aus einer doppelläufigen Wasserpistole.

Aus dem Ei bespuckt

Ausschlaggebend für die hohe Trefferquote ist ein Verhaltensmuster, das die Wissenschaftler bei beiden Arten beobachten konnten. „In der Superzeitlupe kann man deutlich erkennen, daß die Schlangen ihren Kopf beim Abschluß des Toxins schnell bewegen“, erklärt Dr. Westhoff. „Ganz ähnlich wie wir es machen, wenn wir beim Blumengießen mit dem Schlauch das ganze Beet wässern möchten.“ Dadurch verteilt sich das Gift über eine größere Fläche; die Chance, daß auch ein Auge getroffen wird, steigt. Der ganze Vorgang dauert durchschnittlich nur eine zwanzigstel Sekunde und ist mit bloßem Auge nicht zu sehen. ▶



Foto: fl

Mit einem Vorurteil möchte der Zoologe dann noch aufräumen: „Kobras spucken nur, wenn sie sich bedroht fühlen, nicht, um Beute zu machen“, sagt er; „alles andere ist Legende.“ Ihre Beute erlegen sie wie andere Giftschlangen auch, indem sie ihnen mit einem Biß ihr Gift injizieren, das dann im Kreislauf seine tödliche Wirkung entfaltet. Menschen gehören nicht zu ihrem Beutespektrum; dennoch sind die Tiere gefährlich – selbst wenn sie noch sehr jung sind. Westhoff: „Ich bin schon einmal von einer gerade geschlüpften Speikobra attackiert worden – die hat mich praktisch aus dem Ei angespuckt.“

FL/FORSCH

▲ Beim Hantieren mit den Schlangen ist Gesichtsschutz Pflicht.

Egoistische Bakterien sind chancenlos

Bestimmte Wachstumsbedingungen belohnen Altruisten

Wieso helfen wir der alten Dame über die Straße, obwohl wir davon doch gar nichts haben? Viele Soziobiologen vermuten auch hinter derartigen Verhaltensmuster evolutive Ursachen, selbst wenn sie häufig nur schwer zu erkennen sind. Ein Biologe der Universität Bonn hat nun in einem theoretischen Modell nachgewiesen, daß altruistisches Verhalten sogar bei Bakterien ein evolutiver Vorteil sein kann: Unter bestimmten Wachstumsbedingungen sterben egoistische Bakterien aus, während sich ihre altruistischen Konkurrenten durchsetzen.

Normalerweise setzen sich in der Evolution die Individuen mit der größten „Fitness“ durch – sprich: diejenigen, denen es gelingt, ihre Gene mit dem größten Erfolg zu verbreiten. Dennoch verzichten beispielsweise bei den Ameisen die Arbeiterinnen komplett darauf, sich fortzupflanzen, und kümmern sich stattdessen um Bau und Nachwuchs. Ihr Verhalten nützt ihnen persönlich also nichts, hilft aber der Gruppe.

„Evolutionsbiologen erklären so ein altruistisches Verhalten seit Jahrzehnten mit der so genannten Gruppenselektionstheorie“, erklärt der Bonner Biologe Dr. Jan-Ulrich Kreft. „Frei nach dem Motto: Was der Gruppe nutzt, nutzt auch dem Individuum.“ Zwar opfern altruistische Individuen einen Teil ihrer eigenen Fitness, erhöhen dafür aber die Fitness ihrer Gruppe. In Konkurrenzsituationen können sich Gruppen mit vielen Altruisten

daher auf Kosten „egoistischerer“ Gruppen ausbreiten; der Altruisten-Anteil kann dadurch insgesamt zunehmen. Das hört sich einleuchtend an, und dennoch: „Die Gruppenselektionstheorie war lange verpönt“, sagt Kreft; „die Argumentation stützte sich häufig nur auf unkritisch-naive Interpretationen und nicht auf Beweise.“

