

QUANTENSPRUNG

Geringere  
Gebühren für  
Einheimische

Deutsche (staatliche) Universitäten gehören nicht zu den 50 besten der Welt. Doch auch die besten Unis der Welt sind nicht unbedingt nur private wie Harvard, Princeton oder Stanford, sondern auch öffentliche wie die University of California.

Wie die staatlichen Universitäten Deutschlands sollen sie unter anderem Landeskinder ausbilden. Allerdings kann die University of California Berkeley wählerischer sein und nur die vier Prozent Jahrgangsbester aus Kalifornien zum Studium zulassen. Weil aber diese Universität zum Teil durch die Steuern kalifornischer Bürger (und Eltern) finanziert wird, darf nur eine Minderheit der Studienplätze an Nicht-Kalifornier vergeben werden. Außerdem unterscheiden sich die Studiengebühren für Landeskinder deutlich von denen für andere Amerikaner und Ausländer. Kalifornier zahlen etwa 4000 Dollar pro Semester, alle anderen 14 000. US-Staatsbürger gelten nach einem Jahr als Kalifornier und zahlen von da an nur noch die geringeren Gebühren. Ausländer müssen meist für das ganze Stu-



AXEL MEYER  
Professor für  
Evolutionärsbiologie,  
Konstanz

dium die höheren Gebühren zahlen, daher versuchen öffentliche Universitäten in den USA, nicht nur immer mehr Spenden einzuwerben, sondern auch mehr Ausländer anzulocken. Wenn diese klugen internationalen Köpfe nicht nur mehr fürs Studium zahlen, sondern danach der US-Wirtschaft und Wissenschaft erhalten bleiben, haben die USA im globalen Wettbewerb einen Vorteil.

Einige deutsche Bundesländer erwägen nun in ähnlicher Weise, Landeskindern keine oder reduzierte Gebühren abzuverlangen. Dass Argument, dass die Eltern schließlich Steuern in dem Bundesland zahlen, leuchtet ein. Deutsche Universitäten sollten nach amerikanischem Vorbild ausländischen Studenten realistischere, also erhöhte, Studiengebühren abverlangen. Denn deren Eltern haben in Deutschland keine Steuern gezahlt, die die Universitäten finanzieren. Der deutsche Steuerzahler zahlt für die Ausbildung der ausländischen Konkurrenz. Die Investition, ausländische Studenten hier auszubilden, ist viel riskanter als in den USA, da die Wahrscheinlichkeit, dass sie nach dem Studium hier bleiben (dürfen) und damit zum Standort beitragen, ist viel geringer.

Aber die Sache hat noch einen entscheidenden Haken. Unsere deutschen Universitäten genießen – vielleicht zu Unrecht – international keinen genügend guten Ruf, dass sich die intelligentesten Ausländer darum reißen würden, hier zu studieren – erst recht nicht, wenn sie realistischere Studiengebühren zahlen müssten. Der Ruf unserer Universitäten muss sich dringend bessern, sonst kommen die Besten nicht, und wir werden im internationalen Vergleich weiter nach hinten rutschen.

wissenschaft@handelsblatt.com

# Goldrausch in der Tiefsee

Der Generalsekretär der Meeresbodenbehörde fordert einen umweltschonenden Abbau der Bodenschätze in den Ozeanen

