

## QUANTENSPRUNG

Sommercamp  
für die  
Wissenschaft

Dies muss der einzige Strand der Welt sein, an dem „Science“ und „Nature“ gelesen werden und nicht „Bild“ oder die „Bunte“. Das Marine Biological Laboratory (MBL) in Woods Hole auf Cape Cod bei Boston ist nicht irgendeine Meeresforschungsstation. Es ist das wissenschaftliche Mekka der Meeresbiologen, zu dem im Sommer viele mit der ganzen Familie wie die Zugvögel wandern. Das MBL beherbergt weltberühmte Labors. Viele Forscher aus Boston haben dort ein zweites Labor, zum Beispiel Matthew Meselson aus Harvard, der hoffentlich bald den längst überfälligen Nobelpreis bekommen wird.

Jeden Tag begegnet man Angehörigen der wissenschaftlichen Crème de la Crème in Shorts und T-Shirt. Deren Familien sind oft befreundet und verbringen gemeinsam den Sommer dort. Die über 100-jährige Geschichte des MBL ist mit illustren Namen gespickt. Mehr als 50 Nobelpreisträger haben hier geforscht oder in den berühmten Sommerkursen gelehrt, die Hunderte von Studenten aus der ganzen Welt anlocken.



AXEL MEYER

Professor für Evolutionsbiologie, Konstanz

In den letzten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts wurden nicht nur in den USA viele Meeresstationen gegründet. Die Erforschung von Larven und Embryonen von Meerestieren begann zu erblühen. Auch Deutschland, das leider kein solches Labor von internationalem Rang hat, war damals in dieser Disziplin führend. So wurde die Meeresstation in Neapel nach dem Deutschen Anton Dohrn benannt.

Im Sommer brummt das MBL nur so vor Aktivität. Viele Wissenschaftler von Weltrang mieten sich für die Sommermonate Laborplätze nahe bei ihren meeresbewohnenden Forschungsobjekten. Sie suchen aber auch den Austausch mit Studenten und Kollegen in der Cafeteria oder am Strand. Die Familien sind sehr rustikal in Holzhütten untergebracht, aber es geht ja auch nicht vornehmlich um Komfort.

Urlaub ist ohnehin verpönt unter Wissenschaftlern in den USA. Ich kenne zumindest niemanden, der zugibt, in Urlaub zu fahren. Man hängt vielleicht mal ein langes Wochenende an eine Konferenz, aber mehrere Wochen Urlaub wie in Europa sind unbekannt. Die Wissenschaftler der Westküste tun zwar manchmal so, als ob sie den Tag hauptsächlich mit Surfen verbringen und das Labor nebenbei läuft – vielleicht um noch genialer zu wirken. Aber an der Ostküste herrscht Workoholic-Mentalität. Es wird auch nicht nach fünf Uhr nachmittags privatisiert, wie der Biophysiker Max Delbrück (1906-81) einmal die deutschen Verhältnisse beschrieb.

Vielleicht ist auch dies ein Grund, warum pro Dollar mehr Wissenschaft in den USA herkommt als in Europa. Man macht nicht Wissenschaft, man lebt sie – selbst noch am Strand.

wissenschaft@handelsblatt.com

## Natürliches Schutzkleid der Küsten

Das Anpflanzen von Mangrovenwäldern mindert in tropischen Küstenregionen die Folgen von Tsunamis

ONNO GROSS | COLOMBO

Knapp zwei Stunden dauert die Fahrt von Sri Lankas Hauptstadt Colombo nach Bentota. Die Küstenstraße ist nagelneu, doch entlang der Fahrbahn sind noch immer zerstörte Häuser und Brücken zu sehen. Im Dezember 2004 traf die gewaltige Tsunamiwelle des Sumatra-Erdbebens auf die Insel, die früher Ceylon hieß. Flutwellen von bis zu 15 Meter Höhe überrollten einen breiten Küstenstreifen. Ein ganzer Eisenbahnzug verschwand in den Wassermassen.