Im Zahnbelag gibt's keinen Egoismus

Der Biologe hat eine der einfachsten Formen von Altruismus in einem Computermodell untersucht. „Ich habe das Bakterienwachstum in so genannten Biofilmen simuliert“, erklärt er, „das sind Bakterienbeläge, wie sie zum Beispiel auf unseren Zähnen vorkommen.“ Die Mikroben in derartigen Schichten sind relativ unbeweglich; zudem ist das Nahrungsangebot gerade in tieferen Bereichen begrenzt. Wenn sich nun ein Bakterium schnell teilt und dabei viel Nahrung und Energie verbraucht, nimmt in seiner Umgebung die Nährstoffkonzentration ab: Seinen Nachbarn und ihm selbst droht die Hungersnot. „Spar-Bakterien“, die sich langsamer teilen und daher sparsamer mit den Ressourcen umgehen, lassen für ihre Nachbarn dagegen mehr übrig. Sie büßen für ihren „Altruismus“ aber mit ihrer langsameren Vermehrungsrate.

Kreft hat im Rechner verschiedene Konstellationen durchgespielt, in denen er schnell wachsende „Egos“ auf ökonomischere „Sparer“ stoßen ließ. „Aus Sicht eines einzelnen Bakteriums hat die Ego-Strategie einen Vorteil: Je schneller es sich teilt, desto schneller verbreiten sich seine Gene. Im Prinzip sollten sich derartige Bakterien daher in der Evolution durchsetzen“, so Kreft. Weil aber Biofilm-Bakterien meist unbeweglich sind, bleiben sie nach der Teilung Nachbarn. Während sich die Nachkommen der „Egos“ also gegenseitig die Nährstoffe streitig machen, profitieren die Nachkommen der „Sparer“ untereinander von ihrem niedrigeren Ressourcenverbrauch. In Biofilmen mit „Egos“ und „Sparern“ haben die Egoisten daher auf lange Sicht meist keine Chance, wie die Computermodelle zeigen. Zwar haben sie einen Startvorteil; sobald die Nahrung knapp wird, holen die sparsamen Mikroben jedoch Schritt für Schritt auf und machen am Ende das Rennen.

„Anders kann es aussehen, wenn ich mit einem Biofilm beginne, in dem Ego- und Spar-Bakterien abwechselnd nebeneinander sitzen“, erklärt der Biologe. Dann kann es den Egoisten eventuell schon in der Startphase gelingen, ihre Spar-Konkurrenten zu überwachsen und ihnen so den Zugang zur Nahrung abzuschneiden. Falls diese Blitzattacke aber schiefgeht, ist ihre Nie-

derlage unausweichlich. Wenn die Mikroben frei in einem Nährmedium schwimmen, gewinnen allerdings ausnahmslos die Egoisten, weil die Nachbarn ständig wechseln: Die Hungersnot, die die Egoisten hervorrufen, schädigt dann sowohl „Egos“ als auch „Sparer“. Gleichzeitig profitieren die „Egos“

aber von der Sparsamkeit der Anderen, da sie ja selber nicht den Nachteil des langsameren Wachstums tragen müssen. Jan-Ulrich Kref: „Unter natürlichen Bedingungen wachsen die meisten Bakterien allerdings in Biofilmen, und dort haben Altruisten sicherlich Vorteile.“

FL/FORSCH

► **Im Internet gibt's einige Filme, in denen Kref verschiedene Wachstums-Konstellationen in Biofilmen durchgespielt hat:** http://www.theobio.uni-bonn.de/people/jan_kref/altruism.html

... Professor Dr. Michael Famulok, Biochemiker

Herr Professor Famulok, viele erfolgreiche Wissenschaftler zieht es in die USA; Sie sind hier geblieben. Was hält Sie in Deutschland?