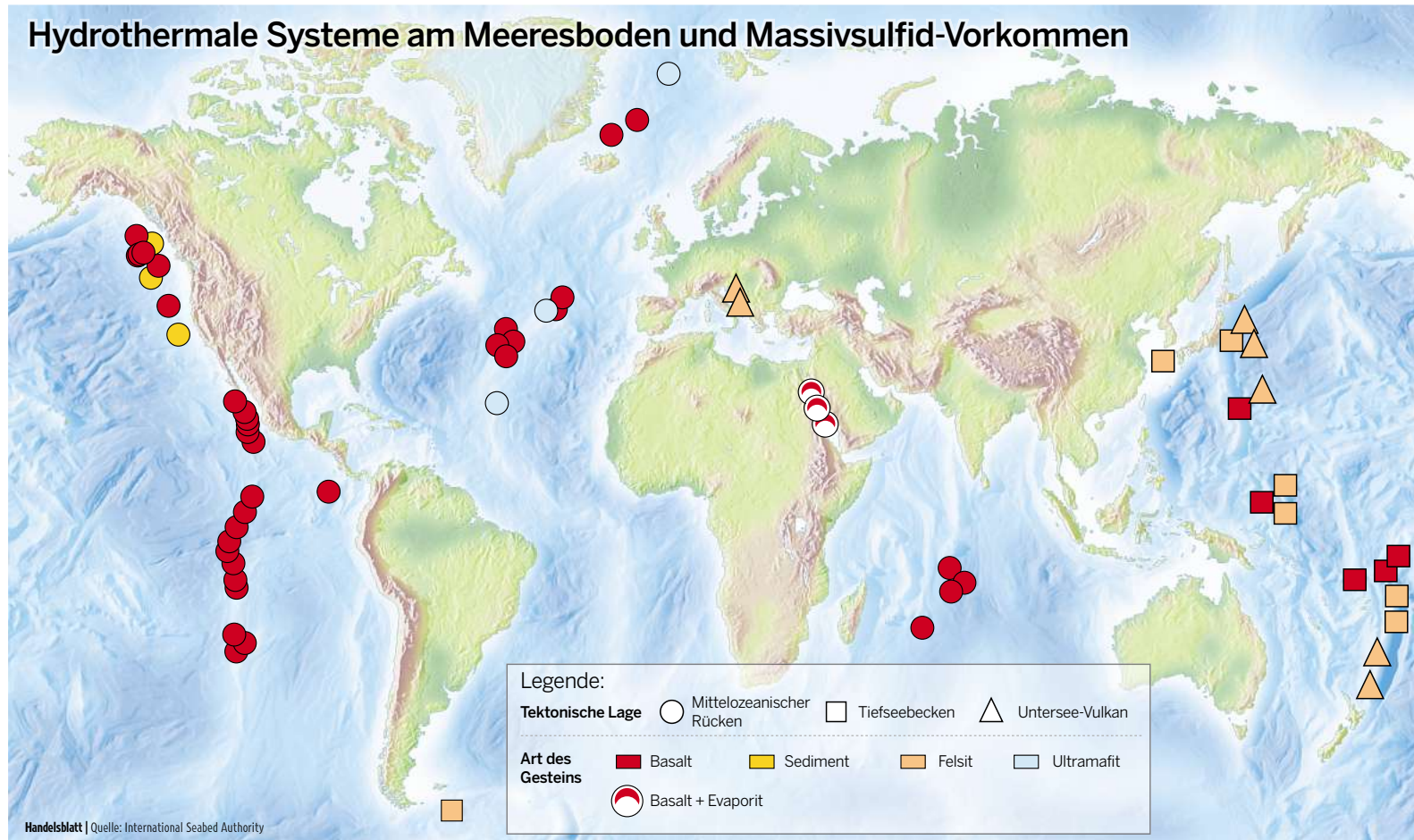
ONNO GROSS | DÜSSELDORF

Der Anblick war atemberaubend: Schwarze giftige Schwaden quollen aus der Meeresspalte, so heiß, dass das Thermometer am ausgestreckten Greifarm zu schmelzen begann. Plötzlich wimmelten Tausende exotisch anmutende Wesen im Scheinwerferlicht des Tauchboots. An den Flanken der neu entdeckten hydrothermalen Schloten, der sogenannten Schwarzen Raucher, lebten seltsame Röhrenwürmer mit roten Köpfen, dazwischen huschten weiße Krebse und aalartige Fische. Zum ersten Mal hatten 1977 Forscher in der pazifischen Tiefsee nicht weit von den Galapagos-Inseln ein vom Sonnenlicht unabhängiges Ökosystem entdeckt.