Heute, zweieinhalb Jahre nach der Katastrophe, gibt sich die Insel ihr natürliches Schutzkleid zurück: Überall werden in großen Projekten Mangroven mit ihrem Dickicht aus Stelz- und Stützwurzeln als natürlicher Küstenschutz wieder angepflanzt. Denn der Tsunami hatte gezeigt, dass die Regionen, die vor der Flutwelle noch intakte Küstenwälder besaßen, weniger Schäden erlitten. Die Mangroven – eine Gruppe verholzender Salzpflanzen, die sich an das harsche Leben im tropischen Gezeitenbereich angepasst haben – dienen als lebender Deich gegen Sturmfluten.

Auch die Europäische Union beteiligt sich mit dem „Asia Pro Eco Programm“ an der Renaturierung der verwüsteten Küstenlandschaften. „Wir investieren etwa 7,1 Millionen Euro in den Küstenschutz auf Sri Lanka“, erklärte EU-Projektleiter Peter Maher kürzlich auf einer Konferenz in Bentota. Auch in Indonesien, Thailand und Indien werden solche Maßnahmen gefördert.

Eines der EU-Projekte in Sri Lanka wird vor Ort durch den Global Nature Fund aus Radolfzell koordiniert. In Zusammenarbeit mit lokalen Partnern der Umweltinitiative „Living Lakes“ bemüht die Organisation sich vor allem um nachhaltige Fischerei und einen naturverträglichen Umgang mit den Mangroven und Lagunen. „Unsere Projekte konzentrieren sich auf die Seen Bolgoda, Madampegangana und Maduganga südlich von Colombo“, erklärt der Projektkoordinator Udo Gattenlöhner. Etwa 100 000 neue Bäume wurden bisher in 30 Baumschulen herangezogen und in den Gebieten eingepflanzt. Umfangreiche Aufklärungsprogramme sollen die Bevölkerung auf die Funktion der Mangroven als natürlichen Küstenschutz aufmerksam machen.

Noch gibt es auf Sri Lanka etwa 1200 Hektar ursprünglichen Mangrovenwald. Mehr als 20 verschiedene Baumarten bilden hier ein dichtes Dschungelgrün, in dem unzählige Insekten, Reptilien und seltene Säugetiere leben. Die Wurzeln im Salzwasser sind eine der wichtigsten Kinderstuben für Meeresfische und Krebse. „Unser Projekt soll zeigen, wie traditionelle Nutzungen, beispielsweise der Garnelenfang oder die Holzverwertung, der ländlichen Bevölkerung zugutekommen können, ohne dass die Natur dabei Schaden nimmt“, erklärt Gattenlöhner.

Nach dem verheerenden Tsunami waren Experten erstaunt, wie wenig die Mangrovenwälder in Südostasien durch die Wucht der Flutwellen zerstört worden waren. Ob in Thailand, Sri Lanka oder Indien: Die Satellitenbilder zeigten ein weniger zerstörtes Hinterland stets dort, wo es vorher intakte Küstenzonen gab. Bedauerlicherweise war das an nur wenigen Stellen der Fall, denn weltweit verschwinden die Küstenwälder zweimal schneller als der tropi-



Mangrovenbäume wurzeln in seichten Küstengewässern in tropischen Breiten – hier am Aldabra-Atoll auf den Seychellen.

sche Regenwald. „Mangroven gelten als die bedrohtesten Wälder der Welt“, betont der Ökologe Michael Succow, Träger des alternativen Nobelpreises.

