

12 | 2006 5,80€

Technology DAS M.I.T. - MAGAZIN FÜR INNOVATION Review

FOKUS
Schiffbau:
Hightech
für die
Weltmeere

MEDIZIN

Neue Wirkstoffe fürs Gehirn:
Designer-Drogen auf Rezept?

INFOTECH

SOA: Bausteinprinzip für
bessere Geschäftssoftware

Es wird heiß

Der Klimawandel kommt
Wie wir uns darauf vorbereiten

► DIE ZUKUNFT DER ENERGIE

Zweiter Teil unserer Serie: Das Comeback der Kohle



Österreich 6,00 € | Schweiz 9,80 sfr
Benelux 6,50 € | Italien, Spanien 7,20 €

Hier stand im Heft eine Anzeige



Versagt – getan

Der frühere Weltbank-Chef Nicholas Stern hat natürlich recht, wenn er den Klimawandel als „größtes Beispiel für Marktversagen, das wir je gesehen haben“ bezeichnet: Die ganze Welt profitiert davon, wenn etwa Deutschland bei der Treibhausgas-Reduktion mutig voranschreitet; die Kosten aber tragen wir alleine. Wegen ihrer wirklich weltweiten Wirkung ist CO₂-Reduktion so ziemlich das reinste sogenannte „öffentliche Gut“, das man sich vorstellen kann – und solche Güter haben nun einmal die unangenehme Eigenschaft, dass niemand sie freiwillig produziert. Meistens springt bei so etwas der Staat in die Bresche – nur gibt es eben keine Weltregierung, die diesen Job bei CO₂-Reduktion übernehmen könnte.

Das Problem ist von einer solchen Dimension, dass man schon mal in eine kleine Schockstarre verfallen könnte – sowohl was seine Bedeutung für das Leben auf diesem Planeten anbelangt als auch im Hinblick auf seine Kniffligkeit. An Technologien zur Klimagas-Reduktion mangelt es nicht. Aber sie sind nicht kostenlos, und es fällt mir schwer zu erkennen, wie ein hinreichend großer Teil der Länder dieser Welt dazu gebracht werden könnte, davon umfassend Gebrauch zu machen. Denn für das öffentlichste aller Güter gilt eben leider auch: Trittbrettfahren ist leichter und lohnenswerter als bei allen anderen. Eigentlich bleibt nur Hoffnung: Darauf, dass sich die Staaten doch noch zum gemeinsamen Guten zusammenraufen.

Immerhin hat Deutschland, so berichten wir ab Seite 28, alle Chancen den kommenden Klimawandel zumindest in einer milden Form relativ ungeschoren zu überstehen. Maßnahmen zur Anpassung haben begonnen, die Forschung floriert, und wir haben die Mittel, ihre Ergebnisse auch umzusetzen. Selbstverständlich sollten wir das tun, um uns selbst und unsere Kinder zu schützen. Aber damit können wir nicht zufrieden sein. Denn so wie CO₂-Reduktion ein öffentliches Gut ist, sind CO₂-Emissionen ein öffentliches Übel, und die reichen Staaten haben kein Recht, die armen damit zu belasten.

+++

Ein konkretes Beispiel für die Kosten des Klima-Schutzes ist Kohle. Das bei ihrer Verbrennung anfallende Kohlendioxid lässt sich einfangen. Allerdings verliert Kohlestrom damit einen Gutteil seines Reizes, nämlich den niedrigen Preis, wie Sie im zweiten Teil unserer Energie-Serie ab Seite 44 lesen können. Und obendrein handelt man sich ein Endlager-Problem ein, das dem der Atomkraft nicht unähnlich ist. Mit diesem heiß umstrittenen Thema beschäftigen wir uns dann im nächsten Heft.

Trotz allem viel Spaß beim Lesen wünscht

Sascha Mattke
Chefredakteur



Moderne Kraftwerke verbrennen Kohle sauberer als je zuvor – doch das ist nicht zum Nulltarif zu haben

→Seite 44

Inhalt



44
Kohle: Im Überfluss



21
Star Wars in 3D



54
Die Organ-Behörde

Forschung & Entwicklung	
→ Energie	10
Hohle Diamant-Kugeln für Laser-Kernfusion	
→ Biotech	11
Genmanipulierte Insekten gegen Schädlinge	
→ Antriebstechnik	14
Hitze und Kühlung machen Turbinen effizienter	
→ Biotech	14
Universelle Impfung gegen Allergien	
→ Materialien	16
Sensoren melden müde Verbundwerkstoffe	
→ Mobilität	16
Volkswagen will das Batterie-Auto	
→ Update	18
Neues aus den wissenschaftlichen Zeitschriften	
Unternehmen & Produkte	
→ Infotech	20
Akkus werden sicherer und leistungsfähiger	
→ Kino	21
Die Rückkehr der dreidimensionalen Filme	
→ Verkehr	22
Erster Zug mit Wasserstoff-Antrieb	
→ Energie	24
Klimatechnik für billigere Geothermie-Kraftwerke	
→ Idee sucht Kapital	24
Steckdosen mit Fernsteuerung	
→ Kommunikation	25
VoIP-Software für Symbian-Smartphones	
→ Spin-Off	26
Berliner Forscher entlarvt Augen-Blicke	
Analyse & Meinung	
→ Froitzeleien	84
Kolumne: Geldkarten zum Abgewöhnen	
→ Medizin	85
Neuro-Präparate für Glück und Leistung	
→ Medien	86
Warum ARD und ZDF nicht mehr gebraucht werden	
→ Wissenschaft	87
Lässt sich das Volk für Forschung begeistern?	
Wissen	
→ Das Institut	88
Kolumne: Der Kampf mit den Spalten	
→ Infotech	89
Lego-Prinzip gegen Programmier-Chaos	
→ Bücher	92
Abenteuerreise durch die Welt der Forschung	
→ Lexikon	94
Zeit: Genau zu messen, schwer zu verstehen	

→ DIESE THEMEN SIND AUF DER TITELSEITE ANGEKÜNDIGT

TECHNOLOGY REVIEW Dezember 2006





28


Leben mit Klimawandel





Report

→ **Klimawandel**  **28**
 Die globale Erwärmung lässt sich aller Voraussicht nach nicht mehr stoppen, sondern bestenfalls bremsen. Die Suche nach Maßnahmen zur Anpassung hat begonnen

→ **Innovation**  **38**
 Interview: der Berater und Buchautor Geoffrey Moore über den schwierigen Weg von der Idee zum Massenmarkt

→ **Fallstudie**  **42**
 Wie sich die Berliner AVM von einer Studenten-Bastelbude zum Marktführer bei DSL-Zugangshardware entwickelt hat

→ **Energie (Teil II)**  **44**
 Kohle ist billig und fast im Überfluss vorhanden – aber nur mit neuer Technologie hat diese Energiequelle Zukunft

→ **Medizin**  **54**
 Wer ein neues Organ braucht, für den heißt es: Leiden. Denn in dieser holländischen Stadt wird die Vergabe koordiniert

Fokus: Schiffbau

→ **Eine Million Euro pro Meter**  **62**
 Hightech-Boote kommen aus Europa – wie lange noch?

→ **Schiffsantriebe heute und morgen** **67**
 Vom Schweröl-Diesel zu neuen Segel-Konzepten

→ **Große Freiheit auf dem Meer** **68**
 Die „Freedom of the Seas“ ist eine schwimmende Stadt

→ **Einzelstücke in Serie** **70**
 Wie der Bau von Schiffen effizienter werden soll

→ **Der ewige Kampf gegen den Verfall** **73**
 Seit dem ersten Eisenschiff ist Rost Feind Nummer eins

→ **Außenseiter der Meere** **74**
 Neuartige Schiffstypen für jede Nische

Rubriken

Editorial	3
Leserbriefe	6
Einblick	8
Kongresse Veranstaltungen	79
Technologiezentren	80
Firmenindex	96
Impressum Vorschau	97
Letzte Fragen	98



→ DIE GANZ IN LEDER GEHÜLLTE CYBER-LADY AUF DEM COVER ERWECKT FAST DEN EINDRUCK, ES HANDLE SICH UM EIN FETISCH-MAGAZIN; ABER VIELLEICHT ERÖFFNET IHNEN DAS JA GANZ NEUE LESERKREISE.

Stephan Schleim

Zu: Editorial / Rebrush (11/06)

→ Weniger Themen

Wir nutzen die TR seit einigen Jahren in unserem Unternehmen als eine wichtige und zentrale Informationsquelle über technische Innovationen. In den letzten Monaten stelle ich aber fest, dass ein immer bildlastigeres Layout die Qualität und Tiefe der Recherchen leiden lässt. Zwei Beispiele aus der aktuellen Ausgabe: Die virtuelle Realität ist doch letztlich eher ein kleines Gimmick. Viel bedeutender ist die ökonomische Wirkung virtueller Welten. Zum Öl: Man muss die Entwicklung des Ölgeschäftes über die vergangenen 100 bis 150 Jahre betrachten, um dann eine Aussage für die nächsten hundert Jahre ableiten zu können. Stattdessen werden nur zehn bis zwanzig Jahre herangezogen. Mit diesem Denkfehler hätte Ihr Artikel aufräumen können. Mein Vorschlag: Weniger Themen, dafür längere und anspruchsvollere Artikel.

Dr. Peter Heller

→ Experimentierfreudig?

Nach wie vor begeistern mich die informativen, unterhaltsamen, interessanten und auch nützlichen Beiträge und Artikel. In Sachen Design scheint mir die TR doch sehr experimentierfreudig zu sein. Der Anteil hochwertiger und gehaltvoller Fotos ist gestiegen und befindet sich nun in einem gesunden Verhältnis zu einfachen Skizzen. Das Design des In-nenteils wirkt eher unsortiert und unaufgeräumt. Einzelne Artikel verlieren sich in der Fülle vieler kleiner Elemente. Insgesamt finde ich die TR aber nach wie vor konkurrenzlos. Die stetige Weiterentwicklung des Heftes begrüße ich sehr.

Fabian Marx

→ Grundwissen für jeden

Die Technology Review übermittelt Grundwissen für jeden Ingenieur.

Fabian Franz

Zu: „Bis zum letzten Tropfen“ (11/06)

→ Doch etwas viel

Sie schreiben, dass die Welt derzeit 3,8 Milliarden Tonnen Rohöl verbraucht. Dies würde der hundertfachen Wasser-

menge der Nordsee entsprechen. Das schien mir dann doch etwas viel. Ich habe daher einmal nachgerechnet und komme auf einen Rauminhalt von vier Kubikkilometer für das pro Jahr verbrauchte Öl. Nach meinen Recherchen befinden sich 54 000 km³ Wasser in der Nordsee.

Ralf Brandenburg

Sie haben Recht. In diesem Fall haben bei uns leider alle Korrekturmechanismen inklusive Dokumentation und gesundem Menschenverstand versagt. Tatsächlich entspricht der jährliche Verbrauch an Öl nur etwa einem Zehntel der Wassermenge im Bodensee. Wir bitten um Entschuldigung.

Die Redaktion

Zu: Letzte Fragen (11/06)

→ Warum kein Schöpfer?

Herr Hoßfeld zitiert Popper mit der Aussage, Hypothesen so lange nicht auszuschließen, bis sie durch Experimente widerlegt werden können. In seinem Fachgebiet halte ich das für äußerst schwierig, weil er sich durch die Ablehnung des Intelligent Design bereits festgelegt hat. Dabei nennt er den Blinddarm als Evolutionsüberbleibsel. Mittlerweile ist bekannt, dass dieses Organ in den ersten drei Lebensjahren von überlebensnotwendiger Bedeutung ist. Auch die hohe Übereinstimmung in den Genen kann man ebensogut durch die Intelligent-Design-Brille betrachten: Gute Programmierer legen ihren Code auf Wiederbenutzbarkeit aus. Warum nicht auch ein Schöpfer?

Wolf Michael Kröger

Zu: „Jeder ist ein Banker“ (11/06)

→ Verwerflicher Verleih

Durch den Verleih von Geld zu verdienen finde ich das allergrößte Übel auf dieser Welt! Nun soll auch noch der Privatmann in dieses verwerfliche Gewerbe einsteigen – wahrscheinlich, um zu prüfen, wieviel Geld noch beim kleinen Mann zu holen ist.

Holger Lüdecker

→ Leserbriefe an:

leserbriefe@technology-review.de

Anmerkung: Die Redaktion behält sich vor, Leserbriefe zu kürzen.

Hier stand im Heft eine Anzeige

Bitte kräftig pusten!

Schlechte Karten für Alkoholsünder, die nach einer Kontrolle die Beherrschung verlieren: Wenn man mit dem Auto über den Alcotest 6810 von Dräger fährt, passiert nicht viel – wir haben es 15 Mal versucht. Erst mit einem Messer ließ sich das Gehäuse des Geräts knacken, das in ganz Europa verwendet wird

VON HEIKO SPILKER; RACHEL WIRTH (FOTO)

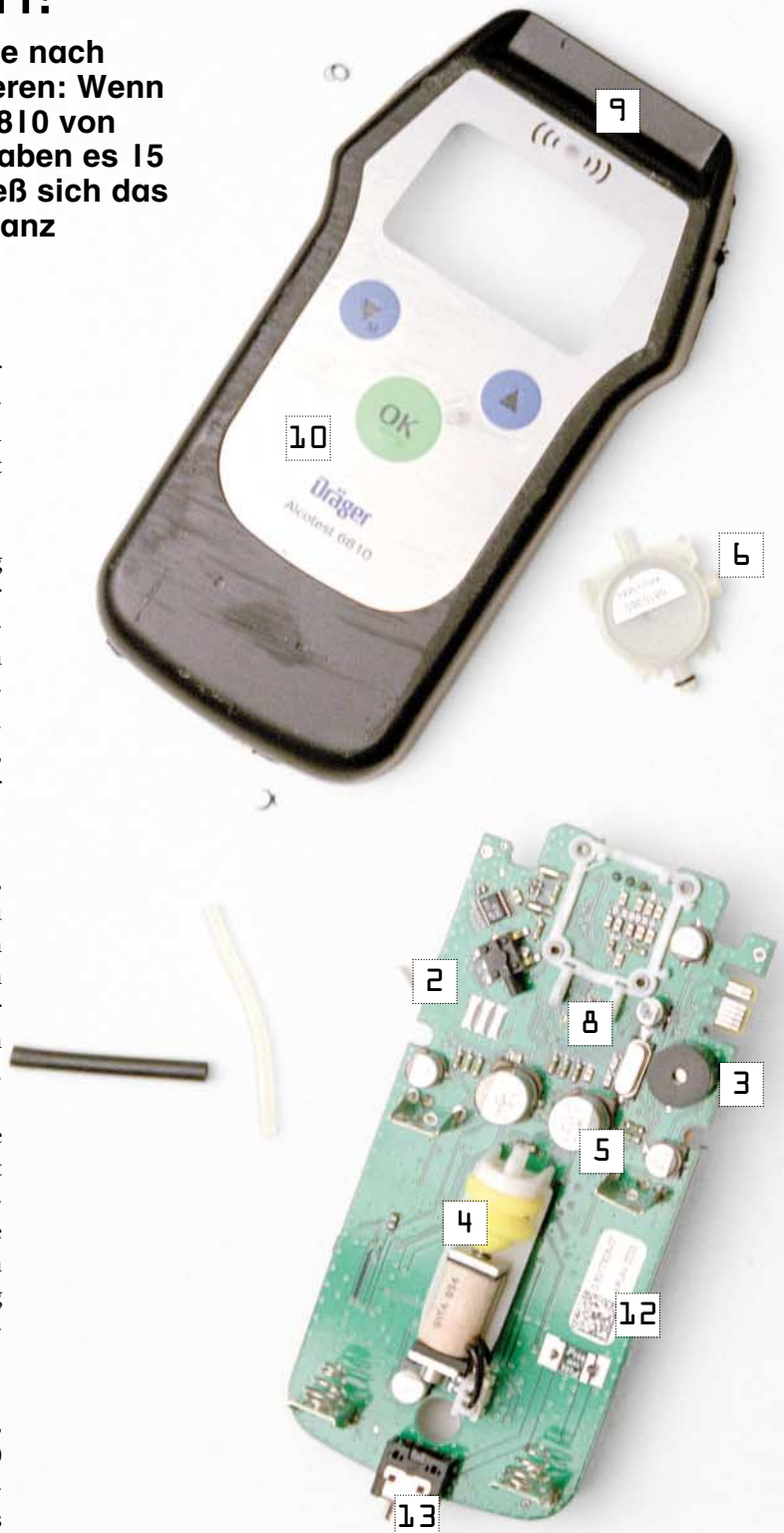
1 Röhrchen Hygienisch sauber verpackt, erhält jeder Testkandidat ein neues, elf Zentimeter langes Silikon-Röhrchen. Zum Befestigen wird es in einem Winkel von 45 Grad an der Gehäuse-Oberseite angesetzt und dann mit einem Klick nach unten in den Anschluss gedrückt.

2-3 Drucksensor und Summer Nun heißt es kräftig pusten – überwacht von einem Sensor [2]. Erst wenn der Druck nach zwei Sekunden um 40 bis 50 Millibar ange-stiegen ist, beginnt die Messung. Der schnarrende Ton eines Summers [3] signalisiert, dass der Proband hinreichend Luft, nämlich mindestens 1,2 Liter, gelassen hat. Sollte jemand zu unregelmäßig pusten oder gar versuchen, Luft zurückzusaugen, registriert dies der Sensor auch, der Test muss wiederholt werden.

4-5 Pumpe und Stromquelle Es klackt nur ganz kurz, dann hat die Balgpumpe die Probe entnommen. Dazu zieht der von einer Stromspule angetriebene Stahlkolben den gelben Balg aus Silikon in nur zehn Millisekunden auseinander, sodass 0,33 Kubikzentimeter Atemluft über den Alkoholsensor streichen. Für diesen Kraftakt stellen zwei Kondensatoren [5] kurzfristig 30 Volt zur Verfügung.

6 Alkoholsensor Jetzt kommt es auf die inneren Werte an. Wie eine Brennstoffzelle wandelt der Sensor mit einem Platinkatalysator den Alkohol in der Probe elektrochemisch um. Die an den Messelektroden liegende Spannung gibt dabei Rückschluss auf den vorhandenen Alkoholgehalt, wobei der Toleranzbereich der Messung bei fünf Prozent liegt. Sprich: Bei gemessenen 1,0 Promille weicht der Wert um höchstens 0,05 ab.

7-8 Anzeige und Platine Wahlweise in Deutsch, Englisch, Französisch oder Spanisch: Nach spätestens 30 Sekunden erscheint auf dem knapp neun Quadratzen-timeter großen Display mit Hintergrundbeleuchtung das Ergebnis in „mg/l“ – also Alkohol in Milligramm pro Liter Atemluft. Ebenso lässt sich direkt der vom Atem-alkohol abhängige Blutalkoholwert in Promille anzeigen. Ein mit 12 Mhz getakteter und auf der Rückseite der Pla-tine [8] verlöteter Mikroprozessor (s. kleines Foto rechts) nimmt dazu die Umrechnung mit dem Faktor 2100 vor.




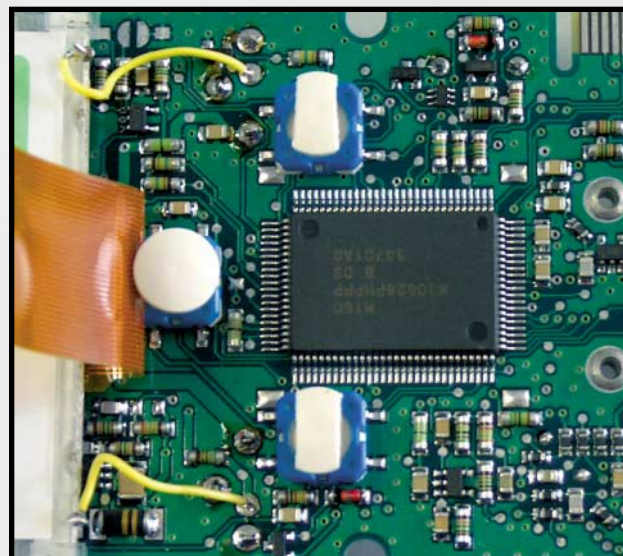


9 LED Grün, gelb oder rot leuchtend, gibt die LED schnell eine zusätzliche Rückmeldung darüber, ob der Proband hinreichend nüchtern war oder schon im kritischen Bereich oder gar eindeutig zu viel getrunken hat. Die LED kann auch als optische Schnittstelle benutzt werden: Mittels Frequenzmodulation übermittelt sie ein im 512 KB großen RAM-Speicher auf der Rückseite der Platine abgelegtes Testergebnis innerhalb von 100 Millisekunden an einen Drucker.

10 Gehäuse Nach einem kurzen Druck auf den OK-Button ist das 14 Zentimeter lange und 7,2 Zentimeter breite Gerät in sechs Sekunden betriebsbereit. Die beiden Pfeiltasten ermöglichen das Manövrieren durchs Menü, das neben dem Programmstart noch Optionen wie Sprachauswahl sowie das PIN-geschützte Einstellen des Grenzwertes bereithält.

11-12 Batterien und Ladung Für 1500 Tests reichen die zwei Mignon-Batterien mit 1,5 Volt – erst dann geht ihnen die Puste aus. Der Alkoholschnüffler lässt sich auch mit Nickel-Metallhydrid-Akkus betreiben, die gleich im Gerät geladen werden. Ein Sensor [12] überwacht den Ladevorgang und schaltet ab, wenn die Akkus erhöhte Temperatur bekommen.

13 Funktionsstecker Über den Funktionsstecker kann ein Computer die Daten von 250 gespeicherten Tests mittels hauseigenem Protokoll und Software für die Statistik auslesen. Über den Klinkenanschluss erhalten auch die Akkus ihren Ladestrom und wird die halbjährlich notwendige Kalibrierung des Gerätes initiiert. 



