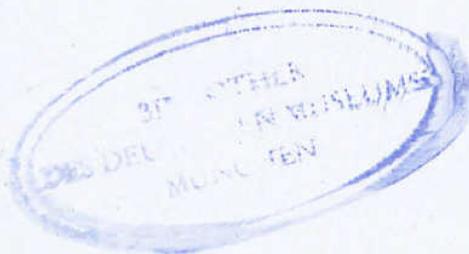


# Kultur & Technik

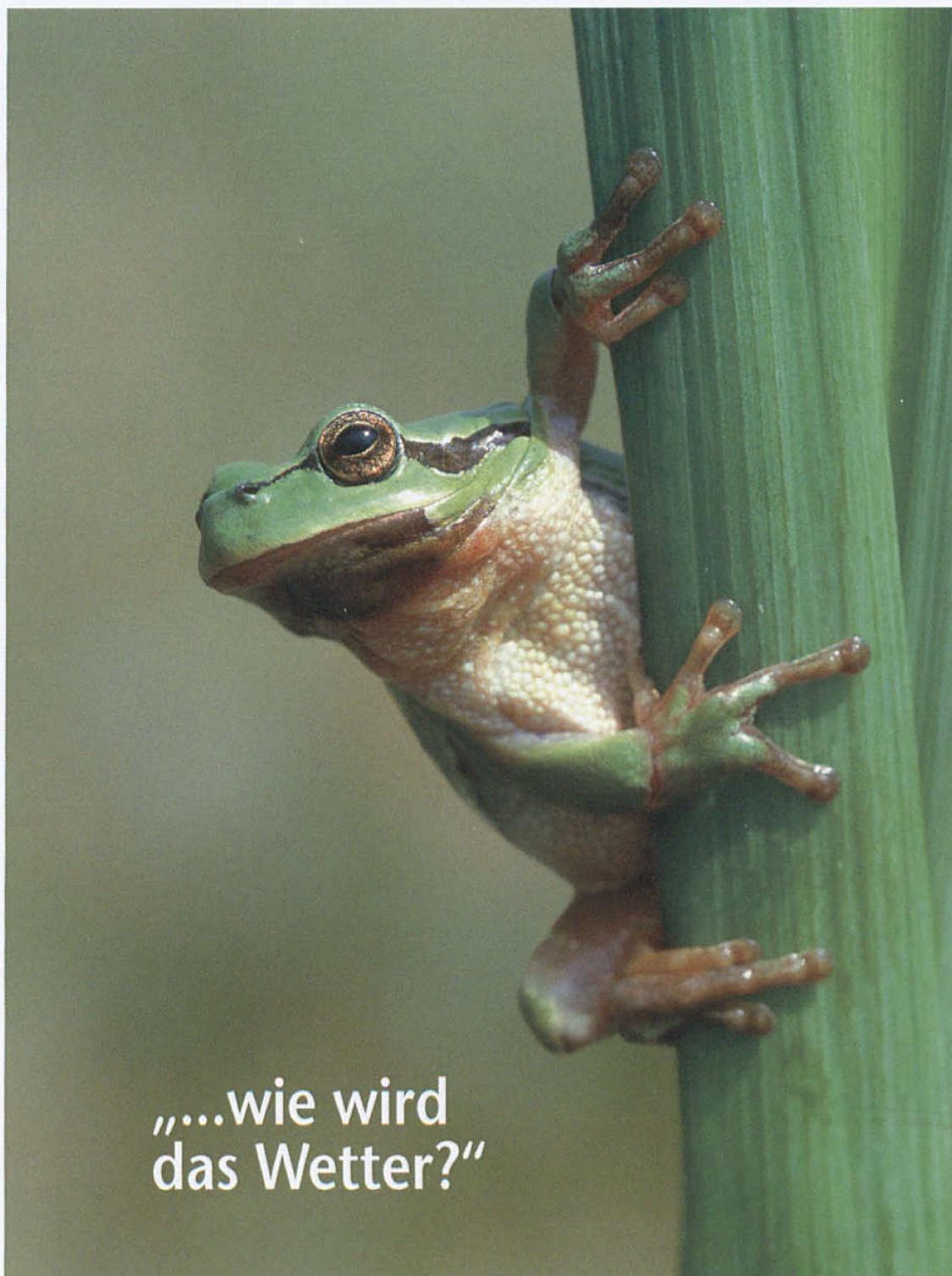
Juli · August · September · III/2002

€ 6,-

Res 24500  
H 23 7561



## KLIMA IM WANDEL



„...wie wird  
das Wetter?“

### INTERVIEW

Wolfgang Seiler  
über die  
Folgen des  
Klimawandels

### ANTARKTIS

Zwei Sommer  
am Südpol

### SATELLITEN

Künstliche  
Trabanten  
erforschen  
die Erde

### PORTRÄT

Erinnerungen an  
den Chemiker  
Friedrich Giesel

### UTOPIEN

Traum von der  
Besiedelung  
des Meeres



# Inhalt

## KLIMA 5 Editorial

- 10 Kein Schnee am Kilimandscharo?**  
Sabine Gerber spricht mit Klimaforscher Wolfgang Seiler über den Klimawandel und seine Folgen.
- 14 Red sky at night - sailor's delight**  
Jobst Broelmann über die Wissenschaft der Wetterbeobachtung auf See.
- 18 Die Sintflut**  
Auf die Spuren einer Legende begaben sich Walter Pitman und Bill Ryan. Ursula Gerber
- 22 Augen im All**  
Mit Sputnik 1 begann die Geschichte der Erdtrabanten. Matthias Knopp
- 26 Antarktischer Sommer**  
Die Meeresbiologin Gritta Veit-Köhler über zwei Forschungssemester in der Antarktis.
- 32 Naturkatastrophen und Klimawandel**  
Die Versicherungswirtschaft macht sich Sorgen. Gerhard Berz
- 35 ...bis in die luftigen Höhen der Atmosphäre**  
Das Universum Science Center in Bremen stellen vor: Kerstin Haller und Tobias Wolff
- 38 Grenzen der Erkenntnis**  
Nico Stehr und Hans von Storch über Klimawandel und Gesellschaft

## MAGAZIN 42 Die Villa Hügel

Sabine Simon

- 47 Friedrich O. Giesel: Vergessener Pionier**  
Rudolf Fricke
- 50 Städte unter dem Meer**  
Bernd Flessner
- 56 Weltkulturerbe: Puebla**  
Dirk Bühler

- ## RUBRIKEN
- 6 Rundschau**
- 54 Kinderseite: Dr. Profs Geodrom**
- 58 Gedenktage technischer Kultur**
- 62 Nachrichten, Veranstaltungen**
- 64 Schlusspunkt: Der Wetterfrosch**
- 66 Vorschau, Impressum**



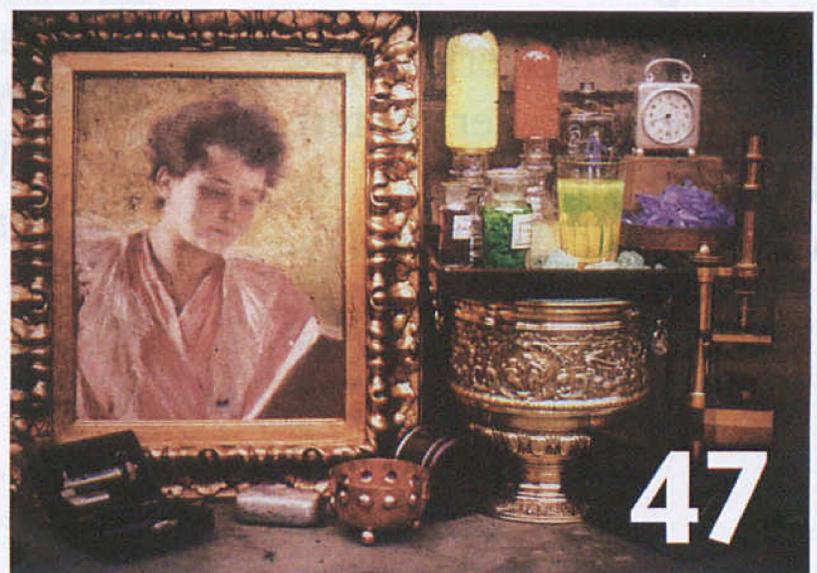
26

Internationale Forscherteams entdecken in der bizarren Welt der Antarktis eine Vielzahl großer und kleinster Lebewesen.



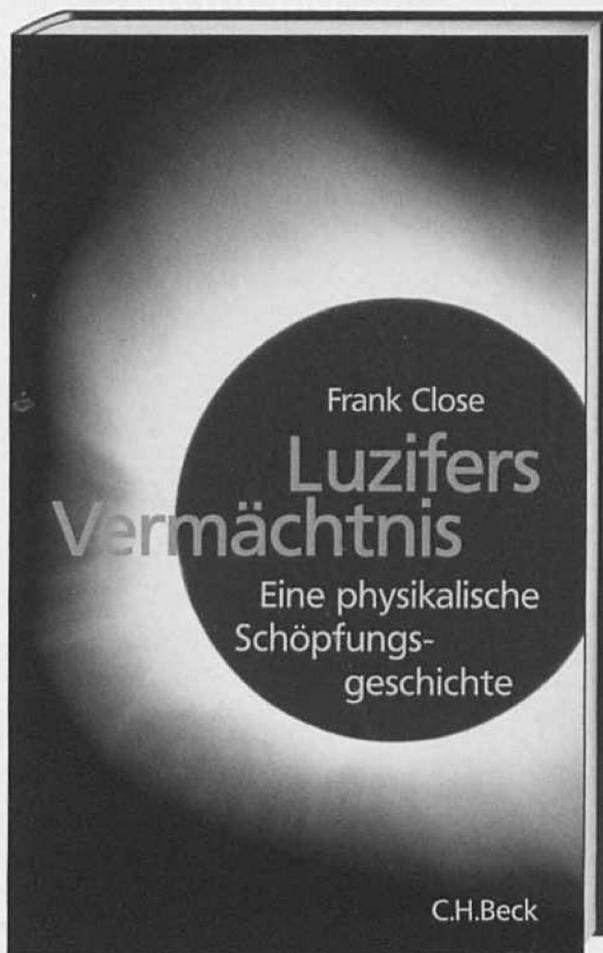
32

Eine Zunahme der Naturkatastrophen in den vergangenen 30 Jahren beobachten auch die Versicherungsgesellschaften.



47

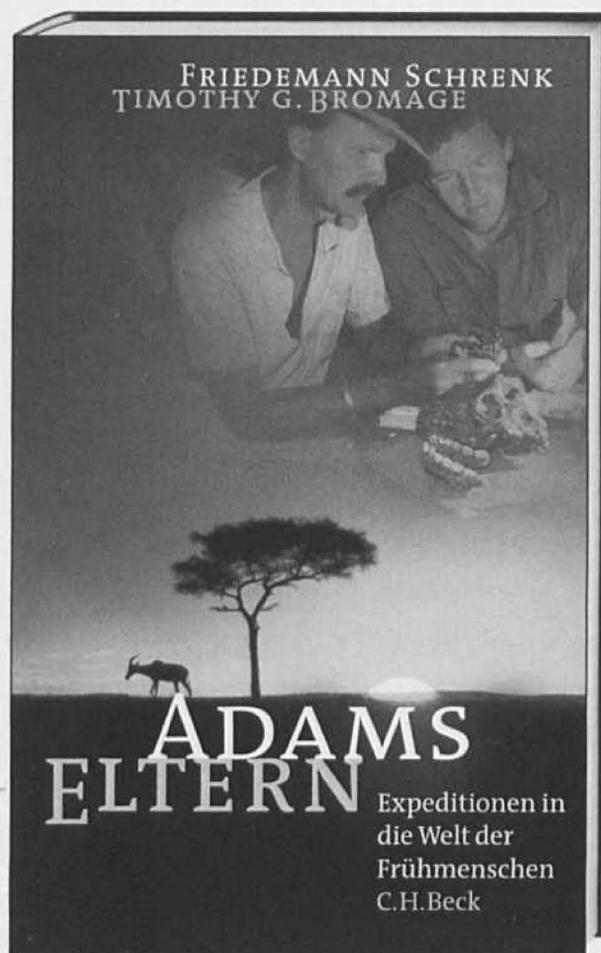
Der Chemiker Friedrich O. Giesel experimentierte mit Radium ebenso wie mit den neuesten fotografischen Techniken seiner Zeit.



Aus dem Englischen von Thomas Filk  
274 Seiten mit 47 Abbildungen. Gebunden € 22,90[D]

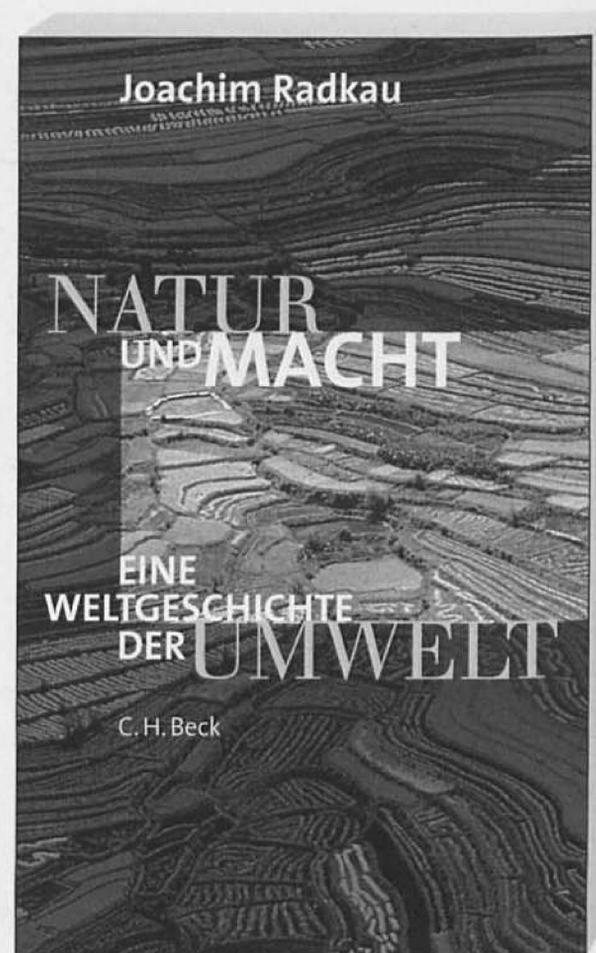
„Dieses kleine Buch ist ein ganz Großes. Frank Close ... liefert ein wunderbares Beispiel, wie man sehr komplizierte naturwissenschaftliche Fragen ... so klar und verständlich machen kann, daß man am Ende baff erstaunt das Buch weglegt und fast ein wenig traurig darüber ist, daß es schon zu Ende ist.“  
*Harald Lesch, Süddeutsche Zeitung*

„Ein Meisterwerk und überdies eine der besten Physik-Einführungen für den Laien.“ *Sunday Times*



255 Seiten mit 130 Abbildungen.  
Gebunden. € 19,90[D]

„Adams Eltern ist ein spannend und allgemeinverständlich geschriebenes Buch zur Geschichte des Menschen. Schrenk und Bromage schildern humorvoll den Alltag der afrikanischen Grabungskampagnen wie die Phasen ihrer sensationellen Funde. Das Werk bietet darüber hinaus einen leicht nachvollziehbaren Überblick über den aktuellen Stand der internationalen Paläo-Anthropologie.“  
*Ernst Wegener, Frankfurter Allgemeine Zeitung*



Aktualisierte und erweiterte Sonderausgabe.  
469 Seiten. Broschiert € 19,90[D]

Erstmals werden hier von Joachim Radkau die vielfältigen Verflechtungen von Natur, Mensch und Zivilisation und ihr weitreichender Einfluß auf die Weltgeschichte nachgezeichnet.

„Buch des Jahres“ der Zeitschrift *Politische Ökologie*.

„Dieses Buch war dringend angezeigt ... Wirklich lesenswert!“ *Weltwoche*

„... eine äußerst interessante Darstellung ... Das Buch ist ein Durchbruch.“  
*taz*

„... Radkau liefert den historischen Hintergrund, vor dem heutige Umweltprobleme diskutiert werden sollten.“ *Die Welt*

VERLAG C.H.BECK [www.beck.de](http://www.beck.de)

# Editorial

## Liebe Leserin, lieber Leser

Über das Wetter und seine Kapriolen kann man sich immer unterhalten. Entweder ist es zu warm, zu nass, zu trocken oder zu kalt – mit der aktuellen Situation sind wir selten zufrieden. Dafür erinnern wir uns umso lieber an vergangene Traumsommer oder -winter. Das „Klima“, behaupten wir dann, habe sich spürbar geändert, und sehen uns bestätigt durch die Ergebnisse der Wissenschaft: Klimaforscher sprechen von einem dramatischen Klimawandel, dessen mögliche Folgen sogar Versicherungen und Politik alarmieren.

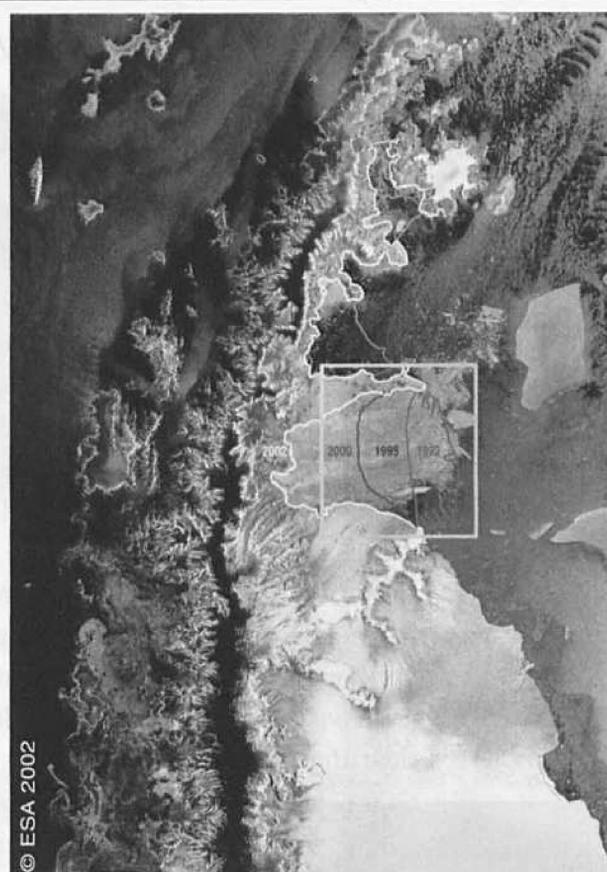
Aber kann man denn schon von einem oder zwei besonders warmen Sommern oder einem milden Winter auf eine Klimaerwärmung schließen oder nach einem verregneten, kühlen Sommer auf eine drohende Eiszeit? Nein! Wetter und Klima beschreiben zwar beide den Zustand der untersten Schicht der Atmosphäre, der durch Strahlung, Luftdruck, Lufttemperatur, Luftfeuchte und Wind beschrieben und gemessen wird, und sie entstehen beide mit Hilfe der Sonnenenergie durch Wechselwirkungen zwischen Atmosphäre, Erdoberfläche und der Wasserhülle der Erde. Aber sie unterscheiden sich in der Zeit: Während das Wetter das ist, was wir täglich erleben – Sonnenschein, Gewitter, Nebel – erkennen wir das Klima erst nach einem sehr langen Blick auf den Wetterablauf. Klima ist der durchschnittliche Zustand der „Wettersphäre“ über eine genügend lange Periode (meist 30 Jahre) betrachtet. Es wird durch Mittelwerte und Häufigkeiten extremer Ereignisse charakterisiert. Langfristige Änderungen dieses Zustands – Klimaänderungen – bewegen sich auf Zeitskalen von Jahrzehnten bis Jahrmillionen, und deshalb ist ein einzelner warmer Sommer auch kein Zeichen für eine Klimaänderung, wohl aber eine Häufung warmer Sommer und milder Winter über viele Jahre hinweg.

Das Deutsche Museum widmet dem Klima (und damit natürlich in vieler Hinsicht auch dem Wetter) eine Sonderausstellung, die vom 7. November 2002 bis 15. Juni 2003 zu sehen sein wird. Unterstützt wird diese Schau durch die Münchner Rück.

Wie, wo und warum wird das Klima gemessen? Wie funktioniert das Klimasystem? Wie sah das Klima in der Vergangenheit aus und wie findet man das heraus? Seit wann greift der Mensch in das Klimasystem ein? Wie tut er das? Wie sieht das Klima der Zukunft aus? Kann es berechnet werden? Wird es wirklich wärmer? Und wenn, was hat das für Folgen? Wie geht unsere Gesellschaft mit den Folgen einer Klimaerwärmung um? Das sind Fragestellungen, mit denen sich die Ausstellung beschäftigen wird. Einige davon werden Sie in dieser Ausgabe von Kultur&Technik wiederfinden.

Viel Vergnügen bei der Lektüre wünscht Ihnen Ihre

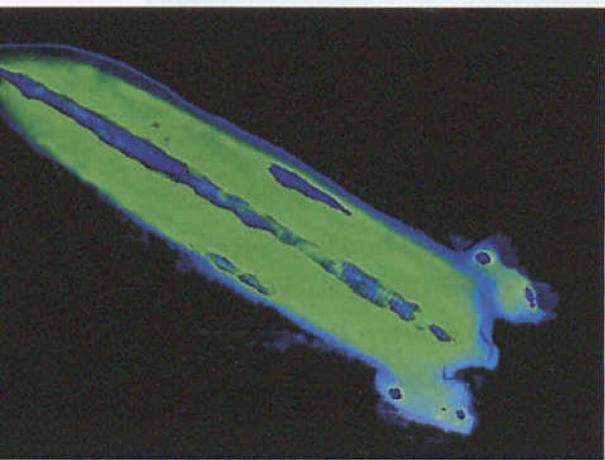
Dr. Sabine Gerber  
Kuratorin Umwelt/Klima



Eines der ersten Bilder, das der Forschungssatellit Envisat im März 2002 auf die Erde funkte, zeigt eine riesige zerberstende Packeisfläche am Südpol. Experten sind sich noch uneins, ob derartige Ereignisse bereits als Anzeichen einer grundlegenden Veränderung des Klimas gedeutet werden können.

## Magnete bringen Fossilien zum Sprechen

Mit einer neuen Methode ist es Forschern gelungen, Fossilien wie beispielsweise Donnerkeile noch präziser als bisher zu bestimmen, ohne sie dabei zersägen zu müssen. Für die länglichen Steingebilde, die unsere Vorfahren für Blitzschläge ihrer zürnenden Götter Donar oder Zeus hielten, haben Paläontologen heute wissenschaftlich fundierte Erklärungen. Längst



ist klar, dass es sich bei Donnerkeilen um versteinerte Skelette von Belemniten handelt, den Vorläufern der Tintenfische. Die Abdrücke der bis zu fünf Meter langen Meeresriesen, die in der Kreidezeit ausstarben, werden heute noch in Steinplatten gefunden.

Mit der unter der Leitung von Dr. Frank Volke und Dr. Bertram Manz vom Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik IBMT entwickelten Magnetresonanztomografie (Magnetic Resonance Imaging MRI) lassen sich erstmals hoch aufgelöste Bilder der Struktur im Innern von Versteinerungen erzielen.

Schon seit Jahren wird MRI diagnostisch in der Medizin an Patienten eingesetzt; allerdings war die räumliche Auflösung – etwa ein Millimeter – bisher für kleine Fossilien noch zu grob. Die neue 3-D-Methode der IBMT-Arbeitsgruppe ist deutlich feiner und erlaubt zuverlässige Rückschlüsse, wie sich das Leben vor Millionen von Jahren entwickelt hat. „Im Fall der Donnerkeile konnten wir zeigen, dass winzige wasserhaltige Kalkkristalle eine bestimmte räumliche Orientierung aufweisen“, erklärt Dr. Volke, Leiter der Arbeitsgruppe. Aufgrund dieser Erkenntnisse könne geschlossen werden, wie das Skelett der Belemniten gewachsen sein muss.

### AUSTRALIEN

## Geheimnisvoller Marea-Man

Rätselhaft ist nach wie vor die Entstehung des „Marea-Man“, der im Juli 1998 mitten in der südaustralischen Wüste, 600 Kilometer nördlich von Adelaide, entdeckt wurde. Die perfekt gezeichnete, gut proportionierte Gestalt erreicht eine Länge von viereinhalb Kilometern und 15 Kilometern Gesamtumfang. Sichtbar wird sie erst aus einer Höhe von tausend Metern.



Wissenschaftler haben herausgefunden, dass die Figur mit einer Furche von sechs Meter Breite in

den Boden gezeichnet worden sein muss. Aus der Luft erscheint sie als dunkle rostfarbene Linie im fahlen Wüstenboden.

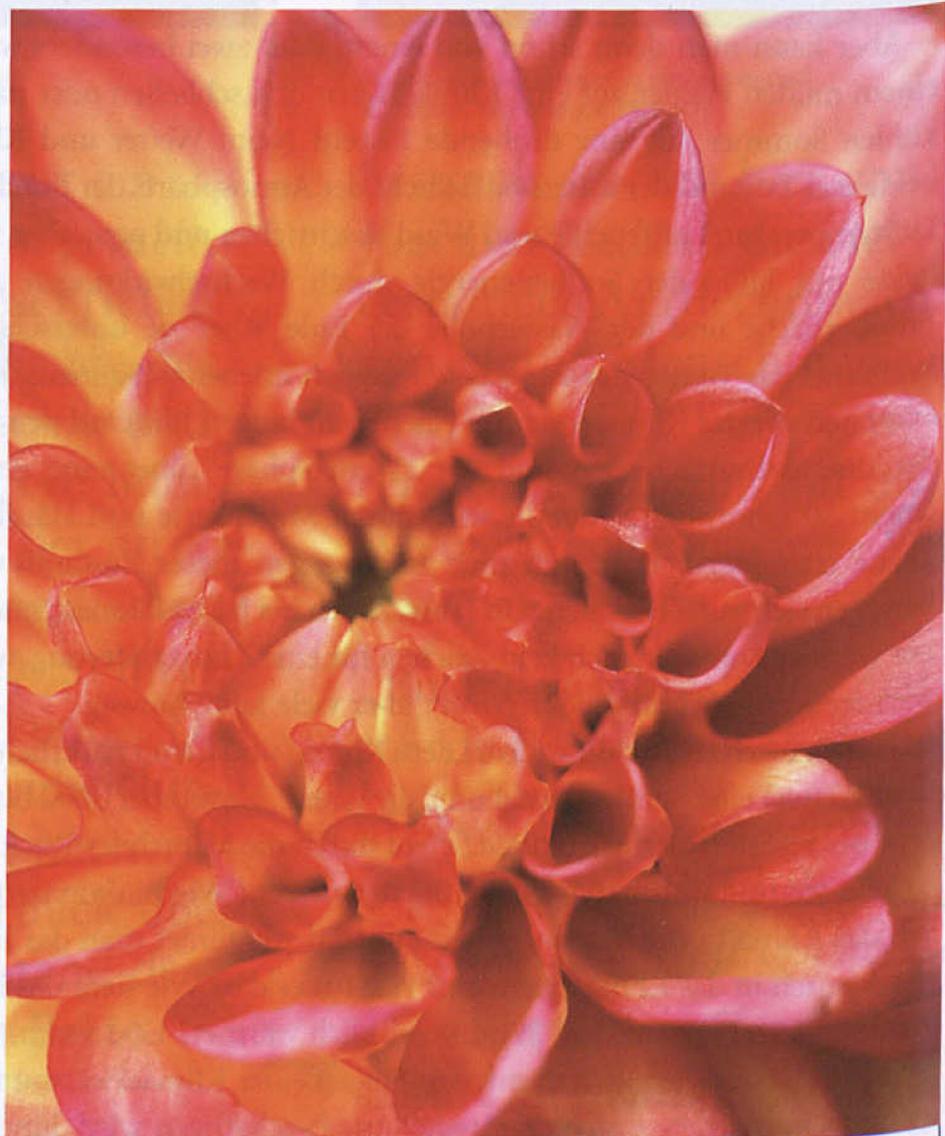
Der Pilot Ray Goss war der erste, der das Bild vom Flugzeug aus sah. „Es ist das Abbild eines Aborigines“, vermutete er. „Der Mann hält so etwas wie einen Speer in der Hand“.

Satellitenaufnahmen (siehe Bild) bestätigten seine Beobachtung. Seither gibt es die verschiedensten Spekulationen über die Entstehung der mysteriösen Figur.

### NEULAND

## Unbekannte Inseln entdeckt

Eine Überraschung erlebten unlängst dänische Wissenschaftler. Trotz zahlreicher Satelliten, die die Erde aus dem All vermessen, ist der blaue Planet offensichtlich noch längst nicht vollständig erfasst. Bei der Auswertung von Satelliten-Radarbildern entdeckten die Forscher etwa 70 Kilometer nordöstlich von Grönland vier Inseln, die bislang noch auf keiner Karte eingezeichnet waren. Die vorläufig „Small Islands“ genannten Inseln liegen nur acht Kilometer südlich der vor wenigen Jahren entdeckten Tobias-Insel. Obwohl die Inseln demnächst noch genauer erkundet werden sollen, könne man schon jetzt mit großer Sicherheit ausschließen, dass es sich um Eisberge handelt, so die Wissenschaftler.



Erinnerungen sind bunt. In der Ausgabe des *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition* (Vol. 28/3) zeigen Felix Wichmann vom Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik in Tübingen und Karl Gegenfurtner, Professor an der Justus-Liebig-Universität in Gießen, dass Farbe einen nachweislichen Einfluss auf das menschliche Gedächtnis hat. Den Versuchspersonen fiel es leichter, sich an Bilder mit natürlichen Farben und Szenen wie Landschaften, Blumen und Wälder zu erinnern als an schwarz-weiße oder an Falschfarben-Bilder.

DER MENSCH WIRD NEU VERMESSEN

## Größer, dicker, breiter

Vor hundert Jahren maß ein 19-jähriger Deutscher durchschnittlich 1,67 Meter. Heute sind es 15 Zentimeter mehr. Würde sich der Trend weiter fortsetzen, dann überschreitet der männliche Deutsche in hundert Jahren die Zweimetergrenze, schätzen Wissenschaftler. Die größten Männer Europas dürfen sich derzeit aber die Niederländer nennen – mit einer durchschnittlichen Körperlänge von 1,84 Metern.

Vor allem in den Industrienationen wachsen die Menschen nicht nur in die Höhe – pro Jahr um rund einen Millimeter –, sondern auch in die Breite. Während 1980 nur zehn Prozent der Jugendlichen mit Übergewicht zu kämpfen hatten, sind es heute doppelt so viele. Wen wundert es da, dass Rock und Hose zwicken und nicht mehr so richtig passen wollen. Längst entsprechen die Kleidergrößen nicht mehr dem tatsächlichen Körperbau des Wohlstandsmenschen.

Vor dieser Erkenntnis wurde in Großbritannien nun das Forschungsprojekt „Size UK“ initiiert. Es ist das größte und aufwändigste Körpervermessungsprojekt, das es je gegeben hat. Rund 11.000 Menschen haben sich in einem halben Jahr in acht britischen Großstädten per Körperscanner vermessen lassen.

Mit sechs Digitalkameras wird die Körperform der freiwilligen Probanden vollautomatisch und millimetergenau erfasst. Damit tatsächlich alles korrekt ist, wird anschließend noch einmal per Hand und Maßband exakt nachgemessen.

Erste Vorergebnisse der Studie zeigen: Nicht nur der männliche Körper hat sich verändert – auch der Körperumfang der Britinnen. Sie wachsen vor allem immer mehr in die Breite. In den letzten achtzig Jahren hat der durch-



**Keine Figur wie Barbie: Männer und Frauen werden größer und breiter.**

schnittliche Brustumfang um elf Zentimeter zugenommen, an der Hüfte sind es 15 und an der Taille 20 Zentimeter.

Noch in diesem Jahr will Amerika mit „Size USA“ nachziehen. Auch für Deutschland wurde ein vergleichbares nationales Vermessungsprojekt gefordert. Es scheiterte bislang aber an den hohen Kosten.

GESETZ GEGEN LICHTVERSCHMUTZUNG IN TSCHECHIEN

## Im Dunkeln leuchten die Sterne

Was Dichter einst ergötzte und zu wahren Meisterwerken der Poesie inspirierte, können heute nur noch wenige Menschen ungestört bewundern: den funkelnden Sternenhimmel in einer klaren Nacht. Grund dafür ist das Streulicht vor allem in den Städten. Es hellt den nächtlichen Himmel so stark auf, dass das Firmament kaum noch zu sehen ist.

Die „Lichtverschmutzung“ bringt schon seit Jahren die Vertreter der International Dark Sky Association (IDA) in Tuscon, Arizona auf die Barrikaden. Wenn es nach ihnen ginge, so habe jeder Mensch ein Recht auf einen dunklen Nachthimmel.

Nun hat Tschechien als erste Nation ein Gesetz zum Schutz vor Lichtverschmutzung unterzeichnet. Am 1. Juni soll es in Kraft treten. Konkret richtet sich das Gesetz

gegen „jede Form künstlicher Beleuchtung, die Licht in Bereiche abstrahlt, für die sie nicht gedacht ist, insbesondere wenn die Strahlung nach oben gerichtet ist“. In



Tschechien dürfen Lampen künftig nicht mehr in den Himmel strahlen. Mit dieser Regelung unterstützt der tschechische Staatspräsident und Schriftsteller Vaclav

Havel den vielfach vorgetragenen Wunsch von Astronomen nach einem dunklen Nachthimmel – da ihre Arbeit durch das helle Streulicht behindert werde.

**Streulicht aus den Städten erhellt und „verschmutzt“ dadurch den nächtlichen Himmel.**

## Der Klang von Erdbeben

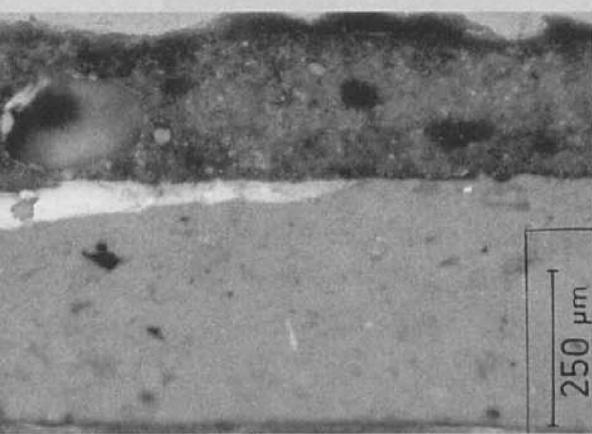
Shansi, China, 23. Januar 1556. Ein starkes Beben erschüttert die Erde und fordert 830.000 Todesopfer. Rund zwei Jahrhunderte später, am 27. Juli 1976, traf es China erneut schwer. Diesmal in Tangshan. In nur wenigen Sekunden kamen 650.000 Menschen ums Leben. Die beiden Erdbeben in China gelten als die zerstörerischsten in der Geschichte, die uns bekannt sind.

Bis heute lassen sich Erdbeben trotz intensiver wissenschaftlicher Forschungen nicht vorhersagen. „Vielleicht messen wir ja mit den Seismometern bereits brauchbare Vorläufersignale, aber erkennen sie nicht in der traditionellen Darstellung der Erdbebendaten“, meint der Geowissenschaftler und Philosoph Florian Dombois vom Fraunhofer-Institut für Medienkommunikation.

### Seismografische Kurve hörbar gemacht

Anstelle von visuellen Seismogrammen setzt Dombois auf deren akustische Wiedergabe. Bereits in seiner Dissertation entwickelte er einen Entwurf, in dem er die Transponierung der Erdbewegung in das Akustische vorschlägt und dies exemplarisch an einem Beben in Chile 1994 aufzeigt. Seine Methode: Durch Kompression der Zeitachse eines Seismogramms um das 2000fache und das Hörbarmachen der seismografischen Kurve durch eine Lautsprechermembran wird das Beben als akustisches Geräusch wahrnehmbar.

So kann zum Beispiel durchs Hören unterschieden werden, ob es sich um ein Erdbeben an einer Subduktionszone oder an einem Mittelozeanischen Rücken handelt. Dombois hofft, dass von diesen Erfahrungen neue Impulse für die Erdbebenprognoseforschung ausgehen.



**BERICHTIGUNG:**  
Verdreht abgebildet erschien dieser Querschnitt durch ein Gemälde von Serge Poliakoff (Abstrakte Komposition in Blau-Grün-Grau-Rot) auf Seite 45 in Kultur & Technik 2/2002. Durch die 22fache Vergrößerung werden die einzelnen Pigmentkörner sichtbar.

## NEUE CHIPGENERATION

# Plastik statt Silizium

**Kunststoffe, so genannte Polymere, sind nach Ansicht** von Experten das Chipmaterial von morgen. Vor 23 Jahren entdeckten der Amerikaner Alan Heeger, der Neuseeländer Alan MacDiarmid und der Japaner Hideki Shirakawa, dass man Kunststoffe durch Dotieren, das heißt „Verunreinigen“ mit Fremdatomen, leitfähig machen kann. Im Jahr 2000 erst erhielten die drei Wissenschaftler für ihre Entdeckung den Chemie-Nobelpreis.

Seit Jahren arbeiten Forscherteams bereits daran, der herkömmlichen, auf Silizium basierenden Mikroelektronik mit „Low-cost“-Elektronik aus organischen Kohlenstoffverbindungen Konkurrenz zu machen.

Solche Halbleiter haben viele Vorteile: Sie sind leicht herzustellen und können im Gegensatz zu

Silizium auf flexible Unterlagen aufgebracht werden.

Ähnlich wie beim Mehrfarbendruck werden beim Plastikchip einzelne Schichten übereinander auf eine Trägerfolie gedruckt. Damit würden sich die aufwändigen Ätz- und Beschichtungstechniken in völlig staubfreien Räumen, wie sie bei der Siliziumtechnik erforderlich sind, im Druckverfahren umgehen lassen.

Erst kürzlich setzte das deutsch-schweizerische Physikerteam mit Jan Hendrik Schön, Bertram Batlogg und Christian Kloc von Lucent Technologies in Murray Hill, New Jersey, einen weiteren Meilenstein in der Entwicklung der Kunststoffelektronik. Sie entwickelten Kunststoffe, die sozusagen nach Bedarf von metallisch, halbleitend auf supraleitend „umgeschaltet“ werden können.

## HÖCHSTE SOLARANLAGE DER WELT IN AUSTRALIEN

# Null Emissionen

**Ökologisch, erneuerbar und sauber.** So soll Energie zukünftig in Australien erzeugt werden. Spätestens in drei Jahren soll dazu das weltweit erste kommerzielle Aufwindkraftwerk ans Netz gehen. Das verkündete die australische Betreiberfirma EnviroMission.

Mit der mehr als fünf Kilometer breiten Kollektorfläche und dem 1000-Meter-Kamin aus Stahlbeton ist das Solarkraftwerk die höchste jemals von Menschenhand erbaute Konstruktion. EnviroMission zufolge werden die Kosten für den Bau der Großanlage auf rund 700 Millionen Dollar geschätzt. Das 200-Megawatt-Kraftwerk soll Strom für etwa 200.000 Haushalte liefern. Erster Standort ist Ned's Corner Station in der Gegend um den Murray River, 70 Kilometer von der Stadt Mildura entfernt.

Die Aufwindtechnik ist einfach, die Sonne als Energiequelle nahezu unerschöpflich. Im Wesentlichen fußt der umweltfreundliche Sonnenkamin mit den gigantischen Dimensionen auf zwei bekannten physikalischen Prinzipien: dem Treibhaus- und dem Kamineffekt. Unter einem riesigen treibhausartigen Glas- oder Kunststoffdach werden die Luftmassen durch die Sonneneinstrahlung erhitzt. Die warme Luft steigt in den hohen

Kamin in der Mitte der Kollektoren auf und treibt dabei eine riesige Windturbine an, die an einen Generator zur Stromerzeugung gekoppelt ist.

## Grüne Energien per Gesetz gefördert

„Das Sensationelle am Aufwindprojekt ist, dass es null Emissionen hat“, erklärt EnviroMission-Direktor Martin Thomas. Im Vergleich: Ein ähnlich großes Kohlekraftwerk würde jährlich 830.000 Tonnen Kohlendioxidgase in die Atmosphäre ausstoßen. Bis 2010 will das Energieunternehmen fünf solcher Solarkraftwerke bauen. Die nötige Rückendeckung für das Vorhaben kommt von der australischen Regierung, die ein Gesetz über den erhöhten Einsatz regenerativer Energien (Mandatory Renewable Energy Target, MRET) einführt.

Demzufolge will Australien künftig bis zu 9.500 Gigawattstunden jährlich auf die Nutzung erneuerbarer, grüner Energien wie Sonne, Wind, Wasser, Biomasse oder Erd- und Umweltwärme setzen. Allein ein Aufwindkraftwerk vom Typ, wie es jetzt in Australien gebaut werden soll, kann dieses Ziel bereits bis zu acht Prozent erreichen.

# Ameisen bauen Superstaat

**Ein internationales Forscherteam hat in Südeuropa die vermutlich größte Ameisenkolonie der Welt entdeckt.** In Zickzacklinien erstreckt sich die Kolonie über 5760 Kilometer von der italienischen Riviera bis nach Galizien. Bei dem „Superorganismus“ handle es sich um die Argentinische Ameise, die um 1920 mit Pflanzenimporten erstmals nach Europa gekommen war, erklärten die Zoologen. Die enge Verwandtschaft erkläre möglicherweise, warum sich die Ameisen nicht gegenseitig bekämpfen, sondern, ganz im Gegenteil, sogar miteinander kooperieren. Die Forschergruppe um Laurent Keller

von der Universität Lausanne in der Schweiz vermutet, dass in diesem Fall die genetische Verwandtschaft so groß sei, dass Ameisen aus verschiedenen Nestern einander erkennen, obwohl sie von unterschiedlichen Königinnen abstammen. Dadurch könne die Kolonie viel schneller wachsen als gewöhnlich. Fast 90 Prozent aller anderen Ameisenarten in ihrer Umgebung könne sie auf diese Weise verdrängen. Setzten die Forscher dagegen die Ameisen mit Angehörigen einer kleineren, in Katalonien entdeckten Kolonie zusammen, fingen sie an gegeneinander zu kämpfen.

Langfristig aber vermuten die Wissenschaftler, dass die Kolonie ihr eigenes Ende verursachen werde, da die Verwandtschaft zwischen den Königinnen und den Arbeiterinnen, die sie aufziehen, immer weiter abnehme.

**Fleißig, flink und kooperativ: Die Ameisen machen es uns vor.**





## Lernen auf Schienen

Die Volkshochschule Reutlingen offeriert Berufspendlern zwischen Reutlingen und Stuttgart ein außergewöhnliches Bildungsangebot: Fremdsprachenlernen während der Bahnfahrt. Das Konzept ist so erfolgreich, dass es mit dem „Preis für Innovation in der Erwachsenenbildung“ des Deutschen Instituts für Erwachsenenbildung ausgezeichnet wurde.

Für die Lerngruppen bis zu sechs Personen ist im 7-Uhr-48-Regionalexpress nach Stuttgart eigens ein Erste-Klasse-Abteil reserviert – auch für Teilnehmer mit einer Fahrkarte der 2. Klasse. Um die 50 Euro kosten die sechswöchigen Kurse mit jeweils einer Stunde Unterricht in der Woche. Neben Französisch und Business-English soll das Kursangebot ab Herbst auch neue Angebote, zum Beispiel Spanisch, umfassen. Auch für die Rückreise nach der Arbeit hat die VHS Reutlingen schon eine Erweiterung ihres Bildungsangebots ins

Auge gefasst. „Wenn die Leute nach dem anstrengenden Arbeitstag Entspannung suchen, könnte man ein Augentraining anbieten oder Akupressur“.

VHS-Mitarbeiterin Susanne Fuchs, die das TRAINING auf Schienen „erfunden“ hat, sieht viele Möglichkeiten, unter anderem auch Rhetorikseminare, Konfliktmanagement und Ernährungskurse. Mittlerweile hat das innovative Bildungsprojekt „Fremdsprachen-TRAINING“ schon einige Nachahmer gefunden: Zwischen Wolfsburg und Hannover verkehren rollende Englisch- und Spanischkurse, und zwischen den Stationen Riihimäki und Helsinki in Finnland, wird in den Zügen neben Englisch sogar Deutsch und Russisch gebüffelt.