Noch vor 20 Jahren gab es weltweit geschätzte 30 Millionen Hektar Mangrovenwald. Dann in den achtziger Jahren begann die schnelle Zerstörung: Heute existieren weltweit nur noch 50 Prozent und in Indien gar nur noch 10 Prozent der ursprünglichen Küstenwälder. Die meisten Mangroven verschwanden durch Trockenlegung im Zuge von Stadtentwicklungen, durch Holzeinschlag oder Plantagen. Insbesondere die Anlage von Garnelen-Farmen – einst als „blaue Revolution“ gepriesen – ließ den tropischen Küstenbäumen keine Chance. In den Fußballfeld-großen Becken werden Garnelen für den Export mit Antibiotika und Fischmehl hochgepöppelt. Dadurch sank der Kilopreis von 7,5 Euro im Jahr 1990 auf nur noch ein Euro heutzutage. Aber die Teiche sind schon nach wenigen Jahren so verseucht, dass immer wieder neue Flächen gerodet werden müssen. Geschätzte 250 000 bis 500 000 Hektar solch brachliegender Garnelen-Farmen gibt es heute in ehemaligen Mangrovegebieten weltweit.

Die verschwundenen Mangroven können dabei relativ schnell wieder aufgeforstet werden, wie zahlreiche erfolgreiche Uno-Projekte in Vietnam, Thailand oder Indonesien zeigen. Es muss meist nur ein wenig nachgeholfen werden. Im südindischen Bundesstaat Tamil Nadu sind es beispielsweise die wild grassenden „heiligen“ Kühe, die die Pflanzen immer wieder dezimieren. „Zunächst haben wir daher die Gebiete mit Zäunen vor den Kühen geschützt und die

Bewässerungskanäle gereinigt“, erklärt der Biologe Vedharajan Balaji, Leiter des Projekts „Mangreen“ (an dem auch der Autor dieses Artikels beteiligt ist). „Wo früher fast nichts mehr war, ergrünt heute nach zwei Jahren wieder das ganze Flussdelta.“

Während die ökologische Renaturierungsmethode besonders schonend ist, werden an anderen Stellen Setzlinge in Reih und Glied wie auf Plantagen ins Küstenvorland gesetzt. Das birgt aber auch Gefahren, denn die salztoleranten Pflanzen brauchen bestimmte Umweltbedingungen zum Überleben. Ist der Boden zu sandig, zu trocken, oder wird er zu lange vom Meer überflutet, können Mangroven nicht gedeihen. So manches schnell entworfene Projekt mit Monokulturen scheitert an solchen Problemen.

„Wir müssen das Abholzen der letzten intakten Mangrovenwälder dringend verhindern“, fordert daher

der Biologe Manfred Niekisch von der Universität Greifswald. „Und wir brauchen sie dringend auch als wichtige Kohlenstoffsenken, um den Treibhauseffekt zu minimieren.“ Tatsächlich gelten Mangrovenwälder als die produktivsten Ökosysteme der Welt: Sie sind wahre Kohlenstofffabriken. Geschätzte 1,5 Tonnen Kohlenstoff kann ein Hektar Mangrovenwald im Jahr aus der Atmosphäre entziehen, wurde an der Universität von Malaysia errechnet. So eliminieren allein die noch vorhandenen 4,5 Millionen Hektar Mangrovenwald in Indonesien in etwa die Auspuffgase von fünf Millionen Autos im Jahr.

Hinzu kommt, dass Mangroven ein wichtiges Bindeglied sind zwischen Land und Meer. Die vielen Wurzeln sorgen für ein kontinuierliches Festhalten der angeschwemmten Fluss-Sedimente und Baumblätter aus dem Hinterland. Diese werden dann in den Schlammzonen zu

gelösten organischen Stoffen umgebaut. Die Mangrovenzone ist dadurch ein Vorfilter für den Kohlenstoffkreislauf im Ozean. In den Sedimenten speichern die Wälder noch einmal etwa 700 Tonnen Kohlenstoff pro Hektar, die aber bei jeder Rodung frei werden.