Ich war ja drei Jahre lang als Postdoc in den USA. Dann ergab sich die Möglichkeit, an das Genzentrum der LMU München zu gehen, eine Top-Adresse für die Forschungsrichtung, die mich interessiert. Ausschlaggebend war für mich, an ein Zentrum zu kommen, in dem viele hervorragende Wissenschaftler unter einem Dach versammelt waren. Ich wäre auch an ein gutes Max-Planck-Institut, ans EMBL, oder an ein gutes Institut in den USA gegangen. Für mich war weniger das Land entscheidend als die Rahmenbedingungen für die Forschung. Was mich in Bonn hält, hat natürlich auch damit zu tun. So etwa die Möglichkeit, das LIMES Zentrum mit aufzubauen. Um das vernünftig zu realisieren, müssen die richtigen Leute zusammen kommen, die gemeinsam Konzepte entwickeln, in die unsere Vorstellungen von leistungsstarken Exzellenzzentren zusammen fließen. Wenn dann noch die nötige Unterstützung durch das Rektorat hinzu kommt und sich die Universität wie hier in Bonn zur Schwerpunktbildung in den Lebenswissenschaften bekennt, dann erhöht dies die Motivation ungemein, sich persönlich stark für die Verwirklichung solcher Zentren einzusetzen. Daß dies hier gegeben ist, zeigt sich daran, daß wir gemeinsam innerhalb weniger Jahre den Studiengang „Molekulare Biomedizin“, eine Reihe wichtiger Drittmittelprojekte und die Zusagen für das LIMES Biozentrum erarbeiten konnten. Das Rektorat koppelt seine

Unterstützung an den Erfolg unserer Initiativen, was ein guter Ansatz ist, denn die regelmäßige kritische Evaluierung durch Außenstehende ist der beste Mechanismus, Auskunft über den gegenwärtigen Stand unserer wissenschaftlichen Qualität zu geben.

Sie haben 2001 den Leibniz-Preis bekommen und erhielten über 1,5 Millionen Euro an Forschungsmitteln. Was bedeutet diese höchst dotierte Auszeichnung, die in Deutschland regelmäßig an Wissenschaftler verliehen wird, für Sie?

Daß die DFG meine Arbeit für „Leibniz-Preis-würdig“ erach-



Foto: fl

tet hat, ist großartig. Tatsächlich ist der Leibniz-Preis aber so etwas wie Vorschußlorbeeren auf das, was man in Zukunft von mir und meiner Arbeitsgruppe erwarten wird. Wir können nun neue Forschungsrichtungen erschließen und aufbauen und uns somit eine Art Spielwiese schaffen, auf der wir unkonventionelle Projekte bearbeiten können.

Wenn Sie dem Wissenschaftsministerium einen Rat geben könnten – wie würde der lauten?

Helpf euren Universitäten bei der Schwerpunktbildung. Fördert in die Tiefe, nicht in die Breite. Sucht Rat bei euren besten Wissenschaftlern, nicht nur bei Funktionären!

Forscher stehen angesichts knapper Kassen immer mehr unter dem Druck, ihre Projekte mit dem Nutzen für die Allgemeinheit zu begründen. Wie stehen Sie als Grundlagenforscher dazu?

Der Motor praktisch jeder Innovation ist die Grundlagenforschung – das wird die Industrie sicher auch bald wieder erkennen. Leider gilt im Umkehrschluß, daß nicht jede Art von Grundlagenforschung unweigerlich zu Innovation führt. Hier Voraussagen zu treffen, ist nahezu unmöglich. Daß sich Wissenschaftler aber über den möglichen Nutzen ihrer Forschung Gedanken machen und diese in einem Projektantrag auch niederlegen, kann eigentlich nicht schaden. Davon aber eine Bewilligung abhängig zu machen ist gefährlich, denn jeder Antragsteller wird jedem noch so spezialisierten Projekt irgendeinen Nutzen für die Allgemeinheit zuordnen können. Die Förderung der Grundlagenforschung ist kein Luxus, sondern Maßnahme zur Zukunftssicherung.

Was machen Sie, wenn demnächst die heiße Phase des rheinischen Karnevals beginnt? Flüchten oder mitfeiern?

Weder noch. Aber in München hat es auch drei Jahre gedauert, bis ich zum ersten Mal auf die Wies'n gegangen bin. Danach habe ich dann keine mehr ausgelassen.