Weitere Kursinformationen:  
VHS Reutlingen, Susanne Fuchs.  
Tel. 07121 / 336135,  
eMail: sfuchs@vhsrt.de

EXPERTEN BEGUTACHTEN FACHLITERATUR:

## Das Historische Buch 2001

Eine bislang einmalige Übersicht über qualifizierte Neuerscheinungen im Fach Geschichte stellt das Internet-Forum H-Soz-u-Kult der Humboldt-Universität Berlin zur Verfügung. „Das Historische Buch 2001“, so der Name der Online-Publikation, basiert auf den Vorschlägen und Empfehlungen einer 30-köpfigen Jury aus namhaften Wissenschaftlern. Unter <http://hsozkult.geschichte.hu-berlin.de> finden Interessierte die von der Jury als methodisch und inhaltlich innovativ und kompetent favorisierten Titel vor: aufbereitet in insgesamt zehn epochal und thematisch definierten Kategorien. Gedacht ist die facettenreiche und fachlich fundierte Liste von Lektüreempfehlungen nicht nur für „gestandene“ Historiker. Vor allem auch Studierenden und historisch Interessierten soll „Das Historische Buch 2001“ Orientierung durch den Dschungel der Publikationen bieten.

## LESERBRIEFE

Liebe Leserin, lieber Leser,  
Ihre Meinung interessiert uns! Schreiben Sie an:  
Kultur&Technik, Deutsches Museum,  
Museumsinsel 1, 80538 München oder:  
[kute@folio-muc.de](mailto:kute@folio-muc.de)

Kultur&Technik 1/2002:  
Alles Suppe oder was?  
**Fertigsuppe nicht von Maggi**

In dem angeführten Artikel lese ich die seit Jahrzehnten überholte Behauptung, dass Maggi 1886 die Fertigsuppen besonders für die arbeitende Bevölkerung erfunden habe. Das behauptet heute nicht einmal mehr die Firma Maggi. (...)

Die Fertigsuppe wurde bereits 1870/71 von Rudolf Scheller, Hildburgshausen erfunden und ab 1872 mit großem Erfolg hergestellt und vertrieben. Die Idee beruht in erster Linie auf der Frage der Erfordernisse der Verpflegung der kämpfenden Truppe, die im Krieg 1870/71 jedenfalls im Bereich des preußischen Kontingents überwiegend mit Erbswurstsuppe ernährt wurde, was sehr einseitig erscheint.

Volkmar Leonhard, Frankfurt

Kultur&Technik 2/2002:  
Ein Tempel für Maschinen:  
**Falsche Bildunterschrift**

Als langjähriger Leser von *Kultur & Technik* freue ich mich immer wieder auf das neue Heft und die sorgfältig recherchierten Informationen, die ich gerne an meine Schüler weitergebe. Auf Seite 22 scheint Ihnen allerdings diesmal ein erheblicher Fehler in der Jahreszahl unterlaufen zu sein.

Das Bild der AEG-Turbinenhalle soll von 1980 sein und alle auf dem Bild zu erkennenden Autos – BMW-Isetta, Goggomobil, Borgward-Isabelle, VW-Käfer – waren zu dieser Zeit bereits gesuchte und hochbezahlte Oldtimer. Auch das Straßenbahn-Design hat eher Vorkriegscharakter.

Meiner Meinung nach könnte dieses Bild um 1960 entstanden sein – dann würde die Zusammenstellung der Automodelle passen.

Karl Heinz Meier, Königheim

Anm. d. Red.: Mehreren unserer Leser fiel die falsche Bildunterschrift auf. Richtig muss es heißen: „AEG-Turbinenhalle um 1960.“



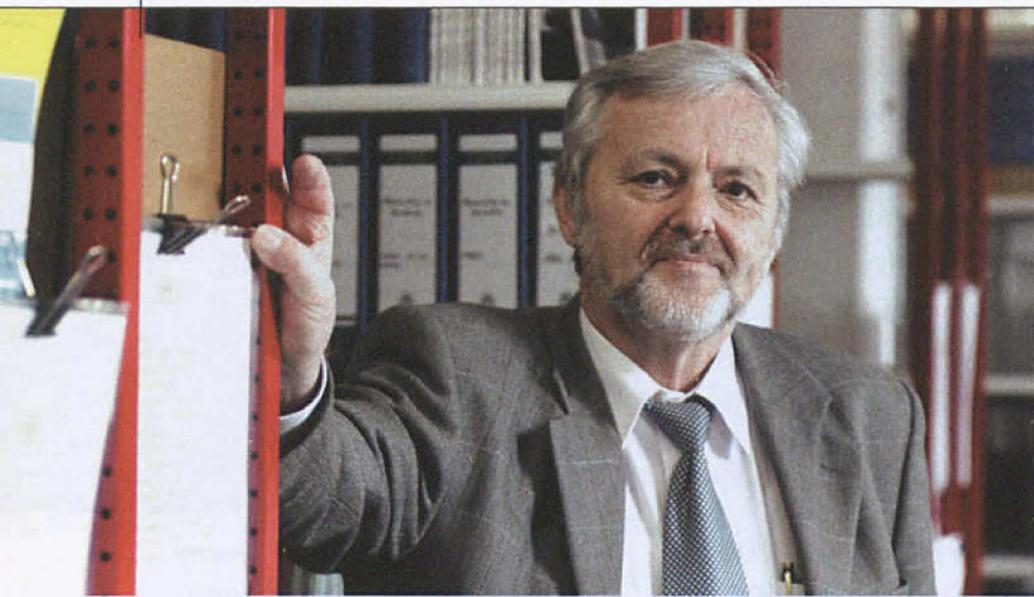
Kultur&Technik 2/2002:  
Ein Tempel für Turbinen:  
**„Kind seiner Zeit“**

... Behrens hat den Bau seiner Umgebung und seiner Zeit angepasst: Loewe, BAMAG u.a. in der Huttenstraße symbolisieren die Industriearchitektur des 19. Jahrhunderts.

Eine leichte, ehrliche Architektur hatte im Wilhelmismus den Ruf von zerbrechlich, unzuverlässig etc. Deshalb die monströsen Seitenteile (leider kommt in diesem Artikel zu wenig heraus, dass der „leichte“ Fensterrahmen die ganze Last trägt und die wuchtigen Seitenteile nichts als Dekor sind). Insofern ist Behrens ganz dem Zeitgeist verhaftet, im Gegensatz zu Ihren Behauptungen.

M. Rotenburg, F. Thorwest, Pullach

Leserbriefe geben die Meinung des Verfassers wieder, die nicht mit der Redaktionsmeinung übereinstimmen muss. Die Redaktion behält sich das Recht auf Kürzung vor. Anspruch auf Abdruck besteht nicht.



Professor Wolfgang Seiler, Leiter des Instituts für Meteorologie und Klimaforschung, spricht mit Sabine Gerber, wissenschaftliche Mitarbeiterin am Deutschen Museum München, über die globale Klimaveränderung – ihre Ursachen und Risiken.

# Kein Schnee am Kilimandscharo?

**Sabine Gerber:** Herr Professor Seiler, was genau ist die Aufgabe Ihres Instituts?

**Wolfgang Seiler:** Wir untersuchen den anthropogenen Einfluss auf die chemische Zusammensetzung der Erdatmosphäre und die daraus resultierenden Folgen für die regionale Klimaänderung. Wir müssen das Klimasystem mit seinen vielfältigen Wechselwirkungen verstehen, nur dann können wir Überlegungen über zukünftige Entwicklungen anstellen und so genannte Szenarien entwickeln. Mit diesen Szenarien wiederum können wir beispielsweise Politikern erläutern, welche Herausforderungen auf uns zukommen.

**Gerber:** Worüber informieren Sie die Politiker? Gibt es neue Erkenntnisse in Sachen Klima?

**Seiler:** Zur Zeit erleben wir mit der Klimadebatte einen Paradigmenwechsel in der Umweltpolitik, der vielen Politikern offensichtlich noch nicht klar ist. In den 1950er Jahren standen vor allem die klassischen Schadstoffe im Mittelpunkt des Interesses: 1953 kostete der Londoner Smog einigen tausend Menschen das Leben. Die Ursache lag in einer enorm hohen Konzentration von Schwefeldioxid. Später kam das Ozon als belastendes Gas hinzu – ein Bestandteil des so genannten Fotosmogs. Diese Probleme haben wir heute weitgehend im Griff. Darüber hinaus sind sie

mehr oder weniger regional begrenzt. In den letzten Jahren wurden wir mit neuen Herausforderungen konfrontiert, die sich nicht mehr regional lösen lassen. Es handelt sich um globale Prozesse, bei denen es keine Rolle mehr spielt, wo die Schadstoffe, wie CO<sub>2</sub> (Kohlendioxid) oder die „Ozonkiller“ FCKWs (Fluorchlorkohlenwasserstoffe) emittiert werden, ob in den USA, in Südamerika oder in der Antarktis. Denn diese Schadstoffe „überleben“ 60 bis 120 Jahre in der Atmosphäre und verteilen sich in dieser Zeit gleichmäßig über die gesamte Erde. Wir haben es – nach heutigem Kenntnisstand – also mit globalen Vorgängen zu tun, für die wir globale Lösungen brauchen.

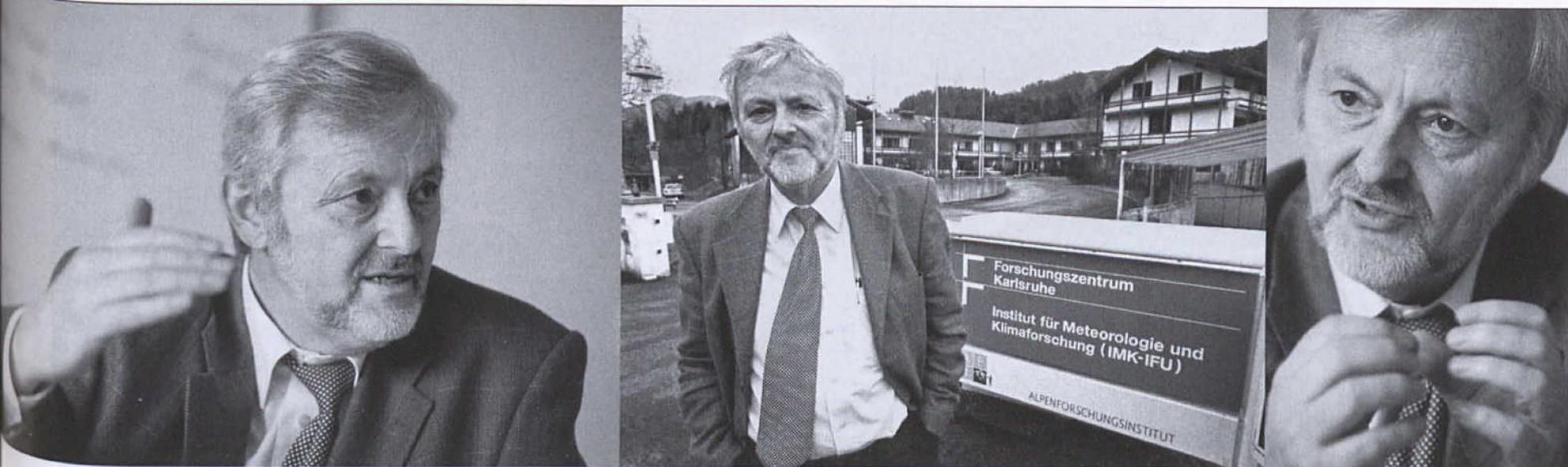
**Gerber:** Es gibt nach wie vor sehr unterschiedliche Einschätzungen hinsichtlich der „Dramatik“ der Klimaveränderung ...

**Seiler:** Tatsache ist, das Klima verändert sich. Das lässt sich an verschiedenen Parametern, nicht nur an den Temperaturveränderungen, festmachen. Wir sehen in unseren Breitengraden eine immer längere Ausdehnung der Vegetationsperiode. Ein weiteres, nicht wegzudiskutierendes Beispiel ist der Rückgang der Gletscher. Insgesamt beobachten wir eine Temperaturzunahme über die letzten 120 Jahre um etwa 0,7 Grad Celsius, wobei der stärkste Temperaturanstieg in den letzten 30 Jahren erfolgt ist.

**Gerber:** 0,7 Grad klingen im ersten Moment nicht besonders dramatisch.

**Seiler:** Subjektiv ist das richtig. Doch Sie müssen berücksichtigen, dass wir nicht übers Wetter, sondern über das Klima sprechen. Die Temperaturdifferenz zwischen der letzten Eiszeit und unserer heutigen Warmzeit beträgt gerade einmal vier Grad. Hinzu kommt, dass die Klimaentwicklung den Ursachen der Klimaveränderung hinterherhinkt: Und das sind eben die veränderten Konzentrationen von CO<sub>2</sub>, Methan, Stickstoffoxid und Ozon und neuerdings natürlich auch von FCKW und teilhalogenierten Verbindungen. Man rechnet mit einer Verzögerungszeit von etwa 30 Jahren, die vor allem auf die Wirkung der Ozeane zurückgeht. Wenn man einmal 30 Jahre zurückblickt, stellt man fest, dass damals gerade die Hälfte des heute beobachteten Konzentrationsanstiegs der Treibhausgase erfolgt war.

Im Grunde genommen ist also erst die Hälfte der Klimaänderung, die wir schon verursacht haben, wirksam geworden. Das ist auch der Grund dafür, dass das Klima selbst dann nicht konstant bliebe, wenn wir die Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre auf dem heutigen Wert stabilisieren könnten. Das Klima würde sich weiter verändern und es würden noch einmal 0,3 Grad hinzukommen. Wenn ich heute von 0,7 Grad spreche, so ist diese Zahl auch nicht ausschließlich auf mensch-



lichen Einfluss zurückzuführen. Auch natürliche Parameter spielen eine Rolle: insbesondere die Strahlungsintensität der Sonne, die natürlichen Rhythmen unterliegt. Nach heutigem Kenntnisstand gehen 60 Prozent der 0,7 Grad auf menschengemachte, das heißt anthropogene, 40 Prozent auf natürliche Effekte zurück, wobei der anthropogene Einfluss in den letzten 30 Jahren gewachsen ist und weiter wachsen wird.

**Gerber:** Sind sich die Wissenschaftler denn inzwischen über die Ursachen der Temperaturerhöhung einig?

**Seiler:** Ja, denn es handelt sich hier um Fakten, die in der ernst zu nehmenden Wissenschaft anerkannt sind. Eine wichtige Rolle spielen die klimarelevanten Substanzen. Eine Veränderung ihrer Konzentration führt zwangsläufig zu einer Veränderung des Klimas. Die Frage ist also nur noch, in welchem Umfang sich das Klima ändert und mit welcher Geschwindigkeit. Je schneller sich das Klima verändert, desto größer sind die Auswirkungen, da sich die Ökosysteme nicht mehr anpassen können.

**Gerber:** Welche Rolle spielt CO<sub>2</sub> bei der Klimaveränderung?

**Seiler:** Derzeit spielt das CO<sub>2</sub> die Hauptrolle. Hinzu kommen das Methan und das Distickstoffoxid (N<sub>2</sub>O), deren Emission mit der weiter anwachsenden Weltbevölkerung und der Zunahme intensivierter Landwirtschaft ebenfalls zunehmen wird. Allerdings lässt sich diese Zunahme am wenigsten beeinflussen.

Kohlendioxid ist und bleibt dennoch wirksamstes Treibhausgas. Es trägt zu 50 bis 60 Prozent zum Treibhauseffekt bei. Es entsteht bei jeder herkömmlichen Art der Energieerzeugung. Da wir die Verbrennung

von Kohle, Erdgas und Erdöl mit vorhandenen technischen Mitteln schnell reduzieren können, konzentrieren sich alle Anstrengungen auf das CO<sub>2</sub> – eine Reduktion der globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen um etwa 50 Prozent bis zum Ende dieses Jahrhunderts halte ich für machbar.

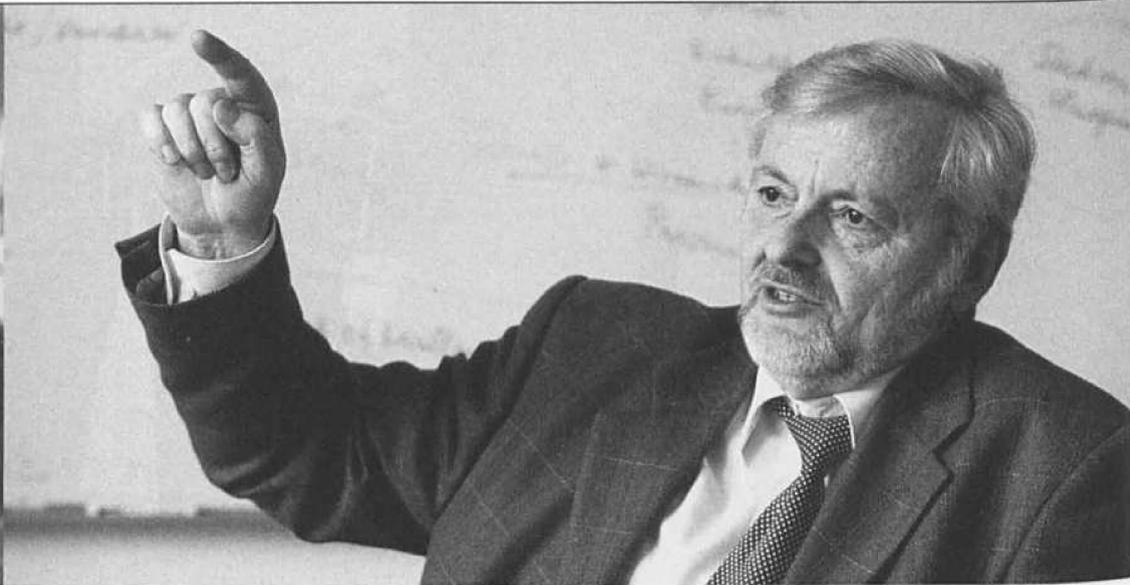
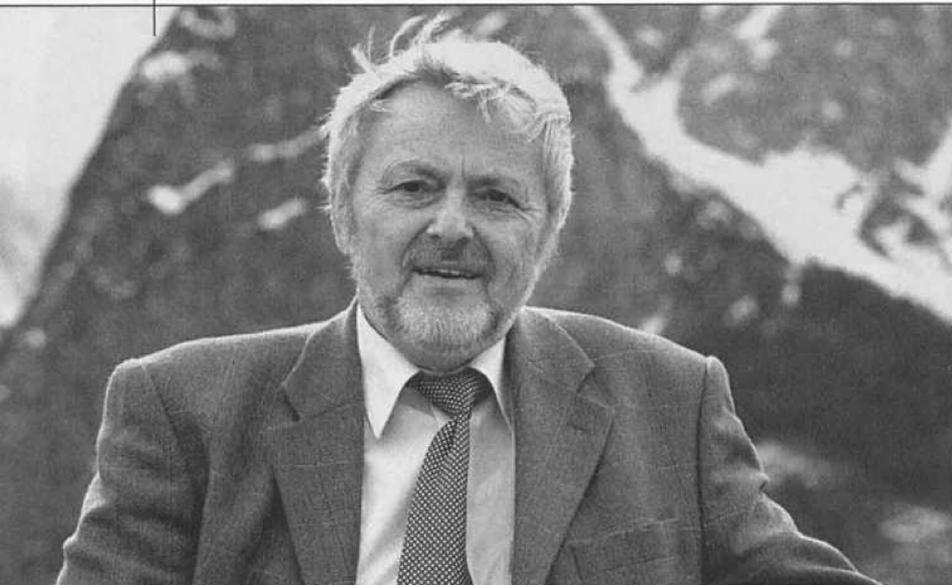
des Klimas. Die Niederschlagsmengen werden zunehmen, denn je höher die Temperatur ist, umso mehr Wasser verdunstet. Vor allem die Sommer werden wärmer: bis zu 6 Grad Celsius. Im Winter wird es nur ungefähr ein Grad Celsius sein. Es wird also wie bisher Winter mit Schnee geben.



**Gerber:** Wie sieht das Klima in, sagen wir, 30 Jahren aus? Wird es beispielsweise in München und im Voralpenraum im Sommer wärmer, wird es feuchter, wird es trockener?

**Seiler:** Es wird wärmer – soweit wir das heute sagen können – 2,3 Grad Celsius in etwa. Das ist eine erhebliche Veränderung

**Klimaforschung im bayerischen Voralpenland: Heiße, trockene Sommer, kalte Winter und viel Regen im Frühjahr prognostiziert Professor Wolfgang Seiler den Bayern.**



**Gerber:** Ich denke, zumindest die Tourismusindustrie dürfte mit dieser Prognose zufrieden sein.

**Seiler:** Für den Tourismus mag das im ersten Moment relativ positiv klingen. Land- und Forstwirte allerdings dürften das anders beurteilen: Im Winter erwarten wir 50 Prozent mehr Niederschlag, als es heute der Fall ist. Und im Sommer 50 Prozent, in einigen Gebieten sogar bis zu 70 Prozent weniger Niederschlag. Das hat natürlich dramatische Auswirkungen auf die Vegetation, auf die Landwirtschaft, auf die Wasserführung der Flüsse und so fort. Es wird im Sommer vermehrt Waldbrände geben und die Bodenerosion wird zunehmen. Die Ökosysteme können der schnellen Veränderung der Temperatur und des Niederschlags nicht folgen und werden sich deshalb dramatisch verändern. Auch wir werden die Folgen am eigenen Leib spüren: Wasser wird im Sommer knapp werden. Bedenken müssen wir auch die globalen gesundheitlichen Folgen.

**Gerber:** Und wie werden die Winter?

**Seiler:** Im Winter müssen wir mit höheren Windgeschwindigkeiten rechnen. Die Nordwestwind-Wetterlagen werden zunehmen. Und damit werden mehr Tiefdruckgebiete über unser Gebiet hinweggeleitet, in rascherer Folge. Maritime Luftmassen bringen feuchte Luft und Niederschläge. Die Temperaturen im Dezember nehmen noch relativ stark zu, im Januar werden sie etwas niedriger, im Februar, und das ist das Überraschende, werden auch weiterhin Kaltluftvorstöße auftreten mit Temperaturen bis zu minus 20 Grad.

**Gerber:** Also wird es auch künftig keine Palmen- und Orangenhaine am Starnberger See geben?

**Seiler:** Diese Bäume würden die winterlichen Kaltlufteinbrüche gar nicht überstehen. Die Niederschlagsmengen verschieben sich in das Frühjahr hinein. Im Dezember und im Januar wird weniger Schnee fallen, dafür mehr im Februar und im März. Das ist eine Entwicklung, die wir heute schon sehen. Natürlich wird es auch zu vermehrten und stärkeren Lawinenabgängen kommen – denn die größeren Schneemengen werden sich an windgeschützten Lagen sammeln. Und dort haben Sie dann die extremen Lawinenabgänge, so wie wir sie in den letzten Jahren verstärkt und in zunehmendem Umfang beobachten.

Aber das große Problem der Zukunft wird das Wasser sein: Wenn im Frühjahr der größte Anteil des Niederschlags fallen wird und gleichzeitig die Temperaturen sehr stark ansteigen, wird auch der Schnee schneller schmelzen. Wir erwarten im Frühjahr viel zu viel Wasser mit großen Überschwemmungen. Im Sommer fehlt das Wasser dann. Die Landwirte müssen Felder künstlich beregnen, das Wasser werden sie aus nahen Bächen und Flüssen nehmen, die zu dieser Jahreszeit ohnehin kaum Wasser führen.

**Gerber:** Das klingt allerdings nicht positiv: Was können wir dagegen tun?

**Seiler:** Wenn wir über die Maßnahmen diskutieren, dann denken wir an erster Stelle an Maßnahmen zur Stabilisierung der Klimaveränderungen. Ich glaube, dass wir schon längst über diesen Punkt hinweg sind. Wir werden weiterhin mit einer Klimaänderung rechnen müssen. Das Kyoto-Protokoll hat uns gezeigt, dass wir noch nicht bereit sind, ernsthaft über Maßnahmen nachzudenken. Deswegen gehen wir davon aus, dass die CO<sub>2</sub>-Emissionen auch in der Zukunft zuneh-

men werden. Das Klima wird sich weiter verändern, und zwar über das hinaus, was man jetzt noch als tolerierbar ansieht. Wir müssten also schon heute damit anfangen, den kommenden Generationen Möglichkeiten an die Hand zu geben, mit dem veränderten Klima zu leben: Das Wasser, das im Winter zu viel ist, muss gespeichert und im Sommer wieder bereitgestellt werden.

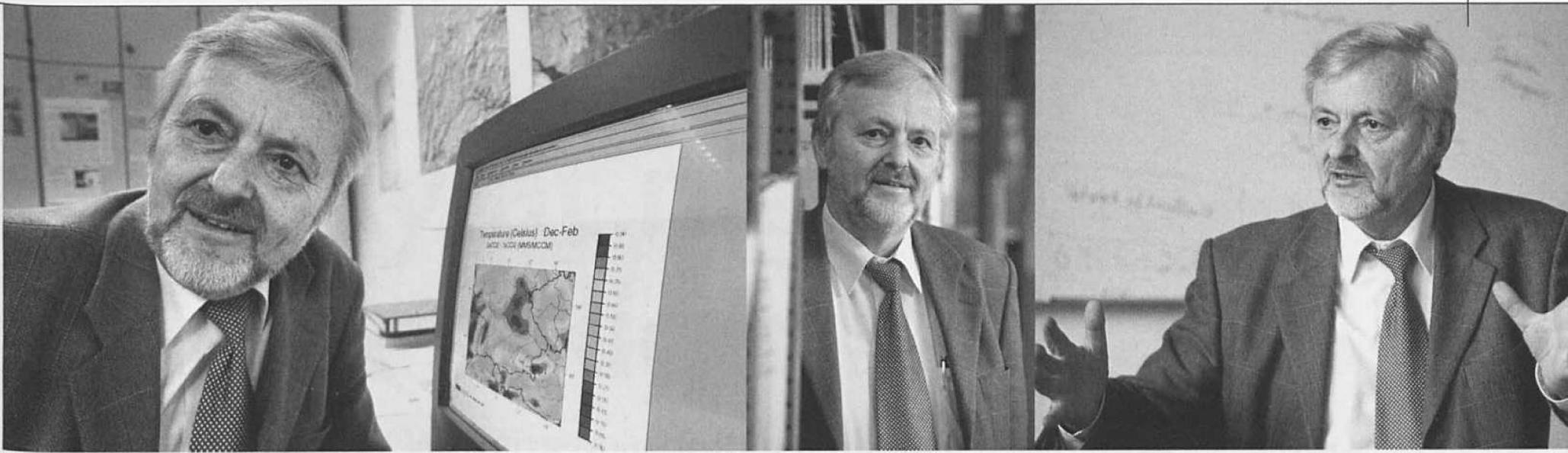
**Gerber:** Es geht also heute nicht mehr darum, CO<sub>2</sub> zu reduzieren, sondern sich an ein verändertes Weltklima anzupassen?

**Seiler:** Wir werden nicht umhin können, beides zu tun. Je später wir damit anfangen, umso größer und intensiver müssen die Anstrengungen sein, die ganze Klimaentwicklung noch einigermaßen in den Griff zu bekommen. Aber eine Klimaänderung werden wir nicht mehr verhindern können. Und dementsprechend müssen wir uns zwangsläufig mit Adaptionsstrategien auseinander setzen.

**Gerber:** Um nicht noch dramatischere Entwicklungen zu erleben, müsste aber die CO<sub>2</sub>-Emission doch auf jeden Fall drastisch reduziert werden?

**Seiler:** Das ist richtig. Bis Ende dieses Jahrhunderts müssten die Industrieländer ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen um 80 Prozent reduzieren. Jetzt sagen natürlich viele, das schaffen wir nie, ist völlig utopisch. Ich halte jede Wette dagegen, habe aber den Nachteil, die Wette nicht einlösen zu können. Warum ich so sicher bin? Schauen Sie einmal 90 Jahre gedanklich zurück und versetzen sich in das Jahr 1910. Hätten Sie damals all die technologischen Entwicklungen der letzten Jahrzehnte vorausgeahnt?

**Gerber:** Sicherlich nicht. Aber wir versuchen nun ja schon seit 20 Jahren Energie



einzusparen – zumindest wird darüber viel geredet und geschrieben.

**Seiler:** Mit geringem bis gar keinem Erfolg! Die CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland sind zwar seit 1990 um 15 bis 16 Prozent zurückgegangen, aber nicht, weil wir in den alten Bundesländern die CO<sub>2</sub>-Emissionen reduziert, also Energie eingespart hätten. Im Wesentlichen gehen diese Einsparungen auf die Veränderungen in den neuen Bundesländern zurück. Wenn berücksichtigt wird, dass in den letzten Jahren verstärkt Erdöl und Kohle durch Erdgas ersetzt wurde und dass beim Einsatz von Erdgas weniger CO<sub>2</sub> emittiert wird als bei Kohle, etwa ein Drittel bis zur Hälfte, dann müsste eigentlich in den alten Bundesländern die CO<sub>2</sub>-Emission zurückgegangen sein. Ist sie aber nicht. Sie ist schwankend – um einen Mittelwert herum – konstant geblieben, und das bedeutet, dass wir nicht Energie eingespart, sondern mehr Energie verbraucht haben, als das vorher der Fall war.

**Gerber:** Was ist der Grund dafür?

**Seiler:** Der Industrieanteil der CO<sub>2</sub>-Emissionen ist drastisch zurückgegangen, weil die Industrie gemerkt hat, dass sie, wenn sie Energie einspart, auch Geld einspart. Die Schwerindustrie haben wir ohnehin mehr oder weniger aus Deutschland vertrieben. Die sitzt jetzt irgendwo in den Entwicklungsländern und schert sich überhaupt nicht mehr um die ganzen Auflagen, die sie hier hätte erfüllen müssen. Der Energieverbrauch ist vor allem im Haushaltsbereich angestiegen. Wir beheizen immer größere Flächen bei höheren Raumtemperaturen und gehen dabei sehr großzügig mit Energie um: Wie viele Fenster sind den ganzen Tag gekippt – und gleichzeitig ist die Heizung aufgedreht?

Das zweite große Sorgenkind ist der Verkehrsbereich – hier haben wir den höchsten Zuwachs, etwa 40 Prozent sollen in den nächsten 20 Jahren hinzukommen. Wie wir das verkraften können, steht noch völlig in den Sternen.

**Gerber:** Müsste sich der Verbraucher mehr einschränken?

**Seiler:** Nein, nicht unbedingt. Er kann viel erreichen, wenn er sein Kaufverhalten ändert. Ein Beispiel ist das Auto. Trotz neuer, verbesserter Motoren ist der Kraftstoffverbrauch pro 100 Kilometer seit Jahren mehr oder weniger konstant geblieben. Die Erklärung ist, dass wir immer größere Autos mit größerem Hubraum kaufen und schneller fahren. Warum muss ein Auto mehr als eine Tonne wiegen? Warum muss ich mit einem Geländefahrzeug durch die Stadt brausen? Wir haben alle Möglichkeiten, über unser Kaufverhalten die Industrieprodukte und deren Energieverbrauch entscheidend zu beeinflussen.

**Gerber:** Im Moment scheint das Thema Umwelt eher „out“ zu sein. Woran liegt das, Ihrer Meinung nach?

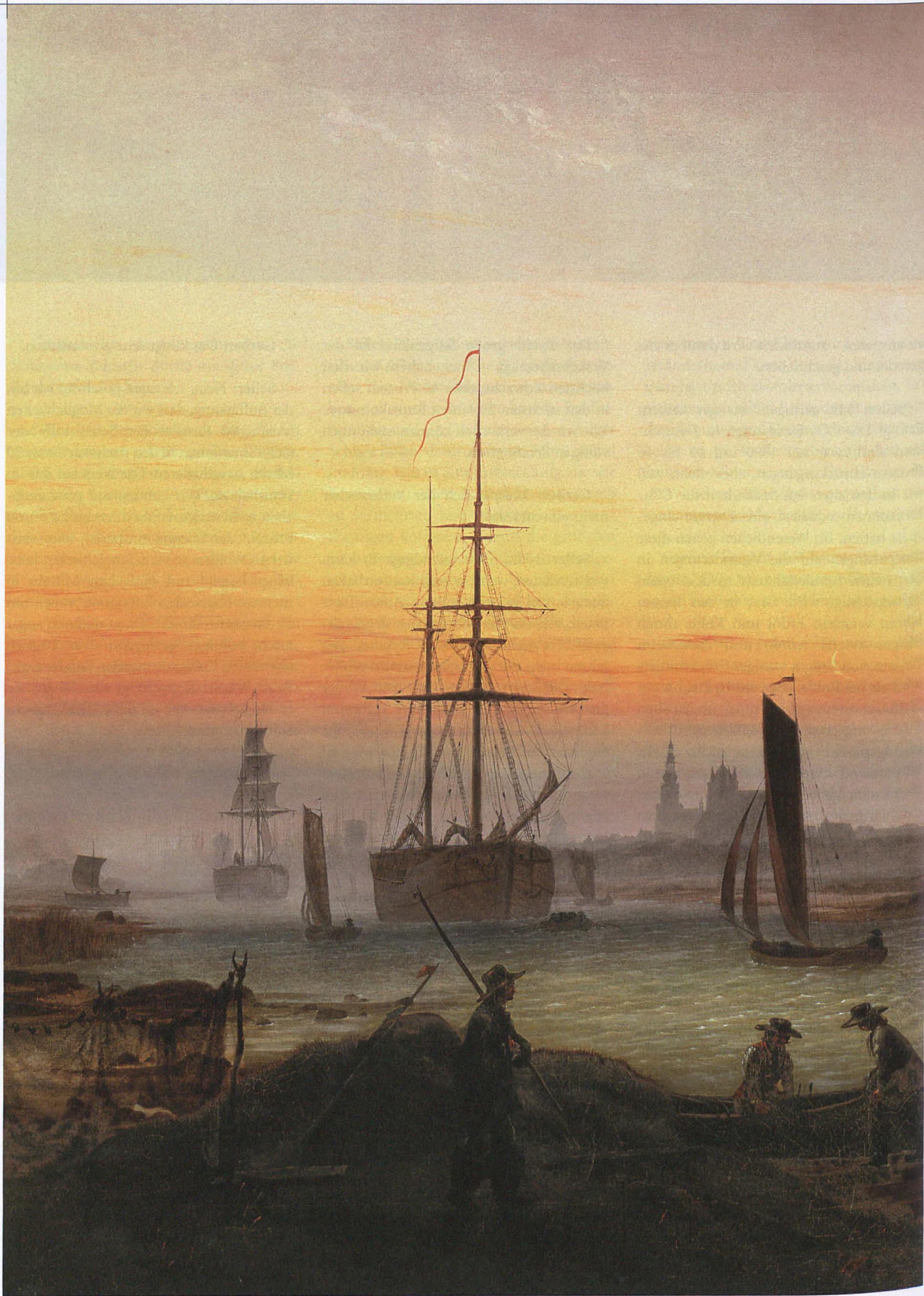
**Seiler:** Das eigentliche Dilemma ist: Die großen Klimaänderungen werden in den semiariden (halbtrockenen) Gebieten und in den tropischen Gebieten stattfinden – also in den Entwicklungs- und Schwellenländern und nicht in den Industrieländern. Obwohl die Industrieländer Verursacher des Klimaproblems sind, treffen uns die Folgen nicht so stark, dass wir wirklich gezwungen wären, etwas zu tun. Trotzdem glaube ich, dass wir – bei aller Kritik am Kyoto-Protokoll – auf dem richtigen Wege sind. Ich habe nur Zweifel, dass es schnell genug geht.

**Gerber:** Das klingt sehr pessimistisch.

**Seiler:** Nein, ich sagte ja schon, ich bin der Auffassung, dass wir die Möglichkeiten haben, 80 Prozent der Schadstoffe der CO<sub>2</sub>-Emissionen in den nächsten 50 bis 70 Jahren zu reduzieren. Das fängt bei uns im Haushalt an. Wir können mit ganz einfachen Isolierungsmaßnahmen bis zu 50, 60 Prozent der Energie einsparen, ohne dass wir an Wohlstand verlieren. Ich selbst habe beispielsweise mit einfachen Mitteln in meinem Hause den Energieverbrauch um 50 Prozent reduziert. Es ist dadurch sogar noch wohliger geworden. Wir können alternative Energie einsetzen, Solarenergie, Kraft-Wärme-Koppelung, alles Dinge, die es längst gibt. Wir müssen die Möglichkeiten nur nutzen. ■■

**PROF. DR. WOLFGANG SEILER** ist Direktor des Instituts für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-IFU) des Forschungsinstituts Karlsruhe (Sitz: Garmisch-Partenkirchen) und Honorarprofessor der Universität Augsburg. Er befasst sich mit den Auswirkungen menschlichen Handelns auf die chemische Zusammensetzung der Atmosphäre und die daraus resultierenden globalen und regionalen Umweltprobleme.

**DR. SABINE GERBER** studierte Biologie und Chemie in Bonn und promovierte über ein ökophysiologisches Thema an der Universität Erlangen. Seit 1999 arbeitet sie als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Deutschen Museum München.



# Red sky at night, sailor's delight

## Zur Wissenschaft der Wetterbeobachtungen auf See

Überlebensnotwendig war und ist für den Seefahrenden eine genaue Kenntnis möglicher Veränderungen des Wetters und der Windverhältnisse. Schon früh wurden daher die verschiedensten Meßgeräte und Vorhersagemethoden entwickelt, die allerdings nicht immer hielten, was sie versprachen.

Von Jobst Broelmann

Dem Bestreben, das vielfältige Geschehen am Himmel in einem einzigen Ordnungssystem zu erfassen, verdanken wir den Begriff „Meteorologie“. Dass dieser Anspruch, der auf Aristoteles zurückzuführen ist, unerfüllbar war, erkennen wir daran, dass Meteorologen davon absehen, auch Erscheinungen wie Meteore in ihre Kalküle und Vorhersagen einzubeziehen. Nur in den für die Seefahrt wichtigen Gezeiten lässt sich eine solche Beziehung zu Himmelskörpern feststellen. Eine Wetterkunde war jedoch nicht auf eine relativ einfache Himmelsmechanik zu basieren, wie etwa die astronomische Navigation, sondern auf über Jahrhunderte angesammelte Erfahrungen und Daten, die von Seeleuten zusammengetragen wurden – lange eigennützig und argwöhnisch geheim gehalten und schließlich international offen gelegt.

Wenn es in den Anfängen einer Wetterbeobachtung nahe lag, in den Launen des Wetters und der Winde ebensolche heitere oder mürrische Launen der Götter zu wittern, ist in diesen Personifizierungen und Charakterisierungen doch auch eine erste Zuordnung zu erkennen, eine Systematisierung in Jahreszeiten oder Richtungen

Ein roter Abendhimmel – wie ihn Caspar David Friedrich um 1818 am Greifswalder Hafen malte – versprach dem Seemann gutes Wetter für den kommenden Tag.

der Winde. Eine solche Ordnung ist zum Beispiel im „Turm der Winde“ des 2. Jahrhunderts v. Chr. in Athen angelegt, der an seinen acht Seiten die geflügelten Gestalten der Winde der griechischen Mythologie darstellt.

Jeder Kulturkreis hatte seine Mythen, in denen die von Göttern gesandten Winde wie auch deren geographische Orte an das jeweils herrschende Weltbild gebunden waren, beginnend bei dem in der Schöpfung „eingehauchten“ Leben.

In der Offenbarung des Johannes werden die Engel zu Hütern der Winde: „Danach sah ich vier Engel an den vier Ecken der Welt stehen; sie hielten die vier Winde der Erde fest, auf dass kein Wind wehe über das Land noch über das Meer.“ Im Übrigen sind in der Bibel und bei den selbst häufig seereisenden Aposteln auch konkret (Matthäus 16, 2-3) empirische Wetterregeln zu finden, die – wie jene im Titel – noch heute kursieren. Provokant nach einem Zeichen des Himmels gefragt, antwortete Jesus: „Des Abends sprecht ihr: Es wird ein schöner Tag werden, denn der Himmel ist rot; und des Morgens sprecht ihr: Es wird heute Ungewitter sein, denn der Himmel ist rot und trübe. Ihr Heuchler! Des Himmels Gestalt könnet ihr urteilen; könnet ihr denn nicht auch die Zeichen dieser Zeit urteilen?“

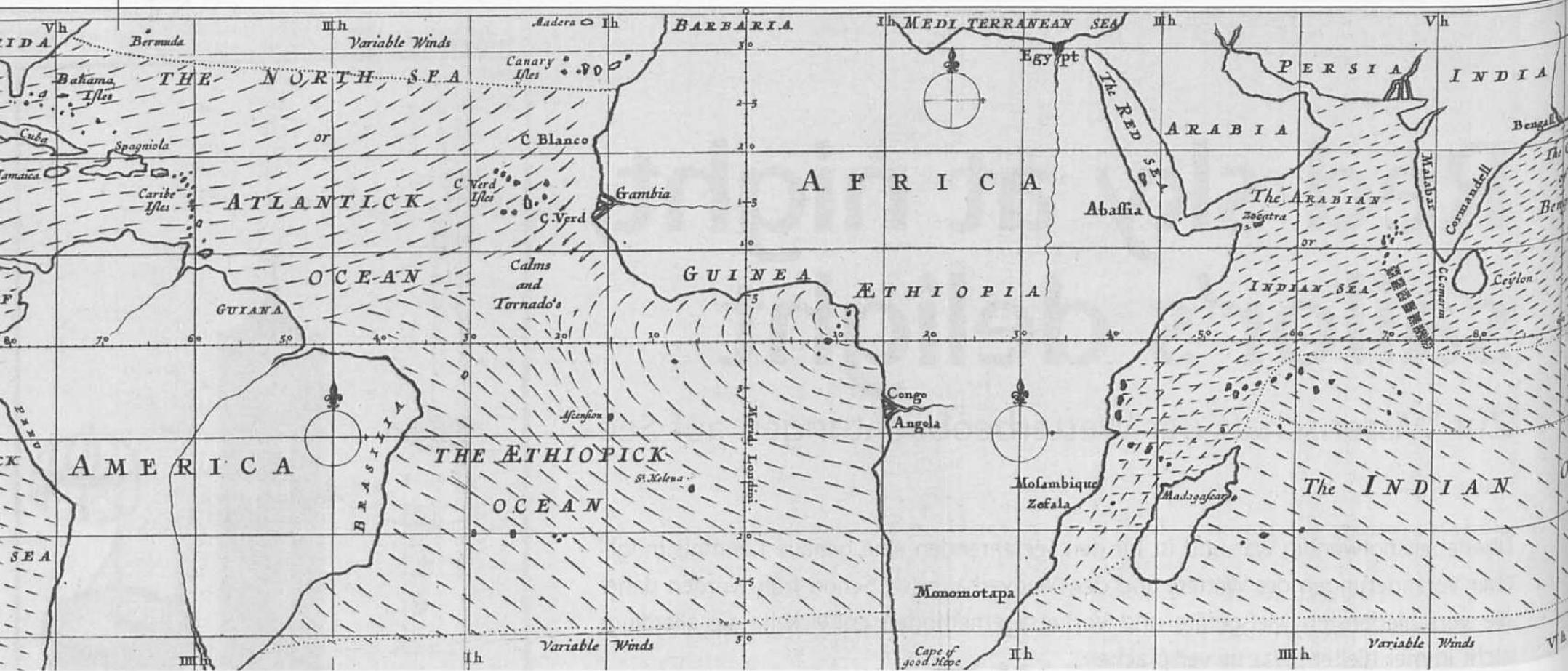
Die acht Windrichtungen und durch Halbierung verfeinerten Windstriche bildeten dann auch auf den ersten Seekarten, den Portulanen und „Hafen“-Karten Referenzlinien eines „mar teloio“, des „Grund-



Diese aquarellierte Handzeichnung (um 1773) zeigt verschiedene nautische Messgeräte: Fig. 1: Torricellianisches leuchtendes Wetterglas; Fig. 2: Amontons kleines See-Barometer mit einer gebogenen Röhre; Fig. 3: Amontons großes See-Barometer; Fig. 4: Huygensches Wetterglas; Fig. 5: Reise-Thermometer

gewebe des Meeres“, bevor das wiederentdeckte Koordinatensystem des Ptolemäus sowie Längen- und Breitengrade in Gebrauch kamen. Ebenso wurden die Windrichtungen und die „Windrose“ als Bezugssystem für die Kompassrose übernommen, womit auch die bisherige religiös begründete „Orient“-ierung nun auf die Nordrichtung wechselte.

Die Kenntnis der Winde blieb nicht nur auf den klassischen Mittelmeerraum beschränkt. Bereits 60 n. Chr. beschrieb ein „periplus“, eine „Umsegelung“ oder Segelanweisung, das regelmäßige Windsystem der Monsune des arabischen Golfs, wobei das Wort Monsun selbst auf das arabische Wort für Jahreszeit hinweist. Bis zum 15. Jahrhundert lag dann das Gebiet der



Ozeane und damit auch das Wissen um Winde und Wetter noch offen und weitgehend unbeschrieben. China, das bereits ausgedehnte Expeditionen in den Monsungürteln bis nach Afrika durchgeführt hatte, wovon Reisende wie Marco Polo oder Ibn Battuta profitierten, hielt solche Fahrten jedoch für unergiebig und zog sich von den Weltmeeren zurück. Araber und Europäer waren interessierter, besaßen allerdings verschiedenartige Zugänge zu diesen Revieren und Märkten. Die islamischen Seefahrer waren dabei im Vorteil, da sie den direkten Zugang zum Indischen Ozean und den Monsunwinden besaßen, die sich zudem im saisonalen Rhythmus der Ernten bewegten. Sie konnten die Hinreise in einer Hälfte des Jahres antreten, mit der Gewissheit, danach auch eine sichere Rückreise einplanen zu können.