Der ökonomische Wert der Mangrovenwälder – er wird ohne Kohlenstoff-Speicherung auf ca. 7 000 Euro pro Hektar geschätzt – ist auf lange Zeit beträchtlich. Insbesondere in Zeiten des globalen Meeresspiegelanstiegs: Wie Studien in Australien belegen, können die Wälder bei einem langsamen Anstieg mitwachsen, indem sie sich stetig ihr eigenes Habitat erschaffen. Steigt das Meer zu schnell, dann geraten auch diese lebenden Dämme unter Stress, können nicht mithalten und verschwinden. Das wäre ein Verlust nicht nur zum Nachteil der tropischen Küsten, sondern der ganzen Erde.

## Wälder an der Grenze von Land und Meer

## Zwischen den Gezeiten

Mangroven-Wälder bestehen aus salztoleranten Bäumen und Sträuchern. Ihr gemeinsames Merkmal ist, dass sie sich an das Leben im Gezeitenbereich tropischer Küstenregionen angepasst haben. Fische, Krabben und Muscheln bevöl-

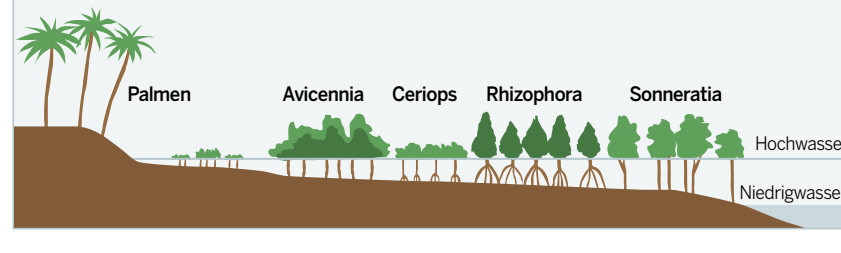
kern das Wasser, auf den Wurzeln der Bäume siedeln Algen, Seepocken, Austern, Schwämme und Schnecken. Man unterscheidet die Mangrovegesellschaften der östlichen Hemisphäre (Indischer Ozean, westlicher Pazifik) von denen der westlichen

(Karibik, Westküsten Amerikas und Afrikas). Die indopazifische Gruppe ist artenreicher. Die Abbildung zeigt schematisch die wichtigsten Arten an der ostafrikanischen Küste. Da sie verschieden gut mit dem Salz umgehen können, beeinflusst der landeinwärts an-

steigende Salzgehalt auch die Verteilung der Arten.

## Filtermechanismus

Um aus dem Meer überhaupt Wasser aufnehmen zu können, besitzen Mangroven einen komplizierten Mechanismus. In den Zellen herrscht ein hoher osmotischer Druck, die Salzkonzentration ist also im Inneren der Zelle höher als im Meerwasser. Ein Ultrafiltrationssystem in den Wurzeln lässt nur das Wasser (nicht das Meersalz) hindurch, das in Richtung der höheren Salzkonzentration ins Zellinnere diffundiert.



## Heizung für den Fusionsreaktor

Die Ionenquelle des Max-Planck-Instituts erzeugt in der Testanlage ITER mehr als 100 Millionen Grad Celsius

DÜSSELDORF. Der internationale Fusionstestreaktor ITER bekommt eine Heizung aus Deutschland. In Änderung der bisherigen Pläne wurde eine im Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) in Garching bei München entwickelte neuartige Hochfrequenz-Ionenquelle ausgewählt, die die Anschubenergie von mehr als 100 Millionen Grad Celsius erzeugen soll. Dies wurde jetzt im Anschluss an die einstimmige Empfehlung des für Planungsänderungen zuständigen internationalen Expertengremiums beschlossen.

Die Testanlage ITER (lateinisch „der Weg“) ist das wichtigste Projekt der Fusionsforschung. In einer einzigartigen Zusammenarbeit zwischen der Europäischen Union, Japan, USA, Russland, China, Indien und Südkorea soll der Bau der An-

lage im kommenden Jahr in Cadarache in Südf frankreich beginnen. Mit 500 Megawatt erzeugter Fusionsleistung – zehnmal mehr, als zuvor zur Plasmaheizung aufgewendet wird – soll ITER zeigen, dass ein Fusionsfeuer als künftige umweltschonende Energiequelle möglich ist.