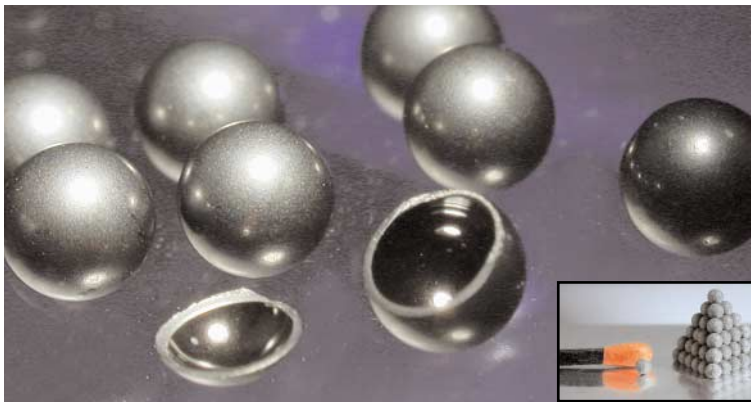
Rückseite der Platine: In der Mitte sitzt der Mikroprozessor, der den Messwert in Promille umrechnet

ENERGIE

Perfekte Ziele

Diamantkugeln made in Germany für die Erforschung der lasergestützten Kernfusion

Im Jahr 2011 wollen Wissenschaftler am Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL) ein Stück Sonne auf Erden nachbilden. Damit das klappt, liefern Forscher vom Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik (IAF) hochpräzise Hohlkugeln aus synthetischem Diamant, die mit Deuterium und Tritium – schwerem und überschwerem Wasserstoff – gefüllt werden. Die US-Forscher wollen 192 Laserstrahlen mit 1,8 Megajoule Energie auf sie schießen, um zu erforschen, ob sich die lasergestützte Fusion zur Energiequelle machen lässt. Wenn alles glattgeht, wird die Kugel durch den Beschuss auf etwa ein Zehntausendstel ihres Ausgangsvolumens komprimiert. Dabei kommen sich die Atomkerne so nahe, dass sie miteinander verschmelzen.



Runde Sache: Hohlkugeln aus Diamant werden mit schwerem und überschwerem Wasserstoff gefüllt und dann mit einem Hochleistungslaser beschossen. Dabei soll der Wasserstoff zu Helium verschmelzen

Voraussetzung ist allerdings eine perfekte Kugelform, sonst bilden sich sogenannte Hot Spots – Stellen, an denen die Temperatur sehr viel höher ist als im Mittel –, und das Material fliegt wieder auseinander.

„Diamant bietet hervorragende Eigenschaften, die ihn für diese Anwendung prädestinieren“, erklärt Christoph Wild vom IAF: Ausgangsbasis sind kleine Siliziumkügelchen. Sie werden in einem vom IAF patentierten Plasmareaktor mit Diamant beschichtet. Das Gerät wurde ursprünglich für die Beschichtung von Scheiben entwickelt – doch im Unterschied zu diesen müssen die Kugeln für eine homogene Beschichtung im Reaktor permanent bewegt werden. Nach rund 50 Stunden im Reaktor werden die Kugeln geschliffen und poliert, bis die Wandstärke im Mittel um nicht mehr als fünf Nanometer schwankt. Um das Silizium aus der Kugel herauszubekommen, bohren die Forscher mit einem Laser ein winziges, wenige Mikrometer großes Loch. Eine spezielle ultraschallunterstützte Ätztechnik sorgt dann dafür, dass das Silizium aus der Kugel herausgelöst wird. *WOLFGANG STIELER*

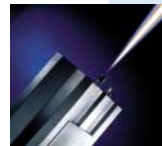
Link

www.iaf.fhg.de/de/aktuell/fraunhofer-preis-2006.htm

WATCHLIST PROJEKTE

Wasserstoffspeicher

Das Marie Curie Forschungs- und Ausbildungsnetzwerk COSY will nanostrukturierte reaktive Leichtmetall-Hybrid-Komposite zur effektiveren Wasserstoffspeicherung erforschen. Die neuen Wasserstoffspeicher sollen vor allem für mobile Anwendungen optimiert werden.



www.cosy-net.eu

Blicklenkung

Das europäische Projekt „Gaze-based Communication“ (GazeCom) erforscht Methoden, mit deren Hilfe das Auge eines Benutzers gezielt durch visuelle Szenarien gelenkt werden kann. So könnte das Automobil der Zukunft den Blick des Fahrers automatisch zurück auf die Straße lenken, wenn die Aufmerksamkeit des Fahrers etwa zu lange auf das Navigationssystem gerichtet ist.

www.gazecom.eu

Medizin-Datenbank

Die Vereinigung „acatech“ hat eine Datenbank online gestellt, in die Interessierte Projekte eintragen können, die sich mit Innovationen der Medizintechnik befassen. Forscher und Industrie sollen damit leichter Partner beziehungsweise Experten finden.

www.medtech-projekte.de

Klimagas-Messung

Das europäische Projekt ICOS will ein Netzwerk von Messstationen aufbauen, um langfristig hochpräzise klimarelevante Spurengase in der Atmosphäre zu erfassen. Die Initiative basiert auf dem europäischen Großforschungsprojekt „CarboEurope“, in dem wesentliche Elemente des Netzwerkes bis 2008 betrieben werden.



www.carboeurope.org

TECHNOLOGY REVIEW Dezember 2006



Farbenfroh: Fluoreszenz-Gene sollen die transgenen Tiere erkennbar machen

BIOTECH

Abschaltbare Fliegen

Ein neues Verfahren soll schädlichen Insekten zuverlässig den Garaus machen. Es funktioniert ohne Chemikalien – dafür aber mit Genmanipulation

Aus diesem Raum soll es kein Entkommen geben: Er hat keine Fenster, vor der Abluftanlage hängt eine Gaze aus feinen Maschen. Der Eingang ist durch eine schwere Tür gesichert, deren Schlitz mit Laschen abgehängt sind.

In diesem unterirdischen Sicherheitslabor arbeitet der Genetiker Ernst Wimmer an einem heiklen Projekt: Der Wissenschaftler an der Universität Göttingen produziert genmanipulierte Fruchtfliegen – die neueste Waffe im Kampf gegen Schädlinge. Die Zuchtinsekten, so Wimmers Plan, werden eines Tages in die freie Natur ausgesetzt und dort Schädlinge in die Knie zwingen – ganz ohne den Einsatz giftiger Insektizide.

Die Idee dahinter ist denkbar einfach: Mit gentechnischen Mitteln unfruchtbar gemachte Fruchtfliegen, Motten oder Malaria­mücken sollen ihre natürlichen Artgenossen verdrängen. Um das zu erreichen, werden Zigtausende manipulierte Männchen in einer Region freigesetzt, die von entsprechenden Schädlingen befallen ist. Sie paaren sich dort mit

den Weibchen. Der Nachwuchs dieser Männchen aber kann sich nicht entwickeln und stirbt. Werden nur genug Labortiere ausgesetzt, so die Überlegung, geht auf diese Weise die gesamte Schädlingspopulation zugrunde.

Diese biologische Schädlingsbekämpfung mit gentechnisch veränderten Artgenossen ist eine neue Stufe der sterilen Insektentechnik (SIT). Bislang setzte die Wissenschaft dazu auf radioaktive Bestrahlung: Fliegen wurden in Massen im Labor gezüchtet, die Männchen dann aussortiert, bestrahlt und Woche für Woche in solchen Mengen ausgesetzt, dass auf ein wild lebendes, fruchtbares Männchen 10 bis 100 bestrahlte kamen. Mit dieser Methode entledigte sich zum Beispiel die Insel Sansibar der Tsetsefliege, die die gefürchtete Schlafkrankheit überträgt; nach dem gleichen Muster wurde in Nord- und Mittelamerika die Schraubenwurmflye nahezu ausgerottet.

Doch bei Schädlingen wie der Olivenfruchtfliege, der Malaria­mücke oder der Baumwollmotte versagt diese Vernichtungstechnik. Denn die sterilen Insek-

ten erleiden bei der Bestrahlung Chromosomenschäden; manche Arten sind nach der Behandlung so lädiert, dass sie im Freien nicht lange durchhalten.

„Um der sterilen Insektentechnik zum Durchbruch zu verhelfen, brauchen wir unbedingt die Transgenetik“, sagt Wimmer. Vor kurzem stellte er im Fachblatt „Nature Biotechnology“ eine Genkombination für die Fruchtfliege *Drosophila* vor, die auf eine Art eingebauten Todesschalter hinausläuft. Der wird aktiviert, wenn das Antibiotikum Tetracyclin im Futter fehlt – ein Trick, den Genetiker gern anwenden: Ein Erbmerkmal wird im schlummernden Zustand eingepflanzt und erst dann angeschaltet, wenn eine Chemikalie von außen zugegeben oder weggelassen wird. Damit können die Forscher genau bestimmen, wann und wo die neue Eigenschaft in Erscheinung tritt. So sterben Wimmers Fliegenembryonen nur, wenn den manipulierten Männchen vor der Zeugung das Tetracyclin vorenthalten wurde. Dann aber zuverlässig: Bei Zimmertemperatur überlebte von 10 000 Abkömmlingen von Männchen mit aktiviertem Todes-Gen nur ein einziger.

„Nur mit der Gentechnik kann diese nachhaltige Methode auch bei anderen Schädlingen wie Malariaemücken oder der Olivenfruchtfliege angewendet werden“, sagt Wimmer überzeugt. Dabei allerdings gibt es ein großes Problem: Die fremde DNA wird bei nahezu allen gentechnisch veränderten Insekten mit sogenannten springenden Genen eingeschleust. Dieses Vehikel ist sehr wirksam und mittlerweile in der Forschung weit verbreitet. Doch weil diese Gene in allen möglichen Organismen funktionieren, kann man nicht ausschließen, dass sie bei direktem Kontakt in das Genom anderer Lebewesen gelangen. Und die Wissenschaftler wissen noch nicht, wie das springende Gen wieder lahmgelegt werden kann, nachdem es seinen Zweck erfüllt hat.

„Wir müssen sicherstellen, dass die Gene im Freiland nicht weiterspringen und auf andere Tiere übertragen werden“, sagt Wimmer. Vorher sei es aus seiner Sicht nicht zu verantworten, Freilandversuche mit den Gen-Fliegen zu starten.

Und noch ein Problem macht Wimmer zu schaffen: Generell scheinen nicht alle transgenen Insekten für das Leben in freier Wildbahn gewappnet zu sein. Immer wieder unterliegen auch die gentechnisch modifizierten Exemplare in Fitness-tests im Labor den natürlichen Spezies. Sie paaren sich weniger häufig, sterben früher oder fliegen weniger umher. „Wenn die transgene Linie alleine auf einem Gründertier beruht, ist die Gefahr besonders groß, anfällige Tiere zu bekommen“, erklärt Wimmer. Jeder Makel des Gründertieres kann in alle Nachkommen verschleppt werden.

Die sterilen Artgenossen dezimieren die Schädlinge zudem nie auf einen Schlag, sondern nur ganz allmählich. „Daher würden wir zur besseren Kontrolle gerne wissen, wie viele sterile Tiere und wie viele wildtypische umherfliegen“, sagt Wimmer. Das ist heute jedoch nur schwer möglich. Die freigesetzten sterilen Insekten werden zwar mit einem fluoreszierenden Puder bestäubt, das sie später zu erkennen geben soll. Aber diese Kennzeichnung wird mit dem ersten Regenguss abge-



Potenzielle Biowaffe: Um Mittelmeerfruchtfliegen zu eliminieren, machen Göttinger Forscher Artgenossen gentechnisch unfruchtbar

spült. Zudem gilt das Pulver als gesundheitsschädlich. Deshalb arbeiten Forscher weltweit an einer weiteren Genmanipulation: Die sterilen Männchen sollen zum Leuchten gebracht werden.

Um Tiere auf ihrem Paarungsflug verfolgen zu können, hat Wimmer im Labor bereits Mittelmeerfruchtfliegen gentechnisch so verändert, dass ihr Körper grün fluoresziert, ihre Spermien indessen rot leuchten. Das Gen für rote Fluoreszenz wird hinter die Kontrollregion eines Gens gesetzt, das das Eiweiß beta-2-Tubulin produziert. Dieses Eiweiß kommt nur im Schwanz der Spermien vor. „Mit dieser Doppelmarkierung können wir kontrollieren, wie viele sterile Tiere umherfliegen, und auch sehen, welches

Weibchen schon von den markierten sterilen Männchen befruchtet wurde“, sagt Wimmer. Hierfür müssen lediglich Fallen aufgestellt werden. Die gefangenen Insekten werden unter ultraviolettem Licht nach leuchtenden und unscheinbaren Exemplaren sortiert. Anhand des Ergebnisses kann dann entschieden werden, ob die SIT-Kampagne noch weitergeführt werden muss oder bereits erfolgreich war.

Der erste Freilandversuch mit grün fluoreszierenden Baumwollkapselraupen allerdings, den amerikanische Behörden 2001 erlaubten, war ein Debakel: Die Versuchsanlage wurde von Gegnern demoliert und die Experimente mussten schließlich abgebrochen werden. Doch schon bald dürfte es eine Fortsetzung geben: Das britische Unternehmen Oxitec plant mehrere Freilandversuche mit gentechnisch manipulierten Insekten, unter anderem mit Malariaemücken und unterschiedlichen Fruchtfliegen. An welchem Ort sie stattfinden sollen, darüber schweigt sich Oxitec-Forschungschef Luke Alphey sicherheitshalber aus. Nur dass es außerhalb Europas sein werde, möchte er verraten. **SUSANNE DONNER**

**BEIM ERSTEN
FREILANDVER-
SUCH WURDEN
DIE ANLAGEN
DEMOLIERT**

Link
www.oxitec.co.uk/our-technology.htm

Hier stand im Heft eine Anzeige

ANTRIEBSTECHNIK

Heizen und kühlen

Die Triebwerke des Airbus A380 haben einen Innendurchmesser von knapp drei Metern. Verantwortlich dafür ist das erste Segment des Verdichters, der „Fan“. Er komprimiert deutlich mehr Luft, als für die Verbrennung benötigt wird. Den Rest leitet er als Nebenstrom über das Gehäuse des Kerntriebwerkes hinweg und sorgt so als eine Art Propeller für zusätzlichen Schub. Durch immer größere Fans konnte die Effizienz von Flugzeugturbinen in den vergangenen zwanzig Jahren um knapp 20 Prozent gesteigert werden. Doch so geht es nicht weiter: „Ab einem Nebenstromverhältnis von etwa 10:1 macht eine weitere Vergrößerung des Fans keinen Sinn mehr, weil die Schaufelspitzen dann so schnell laufen, dass sie unakzeptablen Lärm verursachen“, sagt Günter Wilfert, Senior Manager Technology Strategy bei MTU Aero Engines.

Um das Ziel des Advisory Council for Aeronautics Research in Europe (Acare) zu erreichen, bis 2020 den CO₂-Ausstoß der Triebwerke um 50, die Stickoxide um 80 und den Lärm um 50 Prozent zu senken, müssen deshalb neue Konzepte her. Ein erster Schritt ist der Einbau eines Getriebes zwischen Fan und Triebwerkswelle, das alle Komponenten mit der für sie optimalen Geschwindigkeit laufen lässt. Damit lässt sich das Nebenstromverhältnis auf mehr als 12:1 erhöhen, was gegenüber normalen Triebwerken einen Effizienzgewinn von rund zehn



Wärmetauscher an Bord: Testturbine auf dem Prüfstand

Prozent bringt. Der MTU-Partner Pratt & Whitney will 2008 einen flugfähigen Demonstrator des neuen Triebwerks vorstellen.

Für das Acare-Ziel ist das aber immer noch zu wenig. MTU arbeitet deshalb an einem Wärmetauscher, der die Hitze des Abgasstrahls nutzt, um die Luft vor der Verbrennung vorzuheizen – eine Erwärmung, die dann nicht mehr durch die Verbrennung von Kerosin erreicht werden muss. Ein Prototyp dieses Triebwerks wurde am Prüfstand der Uni Stuttgart getestet und im Wesentlichen für gut befunden. Weiter verbessern lässt sich die Effizienz, wenn die Luft vor dem Hochdruckverdichter heruntergekühlt wird, so dass dieser Kompressor weniger hart arbeiten muss. Mit der Kombination von Getriebefan, Abgaswärmetauscher und Zwischenkühler soll das ehrgeizige Acare-Ziel zu erreichen sein, verspricht Wilfert. *GREGOR HONSEL*

BIOTECH

Impfung gegen Allergien

Ob Allergiker in einigen Jahren befreit aufatmen können? Das Schweizer Unternehmen Cytos Biotechnology AG arbeitet an einem Impfstoff, der gegen Allergien nahezu aller Art wirksam sein soll – und das innerhalb weniger Wochen nach der Behandlung. Bislang werden Allergien entweder mit Medikamenten bekämpft oder man versucht, den Körper schrittweise an das Allergen zu gewöhnen. Doch das dauert mitunter mehrere Jahre.

Bei Allergien schüttet der Körper T-Helfer-Zellen des Typs 2 (Th2) im Überfluss aus, die für die Bildung von Antikörpern der Klasse E (IgE) gegen die vermeintlich schädlichen Stoffe verantwortlich sind. Der Impfstoff-Kandidat stimuliert die Produktion von Th1-Zellen und hemmt so die Th2-Immunantwort. Die Th1-Zellen werden als Reaktion auf immunstimulierende DNS-Fragmente



Universalschutz: Ein neuer Wirkstoff soll unabhängig von der Allergie-Art helfen

von Tuberkulose-Bakterien in einem virusähnlichen Hüllenprotein gebildet, das mit Hausstaubmilben-Allergenfragmenten gespickt wurde. Tatsächlich hatten 20 Patienten einer Pilotstudie auch acht Monate nach den Impfungen kaum noch Asthmasymptome und allergischen Schnupfen.

Der gleiche Effekt lässt sich offenbar sogar ohne die Allergenfragmente und nur mit Hilfe der Bakterien-DNS erreichen, wie Tests mit zehn Heuschnupfen-Patienten zeigten: Ihre Empfindlichkeit sank im Mittel um das 100-fache. Cytos hat drei Placebo-kontrollierte Studien mit 116 Probanden gestartet, die an Heuschnupfen, Hausstaubmilben-Allergie und Neurodermitis leiden, um die Wirkung des Impfstoffes mit und ohne Allergen zu vergleichen. Bei Neurodermitis läuft ausschließlich eine allergenunabhängige Testreihe, da man zwar weiß, dass der Körper hier anfangs auch eine Th2-Dominanz zeigt, aber es nicht bekannt ist, worauf er reagiert. *VERONIKA SZENTPÉTERY*

Link
www.cytos.com/doc/Allergy_QbG10_Juli06_D.pdf

Hier stand im Heft eine Anzeige

MATERIALIEN

Den Riss vor dem Crash erkennen

Fernando Alonso verlässt sich auf sie als Aufprallschutz, Erik Zabel schätzt ihr geringes Gewicht. Aber Verbundwerkstoffe wie etwa mit Kohlenstofffasern verstärkte Kunststoffe sorgen nicht mehr nur in der Formel 1 und bei der Tour de France für Siege, sie finden sich zunehmend auch in alltäglicheren Produkten.

Der Vorteil: Zu vertretbaren Kosten lassen sich mit Verbundwerkstoffen komplexe Leichtbaustrukturen realisieren. Daher verstärken sie mittlerweile Bootsrümpfe, Satelliten und die Rotorblätter von Windkraftanlagen; Flugzeuge werden durch sie leichter, schneller und sparsamer. Diese breite Anwendung lässt allerdings auch eine Eigenschaft von Faserverbundstoffen in den Vordergrund treten, die den Kostenvorteil aufheben kann: Zerren Kräfte über einen langen Zeitraum an den aus Verbundstoffen hergestellten Komponenten, verschleifen sie auf nur schwer nachvollziehbare Art. Gebraucht werden deshalb Testverfahren, die versteckte strukturelle Schäden effizient erkennen lassen.

Fraunhofer-Forscher der Institute für Zerstörungsfreie Prüfverfahren (IZFP), für Silicatforschung (ISC) und für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit (LBF) haben sich dieses Problems angenommen: Sie integrieren Sensoren in die Komponenten, mit deren Hilfe sie die Ausbreitung von Schallwellen in dem Material beobachten können. Diese Daten werden ausgewertet und geben so Aufschluss über mögliche unsichtbare Schwächen im Inneren. Mit Hilfe dieses Structural Health Monitorings (SHM) soll sich der Materialzustand von Faserverbundstrukturen laufend überwachen lassen, was die Inspektionskosten senkt und die Sicherheit erhöht.

„Man wird so zukünftig genau feststellen können, wann ein Reparaturtrupp zu einer schwer zugänglichen Windkraftanlage auf hoher See geschickt werden muss, und die Wartungsinter-

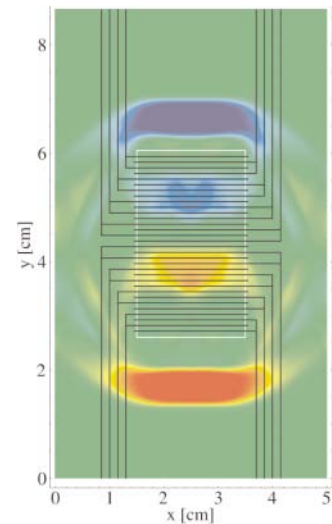
tervalle lassen sich noch besser planen“, erklärt IZFP-Forscher Bernd Frankenstein.

Die faserförmigen Sensoren vergleicht er gern mit menschlichen Nervenfasern. In Flugzeugtragflächen arbeitet Frankensteins Gruppe solche künstlichen Nervenfasern in Form von sogenannten Piezofaserwandlern ein.

Wird etwa beim Start ein Stein heraufgeschleudert und springt gegen den Flügel, so löst er eine Ultraschallwelle aus, die durch die Tragfläche läuft. Die Piezofaserwandler nehmen die Welle auf und wandeln die mechanische Verformung in elektrische Spannung um. Gefiltert und digitalisiert wird dieses Signal über Drähte, die aus den Komponenten herausragen, an ein Messgerät geleitet. Durch die Ankunftszeiten an drei verschiedenen Sensoren lässt sich die genaue Position der Schadstelle bestimmen.

Dieser Aufwand ist nur zu gerechtfertigt: Ein Einschlag im Inneren kann ein Auflösen der Verbundstoffe, eine so genannte Delamination verursachen. Von außen nicht erkennbar, kann das die Struktur der unter Belastung stehenden Komponente vollständig zerstören.

„Wenn wir die Sensoren im Abstand von einem Meter integrieren, können wir zentimetergenau lokalisieren“, sagt Frankenstein. Damit allerdings handelt er sich ein neues Problem ein: Die eingewobenen Fasersensoren können ihrerseits zu Instabilitäten des Materials führen. Diese müssen zukünftig durch ein verändertes Design der Bauteile ausgeglichen werden. **GORDON BOLDUAN**



Simulierter Schall: Vor dem Einbau werden die Sensoren im Computer eingestellt

MOBILITÄT

Forschen am Elektro-Volkswagen

Volkswagen verstärkt sein Engagement bei der Entwicklung von neuen Batterien. „Das steht bei uns zusammen mit Brennstoffzellen an vorderster Stelle“, sagte Wolfgang Steiger, Leiter der Antriebsforschung, Technology Review. Noch gehe es dabei hauptsächlich um Hybridautos, „ultimatives Ziel“ aber sei das reine Batteriefahrzeug. Derzeit sei man dabei, den Markt nach vielversprechenden Materialien und Konzepten zu durchforsten. Wenn es gelinge, die Energiedichte von Batterien mindestens zu verdreifachen, „dann würde sich das Thema Wasserstoff erübrigen“ (siehe auch TR 10/06).