Heute, 30 Jahre nach der Entdeckung, sind wieder Tauchboote zu den untermeerischen Schornsteinen unterwegs. Das Objekt ihrer Begierde ist diesmal allerdings nicht die bizarre Tierwelt. Es geht um die Suche nach wertvollen Edelmetallen. Ob Gold, Silber, Platin, Mangan und Kobalt, Molybdän und Kupfer, Tellur für die Solarzellen der High-Tech-Industrie oder seltene Erden: der Grund der Ozeane bietet einen Schatz an immer wertvoller werdenden Mineralien.

Die heißen Quellen gelten dabei als die Erzfabriken der Tiefsee. In den Schlotwänden lagern sich in Schwefelverbindungen (Sulfiden) eingepackte die ausgewaschenen Buntmetalle des Erdinneren schichtenweise ab. Mehr als 300 solcher Hydrothermalvorkommen sind mittlerweile bekannt, knapp 100 davon mit Massivsulfiden (siehe Karte). Im Jahr 1989 fand eine Expedition des deutschen Forschungsschiffs „Sonnen“ vor Tonga im Westpazifik Schloten mit Goldgehalten von 30 Gramm pro Tonne Ablagerung.

Das Edelmetall im Meeresschutt lockt seit der großen Mineralgesellschaften an. Zwei Tiefseeprojekte stehen nun kurz vor der Umsetzung: das Projekt „Solwara 1“ (Salzwasser) unter Führung der kanadischen Firma Nautilus Minerals in der Bismarcksee nördlich von Papua-Neuguinea und das Projekt „Kermadec“ der britischen Firma Neptune Minerals in den Gewässern nördlich Neuseelands. Die Investoren – ein „Who's Who“ der globalen Bergbauunternehmen wie Teck Resources, Anglo American, Epcor Cominco und Barrick Gold – scheinen es ernst zu meinen. Neptune Minerals hat mittlerweile insgesamt mehrere Zehntausend Quadratkilometer Meeresboden bei Neuseeland und vor Papua-Neuguinea zur Lizenz angemeldet. Eine beinhaltet den Conical Sea-



mount an den submarinen Flanken der Lihir-Insel, auf der sich eine der größten Goldlagerstätten der Welt befindet. In der zentralen Bismarcksee liegen auch die umfangreichen Lizenzgebiete des kanadischen Unternehmens Nautilus Minerals, der größeren und kapitalstärkeren der beiden Firmen.

Ein mehrere Millionen US-Dollar teures Erkundungs- und Testbohrungsprogramm von Nautilus Minerals startete in diesem Jahr und soll Umweltbasisuntersuchungen durchführen. Bereits Ende 2006 hatte die Firma einen Vertrag mit der belgischen Firma Jan des Nul über den Bau eines 191 Meter langen Bergbauerschiffs mit dem schön klingenden Namen „Jules Verne“ abgeschlossen. Im Jahr 2009 wird das Baggerboot fertiggestellt sein und der Minenbetrieb in bis zu 1700 Meter Tiefe starten. Dann wird mit einem speziellen Abbaugerät, einer Art ferngesteuerten Planiererraupen, das erzhaltige Gestein an den Schwarzen Rauchern zerschneiden. Das Material gelangt danach über ein Transportrohr mit 30 cm Durchmesser bis zum Schiff an der Meeresoberfläche, wo es auf Lastkähne zur weiteren Verhüttung an Land umgeladen wird.

„Wenn Nautilus und seine Partner erfolgreich sind“, kommentiert Satya Nandan, der Generalsekretär der Internationalen Meeresbodenbehörde (IMB) diese Entwicklung, „wird der Effekt für die mineralischen Ressourcen im Ozean revolutionär sein.“ Die Meeresbodenbehörde in Kingston, Jamaika, geht zurück auf das Seerechtsübereinkommen der Vereinten Nationen, dem bis heute 154 Länder beigetreten sind. Sie regelt und überwacht die Erforschung und Gewinnung der Ressourcen des Meeresbodens, die zum „gemeinsamen Erbe der Menschheit“ erklärt worden sind.