Ein Fusionskraftwerk soll, ähnlich wie die Sonne, aus der Verschmelzung von Wasserstoff-Atomkernen Energie gewinnen. Dazu muss es gelingen, den Fusions-Brennstoff – ein dünnes ionisiertes Wasserstoffgas, das sogenannte Plasma – berührungsfrei in einem kranzförmigen Magnetfeldkäfig einzuschließen und auf über 100 Millionen Grad Celsius aufzuheizen. Bei ITER soll dies etwa zur Hälfte die sogenannte „Neutralteilchen-Heizung“ übernehmen: Schnelle Wasserstoffatome (neutral,

also ohne elektrische Ladung), die in das Plasma hineingeschossen werden, geben beim Zusammenstoßen ihre Energie an die Plasmateilchen ab. Heutige Anlagen erreichen so auf Knopfdruck ein Mehrfaches der Sonnentemperatur. Die Wasserstoff-Atome können nur als geladene Teilchen (Ionen) so stark beschleunigt werden. Vor Eintritt ins Plasma müssen sie wieder neutralisiert werden.

Die Großanlage ITER stellt jedoch neue Anforderungen: Die Teilchen müssen noch drei- bis viermal schneller sein als bisher, damit sie tief genug in das voluminöse Plasma eindringen können. Die bisher genutzten positiv geladenen Ionen sind für die extremen Anforderungen nicht mehr zu gebrauchen, da sie sich umso schlechter neutralisieren lassen, je schneller sie sind. Die Gar-

chinger entwickelten daher ein Verfahren mit negativ geladenen Ionen.

Das im IPP entwickelte Heizverfahren konnte sich gegen Konkurrenten aus Frankreich und Japan durchsetzen. In einer Vorform ist die Garchinger Ionenquelle seit 1995 erfolgreich in Betrieb. Seit 2002 arbeiten die Plasmaphysiker daran, sie für die ITER-Anforderungen weiterzuentwickeln. Beendet ist die Entwicklungsarbeit mit der nun gefallenen Entscheidung jedoch noch nicht. Im IPP wird demnächst ein weiterer Teststand für eine Quelle in halber ITER-Größe aufgebaut. Hier soll geprüft werden, ob der Teilchenstrahl den ITER-Anforderungen genügen kann. Das System in Originalgröße soll anschließend das Fusionsinstitut der italienischen Forschungsgesellschaft ENEA in Padua untersuchen. jfk

## Patriotische Polarforschung

Eine weitere Arktis-Expedition soll beweisen, dass der Nordpol den Russen gehört

MOSKAU. Russland plant für November eine neue Expedition ins Nordpolarmeer (Arktis), um seine Hoheitsansprüche auf die dort vermuteten Öl- und Gasvorkommen zu untermauern. Es seien weitere geologische Erkundungen mit Forschungs-U-Booten geplant, sagte der Vizepräsident der Vereinigung russischer Polarforscher, Wladimir Strugazki, der Agentur Itar-Tass am Mittwoch in Moskau. Mit Spezialgeräten sollten die Bodenstrukturen im Eismeer intensiver untersucht werden, sagte Strugazki.

Die wissenschaftlichen Ambitionen stehen im Auftrag politischer Interessen. Moskau will belegen, dass das unterseeische Lomonossow-Gebirge im Nordpolarmeer geologisch eine Fortsetzung des sibirischen Kontinentalschelfs ist, also ein sogenann-

ter Festlandssockel. Nach dem Seerechtsübereinkommen der Vereinten Nationen dürfen Staaten Naturschätze auf und in dem ihrer Küste vorgelagerten Festlandssockel bei Ausschuss anderer Staaten ausbeuten. Einige Staaten beanspruchen auch generell eine 200-Meilen-Zone als Hoheitsgewässer, während sich die meisten Küstenländer mit einer 12-Meilen-Zone begnügen.