Bis dahin allerdings ist es noch ein weiter Weg. Um die Reise zu beschleunigen, stellt VW zusammen mit der Degussa AG und der Chemetall GmbH 2,25 Millionen Euro für eine Stiftungsprofessur „Angewandte Materialwissenschaften zur Energiespeicherung und Energieumwandlung“ an der Universität Münster zur Verfügung. „Es gilt, einen mehrjährigen Rückstand gegenüber der japanischen Konkurrenz aufzuholen“, sagt Helmut Eckert, Direktor des Instituts für Physikalische Chemie der Universität, „dringend notwendig ist, was hier in Deutschland versäumt wurde, nämlich Grundlagenforschung.“ **KARSTEN SCHÄFER**



Batterie-Fan: VWs Chef-Antriebsforscher Wolfgang Steiger sieht die Bedeutung von Akkus gleichauf mit Brennstoffzellen

Hier stand im Heft eine Anzeige

UPDATE

Das Wichtigste aus den wissenschaftlichen Zeitschriften: Jeden Monat werden neue Resultate veröffentlicht, aus denen neue Technologien hervorgehen können. Natürlich kann niemand wissen, was morgen wirklich zählt. Aber wir tun unser Bestes, es für Sie zu finden

MATERIALIEN

Auf dem Weg zur Tarnkappe

Metamaterialien lassen Kupferzylinder fast verschwinden

KONTEXT: Eine Hülle, die unsichtbar macht, klingt nach Science-Fiction oder Zauberei. Doch nach theoretischen Vorhersagen schafften es nun Physiker der Duke University, erstmals einen Kupferzylinder mit einem Mantel aus sogenannten Metamaterialien, die aufgrund ihrer besonderen Eigenschaften Wellen umlenken können,



fast verschwinden zu lassen. Dieses Ergebnis der Grundlagenforschung nährt nun Wunschvorstellungen, effektive Tarnkappen für Flugzeuge entwickeln zu können.

METHODE: David Schurig und seine Kollegen schufen einen künstlich strukturierten Verbundwerkstoff mit einem negativen Brechungsindex für Mikrowellen. Erreicht wurden diese ungewöhnlichen optischen Eigenschaften mit einem Metamaterial aus vielen etwa drei Millimeter großen, geschlitzten Kupferquadraten. Die

Forscher ordneten es in mehreren Ringen an, bauten so einen Hohlraum mit sechs Zentimetern Durchmesser und setzten einen Kupferzylinder hinein. Mikrowellen mit einer Frequenz von neun Megahertz wurden nun so um das Gefäß herumgelenkt, als ob überhaupt kein Objekt deren Ausbreitung beeinflusse. Reflexe und Schattenwürfe des eingehüllten Kupferzylinders wurden dadurch stark reduziert.

RELEVANZ: So eindrucksvoll diese Anwendung von Metamaterialien ist, kann von einem Tarnmantel à la Harry Potter noch keine Rede sein. Dazu müsste dieser Effekt der negativen Lichtbrechung für Wellenlängen im sichtbaren Bereich funktionieren. Laut Berechnungen wären dafür Metamaterialien mit Strukturen im Nanometerbereich nötig, die sich noch lange nicht experimentell umsetzen lassen.

Quelle: „Metamaterial Electromagnetic Cloak at Microwave Frequencies“, D. Schurig et al., Science, doi: 10.1126/science.1133628

BIOTECH

Hautkrebs erlauschen

Frühwarnmethode reagiert hochempfindlich auf Farbstoff Melanin

KONTEXT: Um harmlose Muttermale von Hautkrebswucherungen zu unterscheiden, sind Hautärzte heute auf einen geschulten Blick angewiesen. Denn wenn man den

Hautkrebs rechtzeitig erkennt, bestehen sehr gute Heilungschancen. Über den Nachweis von spezifischen Ultraschallwellen wollen amerikanische Forscher nun einen neuen Schnelltest auf metastasierende Hautkrebstumore entwickeln.

METHODE: Grundlage für den ungewöhnlichen Bluttest ist das Pigment Melanin. Nur als Bestandteil von Hautkrebszellen kann es ins Blut gelangen. John Viator und seine Kollegen von der University of Missouri-Columbia bestrahlten eine Blutprobe mit Milliardstelsekunden kurzen Pulsen eines blauen Lasers. Die dunklen Melanin-Körnchen in den Hautkrebszellen absorbieren die Energie des Laserlichts und werden im Takt des Lasers erwärmt und abgekühlt. Das führt zu einem schnellen Ausdehnen und Schrumpfen, das sich durch lautes Knacken im hochfrequenten Ultraschallbereich nachweisen lässt. In ersten Lauschversuchen mit Spezialmikrofonen reichten nur zehn Melanom-Zellen in einer Blutprobe für einen eindeutigen Nachweis innerhalb einer halben Stunde aus.

RELEVANZ: Der fotoakustische Schnelltest auf streuenden Hautkrebs steht noch ganz am Anfang der Entwicklung. Nach erfolgreichen Labortests planen die Forscher derzeit eine klinische Studie an Risikopatienten. Parallel prüfen sie, ob diese Methode auch auf andere Krebsarten anwendbar ist. Diese verfügen jedoch

nicht wie Hautkrebszellen mit Melanin über eine spezifische Substanz, die zur Aussendung von Ultraschall angeregt werden kann. Als Ersatz kommen Nanopartikel aus Gold in Frage, die sich an spezielle Rezeptoren der Krebszell-Membranen anheften sollen. Die Goldpartikel haben ihren eigenen fotoakustischen Fingerabdruck, der die Krebszellen verraten könnte.

Quelle: „Photoacoustic detection of metastatic melanoma cells in the human circulatory system“, Ryan M. Weight, John A. Viator, Paul S. Dale, Charles W. Caldwell, Allison E. Lisle; Optics Letters, Vol. 31, Issue 20, pp. 2998-3000

Strompulse fürs Gedächtnis

Oszillationen in der Tiefschlafphase steigern die Merkfähigkeit

KONTEXT: Über die Messungen der Hirnströme (EEG) analysieren Neurologen die Funktionsweise des Gehirns. So sollen kleine Oszillationen während der Tiefschlafphase eine wichtige Rolle für das Gedächtnis spielen. Hierfür lieferten Wissenschaftler von der Universität Lübeck nun einen Beleg: Mit kleinen Strompulsen zwangen sie dem Hirn Oszillationen von außen auf und steigerten so die Merkfähigkeit von Probanden.

METHODE: Dreizehn Testkandidaten sollten sich einmal kurz vor und einmal nach einem Schlaf je 46 Wortpaare merken und danach wiedergeben. Ohne Strompulse steigerte sich

nach dem Nickerchen die durchschnittliche Merkleistung von 37 auf 39 Wortpaare. Mit der Stimulierung (Frequenz 0,75 Hertz, 0,517 Milliampere pro Quadratzentimeter) des Frontallappens der Großhirnrinde nahm der Wert im Durchschnitt um fast fünf Wortpaare zu. Die Stärke der Pulse lag dabei in der gleichen Größenordnung wie die natürlichen Oszillationen, die auf einem EEG während der Tiefschlafphase beobachtet werden können.

RELEVANZ: Jan Born und seine Kollegen haben mit diesem Experiment gezeigt, dass nicht nur elektrochemische, sondern mit einem oszillierenden elektrischen Feld auch physikalische Effekte für Hirnfunktionen eine Rolle spielen. Denkbar wäre auf dieser Basis eine Stimulationskappe, mit der während des Schlafs die Merkleistung verbessert werden kann. Auch die Möglichkeit einer Behandlung von milder Demenz mit Ursache im Frontallappen schließt Born nicht aus. Gegen Alzheimer sei die Methode jedoch kaum anzuwenden, da dabei Defizite in anderen Hirnregionen vorherrschen.

Quelle: „Boosting slow oscillations during sleep potentiates memory“, Lisa Marshall et al., *Nature*, doi:10.1038/nature05278

ENERGIE

Mehr Solarstrom Gepaarte Photonen nutzen Licht des Sonnenspektrums besser aus

KONTEXT: Solarmodule mit Zellen aus polykristallinem Silizium erreichen heute Wirkungsgrade von rund 16 Prozent. Diese ließen sich

steigern, wenn der gesamte breite Infrarotbereich des Sonnenspektrums zur Stromgewinnung genutzt werden könnte. Ein Weg dahin ist die sogenannte Up-Conversion, bei der die Energie von zwei unnutzbaren Photonen auf ein verwertbares Lichtteilchen übertragen wird. Chemiker vom Max-Planck-Institut für Polymerforschung wollen dieses Ziel mit speziellen Makromolekülen erreichen.

METHODE: Stanislav Balouchev und seine Kollegen testeten ihr Verfahren zunächst mit grünem Licht: Moleküle mit einem Metallkern aus Platin oder Palladium (zum Beispiel Platinoc-



ethylporphyrin) fingen grüne Lichtteilchen ein. Je zwei dieser Photonenfänger reichten ihre Energie an zwei weitere Moleküle des Stoffes Diphenylanthracen weiter. Danach reagierten diese miteinander und übertrugen die komplette Energie gebündelt auf ein einziges Molekül. So angeregt, sendete dieses ein blaues Lichtteilchen mit höherer Energie aus. Der Prozess funktionierte bislang nur mit kohärentem Laserlicht. Nun konnte Balouchev die Energiebündelung erstmals bei normalem Sonnenlicht beobachten.

RELEVANZ: Da Solarzellen auch jetzt schon grünes Licht für die Stromerzeugung nutzen können, verspricht dieses erste Ergebnis noch keine

Steigerung des Wirkungsgrades. Dazu müssten die Makromoleküle auch die Energie der Infrarotanteile des Sonnenlichts bündeln können. Dieses Ziel könnte nach Aussage der Forscher durch kleine Veränderungen der Makromoleküle erreicht werden, wodurch die Absorption in den niederenergetischen Bereich verschoben werde. Gelingt dies, könnten Standard-Solarzellen mit einer Beschichtung aus diesen lichtaktiven Materialien einen weiteren Bereich des Sonnenspektrums für die Stromerzeugung verwenden.

Quelle: „Up-Conversion Fluorescence: Noncoherent Excitation by Sunlight“, S. Balouchev et al., *Physical Review Letters*, Vol. 97, Art. Nr. 143903

NANOTECH

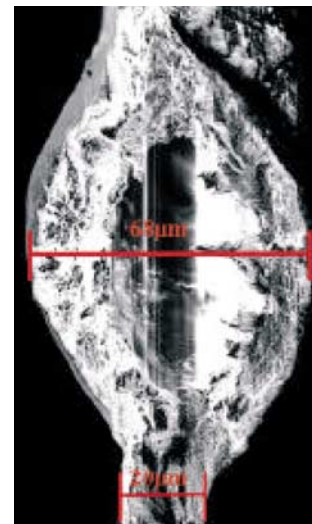
Nano-Stempel aus Insekten

Strukturierte Zikadenflügel als Blaupause für Lithographiemasken

KONTEXT: Winzige Nanostrukturen gelten als Grundlage für viele Anwendungen von leistungsfähigeren Chips bis hin zu hochempfindlichen Sensoren. Für eine Massenfertigung können beispielsweise Nano-Stempel genutzt werden, die zurzeit jedoch noch aufwendig über Ionenbeschuss oder die Anordnung von Biomolekülen hergestellt werden müssen. Mit den natürlichen Nanostrukturen von Zikadenflügeln wollen chinesische Forscher diese Stempel günstiger und schneller produzieren.

METHODE: Die Flügel der Zikade *Cryptympana atrata* Fabricius weisen ein regelmäßiges Muster eng angeord-

netter Säulen mit Durchmessern um 100 Nanometer auf. Zhongfan Liu von der Universität Peking drückte diese Strukturen in einen dünnen Kunststofffilm. Da die Flügel eine natürliche Wachsschicht aufweisen, ließen sie sich danach leicht wieder abheben. Die derart nanostrukturierten



Polymerschichten dienten als Belichtungsmaske für die fotolithographische Bearbeitung eines Siliziumrohrlings und als Gussform für eine dünne Goldlage.

RELEVANZ: Dieses Experiment zeigt, wie in der Natur verfügbare Nanostrukturen mit wenig Aufwand für technische Produkte genutzt werden könnten. Doch der Einsatzbereich wird eher begrenzt bleiben. Denn die Flügelmuster lassen sich nicht verändern und müssten genau den technischen Anforderungen an ein nanostrukturiertes Produkt entsprechen. Zudem lassen speziell gefertigte Nano-Stempel, etwa aus Silizium, eine längere Lebensdauer erwarten.

Quelle: „Cicada Wings: A Stamp from Nature for Nanoimprint Lithography“, Jin Zhang, Zhongfan Liu; *Small*, 2006, 2, No. 12, 1440–1443; doi: 10.1002/small.200600255

ZUSAMMENGESTELLT VON
JAN OLIVER LÖFKEN

Unternehmen & Produkte

INFOTECH

Schwer entflammbar

Lithium-Ionen-Akkus der nächsten Generation bringen mehr Energie und weniger Feuergefahr

Der Elektronik-Konzern Sony musste seit August rund 9,6 Millionen Laptop-Akkus zurückrufen – wegen Brandgefahr. Keine Überraschung also, dass viele Unternehmen fieberhaft nach Alternativen suchen. Im vergangenen November hatte beispielsweise das MIT-Spin-off A123 Systems mit nanotechnisch verbesserten Lithium-Akkus für Furore gesorgt, die seit Sommer 2006 in Werkzeugen von Black & Decker eingesetzt werden.

Lithium-Ionen-Akkus bestehen aus zwei Elektroden, zwischen denen Lithium-Ionen ausgetauscht werden. Beim Laden wandert ein Teil der Lithium-Ionen zur negativen Elektrode und wird dort im Atomgitter eingelagert. Beim Entladen bewegen sich die Ionen in entgegengesetzter



Brandgefährlich: Lithium-Ionen-Akkus können bei Beschädigung explodieren. Weltweit wird deshalb nach Alternativen gesucht

Richtung. Lithium ist jedoch ein hochreaktives Metall, das mit Wasser heftig reagiert. Deswegen muss der Elektrolyt in den Batterien wasserfrei sein – als Trägerflüssigkeit kommen bislang brennbare organische Lösungsmittel zum Einsatz.

Der Technologiekonzern 3M hat nun sowohl Additive für gebräuchliche Elektrolyte als auch neue Elektrolyte entwickelt, die selbst dann kein Feuer fangen sollen, wenn sie mit offenen Flammen in Berührung kommen. Außerdem wollen die 3M-Ingenieure für die negative Elektrode anstelle von Graphit amorphes Silizium einsetzen. Darin lassen sich mehr Lithium-Ionen speichern – die Kapazität der Akkus soll auf diese Weise um bis zu 30 Prozent steigen. Der Marktstart beider Produkte ist für 2007 geplant. *WOLFGANG STEILER*

Link

www.ict.fraunhofer.de/deutsch/scope/ae/ion.html

WATCHLIST PATENTE

Künstliche Linse

Advanced Medical Optics hat für Patienten mit grauem Star eine künstliche, elastische Augenlinse entwickelt, die wie das Naturvorbild durch Dickenänderung auf Nähe und Ferne fokussiert. Sie wird mit den Zonulafasern im Auge verbunden, die auch die natürliche Linse straffen und entspannen.



20060253196

Laser-Heilung

Mit einem Verfahren des US-Verteidigungsministeriums lassen sich Wunden und Geweberisse ohne Nähen oder Klammern heilen: Ein auf die Wundränder aufgebrachter Farbstoff setzt, angeregt durch Laserlicht, Sauerstoff frei und katalysiert so die Wiederverknüpfung von Aminosäuren.

20060212070

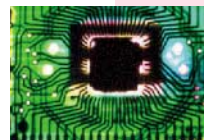
Tiefensuchmaschine

Ein zum Patent angemeldeter Browser arbeitet gleichzeitig als Suchmaschine, die nicht nur die sichtbaren, sondern auch die verlinkten Webseiten durchkämmt. Die Zahl der Suchebenen und -parameter ist variabel einstellbar.

20060253785

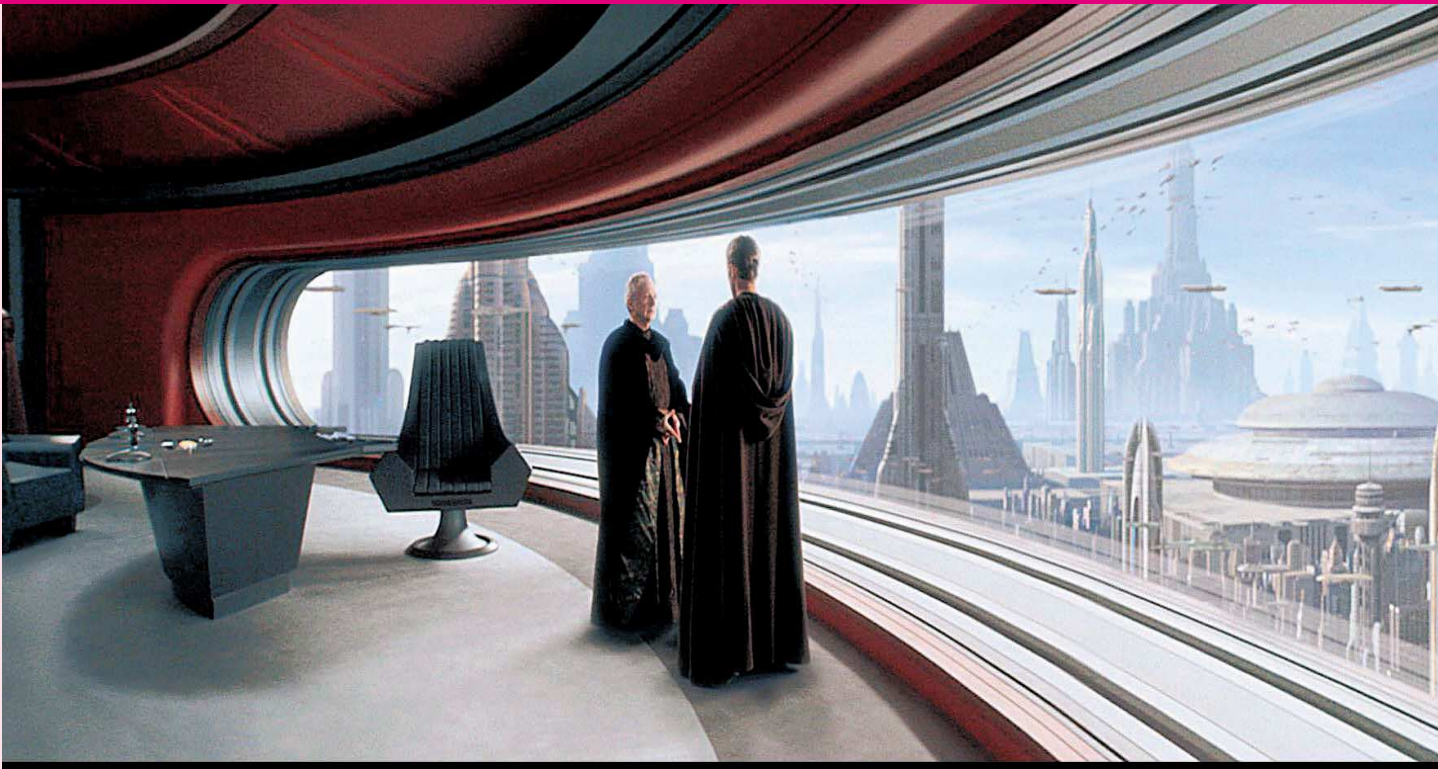
Zertifikat für Chips

Nach einer Methode von MIT-Forschern lässt sich die Echtheit von Mikrochips in Smart Cards durch ihre individuelle elektrische Signatur prüfen. Die Signatur wird als digitaler Wert etwa bei Banken hinterlegt und dann beim Einlesen der Karte mit deren Signatur verglichen.



20060221686

Die Patente lassen sich abrufen durch Eingabe der angegebenen Nummer ins Suchfeld unter <http://appft1.uspto.gov/PTO/search-bool.html>



KINO

Die dritte Dimension

3D-Technik soll Kinos attraktiver – und sicher vor Raubkopierern – machen

Der 3D-Effekt ist nach dem Aufsetzen der Brille sofort da. Ein aus der Leinwand herausspringendes Logo scheint zum Greifen nah, und wenn Objekte angefliegen kommen, reißt man unwillkürlich den Kopf nach hinten. Wenige Augenblicke später bekommt die Leinwand im Saal 15 des Nürnberger Multiplexkinos Cinecittà die Tiefenwirkung einer Theaterbühne.

„Wir freuen uns über die Möglichkeiten, die uns die Digitalisierung des Kinos bietet. Jetzt ist 3D auch auf jeder normalen Leinwand möglich“, sagt Wolfram Weber, Inhaber des Cinecittà. Tatsächlich arbeiten moderne Kinos statt mit dicken Filmrollen zunehmend mit Servern, komprimierten Filmdateien und Digitalprojektoren. Mit so einer Ausrüstung ist relativ wenig Zusatzaufwand nötig, um den Zuschauer mit dreidimensionalen Bildern fesseln zu können. Neueste 3D-Technik kommt in den USA schon in 160 Kinos zum Einsatz, in Deutschland bislang nur in Webers Cinecittà und im Münchener Cinema.

Die plastische Projektion fasziniert Filmemacher seit den ersten Tagen des Mediums. Schon die Gebrüder Lumière präsentierten 1903 auf der Weltausstellung in Paris einen dreidimensionalen Film in einem Guckkasten. Der räumliche Effekt entsteht seit

jeher, indem dem Betrachter wie beim natürlichen Sehen zwei separate Bilder mit geringen optischen Unterschieden angeboten werden; aus der Differenz berechnet das Gehirn das lebensechte Bild. Eine erste Blütezeit erlebte das 3D-Kino in den fünfziger Jahren. Doch dieser Trend war kurzlebig – zu unausgereift war das System, die Zuschauer bekamen schnell Augenschmerzen.

Die Vorreiter der neuen 3D-Welle heißen Real D sowie NuVision Technologies. Beide haben ihren Sitz in den USA, und bei beiden wirft der Projektor 48 Mal pro Sekunde jeweils ein Bild für jedes Auge auf die Leinwand. Bei Real D polarisiert dabei ein Filter vor dem Projektor die Einzelbilder – die Lichtwellen werden für das linke Auge linksdrehend, für das rechte rechtsdrehend ausgerichtet. Damit diese Ausrichtung erhalten bleibt, ist eine gegenüber normalen Leinwänden doppelt so teure Silberleinwand nötig. Immerhin sind die Brillen billig: Passive Kunststoffgläser mit Polfiltern lassen zu jedem Auge nur das passende polarisierte Teilbild durch.