Um am Orienthandel teilzunehmen, mussten Westeuropäer den Weg um Afrika finden und mit ganz unterschiedlichen und noch unbekanntem Windverhältnissen zurechtkommen. Wenn auch um 1420 die Technik des Segelns allgemein verfügbar war, fehlte doch die Kenntnis der Möglichkeiten einer großräumigen Navigation, und das hieß der Wetterbedingungen. Wohl konnte man in unbekannte, ferne Gewässer segeln, doch wie kam man auch wieder zurück? Im Atlantik existierte kein Monsun.

Wieweit die Schule Heinrich „des Seefahrers“ als Forschungszentrum und Navigationsschule Erfahrungen und theoretisches Wissen rational zu vereinen imstande war, lässt sich nur vermuten, da kaum schriftliche Überlieferungen existieren. An

den zahlreich fortgesetzten Vorstößen lässt sich aber eine systematische Empirie erkennen.

Eine Reise nach den Kanarischen Inseln dauerte zunächst etwa eine Woche, dem Nordostpassat folgend. Zur Rückkehr musste ostwärts zur afrikanischen Küste gekreuzt werden und anschließend nordwärts, mit Hilfe der nächtlichen Küstenwinde zurück. Später fand man heraus, dass man mit westlich ausholendem Kurs, einen größeren Bogen nach Norden beschreibend, an Westwindzonen gelangen konnte, die ebenfalls eine Rückkehr ermöglichten. Dieses Verfahren hieß „volta do mar“, und es ist zu vermuten, dass auch Columbus davon wusste und diesen „nordatlantischen Strömungskreis“ bei seiner ersten Reise in die Karibik in größerem Stil wiederholte. Als Bartolomeu Dias südlich jenseits des Kongo vorstieß, verließ er in einem Sturm die Küstennähe und suchte die offene See. Dort fand er Südwestwinde, die nun in einer gegenläufigen *volta do mar* nach Süden, ebenfalls wieder an westliche Winde und weiter in den Indischen Ozean führen konnten.

## SEEFÄHRER UND FORSCHER

Diese Geheimnisse der spanischen und portugiesischen Navigatoren blieben auch den englischen und holländischen Seefahrern nicht verborgen, nur mit dem Unterschied, dass diese Kenntnisse nun auf einem neuen Niveau der Wissenschaftlichkeit gesammelt und in Karten niedergelegt wurden, beispielsweise in der ersten, 1595 gedruckten Segelanweisung des Hol-

Die erste Karte der Passatwinde, 1686. Edmond Halley legte Wert darauf, in seiner graphischen Darstellung eine vollständige Übersicht über die Windsysteme zu geben.

länders Linschoten aus portugiesischen Diensten. Solche Informationen waren wichtig, denn nicht jede einzelne erfolgreiche Reise war beliebig reversibel. Nach Drakes Weltumrundung missglückte die Wiederholung einer Fahrt zu den Molukken – falsche Jahreszeit und ungünstige Winde führten nach Brasilien, zu Zucker statt Pfeffer.

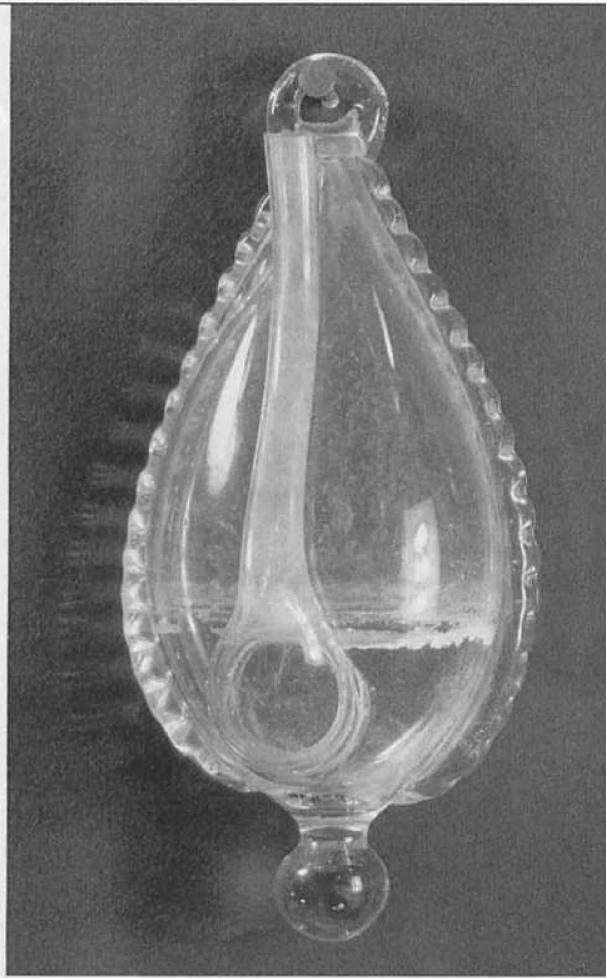
Selten waren Forschungsreisen fernab der heimatlichen Basis von derart vielen Faktoren und spontanen Entscheidungen abhängig wie etwa die Reisen William Dampiers oder James Cooks, wobei sich Dampier genötigt oder auch ermuntert sah, seine akribisch geführten Reisebeobachtungen mit einem eigenartigen „fundraising“ zu verbinden, damals Piraterie genannt.

In der britischen Royal Society befasste sich indes Edmond Halley, der zyklische Phänomene der Kometen untersucht hatte, auch mit den globalen Schemata der Windzirkulationen, von deren Einzelheiten ihm Handelsfahrer berichtet hatten, den „trade winds“. Er entwarf eine erste, recht zutreffende Karte der Passatwinde (1686), seine physikalischen Erklärungen der Zirkulation waren allerdings noch nicht ganz zutreffend und wurden 1735 von George Hadley ergänzt.

Das „Donnerglas“ wurde mit Wasser gefüllt. Im Schnabel aufsteigendes Wasser sollte stürmisches Wetter „vorhersagen“.

Den Rang eines Messinstrumentes verdient dieses Baroskop noch nicht, verzichtet es doch auf jegliche Skalierung.

(Das abgebildete Baroskop datiert um 1830)



Die meteorologischen Instrumente – wenn überhaupt welche an Bord waren – konnten zunächst kaum Messgeräte genannt werden. Einrichtungen wie das niederländische Wetter- oder Donnerglas des 17. Jahrhunderts, später in Deutschland auch als Goethe-Barometer bekannt, besaßen keine Skalen für eine Druckanzeige und waren zudem temperaturabhängig. Aber auch das Quecksilberbarometer diente eher zur tendenziellen Vorhersage. Dabei dürfen wir aber eine höhere Wettersensibilität der Navigatoren annehmen, komplementär zu den damals schlechteren aero- und hydrodynamischen Leistungen der Schiffe.

Aus Segelversuchen mit Nachbauten historischer Schiffe wissen wir, dass jede Windkomponente aus der gewünschten Fahrtrichtung den Schiffer in der Küstenfahrt zum Warten, auf hoher See zu Kompromissen zwang. Es ging nicht um das geradlinige Ansteuern des Ziels, sondern um den meteorologisch günstigsten Weg, auch wenn dieses „routing“ geographisch einen großen Umweg bedeuten konnte.

Den Bemühungen, die globalen Windströmungen zu systematisieren, standen jene gegenüber, die lokal von Bord aus wahrgenommenen Winde zu quantifizieren, um die Bedeutung des Logbuches als Aufzeichnung meteorologischer Daten und Besonderheiten zu unterstreichen. Hierfür waren jedoch neben der Windrichtung erste Standards nötig. Francis Beaufort, Hydrograph der Admiralty, entschied sich um 1805 dafür, zur Kennzeichnung der Windstärke das auf See am besten bekannte und standardisierte Objekt der Navy, das Schiff selbst, einzusetzen, und zwar den als „vollgetakelten Dreimaster“ klassifizierten Typ, im Englischen kurz „the ship“. Das Schiff selbst sollte als Windmesser dienen, und die Windstärke mit der Zahl der dabei tragbaren Segel gestuft werden. Da aber das Schiff für die unteren Stufen der Skala noch zu grob reagierte, wurde die Stufung der Windstärke auf die entsprechenden Merkmale der Meeresoberfläche übertragen – „0“ war

nun die spiegelglatte See. Bemerkenswert ist, dass diese Beaufortskala keine Angaben über die jeweilige Windgeschwindigkeit enthielt. Erst 1926 wurden ihr den Windeffekten entsprechende Windgeschwindigkeiten zugeordnet.

Im 19. Jahrhundert war mit den verbesserten Instrumenten der Astronavigation ein ziemlich exaktes Bezugssystem geschaffen worden, das zu Vergleichsmessungen herangezogen werden konnte, um Wind und Wasserströmungen festzustellen. Was folgte, kann erneut als eine Popularisierung der Wissenschaften bezeichnet werden, denn selten sind so viele Laien einbezogen worden, wenn das ungeschriebene Erfahrungswissen gefragt war, diesmal von Walfängern und Ostindienfahrern. Als mathematisch Vorgebildeter brachte der amerikanische Seeoffizier Matthew Maury die Voraussetzungen mit, Auswertungen zahlreicher Logbücher vorzunehmen und zu systematisieren. Und diese Wissenschaft lohnte sich unmittelbar, wenn etwa im „gold rush“ der Kalifornienfahrt nach der Entdeckung von Gold um 1850 die Reisezeiten bedeutend verkürzt werden konnten. Nutznießer dieser Wissenschaft waren also die Kapitäne selbst, dafür waren sie zur weiteren Wechselwirkung angewiesen, weiterhin ihre eigenen Beobachtungen in dieses Informationsnetz einzuspeisen.

Dem Bestreben der einzelnen Seefahrtsnationen, Wetterbeobachtungen zu systematisieren, die bereits von Alexander von Humboldt gefordert und auch praktiziert wurden, folgte auch Georg von Neumayer, ein Münchner, der sich systematisch zum

Seefahrtsexperten ausbildete. Nach Studien an der Universität begann Neumayer, sich als Assistent im Observatorium in München-Bogenhausen der nautischen Wissenschaft zu widmen. Nach Treffen mit Humboldt und Liebig errichtete Neumayer 1857 in Melbourne ein Observatorium, kehrte 1864 zurück, wurde 1872 Hydrograph der Admiralität und übernahm 1875 die Leitung der deutschen Seewarte. Die nach Neumayers Reiseerfahrungen von ihm selbst herausgegebene „Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen“ zielte darauf ab, auch nicht ausgebildeten Seeleuten so weit Hilfestellung zu geben, dass ihre Aufzeichnungen wissenschaftlichen Standards genügten. Der von Neumayer geforderte Blick auf Wellenbewegung, Strömungen und Windverhältnisse zeugt auch davon, wie weit er selbst mit der Bordpraxis vertraut war und als Vermittler des Übergangs von der herkömmlichen Naturbeobachtung zu den wissenschaftlich-instrumentellen Methoden fungieren konnte.

Auch die von der deutschen Seewarte herausgegebenen Segelhandbücher wurden in Zusammenarbeit mit den Segelschiffskapitänen erstellt, die in ihren Logbüchern ausführliche Wetterbeobachtungen abliefern. Gerade im aufkommenden Wettbewerb mit den Dampfschiffen waren schnelle Reisen gefragt. Tatsächlich vollbrachten die Kapitäne der Großsegler der Jahrhundertwende bemerkenswerte Leistungen. So legte der Fünfmaster „Potosi“ mit über 6000 Tonnen Fracht in fünf Tagen fast 3000 km zurück, entsprechend einer Entfernung von Nordafrika bis Oslo.

Es mutet fast wie eine Ironie der Geschichte an, dass die auf dem Wissen der Meteorologie basierende und durch diese zu einer neuen Blüte gebrachte Segelschiffahrt kurz danach von den auf fossilen Treibstoffen beruhenden Dampf- und Motorschiffen verdrängt wurde, die nun geradlinig-unsensibel über die Ozeane pflügten. Indes, die Unbekümmertheit, das Wettergeschehen außer Acht zu lassen, rächte sich bald auf demonstrative Weise, als die „Titanic“ einen Eisberg rammte. ■■■

**JOBST BROELMANN** studierte Schiffstechnik in Hamburg und Hannover. Seit 1981 am Deutschen Museum, bis 1984 Aufbau der Raumfahrt-, 1986 Neugestaltung der Schifffahrtsabteilung. Publikationen zur Technik- und Kulturgeschichte der Seefahrt.



Satellitenaufnahme

# Die Sintflut

Auf den Spuren einer Legende

Von Ursula Gerber

Jahrtausendalte Schriften berichten von einer „Großen Flut“, die Mensch und Tier dahinraffte. Wissenschaftler unterschiedlichster Disziplinen arbeiteten zusammen – um herauszufinden, ob es die Sintflut jemals gab.

Es gab eine Zeit, da war Enlil erzürnt über das Menschengeschlecht und beschloss, eine Sintflut zu senden, um alles Leben zu vernichten. Da warnte Ea den Utnapischtim, seinen Liebling unter den Sterblichen, durch einen Traum. Utnapischtim baute ein Schiff für sich, seinen Anhang, die „Saat aller lebenden Kreatur, das Getier des Feldes und alle Handwerker“. Das Schiff überstand den Sturm, der sechs Tage und Nächte tobte. Am siebten Tag, als das Wasser verlief, entstieg er dem Schiff mit all seinen Gefährten, mit Mensch und Tier und sandte sie in alle Richtungen ...“

Dieser Bericht von der Sintflut stammt aus dem Gilgamesch-Epos, das man im 19. Jahrhundert fand, als die Bibliothek des Assyrer-Königs Assurbanipal II. (668-627 v. Chr.) ausgegraben wurde. Ein Epos, aufgezeichnet auf elf Keilschrifttafeln in akkadischer Sprache, die, wie man herausfand, von noch älteren sumerischen Quellen kopiert waren. Auch die Genesis – die viel später entstand – erzählt von diesem Geschehen. Vor den ersten schriftlichen

Während einer Mini-Eiszeit um 6200 v. Chr. trocknete das Schwarze Meer teilweise aus (siehe kleine Karte). Erst 400 Jahre später wurde es wärmer und ab 5600 v. Chr. begannen die Wasserspiegel wieder zu steigen – innerhalb eines Jahres bis zu 55 Meter. Die Menschen verließen die besiedelten Gebiete. Heute verbindet der Bosphorus das Schwarze Meer mit dem Marmara-Meer, wie die große Satellitenaufnahme (© NASA) zeigt.

Aufzeichnungen gab es mündliche Überlieferungen. Wissenschaftler nehmen an, dass die Legende von der großen Flut bereits 5.150 vor Christus entstanden war.

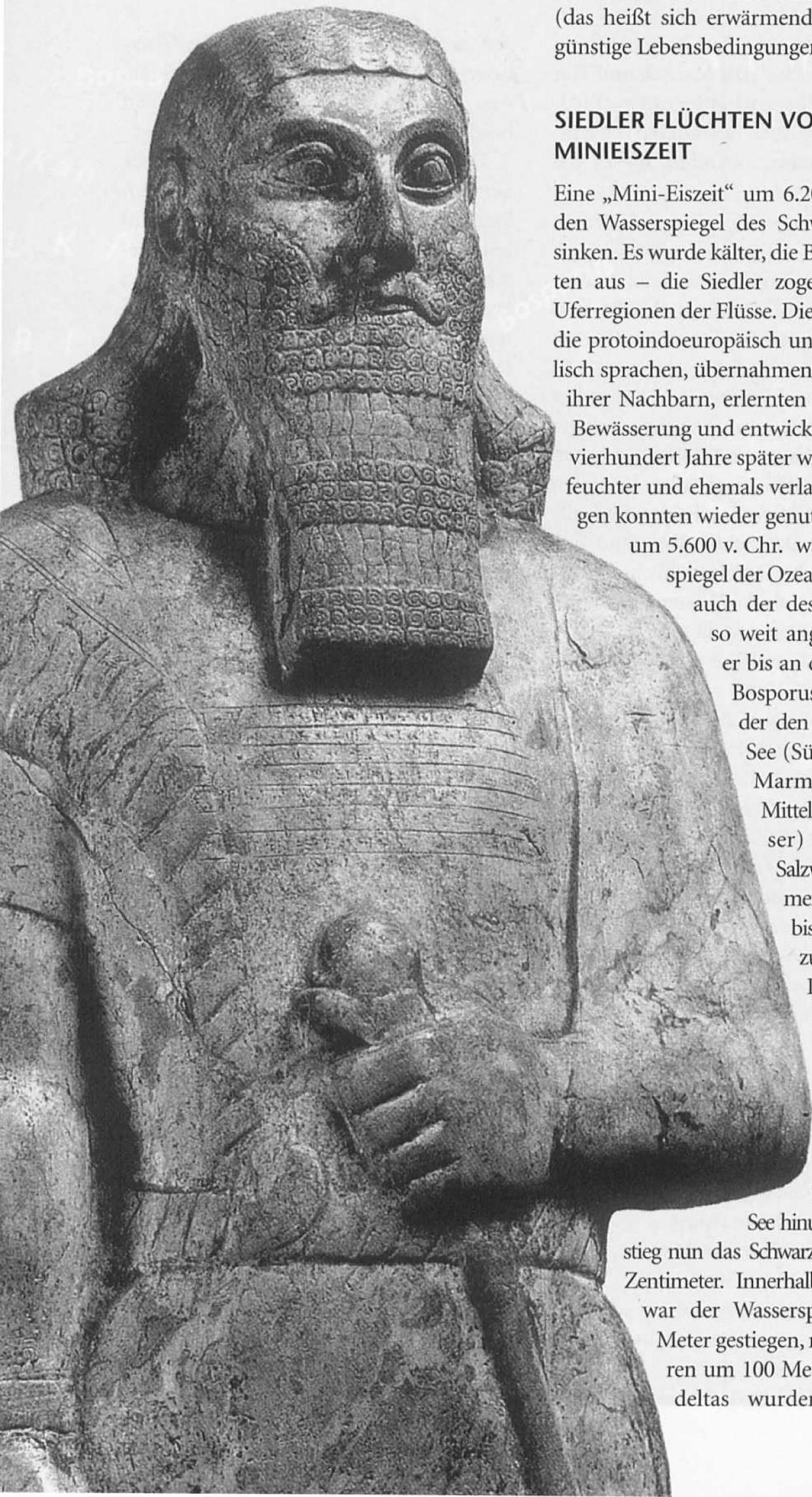
Doch hat es sie wirklich gegeben, die Sintflut? Und wenn ja, wann und wo? Geologen, Ozeanographen, Archäologen, Paläobotaniker, Geophysiker und Linguisten beschäftigen sich seit langem mit diesen Fragen. Erst mithilfe moderner Techniken und Methoden der Datenerfassung und Datenverarbeitung gelang es, ein genaueres Bild der erdgeschichtlichen und klimatischen Abläufe zu zeichnen. Zwei Geophysiker, Walter Pitman und Bill Ryan, sind der Überzeugung, die richtige Antwort gefunden zu haben.

## DIE GLETSCHER SCHMELZEN

120.000 Jahre verfolgten die beiden die Erdgeschichte zurück bis zum Beginn der Abkühlung, die zur letzten Eiszeit führte: Über 100.000 Jahre lang wurde das aus den Meeren verdampfende Wasser polwärts in die Arktis transportiert, fiel dort als Schnee und wurde schließlich zu Eis komprimiert. Zum Höhepunkt der letzten Eiszeit (vor etwa 20.000 Jahren) waren große Teile Nordamerikas, Europas und Nordasiens mit Eis bedeckt. Dann begannen die Gletscher zu schmelzen. Wasser ergoss sich auch in den Eiszeitsee des Schwarzen Meeres, der anschwellte und sich so weit ausdehnte, dass er in den Sakaria-Fluss eindrang und ihn zu einem mächtigen Arm formte, der bis nach Zentralanatolien reichte. Ein weiterer Ausläufer erstreckte sich zum Marmarameer. Von dort aus bahnte sich das Schmelzwasser über eine Spalte in der Erdkruste einen Weg ins Mittelmeer. Das Wasser des Schwarzen Meeres und des Marmarameers war durch diesen Prozess zu Trinkwasser geworden – Menschen begannen in diesen Gebieten zu siedeln und wurden sesshaft.

15.000 Jahre vor unserer Zeit nahm die

Statue des Assurbanipal II.,  
Assyr. Reich, Nimrud  
(The British Museum)



Gletscherschmelze ab, der Wasserzufluss versiegte. Vor 12.500 Jahren schließlich sanken die Temperaturen erneut, neue Gletscher bildeten sich, das Wasser verdunstete und das Schwarze Meer wurde zum Binnensee ohne Abfluss. Der ehemalige Sakaria-Arm wurde abgeschnitten und füllte sich mit Geröll und Schlamm: Ein fruchtbares Schwemmland entstand, das zusammen mit ständig vorhandenen Wasserströmen und einem sich verbessernden (das heißt sich erwärmenden) Klima für günstige Lebensbedingungen sorgte.

### SIEDLER FLÜCHTEN VOR MINIEISZEIT

Eine „Mini-Eiszeit“ um 6.200 v. Chr. ließ den Wasserspiegel des Schwarzmeer-Sees sinken. Es wurde kälter, die Böden trockneten aus – die Siedler zogen fort in die Uferregionen der Flüsse. Diese Flüchtlinge, die protoindoeuropäisch und protokatwelisch sprachen, übernahmen den Ackerbau

ihrer Nachbarn, erlernten die künstliche Bewässerung und entwickelten sich. Erst vierhundert Jahre später wurde es wieder feuchter und ehemals verlassene Siedlungen konnten wieder genutzt werden. Bis

um 5.600 v. Chr. war der Wasserspiegel der Ozeane (und damit auch der des Mittelmeers)

so weit angestiegen, dass er bis an den Damm im Bosphorus-Tal reichte, der den Schwarzmeer-See (Süßwasser) vom Marmarameer und Mittelmeer (Salzwasser) trennte. Das

Salzwasser floss immer wieder über, bis es schließlich zum Bruch des Dammes kam: 50 Milliarden Kubikmeter Wasser stürzten in den 150 Meter niedriger liegenden Schwarzmeer-

See hinunter. Täglich stieg nun das Schwarze Meer um 15 Zentimeter. Innerhalb eines Jahres war der Wasserspiegel um 55 Meter gestiegen, nach zwei Jahren um 100 Meter. Die Flussdeltas wurden überflutet,

Mensch und Tier mussten sich zurückziehen, die „Sintflut“ hatte ihnen die Lebensgrundlage genommen.

Die Flut kam jedoch nicht völlig überraschend und vernichtete auch nicht auf einen Schlag Mensch, Tier und Siedlungen – wie die Bibel berichtet. Die Menschen hatten Zeit, sich auf die sich verändernden Gegebenheiten einzustellen. Sie suchten andere Lebensräume und wanderten aus. Durch diese Wanderbewegungen recht hoch entwickelter Völker hat die kulturelle, technische und wirtschaftliche Entwicklung Europas, Zentralasiens und sogar Ägyptens einen entscheidenden Impuls erhalten.

Dass es diese Völkerwanderung gegeben hat, lässt sich mit geologischen Methoden, durch archäologische Funde, durch Untersuchungen der Nutzpflanzen, der Bauweise von Häusern, der verwendeten Techniken, der Sitten und Gebräuche und nicht zuletzt der Sprache belegen:

→ Mit Hilfe des Echolots und des Sonars war es möglich, den Boden des Schwarzen Meers zu vermessen. Man fand Wasserschluchten von mehr als 100 Metern Tiefe und erkannte, dass sich der Bosphorus-Kanal bis in die Kontinentalplatte des Schwarzen Meers fortsetzt.

→ Linguisten konnten die Verbreitung der Volksstämme und die Verwandtschaften der Sprachen miteinander sowie die Stammbäume der Sprachen ermitteln und nachweisen, dass das Protoindoeuropäische allen anderen untersuchten Sprachen zugrunde liegt: 600 Jahre nach der Flut, im 5. Jahrtausend v. Chr. spaltete sich das Protoindoeuropäische in zwei Hauptäste auf. Einer davon ist das Anatolische, der andere Hauptast läuft zum einen über den Norden ins europäische Binnenland bis ins keltische Sprachgebiet im Westen Europas, zum anderen nach Zentralasien (das Tocharische) und schließlich in die Küstengebiete des Mittelmeers (das Italische). Die Tocharer gelangten, wie die Sprachwissenschaftler zeigen konnten, bis ins Tarimbecken (im heutigen China). Dort fand man die Mumie einer (auf natürliche Art mumifizierten) Frau – 1,80 Meter groß mit schmalen Schädel und blondem Haar. Die Stoffe ihrer Kleidung sind identisch mit Funden aus Deutschland und Österreich aus der gleichen Zeit.

Assurbanipal: Jagdszene  
Löwenjagd Ninive, frühes  
3. Jh. (The British Museum)



→ Paläobiologen machten anhand von Fossilien Aussagen über die zu einer bestimmten Zeit herrschenden Klimabedingungen, da bestimmte Lebewesen (so genannte Leitfossilien) nur unter bestimmten klimatischen Bedingungen und in bestimmten Lebensräumen existieren können.

Die Angehörigen der Danilokultur wanderten die Mittelmeerküsten entlang bis zur dalmatinischen Küste. Die Linearbandkeramiker zogen in einem nördlichen Bogen bis ins Pariser Becken. Sie brachten neben dem Ackerbau und Steinwerkzeugen auch die Langhaustechnik mit.

Die Vinca-Leute zogen in den Balkan und nach Ungarn bis nach Tschechien. Sie tauchten 150 Jahre nach der Flut plötzlich wieder auf und brachten Häuser aus

Flechtwerk und Lehm, parallel angelegte Häuser und Straßen mit. Man fand in einer Weihestätte Stierköpfe wie in der Hethiterstadt Catal Hüyük (heutige Türkei).

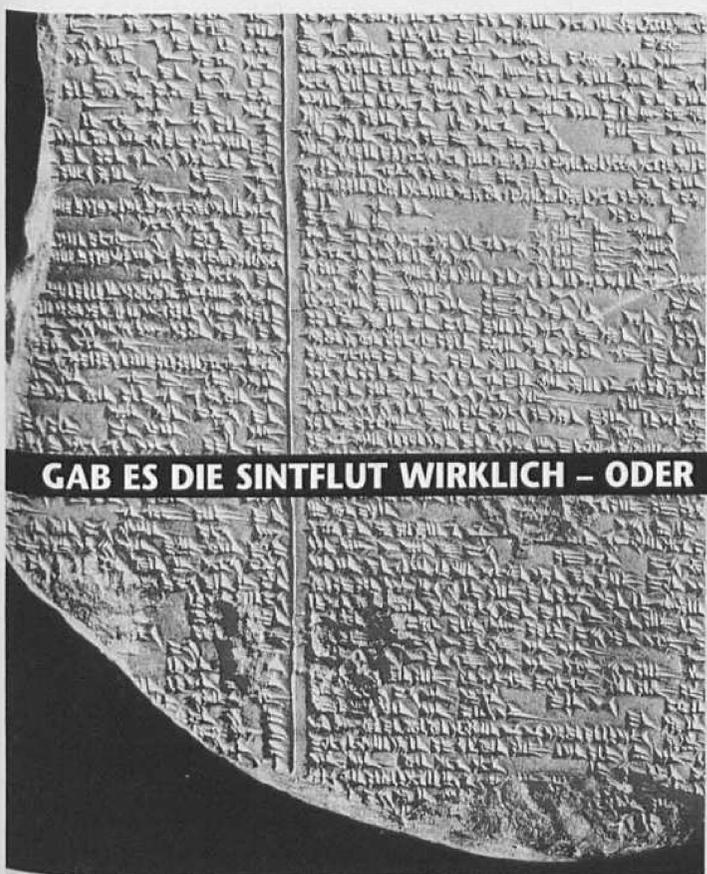
Weder die Vinca noch die Linearbandkeramiker siedelten jemals am Meer.

Warum? Möglicherweise waren sie von der Flutkatastrophe traumatisiert und mieden deshalb die Küsten.

Die Semiten zogen nach Süden über das Taurusgebirge nach Mesopotamien, eine Gruppe gelangte bis ins Nildelta; eine andere Gruppe, die Ubaiden, zogen über den Kaukasus in die Nähe des Persischen Golfs.

Die Humangenetiker haben einen entscheidenden Anteil an der Erforschung der Wanderbewegungen. Sie fanden heraus, dass sämtliche Volksgruppen, die in Palästina, Mesopotamien, Persien, Anatolien, Indien, Europa, der Ukraine und Ägypten siedelten, aus dem Mittleren Osten stammen.

Die von den Genetikern aufgestellten Stammbäume stimmen mit denen der Linguisten überein und auch die archäologischen Funde stützen die These einer vom Schwarzen Meer ausgehenden Wanderbewegung. Wie die Teile eines Puzzles lassen sich diese Erkenntnisse unterschiedlicher wissenschaftlicher Disziplinen zu einem sinnvollen Bild zusammen fügen: Die Sintflut ist keine Legende. Es gab sie wirklich. Auch wenn ihr Ausmaß und ihre Auswirkungen – aus heutiger Sicht – begrenzter und überschaubarer waren, als es die alten Mythen schildern. ■■■



Die 11. Tafel des  
Gilgamesch-Epos,  
Assyr. Reich, Ninive  
(The British Museum)

### GAB ES DIE SINTFLUT WIRKLICH – ODER IST DOCH ALLES NUR LEGENDE?

Es gab sie wirklich – sagen die Geophysiker Walter Pitman und William Ryan. Zum Beweis haben sie die Forschungsgeschichte nachgezeichnet, die in der Mitte des 19. Jahrhunderts mit der Auffindung und Entzifferung der Keilschrift-

tafeln beginnt. Ryan und Pitman berichten über die Erforschung der geologischen Beschaffenheit der Oberfläche Europas, über verschiedene Eiszeitmodelle, die archäologischen Funde in Mesopotamien, die Entdeckung des Gilgamesch-Epos, in dem die Flut-Geschichte erscheint. Gestützt auf die Erkenntnisse von Wissenschaftlern unterschiedlichster Disziplinen und auf eigene Untersuchungen fügen sie Stein für Stein zu einem glaubwürdigen Bericht über die Ereignisse vor 7.600 Jahren zusammen. Das Rätsel der Sintflut scheint gelöst.

(W. Pitman und W. Ryan: *Sintflut – Ein Rätsel wird entschlüsselt*, Bastei-Lübbe, 1998).

**URSULA GERBER** studierte Germanistik und Anglistik in Marburg, Wien und Bonn. Bis 2001 war sie Realschullehrerin. Seit Jahren bereist sie die Länder des Vorderen Orients und Asiens und beschäftigt sich intensiv mit deren Kunst und Kultur.



# Augen im All

Wettersatelliten beobachten die Erde

Diese Aufnahme lieferte der Satellit ERS-1 am 27.7.1991. Sie zeigt die vier nordfriesischen Inseln Texel, Vlieland, Terschelling und Ameland sowie die Küste Frieslands. Im oberen Teil des Bildes ist das Kielwasser von Schiffen zu erkennen. Bei genauerer Betrachtung sieht man, dass einige Schiffe gegenüber dem Kielwasser versetzt sind. Dies ist auf den „Doppler-Effekt“ zurückzuführen, der durch die Bewegung der Schiffe hervorgerufen wird.

Im März 2002 wurde der Forschungssatellit ENVISAT ins All geschickt. Die europäische Raumfahrtagentur ESA stattete ihren jüngsten „Environmental Satellite“ mit neuester Technik aus. Begonnen hat die Geschichte der künstlichen Erdtrabanten 1957.

Von Matthias Knopp

**S**PUTNIK 1 war der erste künstliche Himmelskörper, den die Sowjets 1957 in die Umlaufbahn schossen. Tag für Tag schickte der Satellit seine Funkzeichen zur Erde. Zum ersten Mal war es möglich geworden, den blauen Planeten vom Weltraum aus zu erforschen. Auch Meteorologen und Klimaforschern eröffneten sich damit ganz neue Möglichkeiten: Mithilfe der Daten aus dem Weltraum konnten sie nicht nur Beobachtungslücken schließen. Globale Zusammenhänge, die früher gar nicht wahrgenommen wurden, sollten jetzt der Forschung, insbesondere der Synoptik, das heißt der Lehre von der Wettervorhersage und der Klimatologie, neue Impulse geben. Immer kompliziertere Messgeräte wurden seither in den Weltraum geschickt.

Die Geschichte solcher Forschungssatelliten beginnt drei Jahre nach dem Triumph der Sowjets im Wettlauf um die Eroberung des Alls. Am 1. April 1960 starteten die Amerikaner mit TIROS-1 (Television and Infra-Red Observation Satellite) den ersten einer Reihe experimenteller Satelliten, die Methoden und Messgeräte zur Wetterforschung erproben sollten. TIROS-1 war ein etwa 40 Zentimeter hoher Zylinder mit einem Durchmesser von 1 Meter und 120 Kilogramm Masse. An der Außenseite waren Solarzellen angebracht. Das Herz von TIROS-1 bildeten zwei Fernsehkameras, die Bilder im sichtbaren und nahen Infrarot-Bereich aufnehmen konnten. Eine Kamera war mit Weitwinkelobjektiv (Blickwinkel 104 Grad), die andere mit einem Teleobjektiv (Blickwinkel 12 Grad) ausgestattet. Der Satellit rotierte mit etwa 10 Umdrehungen in der Minute; die Drehachse war so ausgerichtet, dass die Kameras auf der sonnenbeschienenen Seite des Erdglobus zur Erdoberfläche blickten.

Etwa 23.000 Bilder sendete TIROS-1 während seines kurzen Lebens von 78

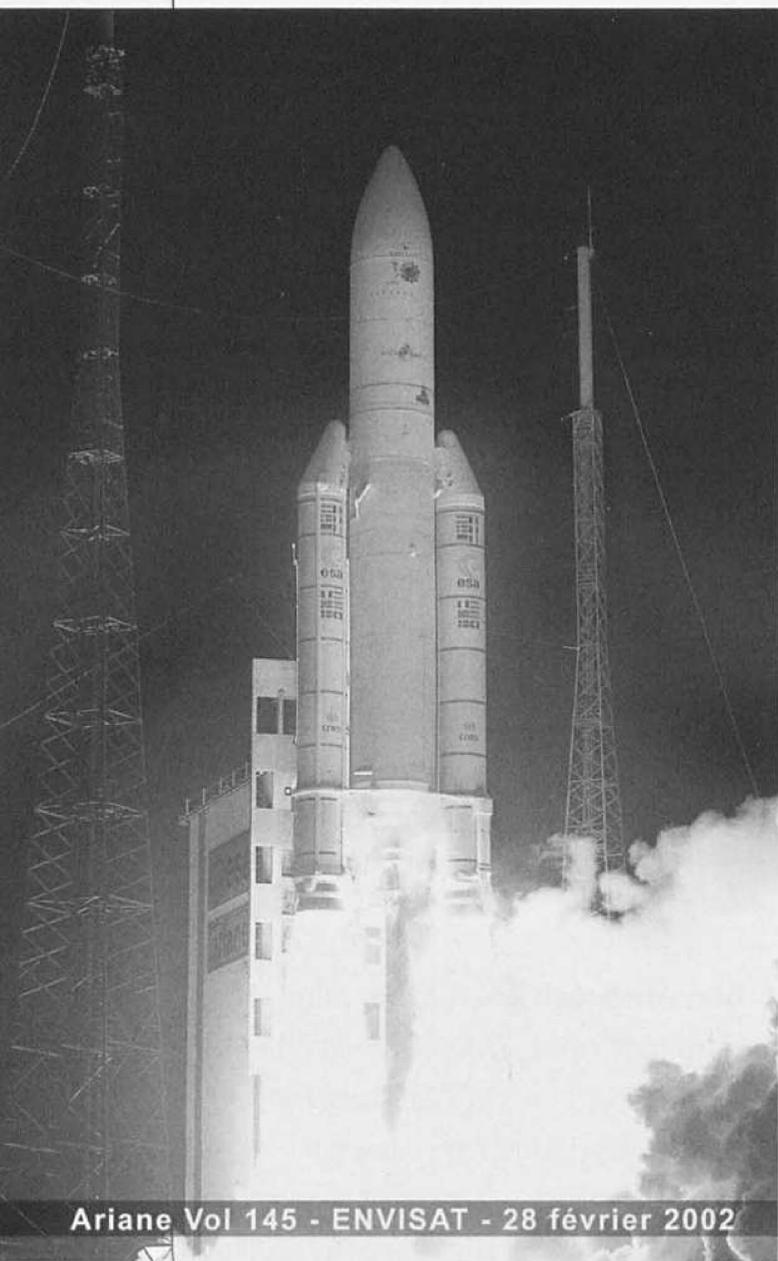
Tagen zur Erde. Auf diesen Bildern sahen Wissenschaftler zum ersten Mal, dass es globale Wolkenstrukturen gibt – bisher hatte man sich die Wolkenformationen unstrukturierter und chaotischer vorgestellt.

**Den Ausbruch des Ätna** zeigt dieses Falschfarbenbild von NOAA-14, das am 24. Juli 2001 in der Satellitenempfangsstation des Deutschen Museums aufgenommen wurde. Das Farbbild entstand durch Überlagerung von drei Kanälen aus dem sichtbaren und infraroten Spektralbereich. Die NOAA (National Oceanic & Atmospheric Administration) wurde 1970 gegründet und übernahm die Zuständigkeit für Betrieb und Planung von Wetter- und Erderkundungssatelliten in den USA.



Alle amerikanischen polar umlaufenden Wettersatelliten tragen seither den Namen dieser Behörde. Der jüngste Satellit dieser Art ist NOAA-16, gestartet am 21. September 2002.

In der Wettersatellitenstation des Deutschen Museums werden die amerikanischen NOAA-Satellitensignale beim Überflug aufgezeichnet und für Besucher aufbereitet.



Ariane Vol 145 - ENVISAT - 28 février 2002

#### Gelungener Start:

Eine Ariane-5-Rakete brachte Envisat auf seine Umlaufbahn.

Sichtbar wurden jetzt auch menschengemachte Änderungen in der Atmosphäre: Eine lange Spur über dem Nordpolargebiet beispielsweise erwies sich als Schatten des Kondensstreifens eines Düsenflugzeugs.

Im September 1961 raste der Hurrikan Carla von der Karibik kommend auf Texas zu. 200.000 Menschen konnten dank der Aufnahmen von TIROS-3 rechtzeitig evakuiert werden.

Mit fortschreitender Technikentwicklung erhöhte sich die Lebensdauer von Satelliten, so dass auch vergleichende Messungen über längere Zeiträume möglich wurden. Daraus ergaben sich bestimmte Anforderungen an die Wahl der Satellitenbahn: Der Satellit sollte möglichst die ganze Erdoberfläche abdecken, aber noch niedrig genug fliegen, um entsprechend hoch aufgelöste Bilder zu liefern. Zum anderen war wünschenswert, die Satellitenbahn so zu wählen, dass beim Überflug die Sonne immer im gleichen Winkel die Erdoberfläche beleuchtet.

Die Lösung dieses Problems ist die so genannte polare sonnensynchrone kreisförmige Umlaufbahn in etwa 800 Kilo-

meter Höhe. Der Satellit wird von seiner Trägerrakete so in die Erdumlaufbahn geschossen, dass er fast genau über Nord- und Südpol fliegt. Der Winkel der Flugbahn zum Äquator (Inklination) beträgt dann etwa 90 Grad. Nach 100 Minuten hat der Satellit eine Umlaufbahn beendet. Die Erde hat sich in dieser Zeit weitergedreht und der Satellit überfliegt jetzt ein Gebiet, das etwa 25 Längengrade weiter westlich liegt.

### EXAKTE BERECHNUNG DER SATELLITENBAHN

Den Winkel, mit dem die Sonnenstrahlen auf den Satelliten beziehungsweise die Erdoberfläche treffen, konstant zu halten, ist schwieriger. Durch die Umlaufbewegung der Erde um die Sonne dreht sich die Satellitenbahnebene, von der Erde gesehen, scheinbar um etwa ein Grad pro Tag (genau 360 Grad in einem Jahr). Um das zu vermeiden, muss man dafür sorgen, dass die Satellitenbahnebene genau um diesen Betrag in die entgegengesetzte Richtung gedreht wird.

Dieser Effekt tritt ein, wenn man den Satellit nicht genau mit 90 Grad, sondern mit 98 Grad Inklination in die Umlaufbahn einschießt, also knapp an den Polen vorbei. In diesem Fall bewirkt die Abweichung der Erde vom idealen kugelförmigen Körper eine kleine Gravitationsabweichung, welche den gewünschten Effekt auf die Satellitenbahn hat. Der erste polar umlaufende Erkundungssatellit war der am 28. August 1964 gestartete NIMBUS-1 (lateinisch: Wolke).

### EUROPÄER KOOPERIEREN IM WELTRAUM

Zehn europäische Staaten, darunter auch die Bundesrepublik, gründeten 1964 die European Space Research Organization (ESRO), um gemeinsam Weltraumforschungsprogramme durchzuführen. Die wissenschaftlichen Schwerpunkte lagen lange Zeit mehr auf der astrophysikalischen und extraterrestrischen Forschung. Erst mit dem geostationären Wetter-satelliten METEOSAT begannen die Europäer einen eigenen Erderkundungssatelliten zu entwickeln. 1977 startete METEOSAT-1 mit einer amerikanischen Trägerrakete. Europa leistete damit auch seinen Beitrag zum Global Atmospheric Research Program (GARP), einem weltweiten Großpro-

jekt zur Erforschung von Wetter und Klima, an dem sich auch die USA, UdSSR und Japan mit eigenen Satelliten beteiligten.

Erst 1981 begann die ESA mit einem eigenen Programm für einen experimentellen Erderkundungssatelliten. Ganze zehn Jahre dauerte es bis zum Start von ERS-1 (Earth Remote Sensing Satellite), doch schon vier Jahre später folgte ERS-2. Bisheriger Höhepunkt des zur Zeit sicher weltweit aufwändigsten Forschungssatellitenprogramms war der erfolgreiche Start von ENVISAT (Environmental Satellite) am 1. März 2002. ENVISAT soll die mit ERS begonnenen Forschungsprogramme fortführen und natürlich auch neue Erkenntnisse ermöglichen.

In etwa 800 Kilometer Höhe umkreist ENVISAT die Erde auf seiner polaren sonnensynchronen Bahn. Sie ist so gewählt, dass die Ortszeit beim Überqueren des Erdäquators von Nord nach Süd immer 10 Uhr beträgt. Mindestens fünf Jahre lang soll der künstliche Trabant mit zehn verschiedenen Instrumenten Daten über Atmosphäre, Land, Ozean und Eis liefern. Die einzelnen Instrumente lassen sich entsprechend ihrer Anwendung grob in vier Gruppen aufteilen:

- Abbildendes Radar mit ASAR
- Aufnahmen im sichtbaren und infraroten Bereich von Ozean, Küstenzonen und Land mit MERIS und AATSR
- Atmosphären-Messungen mit GOMOS, MIPAS und SCIAMACHY
- Höhenmessungen mit RA-2, MWR, LR und DORIS.

Auffälligstes Merkmal am über acht Tonnen schweren ENVISAT ist die große, zehn Meter breite Radarantenne für ASAR (Advanced Synthetic Aperture Radar). Sie sendet Radarimpulse zur Erdoberfläche und empfängt gleichzeitig die zurückkommenden Signale. Bei einem abbildenden Radar, zum Beispiel beim Flughafenradar, hängt die Auflösung des Bildes vom Durchmesser der Antenne ab.

Damit ENVISAT aus so großen Höhen hochaufgelöste Radarbilder aufnehmen kann, greift man zu einem technischen Trick: In einem kurzen Flugzeitintervall des Satelliten werden alle reflektierten Radarsignale mit Amplitude und Phase aufgezeichnet. Die in dieser Zeit zurückgelegte Flugstrecke entspricht dem Durchmesser einer simulierten Antenne (synthetische Apertur). Erst durch eine aufwändige digi-

tale Bearbeitung der Daten am Boden erhält man ein Abbild der Erdoberfläche. Der Vorgang ist vergleichbar mit dem Betrachten eines Hologramms im optischen Bereich.