Seit 2001 fordert Moskau bei den Vereinten Nationen eine Anerkennung von zwei Dritteln der Arktis – einschließlich des Nordpols – als russisches Hoheitsgewässer. Das Seegebiet ist mit rund 1,2 Millionen Quadratkilometern fast viermal so groß wie Deutschland. Eine Entscheidung über die Ansprüche ist derzeit nicht absehbar. Russland erwartet frühestens für 2010 eine Anerken-

UNSERE THEMEN
MO ÖKONOMIE
DI ESSAY
MI GEISTESWISSENSCHAFTEN
<b>DO NATURWISSENSCHAFTEN</b>
FR LITERATUR

Zwei frühe  
Menschenarten  
als Zeitgenossen

FERDINAND KNAUSS | DÜSSELDORF

Ein 1,44 Millionen Jahre alter Kieferknochen eines Homo habilis stellt die bisherige Sicht der menschlichen Evolution in Frage. Er ist deutlich jünger als bisherige Habilis-Funde und zeigt, dass die beiden Frühmenschenarten Homo habilis und Homo erectus für fast eine halbe Million Jahre gemeinsam in Ostafrika lebten. Das schreiben Paläoanthropologen in der Fachzeitschrift „Nature“. Bisher wurde Homo habilis als Vorfahre des Homo erectus und dieser als Vorfahre heutiger Menschen (Homo sapiens) betrachtet.

Fred Spoor vom University College London und Meave und Louise Leakey (Mutter und Tochter aus der berühmten Paläoanthropologen-Dynastie) entdeckten den Knochen 2000 östlich des Turkana-Sees in Kenia. Er wurde auf Basis einer geologischen Untersuchung der Erdschichten an der Fundstelle datiert. Aufgrund von Größe und Form der sechs erhaltenen Zähne ordneten die Forscher den Knochen der Art Homo habilis (lateinisch „geschickter Mensch“) zu. Diese habe somit länger als bislang vermutet gelebt – und damit auch gleichzeitig mit Homo erectus („aufrechter Mensch“), der erstmals vor etwa 1,9 Millionen Jahren nachzuweisen ist.

„Ihr nebeneinander macht es unwahrscheinlich, dass Homo erectus aus Homo habilis entstanden ist“, sagt Meave Leakey. Beide Arten, so vermuten die Forscher, sind vor zwei bis drei Millionen Jahren aus einer gemeinsamen Vorgängerart entstanden, doch aus dieser Zeit gibt es kaum Belege. „Die Tatsache, dass sie für eine lange Zeit als Arten getrennt blieben, legt nahe, dass sie eigene ökologische Nischen besetzten, wodurch sie direkte Konkurrenz vermieden“, sagt Leakey. So gebe es Hinweise darauf, dass Homo habilis mehr pflanzliche Nahrung zu sich genommen habe, Homo erectus hingegen mehr Fleisch und Fett.

Ein anderer Fund der Forschergruppe, ein 1,55 Millionen Jahre alter Schädel eines Homo erectus, zeigt, dass diese Art dem heutigen Menschen wohl nicht so ähnlich war wie weithin angenommen. Der Schädel, vermutlich ein weiblicher, ist vergleichsweise auffällig klein, der bislang kleinste der Art, der je gefunden wurde. Die Forscher vergleichen die extremen Größenunterschiede zwischen männlichen und weiblichen Individuen mit denen etwa bei Gorillas. Solcher „Geschlechtsdimorphismus“ ist verbunden mit einer Fortpflanzungsstrategie, die auf möglichst viele Partner zielt. „Weil ein großer Geschlechtsdimorphismus als uralte Erscheinung der menschlichen Evolution gilt, bedeutet das kleine Fundstück, dass Homo erectus nicht so menschenähnlich war wie einmal angenommen.“