NuVision Technologies hingegen setzt sogenannte aktive Shutterbrillen ein. Die Polarisation entfällt, stattdessen gibt ein Infrarotsignalgeber vor, wann die Brillen mit eingebautem Empfänger und Batterien

das linke oder das rechte LCD-Glas für jeweils eine 48stel Sekunde undurchsichtig schalten. Auch so bekommt jedes Auge nur das ihm zugeordnete Teilbild zu sehen. Bei diesem Verfahren können bestehende Leinwände genutzt werden, allerdings kosten die Brillen 35 Dollar pro Stück und müssen nach 400 bis 500 Einsätzen ausgetauscht werden.

Ein weiteres Verfahren erarbeitet derzeit der amerikanische Kinoausrüster Dolby Laboratories mit dem Ulmer Unternehmen Infitec. Wie bei Real D kommen hier passive Brillen zum Einsatz. Die Trennung der beiden Teilbilder erfolgt aber statt mit Polarisation mit Interferenz-Filtertechnik: Für jedes Auge wird nur ein Teil des für jede der drei Grundfarben zur Verfügung stehenden Wellenlängenbereichs genutzt. Die Filterbrille lässt anschließend nur den Wellenlängenbereich durch, der für das jeweilige Auge vorgesehen ist. Wie bei NuVision können bei diesem System bestehende Leinwände genutzt werden. Ab 2007 soll es zum Einsatz kommen.

An Abspieltechnik mangelt es also nicht. Und auch bei den Inhalten geht es voran: „Titanic“-Regisseur James Cameron etwa will nur noch in 3D drehen. Dazu kommen aufgearbeitete alte Filme. Passend zu Halloween brachte Buena Vista Ende Oktober die Puppen-Komödie „The Nightmare Before Christmas“ von Tim Burton in 3D wieder in den Verleih. 19 Wochen benötigte ein Team von 80 Animationsspezialisten für die Umwandlung. Zuerst digitalisierten sie den Film. Im nächsten Schritt wurden alle Schauplätze und Figuren als Computergrafiken neu gestaltet. Zum Schluss übertrugen Experten für Spe-

zialeffekte den einstigen Film auf diese animierten Modelle.

Ähnlich arbeitet die kalifornische Postproduktionsfirma In-Three – sie will nicht nur Puppen, sondern auch echte Schauspieler nachträglich verräumlichen können. Bereits im vergangenen Frühjahr hatte der technikaffine Regisseur George Lucas angekündigt, seine „Star Wars“-Reihe von In-Three aufmöbeln zu lassen. Anschließend war nicht mehr viel davon zu hören, doch auf Nachfrage bestätigt In-Three-Chef Michael Kay die Pläne: Jedes Jahr solle eine Folge dreidimensional umgewandelt werden.

Bei solchen Aussichten sollte man meinen, dass sich die Kinos auf die neue Technik stürzen. Doch noch herrscht Zurückhaltung. „Ich finde es zwar beeindruckend, was da passiert, nur hat 3D nach unserer Sicht noch keinen festen Standard“, sagt Oliver Pasch, Technischer Leiter der Kinokette Cinemaxx. Außerdem hätten heu-

tige Projektoren eine zu geringe Leuchtstärke für 3D auf großen Leinwänden, und für den Umstieg auf Digitaltechnik seien etwa 100 000 Euro pro Saal an Investitionen nötig.

Die allerdings könnten sich lohnen: Laut Cinecittà-Chef Weber interessieren sich Kinos in Köln, Stuttgart, Düsseldorf und Dresden ebenfalls für die 3D-Technik. Denn sie verschafft ihnen einen wichtigen Mehrwert gegenüber der größten Konkurrenz: DVDs, konsumiert auf dem heimischen Sofa. Und auch für das Problem mit Raubkopien aus dem Kinosaal könnte 3D eine elegante Lösung sein: Ganz ohne technische Tricks (siehe TR 10/06) werden die klaren räumlichen Bilder, wenn sie von der Leinwand abgefilmt werden, zu unansehnlichem Pixelmatsch. **HEIKO SPILKER**

IM KINO ABGEFILMT, WERDEN DIE KLAREN 3D-BILDER ZU UNANSEHNlichem PIXELMATSCH

VERKEHR

Wasserstoff im Zug

Die Bahn kommt – vorerst nur in Japan – demnächst mit Hilfe eines Brennstoffzellen-Hybridantriebs: Die East Japan Railway Company testet seit Juli dieses Jahres einen Prototyp, der anders als Elektro-Lokomotiven ohne Oberleitungen auskommt und zugleich leiser und sauberer als dieselgetriebene Loks sein soll. Die Technik basiert auf dem New Energy Train der Gesellschaft, bei dem bislang ein Dieselmotor über einen Generator zwei 95 Kilowatt starke Elektromotoren mit Strom versorgte.

Um einen umweltfreundlicheren Antrieb zu entwickeln, der unabhängig von fossilen Brennstoffen ist, haben die japanischen Ingenieure nun den Dieselmotor und den Generator ausgemustert.



Ohne fossile Brennstoffe: Der Zugprototyp der East Japan Railway Company fährt mit einem Brennstoffzellen-Hybridantrieb

Bei ihrem neuen Zug kommt stattdessen – nach ihren Angaben weltweit zum ersten Mal – ein Hybridsystem zum Einsatz. Dieses besteht aus zwei je 65 Kilowatt starken Wasserstoff-Brennstoffzellen und einer Lithium-Ionen-Batterie mit einer Kapazität von 19 Kilowattstunden. Die Brennstoffzellen vom Polymermembran-Typ werden aus einem 270-Liter-Wasserstofftank gespeist, der

unter dem Zug angebracht ist. Die Lithium-Ionen-Batterien sitzen ebenso wie beim konventionellen Vorgängermodell auf dem Dach. Sie speichern beim Bremsen Energie und geben sie beim Beschleunigen ab.

Der neue Personenzug soll eine Höchstgeschwindigkeit von 100 Stundenkilometern erreichen. Wenn die aktuellen Tests im Betriebshof erfolgreich verlaufen, soll der Brennstoffzellenzug vom April kommenden Jahres an auch im öffentlichen Schienennetz der Präfekturen Nagano und Yamanashi westlich von Tokio zu Testfahrten aufbrechen. **VERONIKA SZENTPÉTERY**

Link

www.jreast.co.jp/e/press/20060401/index.html

Hier stand im Heft eine Anzeige

ENERGIE

Geothermie auf Sparflamme

Standard-Bauteile aus der Kältetechnik für billigere Kraftwerke

Geothermiekraftwerke mögen es heiß: Um die Wärme unter der Erdoberfläche wirtschaftlich zu Strom machen zu können, brauchen sie unter anderem Temperaturen von mehr als 100 Grad Celsius. Doch es geht auch kühler: Im Chena Hot Springs Resort, etwa 60 Meilen nordöstlich von Fairbanks in Alaska, wurden diesen Herbst zwei 200 Kilowatt-Geothermiekraftwerke in Betrieb genommen, die nicht größer als ein Kleintransporter sind und Strom mit nur 75 Grad warmem Wasser erzeugen können.

Bislang galt die Produktion von kleinen Geothermiekraftwerken als nicht lohnenswert. Doch die Baukosten wurden vertretbar, weil die Entwickler vom US-Mischkonzern United Technology Corporation (UTC) statt auf Spezialanfertigungen auf Bauteile ihres Schwester-Unternehmens Carrier Refrigeration zurückgriffen, die sonst für Kühl- und Klimaanlageanlagen verwendet werden. Als Turbine kommt zum Beispiel ein normaler Kompressor aus der Kältetechnik zum Einsatz.

Das Niedrigtemperatur-Geothermiesystem von UTC nutzt das bekannte Konzept des umgekehrten Kühlprozesses: Anstatt Energie in die Erzeugung einer bestimmten Temperatur zu stecken, nutzt man eine Temperatur zur Energiegewinnung. So lässt das 75 Grad heiße Wasser der Quellen im Chena-Resort in einem Wärmetauscher das Kühlmittel Tetrafluorethan

verdampfen, der Dampf treibt die Turbine an und diese einen Generator. Das Tetrafluorethan wird anschließend durch kaltes Wasser wieder abgekühlt, und der Kreislauf beginnt von neuem.

Inzwischen arbeitet UTC bereits an einer Ein-Megawatt-Anlage. Am unteren Ende der Skala ist nach den Worten von Chefentwickler Bruce Biederman zwar keine Anlage für einzelne Haushalte geplant, wohl aber eine kleinere Fünf-Kilowatt-Version, die an das Heizungssystem von mehreren Haushalten angeschlossen werden soll. Sie soll überschüssige Wärme dieser Häuser nutzen, um sie mit Strom zu versorgen. Zunächst, voraussichtlich im Lauf des nächsten Jahres, sollen aber Anlagen von der Dimension der Prototypen in Alaska auf den Markt kommen.

Die Nutzbarkeit von weniger heißen Wärmequellen zur Stromerzeugung könnte den Weg für den verbreiteten

Einsatz solcher Geothermiekraftwerke ebnen. Laut Biederman könnten die Kraftwerke künftig auch neben Öl- oder Erdgasförderfeldern stehen, wo beim Bohren als bislang ungenutztes Nebenprodukt heißes Wasser aus der Erde kommt. Die Industrie habe bereits ihr Interesse signalisiert. *VERONIKA SZENTPÉTERY*



Kühlere Hitze: Das Kraftwerk Chena Chiller erzeugt schon mit 75 Grad heißem Wasser Strom

Link
www.yourownpower.com/Power

ELEKTRONIK

Strom per Fernbedienung

Der Stromverbrauch von Geräten im Standby-Betrieb summiert sich in einem durchschnittlichen Haushalt auf rund 90 Euro im Jahr. Der Berliner Nachrichtentechniker Manfred Abelmann hat ein Gerät entwickelt, das verspricht, den Standby-Stromverbrauch ohne Komforteinbußen zu senken. Es besteht aus einer Steckdosenleiste, bei der jede Steckdose einzeln über einen Infrarot-Empfänger angesteuert werden kann. Dieser empfängt Signale von den normalen Fernbedienungen der angeschlossenen Geräte, mit denen sich Funktionen wie Anschalten, Kindersicherung oder Dauerstrom über spezielle Tastenkombinationen für jede

einzelne Steckdose programmieren lassen. Die Elektronik erkennt am Strombedarf, wann ein Gerät in den Standby-Zustand wechselt, und schaltet die entsprechende Steckdose dann ab. Die Leiste befindet sich zwar selbst stets im Standby-Betrieb, doch dafür benötigt sie lediglich 0,5 Watt. „Ich habe das Gerät aus meinem eigenen Konsumverhalten heraus entwickelt, eine wirtschaftliche Verwertung stand dabei nicht im Vordergrund. Doch auf der ersten Messe gab es so positive Reaktionen, dass ich das Projekt weiterverfolgt habe“, sagt



Abelmann. Es folgten Patentanmeldung, funktionsfähige Prototypen sowie drei Erfinderpreise, aber kein Verwertungsvertrag – die Verbindung von Elektrotechnik und Elektronik war vielen Herstellern

laut Abelmann produktionstechnisch zu diffizil. Nun sucht er nach Partnern, mit denen sich aus seiner Idee doch noch ein Produkt machen lässt. *GREGOR HONSEL*

Kontakt
Manfred Abelmann
gipabelmann@compuserve.de

INFOTECH

Die Rückkehr der E-Bücher

Wer Mitte November versucht hat, bei Sony das neue E-Book-Lesegerät PRS 500 zu bestellen, wurde höflich abgewiesen – wegen „überwältigender Nachfrage“ sei das 349 Dollar teure Gerät frühestens Mitte Dezember wieder lieferbar, hieß es auf der Website. Eine überraschende Wendung: Sonys erster Taschencomputer speziell für die Darstellung elektronischer Bücher, der Librie, erwies sich als veritabler Ladenhüter und wurde außerhalb Japans erst gar nicht angeboten. Doch nun scheint der Markt wieder in Bewegung zu kommen: Seit diesem Spätsommer verkauft der Philips-Ableger iRex Technologies seinen Iliad (TR 3/06), der wie schon Sonys erster Versuch mit einem Display auf Basis elektronischer Tinte aufwartet. Das spart Strom und sorgt für eine augenfreundliche Darstellung bei extrem langer Laufzeit. Der wohl wichtigste Unterschied zu E-Book-Readern der ersten Generation aber liegt in ihrer Offenheit: Statt ausschließlich proprietärer mit Rechte-Management versehener Formate liest der Iliad auch das verbreitete PDF; auch Sony hat sich mittlerweile entschieden, nicht mehr ausschließlich das eigene Broad-Band-E-Book-Format zuzulassen. Und es kommen weitere Anbieter: Der chinesische Hersteller Jinke hat den Hanlin V2 entwickelt, der laut den technischen Daten mehr bietet als das Sony-Gerät, zugleich aber um einiges preiswerter sein könnte. Angeblich soll der V2 noch in diesem Jahr auf den Markt kommen, offizielle Informationen gibt es aber bislang nur für mögliche Vertragspartner. Und auch der Online-Riese Amazon soll unter dem Codenamen „Kindle“ schon Pläne für einen eigenen E-Book-Reader in der Schublade haben. **WOLFGANG STELER**



UMWELTECHNIK

Klärwerk zum Leasen

Kleinkläranlagen mit Membranfiltern sind effizient, aber teuer und wartungsintensiv. Das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung hat ein Modell entwickelt, die Verbreitung solcher Hightech-Anlagen zu beschleunigen. Für das Wohngebiet Dahler Feld im westfälischen Selm wäre der Anschluss an das öffentliche Kanalnetz zu teuer. Statt jeden Hausbesitzer selbst eine Kleinkläranlage betreiben zu lassen, hat das Fraunhofer-Institut ein Rundum-sorglos-Paket geschnürt: Der Lippeverband

schaft die Kläranlagen an und wartet sie. Die Nutzer zahlen dafür zehn Jahre lang 70 bis 90 Euro im Monat; anschließend gehört das System ihnen.

Der Vorteil: Die Anwohner haben keinerlei Aufwand, und die Behörden können auf professionelle Überwachung vertrauen. 20 Anlagen sind bereits in Betrieb. Projektleiter Dominik Toussaint sieht weiteren Bedarf für solche dezentral installierten, aber zentral betriebenen Lösungen etwa bei Hochhäusern, wenn die Sanierung des Kanals ansteht. **GREGOR HONSEL**

KOMMUNIKATION

VoIP mit dem Handy

Smartphones werden immer leistungsfähiger. Bald soll man mit ihnen sogar telefonieren können – nicht nur über die Mobilfunknetze, versteht sich, sondern mithilfe von WLAN-Verbindungen und Voice over IP: Der irische Anbieter Cicero Networks hat für Ende November eine VoIP-Software angekündigt, die auf Mobiltelefonen mit dem verbreiteten Smartphone-Betriebssystem Symbian läuft. Sie soll unterbrechungsfreie Telefonate auch dann ermöglichen, wenn der Nutzer den Sendebereich einer WLAN-Station verlässt; in diesem Fall wird das Gespräch laut Cicero über Mobilfunk weitergeführt.

Nicht nur diese Roaming-Fähigkeit unterscheidet die Cicero-Software von anderen VoIP-Konzepten für Symbian wie Jajah, Fring oder auch Skype: Weil Cicerophone die üblichen VoIP-Standards nutzt, lässt es sich für beliebige Anbieter konfigurieren. Nutzer könnten so, wenn sie in WLAN-Reichweite sind, unter ihrer normalen VoIP-Telefonnummer erreichbar sein und telefonieren. Die Kosten dafür liegen deutlich unter denen für gewöhnliche Mobilfunk-Gespräche. Allerdings wird die Software nicht direkt an Endkunden, sondern nur an Unternehmen verkauft, die sie für eigene Angebote verwenden wollen.

Vorläufig unterstützt Cicerophone nur einige Nokia-Modelle, aber weitere, auch von anderen Anbietern von WLAN-fähigen Symbian-Telefonen, sollen folgen. Marktforscher erwarten schnelles Wachstum bei solchen Geräten – mit um die 100 Prozent pro Jahr bis 2009 rechnet etwa Infonetics Research. **SASCHA MATTKE**



Telefon-Funkzelle: Neue Software ermöglicht IP-Telefonate mit WLAN-fähigen Handys



Pupillen-Leser: Bis kurz nach der Firmengründung arbeitete Florian Kerkau (dritter von links, mit Team) von seiner Wohnung aus

SPIN-OFF

Durch Augenblicke besser werben

Neue Medienprodukte sind teuer. Ein junges Berliner Unternehmen will mit einem Testverfahren Produzenten vor finanziellen Flops und quälender Quote bewahren

Florian Kerkau entlarvt Blicke – nicht nur ihre Richtung, sondern auch die Intensität. Er kann messen, wie stark sich das Gehirn mit den gerade aufgenommenen visuellen Eindrücken beschäftigt. Das lässt er sich bezahlen: Agenturen und Produktionsfirmen haben ein großes Interesse daran, bei teuren Anzeigen und TV-Sendungen vorab abschätzen zu können, ob das Publikum genug Interesse zeigt.

Wer zu „eye on media“ möchte, muss einem roten Pfeil folgen, der durch Hinterhof, Flure und Treppenhäuser der Technischen Fachhochschule Berlin führt. Kerkau öffnet persönlich die Tür der dort angesiedelten Gründerwerkstatt. Sechs Monitore umschließen ihn wie eine Burgmauer. Nicht weit davon steht die Urkunde des just errungenen Gründerpreises. Der Raum diente früher den angehenden Optikern als Hörsaal.

„Das passt zu uns“, sagt Kerkau, denn auch seine Dienstleistung baut auf der Anatomie des menschlichen Auges auf: Der für die Iris zuständige Muskel ist über Nervenstränge direkt mit dem Limbischen System verbunden, in dem das Gehirn Emotionen verarbeitet. Bei besonderer Belastung befiehlt es dem Muskel, die Iris auseinanderzuziehen. Kerkau ist es, während seiner Promotion zum Doktor der Psychologie an der Freien Universität Berlin, erstmals gelungen, diese aufschlussreiche Augenausweitung ohne großen Aufwand zu erfassen.

Sein System besteht aus einer Infrarotkamera, einem Computer und selbst geschriebener Software. Während sich der Proband eine Testsendung anschaut, filmt die Kamera dessen Pupillen. Aus dem Filmmaterial werden die Pupillendurchmesser bestimmt. Dazu hat Kerkau ein Rechenverfahren entwickelt, das Lichteinflüsse eliminiert. Denn auch die führen zu einer Vergrößerung der Pupillen, sodass die gewünschte Mes-

sung der Aufmerksamkeit überlagert werden kann. Die Universität erkannte schnell das Potenzial von Kerkaus Methode und ließ sie patentieren. Über das BMBF-Programm Exist Seed schuf die Universität eine halbe Stelle zur Auswertung des Patentes. Kerkau ergriff diese Gelegenheit, seine Idee selbst zu verwerten; in diesem Juli gründete er eye on media.

„Ich dachte, wenn ich Leuten etwas Besseres anbiete, kaufen sie von alleine“, sagt Kerkau über seine Anfänge als Unternehmer. Mehrere Coachings und die Frustration, erworben während der Promotion, halfen auf der Durststrecke. Inzwischen denkt er amüsiert zurück an die ersten Tage: Wie die Labor-Ausrüstung seine Wohnung in ein Kabelchaos stürzte, die Monitore auf dem Bügelbrett aufgereiht und Rechner in der Dusche standen, weil es dort am kühlestem war – 30 000

Euro an Hardware, die nicht nass werden durften.

Mittlerweile hat Kerkau die ersten Kunden gewonnen: MTV ließ bei ihm eine neue Show testen – mit dem Ergebnis, dass der Moderator ausgewechselt wurde; außerdem arbeitet er mit dem Shopping-Sender QVC und der TV-Produktionsgesellschaft Endemol zusammen. Über Umsätze möchte er nicht sprechen, zeigt sich aber zufrieden: „Die Wachstumsrate ist hoch.“ Der gebürtige Berliner will bald ein eigenes Büro und Labor im Zentrum Berlins beziehen. Dort muss er dann auch seinen PC nicht mehr mit einer daumendicken Fahrradkette vor Diebstahl schützen. **GORDON BOLDUAN**

**MONITORE
AUF DEM
BÜGELBRETT,
RECHNER IN
DER DUSCHE**

Name eye on media | **Branche** Medien- und Marktforschung | **Gründungsjahr** 2006 | **Firmensitz** Berlin | **Mitarbeiter** 6 | **Finanzierung** Exist-Seed-Programm, Stipendiat der Gründerwerkstatt Berlin bis 2007

Hier stand im Heft eine Anzeige



Leben mit dem Klimawandel

Allen Bemühungen zum Trotz: Die Erderwärmung lässt sich nicht mehr vermeiden, sondern bestenfalls abmildern. Damit rücken Maßnahmen zur Anpassung in den Vordergrund

VON GREGOR HONSEL



Versteppung in Ostdeutschland: Die Landwirtschaft muss sich darauf einstellen, regelmäßig entweder zu viel oder zu wenig Wasser zu haben



Trockengelegt: Extrem-Ereignisse wie Dürre (hier der Rhein bei Düsseldorf im Sommer 2003) und Hochwasser nehmen zu

Vor der Landesbank Baden-Württemberg am Stuttgarter Hauptbahnhof stehen die Teilnehmer des Symposiums „Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft“. Sie genießen die Sonne, die Kaffeetasse in der Hand, das Jackett über dem Arm. Es ist Ende Oktober. Aus Genf wird am gleichen Tag gemeldet, dass zum ersten Mal seit Menschengedenken die Kastanienbäume zum zweiten Mal im Jahr aufblühen. So idyllisch kann der Klimawandel sein.

Im Inneren der Landesbank wirft ein Beamer zur gleichen Zeit Tabellen, Karten und Diagramme an die Wand, die von der anderen Seite des Klimawandels berichten: von Jahrhunderthochwassern, die nicht mehr nur einmal im Jahrhundert vorkommen, von neu zu berechnenden Bemessungsgrundlagen, von unterdimensionierten Wehren. Für die anwesenden Wasserbauingenieure ist die Erderwärmung längst nüchterne Realität, die in Form von „Klimaänderungsfaktoren“ bei der Planung von Dämmen berücksichtigt werden muss.

Über die Frage, ob es einen Klimawandel gibt und inwieweit er menschengemacht ist, diskutiert auf dem Stuttgarter Symposium niemand. Zwar gibt es nach wie vor Stimmen, die den menschengemachten Klimawandel für eine Erfindung von Öko-Apokalyptikern halten oder bestenfalls für unsaubere Wissenschaft. Doch sie werden nicht mehr sonderlich ernst

genommen. „Die Debatte ist für uns abgeschlossen. Der Klimawandel findet bereits statt und kann nur noch gebremst, nicht mehr gestoppt werden.“ Diese Aussage stammt von Peter Höpfe, Leiter der Georisiko-Forschung der Rückversicherungsgesellschaft Münchener Rück, einem der Ideologie und Panikmache eher unverdächtigen Unternehmen.