Im Jahr 2000 wurde ein erstes internationales Regelwerk für den Abbau der Manganknollen verabschiedet mit dem kryptischen Namen „Bestimmungen über die Prospektion und Erforschung polymetallischer Knollen in dem Gebiet“. Sieben Konventionen (auch Deutschland ist beteiligt) haben seither mit der Behörde Explorationsverträge für den Mangan-Bergbau abgeschlossen.

Ein weiteres Regelwerk für die Massivsulfide und sogenannten Mangan-Krusten ist für die nahe Zukunft zu erwarten. Diese an den untermeerischen Vulkanen ausgefallenen Erze bieten ebenfalls reichhaltige Kupfer- und Kobalt-Lagerstätten. „Wir haben 80 Prozent des Regelwerks zusammen, aber einige kritische Punkte fehlen noch. Dabei geht es um die Auftei-

lung der Flächen und die Art der Abgaben an die Staatengemeinschaft“, so Satya Nandan.

Die Mangan-Krusten sind insbesondere für die Chinesen interessant, da sie in ihren Hoheitsgewässern bisher keine Sulfidlagerstätten oder Metallschloten gefunden haben. „In China wird über Wege für den Abbau des Kupfers und Kobalts ganz gezielt nachgedacht“, berichtet Hermann Kurdrass von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Hannover.

Auf dem Festlandsockelbezirk greifen die Verordnungen der Meeresbodenbehörde letztendlich nicht. Diese Seegebiete einschließlich des Meeresbodens beanspruchen die Anrainerstaaten meist als exklusives Staatsgebiet. Vielfach sind die Ansprüche aber umstritten, wie etwa in der Nordpolarregion, wo sich mit Blick auf vermutete Bodenschätze Russland, Kanada, Norwegen, die USA und Dänemark um die Ausbeutungsrechte streiten.

Die entdeckten Massivsulfidvorkommen und Mangan-Krusten entlang des Ringes von Vulkanen um den Pazifik („Feuerring“) oder die Gashydrat-Lagerstätten liegen oft in

nationalen Hoheitsgewässern und unterliegen damit auch nationaler Rechtsprechung. Der Gold- und vor allem Kupferabbau vor Papua-Neuguinea ist bei dem raschen Ansteigen der Weltmarktpreise für metallische Rohstoffe enorm lukrativ. Seit 2000 stieg laut einer IMB-Studie allein der Preis für Kupfer um 408 Prozent, und nach oben gingen auch die Preise für Gold (268 Prozent), Kobalt (233 Prozent), Nickel (578 Prozent), Zink (316 Prozent) und Blei (209 Prozent). Bei solchen Zuwachsraten kann sich die aufwendige Technik in der Tiefsee lohnen – auch wenn

manche Geologen die Ergiebigkeit der Lagerstätten bezweifeln. Die Umweltauswirkungen sind allerdings bedenklich. Nach Meinung der Firmen ist der Bergbau unter Wasser zwar umweltfreundlicher als an Land. Zudem soll es eine enge Zusammenarbeit mit den staatlichen Stellen geben, und die Firma Nautilus will den Tiefseebergbau mit „Verantwortungsbewusstsein für die Umwelt“ durchführen. Doch die Möglichkeiten zur Überwachung der Umweltauswirkungen in der Tiefsee sind begrenzt, wie die neuseeländische Meeresschutzorganisation Terra Nature befürchtet. Papua-Neuguinea hat für seine Hoheitsgewässer noch gar keine Umweltschutzmaßnahmen erarbeitet.