Die Eigenschaften des Radars – insbesondere seine Unabhängigkeit von Wolkenschichten – lassen sich in vielfältiger Weise ausnützen. SAR-Systeme eignen sich aus diesem Grund hervorragend, beispielsweise für die Überwachung des Treibeises in der Seeschifffahrt.

ENVISAT ist ein Forschungsprojekt der ESA. Unter Leitung des europäischen Raumfahrtkonzerns ASTRIUM sind über 120 Firmen aus Europa, Kanada und Australien am Projekt beteiligt. Mit ENVISAT behauptet Europa seine Führung in Sachen Erderkundung aus dem Weltraum.

Der Name des neuen Satelliten kommt nicht von ungefähr. Er deutet auf eine Richtungsänderung in der Schwerpunktsetzung der Raumfahrtorganisationen hin: Die Erde selbst mit ihrer Atmosphäre –

unsere Umwelt – ist in den Mittelpunkt der Weltraumforschung gerückt. ■■

**DR. MATTHIAS KNOPP** studierte Physik in Bonn. Nach Forschungstätigkeiten in Straßburg, Bonn, Köln und München leitet er seit 1990 die Abteilung Raumfahrt und den Bereich Internet im Deutschen Museum in München.

**NEUESTE TECHNIK AN BORD VON ENVISAT**

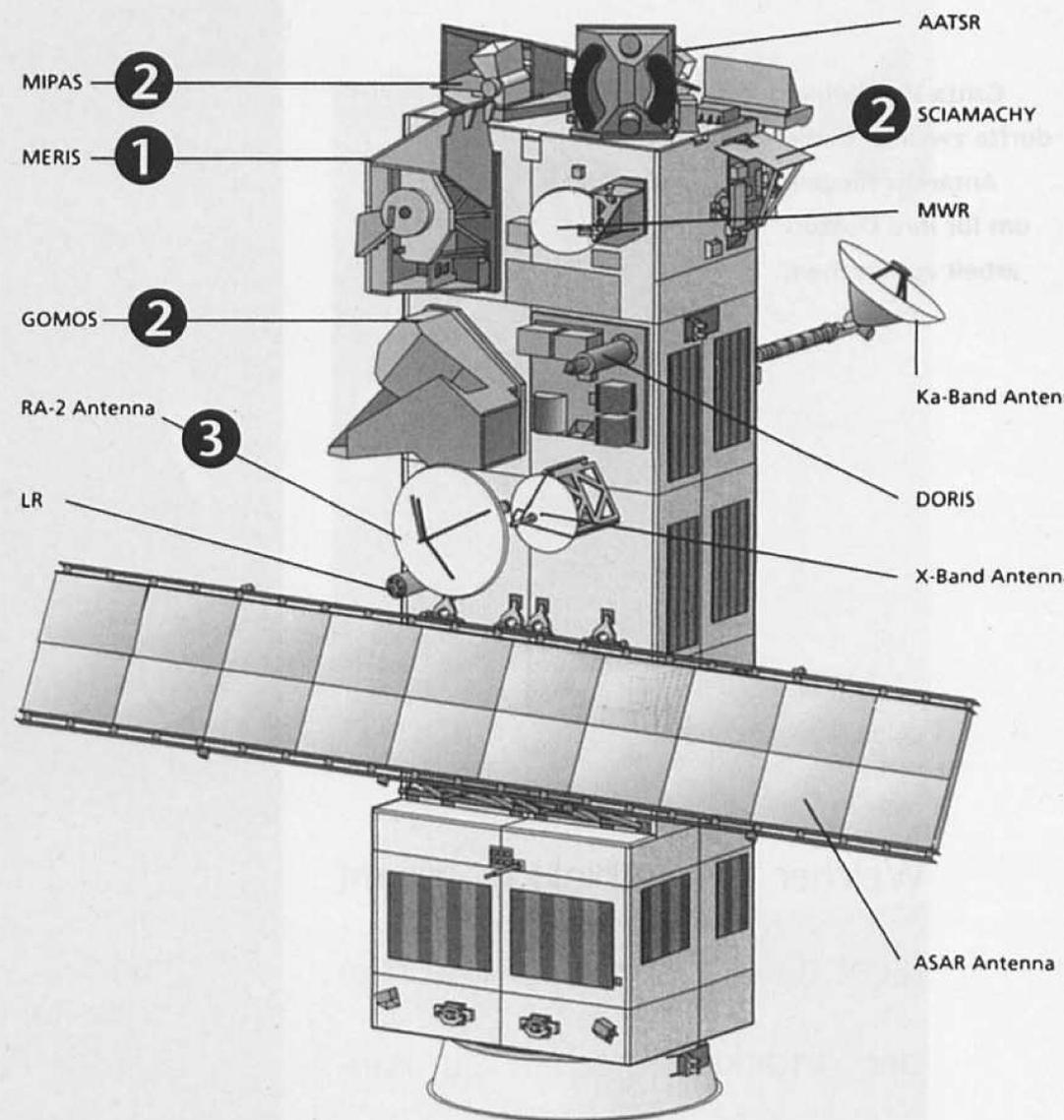
**1 MERIS (Medium Resolution Imaging Spectrometer) und AATSR (Advanced Along Track Scanning Radiometer) sind Scanner**, wie sie von den Wettersatelliten her bekannt sind, die im sichtbaren und infraroten Bereich arbeiten. Sie tasten die Erdoberfläche ab und erstellen so beim Überflug Bildzeile für Bildzeile. Diese Geräte sammeln Informationen über die Vegetation und nehmen hochgenaue Daten zur Bestimmung der Meerestemperatur auf.

**2 GOMOS, MIPAS und SCIAMACHY sind Messgeräte**, von denen man sich viele neue Erkenntnisse erwartet. Sie sind stets auf den Erdhorizont ausgerichtet und können die Erdatmosphäre vertikal abtasten. Auf diese Weise erhält man ein dreidimensionales Messfeld und kann auch dynamische Effekte in verschiedenen Höhen studieren. GOMOS (Global Ozone Monitoring by Occultation of Stars) misst den Ozongehalt mit einer äußerst trickreichen Methode: Das Gerät beobachtet den Untergang von Sternen. Dabei muss das Sternenlicht verschiedene Schichten der Erde durchqueren und wird je nach Ozongehalt verschieden stark absorbiert.

MIPAS (Michelson Interferometer for Passive Atmospheric Sounding) und SCIAMACHY (Scanning Imaging Absorption Spectrometer for Atmospheric Chartography) können über 30 verschiedene Spurengase und Aerosole detektieren, darunter die umweltrelevanten Stickoxide und Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW). MIPAS arbeitet im mittleren Infrarot-Bereich und funktioniert nach dem Prinzip des Michelson-Interferometers, bei dem Interferenzstrukturen der Infrarot-Strahlung gemessen werden. SCIAMACHY arbeitet ergänzend im sichtbaren und nahen Infrarot-Bereich. Alle drei Geräte basieren auf unterschiedlichen Messprinzipien und lassen so die unabhängige Bestimmung spezieller Gaskonzentrationen zu.

**3 RA-2 ist ein hochpräziser Radarhöhenmesser.** Er kann Änderungen der durchschnittlichen Höhe des lokalen Meeresspiegels erfassen, die von der Topographie des Meeresbodens beeinflusst werden. Die Form und Stärke des reflektierten Radarsignals erlaubt außerdem die Bestimmung einer durchschnittlichen Wellenhöhe wie auch der jeweiligen Windrichtung.

In Verbindung mit dem ASAR können globale aktuelle Karten für die Schifffahrt erstellt werden. Das MWR (Microwave Radiometer) liefert



ENVISAT satellite configuration

Korrekturdaten für die Höhenmessung. Der Laser-Reflektor (LR) erlaubt eine Entfernungsmessung per Laserstrahl von der Erde aus. DORIS (Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite) empfängt Radiosender auf der Erde und bestimmt durch die Doppler-Frequenzverschiebung den Zeitpunkt der größten Annäherung des Satelliten.

LR und DORIS dienen der exakten Höhenmessung und gleichzeitig der genauen Positionsbestimmung des Satelliten selbst.

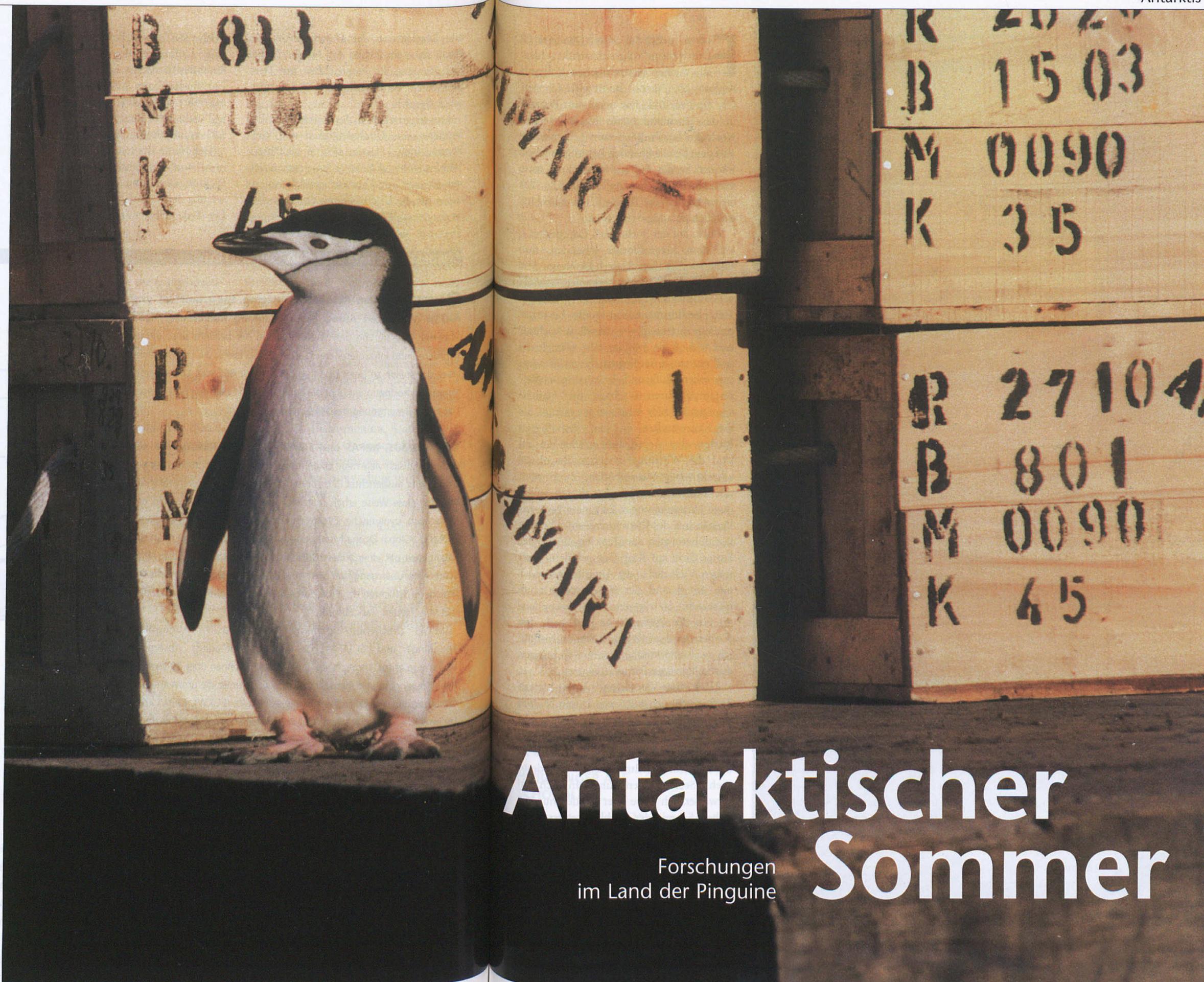
Was da schon wieder drin ist? Obwohl dieser Zügelpinguin zu den kleinsten Vertretern seiner Gattung gehört, zeigt er keinerlei Scheu vor den Menschen. Spätestens im Winter ziehen die ohnehin wieder in wärmere Gebiete.

Gritta Veit-Köhler durfte zweimal in die Antarktis fliegen, um für ihre Doktorarbeit zu forschen.



Welcher Meeresbiologe träumt nicht davon, einmal ungestört in der Antarktis forschen zu können? Für die Forschungstaucherin Gritta Veit-Köhler ging dieser Traum in Erfüllung: Sie verbrachte zwei antarktische Sommer auf der argentinischen Station Jubany auf King-George-Insel.

Text und Fotos von Gritta Veit-Köhler



# Antarktischer Sommer

Forschungen  
im Land der Pinguine



Wohncontainer für Wissenschaftler: Wer hier arbeitet, muss auf jedweden Komfort verzichten. Vier Personen teilen sich einen Raum mit Betten, Schrank und Tisch. Doch das Erlebnis einer grandiosen Natur entschädigt für so manche Unannehmlichkeit.

**F**uerza, hermana!“, Kraft, Schwester. Durch meine Vollgesichtsmaske schaue ich meinen argentinischen Kollegen Augusto an. „Bueno“ beantworte ich sein OK-Zeichen und lasse mich vom Eisrand in das leuchtend blaue Wasser gleiten. Noch ein letzter Blick zum Leinenmann und dem bereitstehenden Rettungstaucher. Ich drücke das Luftauslassventil an meinem Trockentauchanzug und 15 Kilo Blei ziehen mich in die Tiefe. – Ich bin allein im eiskalten antarktischen Ozean.

Allein auf der Suche nach Copepoden – auf dem Meeresboden lebenden, nur Millimeter großen Ruderfußkrebse. Mit Stechrohr und Unterwasserkamera bewaffnet sammle ich Sediment ein. Wieso die Tiere bestimmte Lebensräume bevorzugen, was sie fressen, wie schnell sie wachsen und wie oft sie sich im Jahr vermehren, sind nur einige der Fragen, die geklärt werden sollen. Aufgrund der niedrigen Wassertemperaturen wachsen die kleinen Copepoden hier sehr viel langsamer als ihre Verwandten in den gemäßigten Breiten, aber wegen ihrer großen Anzahl sind die Winzlinge wichtige Bewohner antarktischer Meeresböden. Zusammen mit anderen Forschungsprojekten sollen diese Untersuchungen zu einem besseren Verständnis des Ökosystems einer bislang fast unberührten antarktischen Bucht, der Potter Cove auf King-George-Island, beitragen. Viele der in der Antarktis gefundenen Arten sind der Wissenschaft noch unbekannt. So trägt eine neue Copepodenart aus der Potter-Bucht jetzt auch den Namen der argentinischen Station, auf der ich zwei antarktische Sommer verbringen durfte: *Pseudotachidius jubanyensis*.

Nach einer Viertelstunde in 20 Metern Tiefe tauche ich mit sechs Dosen Matsch im Sammelnetz wieder am Packeisrand auf: „Todo bien!“, alles okay. Auch Augusto ist froh, mich heil wieder auf dem Eis zu haben, denn je mehr Packeis es gibt, desto mehr Seeleoparden tummeln sich im Gewässer. Ich habe aber wieder nur die hohen Schreie der Krabbenfresserrobben unter Wasser gehört.

Zwei antarktische Sommer, zweimal vier Monate im deutschen Dallmann-Labor auf der argentinischen Station Jubany an einer malerischen Bucht der King-George-Insel im Südshetland-Archipel: Welcher Meeresbiologe träumt nicht davon? Alle, die schon einmal in der Antarktis waren, sind sich einig: Diesen einzigartigen Kontinent wird man ein Leben lang nicht vergessen.

## STATIONSLEBEN IM EIS

Umrahmt von Gletschern und erloschenen Vulkanen liegt die Basis mit ihren orangefarbenen Häusern. Gebaut wurde sie auf den drei Prozent der Antarktis, die zumindest im Sommer eisfrei sind. Das Leben auf dieser Station unterscheidet sich grundlegend von allem, was ich bisher kannte. Einzelzimmer – Fehlanzeige! Vier Frauen teilen sich ein Zimmer: zwei Stockbetten, zwei Schränke, zwei Stühle und einen Schreibtisch.

Wie in einer großen WG gibt es im kombinierten Wohn- und Forschungscontainer Dallmann-Labor zwischen den sechs argentinischen und den sechs deutschen Wissenschaftlern durchaus Reibereien. Das beginnt bei grundlegend unterschiedlichen Einstellungen zum Geschirrabspülen und endet beim Duschartus. Im Großen und Ganzen überwiegen aber die positiven Seiten. Wann erhält man schon einen Intensivkurs in Spanisch gratis? Wann hat man das letzte Mal gemeinsam mit anderen musiziert? Wann hat man je im Leben so viel Fleisch gegessen?

Zu den regelmäßigen Arbeiten für die Gemeinschaft, von denen auch die Wissenschaftler nicht ausgenommen werden, zählen Dienste wie „Maria“ (Hausmädchen), „Agua“ (Wasser) und „Descarga“ (Entladen). Letzteres umschreibt das mindestens 24-stündige Entladen von Vorräten und Dieseltreibstoff vom Versorgungseisbrecher Almirante Irizar – das allerdings nur ein- bis zweimal pro Kampagne stattfindet. Wer zum Agua-Dienst eingeteilt ist, muss hingegen regelmäßig Süßwasser aus den nahen Seen in die Vorratsbehälter der Basis pumpen. „Maria“ schließlich heißt ganz einfach, dem Koch im Haupthaus beim Tischdecken und Essenverteilen zur Hand zu gehen.

## HEIßHUNGER AUF SCHOKOLADE

Antarktis, das ist der Kontinent, auf dem Helikopterflüge durch Tausch mit argentinischem Rindfleisch bezahlt werden können; wo der Besuch eines brasilianischen Forschungsschiffes mit einem Fußballländerspiel beginnt und in einem Trommelfest endet oder ein Geburtstag auch mal mit einem Flug vom Gletscher zu einer anderen Basis begangen wird. Wenn jedes Touristenschiff begrüßt wird, als habe es die drei Tenöre an Bord, nur weil man sich



eine Abwechslung im Speiseplan erhofft und die such�geplagten Raucher den lang ersehnten Zigarettenschub bekommen, dann ist man in der Antarktis!

Sobald einer dieser Luxusliner am Abend seine zweihundert „rotbeackten Pinguine“ wieder eingeladen hat, kehrt auf der Basis Ruhe ein. Dann wird gescherzt über die „Touris“ – denen die Antarktis in der Piano-Bar auf dem goldenen Tablett serviert wird. Wir erleben diese Landschaft täglich hautnah.

Manche Tagesbesucher erschauern allein beim Blick in unsere „Gemächer“. Sie hätten schon schönere Orte gesehen, behaupten sie, und: Bei ihnen zu Hause sei es viel ordentlicher. Dennoch: Wir freuen uns über die Nougat-Nikoläuse, die uns eine ältere Reisende als Geschenk zur Weihnachtszeit mitbringt. Schokolade ist meistens Mangelware in der Antarktis, vor allem wenn der eigene Appetit beim Kistenpacken ein halbes Jahr vorher maßlos unterschätzt wurde.

Wer hier lebt und arbeitet, muss improvisieren können, denn die Dinge, die zur Lösung eines unvorhergesehenen Problems nötig wären, sind meistens nicht vorhanden. Lebten die Copepoden-Kulturen anfangs noch in einem knallroten Kunststoff-Iglu „on the rocks“, gekühlt mit Gletschereis und mit Algencocktail versorgt, werden die Tiere jetzt in einfachen Kühlcontainern sortiert und ihre Nachkommenschaft unter der Stereolupe gezählt.

Tauchgang ins minus zwei Grad kalte Eiswasser. Der Leinenmann kontrolliert noch einmal die Vollgesichtsmaske. Ein Rettungstaucher (rechts) ist bereit, im Notfall zu helfen.

## NACHTAKTIVE ORNITHOLOGEN

Der Botanikerin Babro Winkler geht es da besser. Für ihre Untersuchungen an Flechten und Moosen kann sie einen Heizkörper mit in ihre Arbeitsstätte nehmen. In dem beheizten Iglu sind die Gasanalysegeräte untergebracht, die den Kohlendioxidgehalt messen. Die Pflanzen bleiben – in kleinen Küvetten – vor der Tür, damit ihnen nicht unnatürlich warm wird. Die Küvetten werden von angesaugter Außenluft durchströmt, deren CO<sub>2</sub>-Gehalt vor und nach der Küvettenpassage gemessen wird.

Aufgrund der CO<sub>2</sub>-Differenz lässt sich feststellen, ob die Pflanzen nur Energie verbraucht (geatmet) haben und daher mehr CO<sub>2</sub> in der Luft ist als vorher, oder ob sie Photosynthese betrieben – also Sonnenenergie in gebundene chemische Energie umgewandelt haben – dann nämlich befindet sich weniger CO<sub>2</sub> in der Luft. Weil es in der Antarktis so kalt ist, spielt beim Photosyntheseprozess die Verfügbarkeit von Wasser eine tragende Rolle, denn der schönste Sonnenschein hilft den Pflanzen nichts, wenn das Wasser um sie herum

gefroren ist. Zu dieser Studie gehören auch Untersuchungen auf einer Flechtenheide an den Tres Hermanos, dem Hausberg der Station.

In direkter Nachbarschaft zur Flechtenheide liegt die große Geröllhalde des Basaltberges, in deren Spalten und Nischen zwischen den Felsblöcken an die 4.000 Buntfuß-Sturmschwalben brüten. Diese kleinen Verwandten der albatrosgroßen Riesensturmvögel bekommt man am Berg nur in den kurzen antarktischen Sommer-



nächten zu Gesicht. Weil sie eine beliebte Beute der Skuas (Raubmöwen) sind, vermeiden sie gezielt jede Begegnung mit ihnen. Erst nachts kehren sie vom offenen Meer zurück, um die Küken zu füttern. Auch die Ornithologen müssen daher nachtaktive sein, um erwachsene Tiere zu fangen und zu untersuchen. Und entsprechend ruhig müssen sich die Kollegen tagsüber verhalten, damit die Vogelforscher zu ihrem wohlverdienten Schlaf kommen.

#### PINGUINE UND ANDERE MITBEWOHNER

In der Nähe der Station Jubany brüten drei Pinguinarten. Am häufigsten sind die Adelige-Pinguine. Ihre dichten Kolonien bilden regelrechte Hügel in der Landschaft, weil sich die Adelies schon seit vielen Generationen immer wieder an denselben Stellen einfinden und Steinchen für den Nestbau zusammetragen. Auffälliger als ihre schwarzköpfigen Verwandten sind die Eselspinguine gleich nebenan. Die bis zu sechs Kilogramm schweren Tiere haben einen leuchtend roten Schnabel. Den

Namen verdanken sie ihrem „Gesang“. Der Zügelpinguin – mit dem schwarzen Kehlstreif ähnelt er einem britischen Bobby – ist der kleinste hier brütende Pinguin. Er liebt die Höhe und scheut keine Klettertour, um zu seinem hoch in den Felsen gelegenen Nistplatz zu gelangen.

„Cuidado!“, Vorsicht – kann ich meinem Begleiter gerade noch zurufen, als sich ein vier Tonnen schwerer See-Elefant erstaunlich schnell umdreht und seinen riesigen Rachen aufreißt. Auf unserem Weg zur

**Rote Plastikiglus dienen vor ein paar Jahren noch als Minilaboratorien. Inzwischen hat das Alfred-Wegener-Institut einen Laborcontainerkomplex errichtet.**

Probennahme bei einer Pinguinkolonie treffen wir regelmäßig auf diese Giganten. Normalerweise liegen sie faul und träge am Strand herum. Doch im Herbst wechseln die See-Elefanten ihr Fell. Für mindestens drei Wochen begeben sich die Tiere an Land, da sie mit den Haaren auch die obere Hautschicht abstoßen. Weil sie in dieser Zeit nicht fressen können, bewegen sie sich – um Energie zu sparen – so wenig wie möglich. Dicht beieinander liegen sie in Haufen verrottender Algen und eigener Exkremate. Der Geruch einer solchen Gruppe ist unbeschreiblich.

In der Pinguinkolonie riecht es auch nicht besser, aber schließlich werden wir durch ein beeindruckendes Schauspiel von mindestens zehntausend laut streitenden oder sich begrüßenden Pinguinen entschädigt.

Nach einem anstrengenden Forschungs-



tag kehren wir durchgefroren und hungrig zur Station zurück und melden uns per Funk beim „Jefe“, dem Basischef zurück. Zum Abendessen gibt es, wie es sich auf einer argentinischen Basis gehört, natürlich Gegrilltes. ■■

**DR. GRITTA VEIT-KÖHLER** studierte Biologie in Frankfurt und Gießen und promovierte über Ökologie und Populationsdynamik antarktischer Ruderfußkrebse an der Universität Oldenburg. Im Rahmen ihrer Promotion verbrachte die Forschungstaucherin zwei Sommer im Dallmann-Labor des Alfred-Wegener-Instituts auf der argentinischen Station Jubany auf King-George-Insel.

Nobildungsweg. Gritta Veit-Köhler

**Die „Descarga“ bringt Lebensmittel, Maschinen und Dieseltreibstoff. Helikopter übernehmen den Transport ans Land.**

**Auf dem Gletscher landen Neuankömmlinge mit dem Flugzeug. Pistenraupen bringen sie mit ihrem Gepäck ins Tal.**



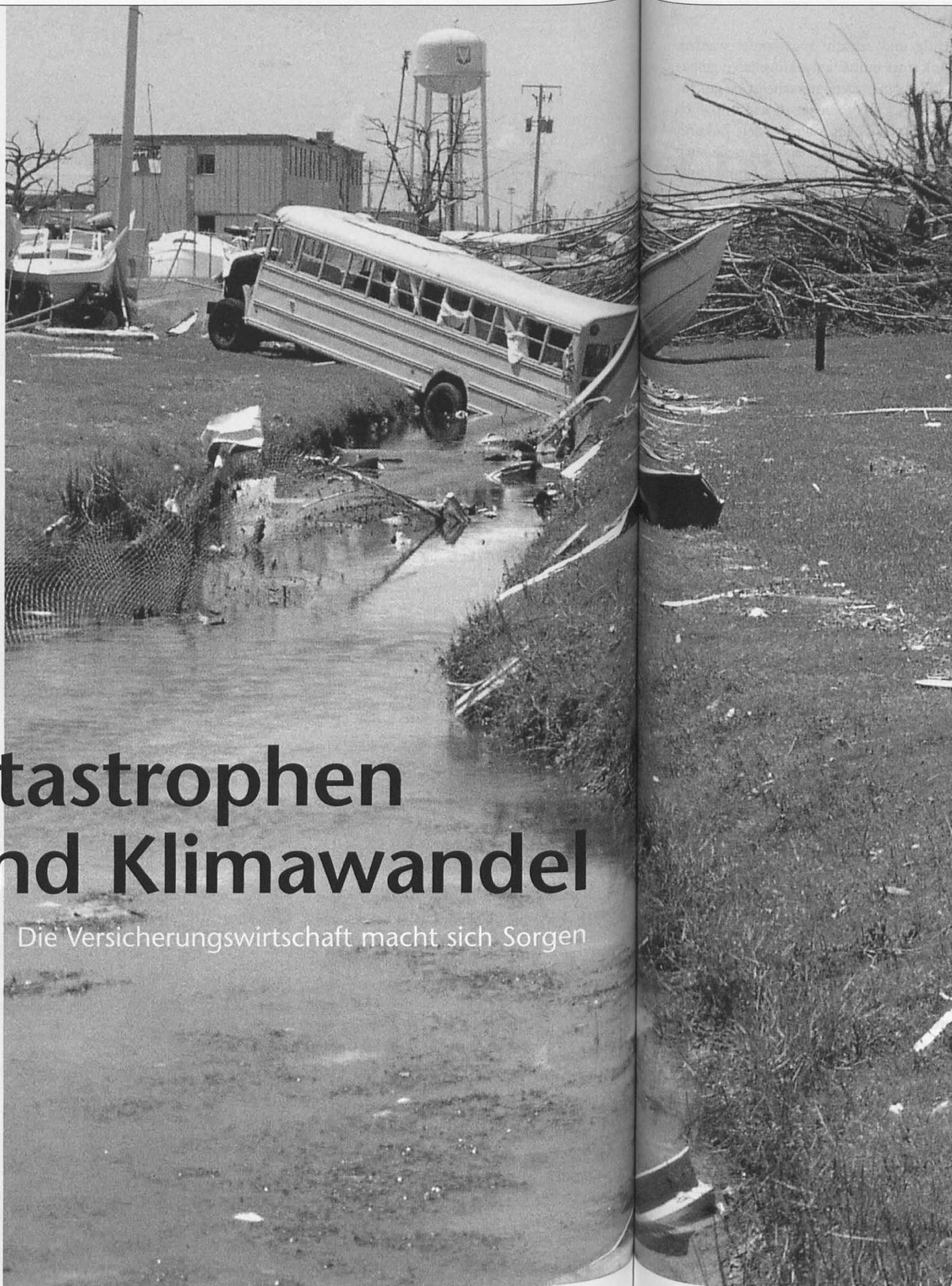
Das Klima verändert sich – mit weitreichenden Folgen. Versicherungen beobachten diese Entwicklung mit Sorge. Denn im Schadensfall müssen sie zahlen – und die Ansprüche könnten wachsen. Experten prognostizieren eine dramatische Zunahme klimabedingter Katastrophen.

Von Gerhard Berz

# Naturkatastrophen und Klimawandel

Die Versicherungswirtschaft macht sich Sorgen

Die Versicherer auf der ganzen Welt registrieren in den letzten Jahrzehnten eine drastische Zunahme von Katastrophenschäden. Natürlich gibt es heute mehr Menschen auf der Erde (doppelt so viele wie noch in den Fünfzigerjahren) und sie ballen sich immer mehr in Großstädten (viermal so viele wie 1950, in der Dritten Welt sechsmal so viele), die zudem überwiegend in hochexponierten Regionen, vor allem entlang der Küsten liegen, so dass die „Trefferwahrscheinlichkeit“ zunimmt. Aber diese Veränderungen reichen nicht aus, um den Anstieg der Zahl großer Naturkatas-



Verheerende Schäden hinterließ der Hurrikan Andrew 1992 in Süd-Florida. Auch in Deutschland gibt es immer häufiger schwere Stürme.

tropfen zu erklären: auf das Dreifache innerhalb von drei Jahrzehnten. Die von ihnen verursachten Schäden sind um das Achtfache gestiegen (schon inflationsbereinigt) und die Schadenbelastungen der Versicherer liegen 14 Mal höher als noch vor 30 Jahren. Zweifellos ist die Katastrophenanfälligkeit der hoch entwickelten Industriegesellschaften gestiegen. Die Erdbebenkatastrophe von Kobe 1995 war ein überzeugendes Beispiel. Doch auch an den immer zahlreicheren Indizien für einen zunehmenden Einfluss klimatischer und anderer Umweltveränderungen kommt man nicht mehr vorbei.

## VIELE INDIZIEN FÜR KLIMAVERÄNDERUNG

„War alles schon mal da“ oder „Der Einfluss des Menschen lässt sich doch nicht beweisen – die Natur bleibt die Stärkere“ lauten die bekannten Gegenargumente. Doch Fakt ist, dass die Katastrophen „nicht mehr das sind, was sie früher waren“. Im Gegenteil: Beobachtungen und immer fundiertere physikalische Modellrechnungen belegen, dass viele atmosphärische und hydrosphärische Vorgänge neue Extremwerte erreichen oder, anders ausgedrückt, sich die Eintrittswahrscheinlichkeiten für bestimmte Grenzwerte deutlich erhöhen. Mehr Hitzewellen und Dürren, Stürme und Sturmfluten, Überschwemmungen, Muren und Hagelschläge sind die Folge, von der offenkundigen Ozonerstörung ganz zu schweigen.

Die Versicherer brechen nun nicht gleich in Panik aus: Sie bewegen sich mit ihren Risikoeinschätzungen im Allgemeinen auf der sicheren Seite und ein Großteil ihres Geschäfts ist nicht besonders katastrophexponiert. Außerdem funktioniert der weltweite Risikoausgleich via Rückversicherung und durch verschiedene neue Finanzierungsinstrumente nach wie vor hervorragend, so dass die Versicherer ihre Katastrophenrisiken bis jetzt gut unter Kontrolle haben und die Versicherbarkeit

auch noch auf längere Sicht gewährleistet erscheint.

Andererseits befürchtet die Versicherungswirtschaft natürlich zu Recht, dass die steigenden Schadentrends allmählich die Prämienbasis erodieren, da diese der Schadenerfahrung zwangsläufig hinterherhinkt. Vor allem aber fürchten sie, dass in einzelnen Brennpunktregionen – insbesondere dort, wo hohe Gefährdung auf hohe Werte- und Versicherungsdichten trifft – Schadenpotenziale im zweistelligen Milliarden-Euro-Bereich heranwachsen, die die Versicherungswirtschaft bis an die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit belasten können.

So genannte Elementarschäden werden in Deutschland zu einem stark überwiegenden Teil durch atmosphärische Extremereignisse verursacht. An erster Stelle stehen die Stürme, die die Versicherer sowohl durch ihre Häufigkeit wie auch durch oft schwer wiegende Folgen belasten. Danach kommen die Überschwemmungen und sonstigen Naturkatastrophen (darunter Winterschäden, Waldbrand, Erdbeben). Hierzulande eher selten sind Erdbeben.

Natürlich ist ein Zeitraum von drei Jahrzehnten nicht ausreichend, um ein wirklich repräsentatives Bild von der Katastrophengefährdung in Deutschland zu vermitteln. Der gewählte Zeitabschnitt kann aber im Hinblick auf die beobachteten Naturkatastrophen als durchaus typisch gelten und er belegt gleichzeitig, dass sich selbst in wenigen Jahrzehnten wesentliche Einflussgrößen stark verändern können und so den Vergleich über längere Zeitabschnitte problematisch erscheinen lassen. Andererseits dürften die in Deutschland gefundenen Gefährdungsverhältnisse näherungsweise auch noch für die meisten Nachbarländer charakteristisch sein.

## WACHSENDE SCHADENPOTENZIALE

Das Bild ändert sich deutlich, wenn man die Schadenpotenziale extremer Naturkatastrophen betrachtet, bei denen man unter anderem auch ein weitgehendes Versagen der bautechnischen und organisatorischen Vorsorgemaßnahmen befürchten muss. Hier rücken dann Ereignisse in den Vordergrund, die zwar eher selten auftreten, wie starke Erdbeben oder extreme Sturmfluten, aber bei einem „Volltreffer“ in einer dicht besiedelten Region schlimmste Schäden anrichten können. Entsprechende

Abschätzungen zeigen, dass auch in Deutschland, trotz der im weltweiten Vergleich eher mäßigen Gefährdung, Katastrophenschäden denkbar sind, die sich mit einigen der bekannten Katastrophenszenarien aus anderen Ländern messen können.

Versicherung als wichtiger Bestandteil der privaten, betrieblichen und öffentlichen Risikovorsorge hat vor allem das Ziel, das finanzielle Ruinrisiko des Versicherungsnehmers zu minimieren. Dies gilt auch – in vielen Ländern ganz besonders – für Naturgefahren, die von einem Großteil der heute angebotenen Versicherungsprodukte gedeckt werden.

In Regionen wie Mitteleuropa, wo die von den Naturgefahren ausgehenden Risiken im Allgemeinen moderat sind, stellen die entsprechenden Versicherungsverträge eher einen Schutz vor häufigen Klein- oder Bagatellschäden dar als vor den existenzbedrohenden, aber seltenen Großschäden. Der Versicherungsnehmer sieht diese Art von Versicherungsschutz deshalb oft als eine Art "Sparkasse" an, in die er nicht nur regelmäßig Beiträge entrichtet, sondern aus der er ebenso mehr oder weniger regelmäßig Auszahlungen erwarten kann.

## VERSICHERER NUTZEN GEOWISSENSCHAFTEN

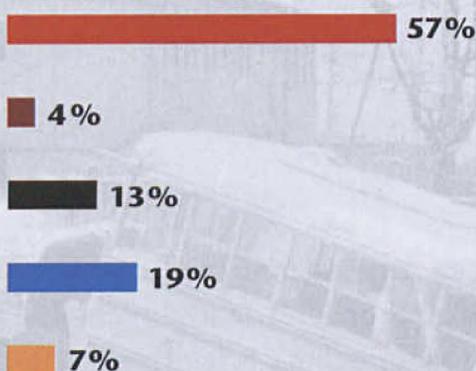
Der Gedanke der Risikovorsorge und damit auch das Interesse an einer echten Risikominderung werden dadurch in den Hintergrund gedrängt. Um das finanzielle Risiko etwas zu verringern, müssen Versicherungen daher ihre Produkte umgestalten. So wird zukünftig wahrscheinlich eine höhere Selbstbeteiligung des Versicherten notwendig sein.

Bei der Deckung von Überschwemmungsschäden kommt es zum Beispiel darauf an, die meist sehr kleinräumigen und gleichzeitig sehr großen Gefährdungsunterschiede richtig zu erfassen und zu bewerten sowie daraus die geeigneten Konsequenzen für die Gestaltung des Versicherungsschutzes zu ziehen. Dabei greifen die Versicherer heute mehr als je zuvor auf geowissenschaftliche Untersuchungsmethoden (insbesondere geographische Informationssysteme) zurück und schlagen bautechnische Schadenminderungsmaßnahmen vor.

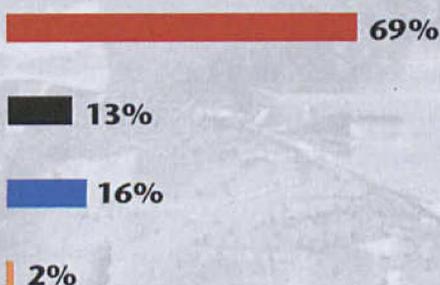
Die Versicherungswirtschaft hat eine Reihe von Instrumenten entwickelt, die es erlauben, das Katastrophenrisiko einzugrenzen und zu beherrschen – wenn sie

## Naturkatastrophen in Deutschland 1970-2001

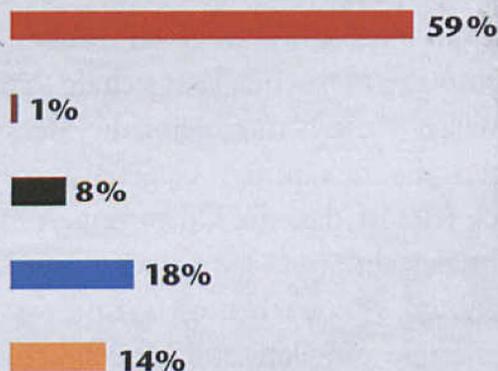
Anzahl gesamt: 524



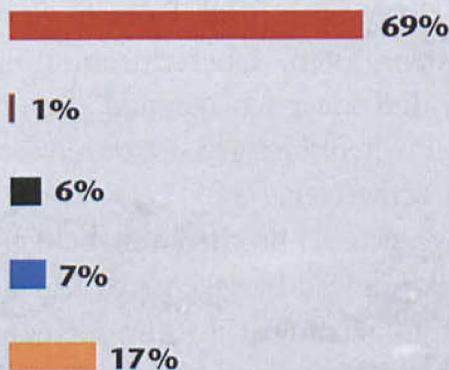
Tote gesamt: 692



Volkswirtschaftliche Schäden  
gesamt: 18,4 Mrd. Euro\*



Versicherte Schäden gesamt:  
6,9 Mrd. Euro\*



- Sturm
- Erdbeben
- sonstige \*\*
- Überschwemmung
- Hagel

\* Originalschäden, Stand: 1. März 2002

\*\* u.a. Lawinen, Frost, Waldbrände

richtig und selektiv angewendet werden. Dank eines immer ausgeklügelteren globalen Risikomanagements scheint sie gut für den Ernstfall vorbereitet zu sein und auch die Katastrophenprobleme der Zukunft meistern zu können. Dabei kann sie auch aktiv zu einem nachhaltigen Klimaschutz beitragen, indem sie ihren finanziellen und politischen Einfluss, ihre Motivierungsinstrumente und ihre eigenen Umweltschutzpotenziale nützt, um die möglichen negativen Auswirkungen der sich abzeichnenden Klimaänderung – im eigenen Interesse – möglichst gering zu halten.

Aus der Sicht des Rückversicherers, aber auch aus gesamtwirtschaftlicher und politischer Sicht, gefährden die aus Stürmen und anderen extremen Naturereignissen zu erwartenden Größtschadenpotenziale die nachhaltige Entwicklung in vielen Regionen. Auch in Mitteleuropa liegen die möglichen Schadenssummen in Größenordnungen, die eine umfassende Risikopartnerschaft, also eine ausgewogene Risikobeteiligung der Versicherungsnehmer, der Erst- und Rückversicherungsmärkte und im Notfall auch des Staates erforderlich machen.

Häufigkeit und Schadenausmaß großer Naturkatastrophen werden auch in Zukunft weltweit zunehmen. Die Erwärmung der Erdatmosphäre führt außerdem zu intensiveren Sturm- und Niederschlagsprozessen. Auch der Anstieg des Meeresspiegels wird den Schadentrend erheblich verstärken.

Die Versicherungswirtschaft arbeitet daher an geeigneten Vorsorgemaßnahmen, um auch in der Zukunft die Deckung von Elementarschäden gewährleisten zu können. Durch eine geeignete Gestaltung der Versicherungsprodukte will sie die Versicherungsnehmer, aber auch die Behörden zur Schadenvorsorge motivieren und gleichzeitig ihr eigenes Schadenpotenzial und damit einhergehende Kapazitätsprobleme verringern. ■■

**DR. GERHARD BERZ** hat Meteorologie und Geophysik in Köln studiert, er ist Lehrbeauftragter für Meteorologie an der LMU München und leitet seit 1974 die Abteilung GeoRisikoForschung der Münchener Rückversicherungsgesellschaft.

# ...bis in die luftigen Höhen der Atmosphäre

Das Universum® Science Center Bremen

Von Kerstin Haller und Tobias Wolff

Wissenschaft zum Anfassen bietet das Universum Science Center. Die Besucher sind eingeladen, sich auf Entdeckungsreise durch die drei Fantasielandschaften – Mensch, Erde und Kosmos – zu begeben.

**M**it unvorstellbarer Geschwindigkeit dreht sich der Tornado und reißt alles mit, was sich ihm in den Weg stellt. Eine Säule aus feinstem Wasserdampf wirbelt nach oben, wiegt hin und her, scheint langsamer zu rotieren, um gleich darauf wieder zu beschleunigen. Eine Hand nähert sich vorsichtig von der Seite, streift die Windhose, bis diese schließlich für kurze Zeit unterbrochen wird.

Das Universum Science Center in Bremen ist im September 2000 angetreten, Wissenschaft im wahrsten Sinne des Wortes begreifbar zu machen und dadurch eine breite Öffentlichkeit für wissenschaftliche Fragen und Erkenntnisse zu faszinieren. Der Weg dahin führt über die Aktivität der Besucher. Nur was erlebt, gehört, gesehen und berührt wurde, bleibt nachhaltig in Erinnerung und ermöglicht Verstehen. Aus diesem Grund dominieren im Universum Science Center Mitmach-Stationen, die unterschiedlichste Interaktionsmöglichkeiten zulassen.

Vom klassischen Knopfdruckexperiment, das das Thema Konvektion erklärt, über ein dreidimensionales Puzzle, aus dem die Schalen und Schichten der Erde zusammengesetzt werden können, vom stockfinsternen Labyrinth bis zur Wiege

An der MitmachStation  
"Hands-on" spüren Kinder  
die Kraft des Tornados.



zum Testen des Gleichgewichtssinnes, von einer simulierten Zeitreise bis zu Riesenseifenblasen reicht dabei das Spektrum der Exponate.

Das Staunen über wissenschaftliche Phänomene steht im Science Center im Vordergrund. Es bildet die Grundlage für die kognitive Auseinandersetzung mit den angesprochenen Themen. Konzeptionell beruft sich das Universum Science Center auf die großen Vorbilder der amerikanischen und britischen Mitmach-Museen, unterscheidet sich aber von diesen durch eine ausgeprägte Inszenierung der Ausstellungsräume.

### REISE DURCH DREI KONTINENTE

Das Konzept des selbstständigen Entdeckens spiegelt sich auch in der Besucherführung im Universum Science Center wider: Die Besucher werden zum Forscher und zur Entdeckerin. Sie begeben sich auf drei Expeditionen durch die Fantasiekontinente Mensch, Erde und Kosmos.

Jede Expedition folgt einer dramaturgischen Linie. So führt die Expedition Mensch vom Moment der Zeugung bis in die Welten des menschlichen Geistes. Vom Mittelpunkt der Erde bis in die luftigen Höhen der Atmosphäre weist die Expedition Erde den Weg, die Expedition Kosmos beginnt dagegen in den Weiten des Alls und lässt die Besucher bis in die kleinsten Strukturen der Materie vordringen.