928 ZU NULL

Höpfe kann sich dabei auf einen breiten wissenschaftlichen Konsens stützen. Die Historikerin Naomi Oreskes von der Universität von Kalifornien in San Diego hat in einer Metastudie die vorhandene wissenschaftliche Literatur zu diesem Thema ausgewertet. Untersucht wurden nur solche Aufsätze, die in seriösen wissenschaftlichen Zeitschriften erschienen und von Fachkollegen geprüft („peer reviewed“) worden sind. Das Ergebnis: Von 928 Studien stellt nicht eine einzige die Tatsache, dass es eine vom Menschen erzeugte Klimaerwärmung gibt, in Frage. „Politiker, Ökonomen und Journalisten mögen den Eindruck haben, dass unter den Klimaforschern Uneinigkeit herrscht, aber dieser Eindruck ist falsch“, schreibt Oreskes im renommierten Magazin „Science“.

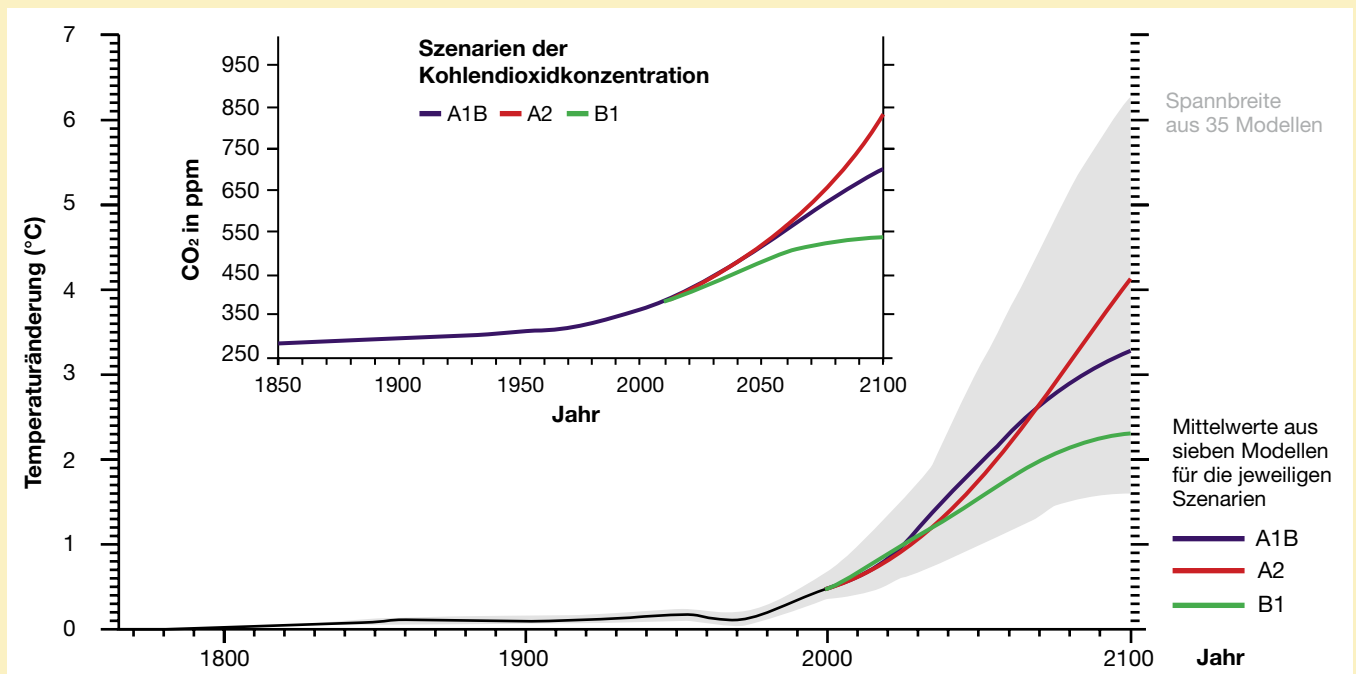
Höpfes eigene Geschäftserfahrung spricht ebenfalls eine eindeutige Sprache: „Wir haben eine der weltweit größten

Klima aus dem Computer

Über mangelndes Vertrauen in seine Arbeit braucht sich Holger Götzel nicht zu beklagen: „Mich hat mal jemand angerufen, der wissen wollte, ob er in 20 Jahren an seinem 60. Geburtstag eine Grillparty machen kann.“

zunimmt: Es unterstellt einen Anstieg der globalen Emissionen von heute rund 7 auf 17 Gigatonnen pro Jahr bis 2050, die dann bis 2100 weiter auf jährlich 30 Gigatonnen zunehmen. Im Szenario B1 werden bis Mitte des

Götzel warnt allerdings davor, die Daten zu genau zu nehmen. Dazu enthalte die Projektion noch zu viele Unsicherheiten. Erstens: das Datenrauschen eines numerischen Systems. Zweitens: die natürliche Klimavariabilität. Je nach-



Klimamodelle im Vergleich: Berechnung der globalen Durchschnittstemperatur mit verschiedenen Szenarien

Bei dieser Frage musste der Klimaforscher am Max-Planck-Institut für Meteorologie in Hamburg passen. Doch er arbeitet an einem der ehrgeizigsten Projekte, das Klima bis Ende des Jahrhunderts zu berechnen. Das von ihm mitentwickelte regionale Klimamodell „Remo“ basiert auf einem globalen Wettermodell. Die MPI-Forscher haben es um Faktoren wie Bodenbeschaffenheit, Einfluss der Ozeane und Konzentration von Schwebeteilchen erweitert und in ein zehn mal zehn Kilometer großes Raster für Deutschland und den Alpenraum übertragen.

Als unabhängige Variable fließt die Konzentration von Treibhausgasen in die Berechnung ein. Grundlage dafür sind drei Szenarien des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Das Szenario A2 träte ein, wenn der Kohlendioxid-Ausstoß weiter munter

Jahrhunderts neun Gigatonnen jährlich ausgestoßen, anschließend sinken die Werte wieder auf das Niveau von 1990. Szenario A1B liegt dazwischen.

BIS 2050 DICHT BEIEINANDER

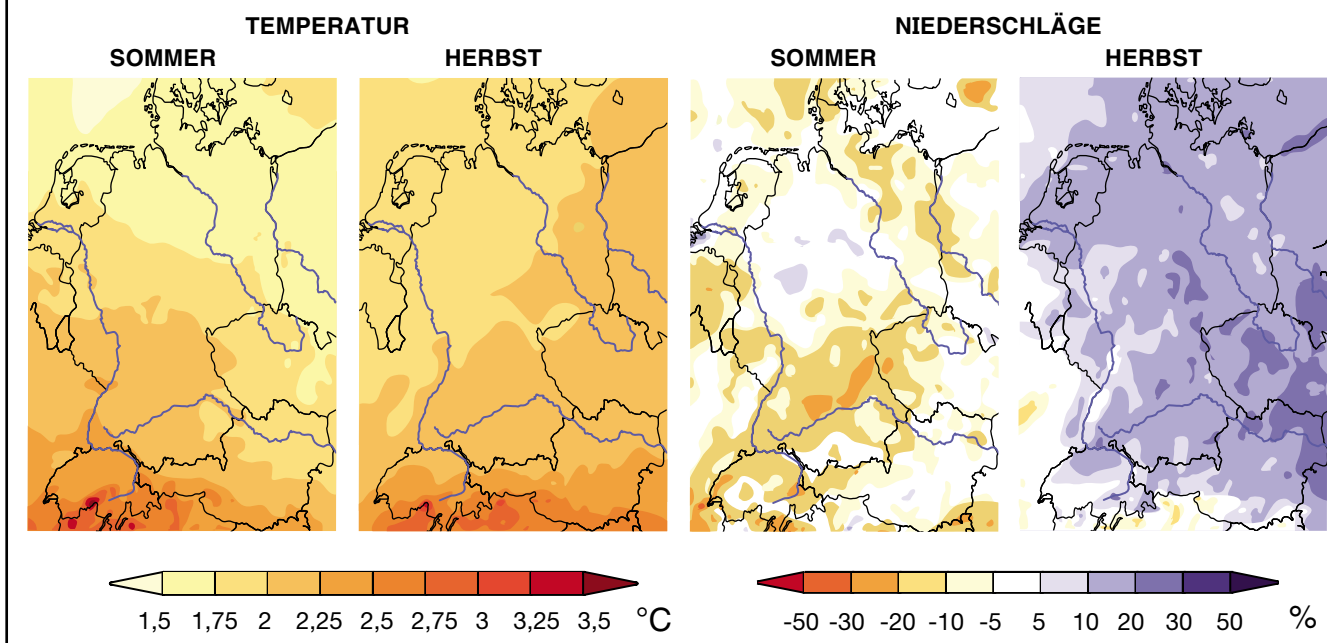
Die zentralen Ergebnisse: Die mittlere Temperatur steigt in Deutschland bis 2100 je nach Szenario zwischen 1,5 und 3,7 Grad gegenüber dem Vergleichszeitraum 1961 bis 1990. Im Winter steigt die Temperatur in einigen Regionen um mehr als 4 Grad. „Damit liegen wir ungefähr in der Mitte der Bandbreite anderer Modelle“, sagt Götzel (siehe Grafik). Die Sommer-Niederschläge gehen um durchschnittlich 30 Prozent zurück. Besonders betroffen davon ist der Nordosten. Hier kann bis zu 60 Prozent weniger Regen fallen. Im Gegenzug kommt es im Winter zu stärkeren Niederschlägen.

dem, von welchem Zeitpunkt aus man eine Simulation startet, erhält man unterschiedliche Ergebnisse (bei Remo im Bereich von einem halben Grad). Drittens: Viele Wechselwirkungen sind nur unzureichend erforscht und modellierbar. So ist zum Beispiel die Änderung der Vegetation – etwa die Versteppung durch Wassermangel – bisher nicht in die Projektion eingeflossen, soll aber ergänzt werden. Auch der komplizierte Zusammenhang zwischen Aerosolen und Wolkenbildung ist bisher nur vereinfacht abgebildet.

Doch bei allen Unwägbarkeiten – die Ergebnisse der verschiedenen Modelle liegen bis zur Mitte des Jahrhunderts recht dicht beieinander, erst dann laufen sie auseinander. Die Ergebnisse werden als Datensatz oder als Grafik kostenlos unter <http://cera-www.dkrz.de> zur Verfügung gestellt.

QUELLE: MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR METEOROLOGIE, GRAFIK: BIRTE SCHLUND

Deutschland zur Mitte des Jahrhunderts



Warm und wechselhaft: Grafische Darstellung der Ergebnisse der Remo-Klimaprojektion unter der Annahme eines gemäßigten Anstiegs der CO₂-Emissionen (Szenario A1B – s. Kasten S. 31). Die Daten beziehen sich jeweils auf den Vergleich der Durchschnittswerte für die Zeiträume 1961 bis 1990 und 2035 bis 2064

Datenbanken zu Naturkatastrophen. Daraus geht hervor, dass Groß-Schadensereignisse von 1950 bis jetzt vor allem durch wetterbedingte Ereignisse von im Schnitt zwei auf sieben im Jahr zugenommen haben.“

Und dabei wird es nicht bleiben. Denn mit allen Kyoto-Protokollen der Welt ist eine weitere Erderwärmung nicht aufzuhalten. Susan Solomon von der US National Oceanic and Atmospheric Administration in Boulder macht das in einem makabren Gedankenspiel deutlich. Selbst wenn die Menschheit von heute auf morgen von der Erde verschwinden würde, ginge der Temperaturanstieg weiter: „Auch noch tausend Jahre, nachdem Menschen aufgehört haben, Kohlendioxid auszustoßen, wird seine erhöhte Konzentration in der Atmosphäre das Klima beeinflussen.“

**»WENIGER ALS
EINEINHALB
GRAD WERDEN
ES WOHL NICHT
WERDEN«**

DAS UNVERMEIDBARE BEHERRSCHEN

Der Grund dafür sind die Ozeane. Da sie als gewaltige Wärme- und Kohlenstoffspeicher wirken, reagiert das Klima entsprechend träge. „Egal, was wir tun: Weniger als eineinhalb Grad Erwärmung werden es wohl nicht werden, dieser Zug ist leider abgefahren“, sagt der Klimaforscher Mojib Latif vom Leibniz-Institut für Meereswissenschaften in Kiel. Diese eineinhalb Grad sind wohlgerne die optimistischste Vari-

ante, die voraussetzt, dass sofort und radikal der Ausstoß an Treibhausgasen reduziert wird. Doch danach sieht es nicht aus. Der Uno-Klimareport berichtet von einer Erhöhung statt einer Reduzierung des Kohlendioxid-Ausstoßes, und zwar um insgesamt 2,4 Prozent zwischen 2000 und 2004 – ein Zeugnis des Scheiterns von 15 Jahren Klimapolitik.

Trotz dieser Unausweichlichkeit gab es lange Zeit wenige Aktivitäten, sich an die Folgen des Klimawandels anzupassen. „Der Klimawandel wird in Deutschland außerhalb der Wissenschaft bisher fast ausschließlich im Sinne der Reduktion von Treibhausgasemissionen diskutiert. Die Anpassung an die Folgen des Klimawandels erhält erst seit kurzer Zeit vermehrte Aufmerksamkeit, ist jedoch im Bewusstsein der Öffentlichkeit und von Entscheidungsträgern in Wirtschaft, Politik und Verwaltung noch weit unterrepräsentiert“, heißt es in der Studie „Klimawandel in Deutschland – Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme“, die das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) im Jahr 2005 für das Umweltbundesamt verfasst hat.

So weit, so schlecht. Doch langsam sackt die Erkenntnis, dass die Menschheit zweigleisig auf den Klimawandel reagieren muss. Erstens durch Senkung der Treibhausgas-Emissionen („Mitigation“), zweitens durch Anpassung an die Folgen („Adaption“). „Wir müssen das Unbeherrschbare vermeiden und das Unvermeidbare beherrschen“, gibt Hans Joachim Schellnhuber vom PIK die Marschrichtung vor.

Bundesumweltminister Sigmar Gabriel hat das Thema ebenfalls entdeckt: „Wir müssen uns heute anpassen, um morgen nicht von den sozialen und wirtschaftlichen Folgen des Klimawandels überrollt zu werden“, sagt er jetzt. Die Bundesregierung will die Anpassung an den Klimawandel zu einem Schwerpunkt ihrer EU-Ratspräsidentschaft im ersten Halbjahr

Hier stand im Heft eine Anzeige

Teure Kredite für Umweltsünder

Umweltfeindliches Wirtschaften kann für Unternehmen künftig ganz unmittelbare finanzielle Konsequenzen haben. „In fast allen größeren Banken gibt es mittlerweile eine Abteilung für Nachhaltigkeit, die bei der Projektfinanzierung zu Rate gezogen wird“, sagt Professor Bernd Wagner von der Universität Augsburg. Auch beim einfachen Rating, das über Kreditvergaben und die Höhe der Zinsen entscheidet, würden zunehmend routinemäßig ökologische Aspekte erfasst.

Konkret bedeutet das: Nachhaltiges Wirtschaften erhöht die Kreditwürdigkeit – und sein Fehlen verringert sie. Die Motive der Banken seien, so Wagner, keineswegs moralischer, sondern durchaus ökonomischer Natur: „Banken müssen ökologische Effekte vorausdenken, sonst hat man über lange Sicht ein größeres Risiko“ – etwa, wenn Unternehmen sich durch umweltfeindliches Verhalten ihr Image ruinieren oder wenn sie unter verschärften Umweltgesetzen leiden. Auch bei der

Geldanlage ist Ethik längst ein Wirtschaftsfaktor. Wagner: „In den USA müssen Pensionsfonds Rechenschaft über ihre Anlagen ablegen. Ich rechne damit, dass sich das auch in Europa durchsetzen wird. Dann wird der Druck auf Fonds, ihr Geld ethisch anzulegen, zunehmen, denn die Konsumenten werden bei diesem Thema immer sensibler.“ Für Wagner muss das keinen finanziellen Nachteil bedeuten: „Es gibt unter den ethischen Geldanlagen durchaus viele Outperformer.“

2007 machen. Und im für Anfang 2007 angekündigten Vierten Sachstandsbericht des Internationalen Gremiums für Klimawandel (IPCC) wird das Thema Anpassung erstmalig einen großen Teil einnehmen, wie Axel Michaelowa, Leitautor für das Politikkapitel des IPCC-Berichts, ankündigt.

Eigentlich sollte es einfach sein, Menschen vom Sinn und Zweck der Adaption zu überzeugen: Die Kosten für einen höheren Deich lassen sich unmittelbar mit den Überschwemmungsschäden verrechnen. Kosten für die Minderung von Treibhausgasen dagegen haben nur einen sehr mittelbaren Effekt. Diese Argumentation wird von Kritikern allerdings als zynisch betrachtet, weil sich reiche Industrienationen auf diese Weise freikaufen können, während Entwicklungsländer die ganze Härte des von ihnen nur zum kleinsten Teil mit verursachten Klimawandels abbekommen.

Zudem stehen Anpassungsmaßnahmen oft in einem Zielkonflikt mit der Minderung, zum Beispiel beim Einsatz von Klimaanlagen. Sie sind etwa in Altersheimen oder in Krankenhäusern kein Luxus mehr, sondern schützen Leib und Leben ihrer Bewohner. Im Rekordsommer 2003 sind schätzungsweise 7000 Menschen in Deutschland der Hitze zum Opfer gefallen – mehr als dem Straßenverkehr. Aber Klimaanlagen verbrauchen Strom und heizen damit den Klimawandel weiter an – ganz abgesehen von der Tatsache, dass auch die Kühlmittel der meisten Anlagen hochwirksame Klimakiller sind.

EMPFINDLICHER OBERRHEINGRABEN

Als zentralen Grund, weshalb Anpassungsmaßnahmen erst jetzt so schleppend in Gang kommen, hat Michaelowa die Datenlage ausgemacht: „Der Kommunikationsprozess zwischen Wissenschaft und Kommunen ist noch dürftig, eine umfassende Einbeziehung der Entscheidungsträger fehlt.“

Genau diese Lücke möchte das Umweltbundesamt mit den von ihm in Auftrag gegebenen regionalen Wetterprojektionen „Remo“ des Max-Planck-Instituts für Meteorologie und „Wettreg“ vom Climate & Environment Consulting Potsdam, einer Ausgründung des PIK, schließen (siehe Kasten Seite 31). Basierend auf den Ergebnissen solcher Klimamodelle hat das PIK mit seiner Vulnerabilitätsstudie die konkreten Folgen für die Bundesrepublik beschrieben. Grundsätzlich befindet sich Deutschland noch in einer vergleichsweise komfortablen Situation: Es muss nicht fürchten, durch einen Anstieg des Meeresspiegels von der Landkarte gespült zu werden wie manche Inselstaaten. Es hat nicht unter dem Auftauen des Permafrostbodens zu leiden wie Sibirien. Es liegt nicht im Bereich tropischer Wirbelstürme. Zudem hat Deutschland die wirtschaftlichen Möglichkeiten, sich auf Bedrohungen vorzubereiten.

Doch auch hierzulande gibt es relativ stark vom Klimawandel betroffene Bereiche. Die höchste Empfindlichkeit („Vulnerabilität“)

haben demnach der Oberrheingraben, weil hier schon jetzt die höchsten Temperaturen gemessen werden, die Alpen wegen des generell empfindlichen Ökosystems sowie zentrale Teile Ostdeutschlands wegen der Dürrefahr. Relativ unempfindlich sind die deutschen Mittelgebirge sowie die nordwestdeutsche Tiefebene. Die Küstengebiete schätzt der Bericht als nur mäßig bedroht ein, weil hier die Anpassungsmaßnahmen bereits relativ weit fortgeschritten seien.

Die PIK-Studie hat berücksichtigt, wie groß die finanziellen, organisatorischen, legislativen und wissensbezogenen Ressourcen zur Anpassung sind. Das Fazit: Wenn alle Anpassungsmaßnahmen genutzt würden, ließen sich „wahrscheinlich die Vulnerabilitäten in fast allen Bereichen auf ein geringes Ausmaß vermindern. In den meisten Bereichen sind Anpassungsmaßnahmen bisher allerdings weder in Planung



Stürmische Zeiten: Tornados entwurzeln neuerdings auch in Mitteleuropa Bäume – hier im Jahr 2004 in Duisburg

Hier stand im Heft eine Anzeige



Folgen des Klimawandels: Helfer und Feuerwehrleute sichern im April 2006 den Damm des Jeetzelkanals bei Prisser (oben); der Pasterze-Gletscher am Fuß des Großglockners hat seit 1968 deutlich an Substanz verloren (Mitte); im März 2006 sorgte ein Tornado in Hamburg für zwei Tote und mehrere Verletzte (unten)

noch umgesetzt. Hier besteht demnach großer Handlungsbedarf.“ Konkrete Schritte nennt die Untersuchung nicht. „Wenn man ihnen sagt, was sie zu erwarten haben, können die Akteure selbst am besten entscheiden, wie sie sich anpassen“, sagt Marc Zebisch, Leitautor der Studie.

MIT UNSICHERHEIT LEBEN

Doch auch mit der genauen Prognose hakt es noch. Das Team vom PIK hat verschiedene Treibhausgas-Szenarien mit verschiedenen Klimamodellen durchgerechnet. Die dabei entstandene Bandbreite von Prognosen reichte in einigen Bereichen von „es regnet mehr“ bis „es regnet weniger“. Zebisch: „Die meisten Klimamodelle stimmen wunderbar überein, solange es um globale Mittelwerte der Temperatur geht. Aber bei kleinräumiger Verteilung der Niederschläge laufen sie oft weit auseinander.“ Trotzdem lässt er das nicht als Argument gegen Anpassungsmaßnahmen gelten. „Auf genauere Studien zu warten ist eine unverantwortliche Strategie. Auch bei weiterer Verfeinerung der wissenschaftlichen Methoden werden die Ergebnisse unsicher bleiben“, heißt es in seiner Studie. Zebisch empfiehlt deshalb: „Man muss den Umgang mit Unsicherheit lernen.“ Zudem zeige die Bandbreite der Prognosen schließlich, „welchen Handlungsspielraum wir noch haben“.

Am weitesten mit den Anpassungsmaßnahmen sind die süddeutschen Wasserbauer. In Bayern werden alle neuen Hochwasserschutzwerke bereits pauschal 15 Prozent größer dimensioniert. Für Baden-Württemberg gibt es eine Tabelle, in der für fünf Regionen ein Klimaänderungsfaktor zwischen 1 und 1,75 festgelegt ist, um den die jeweilige Hochwasserschutzanlage größer geplant werden soll. Diese Werte wurden ermittelt, indem die Niederschläge aus regionalen Klimamodellen in Wasserhaushaltsmodelle für die wichtigsten Flussläufe eingespeist wurden.