Obwohl die erloschenen Hydrothermalquellen nach dem derzeitigen Kenntnisstand zwar ökologisch ärmer sind als die aktiven Schwarzen Raucher, an denen es vor Leben nur so wimmelt, heißt dies nicht, dass sie tot sind. Gerade dort könnten spezielle Organismen wie hitzetolerante Bakterien und andere Organismen vorkommen, die aber durch den Abbau für immer ausgelöscht würden. „Ob nun an Land oder unter Wasser“, sagt Generalsekretär Nandan, „wenn wir einen neuen Weg einschlagen, müssen wir dabei auch Bäume fällen. Die Aufgabe ist es, dies nicht unverhältnismäßig und ausschließlich für den Gewinn durchzuführen, sondern nur in dem Maße, dass wir dabei die Tierwelt und Umwelt nicht dauerhaft zerstören.“

## Keine Stollen, kein Staub, keine Kumpels – Bergbau mit Schiffen

### Goldsuche

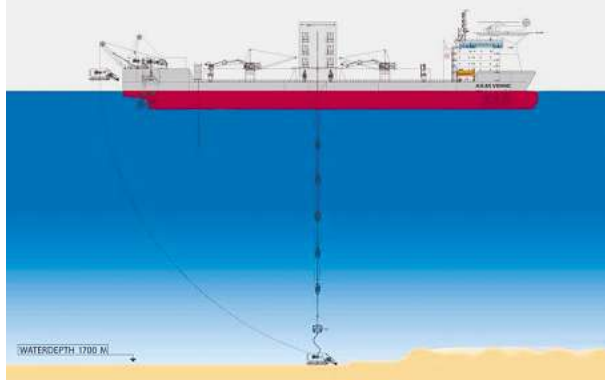
Bis vor wenigen Jahren kamen Schiffe nur unfreiwillig mit dem Grund der Tiefsee in Berührung. Doch durch die Entdeckung wertvoller Bodenschätze ist aus dem Ort der letzten Ruhe für Seeleute ein Objekt der Begierde für Rohstoffunternehmen geworden.

Moderne Abbauschiffe wie die im Bau befindliche „Jules Verne“ des belgischen Spezialschiff-Konstruktors Jan de Nul werden nun die Ressourcen vom Meeresboden fördern – ohne dass Menschen selbst tauchen müssten. Das Schiff soll im Auftrag der Firma „Nautilus Minerals“

Gold, Zink und Kupfer im Pazifik bei Papua-Neuguinea abbauen.

### Staubsager-Prinzip

Das zu fördernde Material wird mit einem sogenannten „seabed crawler“, einem elektrischen Raupenfahrzeug, das über ein Kabel ferngesteuert wird, auf dem Meeresboden in bis zu 1700 Meter Tiefe abgebaut. Das Fahrzeug soll eine Zertrümmerungs- und eine Bagger-Einheit enthalten. Es ist mit einer Art Nabelschnur (30 Zentimeter Durchmesser) mit dem Schiffsrumpf verbunden. Durch diesen Schlauch wird



das zerkleinerte und eingesammlte Material in das Schiff hochgesaugt. Für den Auftrieb sorgen fünf Pumpen entlang der Nabelschnur. Das Abbaumaterial wird an Bord des Schiffs in einem Stauraum zwischengelagert (bis

zu 16 000 Kubikmeter). Mit besonders großen Baggerarmen, die auf der „Jules Verne“ fest installiert werden, soll das Material vor Ort auf Frachtschiffe umgeladen werden, die es zur Weiterverarbeitung an Land transportieren.

### Hohe Erwartungen

Nautilus-Chef David Heydon erwartet, dass das Schiff jährlich 1,8 Millionen Tonnen Erz abbaut. Die Welt, so hofft er, sei möglicherweise bald vom Kupfer und Zink des Meeresbodens so abhängig wie jetzt schon von seinen Öl- und Gasvorkommen.

# Bangladesch könnte Tsunami drohen

Ein australischer Geoforscher vermutet eine Seebeben-Zone im nördlichen Golf von Bengalen

DÜSSELDORF. Das Risiko für einen Tsunami im Golf von Bengalen und seinen Anrainerstaaten Indien, Bangladesch und Myanmar ist weit größer als bisher angenommen. Diese Überzeugung bringt Phil Cummins von Geoscience Australia heute im Fachmagazin „Nature“ zum Ausdruck.