Umarmung statt Zwang

Jordanien ist im Nahen Osten ein relativ stabiler Pol – warum?

Eigentlich erfüllt Jordanien alle Voraussetzungen, ein neuer Krisenherd im nahen Osten zu werden: Ein Drittel der Bevölkerung lebt unter der Armutsgrenze, die Arbeitslosigkeit liegt bei rund 25 Prozent, und vor allem jungen Menschen bieten sich wenig berufliche Perspektiven. Dennoch herrschte König Hussain I. 47 Jahre lang; das Land gehört immer noch zu den stabilsten Staaten in der Dauerkrisenregion zwischen Israel und dem Irak. In den letzten Jahren hat die Bevölkerung eine Reihe von demokratischen Rechten erhalten, die in vielen Nachbarstaaten noch lange nicht verwirklicht sind. Obwohl noch immer der König die wichtigen politischen Entscheidungen trifft, können die Jordanier jetzt in regelmäßigen freien Wahlen ihr Parlament bestimmen und sich darüber politisch Gehör verschaffen. Die Islamwissenschaftlerin Dr. Renate Dieterich hat über die Geschichte der Hauptstadt Amman geforscht. Das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft DFG geförderte Projekt brachte auch Erkenntnisse über das Fundament jordanischer Stabilität.



Foto: Dr. Renate Dieterich

Dieterich hat sich mit dem Zeitabschnitt von 1921 bis 1946 beschäftigt. Jordanien war damals noch ein Emirat unter britischem Mandat. In dieser Phase konsolidierte sich die Herrschaft der haschemitischen Herrscherdynastie, die eigentlich von der arabischen Halbinsel stammt. Amman durchlebte in dieser Zeit einen rasanten Aufstieg. „Eine so schnelle Stadtentwicklung läßt sich nicht oft beobachten“, beschreibt Dieterich die Motivation, an diesem Thema zu forschen, und bezeichnet die Entwicklung der Hauptstadt auch als „Folie für den Transformationsprozess“ des ganzen Landes: In dem Maße, in dem sich aus der einstigen bäuerlichen Siedlung innerhalb weniger Jahrzehnte das ökonomische und politische Zentrum des Landes entwickelte, schaffte auch Jordanien insgesamt den Schritt zu einer modernen

Gesellschaft – allerdings mit einem deutlichen Stadt-Land Gefälle. Bereits vor dem Ersten Weltkrieg hatte Amman einen Eisenbahnanschluß erhalten, die Briten bauten während des Krieges nahe der Stadt einen Militärflughafen. Ab 1921 boten Regierung und Verwaltung zunehmend Arbeitsmöglichkeiten für die Bewohner, und die wachsende Hauptstadt zog zahlreiche Zuwanderer an, darunter viele Palästinenser und Syrer.

Weitere gesellschaftliche Gruppen, unter anderem die aufstrebenden Händler und die einflußreichen Beduinen, wurden durch gegenseitige Gefälligkeiten an den Emir gebunden. Dieterich konnte bei ihren Forschungen „vielfältige Verflechtungen zwischen den unterschiedlichen Eliten und dem haschemitischen Hof“ aufzeigen. „Es war und ist durchaus üblich, daß man sich Posten zuschanzt und Vorteile verspricht.“ Die städtischen Eliten ihrerseits wurden sich ihrer sozialen Verantwortung bewußt und nahmen diese auch wahr, etwa durch Armenspeisungen oder Stipendienvergabe. Die Forscherin: „Herrschaft in Jordanien wird weniger durch Zwang als vielmehr durch eine Umarmungsstrategie ausgeübt.“

Das politische Klima sei daher bis heute auch weitaus entspannter als in vielen Nachbarstaaten, sagt Dieterich. 1938 etwa wurde bereits im Stadtrat von Amman eine Minderheitenquote festgesetzt. Die Volksgruppe der Tscherkessen und die Christen sollten so zu loyalen Bündnispartnern gemacht werden. Diese machtstrategisch begründete Einbeziehung gesellschaftlicher Minderheiten setzt sich im wesentlichen auch im heutigen Jordanien fort. Von einer Gleichbehandlung aller Bevölkerungsteile nach westlichen Maßstäben möchte Dieterich allerdings nicht sprechen: „Insbesondere die zugewanderten Palästinenser werden in vielerlei Hinsicht benachteiligt.“