Für die Praxis bedeutet das etwa, dass auf der Landseite eines Damms genug Platz bleibt, damit er später entsprechend aufgeschüttet werden kann. Brücken hingegen, die sich später kaum noch verändern lassen, sollen nach der Vorgabe der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) von vornherein mit dem Klimazuschlag gebaut werden. „Diese Werte sind zwar lediglich eine Handlungsempfehlung, aber sie stellen den Stand der Technik dar, und damit werden sie auch umgesetzt“, sagt Vassilis Kolkotronis vom Referat Hydrologie des LUBW.

Ein weiteres konkretes Projekt ist das Hitzewarnsystem, das Umweltbundesamt und Deutscher Wetterdienst gemeinsam aufgebaut haben. Damit wird Hitze erstmalig auch als gefährliches Wetterextrem erfasst. „Für öffentliche Gebäude gibt es Maßnahmenpläne für Hitzewellen. Über einen E-Mail-Verteiler sollen etwa Gesundheitseinrichtungen rechtzeitig informiert werden, damit sie sich vorbereiten können“, sagt Benno Hain, Fachgebietsleiter bei der dem Umweltbundesamt angegliederten Abteilung KomPass, die in diesem Oktober gegründet wurde, um Anpassungsmaßnahmen zu koordinieren.

Die Energieversorger leiden ebenfalls unter mehr Wärme. Die Flüsse, die zur Kühlung von Kraftwerken benutzt werden, dürfen eine bestimmte Temperatur aus ökologischen Grün-



Kohlendioxid für mehr Wachstum: In Braunschweig bekommen Ackerpflanzen einen Ausblick auf die CO₂-haltige Zukunft

den nicht überschreiten. Im den vergangenen Sommern mussten deshalb regelmäßig Kraftwerke vom Netz genommen werden. Christopher Weßelmann vom VGB PowerTech, einem Fachverband für Strom- und Wärmeerzeugung, sieht zwar „derzeit keinen akuten Handlungsbedarf“, was die Kühlung von Kraftwerken betrifft. Lutz Cleemann vom Allianz Zentrum für Technik ist allerdings weniger optimistisch: „Das Netz fängt Ausfälle zwar zunächst auf. Wenn aber zwei oder drei Schwachstellen zusammenkommen, dann nimmt die Gesamtsystemstabilität auf jeden Fall ab.“

VERSICHERER WITTERN GESCHÄFTE

Auch die Art der Stromnachfrage wird sich ändern. Durch Klimalanlagen wird sich der Strombedarf gerade in den heißen Mittagsstunden erhöhen. Das führe dazu, dass „Regelenergie sehr viel teurer wird“, wie Benno Rothstein vom European Institute for Energy Research der Uni Karlsruhe erwartet. Er schlägt als Gegenmaßnahmen variable und an der gerade herrschenden Nachfrage orientierte Tarife sowie einen breit gefächerten Kraftwerkspark vor.

Die Versicherungen jedenfalls haben den Klimawandel als Geschäft entdeckt: „Wenn sich Risiken verändern, entsteht Versicherungsbedarf. Die Naturgefahren werden auf jeden Fall teurer“, sagt Allianz-Techniker Cleemann. Auch die Münchener Rück hat ihre Risikoabschätzung an den Klimawandel angepasst. „Wir sind davon abgegangen, uns wie früher an der Historie zu orientieren, sondern schauen jetzt in die Zukunft, indem wir die Daten von zahlreichen Klimamodellen mit unseren Risikomodellen verknüpfen“, sagt Georisiko-Forschungschef Höppe.

Auch ein anderes Instrument zur Risikoanpassung dürfte durch den Klimawandel gewinnen: Katastrophen-Bonds, wie sie unter anderem vom Rückversicherer Swiss Re angeboten werden. Dabei werden Anleihen ausgegeben, mit denen die Schäden für Naturkatastrophen beglichen werden. Das kann im Extremfall zum Totalverlust für die Anleger führen. Diese lassen sich also nur mit entsprechenden Zinsen ködern. Statt das Risiko selbst kalkulieren zu müssen, können die Anbieter die Risikoabschätzung einfach dem Markt überlassen.

Auf die Landwirtschaft kommen zwiespältige Anforderungen zu. Zum einen muss sie sich auf häufigere Trocken-

perioden einstellen. Zum anderen kann sie aber durchaus profitieren. Die Vegetationsperiode beginnt heute im Schnitt eine Woche früher als noch vor 100 Jahren, hat das PIK herausgefunden. Zudem hat Kohlendioxid einen Düng-Effekt auf die meisten Pflanzen. Eine höhere CO₂-Konzentration in der Luft sollte demnach zu höherem Ertrag führen – ein derzeit viel diskutiertes Thema: „Wir kommen im Moment kaum noch dazu, alle einschlägigen Fachpublikationen zu lesen“, sagt Professor Hans-Joachim Weigel, Präsident der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) in Braunschweig.

Unter Laborbedingungen liefern Pflanzen bei einer um rund 50 bis 80 Prozent erhöhten CO₂-Konzentration im Schnitt rund 35 Prozent mehr Biomasse. Ob sich das so auch auf die freie Natur übertragen lässt, war bislang unklar. Die FAL Braunschweig entwickelte deshalb ein Begasungssystem, mit dem Pflanzen unter freiem Himmel einer CO₂-Konzentration von 550 parts per million (ppm) ausgesetzt wurden – etwa dem 1,5fachen des aktuellen Wertes von 375 ppm. Das Ergebnis dämpft die Hoffnung auf eine künftige Ertragsexplosion. Die Pflanzen zeigten nur 8 bis 14 Prozent mehr Ertrag als ihre unbegasteten Ackernachbarn.

Hitze- und trockenheitsresistentes Saatgut gibt es zwar bereits, doch das ist nur die halbe Lösung. „Robustheit und Ertrag schließen sich aus“, sagt

BAYERN HAT MIT DEM UMBAU DER FICHTENWÄLDER BEGONNEN

Weigel. Bisher jedenfalls. Weigel: „Vor zehn Jahren hat man noch gesagt, wir brauchen nichts Neues zu züchten, es ist alles schon da. Jetzt sind die Pflanzenzüchter

auf den Klimazug aufgesprungen. Wenn es einem Züchter gelingt, Robustheit und Ertrag miteinander zu vereinen, steht das in zehn Jahren auf jedem Acker.“

Während Landwirte jedes Jahr aufs Neue entscheiden können, was sie pflanzen, muss die Forstwirtschaft das Problem hier und jetzt angehen. „Der Baum, den Sie heute pflanzen, sieht das Klima im Jahr 2080 noch“, sagt Weigel. Besonders betroffen ist die Fichte. „Bereits heute ist in manchen Fichtenwäldern ein wirtschaftlicher Anbau kaum mehr gewährleistet. In Zukunft dürfte dies noch mehr Regionen betreffen“, heißt es in der Studie des PIK. Bayern reagiert bereits. Im Rahmen des 40-Millionen-Euro-Programms „Klimawandel im Staatswald“ baut der Freistaat derzeit die staatlichen Nadelgehölze zu Mischwäldern um.

ANPASSUNG SENSIBILISIERT

Ist der Klimawandel also, wenn schon nicht zu verhindern, so wenigstens zu beherrschen? Das hängt davon ab, wie stark die Temperaturen ansteigen werden. Als kritische Schwelle gelten zwei Grad. Die Beschäftigung mit Anpassungsmaßnahmen kann aber durchaus einen positiven Einfluss auf den Klimaschutz haben: Wer sich mit den Folgen auseinandersetzt, wird auch den Wert jeder nicht ausgestoßenen Tonne Kohlendioxid deutlicher erkennen. Und was wir derart sensibilisiert heute an Klimagas-Emissionen mindern, „brauchen wir morgen nicht auszubügeln“, sagt KomPass-Fachgebietsleiter Hain.

Der Lebenszyklus der Innovation

GEOFFREY MOORE

ist Gründer und Geschäftsführer der Unternehmensberatung The Chasm Group. In seinem Bestseller „Crossing the Chasm“ (2. überarbeitete Auflage 1998) beschreibt er den Lebenszyklus von Innovationen:

Zuerst entdecken die „Innovatoren“ eine neue Technik für sich. Sie sind zweckfrei vor allem an der Funktion an sich interessiert. Als Nächstes steigen die „Early Adopter“ oder „Visionäre“ ein, denen es vor allem darum geht, einen Wettbewerbsvorteil zu erlangen. Die „Early Majority“ oder „Pragmatiker“ (etwa ein Drittel des Marktes) folgen, sobald sich eine Innovation als zuverlässig und sinnvoll für das eigene Geschäft bewährt hat. Die „Late Majority“ oder „Konservativen“ (ein weiteres Drittel des Marktes) warten ab, bis sich klare Standards und Marktführer herauskristallisiert haben. Die letzte Gruppe, die „Laggards“ (Zauderer), stellen sich prinzipiell gegen Neuerungen und wechseln erst, wenn der Betrieb der alten Technik aus Mangel an Support oder Ersatzteilen unmöglich wird. Die kritischste Stelle, die Kluft („Chasm“), an der die meisten Innovationen scheitern, ist Moore zufolge der Übergang von den Early Adoptern zur Early Majority. In seinem neuen Buch „Dealing with Darwin“ befasst sich Moore damit, welche Art von Innovation (Moore unterscheidet 15 Kategorien) zu welcher Art von Unternehmen passt.



Der größte Fisch im Teich

Marketing-Experte Geoffrey A. Moore, Autor von „Crossing the Chasm“, über den schwierigen Weg von der Innovation zum Massenmarkt

VON GREGOR HONSEL

Technology Review: Deutschland ist nach wie vor ein Land der Erfinder. Doch die wenigsten Ideen schaffen es, sich als echte Innovationen am Markt durchzusetzen. Was machen die Unternehmen falsch?

Geoffrey A. Moore: Viele Unternehmen versäumen es, sich auf die Art von Innovation zu konzentrieren, bei der sie am stärksten sind, und verzetteln sich dann. Apple zum Beispiel ist berühmt für Design-Innovationen. Dell ist berühmt für Prozess-Innovationen. Intel ist berühmt für Produkt-Innovationen. Statt alle diese Bereiche gleichzeitig zu bearbeiten, sollte man versuchen, in einem Gebiet exzellent zu sein und in den anderen akzeptabel.

Innovationen in Bahnen lenken – wie soll das denn funktionieren? Erfindungen kommen schließlich von unten nach oben durchs Unternehmen, während Management ja ein Top-down-Prozess ist.

Man muss beides machen. Natürlich entstehen Ideen immer spontan und lassen sich nicht kanalisieren. Aber die Unternehmensführung muss entscheiden, welche Ideen weiterverfolgt werden und welche nicht. Ganz wichtig ist dabei das Management der Erwartungshaltung. Die ersten Kunden einer innovativen Anwendung, die „Early Adopter“, sind immer Visionäre, die kaufen eine Vision, kein Produkt. Das Produkt wird diese Visionen aber nie erfüllen können, ein Visionär ist als Kunde nie zufrieden. Deshalb ist es wichtig, Meilensteine bei der Entwicklung einer Anwendung zu definieren, um dem Kunden zu signalisieren, dass es einen Fortschritt gibt.

Warum scheitern so viele Innovationen auf dem Weg zum Massenmarkt, obwohl sie unter den Visionären bereits viele Kunden gewonnen haben?

Weil viele Unternehmen verkennen, dass der Massenmarkt von Pragmatikern bestimmt wird, und die haben ganz andere Bedürfnisse als Visionäre. Visionäre wollen keine evolutionären Verbesserungen, sondern den fundamentalen Durchbruch, und ihnen ist es ganz egal, ob eine An-

„Pragmatiker lieben Marktführer“

wendung noch unreif ist, solange sie ihnen einen Wettbewerbsvorteil verschafft. Kann ein Anbieter schon eine lange Liste von Referenzkunden vorweisen, ist er für den Visionär uninteressant. Pragmatiker hingegen suchen keine disruptiven, sondern kontinuierliche Innovationen, und sie wollen sehen, dass sich eine Anwendung schon bei einem anderen Pragmatiker bewährt hat. Visionäre als Referenzkunden sind für sie deshalb relativ wertlos.

Also kein Mainstream-Kunde ohne Mainstream-Referenz und ohne Referenz kein Kunde? Wie kommt ein Unternehmen aus solch einem Teufelskreis heraus?

Pragmatiker lieben Marktführer, also muss ich der größte Fisch im Teich werden. Bin ich aber ein kleiner Fisch, muss ich mir eben einen entsprechend kleinen Teich, sprich einen Nischenmarkt, suchen. Von dort aus kann ich dann schrittweise die anderen Märkte erobern.

Und wie findet ein Unternehmen heraus, welches der richtige Nischenmarkt ist?

Sie müssen sich fragen: Habe ich Zugang zu potenziellen Kunden? Haben diese

Kunden auch Geld? Gibt es für diese Kunden einen zwingenden Grund, meine Produkte zu kaufen? Habe ich Partner, mit denen ich gemeinsam eine komplette Lösung anbieten kann? Hat ein Nischenmarkt eine strategische Bedeutung für benachbarte Märkte? Wenn es einen Produktbereich gibt, auf den das alles zutrifft, sollte ich mich auf diesen und nur auf diesen konzentrieren und meine Innovationen in diese Bahnen lenken.

Kann es sich ein aufstrebendes Start-up denn leisten, sich auf eine Nische zu konzentrieren? Muss es nicht jeden Auftrag, den es bekommen kann, mitnehmen? Der Markt für seine Produkte wird sich dann ja wohl von selbst entwickeln.

Nicht in einer Million Jahren. Um in den Massenmarkt einzusteigen, brauche ich pragmatische Kunden, die vollkommen zufrieden sind. Das ist aufwendig und teuer. Außerdem brauche ich eine kritische Masse, um meine Produkte per Mund-zu-Mund-Propaganda zu promoten. Das in mehreren Märkten gleichzeitig zu versuchen ist desaströs.

Sie sagen, dass der Massenmarkt – also Pragmatiker und Konservative – keine disruptiven Innovationen mag. Haben Hightech-Firmen jahrelang Marktpotenzial verschenkt, indem sie diese beiden Gruppen zu wenig anvisiert haben?

Ja, denn dadurch werden die Produktzyklen kürzer, als sie sein müssten. Gerade die Konservativen sind das Rückgrat des Marktes. Sie sind sehr anspruchsvoll, auch was den Preis betrifft, aber auch loyal und vor allem zahlreich. In einem wachsenden Markt kann man sich noch über Features differenzieren, doch je reifer ein Markt ist, desto weniger Differenzierung erreicht man durch neue Features. Denken Sie nur an Microsoft Office oder viele neue Mobiltelefone – die sind

voll von Funktionen, die kaum noch tatsächliche Bedürfnisse befriedigen.

Was bedeutet das für das Management eines Unternehmens?

Sie müssen beim Übergang von den Early Adoptern zum Massenmarkt den Forschungs- und Entwicklungs-Etat runter- und den Marketing-Etat hochfahren und außerdem mehr in den Service investieren. Viele Gründer von Hightech-Firmen sind Ingenieure, die sich für ihre Produkte begeistern. Denen fällt es sehr schwer, sich von bahnbrechenden Visionen zu verabschieden. Aber es hilft nichts – ein Unternehmen muss drei Bereiche beherrschen: Innovationen, Verbreitung und Optimierung. Die klassischen Silicon-Valley-Unternehmen waren nur im ersten Bereich stark, in den anderen beiden gar nicht. Das müssen sie nun ändern.

Aber haben Hightech-Start-ups denn überhaupt eine Wahl? Bevor sie anfangen können, sich um Kun-

„Disruptive technische Innovationen werden an Bedeutung verlieren“

den zu kümmern, müssen sie erst einmal Risikokapitalgeber finden – und die wollen doch immer noch nur etwas von umwälzenden Innovationen hören und nicht von evolutionären Verbesserungen.

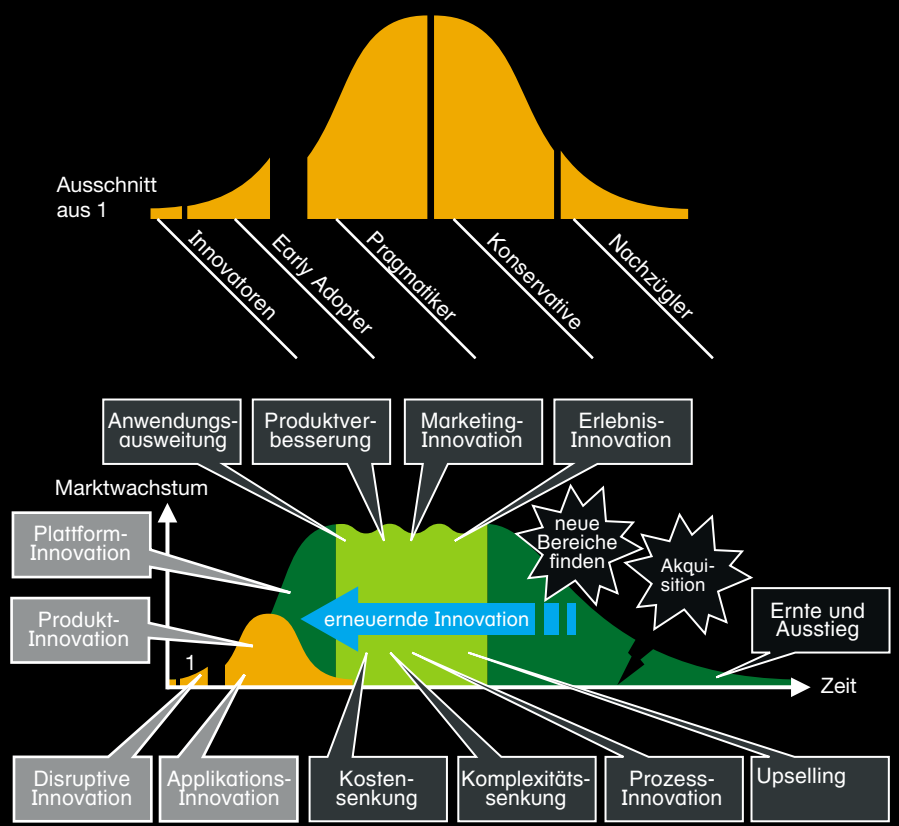
Ja, in den neunziger Jahren war das so. Doch nach dem Zusammenbruch der New Economy ist auch eine neue Generation von Risikokapitalgebern erwachsen, und die interessiert sich viel stärker für die Kundenbasis als früher.

Was hat sich seit dem Erscheinen von „Crossing the Chasm“ in den neunziger Jahren geändert? Wie geht es weiter?

Das letzte Jahrzehnt war etwas Besonderes, weil jede Innovationswelle die vorhergehende hinweggefegt hat. Ich rechne damit, dass es jetzt etwas ruhiger wird. Disruptive technische Innovationen werden – zumindest im Business-to-business-Bereich – eine weniger wichtige Bedeutung haben. Wichtiger werden hingegen die kontinuierlichen Innovationen – also die laufende Verbesserung von Produkten. Außerdem wird es mehr Applikations-Innovationen geben – also den Einsatz von vorhandener Technik in einem anderen Zusammenhang, oder, etwa auf dem Mediensektor, disruptive Geschäftsmodelle. ■■

Richtig innovieren

Das klassische Phasenmodell der Technologie-Einführung aus „Crossing the Chasm“ (oben) hat Moore in seinem aktuellen Buch „Dealing with Darwin“ um Innovationsarten erweitert, die nach dem Übergang einer neuen Technologie in den Massenmarkt kommen. „Es gibt immer Möglichkeiten zur Innovation“, lautet sein Credo. „Das Problem ist nur, dass alle immer so fixiert auf disruptive Innovationen sind.“ Insgesamt unterteilt Moore Innovationen in die Bereiche Produktführerschaft (links), Kundennähe und operative Exzellenz (Mitte) sowie Erneuerungsphase (rechts). In dieser letzten Phase haben die Innovationen nicht mehr das Potenzial, dauerhafte Wertschöpfung zu sichern. Das Unternehmen sollte sich neue Schwerpunkte suchen. Die Aufgabe des Managements ist es laut Moore, denjenigen Pfad durch diese Innovationsarten zu wählen, der die größten Wettbewerbsvorteile bietet.



Hier stand im Heft eine Anzeige

AVM GmbH

Der Fall: Ein inhabergeführtes Unternehmen mit deutscher Fertigung ist Marktführer bei Internet-Zugangstechnik

Standorte: Berlin, Frankfurt, München

Beschäftigte: 480

Ziel: aus eigener Kraft weiter wachsen

Umsatz: 200 Millionen Euro (2005)

Technik-Fan mit Geschäftssinn:
AVM-Geschäftsführer Johannes Nill will weiteres Wachstum – sieht das aber nicht als Selbstzweck



Die drei erfolgreichen Vier

Aus einer Studentenbastelbude ist der Hardware-Hersteller AVM zum deutschen Marktführer bei Internet-Zugangstechnik für Endkunden geworden. Doch seine Erfolgsgeschichte verlief nicht so gradlinig, wie es auf den ersten Blick scheint

VON UDO FLOHR

Im Jahr 1986 gründeten vier Studenten in Berlin-Neukölln die Firma AVM. Sie bilden heute das Management-Team und heißen Johannes Nill (Geschäftsführer), Peter Fixel (Technischer Leiter) und Ulrich Müller-Albring (Vertriebschef). Gemeinsam machten sie AVM zum deutschen Marktführer für Internet-Zugangstechnik, der auch europaweit mitspielt. Statt aus einem Zehn-Quadratmeter-WG-Zimmer operiert das Unternehmen heute aus einer prächtigen Zentrale an der Spree und hat 480 Mitarbeiter.

So oder ähnlich erzählen zahlreiche Abhandlungen die Erfolgsgeschichte des Berliner Vorzeigeunternehmens. Über einen der Beteiligten aber wird gern der Mantel des Vergessens ausgebreitet: den vierten Gründer. Mehrere Mitstreiter der ersten Stunde beanspruchen diese Rolle, zukommen dürfte sie wohl Johannes Nills Bruder Ernst, der bis 1994 ebenfalls als Geschäftsführer bei AVM fungierte und heute ein PR-Unternehmen leitet. Sein Verschwinden aus der Firmengeschichte wirft ein Schlaglicht auf die Probleme der Start-up-Finanzierung. Und es ist der beste Beleg dafür, dass auch im Fall der heute etablierten AVM der Grat zwischen Markterfolg und Verschwinden ein schmaler war.