Die Region galt bisher als weit weniger gefährdet als die weiter südlich gelegenen Gebiete entlang dem Sundabogen, den Inselketten von den Andamanen und Nikobaren über Sumatra und Java bis zu den Kleinen Sunda-Inseln. An Weihnachten 2004 wurde dieses Gebiet von einem verheerenden Erdbeben im Sundagraben vor Sumatra und einem darauffolgenden Tsunami überrascht, bei dem 230 000 Menschen ums Leben kamen.

Die Inselketten liegen in einer Erdbebenregion, weil vor der Küste des Inselbogens eine Subduktionszone verläuft. In diesem Bereich taucht die Australische Kontinentalplatte unter die Eurasische Platte ab.

Umstritten ist seit Jahrzehnten der weitere Verlauf der Subduktionszone in der nördlichen Spitze des Indischen Ozeans. In diesem Bereich schiebt sich die Indische Kontinentalplatte unter die Eurasische. Eine Mehrheit der Forscher ging bisher davon aus, dass die Zone entlang der Küste von Myanmar tektonisch nicht mehr aktiv ist und auf dem Land und nicht in der See verläuft. Damit könne ein Erdbeben auch keinen Tsunami auslösen.

Laut Phil Cummins gebe es inzwischen aber ausreichende Belege dafür, dass diese Zone tatsächlich im

nordöstlichen Golf von Bengalen 100 bis 200 Kilometer vor der Küste Myanmars verläuft und erst im Delta von Ganges und Brahmaputra landeinwärts zieht. Dafür sprechen neben neuesten GPS-Daten der Plattenbewegungen auch historische Berichte aus der Küstenregion Myanmars. Geoforschern seien die Berichte über das Arakan-Erdbeben am 2. April 1762 durchaus bekannt: „Aber es hat sich niemand die historischen Details angesehen“, sagt Cummins, ein Experte für geschichtliche Quellen von Erdbeben. 1841 habe ein britischer Schiffskapitän die Bewohner der Insel Cheduba befragt. „Die Interviews bestätigen, dass es damals zumindest lokal einen Tsunami gegeben hat“, schreibt Cummins.

Eine Besonderheit des bengalischen Beckens fördere zudem die

Entstehung von Beben. Eine bis zu 20 Kilometer dicke Sedimentschicht, entstanden aus dem Schlamm von Ganges und Brahmaputra, isoliere das darunterliegende Gestein so gut, dass die thermischen Bedingungen das Risiko für Erdbeben erhöhten.

„Seine Warnungen sollte man ernst nehmen“, sagt Richard Arculus von der Australian National University. Einige Monate vor dem Seebeben von 2004 habe Cummins bereits auf historische Quellen über Tsunamis am Sundabogen hingewiesen und das Fehlen eines Warnsystems bemängelt. Ob ein solches System in dieser Region helfen könnte, bezweifelt indes Tsunamiexperte Edward Bryant von der University of Wollongong, Australien. „Die Vorwarnzeit wäre wohl zu kurz, um noch Menschen zu evakuieren.“ ahäu

# Neue Strategie gegen HIV

Ein Impfstoff gegen das Aids-Virus müsse auf zwei Wegen angreifen, sagen Forscher

GIANNA GRÜN | DÜSSELDORF

Die bislang erfolglose Suche nach einem Impfstoff gegen den Erreger der Immunschwächekrankheit Aids, das HI-Virus, könnte bald neue Fortschritte machen. Nach Untersuchungen eines Forscherteams um Ann Hessel vom The Scripps Research Institute, La Jolla, Kalifornien, fehlt den bisher getesteten Impfstoffen eine entscheidende Eigenschaft.

In der heutigen Ausgabe der Fachzeitschrift „Nature“ erklären sie, dass ein solcher Impfstoff nicht nur das Eindringen von Virus-Zellen in gesunde Zellen verhindern müsse, sondern auch einen weiteren Abwehrmechanismus des menschlichen Organismus aktivieren sollte. Das HI-Virus setzt Teile des Immunsystems außer Gefecht, so dass

der Körper sich nicht mehr gegen andere Krankheitserreger zur Wehr setzen kann.