Jede Entdeckungsreise beginnt im Erdgeschoss und endet im dritten Obergeschoss, so dass die Besucher verschiedene Winkel und Räume des Universums entdecken. Der Abwechslungsreichtum der Inszenierung prägt das Besuchserlebnis. Die Konzeption sieht einen bewussten Wechsel von hellen und dunklen Zonen, von aktiven und passiven Bereichen, von enger und weitläufiger Wegeführung vor. So werden die Besucher etwa durch eine künstlerisch nachempfundene Gebärmutter geführt, schlendern an einem riesigen Sternpanorama vorbei oder erforschen ihre Träume im Spiegel(T)raum. Aus Besucherbefragungen geht hervor, dass dieser Erlebnis-Charakter für Wiederholungsbesuche mitverantwortlich ist. Auch beim zweiten und dritten Besuch entdecken die Besucher immer wieder Unbekanntes, Überraschendes und Neues.

Wer im Universum Science Center nach großen Texttafeln sucht, tut dies vergebens. Informationen erhalten die interessierten

Besucher dennoch: an jeder Mitmach-Station werden die Interaktionsmöglichkeiten sowie die wissenschaftlichen Hintergründe allgemein verständlich in wenigen Sätzen beschrieben.

### EINLADENDER INFORMATIONSMIX

Für Nachfragen stehen „Scouts“ als Betreuer zur Verfügung. Diese sind angehalten, auf Wunsch in einen wissenschaftlichen Diskurs zu treten, Ideen zu reflektieren oder ein Exponat vorzuführen und zu erklären. An einem Infoterminal-System erhalten die Besucher spielerisch zusätzliche Erklärungen zu den in der Ausstellung angesprochenen Themen: Sie fahren beispielsweise mit einem Fahrstuhl zum Mittelpunkt der Erde, testen ihr Gehör oder reisen zu kosmischen Phänomenen.

Diese Art, Information zu strukturieren, geht nicht zuletzt auf Untersuchungen in amerikanischen Science Centern zurück. Sie zeigen, dass die Bereitschaft von Besuchern, einen Ausstellungstext zu lesen, mit der Länge desselben sinkt. Informationen werden am besten aufgenommen, wenn sie im Interessenhorizont der Besucher liegen sowie an ihre Erfahrungen anknüpfen.

### IM AUGEN DES STURMS

Wind, Wetter, Kälte, Wärme, Schnee und Regen. Die Ursachen und Auswirkungen dieser Erscheinungen werden zum Beispiel in der Expedition Erde thematisiert. Eine Strömungskugel zeigt, wie Wirbel in einer mit Flüssigkeit gefüllten Kugel entstehen, wenn diese gedreht wird. Die Muster ähneln der aktuellen Wetterkarte: Denn die Wirbel in der Atmosphäre und in den Ozeanen haben die gleichen Ursachen.

Zunächst betritt man jedoch – ausgehend vom „Ozean“ – „Land“. Wind, Wasser und Eis haben die Landschaften geformt. Exemplarisch sind drei unterschiedliche Klimazonen dargestellt: eine Wüste, ein Wald und ein Polargebiet. Die Besucher können in diese Lebensräume hineingehen, um hier die Naturkräfte und ihre Auswirkungen zu erleben. Vor ihren Augen formt Wind aus Ventilatoren Dünen, an einem Flusslauf lassen sich der Weg des Wassers und der Einfluss verschiedener Gefälle und Flussquerschnitte beobachten.

Nicht nur Kinder bauen hier aus Flusskiesel und Geröll Staudämme und untersuchen das Transportverhalten kleiner Steine.

Weiter geht es zum nächsten Themenbereich, der sich der Atmosphäre widmet, dem Ort von Klima und Wetter. Wie entstehen die Jahreszeiten? Warum regnet es? Wieso weht Wind? Wie und wo entstehen Tornados? Im mittleren Westen der Vereinigten Staaten sind das gefürchtete Naturerscheinungen – die kleine Version

## DAS MUSEUM

**Das Universum Science Center Bremen entstand** auf Initiative der Universität Bremen. Aus den inhaltlichen Vorgaben der Forscher und Wissenschaftlerinnen wurde im Team mit den Hamburger Ausstellungsdesignern der Firma KUNSTRAUM das Konzept erarbeitet.

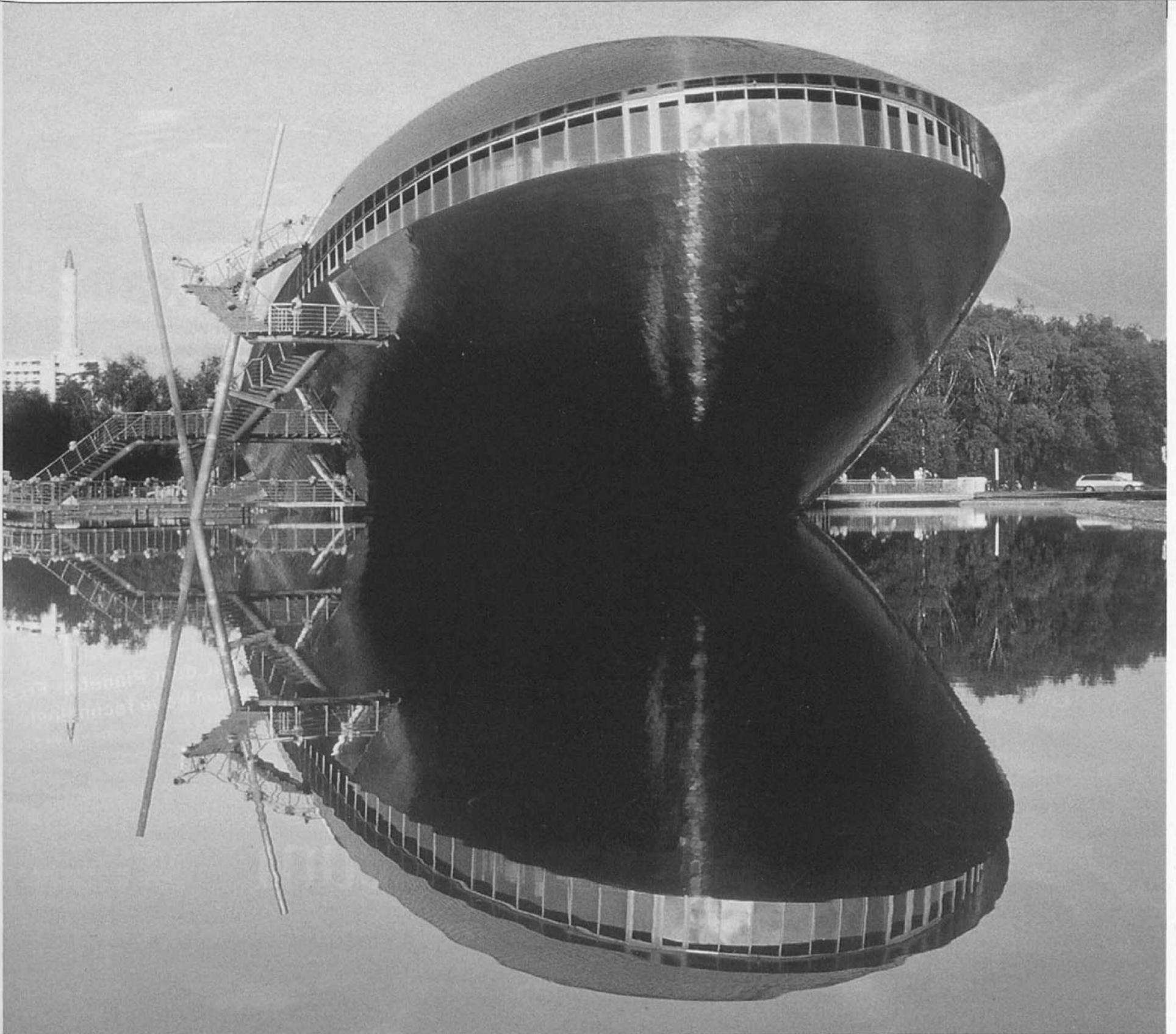
Im September 2000 wurde das Haus als weltweites Expo-Projekt geöffnet und schon im ersten Jahr von über 500.000 Menschen besucht.

Nicht nur die große Besucherresonanz, auch die Ergebnisse der Besucherbefragungen zeigen, dass das Konzept des Universum Science Centers aufgeht: fast jeder Besucher (98,5 Prozent) würde einen Besuch des Hauses jederzeit weiterempfehlen.

Sehr positiv beurteilten die Befragten insbesondere die speziellen „Mitmach“-Angebote, die Experimentiermöglichkeiten und die Ausstellungsbetreuer.

im Universum mutet dagegen geradezu zahm an. Man braucht daher keine Angst um sein Kind zu haben, wenn dieses, angezogen von der weißen Säule des zwei Meter hohen Tornados, nach dem Auge des Sturmes sucht.

Als Klima bezeichnet man das langjährige Mittel des Wetters. Es unterliegt längerfristigen, zum Teil dramatischen Veränderungen. Im Ausstellungsbereich zur Geschichte des Klimas werden diese am Kommen und Gehen der Eiszeiten deutlich. Das Eiszeitpendel symbolisiert den steten Wechsel zwischen warm und kalt,



Architektur mit Symbolkraft: Eine riesige Muschel beherbergt das Universum Science Center in Bremen.

und die geografische Ausbreitung der nord-europäischen Eisschilde zu verschiedenen Zeiten kann man sich durch die Überlagerung von Kartenausschnitten selbst erschließen.

Auch auf den Expeditionen Mensch und Kosmos begegnen den Besuchern Exponate zu den Grundlagen von Wetter und Klima. Was ist eigentlich Temperatur? Wie heiß ist es auf dem Mars? Wann ist für uns Menschen ein Gegenstand warm und wann kalt? Die Vernetzung von Information ist ein wichtiger Teil des Konzeptes. Das Universum Science Center Bremen will dazu ein Gerüst von Werkzeugen für die selbständige Erkundung von Zusammenhängen bieten. Es will Verbindungen

schaffen, neugierig machen und die Besucher zu Fragen anregen. Fragen, auf die sie an anderem Ort, zu anderer Zeit oder vielleicht beim nächsten Universumsbesuch eine Antwort finden. ■■

**DR. KERSTIN HALLER, DR. TOBIAS WOLFF**

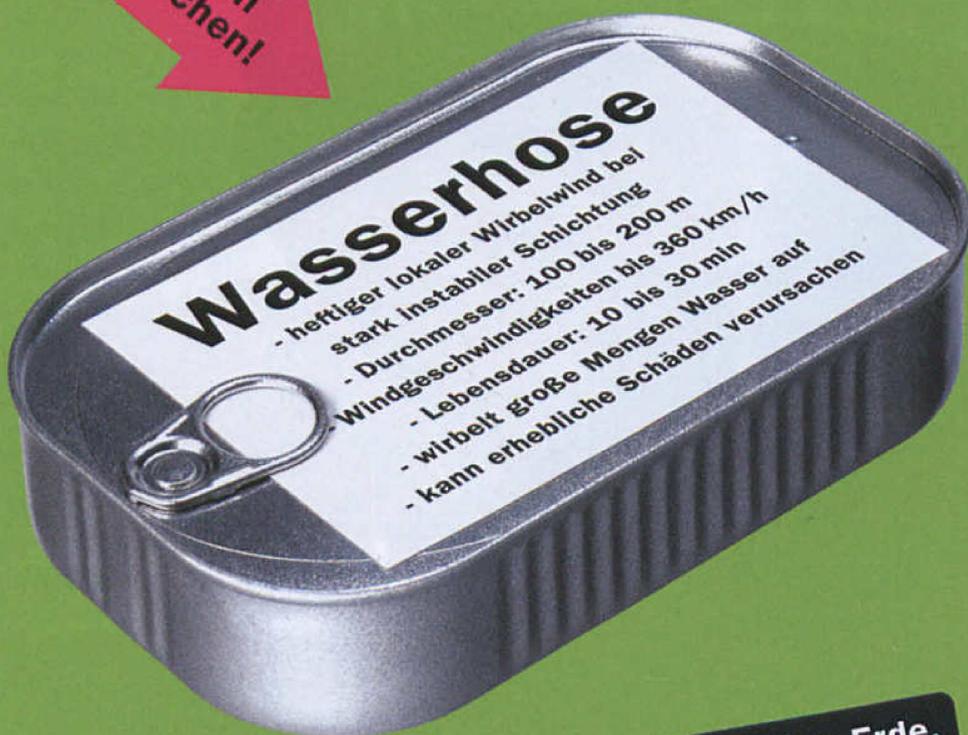
sind „Expeditionsleiter“ im Universum Science Center Bremen. Kerstin Haller promovierte in Didaktik der Physik und absolvierte anschließend ein Volontariat im Deutschen Museum in München. Der Geologe Tobias Wolff sammelte im Exploratorium in San Francisco Ausstellungserfahrung.

Universum®  
Science Center Bremen  
Wiener Straße 2, 28359 Bremen  
Telefon (0421) 3346 0  
Telefax (0421) 3346 109  
Email [info@universum-sc.de](mailto:info@universum-sc.de)

Öffnungszeiten:  
Montag bis Freitag 9.00–18.00 Uhr  
Mittwoch 9.00–21.00 Uhr  
Samstag, Sonntag,  
Feiertage 10.00–19.00 Uhr

Schulklassen und Gruppen nur nach  
Voranmeldung unter (0421) 3346 333,  
weitere Informationen :  
[www.universum.bremen.de](http://www.universum.bremen.de)

Neu in  
München!



## Wasserhose

- heftiger lokaler Wirbelwind bei stark instabiler Schichtung
- Durchmesser: 100 bis 200 m
- Windgeschwindigkeiten bis 360 km/h
- Lebensdauer: 10 bis 30 min
- wirbelt große Mengen Wasser auf
- kann erhebliche Schäden verursachen

**Klima.** Das Experiment mit dem Planeten Erde.  
Eine Ausstellung des Zentrum Neue Technologien.  
Deutsches Museum, 7. 11. 02 bis 15. 6. 03, täglich 9 bis 17 Uhr, mittwochs bis 20 Uhr

Vom 7. 11. 02  
bis 15. 6. 03!



## Hurrikan

- tropischer Wirbelsturm
- entsteht über Meeren mit Temperaturen über 27° C
- Windgeschwindigkeiten über 200 km/h
- Auge im Zentrum: windschwach und niederschlagsfrei
- begleitet von Wolkenbrüchen und Sturmfluten
- verheerende Zerstörungen

**Klima.** Das Experiment mit dem Planeten Erde.  
Eine Ausstellung des Zentrum Neue Technologien.  
Deutsches Museum, 7. 11. 02 bis 15. 6. 03, täglich 9 bis 17 Uhr, mittwochs bis 20 Uhr

# Deutsches Museum



Münchener Rück  
Munich Re Group

Partner der Klima-Ausstellung



## Sandsturm

- Sand führender Sturm in Trockengebieten
- kann Sand aus der Sahara bis nach Mitteleuropa verfrachten
- oft begleitet von elektrischen Entladungen durch das Aneinanderreiben von Sandkörnern
- kann den Flugverkehr erheblich beeinträchtigen

Täglich  
von 9 bis  
17 Uhr!\*

**Klima.** Das Experiment mit dem Planeten Erde.  
Eine Ausstellung des Zentrum Neue Technologien.  
Deutsches Museum, 7. 11. 02 bis 15. 6. 03, täglich 9 bis 17 Uhr, \* mittwochs bis 20 Uhr



## Tornado

- verheerender Wirbelsturm
- meist im Mittleren Westen der USA
- aufsteigende Warmluft wird in schnelle Kreisbewegung versetzt
- trichterförmiger Rüssel, von der Gewitterwolke bis zum Boden
- Geschwindigkeiten bis 360 km/h
- hinterlässt Schneise der Verwüstung bis zu 1 km Breite

6,- EUR

**Klima.** Das Experiment mit dem Planeten Erde.  
Eine Ausstellung des Zentrum Neue Technologien.  
Deutsches Museum, 7. 11. 02 bis 15. 6. 03, täglich 9 bis 17 Uhr, mittwochs bis 20 Uhr

# Grenzen der Erkenntnis

## Klimawandel und Gesellschaft

Von Nico Stehr und Hans von Storch

Verraten Wissenschaftler, die vor einem "Klimakollaps" warnen, die Prinzipien von Objektivität und Unabhängigkeit der Lehre und Forschung? Machen sie sich gar zu unfreiwilligen Komplizen von Politikern und Wirtschaftsvertretern? Nico Stehr und Hans von Storch warnen vor vorschnellen Antworten der Wissenschaft auf gesellschaftspolitisch drängende Themen. Speziell die Naturwissenschaften könnten sonst ihre Glaubwürdigkeit verspielen.

Über Jahrhunderte hatten Wissenschaftler, Intellektuelle, Humanisten, Philosophen, Mediziner und sicher auch große Teile der allgemeinen Bevölkerung kaum Zweifel an der außerordentlichen gesellschaftlichen und psychologischen Wirksamkeit des Klimas. Erstmals, nach bisheriger Kenntnis, wurde das Thema von dem Physiologen Hippokrates von Cos (460 – 470 v. Chr.) behandelt. In seinem Werk *Luft, Wasser und Ort* erörtert von Cos die Auswirkungen des Klimas auf die physischen und psychischen Eigenschaften und Weltbilder des Menschen, sowohl in seiner eigenen Gesellschaft als auch unter den Bewohnern benachbarter und entfernterer Regionen Griechenlands. Wenig später machte Aristoteles das Klima als Ursache für die Überlegenheit der Griechen über die Barbaren aus und bestätigte somit den typischerweise geäußerten Verdacht, das eigene Klima sei dem fremder Landstriche überlegen.

### HARMONIE ZWISCHEN GESELLSCHAFT UND KLIMA

Ende des 18. Jahrhunderts schreibt der deutsche Humanist Johann Gottfried Herder über die wechselseitige Beeinflussung des Menschen durch natürliche Bedingungen: *Und da der Mensch keine unabhängige Substanz ist, sondern mit allen Elementen der Natur in Verbindung steht; er lebt vom Hauch der Luft, wie von den verschiedensten Kindern der Erde, den Speisen und Getränken: er verarbeitet Feuer, wie er das Licht einsaugt und die Luft verpestet:*

*wachend und schlafend in Ruhe und Bewegung trägt er zur Veränderung des Universums bei und sollte er von demselben nicht verändert werden?* Damit zeigt Herder eine außergewöhnlich moderne Ansicht über das Verhältnis von Natur, Gesellschaft und Individuum. Allerdings sind für das Zeitalter der Aufklärung und die folgenden Jahrhunderte Reflektionen über eine angeblich präetablierte Harmonie zwischen Klima, Gesellschaftsbedingungen, moralischen Vorstellungen und sozialem Handeln sehr viel typischer.

Gottfried Wilhelm Leibniz, Immanuel Kant, Georg Wilhelm Friedrich Hegel, Karl Marx oder Charles-Louis de Secondat Montesquieu sowie zahlreiche Geografen, Philosophen, Psychologen und Politiker waren bis weit in die jüngste Zeit von einer Konvergenz von natürlichen Lebensbedingungen, zivilisatorischen Leistungen und kulturellen Eigenschaften fest überzeugt.

Es gab Perioden, in denen die Beschäftigung mit dem Klima und seinem Einfluss auf Mensch, Gesellschaft, Staatsformen, Religionen, die Aktienmärkte, Krankheitssymptome, Sexualleben, Wahrheit und Moral zu den wichtigsten, öffentlich diskutierten Fragen gehörte.

Ein englischer Meteorologe schrieb noch dieser Tage, dass man sich zwar nicht sicher sein könne, aber doch vieles darauf hinweise, dass ein mildes Klima in mittleren Breiten dazu beitrüge, eine tolerantere Gesellschaft hervorzubringen. Und er macht deshalb darauf aufmerksam, dass viele der amerikanischen Staaten, in denen an der Todesstrafe festgehalten wird, einen

saisonalen Temperaturopposition von mehr als 20 Grad haben.

Auch moderne Massenmedien können nicht auf regelmäßige Wettervorhersagen oder sogar „biologische“ Wetterprognosen verzichten. Überlegungen, zum Beispiel über gesundheitliche Rückwirkungen des Klimas auf die Psyche und das physische Wohlbefinden des Menschen, gibt es in allen Kulturen.

### DAS KLIMA ALS ERGEBNIS MENSCHLICHEN HANDELNS

Zum alltäglichen, unverfänglichen und über fast alle sozialen Grenzen hinaus diskutierten Thema Wetter, das unser Wohlbefinden, wenn auch häufig nur oberflächlich, mitbestimmt, kommt heute die professionelle Neugier an Klima und Wetter. Zum beiläufigen Wettergespräch gesellt sich nun auch das Klimathema. Es ist Anlass zur Sorge um die Zukunft, seit es nicht mehr nur als Ausdruck übermenschlicher Kräfte verstanden wird, sondern auch als Ergebnis menschlichen Handelns.

Solche Gespräche bestehen oft aus Klagen, dass das Wetter aus ganz unterschiedlichen Gründen, etwa die Atombombenversuche in den fünfziger Jahren, die Weltraumfahrt in den siebziger Jahren und die brennenden Ölfelder in Kuwait in den achtziger Jahren, schlechter geworden sei – womit die Statistik des Wetters gemeint ist, also das Klima: Die Stürme seien heftiger, das Wetter allgemein weniger vorhersagbar und die jahreszeitlichen Wechsel veränderten sich zunehmend. Neben diese allgemeinen Klagen tritt die von immer mehr Menschen geteilte Überzeugung, die Menschheit sei dabei, das Klima und damit die eigene Lebensgrundlage zu zerstören oder doch zumindest zu beschädigen.

Der so genannte Klimadeterminismus als wissenschaftliche Denkrichtung beherrschte bis weit in die Mitte des vergan-

genen Jahrhunderts die wissenschaftlichen Vorstellungen über die Auswirkungen des Klimas in vielen Gesellschaften. Er geht davon aus, dass die klimatischen Verhältnisse Verhaltensweisen und gesellschaftliche Organisationsformen bestimmen und das Klima weitgehend konstant sei. So riet beispielsweise der berühmte amerikanische Geograf Ellsworth Huntington den Vereinten Nationen, ihr Hauptquartier nach Providence, Rhode Island, zu verlegen, da diese Stadt ein besonders stimulierendes Klima haben solle. Huntington übte seinerzeit einen großen Einfluss auf die zeitgenössische Wissenschaft aus und hatte eine nicht unbedeutende Wirkung auf die politische Elite Nordamerikas. Er war davon überzeugt, dass die Entwicklung der Zivilisation wie auch die Qualität und Moral ihrer Menschen nicht von klimatischen Bedingungen, die ihre Entwicklung entweder fördern oder behindern, getrennt und unabhängig von diesen verstanden werden könne: „Ist es reiner Zufall“, fragt er, „dass Engländer fliegen können, oder sich unter Wasser fortbewegen, millionenfach Maschinen produzieren und sich über Funk verständigen, während niemand unter den Kamchadales jemals daran denkt, diese Dinge zu tun?“

Wenn Huntington Fortschritt als Emanzipation von den Kräften der Natur definiert, bedeutet dies nicht etwa Befreiung vom Klima. Im Gegenteil, Entwicklung beziehungsweise mangelnde zivilisatorische Fortschritte bedeuten für ihn eine immer größere Abhängigkeit solcher gesellschaftlichen Zustände von klimatischen Bedingungen.

## ABHÄNGIGKEIT VON UMWELTBEDINGUNGEN

Durchaus logisch wurde dabei der Einfluss des Klimas mit dem Einfluss anderer natürlicher Faktoren kombiniert, wie der Verfügbarkeit von Bodenschätzen oder dem genetischen Pool. Mit der Katastrophe

Mit Karte 1 zeigt Huntington die Verbreitung der menschlichen Zivilisation um 1920. Karte 2 skizziert die Verteilung der angeblich klimabedingten „menschlichen Energie“. Huntington beschreibt den Fortschritt als Geschenk der Natur.

des wissenschaftlichen Rassismus verschwanden die verschiedenen Spielarten des klimatischen, geografischen oder genetischen Determinismus erst einmal aus den Wissenschaften. Noch heute aber gehört etwa die Ansicht, Nordeuropäer seien sehr viel tüchtiger als etwa Afrikaner, weil sie ein raueres Klima zu ertragen hätten, das ihnen Tüchtigkeit und Fleiß geradezu aufzwingt, zu den alltäglichen Grundüberzeugungen vieler Menschen.

## THERMODYNAMISCHE KLIMA-MASCHINE

Nicht nur die Ideengeschichte, auch die fortschreitende Emanzipation des Menschen von lokalen klimatischen Bedingungen, etwa auf Grund der Erfindung und der verbreiteten Anwendung von Klimaanlagen, haben dazu geführt, dass die Theorien einer Determiniertheit durch klimatische Bedingungen verdrängt wurde. Die Migration von Millionen von Amerikanern in den letzten Jahrzehnten in den amerikanischen Süden und Südwesten zeigt, dass der Mensch durch neue Techniken mikroklimatische Bedingungen konstruiert, die es ihm erlauben, unter ihm genehmen, kulturell mitbestimmten Umständen zu existieren.

In den letzten Jahren allerdings erleben wir eine Rückkehr klimadeterministischer Thesen in die wissenschaftliche Arena. Dabei handelt es sich nicht mehr um die dogmatischen Vorstellungen vergangener Jahrhunderte. In der modernen Klimadis-

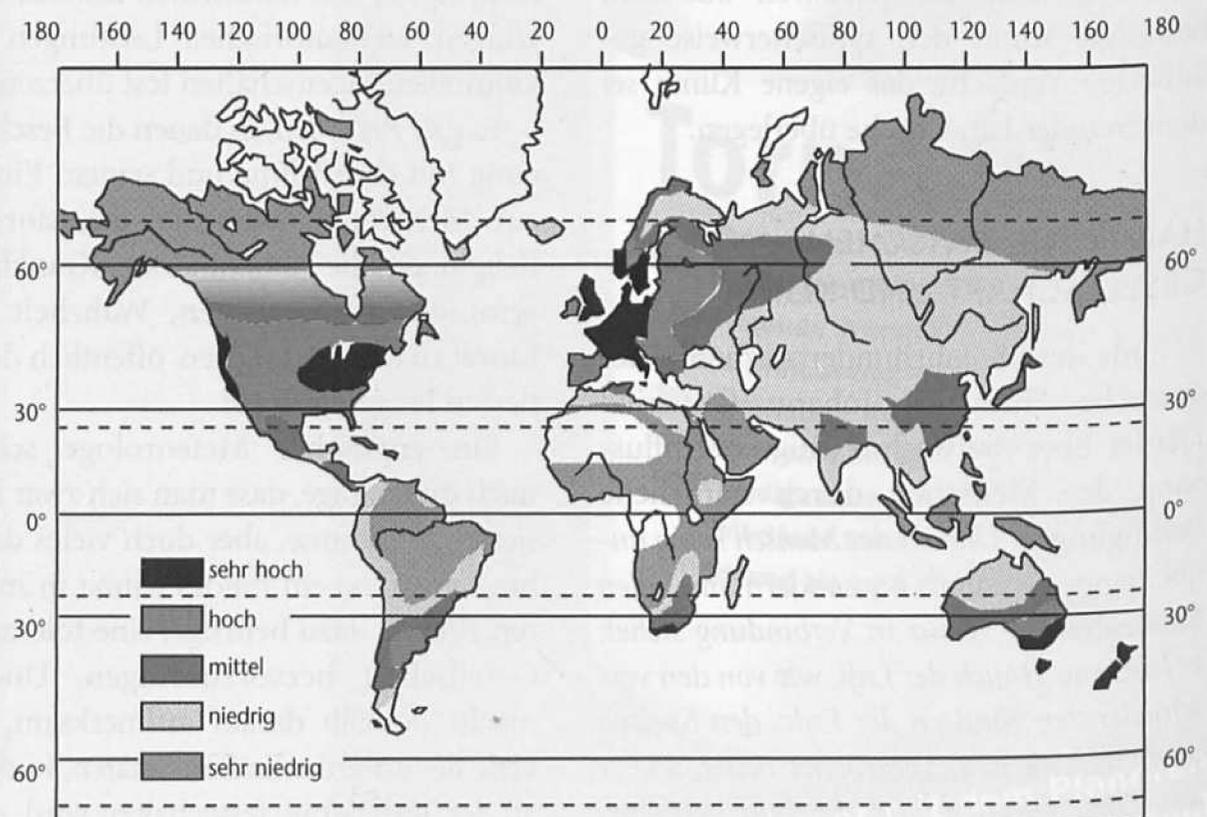
kussion werden Szenarien erarbeitet und quantitative Modelle konstruiert, die die Wirkung globaler Klimaänderungen auf Wasserverbrauch, Lebenserwartung, Biosphäre, Landwirtschaft, Tourismus et cetera in 50 und mehr Jahren abschätzen. Oft wird dabei nur der Faktor des dynamischen Klimas berücksichtigt, nicht aber kaum vorhersehbare politische, ökonomische und technische Veränderungen oder der Wandel von Wertvorstellungen.

Während die Klimatologie vor hundert Jahren eine Art „Buchhaltung“ der Meteorologie war, in der das globale Klima als die Summe der regionalen Klimate betrachtet wurde, hat sich die Kultur der Klimaforschung in den letzten Jahren dramatisch verändert. Es kamen die Meteorologen, Landwirte, die Fischer, Soldaten, Seefahrer und Bauherren, um über die zu erwartenden Wettererscheinungen und ihre dynamischen Hintergründe zu informieren.

In der Nachkriegszeit kamen die Physiker und Mathematiker hinzu, und immer komplexer werdende Klimamodelle wurden mit einer sich rasant entwickelnden Rechentechnik entwickelt. Dazu traten stetig verbesserte Beobachtungs- und Kommunikationsmethoden und raffinierte Analyseverfahren, um den Zustand von Atmosphäre und Ozean in Echtzeit vollständig darzustellen.

In den 1990er Jahren wurde Klimatologie endgültig zu einer systemanalytischen Wissenschaft, die das Klima als thermodynamische Maschine begreift, die auf komplexe Weise dafür sorgt, dass die einge-

**KARTE 1: VERBREITUNG DER ZIVILISATION NACH HUNTINGTON**



fangene Sonnenenergie den Globus auch wieder verlässt.

In den 1980er Jahren gab es aber nicht nur Fortschritte beim Systemverständnis, bei der Beschreibung des gegenwärtigen und erdgeschichtlichen Klimazustandes und der Modellierung des Klimageschehens. Es wurde auch die Verletzlichkeit des Klimas durch den Menschen wiederentdeckt, der durch sein Wirtschaften in das Räderwerk der thermodynamischen Klimamaschine greift, indem er die Strahlungseigenschaften der Erdatmosphäre und Erdoberfläche modifiziert. Der Nobelpreisträger Arrhenius war einer der ersten, der die Wirkung der Treibhausgase in der Atmosphäre untersuchte. Auch die Wirkung der großflächigen Entwaldung wurde als Reaktion vor allem der veränderten Strahlungseigenschaften verstanden. Diese Sorgen waren zwar schon vor hundert und mehr Jahren von Wissenschaftlern artikuliert worden, aber von den sozialen und politischen Katastrophen der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts sowie dem wissenschaftlich-technischen Optimismus der 1950er und 1960er Jahre aus der öffentlichen Aufmerksamkeit gedrängt worden.

**WISSENSCHAFTLER ALS UMWELTAKTIVISTEN**

Seit der Wiederentdeckung der Verletzlichkeit des gesamten Systems ist das Klimathema zu einem strittig diskutierten politischen Thema geworden.

In einer Atmosphäre der generellen

Sorge um die Umwelt passte die Warnung vor dem menschengemachten Klimakollaps in die politische Landschaft, selbst wenn der Klimawandel derzeit nur von Wissenschaftlern behauptet und anhand komplexer Klimamodelle plausibel gemacht wird. Das Problem ist die Unterscheidbarkeit von Menschenhand gemachter und natürlicher Klimaschwankungen. Letztere hat es zu allen Zeiten gegeben. Sie haben ihre Spuren hinterlassen in Breughel'schen Winterbildern oder in der Vernachlässigung von Bauvorschriften in Florida nach den hurrikanarmen Jahren von 1940 bis 1960. Von einer anthropogenen Klimaänderung sprechen Klimaforscher, wenn Änderungen nicht mehr im Rahmen des bisher Beobachteten verlaufen. Einzelne starke Stürme oder auch Sturmcluster sind danach ebenso unauffällig wie ein warmer Winter. Erst viele warme Winter in Folge, regelmäßige Orkane im Sommer oder sturmfreie Winter würden die Diagnose „menschgemachter Klimawandel“ rechtfertigen.

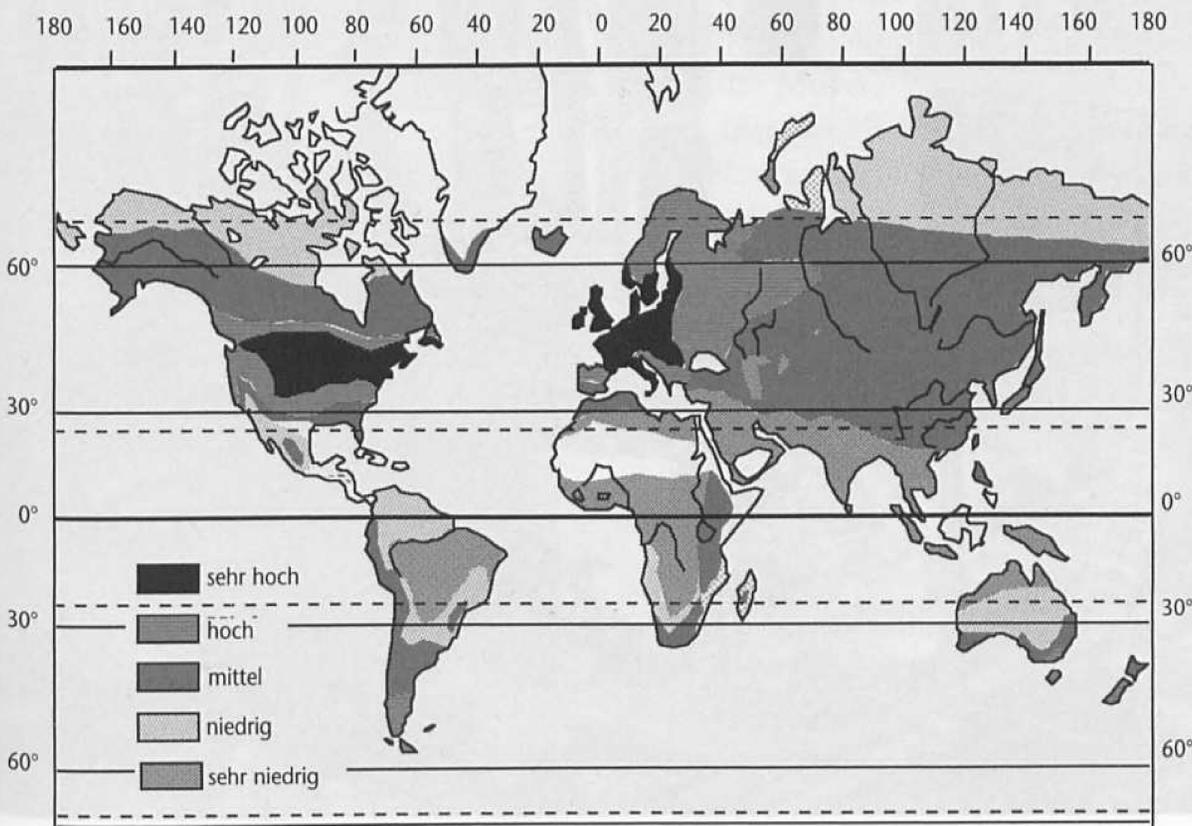
Wenn daher Klimaforscher von „Detektion von Klimawandel“ sprechen, dann beziehen sie sich nicht auf spektakuläre Einzelereignisse, sondern auf komplexe statistische Analysen von Änderungen auf der globalen Skala, deren Wirkung für den einzelnen Menschen, der seine engere und weitere Umgebung beobachtet, in der näheren Zukunft kaum bemerkt werden kann. Statt diese Zusammenhänge deutlich zu machen, haben viele Wissenschaftler in den vergangenen Jahren eher die Rolle von

Umweltaktivisten eingenommen, die der Öffentlichkeit einreden, zu beobachtende Wetterextreme seien nicht normal, sondern unheilvolle Zeichen, die ein Umdenken und Einlenken einer verblendeten Menschheit erforderten.

Die Klimaforschung ist also in eine neue Phase eingetreten: Es geht nicht mehr um Grundlagenforschung, nicht mehr primär um das Wissen, wie das Klima funktioniert. Es geht um die Verwendung dieses Wissens für die Umgestaltung von Kultur, Ökonomie und Gesellschaft. Die Wissenschaft wird zunehmend zum Lieferanten von schnellen Antworten auf gesellschaftspolitische Fragen. Dabei ist das zur Verfügung stehende Wissen nach wie vor unscharf, weil das Klimasystem komplex ist und nur unvollständig beobachtet werden kann.

Einer hohen gesellschaftlichen Relevanz des Themas steht allerdings eine hohe Unsicherheit im Wissen gegenüber. Wissenschaftler sehen sich einem enormen Druck ausgesetzt, rasch Antworten und möglichst auch Rezepte zu liefern. Dort, wo sich Wissenschaft auf diese Erwartungen einlässt, verspielt sie allerdings ihre Glaubwürdigkeit als Quelle möglichst wertfreier und objektiver Erkenntnisse. Diesem Dilemma können speziell die Naturwissenschaften nur entrinnen, indem sie ihr Wissen in den notwendigen sozialen und kulturellen Kontext einbetten und auch offen die Grenzen des Wissens darstellen. ■■

**KARTE 2: VERTEILUNG MENSCHLICHER ENERGIE NACH HUNTINGTON**



**PROF. DR. NICO STEHR** lehrt seit mehr als drei Jahrzehnten Soziologie in Kanada. Zur Zeit ist er u.a. Fellow im Kulturwissenschaftlichen Institut in Essen.

**PROF. DR. HANS VON STORCH** ist einer der Direktoren des Instituts für Küstenforschung im GKSS-Forschungszentrum Geesthacht und Professor für Meteorologie an der Universität Hamburg.

Der Soziologe Nico Stehr und der Klimaforscher Hans von Storch haben mehrfach gemeinsam publiziert. Im Zuge dieser erfolgreichen und ungewöhnlichen Kooperation ist das Büchlein Klima, Wetter, Mensch (Verlag C.H.Beck) entstanden.



# Die Villa Hügel

Architekturvision des Industriellen Alfred Krupp

Von Sabine Simon

Auf der Suche nach einem repräsentativen Gesicht für seine rußige Gusstahlfabrik errichtete der Essener Industrielle Alfred Krupp vor über 130 Jahren im Grünen über der Ruhr die Villa Hügel. Es war der technisch durchdachte Wohnsitz einer der reichsten Familien Deutschlands.

Wer Architekturgeschichte aufblättert, wird die schicke Villa des Stahlmagnaten Krupp fast immer vergebens suchen, und das hat seinen guten Grund. Sie war Alfred Krupps höchstpersönliche Architekturvision: die konstruierte Realisation einer von ihm gewünschten gesunden Lebenswelt, eine vollklimatisierte Bastion gegen Ruß, Staub, Infektionen und Ungeziefer, mit geschlossenem Heizungssystem, Haustelegrafie, einer ausgefeilten Belüftung, mit Brand- und Wasserschutz. Die historistischen Architekten seiner Zeit verstanden Krupps Weitblick nicht, die Architektur-Elite Berlins „schnitt“ das Projekt: „Comfort“ – sagte Krupp und meinte Technik; „Bequeme Möbel“ – dachten die Architekten. Erst das 20. Jahrhundert hätte ihn begriffen: Le Corbusier, Walter Gropius oder Frank Lloyd Wright.

Nach dem Tod seines Vaters führte Krupp seit 1826 die hoch verschuldete Gusstahlfabrikation fort und wohnte anfangs im Aufseherhaus direkt am Schmelzhaus, dem „Stammhaus“. Krupp, dessen

Villa Hügel, Bauplatz von der Südwestseite gesehen, Oktober 1871.

Rechts: Alfred Krupp, Gemälde von Julius Grün.



Essener Unternehmen wie eine eigene Stahlstadt ins Überdimensionale wuchs, erkannte die geschäftliche Bedeutung der Repräsentation, schließlich musste er seine Eisenbahnmaterialien und Geschütze vor der Berliner Militärelite profilieren.

Bereits um 1860 baute er deshalb ein repräsentatives Wohnhaus, das so genannte Gartenhaus inmitten des Fabrikgeländes, wo flüssiges Eisen, stinkender Qualm, ohrenbetäubender Lärm herrschten und der monströse Dampfhammer „Fritz“ Gläser und Fensterscheiben bei jedem Schlag erzittern ließ. Der Fachmann des Stahls war „Selfmademan“, der vom



jugendlichen, restlos verschuldeten Stahlgießer zu einem der erfolgreichsten Unternehmer seiner Epoche aufstieg. Der „Stahlkönig“, wie er gerne genannt wurde, hatte seine Fabrik selbst konzipiert: Alfred Krupp wusste nicht nur allzu genau, was er wollte, es war für ihn auch selbstverständlich, seine Ideen höchstpersönlich auszuführen. Einen Architekten um ästhetischen Rat zu fragen, kam ihm nie in den Sinn: Nicht die Ästhetik, sondern die Fabrik mit ihren Bedürfnissen stand im Zentrum seines Denkens.

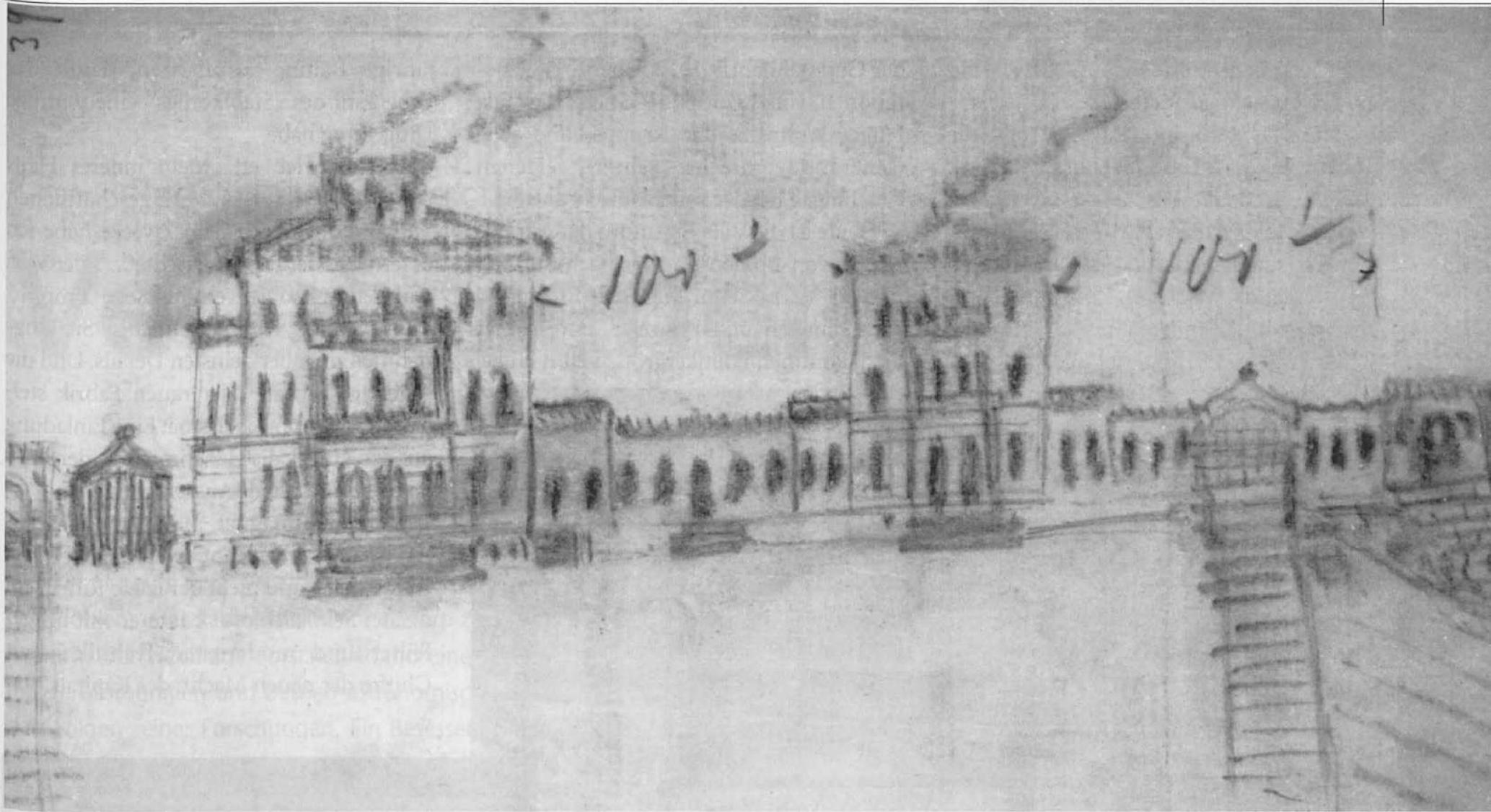
1864 erwarb er das Landgut Klosterbuschhof im heutigen Essen-Bredeney. Hier auf den grünen Hügeln über der Ruhr

ließ er es zum ländlichen Haus mit Belvedere-Turm als Übergangslösung umbauen. Denn Alfred Krupp dachte in zyklischen Dimensionen. Er wollte einen Wohnsitz für die Zukunft schaffen, Repräsentation und „Comfort der kleinen Häuslichkeit“ unter ein Dach bringen, mit Stallung und Reitbahn, Fischteichen und Park. Sein Mittel zur Lebensverlängerung – er begriff Umweltprobleme nur zu genau – wurde ihm ureigenstes Anliegen: Einen ersten Plan für die „Residenz“ über der Ruhr hat er eigenhändig skizziert.