Auslöser für die Unternehmensgründung war laut Johannes Nill die anstehende Digitalisierung des Telefonnetzes: „Unser Leitbeispiel war der Übergang von der Schallplatte zur CD. Als es hieß, jetzt wird das Telefonnetz digitalisiert, haben wir gesagt, das kann nur gut gehen“, erinnert er sich. Bildschirmtext wurde damals ähnlich wie heute das Internet genutzt, und so entwickelte das Studententeam unter anderem im Auftrag von Loewe und Blaupunkt zunächst Anwendungen für Online-Banking und Preisvergleich. Ein eigenes Produkt folgte 1988 mit dem ersten „passiven“ ISDN-Controller A1, der anstelle eines separaten Prozessors den des PCs benutzte.

Das hatte als unmöglich gegolten und verschaffte AVM entsprechende Beachtung, kam aber dennoch etwas früh, weil die Rechenleistung gerade so eben reichte. Stattdessen folgte 1989 der aktive ISDN-Controller B1, der trotz des Einstiegspreises von rund 4000 Mark bald in fünfstelligen Stückzahlen Absatz fand, unter anderem bei der DATEV und beim Telekom-Bereich der Bundespost.

Mitte der 90er dann war die Zeit wirklich reif für passive Controller. Doch gerade dann begannen die Probleme, die mit Technik wenig zu tun hatten. Zur Finanzierung des Wachs-

tums hatte AVM die Beteiligungsgesellschaft einer Berliner Bank als Gesellschafter aufgenommen. „Das lief einige Jahre sehr gut“, erzählt Johannes Nill, „bis die Bank ihren Anteil verkaufen wollte.“ Darüber kam es 1996 zum Eklat. Anders als die drei ehemaligen Mitstreiter war der damals schon ausgeschiedene Mitgründer Ernst Nill mit dem Vorschlag der Bank einverstanden, AVM an einen US-Konzern zu verkaufen. „Erhebliche Unterschiede in der Bewertung“ des Unternehmens habe es gegeben, erzählt er.

Über den Streit mussten sein Bruder Johannes und die anderen beiden heutigen AVM-Chefs das Unternehmen zwischenzeitlich sogar verlassen – die Bank hatte einen Verwalter eingesetzt. Doch dann drehten die Abservierten den Spieß um: „Wir haben uns entschieden, der Bank selbst ein Angebot zu machen“, berichtet Nill. Das Trio übernahm die ausstehenden Anteile – und ging dabei ein hohes Risiko ein: „Das ging nur, indem wir uns persönlich hoch verschuldeten.“

Doch einmal durchs Feuer gegangen, schien AVMs Siegeszug nicht mehr aufzuhalten. Den Durchbruch auf den Massenmarkt hatte 1995 die Fritz!Card eingeleitet. Sie verbindet PCs per ISDN mit Internet, Fax und Telefon und heißt so, weil man einen nicht technischen Namen suchte, der auch im Ausland augenzwinkernd deutsche Wertarbeit andeuten sollte. Bis 2001 hatte sich die Karte mit dem ungewöhnlichen Namen über neun Millionen Mal verkauft, AVM war unangefochtener Marktführer im deutschen Remote-Access-Markt.

Der Erfolg mit ISDN allerdings hätte damals zur Sackgasse werden können, weil Breitbandzugänge die alte Technik zu verdrängen begannen. Aber bereits 2002 stieg AVM auch in den DSL-Markt ein und steht seit 2004 mit der Fritz!Box erneut im Mittelpunkt. Der Router mit DSL-Modem machte den Deutschen erst richtig klar, dass Internet-Telefonieren auch ohne PC möglich ist. Die Fritz!Box kombiniert eine ISDN-/Analog-Telefonanlage für bis zu elf Nebenstellen mit Voice over IP (VoIP) – technisch so elegant, dass Festnetz- und IP-Telefonie kaum mehr zu unterscheiden sind. Gleichzeitig verbindet sie PCs drahtlos oder per Kabel mit dem Internet.

Dass die Fritz!Box hierzulande schon fast als Synonym für VoIP und Internetzugang gilt, begünstigte nicht zuletzt der aus dem Mobilfunkgeschäft bewährte Kunstgriff, das Gerät (offizieller Preis: 249 Euro) über DSL-Verträge subventioniert als vermeintliche Dreingabe anzubieten. Nach einer Studie des Marktforschers IDC erarbeitete AVM sich bei DSL-Endgeräten einen Marktanteil von 38 Prozent in der Heimat und 10 Prozent europaweit. Für künftiges Wachstum scheint gesorgt: Bei Neuanschlüssen in Deutschland liegt der Fritz!Box-Anteil bei 57 Prozent. In diesem Jahr ist AVM zudem mit VoIP-Gateways in den Büromarkt eingestiegen und zeigte Settop-Boxen fürs Internet-Fernsehen; gleichzeitig kommt Fritz!Mini auf den Markt, ein Schnurlostelefon im iPod-Design.

BEI DER HOTLINE GILT DIE DEVISE: AUCH SKURRILE ANRUFER SOLLEN NICHT GLEICH ABGEWIMMELT WERDEN

Ihren Erfolg führen die Berliner auch darauf zurück, dass sie in mancherlei Hinsicht gegen den Strom schwimmen: So lässt AVM konsequent in Deutschland fertigen, entwickelt sämtliche Hard- und Software selbst und offenbart ein branchenuntypisches Verhältnis zum Wachstum: Das sei „kein Wert an sich, sondern eher Ergebnis anderweitiger Zielsetzungen“, sagt Nill. Auch ein Börsengang sei nicht in Sicht.

Produziert wird beim Elektronik-Spezialisten Rafi in Ravensburg am Bodensee. Das hat Nachteile, gibt Nill zu, „denn Deutschland wird nie ein Billiglohnland werden. Wir gehen damit offen um und versuchen, die Vorteile auszuspielen.“ Die Ware sei nicht wochenlang mit dem Schiff unterwegs, so könne man bei technischen Änderungen schneller reagieren: „In acht Wochen kann in unserer Branche eine Menge passieren, und dann sitzen wir eben nicht auf einem Container mit veralteter Ware.“ Und: Während Konkurrenten schon mal technische Probleme mit unter die Schaltung gelegter Alufolie lösen müssten, sei bei AVM dank eigener Entwicklung alles aufeinander abgestimmt.

Einen Wachstumsschub könnte ein Schritt auf den US-Markt bringen. AVM hatte dort ab 1991 mit dem Netzwerkriesen Novell kooperiert. Doch Amerikaner seien „weniger bereit, hochwertige Angebote zum entsprechenden Preis zu akzeptieren“, sagt Nill, „und wenn man sich den US-Markt näher anschaut, ist er sehr fragmentiert. Unser Schluss: zu viel Aufwand im Verhältnis zum zu erwartenden Return.“ Hinzu kommt, dass DSL nicht überall gleich funktioniert; das gilt besonders für die USA. Eine Fritz!Box enthält 26 internationale Standards, und das Access-Geschäft bedeutet, dass die Ingenieure immer wieder das Zusammenspiel mit Gegenstellen unterschiedlicher Hersteller testen müssen.

Ein entscheidender Erfolgsfaktor ist laut Nill die Kundenzufriedenheit, die AVM sich mit kostenfreien Upgrades, die Funktionen teils dramatisch erweitern, sowie kostenlosem Support erarbeitete. Es gelte die Devise, „auch skurrile Anrufe nicht gleich abzuwimmeln“.

Diese Hotline, besetzt vor allem mit Werksstudenten in der ausgelagerten Tochterfirma RSS, sorgte kürzlich für Schlagzeilen, weil eine Betriebsratswahl platzte. Von indirekten Drohungen der Geschäftsleitung mit Kündigungen war die Rede, ebenso davon, dass der Support-Bereich eigens für die Verhinderung einer AVM-Arbeitnehmervertretung abgespalten worden sei. Nill weist das zurück. Nun solle eine freiwillige Mitarbeitervertretung gebildet werden.

Um zum Abschluss ein weiteres Namensrätsel aufzuklären: AVM bedeutet „Audiovisuelles Marketing“ und bezieht sich auf die Anfänge des Unternehmens als BTX-Dienstleister. Und da schließt sich der Kreis: „So falsch der Begriff zwischendurch vielleicht mal war“, sagt Johannes Nill grinsend, „heute kommt das Internet mit Festnetz und TV zusammen, und da passt er wieder perfekt!“

Gewaltige Maschine: Der Schaufelradbagger „Manitschka“ im Braunkohletagebau Profen ist 150 Meter lang, 35 Meter hoch und wiegt 2850 Tonnen



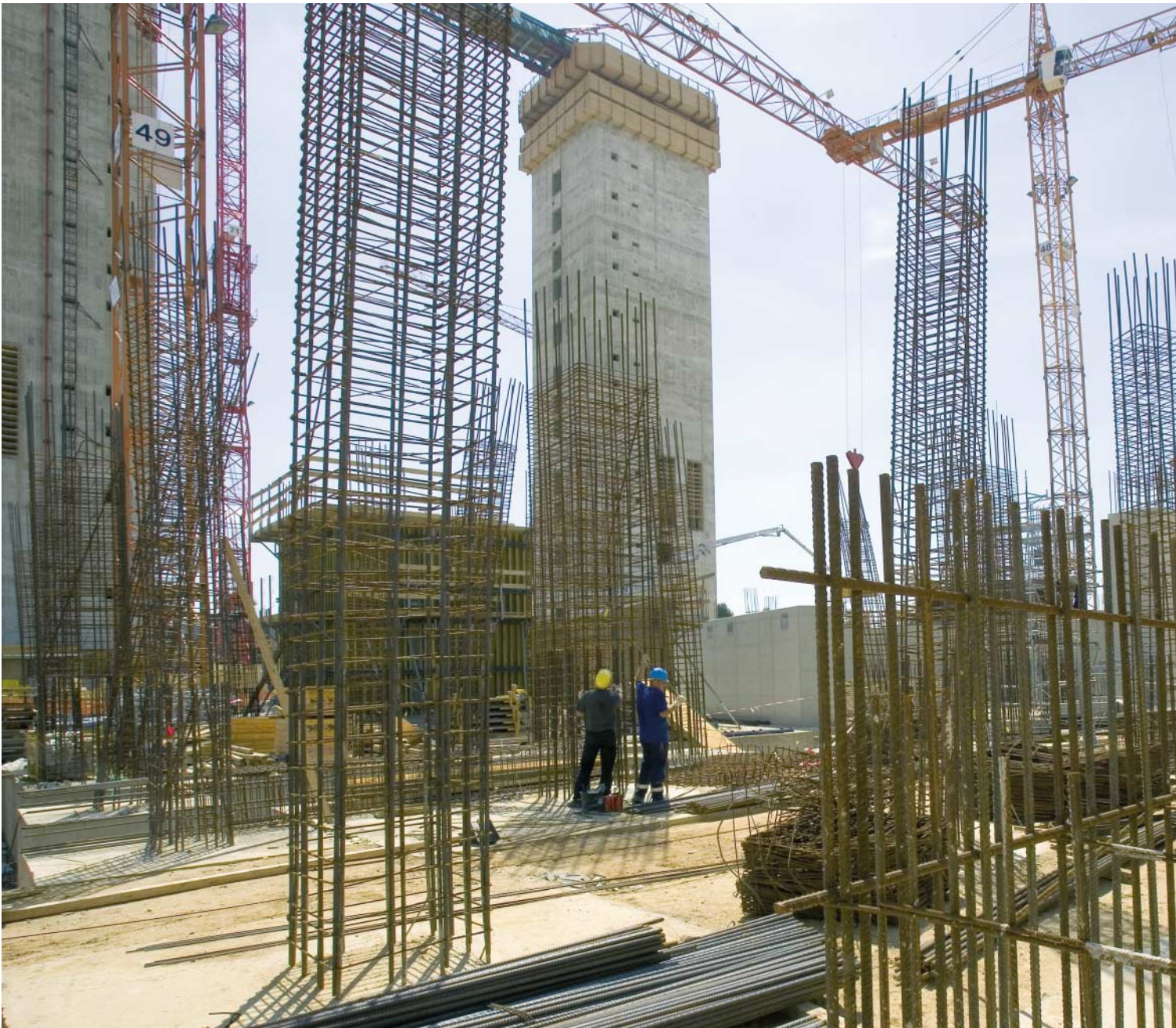
Billig, aber schmutzig

Trotz ihres verstaubten Images gilt Kohle wieder als zukunftsträchtig. Der Hauptgrund: Die Vorräte dürften noch für Jahrhunderte reichen. Doch wenn man das Weltklima einbezieht, wird die Rechnung komplizierter

VON FRANK GROTELÜSCHEN



Vorboten der Zukunft: Im rheinischen Neurath zieht RWE ein gigantisches Kraftwerk hoch – die zwei Blöcke bringen es jeweils auf 1100 Megawatt und sind damit die leistungsstärksten Braunkohle-Kraftwerksblöcke der Welt



Manfred Hensel manövriert seinen Geländewagen über einen Matschweg, vorbei an Baukränen, Betonmischern und Bürocontainern. Der RWE-Baustellenleiter hält vor einer Grube und legt den Kopf in den Nacken. Vor ihm ragen zwei Türme 173 Meter in die Höhe. „Das sind die Treppentürme“, sagt er, „wir haben sie in 81 Tagen hochgezogen.“ Die Betonriesen sind Vorboten für ein gewaltiges Kohlekraftwerk: Im rheinischen Neurath will RWE in vier Jahren Block F und Block G ans Netz bringen – mit ihren jeweils 1100 Megawatt gehören sie dann zu den größten und modernsten Braunkohle-Kraftwerksblöcken der Welt.

Das Mammutprojekt zeigt: Trotz ihres staubigen Images ist Kohle für die Energiebranche ein Energieträger mit Zukunft. Es ist ja auch noch reichlich davon verfügbar: „Die Vorkommen

sind deutlich höher als bei Öl und Gas“, sagt Bernhard Stribrny, Präsident der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) in Hannover. Die derzeit nachgewiesenen Reserven an Steinkohle liegen laut BGR bei etwa 626 Gigatonnen Steinkohleeinheiten (SKE) und sollten bei einem weltweiten Jahresverbrauch von 4,9 Gigatonnen etwa 128 Jahre reichen. Braunkohle hat zwar weniger Heizwert, trägt aber zu den Reserven noch einmal rund 70 Gigatonnen SKE bei. Addiert man sämtliche Ressourcen dazu – vermutete sowie nicht nachgewiesene, aber geologisch wahrscheinliche Vorkommen –, dürfte sogar noch für rund 800 Jahre Kohle vorhanden sein.

Zwar liegt Deutschland bei den Hartkohlereserven – also den derzeit wirtschaftlich förderbaren Vorkommen – mit 161 Millionen Tonnen abgeschlagen auf Platz 42 und bei den Ressourcen



Fahren mit Kohle

Aus Kohle Öl und damit Treibstoff machen – die Technologie ist etabliert und wurde schon in den 1930er-Jahren industriell eingesetzt. Grundsätzlich stehen zwei ausgereifte Methoden zur Verfügung:

- **Bergius-Verfahren.** Geologisch junge Kohle wie Braunkohle wird gemahlen, in Öl suspendiert und mit Wasserstoff bei hohem Druck (700 bar) auf rund 450 Grad erhitzt. Das Ergebnis: ein Öl, das sich zu Benzin weiterverarbeiten lässt.
- **Fischer-Tropsch-Synthese.** Die Kohle wird vergast, indem man sie mit Sauerstoff und Wasserdampf auf über 900 Grad erhitzt. Es entsteht eine Mischung aus Wasserstoff und Kohlenmonoxid. Dieses Synthesegas wird gereinigt und mit Hilfe von Katalysatoren zu Diesel und Benzin umgesetzt.

„Das erste Verfahren führt zu einem guten Ottokraftstoff, das zweite liefert hochwertigen Dieseldieselkraftstoff“, erläutert Professor Matthias Haenel vom Max-Planck-Institut für Kohlenforschung in Mülheim an der Ruhr. „Deshalb ergänzen sich beide Methoden.“ In Deutschland kamen sie vor und während des Zweiten Weltkriegs zum Zuge, als die Nazis sich von Öl- und Gasimporten unabhängig machen wollten. Nach dem Krieg kam das billige amerikanische Erdöl, der Kohletreibstoff wurde zu teuer. Zwar nahm die Bundesrepublik den Faden nach dem Ölschock der 70er-Jahre wieder auf und baute unter anderem in Bftrop eine Pilotanlage. Doch Ende der 80er sank der Ölpreis wieder auf 20 Dollar pro Barrel, die Fabrik wurde eingemottet.

Einzig das wegen seiner Apartheidpolitik isolierte Südafrika hat die Kohleverflüssigung kontinuierlich weiterverfolgt. Das Land besitzt Unmengen an preisgünstiger, weil im Tagebau gewonnener Steinkohle. „Südafrika deckt heute 30 Prozent seines Kraftstoffbedarfs mit Kohlebensin“, sagt Haenel. „Und jetzt, angesichts steigender Ölpreise, stehen sie bereit, ihre Technologie weltweit anzubieten.“

Südafrika steht nicht allein – vor allem das kohlereiche China setzt auf Verflüssigung: Anfang 2007 soll die erste Fabrik in Betrieb gehen, weitere sollen folgen. Siemens spielt mit den Gedanken, im sächsischen Spreetal eine 1000 Megawatt starke Kohlevergasungsanlage zu errichten.

Einen Nachteil hat das Kohlebensin: „Bei seiner Herstellung wird etwa die gleiche Menge an CO₂ frei wie später bei der Verbrennung im Auto“, sagt Haenel. „Verglichen mit gewöhnlichem Benzin, macht das die doppelte Menge an Treibhausgas-Emissionen.“ Als Ausweg bliebe die Sequestrierung.

Kohle ist nicht gleich Kohle

Magerkohle, Mattbraunkohle, Esskohle, Kokskohle, Anthrazit – der Kumpel unterscheidet zwischen zig verschiedenen Sorten. Dagegen sind dem gemeinen Laien nur zwei Varianten geläufig: Stein- und Braunkohle. Letztere ist geologisch gesehen relativ jung. Sie entstand im mittleren Tertiär vor 12 bis 20 Millionen Jahren. Ihr Vorteil: Sie liegt nahe an der Oberfläche und kann kostengünstig im Tagebau gewonnen werden. Ihr Manko: Sie enthält rund

50 Prozent Wasser und hat einen vergleichsweise geringen Energieinhalt.

Mit jährlich 178 Millionen Tonnen, entsprechend 19 Prozent der Weltproduktion, ist Deutschland Weltmeister in der Braunkohleförderung. Fast die gesamte Jahresproduktion verbleibt im Inland, 92 Prozent davon zur Verstromung. Insgesamt deckt Braunkohle 11,2 Prozent des deutschen Primärenergieverbrauchs.

Steinkohle ist geologisch viel älter – sie entstand im Karbon vor 320 Millionen

Jahren. Sie liegt deutlich tiefer als Braunkohle, im Ruhrgebiet bis zu 3000 Meter tief. Grundsätzlich gilt: Je älter die Steinkohle, desto höher sind Brennwert und Qualität: Anthrazit etwa hat einen höheren Kohlenstoffgehalt als die jüngeren Mager- oder Flammkohlen. Deutschland setzt jährlich rund 67 Millionen Tonnen Steinkohle um, also 13 Prozent des Primärenergieverbrauchs. Knapp 37 Prozent oder rund 25 Millionen Tonnen stammen noch aus inländischer Förderung.

mit 8,3 Gigatonnen nach Russland, China, den USA und Indien auf Platz 18. Doch bei der Braunkohle gehört die Bundesrepublik mit sechs Gigatonnen Reserven und 76 Gigatonnen Ressourcen mit zur Weltspitze: Von den 900 Millionen Tonnen Weltjahresproduktion werden knapp 180 Millionen in Deutschland gefördert – kein anderes Land holt mehr Kohle aus der Erde.

Neben der Verfügbarkeit spricht für Kohle vor allem ihr relativ niedriger Preis: Eine Tonne Steinkohle guter Qualität kostet auf dem Weltmarkt etwa 100 Euro und kann rund 30 Gigajoule Energie liefern. Um die gleiche Energiemenge aus der Verbrennung von Öl zu gewinnen, bräuchte man zwar nur 0,7 Tonnen Öl. Die Kosten dafür aber lägen beim derzeitigen Preis von etwa 60 Dollar pro 159-Liter-Fass (Barrel) bei weit mehr als dem Doppelten.

Vor allem der rasant steigende Energiebedarf von Indien und China macht Kohle zu einem gefragten Energielieferanten. Allein China verbraucht inzwischen 37 Prozent des Weltbedarfs – und hat dem Kohleabsatz seit nunmehr sechs Jahren zu einem soliden Wachstum verholfen. Insgesamt nahm Kohle 2005 mit 28 Prozent am weltweiten Primärenergieverbrauch die zweite Stelle hinter Erdöl ein. Der weitaus größte Teil davon entfällt auf Steinkohle, Braunkohle übernimmt den Rest. Die Förderkapazität von Steinkohle ist seit 1990 um rund 25 Prozent von 3,5 auf 4,9 Gigatonnen pro Jahr gestiegen. Die Internationale Energieagentur IEA rechnet bis 2030 mit 1,7 Prozent jährlichem Wachstum.

Rund 70 Prozent der geförderten Kohle landet in den Kesseln von Kraftwerken. Das Prinzip ist denkbar einfach: Die brennende Kohle erhitzt Wasser zu 500 bis 600 Grad heißem Wasserdampf. Dieser treibt Dampfturbinen nebst Generatoren an.

Doch Kohle enthält nicht nur Kohlenstoff – die Verbrennung ist ein schmutziger Prozess: „In den vergangenen Jahrzehnten ging es darum, Schadstoffe wie Schwefeldioxyde und Stickstoffoxyde zu mindern“, sagt Johannes Heithoff, Leiter Forschung

und Entwicklung bei der RWE AG in Essen. „Das ist durch Rauchgasreinigungsanlagen weitgehend gelungen.“ Gleichzeitig haben die Ingenieure – indem sie Druck und Temperatur in der Turbine steigerten und mit den heißen Abgasen die Verbrennungsluft vorwärmten – den Wirkungsgrad der Kohlekraftwerke von kaum 30 Prozent in den 60er-Jahren bis auf 46 Prozent hochgeschraubt. Braunkohlekraftwerke wie jenes, das Manfred Hensel und seine Leute gerade auf einer der größten Baustellen Deutschlands in Neurath bauen, erreichen 43 Prozent. „Damit emittieren wir jährlich sechs Millionen Tonnen weniger Kohlendioxid als eine gleich große alte Anlage“, sagt Hensel.