Die ethnischen und religiösen Gruppen lebten in Amman friedlich zusammen. So berichtet die Forschungsarbeit von Clubs der gesellschaftlichen Minderheiten als „Orte der Begegnung“. Auch die zusammengetragenen Fakten zur Stadtentwicklung sprechen für ein spannungsarmes Miteinander: Abgeschlossene Wohnquartiere für unterschiedliche religiöse Gruppen, wie sie traditionell in vielen arabisch-orientalischen Städten zu finden waren, gab es in Amman nur ansatzweise.

Für die Zukunft sieht Dieterich aber durchaus Gefahren für die Stabilität Jordaniens. So ist etwa das Gelingen der „Umarmungsstrategie“ gegenüber gesellschaftlicher Gruppen auch vom Geldfluß aus dem Westen abhängig. Lange Zeit hatten auch die ölreichen Nachbarstaaten Jordanien als „Frontstaat gegen Israel“ finanziell unterstützt. Diese haben aber seit den 1980er Jahren andere Prioritäten und leisten nur noch wenig Unterstützung für Jordanien.

Des weiteren leidet die jordanische Gesellschaft am demographischen Druck – allerdings unter umgekehrten Vorzeichen als etwa in Deutschland. „Eine wachsende Bevölkerung trifft auf einen engen Arbeitsmarkt mit wenig Entwicklungsperspektiven. Diese Perspektivlosigkeit schafft ‚Verliererbiographien‘, die auch terroristisches Potenzial erzeugen können“, analysiert die Wissenschaftlerin.

Insgesamt zeigt Dieterichs Arbeit über den Aufstieg Ammans die zentralen, im wesentlichen auch heute noch gültigen Grundlagen für die jordanische Stabilität inmitten einer krisengeplagten Region. Die Forscherin benennt vor allem die staatliche Einbindung lokaler und zugewanderter Eliten, welche ihrerseits das friedliche Miteinander der Bevölkerungsgruppen Jordaniens fördert, als wichtiges Kriterium für den Zusammenhalt der Nation. AXEL HORST

Es war und ist durchaus üblich, daß man sich Posten zuschanzt und Vorteile verspricht.

Die Huygens-Mission – wie es war

Dr. Michael Bird vom Radioastronomischen Institut der Universität Bonn saß mit im ESA-Kontrollzentrum, als die Huygens auf dem Saturnmond Titan landete. Hier sein Bericht:

Mit ihrer Landung auf dem Saturnmond Titan am Freitag, 14. Januar, stellte die Raumsonde Huygens einen neuen Rekord auf: Noch kein vom Menschen geschaffenes Objekt war bisher so weit von der Erde entfernt auf einem anderen Himmelskörper gelandet. Um die Entfernung von über einer Milliarde Kilometern von der Erde bis zum Saturn und seinem Mond Titan zu durchqueren, braucht selbst das Licht mehr als eine Stunde. Während des Abstiegs durch die Atmosphäre sendete Huygens

Zwar war es nicht stark genug, um aus der Modulation die Daten abzulesen, doch zeigte es eindeutig, daß die Sonde den Eintritt in die Atmosphäre überlebt hatte. Im Kontrollzentrum breitete sich eine große Erleichterung aus, denn der gefährlichste Teil der Mission war offenbar geglückt.