Als Krupp darauf drängte, Ausschreibungen für Materiallieferungen zu eröffnen, deshalb den Bau eines Hafens an der

Villa Hügel, Blick in die obere Halle, 1883.

Ruhr erwog und bereits das Fundament ausheben ließ, hatte sich für seine eigenwillige Idee immer noch kein Architekt gefunden. Schließlich wurden Paul Emmanuel Spieker und Johann Eduard Jacobsthal mit den Planungen beauftragt. Die beiden Berliner konnten sich allerdings nicht vorstellen, dass ein Bauherr handelte, ohne erst seine Architekten zu befragen. Die Funktion eines Gebäudes war für sie stets der formalen Gestaltung untergeordnet.



Eigenhändige Skizze von  
Alfred Krupp zum Bau der  
Villa Hügel, um 1870.

Krupp aber sah sich nicht als Bauherr, sondern als „Herr über den Bau“. Dass technische Details nach außen sichtbar waren, störte nur die Architekten des Historismus. Krupp änderte Entwürfe konsequent, Spieker glaubte retten zu müssen, was zu retten war, konnte letztlich aber gegen Krupp nicht an.

Bis zu 25.000 Ziegel wurden pro Tag verbaut, der Bauherr hatte es eilig. Grundsteinlegung war im April 1870, doch im Juli wurden die Bauarbeiter eingezogen, weil Frankreich Preußen den Krieg erklärte. Krupp ließ die Arbeit fortsetzen, seine Architekten gaben auf.

Ende November war der Rohbau fertig. Es gab Statikprobleme, aber schon im folgenden Jahr begann der Innenausbau. Nach drei Jahren Bauzeit zog 1873 die Krupp-Familie ein – Alfred und Bertha Krupp mit Sohn Friedrich Alfred.

Die von Architekturhistorikern bis heute ein wenig belächelte Eigenwilligkeit des Hausherrn war keineswegs eine Schurle: Krupp fürchtete wie jedermann im 19. Jahrhundert Infektionen und Seuchen wie die Cholera. Gesunde, reine Luft durch ein gut funktionierendes Belüftungssystem war deshalb seine dringendste Forderung. Das Wohnhaus wurde Industriebau, mit perfekt organisierter Klimahülle, geruchsfreien Speiseaufzügen und hygienischen Badeeinrichtungen.

Die Beheizung der Räume sollte einzeln regulierbar sein. Das geschah mit einer

Niederdruck-Warmwasserheizung. Säulenförmige Öfen trugen Warmwasserrohre. Es gab Rohre für frische Luft, während die verbrauchte Luft abgesaugt wurde. Krupps Ideen zerlegten und durchbohrten die gemauerte Wand, er wünschte trotzdem „glatte Außenwände, worin sich nirgendwo ein Tropfen Wasser festsetzen kann“.

### 269 RÄUME, „WATER CLOSETS“ UND BADEZIMMER

Im Gästehaus funktionierte das System gut, im Hauptgebäude dagegen weniger. Die meisten Räume blieben kalt, im Treppenhaus zog es. Schuld waren die unterschiedlich großen Räume. Bereits am Tag des Einzugs bezeichnete Krupp die Ventilation als Misserfolg. Über ein Jahrzehnt baute Krupp an seiner Heizungs- und Lüftungsanlage im Haupthaus weiter. Es fehlte ganz einfach an Erfahrung auf dem Gebiet der Raumklimatisierung. Heute sind die vermeintlichen Rückschläge daher als Pioniertaten auf dem Gebiet eines gesundheitsfreundlichen Wohnungsbaus zu werten. Als Berater zog Krupp sogar Ärzte heran.

Auf eine damals noch unübliche gute hygienische Ausstattung legte er großen Wert: „Water Closets“, Toiletten mit Wasserspülung, und Badezimmer gab es nicht nur im Hauptgebäude. Auch für

Hügel-Bedienstete in jener Zeit eine überraschende Ungewöhnlichkeit. Die bekannte Angst des Bauherren vor Feuer soll dazu geführt haben, dass kein Holz beim Bau verwendet wurde und stattdessen eiserne Fenster die Wohnzimmer und dreifache Eisentüren seinen Arbeitsraum schlossen.

Besonders wichtig war Krupp die Kommunikation: 1867 verband eine Telegrafenanlage mit Zeigerapparat die Fabrik und „den Hügel“. 1872 wurde der Chronometer der Portiersloge zentrale Leituhr des Unternehmens: Jeden Morgen ließ Krupp per Morsestation alle Uhren überprüfen.

Krupps Konzeption des Wohnens mit Bibliothek, „Caffee-Zimmer“, Salons und Junggesellenwohnung für den 18-jährigen Friedrich Alfred umfasste 269 Räume mit rund 8.100 Quadratmetern. Trotzdem war das Haus einfach und schlicht: Holzbänke in der unteren Halle, luftige helle Räume, geradlinige Dekoration, kunstvoll gearbeitete Eisengusstreppen.

Die Erben des Stahlmagnaten gaben der Villa später ein eigenes Flair: Sohn Friedrich Alfred brachte Üppigkeit, erwarb Gemälde und Bildteppiche. Für seine beiden Töchter wurde 1894 das „Spatzenhaus“ im Park errichtet: Spielhaus mit Wohnzimmer und Küche. Vererbt wurde der Palazzo wie das

Firmenvermögen: Friedrich Alfred gab ihn an seine 16-jährige Tochter Bertha weiter.

Eine Pikanterie im Jahr 1903: Als die Tochter Bertha Krupp die Gusstahlfabrik in eine Aktiengesellschaft verwandelte, wurde die Friedrich Krupp AG Eigentümerin ihres Privathauses. Fast hätten Deutschlands reichste Privatleute zur Miete wohnen müssen. Deshalb kaufte Fräulein Bertha Krupp die Villa Hügel für

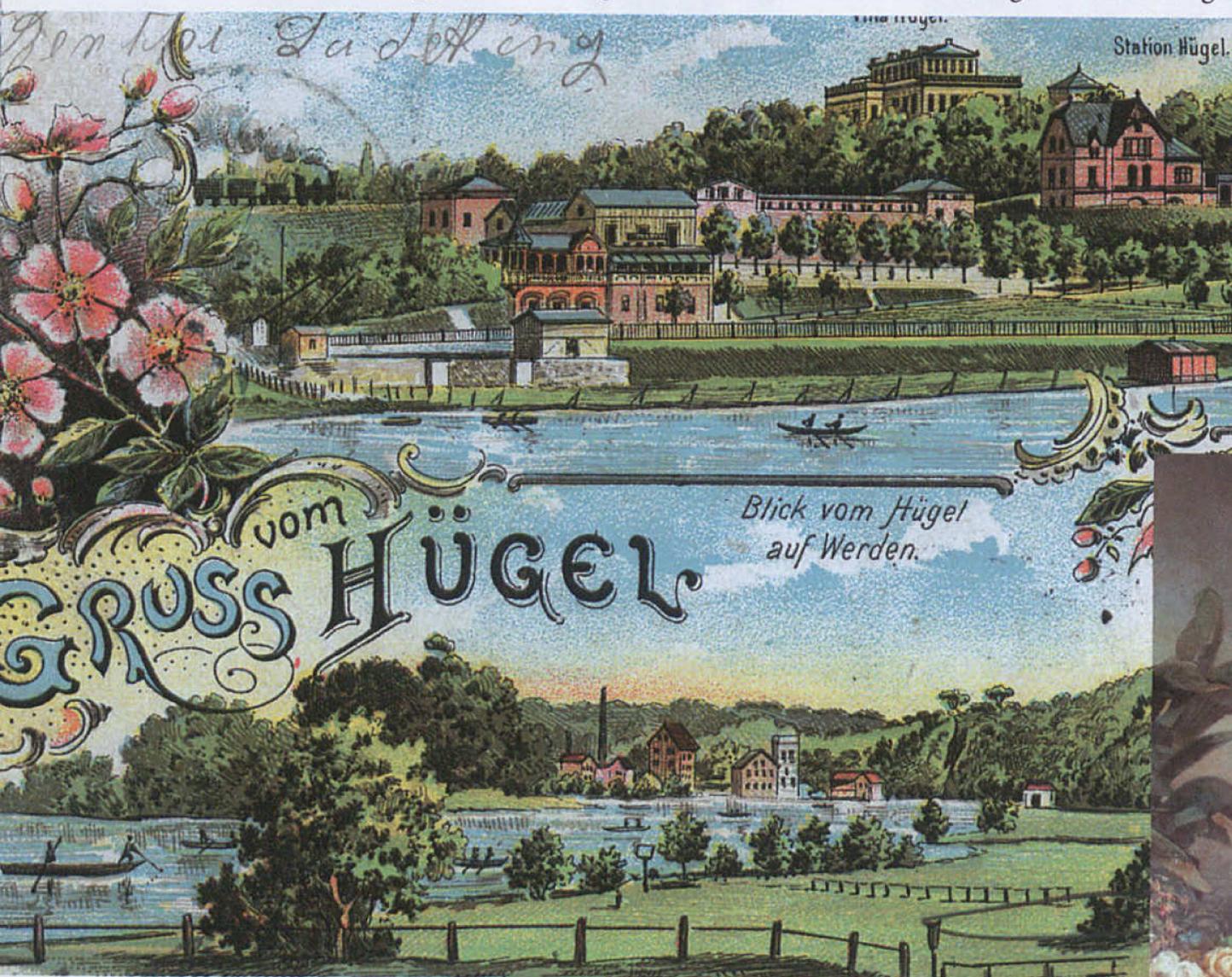
der Gusstahlfabrik 1912. Über drei Generationen, von 1873 bis 1945, war die Villa Hügel Wohnsitz der Krupps, und jede Generation brachte ihren eigenen Geschmack bei der Inneneinrichtung ein.

Heute ist die Villa Eigentum der Alfred-Krupp-von-Bohlen-und-Halbach-Stiftung und erste Adresse für kulturelle Ereignisse, Ausstellungen und Konzerte, und immer noch kommen Politikergrößen zum Hügel

jährige Bäume verpflanzen, damit der Lebensstil des „Stahlkönigs“ eine würdige Umgebung habe.

1877 schrieb er: „Mein inneres Haus halte ich gern fern von geschäftlichen Verhandlungen. Zu dem Zwecke habe ich es fern von der Fabrik errichtet...“. Der Villa widmete er sonst verschlossene Empfindungen, eine Flut schriftlicher Stellungnahmen mit aller kleinsten Details. Und die prächtige „Schale“ der rauen Fabrik steigerte das Krupp-Charisma: Eine Einladung auf den Hügel, die Genehmigung, den Park zu betreten, galt als Auszeichnung.

Der Stahlmagnat hatte einmal das Adelspatent abgelehnt, weil er der erste Industrielle, und nicht der letzte Ritter sein wollte: Sein „Schloss“ baute er mit ausgefeilter und modernster Technik – als Chiffre der neuen Macht: des Kapitals. ■■



2,2 Millionen Mark zurück und gestaltete sie mit königlichen Hofarchitekten weiter um – bis hin zum Schwimmbad im Keller. Der Haushalt war Großbetrieb: 1876 mit 66 Dienern, 1910 waren es bereits 639. Es gab regelrechte Diener-Dynastien, denn in der Stahlstadt Essen galt es als Ehre, im Krupp-Schloss arbeiten zu dürfen.

Die Räume wurden höchsten gesellschaftlichen Ereignissen, wie den elf Kaiserbesuchen, angepasst. Das Wohnhaus war zugleich der Repräsentationsbetrieb des Unternehmens Krupp, dessen geschäftliches Treiben dem einer Oper glich. Für die Großen der Welt war die Visite bei Krupps nahezu Pflicht. Es kamen der Schah von Persien, der Kaiser von Brasilien, Wilhelm I. und später Wilhelm II., der König der Sandwich-Inseln, der chinesische Gesandte und Abgesandte der Königin von Madagaskar. Zu den größten Festen gehörte die Hochzeit der Krupp-Enkelin Bertha und die Hundertjahrfeier

Bildpostkarte  
„Gruß vom Hügel“, 1893

– wohl aus Respekt vor dem Namen Krupp wie auch aus Bewunderung für dieses einmalige Wohnhaus, mit dem es Alfred Krupp so erfolgreich gelang, bekannte Dimensionen der Wohn- und Repräsentationskultur zu sprengen.

Die Gedanken um sein Haus haben Alfred Krupp sein Leben lang beschäftigt, ebenso die Idee, angemessene Wohnungen für die Arbeiter seiner Fabrik zu schaffen. Das kleine Haus seiner harten Jugend, das Stammhaus, ließ er auf dem Werksgelände erhalten, als Modell für die Arbeiterwohnungen der 1880er Jahre. Die Villa Hügel als hochtechnisiertes Wohngerät setzte er in eine Park- und Gartenlandschaft. Für den Hügelpark ließ er sogar 50-



Bertha Krupp,  
geborene Eichhoff,  
Gemälde von  
Julius Grün.

**SABINE SIMON** studierte Kunstgeschichte, Musikwissenschaft sowie Kunst und Musik. Sie arbeitet als Fotografin und Kulturjournalistin mit dem Schwerpunkt industrielle Ruhrgebietsgeschichte.

Radioaktivitätsforscher Friedrich Giesel

# Vergessener Pionier

Wer kennt heute noch Friedrich Oskar Giesel? Der Braunschweiger Chemiker gehört zu den Pionieren der Radioaktivitätsforschung. Zeitgleich mit Marie Curie entdeckte er das Radium. Der vielseitige Forscher erfand eine selbst leuchtende Farbe, experimentierte mit Farbfotografien und betrieb astronomische Studien. Vor 75 Jahren starb Giesel an den Folgen seiner Forschungen. Ein Besessener, der sein Leben der Wissenschaft widmete und heute zu Unrecht in Vergessenheit geraten ist.

Von Rudolf G. A. Fricke



Vielseitige Forscher-Persönlichkeit: Friedrich Oskar Giesel, um 1920



Dieses Stilleben hat Giesel 1905 nach dem „Lumièreschen Autochromverfahren“ aufgenommen. Das Bild dokumentiert die technischen und ästhetischen Leistungen Giesels auf dem Gebiet der Farbfotografie.



In seinem Privatlabor betrieb Giesel zahlreiche Studien. Die Aufnahme zeigt ihn bei der Begutachtung eines selbst geschliffenen Kristalls.

**D**as Jahr 2002 bietet besonderen Anlass, sich mit Professor Dr. Friedrich Giesel an eine zentrale Figur der frühen Radioaktivitätsforschung zu erinnern. Vor genau 100 Jahren bot er erstmals Radium kommerziell zum Kauf an, entdeckte das Element Aktinon ( $^{219}\text{Rn}$ ) und erfand die Radiumleuchtmasse.

Giesel trug mit zahlreichen – in den seinerzeit gängigen Fachzeitschriften veröffentlichten – Entdeckungen und Erfindungen zu den Kenntniserweiterungen über das Phänomen der Radioaktivität bei. Aufzeichnungen der Familie Curie und anderer Koryphäen der Radioaktivitätsforschung zeugen von hohem Respekt gegenüber den Leistungen des Braunschweiger Chemikers. Giesel war insbesondere ein Förderer der Radioaktivitätsforschung. Ungeachtet ihrer Nationalität und ihres wissenschaftlichen Ranges stellte er Forschern radioaktives Material zur Verfügung. Mit größter Dankbarkeit wies beispielsweise Rutherford mehrfach in seinen Veröffentlichungen darauf hin, dass er ohne Giesels Präparate seine Forschungs-

arbeiten nicht hätte durchführen können. Otto Hahn schrieb in seinen Lebenserinnerungen, dass er von ihm radioaktives Material sogar geschenkt bekommen habe.

Friedrich Giesel wurde 1852 in der schlesischen Kleinstadt Winzig (heute Winskó) bei Breslau geboren. Er studierte bei Professor Liebermann Chemie, promovierte in Göttingen auf dem Gebiet der Chinoline, war für mehrere Jahre wissenschaftlicher Assistent an der Gewerbeakademie in Berlin und übernahm schließlich 1878 bei der Braunschweiger Chininfabrik Buchler & Co. eine Anstellung als leitender Betriebschemiker. Aufgrund seiner Persönlichkeit und Fachkompetenz sowie etlicher Patententwicklungen auf dem Gebiet der Chinin-, Kokain- und Atropinproduktion war er bald hoch geachtet. Zusammen mit Carl Liebermann arbeitete er weiter an Projekten der Kokaindarstellung. In Braunschweiger Wissenschaftlerkreisen erlangte Giesel Wertschätzung als hervorragender Experimentator, als Chemiker mit Weitblick und Improvisationsgeschick. Über Braunschweig hinausgehende Aufmerksamkeit erregten seine einzigartigen Ergebnisse zur Farbfotografie und fundamentale Pioniertaten für die zahnmedizinische Röntgendiagnostik.

Eine jeweils durch ein Rot-, Grün- und Blaufilter aufgenommene Fotografie eines Still-Lebens belegt, dass Giesel mit der 1888 von Ives erfundenen Methode der

additiven Farbmischung experimentiert hat. Intensiv beschäftigte er sich 1895 mit der von dem Physiker Lippmann erfundenen Interferenzmethode. „Dr. Giesel's Aufnahmen in natürlichen Farben ... gehören sicher zu dem Schönsten, was auf diesem schwierigen Gebiet bisher geleistet ist“, berichtete die Leipziger Illustrierte Zeitung in ihrer Ausgabe vom 8. Februar 1896. Ab 1905 versuchte sich Giesel dann sehr erfolgreich an dem neu aufgekommenen „Lumièreschen Autochromverfahren“. In seinem Nachlass befinden sich viele entsprechende Dias.

Wie wohl die meisten seiner Zeitgenossen, reagierte auch Giesel gleichermaßen ungläubig wie fasziniert auf die sich zu Beginn des Jahres 1896 verbreitende Nachricht von der Entdeckung der Röntgenstrahlen. Zusammen mit seinem Freund, dem Zahnarzt Otto Walkhoff, machte er sich daran, Röntgenbilder anzufertigen. Bereits im Februar 1896 gelangen ihnen sensationelle intraorale Aufnahmen von Zähnen. „Die ... notwendige Expositionszeit von je 25 Minuten (!) war eine Tortur“, beschrieb Walkhoff später das Geschehen.

## FASZINATION RADIOAKTIVITÄT

Friedrich Giesel war bereits ein vielseitig interessierter und erfolgreicher Wissenschaftler, als er – 46-jährig – erfuhr, dass es in Paris der Chemikerin Marie Curie gelungen sei, in Uranrückständen das bis dahin unbekannt radioaktive Element Polonium aufzuspüren. Diese Mitteilung war von großem Interesse für den Extraktionsfachmann und er versuchte sich umgehend selbst an der Darstellung des Poloniums.

Dazu besorgte er sich von der Hannoveraner Firma de Haën 10 Kilogramm Abfallmaterial aus deren Uranfabrikation für die Glasindustrie. Dieses Material bearbeitete er nach den Beschreibungen von Madame Curie. In der Tat erhielt er eine Lösung, in der sich ein Strahlen aussendender Anteil konzentrierte. Allerdings gab es einen Unterschied: Marie Curie hatte das Polonium bei der Ausfällung von Wismut gefunden. Giesels Konzentrat enthielt in der Hauptsache Barium. Die damit vergesellschaftete aktive Substanz konnte wegen dieses chemischen Unterschiedes eigentlich kein Polonium sein, schrieb der Braunschweiger Chemiker rückblickend in einer Veröffentlichung. Von dem Vorliegen eines neuen, unbekannt radioaktiven Elements

zu sprechen, wagte er seinerzeit noch nicht. Wie sich jedoch wenig später herausstellte, hatte er zeitgleich mit den Curies (genau genommen sogar etwas eher) das Radium entdeckt.

Es war ein mühsamer Weg, um aus dem Rohmaterial den im günstigen Fall zu 3 Promille darin enthaltenen verwertbaren Radium-Barium-Anteil zu isolieren. Zur letztendlichen Trennung des Radiums von dem inaktiven Barium bediente sich Giesel der fraktionierten Kristallisation des Bromids. Das Verfahren basiert auf dem Phänomen, dass beim Auskristallisieren aus der gesättigten Lösung eines Gemisches zweier Stoffe zuerst der schwerer lösliche, im Übergangsbereich ein Gemisch und zuletzt der leichter lösliche Stoff ausfällt.

Giesel erhielt auf diese Weise zwei Salze, deren Reinheitsgrad von der Sorgfalt der durchgeführten Fraktionierung und der

Radiumsalz käuflich erwerben konnte: Was als kleine Nebenproduktion in der Chininfabrik begann, entwickelte sich bald zu einem eigenständigen Betriebszweig - hauptsächlich für medizinische Zwecke. Heute gehören Produkte für die Strahlendiagnostik zum Haupterwerbszweig des Nachfolgeunternehmens Amersham-Buchler, das seinen Sitz immer noch in Braunschweig hat.

Alle damaligen Größen aus Physik, Chemie und Medizin, die Grundlagenforschungen zur Radioaktivität betrieben, finden sich in den Kundenlisten der Firma Buchler. Selbst Marie und Pierre Curie versorgten sich mit radioaktivem Material aus der Braunschweiger Produktion. Wissenschaftler wie Otto Hahn, Carl Runge, Johannes Stark, Jonathan Zenneck und Liese Meitner trafen sich mit Giesel, um sich mit ihm persönlich über Forschungs-

anderem in der Uhrenindustrie Anwendung. Durch - aus heutiger Sicht mörderisch zu nennende - Selbstexperimente untersuchte Giesel die physiologischen Auswirkungen radioaktiver Strahlung: So fixierte er Radiummaterial auf seinem Arm und protokollierte die eintretenden Gewebeschädigungen. Er inhalierte über Radiumproben und untersuchte anschließend den Strahlungsgehalt seiner Atemluft und der Ausscheidungen.

## CURIE UND MEITNER BRÜSKIERT

Zwischen 1898 und 1914 war Giesel ein bekannter Mann. Auf wissenschaftlichen Tagungen trat er als Redner auf und demonstrierte seine radioaktiven Präparate. Jedoch schon während des Krieges wurde es ruhiger um Giesel und nach dem Krieg geriet der begabte Chemiker in Vergessenheit. Gründe dafür lassen sich vielfältig anführen: Er lehrte und forschte nicht an einer Universität. Außer Elster und Geitel hat es in Braunschweig keinen weiteren Wissenschaftler gegeben, der mit bedeutsamen Beiträgen zur Radioaktivitätsforschung Furore machte. Schließlich kommt noch hinzu, dass Giesel im persönlichen Umgang ein schwieriger Mensch war. So rissen freundschaftliche Kontakte zum Ehepaar Curie wegen eines Missverständnisses abrupt ab. Liese Meitner sah sich 1916 von Giesel brüskiert, nachdem er sie Wochen zuvor noch in höflichster Form in seiner Privatwohnung empfangen hatte.

Der jahrelange ungeschützte, unbekümmerte Umgang mit strahlenden Substanzen forderte schließlich seinen Tribut. Das Zahnfleisch bildete sich zurück, die Zähne fielen aus, Finger der rechten Hand mussten amputiert werden, weil sie verstrahlt waren. Schließlich erkrankte Giesel unheilbar an Lungenkrebs. Nach langem, quälendem Siechtum ist er 1927 im Alter von 75 Jahren verstorben. Auf dem Braunschweiger Friedhof an der Helmstedter Straße erhielt er ein schlichtes Urnengrab. ■■

**RUDOLF FRICKE** studierte nach einer Lehre als Werkzeugmacher Mathematik und Physik an der TU Braunschweig, heute ist er Realschullehrer in Wolfenbüttel. Fricke hat fünf Jahre lang das Leben und Werk Giesels erforscht. Die Ergebnisse seiner Recherchen präsentiert er in dem Buch: Friedrich Oskar Giesel - Pionier der Radioaktivitätsforschung, Opfer seiner Wissenschaft, AF-Verlag.

## Es war ein mühsamer Weg, um aus zehn Kilogramm Uranabfall wenigstens drei Promille des verwertbaren Radium-Barium-Anteils zu isolieren.

Anzahl der vorgenommenen Trennverfahren abhing. Nach eigenen Angaben lagen ihm bald 10 Gramm Radiumpräparat vor. Eine für damalige Verhältnisse enorme Konzentration. Das Radium leuchte von selbst so intensiv, dass man dabei aus 50 Zentimeter Entfernung bequem die Zeitung lesen könne, verkündete er begeistert in einer Veröffentlichung (Phys. ZS 1.1899).

### RADIUM-LEUCHTMASSE FÜR DIE UHRENINDUSTRIE

Besondere Anerkennung gebührt Giesel, wenn man sich vor Augen führt, dass er diese Arbeiten bei sich zu Hause ausführte. Jede freie Minute widmete er der Weiterentwicklung seines Verfahrens zur Radiumdarstellung. Er erhielt immer reinere Präparate und galt schließlich als der Fachmann für „Radiumproduktion“ schlechthin. Es gelang ihm, seinen Arbeitgeber Buchler davon zu überzeugen, den erwerbsmäßigen Vertrieb von Radiummaterial in die Firmengeschäfte mit aufzunehmen. In einer Abhandlung vom September 1902 (Phys. ZS 3.1902) findet sich erstmals ein Hinweis darauf, dass man bei der Braunschweiger Chininfabrik

projekte zu beraten oder die Herstellung radioaktiver Präparate zu besprechen, die besonderen Anforderungen genügen sollten.

Friedrich Giesel lieferte mit den Arbeiten in seinem kleinen Privatlabor auch selbst bedeutende Beiträge zur frühen Radioaktivitätsforschung. Beispielsweise erforschte er charakteristische Strahlungseigenschaften: das unterschiedliche Durchdringungsvermögen und die unterschiedliche Reichweite der Strahlung sowie die zeitliche Minderung der Aktivität. Die Elemente Aktinon und Aktinium-X sind von ihm entdeckt worden. Mit dem Nachweis der magnetischen Ablenkbarkeit der Beta-Strahlen schuf er die Grundlage zur Identifizierung der Strahlungskomponente als schnell bewegte Elektronen.

Auch die phosphoreszierende Wirkung der Alpha-Strahlung auf Zinksulfid gehört zu Giesels Entdeckungen. Das Phänomen konnte zur Intensitätsbestimmung der radioaktiven Strahlung genutzt werden. Giesel selbst inspirierte diese Entdeckung bei der Erfindung einer selbst leuchtenden Farbe, indem er Radiumsalz mit Zinksulfid vermengte. Diese Radiumleuchtmasse - wiederum kommerziell von der Chininfabrik Buchler produziert - fand unter



# Städte unter dem Meer

Einen wahren Boom erlebte die Idee submariner Wohnkultur ab Mitte der 1960er Jahre. Mit der erfolgreichen Eroberung des Alls schien die Besiedlung der Meere greifbar nahe. Zehn Jahre später verschwanden die Pläne aus Geldmangel in den Schubladen der Forscher. Dort warten sie auf bessere Zeiten.

Von Bernd Flessner

Was heute noch wie ein Märchen klingt, kann morgen Wirklichkeit sein. „Hier ist ein Märchen von übermorgen. Es gibt keine Nationalstaaten mehr, es gibt nur noch die Menschheit und ihre Kolonien im Welt-raum. Man siedelt auf fernen Sternen. Der Meeresboden ist als Wohnraum erschlossen ...“

Begleitet von diesen Worten startete 1965 das Raumschiff Orion zur ersten Raumpatrouille in die unendlichen Weiten des Alls. Eindrucksvoll vermittelt dieses deutsche Science-Fiction-Abenteuer den

Technikoptimismus der 1960er Jahre. Die Eroberung des Weltraums und die Besiedlung des Meeresbodens schienen greifbar nahe:

1957 schoss die Sowjetunion mit „Sputnik 1“ den ersten Satelliten in den Orbit und Jacques Piccard und Don Walsh erreichten 1960 mit der „Trieste“ im Marianengraben eine Tiefe von 11.934 Meter. Wissenschaftler und Ingenieure überboten sich mit Plänen und Konzepten zur Eroberung der letzten noch unerforschten Territorien. Während die Raumfahrt rasche Fortschritte machte, den

Mond als Nahziel und den Mars als Fernziel anpeilte, nahmen sich Geologen und Meeresforscher den achten Kontinent vor. Zeitgleich mit Wernher von Braun, der an der Konstruktion von Raumstationen und Mondsiedlungen arbeitete, plante unter anderem Jacques Ives Cousteau den Bau großer und sogar tiefseetauglicher Gebäude. Wollten die einen hoch hinaus, konnte es den anderen nicht tief genug sein.

Geistiger Initiator beider Eroberungsträume war Jules Verne (1829–1905). Mit seinen Romanen *Reise um den Mond* beziehungsweise *Von der Erde zum Mond* und *20.000 Meilen unter den Meeren* lieferte er die Visionen und inspirierte die Arbeit vieler Wissenschaftler und Ingenieure im 20. Jahrhundert. Im letztgenannten Roman führte Verne seinen Lesern die Idee einer submarinen Kultur vor Augen, die all ihre

Abbildungen: Privatarchiv Flessner

Alles ist denkbar: In raumschiffartigen Kugelgebilden sollen Menschen wohnen, um unter Wasser zu arbeiten, zu forschen oder Urlaub zu machen. Die Oberfläche erreichen sie durch einen Lift. Unterwasser-Taxis stehen für Ausflüge bereit.

überbevölkerte Erde entlastet und die sich abzeichnenden Rohstoffkrisen gemeistert werden. Denn erste Studien, die etwa im gleichen Zeitraum von der UNO in Auftrag gegeben worden waren, zeichnen ein düsteres Bild der Rohstoffsituation. Die bekannten Lager mancher Metalle, wie Kupfer, sollten demnach für nur noch gut 40 Jahre reichen. Auf dem Meeresboden wurden hingegen Vorkommen vermutet, die erst nach 6.000 Jahren erschöpft sein würden.

Schnell war den damaligen Forschern klar, dass eine Kolonisierung der Kontinentalschelfregionen, die bis in etwa 200 Meter Tiefe reichen, nur ein erster Schritt sein konnte. Da große und ergiebige Rohstofflager, vor allem Erdölvorkommen und Manganknollen, jedoch in größeren Tiefen geortet wurden, bezog man die Tiefsee von vornherein in die Vorhaben und Szenarien mit ein.

## DIE NEUEN FISCHMENSCHEN

Einer der namhaften Wegbereiter der submarinen Kultur war der französische Meeresforscher Jacques Ives Cousteau. Im Sommer 1963 versenkte er zwei von ihm entwickelte Unterwassergebäude im Roten Meer und verbrachte darin mit sechs Mitarbeitern 29 Tage. Das kleine Unterwasserdorf, „Conshelf II“ genannt, zu dem auch ein untertassenförmiges U-Boot samt Garage gehörte, sollte die Möglichkeit einer Besiedlung des Meeresbodens unter Beweis stellen. An der Zukunftsfähigkeit des Vorhabens ließ Cousteau keinen Zweifel und spekulierte, es würden kaum fünfzig Jahre vergehen, bis ein neuer Menschentyp – Homo aquaticus – als Gegenstück zum himmelstürmenden Astronauten geschaffen sei. Dieser „Fischmensch“ werde schon unter Wasser geboren, er wachse in Unterwasserstädten auf und lebe am Meeresgrund. Seine Lungen würden mit einer Flüssigkeit – die sich nicht zusammenpressen lässt – gefüllt, also stillgelegt sein. Atmen werde dieser Mensch

mit Hilfe einer Technik, ähnlich wie sie künftige Raumpiloten anwenden sollen: Das Blut strömt dabei durch einen Regenerator, der es immer wieder mit frischem Sauerstoff versorgt.

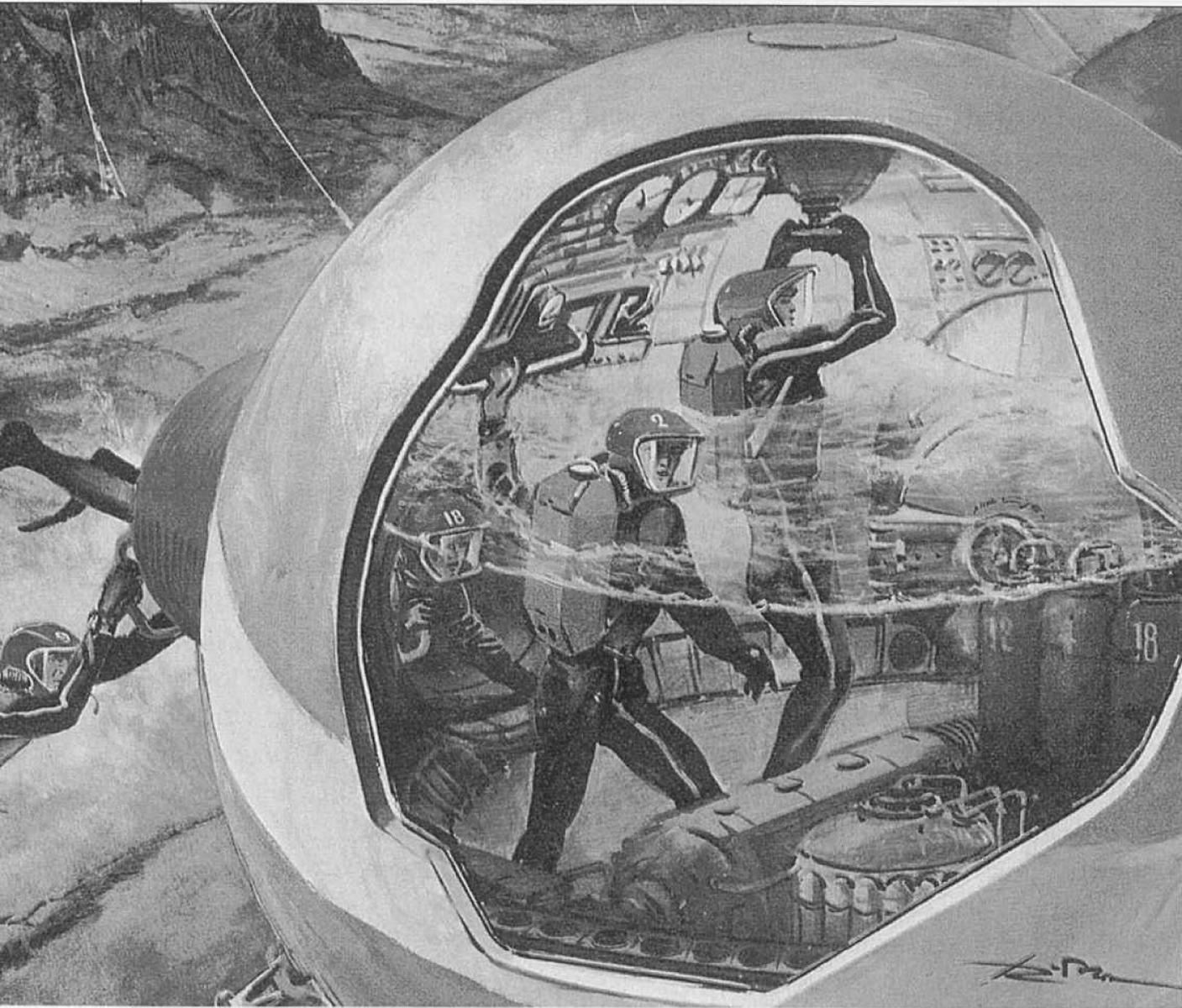
mit Hilfe einer Technik, ähnlich wie sie künftige Raumpiloten anwenden sollen: Das Blut strömt dabei durch einen Regenerator, der es immer wieder mit frischem Sauerstoff versorgt.

## 3500 METER UNTER NORMALNULL

Ende der 1960er Jahre konzipierte ein US-Konsortium unter Führung von General Electric eine Tiefseestadt in 3.500 Meter Tiefe. Errichtet werden sollte „Bottom-Fix“, so der Name des Projektes, in einer Gebirgsregion im Atlantik, um dort vermutete Erzlager abzubauen. Die Gebäude dieser Stadt sollten aus leicht zu verbindenden, kugelförmigen Druckelementen bestehen, ähnlich denen einer Raumstation. Um sich auch außerhalb dieser Tiefsee-City frei bewegen zu können, schlug Prof. Johannes Kylstra von der Duke University, North Carolina, vor, die Taucher auf eine von ihm entwickelte Flüssigkeitsatmung umzustellen. Statt eines Sauerstoff-Helium-Gemisches sollten die Tiefseefroschmänner eine mit Sauerstoff angereicherte Flüssigkeit inhalieren. Auf diese Weise wollte man die durch den enormen Druck entstehenden Probleme lösen. Erste Tests verliefen erfolgreich. Auch die Kugelemente hielten noch 4.000 Meter unter Wasser den Belastungen stand.

Bereits 1965 hatte Edwin A. Link, Leiter der Sea Diver Corporation, New York, in einem Artikel der Zeitschrift *New Scientist* prophezeit, „dass es 1985 für den Menschen ganz normal sein wird, sich in diese oder noch größere Tiefen zu begeben. Um die nötigen Anlagen zu errichten, wird der Mensch oft monatelang unter Wasser leben müssen, und zwar in festen oder beweglichen aufblasbaren Behausungen. Die Arbeitsstelle selbst wird durch schwere Gummizelte abgeschirmt, die ebenfalls durch Aufblasen frei von Wasser werden.“ Link ging noch weiter und zeichnete das Bild einer umfassenden Tiefsee-Architektur und Tiefsee-Infrastruktur, die sogar den Bau unterseeischer Kernkraftwerke zur Energieversorgung der Tiefseestädte beinhaltete. Die Lösung fast aller Probleme der Menschheit liege im Meer und letztendlich in der Tiefsee.

Die Tiefsee-Kultur, darin waren sich die Experten einig, sollte weitgehend autonom sein und auch über Industrieanlagen oder Fischfarmen verfügen, die die Menschen in den verschiedenen Tiefseestädten mit allen



Eine Schleusenkugel, durch die Taucher aussteigen können, sobald sie geflutet wird.

benötigten Gütern versorgen. Die in der Tiefsee gewonnenen Bodenschätze sollten vor Ort verarbeitet und verschifft werden.

Eigens konstruierte Tiefseehäfen und Transport-U-Boote würden nach Ansicht von Edwin A. Link dafür sorgen, „dass ein großer Teil des Handelsverkehrs sich nicht mehr auf der Oberfläche des Meeres, sondern unter Wasser abspielen wird, wo Unwetter und schwerer Seegang kein Problem mehr bedeuten.“ Tiefseetauchboote sollten zudem mit speziellen Netzen Jagd auf Tiefseefische und Riesenkalmare machen, die für die üblichen Schleppnetze unerreichbar bleiben würden. Auf künstlich beleuchteten Feldern würden die Tiefseebürger der nahen Zukunft eiweißreichen Seesalat und essbare Algen züchten. Für den Tiefsee-Gourmet würden dann im kugelförmigen Restaurant „Piccard“ zum Beispiel „Gedünsteter Riesenkalmarsaugnapf an Rotalgenmus mit Seesalatgemüse“ zubereitet werden. Besser hat nicht einmal Käpt'n Nemo an Bord der Nautilus gespeist.

Zu einer echten Tiefseestadt gehören neben Wohngebäuden und Industriekom-

plexen auch Hotels und Freizeiteinrichtungen. Gut zahlenden Abenteuerurlaubern sollte der Aufenthalt an einem Ort ermöglicht werden, der mit der Antarktis, dem Himalaja oder dem Mond problemlos konkurrieren kann. Expeditionen zum Marianengraben inklusive. Nicht nur das Wrack der „Titanic“, sondern

Fast drei Viertel der Erde sind vom Wasser der Meere bedeckt, ein Gebiet, neunmal so groß wie die Mondoberfläche.

Tausende gesunkene Schiffe, versunkene Städte und Inseln stellen attraktive Ausflugsziele dar, die von Tiefseehotels aus erreichbar sein sollten. Mit Hilfe einer neuartigen Tauchtechnologie wollte man dem Tourismus auf dem trockenen Land gehörig Konkurrenz machen.

#### DAS ENDE DER STILLE

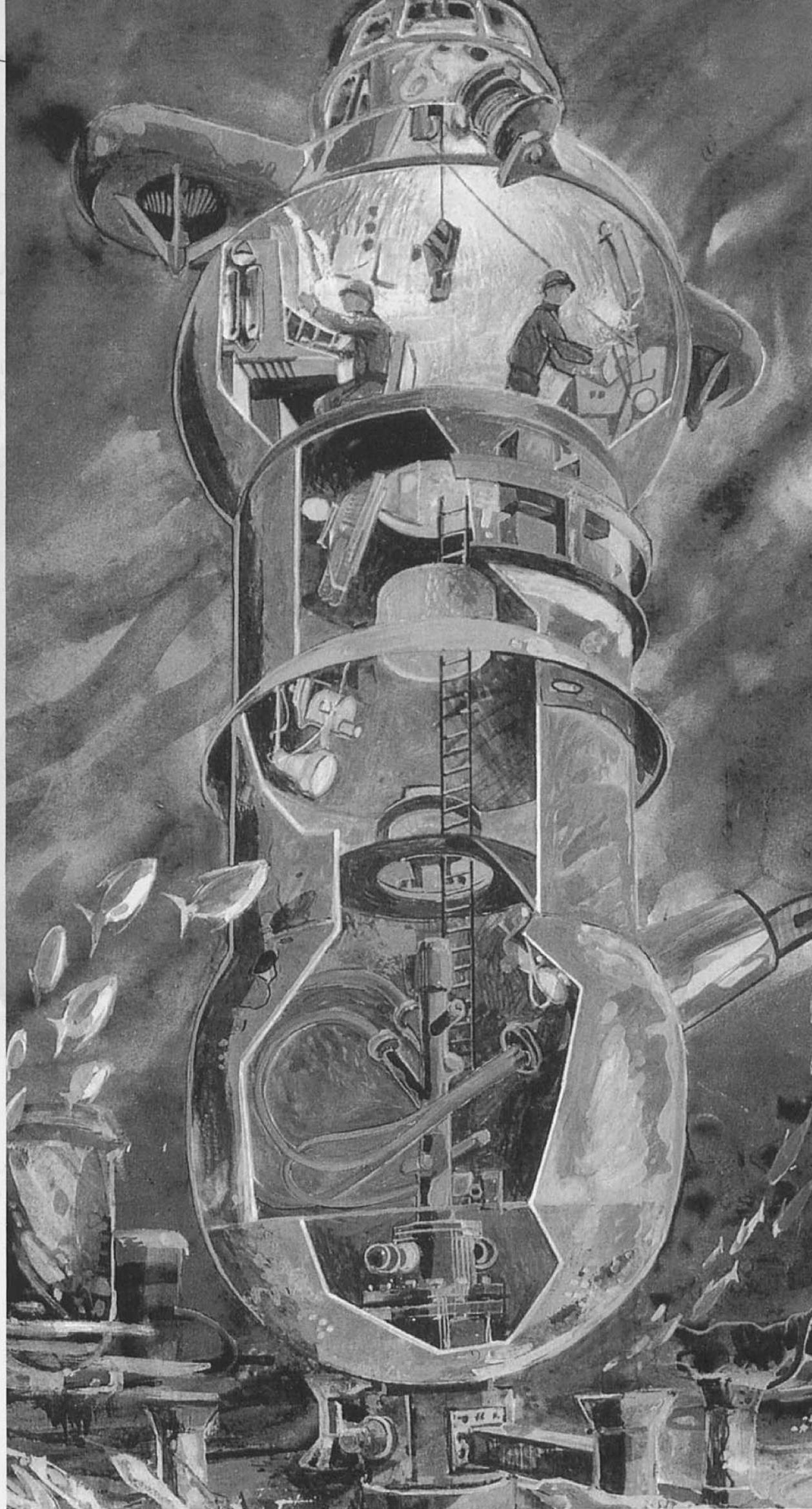
Wer jedoch meint, diese Utopien seien allein im Westen gediehen, hat sich getäuscht. Wirft man einen Blick in entsprechende Publikationen aus dem Ostblock, stößt man unvermittelt auf vergleichbare Projekte. Auch in der Sowjetunion sah man die Probleme einer überbe-

völkerten Welt, der die Rohstoffe und Nahrungsmittel auszugehen drohen. Neben der Erschließung Sibiriens und der Eroberung des Weltalls wurde die Besiedlung des Meeresbodens als wichtige Aufgabe genannt. Schon in Karl Böhms und Rolf Döriges Standardwerk *Unsere Welt von morgen*, erschienen 1961 in Ostberlin, sind die Motive versammelt: „Schwimmende Stationen mit automatischen Fabriken, Forschungslabors, komfortablen Unterkünften, Verladekais, Pumpanlagen und andere Einrichtungen“, die helfen sollen, den Meeresboden zu erschließen. Der Transport der submarinen Industriegüter sollte, entsprechend den amerikanischen Entwürfen, natürlich auch unter Wasser stattfinden. Transport-U-Boote mit gigantischen Dimensionen sollten Erdöl, Erze, landwirtschaftliche und industrielle Produkte zu anderen Unterwasserkolonien und konventionellen Häfen bringen. Das 1973 von Rolf Schönknecht und anderen Meeresforschern verfasste Buch *Schiffe und Schiff-Fahrt von morgen*, ebenfalls in Ostberlin erschienen, stellt ganze Flotten von Unterwasser-Transportfahrzeugen für submarine Kultur vor.