In einem intakten Immunsystem produziert der Körper bei Kontakt mit einem Krankheitserreger passende Abwehrstoffe. Diese Antikörper bekämpfen die Krankheitserreger, indem sie sich an die Antigene der Virushülle binden und so verhindern, dass diese in Körperzellen eindringen und sie infizieren.

Laut Ann Hessel sollten die verwendeten Antikörper eines Aids-Impfstoffs nicht nur an die im Körper frei zirkulierenden Viren direkt andocken, sondern auch spezielle Rezeptoren an körpereigenen Abwehrzellen besetzen. Diese sogenannten Fc-Rezeptoren sitzen an der Oberfläche der Killer- und Fresszellen der Immunabwehr. Erst wenn die Antikör-

UNSERE THEMEN
MO ÖKONOMIE
DI ESSAY
MI GEISTESWISSENSCHAFTEN
DO NATURWISSENSCHAFTEN
FR LITERATUR

## Schöner wohnen und forschen im Eis

MARCUS ANHÄUSER | DÜSSELDORF

Es wird Zeit zu gehen. Wer will schon noch länger in einem Haus wohnen und arbeiten, das jedes Jahr rund einen Meter tiefer im Schnee versinkt und irgendwann vom Eis zerquetscht werden wird. Die Forscher der deutschen Polarstation Neumayer II sitzen nicht mehr lange in ihren drei Röhren unter der zwölf Meter dicken Schicht aus Eis und Schnee auf dem Ekström-Schelfeis in der Antarktis.

Die Nachfolgestation Neumayer III, die derzeit in Teilen zur Erprobung auf dem Firmengelände des Herstellers in Bremerhaven steht, wird diese Woche der Öffentlichkeit präsentiert. Im Dezember soll der Aufbau im ewigen Eis etwa sechs Kilometer südlich von der alten Station beginnen. Der Einzug der Wissenschaftler ist für Februar 2009 geplant.

„Der Umzug ist nötig, weil Eis und Schnee die Station in wenigen Jahren zerdrückt haben werden“, sagt Angelika Dummermuth, die Pressesprecherin des federführenden Alfred-Wegener-Instituts in Bremerhaven. Das frühzeitige Ende der 1992 in Betrieb genommenen Station war vorhersehbar. Die Station steht auf Schelfeis, einer ins Meer verlängerten Eisplatte eines Gletschers, der beständig Schnee und Eis ins Meer schiebt. Die Scherkräfte und der wachsende Druck der Schneedecke setzen der Forschungsreihe immer mehr zu.

Das Drücken und Schieben ist jedem der bis zu neun Mitarbeiter auf der Station vertraut: „Das knirscht und kracht den ganzen Tag über“, sagt Dummermuth. In der gesamten Station sind in den Innenräumen Beulen und Dellen in den Wänden zu erkennen.

Damit die neue 2300 Tonnen schwere Station nicht auch im Schnee versinkt, haben die Konstrukteure den neuen Komplex auf 16 hydraulische Stelzen gesetzt. Die halten die 68 Meter lange und 24 Meter breite Plattform sechs Meter über der Schneedecke. Ein Graben unterhalb der Station ist 8,20 Meter tief und wird als Tiefgarage genutzt werden.

Die Lebensdauer verdoppelt sich dank der Stelzenkonstruktion laut dem AWI von bisher 15 auf 25 bis 30 Jahre. Positiver Nebeneffekt: Es bleiben langfristig keine Bauteile im Schnee zurück, eine Anforderung, die das Antarktis-Umweltschutzprogramm inzwischen stellt. Das Wohnen und Arbeiten soll bequemer werden. Es gebe mehr Platz, und für einen Teil der Messungen müssten die Wissenschaftler künftig die Station nicht mehr verlassen – eine durchaus angenehme Aussicht bei Temperaturen bis minus 47 Grad Celsius und Winden bis 130 Stundenkilometern.

Lesen Sie morgen eine aktuelle Reportage über die neue Station im Weekend Journal des Handelsblatts.