Um 17:21 Uhr Ortszeit kamen die ersten Daten von Cassini im Kontrollzentrum an und wurden mit großem Jubel begrüßt. Auf der Huygens-Sonde funktionierte alles noch besser als erhofft: Huygens hatte nicht nur die Landung auf Titan überstanden – immerhin einen Einschlag auf die Oberfläche mit etwa 16 Stundenkilometern –, sondern sendete auch über eine Stunde lang Daten von der Oberfläche. Einziger Wermutstropfen war die Tatsache, daß einer der beiden für Huygens bestimmten Empfänger auf Cassini während des Datenempfangs falsch programmiert wurde: Schuld daran war ein fehlen-

wendet, um die Bewegung der Sonde relativ zu Titan zu bestimmen. Zwar wird die Auswertung wegen der unerwarteten Wende der Huygens-Mission langwieriger, doch dürfte das wissenschaftliche Ziel des Experiment mit etwas Verspätung erreicht werden.

Insgesamt war die Huygens-Mission ein spektakulärer Erfolg der Raumfahrt. Die ersten Bilder, die bereits spät am Freitag Abend präsentiert wurden, zeigten eine interessante Landschaft voller Strukturen, die an Flußbetten und Küstenlinien erinnerten. Noch sind viele Daten auszuwerten, und es bedarf einiger Arbeit und Geduld, bis vollständige Ergebnisse vorliegen. Doch bereits jetzt zeichnet sich ab, daß uns die Messungen Einblick in eine neue, faszinierende Welt geben werden.

DR. MICHAEL BIRD

Das Experiment

Mit dem so genannten Dopplerwind-Experiment wollen die Wissenschaftler vom Radioastronomischen Institut herausfinden, wie hoch die Windgeschwindigkeiten in der Titanatmosphäre sind. Dort stürmt es wahrscheinlich mit bis zu 700 Kilometern pro Stunde; die höchste jemals auf der Erde registrierte Windgeschwindigkeit beträgt 510 Stundenkilometer. Für ihre Messung wollten die Forscher den so genannten Dopplereffekt nutzen. Dieser Effekt sorgt dafür, daß uns die Sirene eines Polizeiwagens höher erscheint, wenn er sich auf uns zu bewegt, als wenn er sich von uns entfernt. Mit Hilfe dieser Doppler-Frequenzverschiebung ist es möglich, die Geschwindigkeit der Sonde relativ zur Titanoberfläche zu berechnen. Dabei handelte es sich nicht nur um die bloße Sinkgeschwindigkeit durch die Atmosphäre, sondern die Sonde wurde zusätzlich von den herrschenden Winden horizontal „verweht“. Daher läßt sich so die Windgeschwindigkeit in verschiedenen Höhen über dem Titanboden bestimmen.

Daten an die Muttersonde Cassini, die ihre Antenne während der ganzen Mission auf Huygens gerichtet hielt. Erst nachdem Huygens gelandet war und schließlich hinter dem Horizont verschwand, beendete Cassini die Datenaufnahme, drehte seine Antenne zur Erde und begann mit der Wiedergabe.

Allerdings gab es auch eine kleine Chance, schon vor Ankunft der Daten von Cassini die Emission von Huygens direkt auf der Erde nachzuweisen, wenn auch sehr schwach. Darum warteten alle im ESA-Kontrollzentrum in Darmstadt angespannt, ob das Huygens-Radiosignal vorab auf der Erde direkt empfangen würde. Tatsächlich meldete das 110-m-Radioteleskop in Green Bank (West Virginia) bereits um 11:18 Uhr den Empfang des Signals, das sogar stärker als anfänglich erwartet war.

des Kommando in der vorgesehenen Schaltsequenz. Da die wissenschaftlichen Daten auf beiden Kanälen übermittelt wurden, war der Schaden für fast alle Experimente zwar schmerzlich, aber begrenzt. Betroffen war vor allem das Doppler Wind Experiment, das von unserem Institut geleitet wurde. Der fehlende Kanal verfügte nämlich im Sender sowie im Empfänger über ultrastabile Oszillatoren, die für die Windmessung verwendet werden sollten.

Aufgrund der unerwartet hohen Qualität des auf der Erde empfangenen Signals von Green Bank (und später Parkes, Australien) wird es voraussichtlich möglich sein, trotz der Panne das Windprofil auf Titan zu rekonstruieren. Statt der Doppler-Frequenzverschiebung des Signals auf Cassini werden halt ähnliche Messungen auf der Erde ver-