Im selben Jahr legte der ostdeutsche Ingenieur Gottfried Kurze im Fachbuchverlag Leipzig unter dem Titel *Zukunft Weltmeer* ein wahres Kompendium submariner Visionen vor, die sich von denen des Westens kaum unterscheiden, zumin-

dest nicht in technischer Hinsicht. Darüber ist sich der Autor natürlich im Klaren, und so bringt er unmissverständlich zum Ausdruck, dass es selbstverständlich dem sozialistischen Lager vorbehalten sei, diese und andere Visionen tatsächlich zu realisieren. Auch unter Wasser konkurrierten der American Dream und der sozialistische Traum.

Wer seinerzeit die Ziele und Projekte verfolgt hat, seien es die westlichen oder die östlichen, konnte leicht zu der Überzeugung gelangen, dass eine umfassende Besiedlung des achten Kontinents unmittelbar bevorsteht. Zahlreiche Bücher und Artikel in Zeitschriften prägten das Bild einer aufblühenden unterseeischen Indus-



„Unterwasser-Produktions-sonde“, über die eine meerestechnische Anlage kontrolliert werden kann.

triestgesellschaft, die auch von der Hoffnung auf eine bessere Welt getragen wird.

Andererseits würde es natürlich, wie der Zukunftsforscher Robert Brenner 1972

vermutete, auch in der Tiefsee bald mit der dort seit ewigen Zeiten herrschenden Stille vorbei sein: „Wenn dann die systematische Suche nach Erzlagern und geeigneten Meeresböden für Fischweiden und Algenfelder anhebt, wird eine seltsame Geschäftigkeit in die Ozeane einziehen: Scheinwerfer werden die ewige Nacht der Tiefsee erhellen, einsame Gebirgsschluchten auf dem Meeresgrund von Arbeitslärm erfüllt

sein.“ An die ökologischen Folgen der Besiedlung und Industrialisierung der Tiefsee hat, und das zeigt nicht nur diese Äußerung, damals kaum jemand gedacht.

Der Mond, so stellten es sich Wernher von Braun und seine NASA-Mitarbeiter vor, wird schnell zu einem Sprungbrett zur Erforschung des gesamten Sonnensystems werden. Er wird der Ausgangspunkt weiterer Expeditionen zum Mars und anderen Planeten sein. Ganz ähnlich waren die Vorstellungen der Tiefseeforscher. Ihre Ende der 1960er Jahre entworfenen Tiefseestädte sollten ihrerseits Ausgangsbasen sein, um die noch tieferen Regionen unterhalb 4.000 Meter zu erforschen. An ein Leben in 3.500 Meter Tiefe und an Flüssigkeitsatmung gewöhnt, sollte es den Tauchern leichter fallen, in Tiefen bis zu 8.000 Meter vorzustoßen.

### EHRGEIZIGE PLÄNE

Doch nur zehn Jahre später verschwanden die Pläne der Tiefseestädte ebenso in den Schubladen wie jene der NASA für bemannte Mondbasen und Flüge zum Mars. Die Tiefseeforscher waren mit den Raumfahrern aufgebrochen und mussten wie diese ihre Projekte nun erst einmal auf Eis legen. Zwar war die Euphorie in beiden Lagern ungebrochen, doch hatten sich inzwischen die Rahmenbedingungen geändert. Den Forschungsinstituten wurden die Etats rigoros zusammengestrichen: Energie- und Rohstoffkrisen hatten sich als vorübergehende Phänomene erwiesen, die auf dem Festland – billiger – gelöst werden konnten. Nicht Öl oder Kupfer, sondern das Geld wurde knapp. Statt Astronauten und Aquanauten sollten daher billigere Roboter das All und die Tiefsee erkunden. Das heißt jedoch nicht, dass die ehrgeizigen Pläne für immer in den Schubladen verstauben. Zumindest die der Raumfahrt liegen bereits wieder auf dem Tisch. ■■

**DR. BERND FLESSNER**, Literatur- und Medienwissenschaftler, lehrt seit 1991 am Institut für Germanistik der Universität Erlangen-Nürnberg. Zahlreiche Veröffentlichungen, zuletzt (Hg): Nach dem Menschen. Der Mythos einer zweiten Schöpfung und das Entstehen einer posthumanen Kultur (Freiburg i.Br. 2000).

Leichter als Luft?  
Von wegen!



# DOKTOR PROFS



# GEODROM

Nichts drin?  
Kurz nach dem Start  
füllt das Gas nur  
die obere Hälfte  
des Ballons aus.

## Über den Wolken – unter den Wellen

Satelliten, die hoch über der Erde kreisen, senden täglich Informationen über das Wetter. Und davon, wie es in den Tiefen der Meere aussieht, erzählen inzwischen viele faszinierende Filmaufnahmen. Auguste Piccard, Physikprofessor aus der Schweiz, war einer der Ersten, der sich vor rund 80 Jahren aufgemacht hat, diese so gegensätzlichen Welten zu erforschen.

Hoch in die Luft oder in die Tiefen des Meeres? Für beide Reiseziele hat Auguste Piccard die Kugel als Mannschaftskabine gewählt.

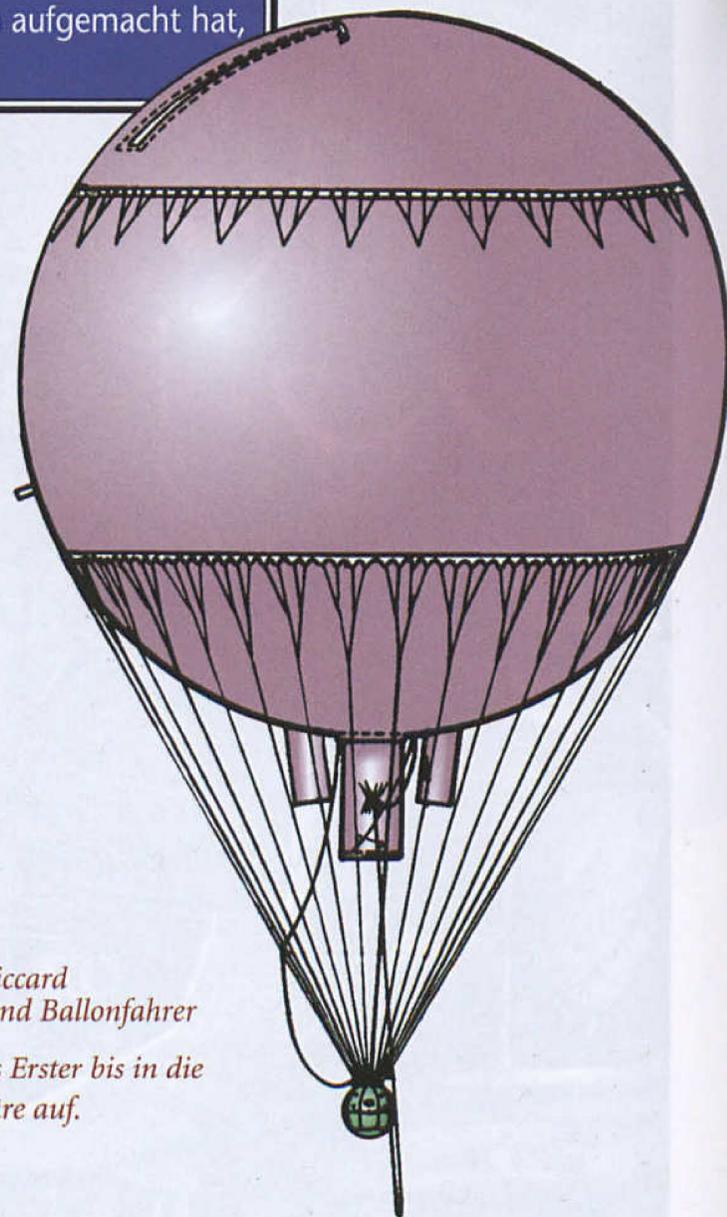
Prall gefüllt:  
In der Stratosphäre, in etwa 12 km Höhe, ist der Luftdruck nur noch gering. Deshalb dehnt sich der Ballon kugelrund aus.

Leichter  
als  
Luft



Auguste Piccard  
Physiker und Ballonfahrer

Er stieg als Erster bis in die  
Stratosphäre auf.



**A**m frühen Morgen des 27. Mai 1931 steigt vom Gelände der Ballonfabrik Riedinger in Augsburg ein gigantischer Ballon in den Himmel. Die Hülle hat einen Durchmesser von 30 m und ein Volumen von 14 000 m<sup>3</sup>! Aber noch sieht sie eher wie eine Birne aus: Sie ist nämlich nur zum Teil mit Gas gefüllt, das sich während des Aufstiegs in der dünneren Luft ausdehnen und schließlich den ganzen Ballon aufblähen und tragen wird.

An der Ballonhülle hängt eine luftdichte Kugel aus Aluminiumblech, das nur

3,5 Millimeter stark ist. In der Kugel sitzen der Physiker und Erfinder dieses Gefährts, Auguste Piccard und der Ingenieur Paul Kipfer. Die beiden wollen hoch hinaus, in die obere, immer dünner werdende Schicht der Erdatmosphäre, die Stratosphäre. Sie beginnt bei etwa 12.000 m. Auguste Piccard möchte dort Messungen machen, die Aufschluss geben über die neu entdeckte kosmische Strahlung. Kommt sie von der Sonne, von fernen Sternen oder ...?

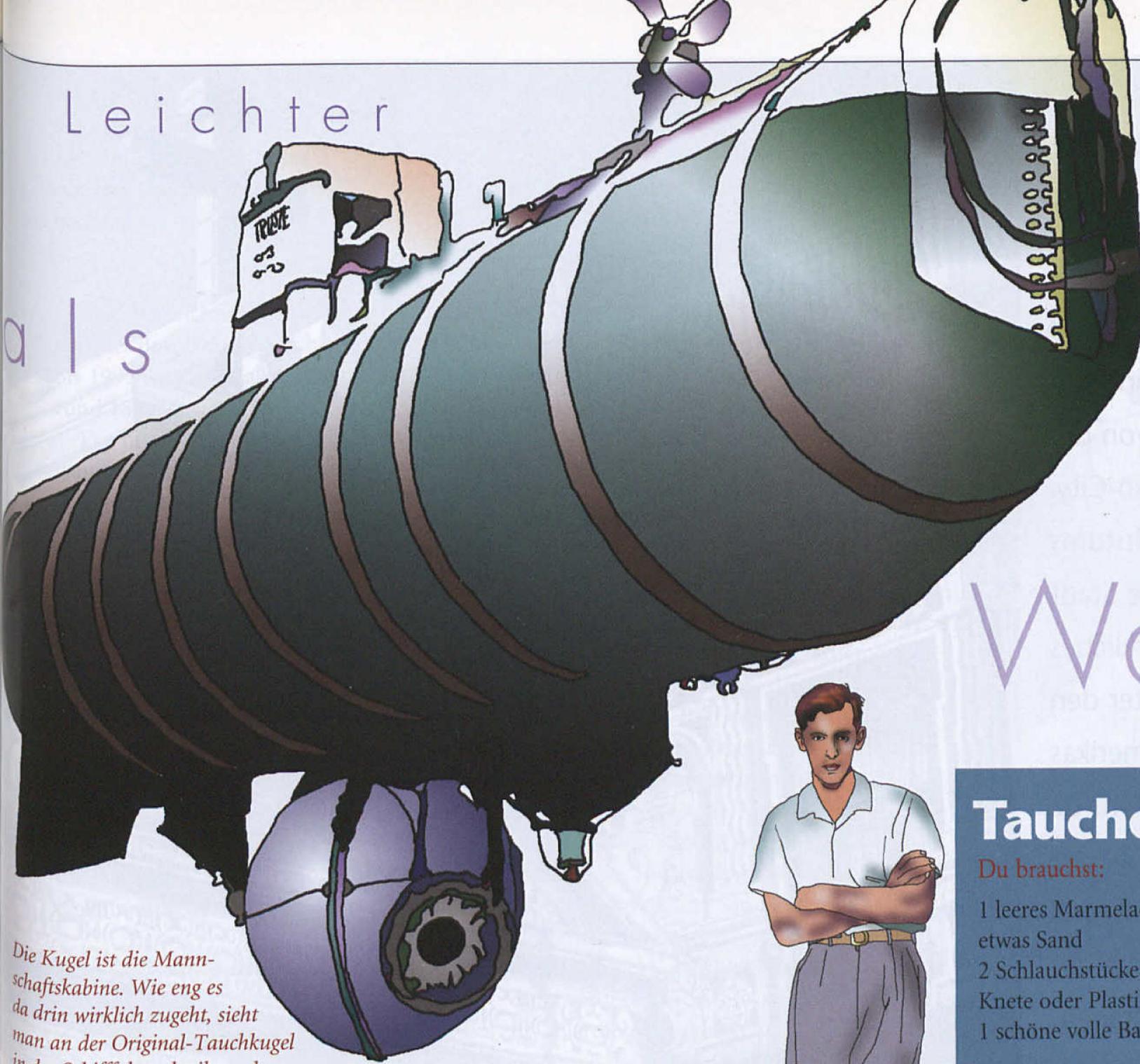
Und Piccard möchte beweisen, was man damals nicht glauben will: Dass man in

einer luftdichten Kabine so hoch hinaufsteigen kann. Flugzeuge könnten dann in großen Höhen schneller fliegen. Dank seiner Überlegungen ist das heute eine Selbstverständlichkeit.

Schon bald erreicht der Ballon eine Rekordhöhe von mehr als 15.000 m. Doch dann brauchen die beiden Stratosphärenreisenden viel Geduld: Die Ventilleine reißt, so dass sie kein Gas ablassen und sinken können. Sie müssen warten, bis sich am Abend die Luft abkühlt und der Ballon von selbst sinkt – er landet auf einem Gletscher!

Leichter

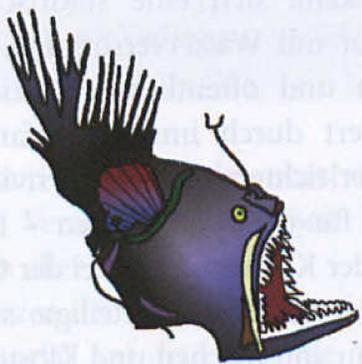
a | s



Den größten Teil des Bathyskaphen bildet der Schwimmkörper. Er ist mit Benzin gefüllt, das leichter ist als Wasser. Ein Modell findest du auf dem Museumsgrund in der Schifffahrtsabteilung in 3 Meter Tiefe.

Wasser

Die Kugel ist die Mannschaftskabine. Wie eng es da drin wirklich zugeht, sieht man an der Original-Tauchkugel in der Schifffahrtsabteilung des Deutschen Museums.



Jacques Piccard arbeitete mit seinem Vater am Bau des Tiefenschiffes und unternahm viele Tauchgänge damit. Da sah er dann jede Menge fiese Fische (links).



Nur wenige Jahre später entwickelt Piccard ein Gefährt, mit dem er die Tiefen der Meere erforschen will. Er nennt es "Bathyskaph FNRS2", eine Art Unterwasserballon, bei dem Benzin, das leichter ist als Wasser, für den Auftrieb sorgt.

Das Gewicht von Eisenschrott lässt das Tiefenschiff sinken, zum Auftauchen wird dieser Ballast abgelassen – wie bei einem Ballon! Die Kabine, die die Taucher vor dem Druck des Wassers schützt, ist wieder eine Kugel, aber nun mit 9 cm dicken Wänden aus geschmiedetem Stahl.

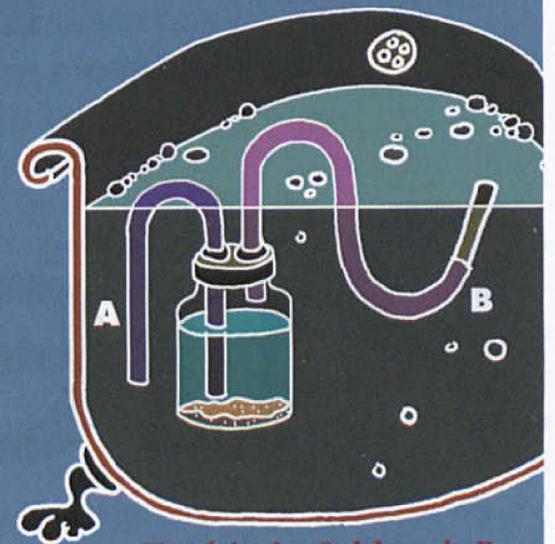
Am 26. Oktober 1948 kann die erste Tauchfahrt stattfinden. Sie dauert 12 Stunden und führt nur in 25 m Tiefe (Piccard und sein Begleiter vertreiben sich die Zeit mit Schachspielen!). Doch wenige Tage später erreicht das Tiefenschiff 1380 m.

Mit seinem Sohn Jacques baut Piccard später ein zweites Schiff, die TRIESTE. Am 23. Januar 1960 taucht es im Pazifik 10.917 m tief, fast bis auf den Grund des tiefsten Meeresgrabens der Erde. In der Kugel: Jacques Piccard und der Amerikaner Dan Walsh.

## Taucherglocke

Du brauchst:

- 1 leeres Marmeladenglas
- etwas Sand
- 2 Schlauchstücke, je ca. 30 cm lang
- Knete oder Plastilin als Abdichtmasse
- 1 schöne volle Badewanne



**Kräftig in Schlauch B hineinblasen!**

Bohre in den Deckel des Marmeladenglases zwei Löcher, durch die du jeweils ein Schlauchstück steckst und dichte die Ränder ab.

Fülle so viel Sand in das Marmeladenglas, dass es im Wasser gerade so schwebt (ausprobieren). Dann schraube den Deckel auf das Glas und klebe Schlauch A außen am Glas fest, so dass er immer nach unten zeigt. Los geht die Tauchfahrt in der Badewanne: Wenn du kräftig am Schlauch B saugst, füllt sich das Glas mit Wasser. Es wird schwerer und sinkt. Wie kannst du es dann wieder steigen lassen?

Die markante Bergkette aus Popocatepetl und Iztaccihuatl trennt den Ort Puebla von der Hauptstadt Mexiko-City. Trotz ihres Wachstums ist die viertgrößte Stadt Mexikos ein wirkliches Kleinod unter den Städten Lateinamerikas geblieben. 1987 wurde sie in die Liste der Unesco als Kultur- und Naturerbe der Welt eingetragen.

Von Dirk Bühler



# Puebla

## Altstadt im Wandel

Insgesamt 850 Baudenkmäler aus der Kolonialzeit bilden das schätzenswerte historische Erbe Pueblas: Die Kathedrale am Zócalo oder die „Capilla del Rosario“ bei der Kirche des Dominikanerklosters gehören ebenso dazu wie die berühmte Bibliothek des Bischofs Palafox y Mendoza aus dem 17. Jahrhundert. Hinzu kommen bedeutende, meist barocke Kirchen, Klöster, Stifte und Hospize sowie eine ungeheure Vielzahl an Profanbauten und etwa 1.800 Bauwerke aus dem 19. Jahrhundert, die den Charakter der heutigen Stadt entscheidend mitprägen.

Die Gründung von Puebla geht auf einen Erlass Kaiser Karls V. aus dem Jahre 1531 zurück, der eine großzügig geplante, spanische Stadt auf „der grünen Wiese“ in Auftrag gab, um die indianische von der europäischen Bevölkerung zu trennen. Aus Straßen und Blocks wurde ein Rechteckraster, die „Puebla de los Angeles“, angelegt. Rund um dieses „Traza“ genannte Stadtzentrum für Spanier entstanden die „Barrios“, in denen sich die indianische Bevölkerung niederlassen sollte. Beruf und Stammeszugehörigkeit entschieden, in welchem Stadtteil man wohnte. Schnell

entwickelte sich eine städtische Infrastruktur mit Wasserversorgung, Brückenbauten und öffentlichen Einrichtungen, gefördert durch immer umfangreichere Steuererleichterungen und Privilegien der Krone für die – spanischen – Bewohner. Auch der Klerus, bereits bei der Gründung mit von der Partie, beteiligte sich durch den Bau von Kirchen und Klöstern an der Gestaltung der Stadt.

Erstaunlich ist, dass das Straßenraster bereits bei der Stadtgründung so großzügig angelegt war, dass es erst um 1910 mit damals 100.000 Bewohnern vollständig bebaut und bewohnt war.

Ihren wirtschaftlichen Höhepunkt erlebte die Stadt im 17. Jahrhundert, als Handel und Gewerbe, bedingt durch die bevorzugte Lage am Weg zwischen Atlantik und Pazifik, in voller Blüte standen. Erst mit dem Aufstieg der Minenstädte im mexikanischen Bajío gegen Ende des 18. Jahrhunderts schwand ihre Bedeutung.

Heute ist Puebla von einem dichten Industriegürtel umgeben. Seit den 1950er

Der Eingang zum Dominikanerkloster in Puebla ist mit barocker Stuckdekoration überzogen.

Jahren verzeichnet der Ort wieder ein rasantes Bevölkerungswachstum. Von 1990 bis 1995 stieg die Zahl der Einwohner um rund 180.000.

Das historische Zentrum war in den vergangenen 50 Jahren nicht nur ungewöhnlich starken wirtschaftlichen und demographischen Veränderungen ausgesetzt. Es ist seit den 1970er Jahren auch zu einem echten Hindernis für den Verkehr geworden. Jede Art von Transport wurde über die Stadtmitte abgewickelt: Erst gegen Ende der 1980er Jahre verlegte man den Überland-Busverkehr in einen eigenen Busbahnhof nahe der Autobahn. Für den Individualverkehr wurden vor etwa fünf Jahren Umgehungsstraßen gebaut, die das Zentrum entlasten sollten, ohne es verwaisen zu lassen. Die Altstadt ist seither zu einem attraktiven Ort für das Wohnen,

### DIE SONDERAUSSTELLUNG

„Puebla – Altstadt im Wandel“ im Deutschen Museum würdigt derzeit Puebla als Monumentalstadt. Die Ausstellung wird bis 23. Juni 2002 in München zu sehen sein und danach anderen Institutionen zur Verfügung gestellt.

Handel und Kleingewerbe, aber auch für kulturelle Veranstaltungen sowie Dienstleistungen aller Art geworden.

Im Herzen der Stadt liegt der „Mercado de la Victoria“ auf dem Gelände des ehemaligen Klosters der Dominikanermönche. Der Grundstein für diesen neuen Stadtmarkt, der den zu klein gewordenen Parián mit einer Markthalle ablösen sollte, wurde bereits 1854 gelegt. Mit der Planung begann man allerdings erst danach, so dass sich der Bau dieser besonders bemerkenswerten Konstruktion aus Stahl und Glas bis 1914 hinzog, ein Jahr nachdem er offiziell eröffnet wurde. Der „Mercado de la Victoria“ diente bis 1986 einer Viertelmillion Menschen als Umschlagplatz für Waren des täglichen Bedarfs. Verkehrsprobleme, hygienische Mängel und politische Gründe führten schließlich 1986 zur Schließung des tradi-

tionellen Marktes. Man begann mit der Sanierung, konnte sich jedoch lange nicht auf eine neue Nutzung einigen. Kompetenzen und Zuständigkeiten mussten geklärt, Investoren gesucht werden. Erst 1992 konnte der „Mercado de la Victoria“ für 99 Jahre an eine Stiftung verpachtet und 1994 als modernes Einkaufszentrum wiedereröffnet werden.

Die tiefgreifendste Veränderung der vergangenen Jahre aber war der Abriss eines ganzen Stadtteils südlich der Franziskanerkirche und der Bau eines Kongresszentrums. Die Regierung von Puebla hatte Anfang der 1990er Jahre eine Unternehmensberatung mit einer Machbarkeitsstudie beauftragt, die die Umnutzung aller „Barrios“ auf der stadtabgewandten Seite der Hauptverkehrsader der Stadt, die Innenstadt und Barrios trennt, untersuchen sollte. Das Ergebnis dieser Studie: Da die Hauptverkehrsader über dem ehemaligen „San Francisco“-Fluss verläuft (er wurde in den 1960er Jahren kanalisiert), sollte eine Touristenattraktion wie der „Riverside-Walk“ in San Antonio (Texas) entstehen. Aus finanziellen Gründen konnte das Projekt nicht in vollem Umfang durchgeführt werden. Das heutige Ergebnis allerdings lässt sich sehr wohl sehen und auch die Stadtforschung hatte schließlich ihren Vorteil davon. So entstand um das sehr erfolgreich operierende Kongresszentrum herum eine weitere innerstädtische Grünfläche, in der die Grabungsergebnisse der Stadtforscher zu besichtigen sind: Darunter Kalköfen aus der Zeit der Stadtgründung, Abschnitte von Klosterbauten und die Grundmauern ehemaliger kolonialzeitlicher Gebäude.

Immer noch werden allerdings Teile historischer Bausubstanz unwiderbringlich zerstört. In Nacht- und Nebelaktionen werden wertvolle Gebäude abgerissen – nur die Fassade lässt man stehen. Dahinter entstehen besonders flächenintensive, eingeschossige Parkplätze. Andere historisch bedeutsame Bauten stehen leer und sind dem Verfall preisgegeben. Bedroht wird das Zentrum auch durch den zunehmenden Autoverkehr, der trotz Entlastung durch Umgehungsstraßen noch nicht ausreichend bewältigt werden konnte.

Insgesamt allerdings hat die Eintragung der Stadt als Kulturerbe der Menschheit viel positives Engagement der Stadtverwaltung bewirkt, die Einstellung der Bürgerinnen und Bürger zu ihrer Stadt hat sich geändert. Geschichte wird heute stolz in



Auch der Innenhof des „Zuckerbäckerhauses“ drückt barocke Lebensfreude und spielerischen Überschwang aus.

neu gestalteten Museen bewahrt und gezeigt. Viele alte Gebäude wurden renoviert. Puebla ist mehr denn je eine Reise wert und war im vergangenen Oktober sogar als erste Stadt Lateinamerikas Sitz des Kolloquiums der „Organización de las Ciudades Patrimonio Mundial“, in der die Verwaltungen aller 187 von der Unesco geschützten Monumentalstädte organisiert sind. ■■

**DR. DIRK BÜHLER** studierte Architektur an der RWTH Aachen und promovierte mit einer Arbeit über „Das Bürgerhaus der Kolonialzeit in Puebla, Mexiko“. Er verbrachte 12 Jahre als Bauforscher und Dozent für lateinamerikanische Baugeschichte in Mexiko. Seit 1993 ist er Leiter der Abteilung Bauwesen des Deutschen Museums, unter anderem hat er die Brückenausstellung aufgebaut. Jüngste Veröffentlichung: Puebla - Patrimonio de arquitectura civil del virreinato, 2001.

# Gedenktage technischer Kultur (Juli – September 2002)

Sigfrid und Manfred von Weiher

## 1.7.1852

Zur elektrischen Nachrichtenübermittlung führt der „Deutsch-Österreichische Telegraphenverein“ das vom „Telegraphen-Inspektor“ Friedrich Clemens **Gerke** (1801–1888) entwickelte **Morse-Alphabet** ein. Samuel Morse (1791–1872), der Erfinder des ersten Schreibtelegraphen, hatte an dem Punkt-Strich-System der nach ihm bezeichneten Schrift entgegen landläufiger Meinung keinen Anteil.

## 1.7.1877

Mit dem Inkrafttreten des **Reichspatentgesetzes** nimmt das **Reichspatentamt** in Berlin seine Arbeit auf. Dadurch wird die Erfindertätigkeit und die Wirtschaft des jungen Deutschen Reiches nachhaltig angeregt.

## 1.7.1877

Zur Förderung der nach dem Ende des „Gründungs-Fiebers“ anhaltend schlecht florierenden deutschen Industrie gründet der Patentanwalt F. C. **Glaser** seine Zeitschrift „**Annalen**“. Schon in der ersten Ausgabe wird eine konsequente Vereinheitlichung der seinerzeit 59 deutschen Eisenbahn-Schienenprofile gefordert, um zu zeit- und kostensparenden Verkehrsverbindungen zu kommen.

## 3.7.1877

In Kassel wird zwischen Königsplatz und Wilhelmshöhe eine **Dampf-Straßenbahn** dem öffentlichen Verkehr übergeben. Diese dritte städtische Dampfbahn-Anlage auf dem Kontinent wurde von der Londoner „Tramway Company Ltd.“ erbaut und ging nach 4-jährigem Betrieb in deutsche Hände über.

## 4.7.1752

In Andelys, Normandie, wird Jean Pierre **Blanchard** geboren, in der **Frühzeit des Ballonfahrens** bekannt durch seine kühnen Aufstiege. 1785 überfliegt er als erster Mensch den Ärmelkanal, und zwischen Frankfurt/Main und Weil-

burg gelingt ihm die erste Ballonfahrt im deutschsprachigen Raum. Fälschlicherweise wird Blanchard als Erfinder des Fallschirmes zitiert; tatsächlich ist dies jedoch Jacques Garnerin (1797).

## 7.7.1752

In Lyon wird der Textiltechniker Joseph Marie **Jacquard** geboren. Seinen 1790 vorgestellten konstruktiv verbesserten Webstuhl entwickelte er bis 1805 fort zur automatischen Musteraushebe-maschine, den wenig später bereits durch Lochkarten gesteuerten "Jacquard-Webstuhl". Diese Erfindung wirkte bahnbrechend für die **moderne Textiltechnik**, was offenbar schon Napoleon ahnte: Er veranlasste die Zahlung eines lebenslangen Ehrensoldes an Jacquard.

## 9.7.1802

Auf dem Turm der Hamburger Michaelskirche leitet der Physiker Johann Friedrich **Benzenberg Fallversuche mit Bleikugeln**, die dem Nachweis der Achsendrehung der Erde und der praktischen Überprüfung der Fallgesetze dienen.

## 12.7.1877

In Beckenreihe, Holstein, wird der Architekt Fritz **Höger** geboren. Er gilt als **Erneuerer des Backsteinbaues**, den er durch eine moderne, funktionale Formensprache belebte. Weltbekannt wurde sein 1923 in der Hamburger Innenstadt vollendetes Chilehaus.

## 12.7.1952

Die **erste automatische Fernwahl** im Bereich der Deutschen Bundespost zwischen zwei Großstädten wird geschaltet: Gesprächsteilnehmer aus Düsseldorf und Frankfurt/M. können so per Direktwahl, ohne Voranmeldung eines Ferngesprächs, miteinander telefonieren. Durch dieses erfolgreiche Pilotprojekt kommt der Ausbau der heute selbstverständlichen Landesfernwahl zügig in Gang. Das Bild rechts zeigt die bis dahin übliche 'Handvermittlung'.

## 14.7.1827

In Ville d'Avray bei Paris stirbt der französische Physiker Augustin Jean **Fresnel**. Er erforschte die Wellennatur des Lichtes und erbrachte den Nachweis der Interferenz. Bedeutungsvoll für die technische Praxis wurden die von ihm entwickelten '**Fresnel-Spiegel- und Linsensysteme**', die insbesondere bei Scheinwerferanlagen von Leuchttürmen Anwendung fanden.

## 17.7.1827

In Woolwich bei London wird Frederick August **Abel** geboren. Als Chefchemiker der englischen Marine gelingt ihm 1865 das Haltbarmachen von Schießbaumwolle, 1879 erfindet er das nach ihm benannte **Messgerät** zur Bestimmung der Entflammbarkeitstemperatur verschiedener Öle.

Bis 12.7.1952 wurden **Ferngespräche noch per Hand vermittelt**. Aquarell, Prof. F.W. Kleukens.

## 25.7.1952

Zur Vorbereitung eines gemeinsamen europäischen Marktes für Kohle und Stahl wird in Luxemburg die **Montanunion** gegründet. In dem Vertragswerk ('Schumann-Plan') verzichten die Unterzeichnerstaaten Belgien, Niederlande, Luxemburg, Frankreich, Italien und BRD auf gewisse Souveränitätsrechte zugunsten der '**Europäischen Gemeinschaft für Kohle und Stahl**', die bereits 1958 im Europa-Parlament aufgeht und inzwischen als EG, mit dem Euro als einheitlicher Währung, zu einem der bedeutendsten internationalen Binnenmärkte zusammenwächst.

## 27.7.1777

In Groden bei Hannover wird Heinrich Wilhelm **Brandes** geboren, der zunächst Wasserbau-Ingenieur, später Physiker und Mathematiker wird. Um 1810 begründet er die '**Synoptische Meteorologie**', 1820 erscheint sein grundlegendes Werk „Beiträge zur Witterungskunde“, dem die systematische Wetterbeobachtung und



-vorhersage wichtige Impulse verdankt.

### 29. 7. 1877

In Brooklyn, New York, wird William Beebe geboren. Als Tiefseeforscher konstruiert er eine erfolgreiche **Taucherglocke**, mit der er 1934 bei den Bermuda-Inseln eine Meerestiefe von 923 m erreicht.

### 30. 7. 1877

Thomas Alva Edison erhält ein erstes Patent auf seinen **Phonographen**. Diese 'Sprechmaschine' ermöglicht erstmalig die mechanische Aufzeichnung und Wiedergabe des bis dahin stets flüchtigen Schalles auf entsprechend präparierten Zylindern, die jedoch nicht zu vervielfältigen sind. Erst nach der erfolgreichen Übertragung des Edison'schen Aufzeichnungsprinzips auf scheibenförmige Tonträger durch Emil Berliner beginnt ab 1889 der Siegeszug der Schallplatte.

### 3. 8. 1677

Kaiser Leopold I. erhebt eine im Bereich der Naturforschung tätige Gesellschaft zur „Sacri Romani Imperii Academia Naturae Curiosorum“. Diese **erste naturwissenschaftliche Akademie** im deutschsprachigen Raum nahm später zu Ehren des kaiserlichen Förderers den Namen „Academia Caesarea Leopoldino-Carolina Germanica Naturae Curiosorum“ an.

### 3. 8. 1802

Der italienische Advokat Gian-Domenico Romagnosi veröffentlicht in einer Trienter Zeitung seine Beobachtung, dass man die Kompass-Magnetnadel mit Hilfe eines **galvanischen Stromes** aus der Nordrichtung ablenken könne. Die systematische Untersuchung der Zusammenhänge zwischen Magnetismus und Elektrizität führte über Christian Oerstedt (siehe 14. 8. 1820) schließlich 1866 zur Entdeckung des dynamoelektrischen Prinzips durch Werner Siemens, das bis heute unserer weltweiten Elektrizitätserzeugung zugrunde liegt.

### 4. 8. 1852

In Paris stirbt der Künstler und Drucktechniker Tony Johannot.

Er versuchte den bis dahin im Druckereihandwerk üblichen Kupferstich durch verbesserte Holzschnitte zu ersetzen und entwickelte um 1830 eine neue Satztechnik, die es gestattete, **Holzschnitt und Drucksatz** einheitlich zu gestalten. Johannots Reform wirkte bahnbrechend für das Erscheinen der ersten großen Bilderzeitungen.

### 4. 8. 1877

Die Gasmotorenfabrik von Otto und Langen in Köln-Deutz erhält ein Reichspatent auf ihren **Viertakt-Gasmotor**. Neben N. A. Otto und E. Langen hatte Gottfried Daimler maßgeblichen Anteil an der **Entwicklung des Otto-Motors**, der in Verbindung mit einer von Siemens&Halske konstruierten elektromagnetischen Zündanlage innerhalb weniger Jahrzehnte den Straßenverkehr revolutionierte und bis heute als PKW-Antrieb vor allem im Individualverkehr tonangebend ist.

### 14. 8. 1777

In Rudköbing, Dänemark, kommt Hans Christian Oerstedt zur Welt. 1820 gelingt es ihm, die schon früher (siehe 3. 8. 1802) vermuteten Beziehungen zwischen **Elektrizität und Magnetismus** experimentell nachzuweisen. Oerstedt setzte sich sehr für die Errichtung der Polytechnischen Schule in

Kopenhagen ein, der er dann ab 1829 als erster Direktor bis zu seinem Tod 1851 vorstand. In der Physik werden bis heute magnetische Feldstärken in der Maßeinheit Oerstedt (Oe) angegeben.



Hans Christian Oerstedt (1777-1851), Gemälde von N.W. Manstrand, Museum Frederiksborg

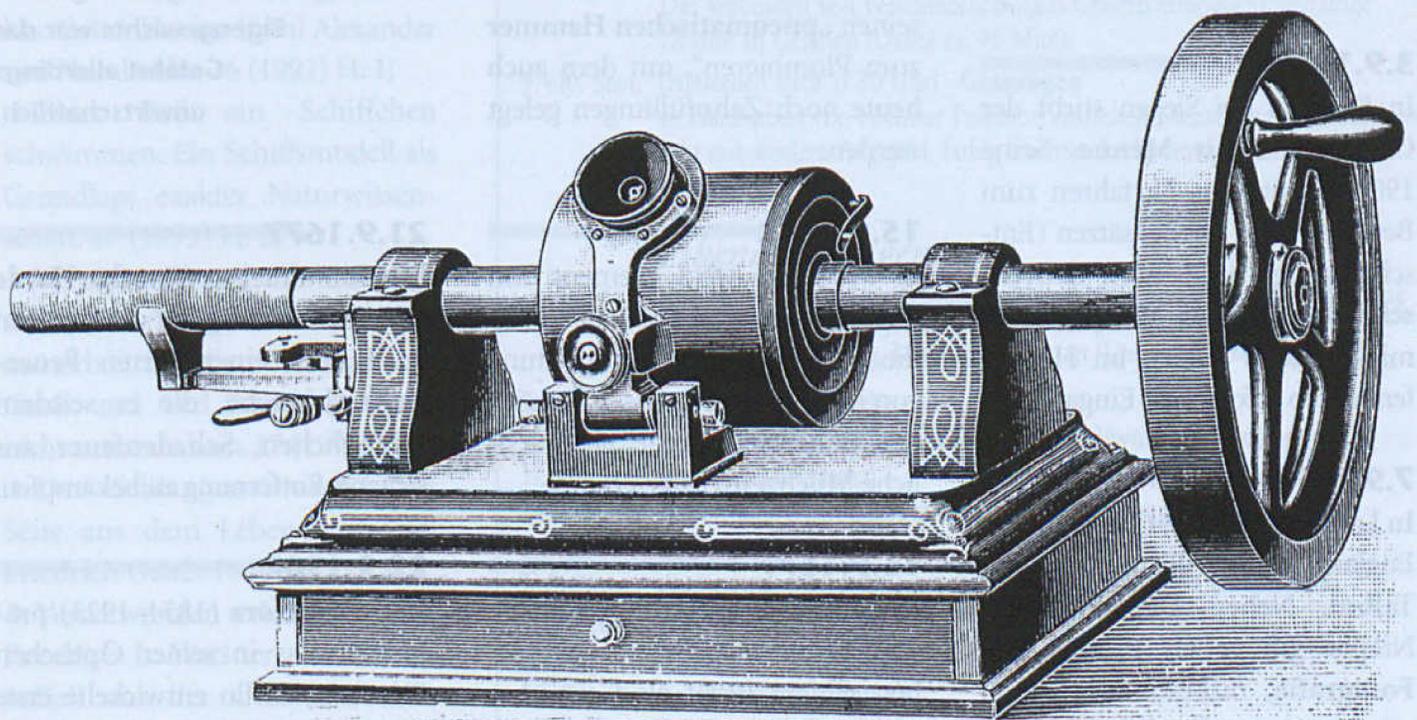
### 18. 8. 1852

In Wien wird der Vorschlag von Adam A. Grünberg patentiert, Briefumschläge und andere **Postverpackungen für Werbung** und Reklamezwecke zu nutzen.

### 21. 8. 1877

In Chicago erhält Deering ein Patent auf die selbstständig Garben bindende Getreide-**Mähmaschine**, die sich bei der Automatisierung der landwirtschaftlichen

vor allem seine Architektur-Studien zeichnen sich durch besonders exakte Wiedergabe der perspektivischen Verhältnisse aus, was ihm den Namen '**Perspektiv-Hummel**' einbrachte. Als Professor der Architektur, Perspektive und Optik veröffentlichte er 1824



Produktion als bahnbrechender Fortschritt erwies.

Edisons Phonograph von 1877, der Vorläufer des Plattenspielers

### 26. 8. 1852

In Berlin stirbt der Maler Johann Erdmann Hummel. Seine Bilder,

sein „Lehrbuch der freien Perspektive für Maler und Architekten“.

### 2.9.1827

In acht Sälen der Berliner Akademie der Wissenschaften wird eine **Gewerbeausstellung** eröffnet. 208 Aussteller, davon alleine 103 aus der Provinz Brandenburg, präsentieren 6 Wochen lang über 1650 teilweise völlig neuartige Produkte des aufstrebenden Gewerbefleißes.

### 2.9.1852

In Mauer bei Wien wird Gisbert **Kapp** geboren, der als Generalsekretär des Vereins Deutscher Elektrotechniker und Dozent für Elektromaschinenbau an der TH Berlin wirkte, von 1905 bis 1921 in Birmingham als Professor für Elektrotechnik. Besondere Verdienste erwarb sich Kapp um die **Entwicklung des Phasenschiebers** und die Berechnung von Dynamomaschinen.

### 2.9.1877

In Admont, Steiermark, wird Walther **Burstyn** geboren. Die **drahtlose Telegrafie**, für die er sich frühzeitig einsetzte, verdankt ihm maßgebende Entwicklungsimpulse. Die seitdem übliche einfache Form der Antenne und konstruktive Anregungen zur Kompensation des Fadingeffektes wurden von ihm zuerst angegeben.

### 3.9.1927

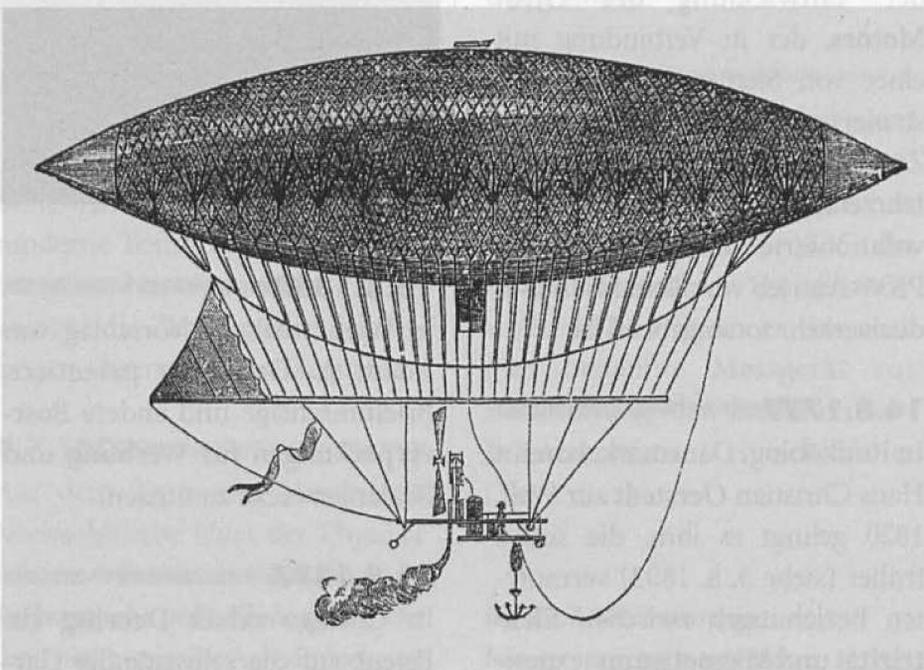
In Kreuztal bei Siegen stirbt der Chemiker Ernst **Menne**. Seine 1901 patentierten Verfahren zum Beseitigen von Ofenansätzen (Entschlackung) und zum **Durchschmelzen großer Metallmengen** mit Gebläsen fanden im Hochofenbetrieb erfolgreich Eingang.

### 7.9.1877

In Lacock Abbey bei Chippenham, England, stirbt William Henry Fox **Talbot**. Neben Daguerre und Niépce gilt er als **Pionier der Fotografie**, insbesondere durch seine 1841 veröffentlichte Methode der Herstellung beliebig zahlreicher, von einem Negativ abziehbarer Papierkopien ('Calotypie'). 1844/46 erscheint die erste fotoinstruierte, von Talbot zusammengestellte Buch-Publikation: "The pencil of nature".

### 8.9.1902

In Berlin stirbt 77-jährig der Stadtbaurat James **Hobrecht**. Ihm verdankt die in der zweiten Hälfte des 19. Jhds. sprunghaft wachsende deutsche Hauptstadt den Entwurf eines Bebauungsplanes und die Einrichtung hygienischer **Kanalisationen**. Sein bereits 1868 veröffentlichter Plan einer staatlichen Gesundheitsbehörde dokumentiert die Weitsichtigkeit Hobrechts. Jedoch ist sein Bekenntnis zur Mietskaserne geprägt vom - aus heutiger Sicht - naiven Glauben, Miteinanderwohnen auf engstem Raum sei das beste Heilmittel für alle sozialen Schäden.



### 11.9.1877

Der amerikanische Arzt Samuel W. **Dennis** erhält ein Patent auf seinen „**pneumatischen Hammer** zum Plombieren“, mit dem auch heute noch Zahnfüllungen gelegt werden.

### 15.9.1852

In München wird Clemens von **Bechtolsheim** geboren, der 1886 die bis heute bei der Verarbeitung von Molkereierzeugnissen, speziell der Butterherstellung, gebräuchliche **Milchzentrifuge** erfand.

### 16.9.1677

In Beckesbourne, Großbritannien, wird Stephen **Hales** geboren. Neben seinem Beruf als Geistlicher widmete er sich aus Passion auch technischen Fragen, machte um 1727 Versuche zur Gewinnung von Steinkohlen-Gas und konstruierte 1741 einen **Ventilator**, der vor allem in dumpfen Gefängnissen den Luftaustausch beschleunigen sollte.

### 18.9.1852

In Sachsenberg, Waldeck, wird Adolph **Müller** geboren. Sein Lebenswerk widmete er der wirtschaftlichen Nutzung elektrischer Akkumulatoren und gab Anstöße zur Gründung der Europäischen Akkumulator-Gesellschaft.

### 18.9.1902

Der Amerikaner Michael Josef **Owens** (1859–1923) erhält ein Deutsches Reichspatent auf seine Erfindung einer selbstständig arbeitenden **Hohlglas-Blasmaschine** zur Massenfertigung von Flaschen und Glühlampen.

Henry Giffards  
**Dampf-Luftschiff von 1852.**  
Wegen zu großen  
Eigengewichts war das  
Gefährt allerdings  
unwirtschaftlich.

### 21.9.1677

Der Brandmeister **van der Heyde** erhält ein Privileg auf die von ihm erfolgreich eingeführten **Feuerwehrschräume**, die es seitdem ermöglichen, Schadenfeuer aus sicherer Entfernung zu bekämpfen.

### 22.9.1902

Carl Paul **Görz** (1854–1923) präsentiert das in seiner Optischen Fabrik in Berlin entwickelte erste **Rundblick-Fernrohr**, das seitdem bei Militär und Marine sowie auf Aussichtsplattformen und im Gebirge praktische Anwendung findet.

### 24.9.1852

Über den Dächern von Paris gelingt dem französischen Inge-

nieur Henry **Giffard** (1825-1882) die erste Probefahrt mit seinem selbst konstruierten, zigarrenförmigen 44m langen **Luftschiff**, das von einer drei PS starken Dampfmaschine über einen Propeller angetrieben wird. Die geringe Tragfähigkeit und die recht problematische Lenkbarkeit dieser neuartigen Ballon-Konstruktion bei minimalem Fortbewegungstempo lassen den Versuchen Giffards wenig praktische Bedeutung zukommen.

### 26.9.1802

Georg **Freiherr von Vega**, ein namhafter österreichischer Mathematiker und 'Ingenieur-Offizier', wird ermordet. Die von ihm bearbeiteten und seit 1783 vielfach aufgelegten **Logarithmen-Tafeln** waren bis in die Zeit des Taschenrechners jedem Gymnasiasten ein Begriff.

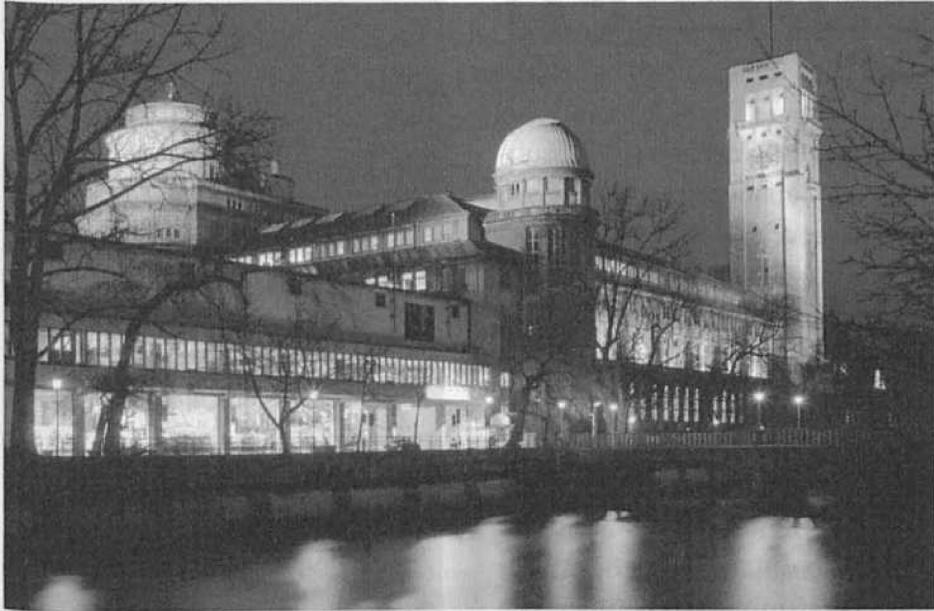
### 27.9.1827

Eine königlich-bayerische Verordnung verkündet die Gründung der '**Polytechnischen Zentralschule** zu München', aus der schließlich die bis heute bestehende Technische Universität München hervorgeht. Gründungsdirektor ist der technikgeschichtlich bedeutsame Josef von Utzschneider.

### 27.9.1852

Der französische Physiker **Léon Foucault**, der 1851 durch seine spektakulären Pendelversuche die Achsendrehung der Erde praktisch nachgewiesen hatte, äußert vor der Pariser Académie des Sciences den Gedanken, einem Kompass unter Nutzung gyroskopischer Effekte stabilisierende Kreiselrichtkräfte zu verleihen. Seine Überlegungen werden erst 1908 wieder aufgegriffen und von Hermann Anschütz-Kämpfe in der Konstruktion des **Kreiselkompasses** praktisch verwirklicht, der seitdem zum wichtigsten Navigationsinstrument der modernen Seefahrt gehört.

## Mittwochabend im Deutschen Museum



Jeden Mittwoch sind einzelne Abteilungen des Deutschen Museums bis 20 Uhr geöffnet. Jeweils ab 18 Uhr gibt es an diesen Abenden Sonderprogramme: Führungen, Lesungen oder Konzerte. Der Eintritt kostet 3 Euro.

### Kurt-Reinhard Biermann

Nach kurzer, schwerer Krankheit verstarb am 24. Mai 2002 der Humboldt-Experte und langjährige Autor von Kultur&Technik Kurt-Reinhard Biermann.

Der am 5. Dezember 1919 in Bernburg an der Saale geborene Wissenschaftshistoriker hat zahlreiche Beiträge für Kultur&Technik verfasst. Sein besonderes Interesse galt der Alexander-von-Humboldt-Forschung, zu der er mit Briefeditionen, einer Biographie (4. Aufl. 1990) und zahlreichen Einzelpublikationen wesentliche Beiträge leistete. Ein weiteres Arbeitsfeld Biermanns war die Mathematik-historiographie. Sein Buch über die „Mathematik und ihre Dozenten an der Berliner Universität 1810-1933“ (2. Aufl. 1988) gilt heute als Standardwerk.

Eine annotierte Bibliographie, wird voraussichtlich noch im Jahre 2002 erscheinen. Die von Kurt-R. Biermann in „Kultur & Technik“ publizierten Beiträge belegen sein breites Interessenspektrum und seine tiefen Detailkenntnisse. Unter anderem erschienen folgende Beiträge:

► Zwei Aussteiger und eine Science-fiction. 13 (1989) H. 3;

- Eine Fälschung - cui bono? 14 (1990) H. 2; Fortsetzung: Apropos Reklame vor 150 Jahren. 15 (1991) H. 1;
- Der "Hundertjährige" [Kalender], der keiner war. 15 (1991), H. 1;
- Der geistige Ahnherr. Alexander von Humboldt: Förderer des industriellen Fortschritts. 15 (1991) H. 2;
- Verrätselte Zahlenwelt. Entschlüsselung kodierter Notizen des jungen Gauß. 15 (1991) H. 4;
- 1492: Die Entdeckung Amerikas. Columbus im Urteil Alexander von Humboldts. 16 (1992) H. 1;
- Euler ließ ein Schiffchen schwimmen. Ein Schiffsmodell als Grundlage exakter Naturwissenschaft. 17 (1993) H. 2;
- Verpaßte Chance für die Wissenschaft. Warum die Zusammenarbeit zwischen Carl Friedrich Gauß und Carl August Steinheil nicht zustande kam. 17 (1993) H. 4;
- Das Schlangen-Orakel. Eine Seite aus dem Leben von Carl Friedrich Gauß. 18 (1994) H. 2;
- Verschwunden und verschollen. Friedrich L. Wachter: Ein Kriminalfall aus der Geschichte der Mathematik. 22 (1997) H. 2.

**Dr. Ingo Schwarz**

Alexander-von-Humboldt-Forschungsstelle, Berlin

## VERANSTALTUNGEN

### Juli · August · September 2002

#### Sonderausstellungen

- 5.-14. Juli **vCell - die virtuelle Zelle**  
1. OG Multimediale und interaktive Ausstellung der Max-Planck-Gesellschaft
- 5. Juli bis 29. Sept. **Der Bau der Storebaelt-Brücke**  
Fotodokumentation von Wilfried Dechau (Abt. Brückenbau, EG)
- bis 11. Aug. **Das zweite Gesicht**  
2. OG Metamorphosen des fotografischen Porträts
- bis 18. Aug. **Der europäische Transschallwindkanal ETW**  
1. OG Ausstellung der European Transonic Windtunnel GmbH
- bis 30. Dez. **Gewürze**  
Eingangshalle Botanik, Wirtschafts- und Kulturgeschichte von Gewürzen  
Bibliothek

#### Flugwerft Schleißheim

Effnerstraße 18 · 85746 Oberschleißheim · Telefon (089) 3157 14-0

- 14. Juli bis 19. Jan. 2003 **Die Königlich-Preussischen Luftstreitkräfte 1884-1918**  
Ausstellung des Luftwaffenmuseums der Bundeswehr, Berlin-Gatow
- 7. Juli **12. Internationaler Papierfliegerwettbewerb**  
Info: Origami München e.V., Tel. (089) 35 46 62 73  
Info und Anmeldung: Reinhard Krause, Tel. (089) 6 09 32 34

#### Veranstaltungen im Kerschensteiner Kolleg

- 15.-18. Juli **Himmel und Weltall**  
Astronomie für Familien mit Kindern (ab 10 Jahre)
- 23.-25. Aug. **Von Atomen und Sternen**  
Wochenendseminar für Mitglieder des Museums  
**Information und Anmeldung:**  
Christine Füssl-Gutmann, Deutsches Museum, Kerschensteiner Kolleg, Museumsinsel 1, 80538 München,  
Tel. (089) 2179-243, Fax (089) 2179-273 oder -234;  
oder per e-mail: n.kuehnholz@deutsches-museum.de

#### Sondervorführungen Glasblasen

Beginn 14.00 Uhr, 2. OG neben der Altamira-Höhle am Vorführ- und Verkaufsstand der Glasbläser des Deutschen Museums

- 16. Juli **Liebig-Kühler**  
Der Glasbläser Frank Liebmann erläutert am Beispiel des Liebig-Kühlers die Grundlagen des Glasapparatebaus (Dauer ca. 45 Min.).
- 10. August **Montagetechnik**  
Das Verbinden von verschiedenfarbigen Gläsern ermöglicht vielfältige Dekore an Gefäßen (Dauer ca. 45 Min.).
- 9.+10. Sept. (zusätzlich auch 11.30 Uhr) **Glasaugen**  
In Handarbeit von höchster Präzision entstehen Menschaugen täuschend echt mit weißem Augapfel, farbig leuchtender Iris und tiefschwarzer Pupille.

#### Abendöffnungen:

Jeden Mittwoch (außer gesetzliche Feiertage) bleibt eine ausgewählte Abteilung bis 20.00 Uhr geöffnet. Jeweils um 18.00 Uhr gibt es ein Sonderprogramm, wie z.B. Abendführung, Lesung oder Konzert (Unkostenbeitrag 2,50 EUR).

- 3. Juli Informatik (Führung)
- 10. Juli Astronomie (Astropaket mit Führung und Vortrag im Planetarium)
- 17. Juli Raumfahrt (Führung)
- 24. Juli Astronomie (Astropaket mit Führung und Vortrag im Planetarium)
- 31. Juli Luftfahrt (Führung)
- 7. August Astronomie (Astropaket mit Führung und Vortrag im Planetarium)
- 14. August Metalle (Führung)
- 21. August Optik (Führung)
- 28. August Erdöl/Erdgas (Führung)
- 4. Sept. Papiertechnik/Drucktechnik (Führung)
- 11. Sept. Kraftmaschinen/Werkzeugmaschinen (Führung)
- 18. Sept. Pharmazie/Umwelt (Führung)
- 25. Sept. Atomphysik (Führung)

### Deutsches Museum

Museumsinsel 1, D-80538 München, Telefon (089) 2179-1

Das Besucherlabor im Zentrum Neue Technologien:

# Genforschung begreifen

Ab Mai bietet das Deutsche Museum ein neues Kursprogramm an: Experimente zur Genforschung. Ermöglicht wurde die Einrichtung des Besucherlabors durch das Bayerische Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen.

Da das Ministerium seinen Genlaborbus, der bislang durch ganz Bayern reiste, nicht mehr weiter betreiben kann, sah es sich nach stationären Möglichkeiten für molekularbiologische Versuche um und wurde im Deutschen Museum fündig. Für das geplante *Zentrum Neue Technologien* ist

skop der Firma Witec zur Verfügung. Im Besucherlabor bildet es atomgenau DNA und Chromosomen ab.

## Die Besucherinnen und Besucher sollen:

- Genforschung verstehen durch Mitmachen
- Faszination Forschung erleben
- Neues erfahren, sich weiterbilden
- Mit Fachleuten diskutieren

Im Besucherlabor können sie unter Anleitung Versuche durch-

nen die Kursteilnehmer die Erbsubstanz aus Bananen oder Nektarinen herauslösen und den „Lebensfaden“ mit nach Hause nehmen. So erfahren sie die Prinzipien der DNA-Isolierung und des Aufbaus von Zell- und Kernmembran sowie der DNA.

➤ **DNA in der Zelle:** Zeile für Zeile fährt die atomfeine Spitze der Rasterkraftmikroskops über die verschiedenen „Verpackungsformen“ der DNA und erzeugt ein detailliertes Bild von ihnen. Sie sehen, wie die DNA in Zellen vorliegen kann: im Chromatingerüst, als Chromosom, als Bakterienchromosom oder als Plasmid, und wie sich echte Zellen und Bakterien voneinander unterscheiden.

➤ **Der genetische Fingerabdruck: Wer war der Täter?** Mit Hilfe des „Fingerprints“ können die Kursteilnehmer ein fiktives Verbrechen aufklären: DNA-Proben von Verdächtigen und der DNA-Fund vom Tatort werden mit Enzymen geschnitten, der Größe nach sortiert und ausgewertet. Dieser Versuch führt die Kursteilnehmer in die Forensik ein.

Die dreistündigen Kurse sind für 8-15 angemeldete Personen angelegt. Angesprochen sind vor allem Schulklassen (Leistungskurse Biologie oder Chemie), aber auch Lehrer- und andere Erwachsenengruppen sowie interessierte Einzelbesucher, die sich für jeden dritten Mittwochabend im Monat anmelden können. Die Betreuung der Erwachsenengruppen übernimmt eine wissenschaftliche Fachkraft, Schulklassen werden von extra geschulten Biologiestudentinnen und -studenten übernommen, die aus erster Hand Rückfragen zum Studium beantworten können.

Die Kursgebühren betragen für Schulklassen 80 Euro, für Erwachsenengruppen 140 Euro, für Einzelbesucher 15 Euro pro Person.

Dr. Birte Hauser



hier ab 2004 ein Besucherlabor zur Genforschung und Nanophysik vorgesehen.

Dank der großzügigen Unterstützung des Ministeriums zur Anschaffung der Laborgeräte und -möbel, der kostenlosen Bereitstellung von Chemikalien und Verbrauchsmaterialien durch die Firmen Biorad und Eppendorf sowie die Hilfe der Werkstätten des Deutschen Museums gelang es, ein attraktives Provisorium einzurichten. Neben den in der Genforschung gebräuchlichen Geräten steht, als Ausblick auf die Nanotechnologie im zukünftigen *Zentrum Neue Technologien*, auch ein hochmodernes Rasterkraftmikro-

## Pipettieren und Gele beladen – typische Handgriffe bei der Genforschung

führen und die in der Genforschung benutzten Geräte kennenlernen. Neben der Laborarbeit wird Wissenswertes zur Zellbiologie, Vererbung, Biochemie und Gentechnik geboten, ein Besuch führt in die „begehbare Zelle“ der Ausstellung „Pharmazie“.

## Folgende Experimente werden unter anderen angeboten:

➤ **DNA zum Anfassen:** Mit Spülmittel, Kochsalz und Alkohol kön-

## Kultur & Technik intern: Wechsel der Redaktion

Elf Jahre lang hat Dieter Beisel (geb. 1940) als Chefredakteur die Zeitschrift *Kultur & Technik* geleitet. Seit Januar 2002 lebt und arbeitet er als freier Autor in Freiburg i.Br. Der erfahrene Journalist hatte bereits Stationen an renommierten Zeitungen und Zeitschriften hinter sich, ehe er 1990 die Leitung des Blattes übernahm. So gehörte er zum Gründungsteam der Zeitschrift *Natur* (1981), war Chefredakteur bei *Werk & Zeit* (1972-1976), Chef vom Dienst beim Satireblatt *Pardon* (1976-1977) und Wissenschaftsredakteur bei *Westermanns Monatsheften* (1978-1981). Neben seiner Tätigkeit als Journalist hat Beisel eine Reihe von Sachbüchern verfasst. Über Alternative Energien, Ökologisches Bauen oder *Die Rebellen von Tigray* in Äthiopien. Das Deutsche Museum und der Verlag C.H. Beck danken Dieter Beisel herzlich für das große Engagement, mit dem er das Magazin weiterentwickelt hat.

Seit Januar 2002 hat ein neues Redaktionsteam seine Nachfolge angetreten. Dazu gehören: **Andrea Bistrich** (Redaktion), **Birgit Schwintek** (Grafik), **Bärbel Bruckmoser** (Bildredaktion) und **Margarete Heitz** (Korrektur). Leiterin der Redaktion ist **Sabrina Rachlé** (43). Nach dem Studium der Germanistik und Geschichte war sie u.a. Autorin für den Wissenschaftsteil der *Süddeutschen Zeitung*, hat mehrere Zeitschriftenprojekte mit aufgebaut, war zwischen 1995 und 1999 als selbstständige Projektleiterin PR und Pressesprecherin für verschiedene Firmen und Institutionen tätig. Gemeinsam mit **Elmar zur Bonsen** (41, Dipl. Theologie, Geschichte, ehemals Redakteur Innenpolitik *Süddeutsche Zeitung*) gründete sie 1999 die Agentur *folio gmbh*. *folio gmbh* hat sich auf die Realisierung von anspruchsvollen Mitglieder-, Kunden- und Mitarbeiterpublikationen spezialisiert.

Die Redaktion erreichen Sie unter: Telefon: 089/12 11 67 12 oder E-mail: kute@folio-muc.de.

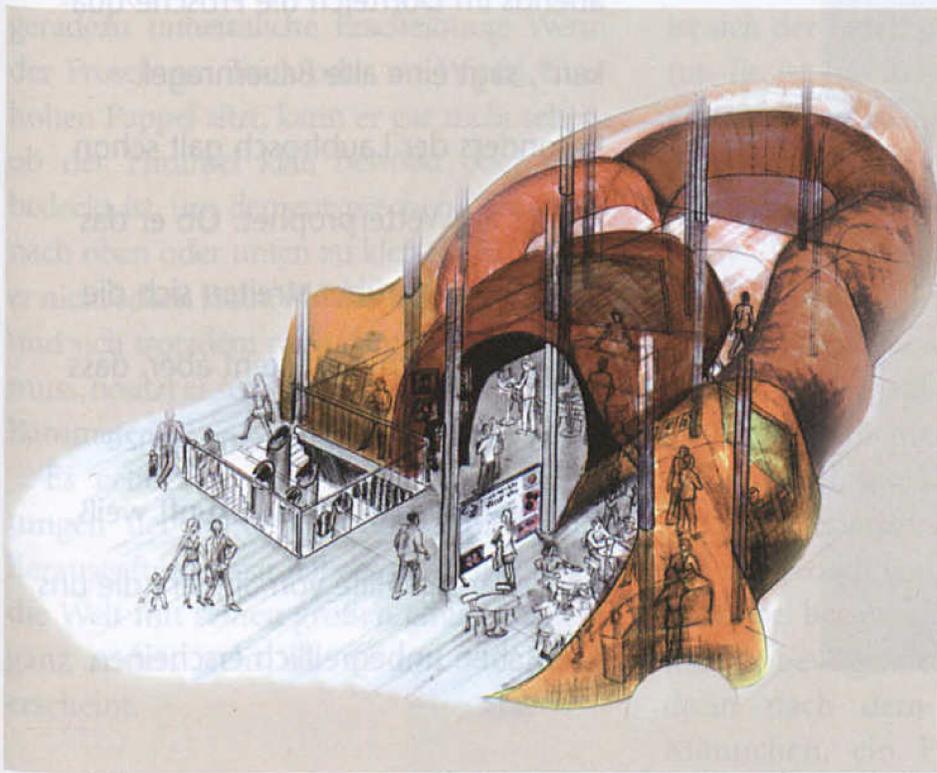
## Multimedia-Ausstellung Exkursion ins Reich der Zelle

Die Zelle, kleinste Einheit des Lebens, ist das Thema einer Multimedia-Ausstellung, die die Max-Planck-Gesellschaft vom 5. bis 14. Juli 2002 im Deutschen Museum zeigt. In der molekularbiologischen Rauminstallation vCell – die virtuelle Zelle – bietet sich den Besuchern nicht nur die Gelegenheit, Vorgänge zu beobachten, die dem menschlichen Auge normalerweise verborgen bleiben, sondern sie darüber hinaus interaktiv und spielerisch zu erleben.

Rund um die Zelle entstand mit „www.vCell.de“ eine Internet-Plattform, die das weltweit verfügbare Wissen über die Mikrowelt der Zelle mit Texten, Grafiken, Video- und Audio-Beispielen präsentiert.

Für die fachliche Qualität der Ausstellung bürgen renommierte Wissenschaftler der Max-Planck-Gesellschaft: Prof. Stefan Kaufmann, Direktor am Max-Planck-Institut für Infektionsbiologie ebenso wie Prof. Christiane Nüsslein-Volhard, Direktorin am Max-Planck-Institut für Entwicklungsbiologie, und Prof. Hans Lehrach, Direktor am Max-Planck-Institut für molekulare Genetik.

Dr. Walter Hauser



Vorgänge, die dem menschlichen Auge normalerweise verborgen sind, lassen sich im Inneren der „virtuellen Zelle“ studieren.

## Das Ziel fast erreicht Ab 15. April 2002 zeigt das Deutsche Museum: Die Ent- wicklungsgeschichte des Kata- lysatoren

Das Thema Katalysator ist in der Meinung vieler Autofahrer abgehakt: Jedes moderne Automobil hat einen funktionierenden Katalysator. In Vergessenheit geraten sind die noch anstehenden Probleme: ein Ottomotor ohne Schadstoff-Emissionen beziehungsweise ein Dieselmotor ohne Partikel-Emissionen. Die neue Ausstellung „Der Weg des Abgases – die Entwicklungsgeschichte des Katalysators“ in der Motorenhalle des Deutschen Museums München bietet zugleich Rückblick und Vorausschau.

Gezeigt wird nicht nur die Wirkung des Dreizeuge-Katalysators, sondern auch die technische Entwicklung von den ersten Katalysatoren, die Degussa 1979/80 an General Motors, Daimler-Benz und später auch an andere Automobilhersteller lieferte, bis zu den elektrisch beheizten Metallträger-Katalysatoren (E-Kat) der Emitec GmbH.

Ziel aller Entwicklungen – auch das zeigt die Ausstellung – ist das Auto ohne Schadstoff-Emissionen. Über Hybrid-Antriebe und Erdgasmotoren wird der Weg zum Wasserstoff-Antrieb und zum Auto mit Brennstoffzellen-Antrieb führen, der den Wasserstoff „On Board“, also im Auto selbst, herstellt.

Dr. Friedrich Heilbronner

Das Klima, vor allem aber die anstehende globale Erwärmung – für die einen das Zukunftsproblem Nummer eins, für die anderen völlig überbewertet – ist ein viel und kontrovers diskutiertes Thema in unserer Gesellschaft.

Die Klimaforschung ist unbestreitbar eine große Herausforderung für die Wissenschaft: Sie steht für einen neuen Typus an Vorsorgeforschung, der ohne den Einsatz moderner Technologien – vom Satelliten über den Großrechner bis zur Bohrtechnik – undenkbar wäre, in einer zunehmend durch technische Eingriffe geprägten Welt aber unverzichtbar geworden ist. Die Ergebnisse der Klimaforschung betreffen uns alle, sind jedoch nicht immer einfach zu verstehen und zu bewerten.

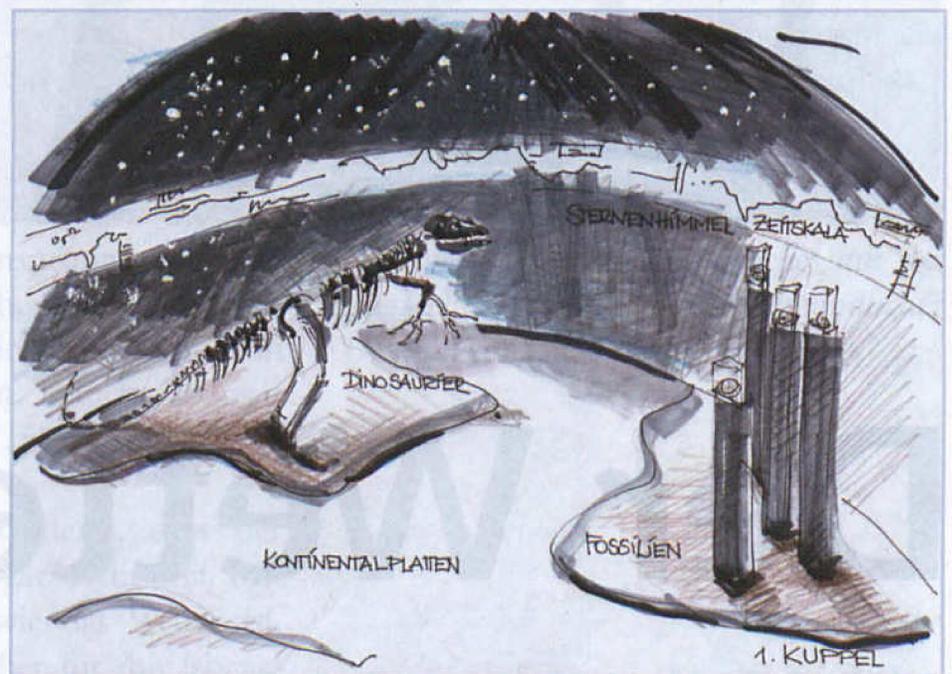
Grund genug, dem Thema

Forschungsflugzeugen, -schiffen, Satelliten sowie eine begehbare antarktische Forschungsstation zeigen, wie Daten für das globale Klimamessnetz gesammelt werden, um das Klima zu Lande, zu Wasser und in der Luft zu erforschen und zu messen.

Klimadokumente wie Korallen, Fossilien, Eisbohrkerne, Chroniken oder Felszeichnungen erzählen, wie das Klima in vergangenen Zeiten aussah und wie, warum und mit welchen Folgen es sich verändert hat.

Seit Anfang des 19. Jahrhunderts wurde und wird das Klima wissenschaftlich erforscht und systematisch gemessen. Indizien für einen bereits erfolgten Klimawandel, Vorhersagen und Modelle des Klimas der näheren Zukunft, sowie deren

## 7. November 2002 bis 15. Juni 2003 Sonderausstellung Klima



„Klima“ die erste große Sonderausstellung des Zentrum Neue Technologien zu widmen, die vom 7. November 2002 bis zum 15. Juni 2003 im Deutschen Museum zu sehen sein wird.

Die Ausstellung, ein Partnerschaftsprojekt mit der Münchener Rück, wird von Stefan Haslbeck als Containerlandschaft gestaltet, die den Forschungsstationen in der Antarktis nachempfunden ist: Am Anfang der Ausstellung steht eine Dampfmaschine und mit ihr der Mensch, der seit der Industrialisierung in den globalen Kohlenstoffkreislauf eingreift. Modelle von

Berechnung und Zuverlässigkeit sind Themen des letzten Teils der Ausstellung.

Als Akteur im Klimaspiel erfahren Sie, wie komplex das Klimasystem ist und wie schwierig es ist, „richtig“ zu handeln. Die Ausstellung zeigt auch mögliche Handlungsoptionen, politische wie technische auf.

Ein Forum, in dem Filme gezeigt werden und ein ausstellungsbegleitendes Veranstaltungsprogramm laden ein, sich über die Ausstellung hinaus mit dem Thema auseinander zu setzen.

Dr. Sabine Gerber



Wann wird es endlich Frühling werden, ohne dass wir erneuten Frosteinbruch und Schnee befürchten müssen? „Wenn abends im Dorfteich die Frösche quaken“, sagt eine alte Bauernregel.

Besonders der Laubfrosch galt schon immer als Wetterprophet. Ob er das wirklich ist, darüber streiten sich die Gelehrten noch. Fest steht aber, dass unser grünes Langbein eine ganze Menge über die Wetterzukunft weiß, und zwar mit Hilfe von Sinnen, die uns Menschen unbegreiflich erscheinen.

# Der Wetterfrosch

**W**enn der Laubfrosch im April mit grauschwarzer Haut aus der Winterherberge eines tiefen Erdloches an die Oberfläche gekrabbelt ist, um mit seinen Artgenossen am Teich einen stimmungsvollen Choral in die Nacht zu vibrieren und plötzlich vom Frost überrascht würde, wäre das sein sicherer Tod. Der Frosch ist ja kein Warmblüter wie wir. Seine Körpertemperatur schwankt mit der Wärme oder Kälte der ihn umgebenden Luft. Kann er sich vor Frosteinbruch nicht wieder schnell in die frostfreie Tiefe des Erdbodens eingraben, erfriert er. Besäßen Laubfrösche keine „innere Wetterwarte“, die

sie vor kommendem Frost rechtzeitig warnt, wären sie in unseren Breiten sicherlich schon längst ausgestorben.

Wissenschaftliche Experimente haben bewiesen, dass unser „Klettermaxe“ zumindest ein „inneres Barometer“ im Leib hat. Bei steigendem Luftdruck, der ja gutes Wetter ankündigt, beginnt er abends viel früher zu quaken als an normalen Tagen. Tritt das Barometer bei noch herrlichem Wetter unversehens eine Talfahrt an, graben sich die Tiere schnellstens wieder in den Boden ein, Stunden bevor der lebensgefährliche Temperatursturz da ist. Und wenn der Laubfrosch an einem schönen

Sommerabend viel stimmungsvoller als sonst sein Konzert erschallen lässt, weiß der Bauer, dass in der Nacht ein Gewitter aufziehen wird. Der Frosch auf der Leiter im Einmachglas ist hingegen ein mindestens ebenso unsicherer Wetterprophet wie ein studierter Meteorologe mit elektronischer Datenverarbeitungsanlage. Bei schönem Wetter sitzt der grüne Quak-Konzertmeister ohnehin oben, weil er es von Natur aus gewöhnt ist, tagsüber ins Laub der Bäume (daher der Name) zu klettern, dort Fliegen zu fangen und sich zu sonnen. Und bei schlechtem Wetter sitzt er auch in der Freiheit unten im Gebüsch versteckt, weil

Es gehört zu den großartigsten Leistungen der modernen Sinnesforschung, herausgefunden zu haben, dass ein Frosch die Welt mit seinen großen Glubschaugen ganz anders sieht, als sie uns Menschen erscheint.

oben ohnehin keine Insekten summen und es dann sicherer ist, sich vor gefräßigen Krähen zu verbergen. Aber das alles scheint einem nur zu sagen, wie das Wetter gerade ist und nicht, wie es wird. Um das festzustellen, können wir Menschen ja gleich zum Fenster hinausschauen. Gerade das aber kann der Frosch merkwürdigerweise nicht. Es ist eine geradezu unheimliche Erscheinung: Wenn der Frosch am Teich oder im Wipfel einer hohen Pappel sitzt, kann er gar nicht sehen, ob der Himmel klar, bewölkt oder ganz bedeckt ist, um dementsprechend entweder nach oben oder unten zu klettern. Und weil er nicht sehen kann, wie das Wetter gerade ist und sich trotzdem nach dem Wetter richten muss, besitzt er sein geheimnisvolles „inneres Barometer“.

Es gehört zu den großartigsten Leistungen der modernen Sinnesforschung, herausgefunden zu haben, dass ein Frosch die Welt mit seinen großen Glubschaugen ganz anders sieht, als sie uns Menschen erscheint.

## BESCHRÄNKTER HORIZONT

Folgendes kann ein Frosch überhaupt nicht wahrnehmen: alles, was sich in der Natur nicht bewegt, also Berge, Häuser, Bäume; alles, was sich nur sehr langsam bewegt wie ziehende Wolken, und alles, was sich regelmäßig bewegt wie im Winde wogendes Gras oder die Wellen im Teich. Um diese „überflüssigen“ Bildeindrücke zu verarbeiten, ist das Froschgehirn viel zu klein. Hierzu fehlen die nötigen Nerven. Das bedeutet: Statt schöner Landschaft sieht das Tier nur eine grauschwarze Fläche.

Hier erscheint dann nur das zum Leben Notwendige, also Beute, Feinde und Geschlechtspartner. Aber auch diese Gestalten erscheinen dem Frosch nur als ziemlich unklare Schemen. Beute ist, vom Frosch aus gesehen, stets „ein kleines, sich auf mich zu bewegendes Etwas“. Wirft man ein Steinchen zu dem Tier hin, schnappt es danach wie nach einer Fliege. Kommt statt

der Fliege eine Wespe angesummt, die den Frosch ins Maul stechen und damit töten könnte, so erkennt der Lurch die Gefahr nicht am Bild, sondern am Summton. Natürlich passen auch kleine Jungfrösche in dieses Beuteschema ... und werden prompt gefressen, wenn sie einem erwachsenen Frosch zufällig in die Quere kommen. Dabei ist sich der Lurch gar nicht bewusst, was er tut. Er ist nur schlicht unfähig, zwischen eigenen Kindern und Fliegen zu unterscheiden. Ich nenne dies „unwissentlichen Kinderkannibalismus“. Entsprechend primitiv ist auch das Feindschema des Frosches: ein großes, sich auf ihn zu bewegendes Etwas. Das trifft auf den Storch ebenso zu wie auf die Ringelnatter, einen Raubfisch, den Menschen oder aber auch auf eine harmlose Kuh.

Groteskerweise ist das Partnerschema, das der Frosch von der Fröschin hat, auch nicht viel besser: ein gleich großes, sich auf ihn zu bewegendes Etwas. Sehr oft wird dann nach dem Ansprung auch ein Männchen, ein Fisch, eine Kröte, ein Holzstückchen oder ein Lehmklumpen in inniger Liebe umarmt, manchmal sogar stundenlang, ehe der „Herr“ den Irrtum bemerkt.

Somit wird einleuchtend, dass der „Wetterfrosch“ auch gar nicht mit den Augen sehen kann, wie das Wetter ist. Andererseits ist das aber für ihn lebenswichtig. Wenn ihm das seine Augen nicht vermitteln können, muss es eben ein anderer Sinn tun.

## DER FROSCH ALS INNERER LUFTDRUCKMESSER

Das ist der Grund dafür, weshalb die Schöpfung für den Frosch etwas „erfunden“ hat, das uns Menschen unbegreiflich erscheint: einen „inneren Luftdruckmesser“. Es liegt nun einmal in der Natur der Sache, dass Luftdruckschwankungen nicht darüber Auskunft geben, wie das Wetter gerade ist, sondern auch, wie es in naher Zukunft werden wird. So und nur so

ist die Veranlagung des Frosches als Wetterprophet zu verstehen.

Die Froschperspektive beschreibt im Gegensatz zur Vogelschau einen beschränkten Horizont und Mangel an Übersichtsvermögen – trotz der weit hervorquellenden Froschaugen. Wie beschränkt die Sicht des Lurchs ist, beschreibt die vorstehende Abhandlung. Andererseits blicken Laub- und Baumsteigerfrösche durchaus auch von oben auf uns herab.

„Sei kein Frosch!“ soll einen müden Kumpel mitreißen, zur Tat zu schreiten, anstatt langweilig dazusitzen und zu warten, bis zufällig eine Fliege vors breite Froschmaul gesummt kommt. Es kann sonst leicht geschehen, dass er als geprellter Frosch endet, also als ein Lurch, der vom Fänger geschnappt und dann gegen ein Holz geprellt, also totgeschlagen wird. ■■

*Aus: Vitus B. Dröscher „Mich laust der Affe“ Faszinierendes und Unglaubliches aus der Tierwelt. Abdruck mit freundlicher Genehmigung des Autors.*

**VITUS B. DRÖSCHER** studierte Zoologie, Physiologie und Elektrotechnik in Hannover. Seit 1954 arbeitet er als Wissenschaftspublizist vor allem über Verhaltensforschung und Sinnesphysiologie. Zu seinen zahlreichen Büchern gehören: Magie der Sinne im Tierreich (1966), Überlebensformen (1979), Geniestriche der Schöpfung (1986). Vitus B. Dröscher wurde mit dem Theodor-Wolff-Preis ausgezeichnet; er ist Mitglied der Freien Akademie der Künste.

# Vorschau

**Abenteuer Wissen:** Kinder als Forscher und Entdecker stehen im Mittelpunkt der nächsten Ausgabe. Der Anlass? Im November 2002 öffnet das Kinder-Reich des Deutschen Museums seine Pforten. Grund genug, sich

Gedanken darüber zu machen, wie Kinder am liebsten – und am besten – entdecken und lernen können. Für den Nachwuchs wird es



**Was schwimmt - was schwimmt nicht? Das Papierschiffchen im Pustewind, das Holzfloß oder Styroporkügelchen treiben oben, der Stein geht unter: Kinder entdecken die Welt mit allen Sinnen.**

sogar ein eigenes kleines Heft im Heft geben: Eine Sonderausgabe des Dr. Prof. Für die Großen berichtet unter anderem Christoph Biemann über seine Erfahrungen mit der „Sendung mit der Maus“. „Wie Kinder die Welt entdecken können“ erläutert Donata Elschenbroich, Christine Popp stellt das Museum im Kachelbau vor und Artur Fischer verrät, wie Erfindergeist entstehen kann.

Erscheinungstermin ist der 1. Oktober 2002.

## Kultur & Technik

Zeitschrift des & Deutschen Museums  
26. Jahrgang

**Herausgeber:** Deutsches Museum München, Museumsinsel 1, D-80538 München; Postfach: D-80306 München. Telefon (089) 2179-1. [www.deutsches-museum.de](http://www.deutsches-museum.de)

**Verantwortlich:** Rolf Gutmann (Deutsches Museum), Dr. Stephan Meyer (Verlag C.H. Beck)

**Fachberatung Klima, Deutsches Museum:** Dr. Sabine Gerber

**Redaktion:** folio gmbh, Horemansstraße 28, 80636 München, Telefon: (089) 121167-0, Fax: (089) 120011-53, ISDN (Leonardo): (089) 120011-49 E-mail: [kute@folio-muc.de](mailto:kute@folio-muc.de)  
Sabrina Rachlé (Leitung), Andrea Bistrich (Redaktion/Rundschau), Birgit Schwintek (Grafik), Bärbel Bruckmoser (Bild), Margarete Heitz (Korrektur)

**Kinderseite:** Christof Gießler, Traudl Weber

**Verlag:** Verlag C.H. Beck oHG, Wilhelmstraße 9, D-80801 München; Postfach 400340, D-80703 München, Telefon: (089) 38189-0, Telex: 5215085 beck d, Telefax: (089) 38189-398, Postbank: München 6229-802. [www.beck.de](http://www.beck.de).  
Der Verlag ist oHG. Gesellschafter sind Dr. Hans Dieter Beck und Wolfgang Beck, beide Verleger in München.

**Redaktionsbeirat:** Dr. Ernst H. Berninger, Dipl.-Ing. Jobst Broelmann, Christof Gießler, Dr. Helmut Hilz, Dorothee Messerschmid, Dr. Eva A. Mayring, Dr. Annette Noschka-Roos, Prof. Dr. Jürgen Teichmann, Prof. Dr. Helmuth Trischler.

**Herstellung:** Bettina Seng, Verlag C.H. Beck.

**Anzeigenabteilung:** Verlag C.H. Beck oHG, Anzeigenabteilung, Wilhelmstraße 9, 80801 München; Postfach 40 03 40, 80703 München

**Media-Service:** Telefon: (089) 38189-781, Telefax: (089) 38189-782, [media-service@beck.de](mailto:media-service@beck.de).

**Media-Disposition** (Herstellung Anzeigen, technische Daten): Diana Fischer, Susann Schönwald, Telefon: (089) 38189-598/-603, Telefax Auftrags-

service: (089) 38189-589. Verantwortlich für den Anzeigenteil: Fritz Leberherz.

**Repro:** Rehbrand, Rehms & Brandl Medientechnik GmbH, Friedenstraße 18, D-81671 München.

**Druck:** aprinta Druck GmbH & Co. KG, Senefelderstraße 3-11, D-86650 Wemding.

**Bindung und Versand:** Druckerei C.H. Beck, Niederlassung des Verlags C.H. Beck oHG, Bergerstr. 3, D-86720 Nördlingen.

**Bezugspreis 2002:** Jährlich € 20,35, Einzelheft € 6,-, jeweils zuzüglich Versandkosten.

Für Mitglieder des Deutschen Museums ist der Preis für den Bezug der Zeitschrift im Mitgliedsbeitrag enthalten (Erwachsene € 43,50), Schüler und Studenten € 25,50). Erwerb der Mitgliedschaft: Schriftlich beim Deutschen Museum, D-80306 München. – Für Mitglieder der Georg Agricola-Gesellschaft zur Förderung der Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik e.V. ist der Preis für den Bezug der Zeitschrift im Mitgliedsbeitrag enthalten. Weitere Informationen: Georg Agricola-Gesellschaft, Institut für Wissen-

schafts- und Technikgeschichte, TU Bergakademie Freiberg, 09596 Freiberg, Telefon (03731) 392226.

**Bestellungen von Kultur & Technik** über jede Buchhandlung und beim Verlag. **Abbestellungen** außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes bedarf der Zustimmung des Verlags. Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung der Redaktion wieder. Für unverlangt eingesandte Manuskripte, Bilder und sonstige Unterlagen wird keine Gewähr übernommen.

**Abo-Service:** Telefon (089) 38189-335.

\*\*\*\*\*  
Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich. Sie und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes bedarf der Zustimmung des Verlags. Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung der Redaktion wieder. Für unverlangt eingesandte Manuskripte, Bilder und sonstige Unterlagen wird keine Gewähr übernommen.

ISSN 0344-5690