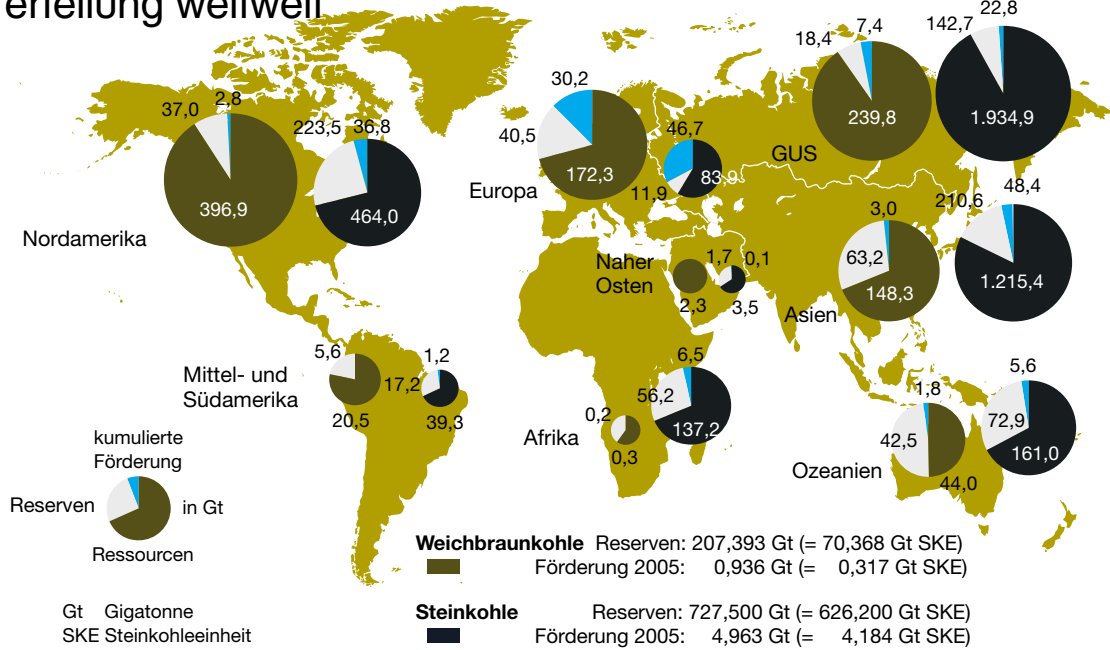
BoA, so nennt RWE die noch junge Technologie – Braunkohlekraftwerk mit optimierter Anlagentechnik. Wo es im Prozess möglich ist, entzieht BoA den heißen Abgasen Wärme, um sie an die Turbinen weiterzuleiten. Um künftig noch mehr Wirkung herauszukitzeln, wollen die RWE-Experten die Trocknung der Braunkohle optimieren. Braunkohle besteht nämlich zur Hälfte aus Wasser und muss vor dem Verbrennen getrocknet werden. Das geschieht zwar schon energiesparend durch die heißen Kraftwerksabgase. Bislang aber verpufft der frei werdende heiße Wasserdampf weitgehend ungenutzt aus dem Schornstein.

Bei der neuen Wirbelschicht-Trocknung hingegen soll die Verdampfungsenergie zurückgewonnen werden. RWE baut an das erste BoA-Kraftwerk in Niederaußem eine Demonstrationsanlage an; 2008 soll sie in Betrieb gehen. „Wir erhoffen uns von der neuen Technik einen Wirkungsgrad von 47 Prozent“, sagt Heithoff. „Dann hätten wir mit der Steinkohle gleichgezogen.“

Der nächste Technologiesprung wäre für sämtliche Kohlekraftwerke interessant: Die Ingenieure wollen die Dampftemperatur in der Turbine von derzeit rund 600 auf 700 Grad Celsius erhöhen. Das Problem: „Wir benötigen dafür neue nickelbasierte Stähle, die diesen hohen Temperaturen und Drücken standhalten“, sagt Heithoff. Um die neuen Materialien zu testen, haben sich Energieversorger und Kraftwerksbauer zu dem Projekt Comtes700 zusammengetan. Im Kraftwerk Scholven in Gelsenkirchen läuft ein Dauerversuch, bei dem die Stähle den Extrembedingungen bis zu 30000 Stunden lang trotzen sollen. In acht bis neun Jahren soll ein 700-Grad-Demonstrationskraftwerk mit 400 Megawatt Leistung ans Netz gehen. In Serie könnte die neue Technik ab 2020 gehen, schätzt Heithoff und hofft: „Dann kommen wir auf einen Wirkungsgrad von über 50 Prozent.“

**SEIT SECHS
JAHREN STEIGT
DIE NACHFRAGE
NACH KOHLE –
HAUPTSÄCHLICH
WEIL CHINA UND
INDIEN VIEL
DA-
VON BRAUCHEN**

Kohle-Verteilung weltweit



Konzentrierte Energie: Das linke Torten-Diagramm zeigt Reserven, Produktion und Verbrauch von Weichkohle, das rechte von Hartkohle

Der wohl größte Nachteil der Kohle ist damit zwar gemildert, aber nicht behoben: Kohlekraftwerke emittieren beträchtliche Mengen des Treibhausgases CO₂ – mit um die drei Tonnen pro Tonne Stein- oder Braunkohle etwa 1,5-mal so viel wie Öl und doppelt so viel wie Gas. Das hat in Europa auch wirtschaftliche Folgen: Seit der Einführung des Emissionsrechtehandels kostet der Ausstoß von Kohlendioxid pro Tonne derzeit rund 10 Euro.

Aus diesem Grund arbeiten Energieversorger und Kraftwerksbauer an sogenannten „CO₂-freien Kraftwerken“. Auch hier ist das Prinzip simpel: Das Kohlendioxid wird abgetrennt, komprimiert und durch Leitungen zu unterirdischen Speichern geschickt. Dort wird es in den Erdboden verpresst und gelagert.

Doch in der Praxis herrscht noch beträchtlicher Entwicklungsbedarf. So basteln die Fachleute an gleich drei verschiedenen Methoden der Kohlendioxid-Abtrennung:

- **das Postcombustion-Verfahren (Rauchgaswäsche):** Die CO₂-haltigen Kraftwerksabgase werden durch eine chemische Waschflüssigkeit geleitet. Diese nimmt das CO₂ auf und fließt weiter zu einem Erhitzer, der sie erwärmt und so das Kohlendioxid wieder herauslöst. Das Gas wird komprimiert und durch Pipelines abtransportiert. Die aminhaltige Waschflüssigkeit fließt zurück zu den Abgasen, um dort weiteres CO₂ aufzunehmen.

A



Schuffen für das Wachstum: China verbraucht mittlerweile 37 Prozent des gesamten Weltbedarfs an Kohle. Damit hat das Land maßgeblich dazu beigetragen, dass der weltweite Kohleabsatz seit nunmehr sechs Jahren steigt

- **das Precombustion-Verfahren (integrierte Kohlevergasung):** Gemahlene Kohle wird mit reinem Sauerstoff in einen Vergaser eingedüst. Dort reagieren Sauerstoff und Kohle zu Kohlenmonoxid und Wasserstoff. Nach Reinigung von Schadstoffen lässt man das Kohlenmonoxid mit heißem Wasserdampf reagieren; heraus kommen Kohlendioxid und Wasserstoff. Dann trennen chemisch Absorptionsverfahren den Wasserstoff vom CO₂. Letzteres wird auf 120 bar verdichtet und durch eine Pipeline zum Speicher gepumpt. Der Wasserstoff kann zu reinem Wasserdampf verbrennen und eine kombinierte Gas- und Dampfturbine antreiben.
- **das Oxyfuel-Verfahren:** Die Kohle wird statt mit Luft mit einem Gemisch aus Sauerstoff und Rauchgas verbrannt. Letzteres besteht im Wesentlichen aus Kohlendioxid. Durch diesen Trick wird der Stickstoff aus dem Geschehen herausgehalten – mit der Folge, dass das Abgas nach der Verbrennung fast nur Kohlendioxid und Wasserdampf enthält. Durch Kondensieren des Wassers lässt sich das Kohlendioxid trennen, komprimieren und abtransportieren.

Mit allen drei Verfahren laufen ehrgeizige Projekte: Das EU-Projekt Castor testet in einem Steinkohlekraftwerk im dänischen Esbjerg die Rauchgaswäsche. Der Energiekonzern Vattenfall baut am Standort „Schwarze Pumpe“ eine 30 Megawatt starke Pilotanlage für den Oxyfuel-Prozess; 2008 soll sie den Betrieb aufnehmen. RWE schließlich plant ein eine Milliarde Euro teures Großkraftwerk basierend auf dem Verfahren der integrierten Kohlevergasung, dessen Start für 2014 geplant ist.

„Jedes der drei Verfahren hat seine Stärken und Schwächen“, sagt Peter Radgen, Projektleiter in der Abteilung Energiepolitik und Energiesysteme am Fraunhofer Institut für

System- und Innovationsforschung ISI in Karlsruhe, das jüngst eine Studie zum Thema veröffentlicht hat. Im Prinzip wäre es mit all diesen Verfahren möglich, bis zu 99 Prozent des CO₂ abzuscheiden. Aber: „Das wäre zu teuer“, sagt RWE-Forschungschef Johannes Heithoff, „wirtschaftlich sinnvoll sind 90 bis 95 Prozent.“

Das Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie geht in seiner Ökobilanz-Analyse sogar nur von einem Abscheidegrad von 88 Prozent aus. „Netto hätte man dann noch eine Treibhausgas-Reduktion von 65 Prozent“, erklärt Dietmar Schüwer, wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Arbeitsgruppe „Zukünftige Energie- und Mobilitätsstruktur“ des Instituts – „das liegt an dem höheren Energieaufwand sowie an den zusätzlichen Methanemissionen, die entstehen, weil man für den höheren Energiebedarf mehr Steinkohle abbauen muss. Insofern sollte man von einem CO₂-armen Kraftwerk sprechen.“ Die Fraunhofer-Forscher am ISI kommen zu etwas besseren Zahlen: „Wir gehen davon aus, dass man beim Betrieb der Kraftwerke etwa 75 Prozent des CO₂-Ausstoßes vermeiden kann“, sagt Projektleiter Radgen.

Doch wo soll das ganze CO₂ dann hin? „Man muss es durch eine Bohrung in den Untergrund drücken“, beschreibt Radgen, „dort verdrängt es das Wasser aus den Poren.“ Langfristig kann das Kohlendioxid sogar mineralisieren, es wird fest. Radgen: „Die Wahrscheinlichkeit, dass man das CO₂ über Jahrhunderte im Boden speichern kann, ist relativ hoch.“ Theoretisch geeignet für diese sogenannte Sequen-

**IN 10 BIS 15
JAHREN KANN
MAN VIELLEICHT
80 PROZENT DES
CO₂ VERMEIDEN.
DIE SAUBERE
TECHNIK WIRD
ABER TEUER**

Hier stand im Heft eine Anzeige



Mit neuer Technik gegen den Klimakiller: Das optimierte Kraftwerk in Neurath entzieht den Abgasen Wärme, wo es nur geht – und soll so jährlich sechs Millionen Tonnen weniger Kohlendioxid emittieren als eine gleich große alte Anlage

trierung sind bestimmte was-serführende Gesteinsschichten (saline Aquifere), tiefliegende Kohleflöze sowie erschöpfte Öl- und Gasfelder. Erste Praxisprojekte gibt es: Der norwegische Statoil-Konzern zum Beispiel presst seit 1996 im Slepner-Feld in der Nordsee jährlich eine Million Tonnen CO₂, das bei der Erdgasförderung anfällt, 1000 Meter tief in saline Aquifere.

Doch manche Experten sehen darin auch Risiken: „Es gibt Geologen, die befürchten, dass das CO₂ in den Aquiferen Mineralien auswäscht und das Trinkwasser kontaminiert“, sagt Dietmar Schümer vom Wuppertal Institut. „Außerdem könnten Erdbeben ein Leck in den Speicher schlagen, sodass das Kohlendioxid wieder nach oben kommt.“

Tatsächlich weiß auch bei RWE noch niemand, was mit dem CO₂ aus dem geplanten Kohlevergasungskraftwerk ab 2014 geschehen soll. „Wir haben noch viele unbekannte Parameter“, sagt Forschungschef Heithoff. Komplette fehle zum Beispiel der rechtliche Rahmen zur CO₂-Speicherung. Grundsätzlich gilt Kohlendioxid als Müll, doch weder Abfall-, noch Wasser- oder Bergrecht halten bislang konkrete Regeln über die nötigen Genehmigungsprozeduren bereit.

Fest steht: Die saubere Technik wird Geld kosten. „Gegenüber einem konventionellen Kraftwerk werden wir acht bis zehn Punkte an Wirkungsgrad verlieren“, sagt Markus Sauthoff, Projektleiter bei Vattenfall. Rechnet man die höheren Investitionen und den Preis für Transport und Speicherung hinzu, landet man bei Mehrkosten von bis zu 50 Prozent.

Das ISI erwartet, dass die Kosten der Stromproduktion mittels Kohle von derzeit vier Cent so auf rund 6,5 Cent pro Kilowattstunde steigen. „Die Differenz zu den erneuerbaren Energien wird sich verringern“, sagt Radgen voraus. Allerdings liefert ein emissionsfreies Kohlekraftwerk auch dann Strom, wenn kein Wind weht und die Sonne nicht scheint.

Ob die Technik überhaupt über das Prototypen-Stadium hinauskommt, hängt entscheidend von der Politik ab: Je höher die Preise für CO₂-Emissionen sind, desto eher lohnt sich die Abscheidung. RWE-Mann Heithoff geht davon aus, dass langfristig keine unbegrenzten CO₂-Emissionen mehr erlaubt sein werden. Auf solche Regeln angewiesen ist er allerdings nicht: Sein neues Super-Kraftwerk läuft notfalls auch, wenn das anfallende Kohlendioxid nicht gespeichert wird.

Im nächsten Heft: Atomkraft, der ewige Streitfall

links

www.iea-coal.org.uk/site/ieacc/home

„Clean Coal Centre Website“ der Internationalen Energieagentur IEA

http://euracoal.be/newsite/overview_de.php

Europäischer Stein- und Braunkohleverband EURACOAL

www.isi.fraunhofer.de/pr/2006de/pr11/pr11.htm

Studie „Kraftwerke ohne Treibhausgase“ des Fraunhofer-Instituts ISI

Hier stand im Heft eine Anzeige



Herzlos zum neuen Herz

Wer in Deutschland und sechs weiteren Ländern Europas ein neues Organ benötigt, dessen Schicksal entscheidet sich in einer kleinen holländischen Stadt namens Leiden: Hier wird nach strengen Regeln der Mangel verwaltet

VON KATHRIN WILKENS; OLIVER TJADEN (FOTOS)

Es ist immer dasselbe. Bei der Führerscheinschulung wird häufig darauf hingewiesen: Man müsse auch mal an die Möglichkeit eines Unfalls denken. Eines schlimmen Unfalls. Und an seine Folgen. – Pause. – Organspende. Ob man sich nicht einen Ausweis zulegen möchte? Oder einmal darüber nachdenken? Oder – wenigstens – einmal mit Angehörigen und Freunden darüber reden?

Das hören die meisten Fahranfänger, nicken – und vergessen es wieder. So lange, bis sie eines Tages wieder mit dem Thema konfrontiert werden.

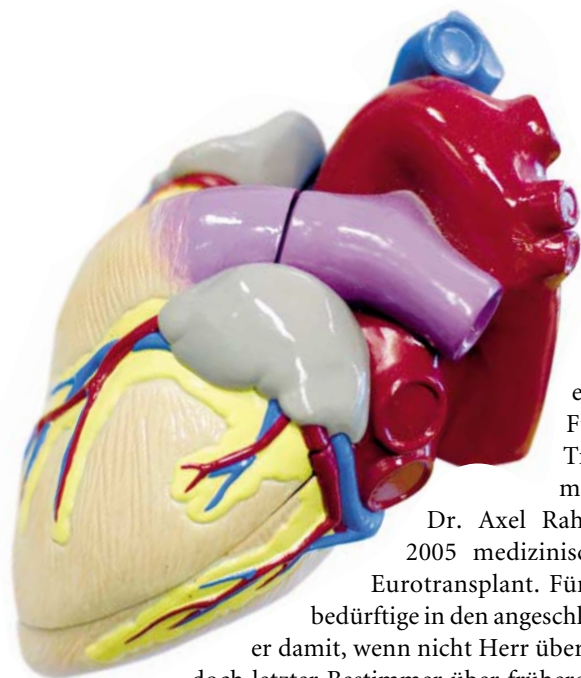
Wenn es so weit kommt, führt ihr weiterer Lebensweg mit hoher Wahrscheinlichkeit über Leiden. Denn in einem kleinen holländischen Städtchen dieses Namens ist der Sitz der Stiftung Eurotransplant mit ihren 67 festen Mitarbeitern, 27 Auslandsstudenten und zwei Direktoren. Hier, in einer Handvoll kleiner Büroräume im zweiten Stock des Krankenhauses Leids Universitair Medisch Centrum, entscheiden Computer und Ärzte darüber, wer in Deutschland, Österreich, Belgien, Luxemburg, den Niederlanden, Slowenien und neuerdings auch Kroatien eines der knappen Spenderorgane zugeteilt bekommt.

Doch wer an dieser zentralen Stelle der europäischen Organvergabe so etwas wie eine Hightech-Schaltzentrale mit angeschlossenen Labor erwartet, sieht sich getäuscht. Eher

wähnt man sich in einem Katasteramt – mit ordentlichen braunen Schreibtischen, halbwegs modernen Computer-Bildschirmen und der obligatorischen Kaffeemaschine, samt Dosenmilch und Zucker, links in der Kammer nebenan.

Ein erheblicher Unterschied zum austauschbaren Verwaltungstrakt allerdings lässt sich doch entdecken: Bei Eurotransplant stehen viele kleine, weiße Eieruhren. Auch sie mögen nicht der Inbegriff moderner Technik sein. Aber die laut tickenden Zeitmesser lassen immerhin erahnen, dass es hier um ernste Dinge geht – und zwar, wie es bei Mangelverwaltung eben so ist, auf herzlos anmutende Weise: Wenn ein neues Organ verfügbar wird, spuckt die Datenbank auf den Leidener Computern eine Liste von Kandidaten aus, die als Empfänger in Frage kommen; sie alle sind bei ihren örtlichen Transplantationszentren registriert. Das Team in Leiden ruft diese Krankenhäuser der Reihe nach an und informiert sie über die Neuigkeit – und von da an tickt gnadenlos die Uhr: Innerhalb kurzer Zeit, bei den sogenannten „Dringlichkeitsorganen“ maximal 30 Minuten, muss das Krankenhaus zurückrufen und melden, dass es den Patienten erreicht hat, dass er sich innerhalb von Stunden im Transplantationszentrum einfinden kann und dass er aktuell operationsfähig ist. Kommt der Rückruf zu spät, ist es für dieses Mal auch zu spät für den Patienten.

Eiliges Transportgut: Gespendete Organe werden in Kühlboxen zum Empfänger gebracht
 – je länger sie unterwegs sind, desto höher ist die Gefahr einer Abstoßungsreaktion



„Wir laufen sonst Gefahr, dass das Organ, beispielsweise eine Niere, so lange nicht vermittelt werden kann, dass es zu einer Beeinträchtigung der Funktion nach der Transplantation kommen kann“, erklärt

Max-Planck-Institut in Göttingen eine Stelle für experimentelle Medizin. Er forschte an Herz-Kreislauf-Anpassungen bei Organtransplantationen und fuhr dazu bis in den Himalaja. „Auch hier lernte ich bei der völlig fremden Kultur: Sich selbst nicht so wichtig zu nehmen, bringt einen im Leben effizient voran“, sagt er, „man kann diese Berggegend nicht erkunden, wenn man sich aufspielt und großtut.“ 1997 ging Rahmel ans Herzzentrum der Leipziger Universität und wurde dort Internist und Facharzt für Kardiologie. 2002 wurde er zum Sekretär der Organkommission der Bundesärztekammer gewählt, im Oktober 2005 folgte die Berufung zu Eurotransplant.

Dr. Axel Rahmel, seit Oktober 2005 medizinischer Direktor von Eurotransplant. Für Transplantationsbedürftige in den angeschlossenen Ländern ist

JE GRÖßER, DESTO BESSER

„Schon mein Vorgänger verbrachte einen nicht unerheblichen Teil seiner Arbeitszeit mit Reisen“, sagt Rahmel, „und ich werde wohl auch so etwas werden wie der reitende Bote, der in Gremien Ideen sammelt und sie an anderer Stelle wieder sinnvoll verteilt.“ Die Hauptaufgabe liegt allerdings auch in dem Projekt, langfristig noch mehr Länder für Eurotransplant zu gewinnen.

er damit, wenn nicht Herr über Leben und Tod, so doch letzter Bestimmer über frühere oder spätere Erlösung von schweren Leiden: Sechs Mediziner gibt es bei Eurotransplant, die sich medizinische Sonderfälle angucken und begutachten. Im Zweifelsfall entscheidet Rahmel.

Denn je größer die Organisation wird, desto effizienter kann sie arbeiten. „Für alle kleinen Länder ist es von Vorteil, sich Eurotransplant anzuschließen“, erklärt Professor Günter Kirste, medizinischer Vorstand der Deutschen Stiftung Organtransplantation (DSO). Der Grund: „Kleine Länder haben auch nur kleine Chancen, ein geeignetes Spenderorgan zu einem passenden Empfänger zu finden. In einem europäischem Verband steigen die Chancen mit jedem Land, das dazu kommt.“ Dass ausgerechnet die Neu-EU-Länder Slowenien

„Eurotransplant ist ein zutiefst soziales Prinzip: Ich helfe anderen, auf dass mir geholfen wird. Der Einzelne ist nicht wichtig, auf die Gemeinschaftssolidarität kommt es an“, sagt der frühere Militär-Mediziner. Sein Solidaritätsbegriff entstand früh: Geboren 1962 in Uslar, war er das neunte von zehn Kindern, sechs davon Halbgeschwister. Nach dem Abitur studierte er in Göttingen Medizin und ging danach, 1987, als Truppenarzt zur Bundeswehr. Zwei Jahre später erhielt er beim

und Kroatien schon dazugehören, habe im Übrigen einen recht banalen Grund: gute Kontakte.

Gegründet wurde Eurotransplant 1967 vom niederländischen Professor Jon J. van Rood. Es war die Zeit des ganz großen Organtransplantationsdurchbruchs: 1954 fand die erste Transplantation zwischen Zwillingen statt. Zwei Jahre zuvor hatte der französische Immunologe Jean Dausset erstmals entdeckt, dass auf menschlichen Blutzellen Antigene sitzen. Später fand van Rood weitere Varianten dieses Antigens, das sich als mitentscheidend für den Erfolg einer Organtransplantation herausstellte. Zu van Roods Zeiten waren gerade mal eine Handvoll verschiedener HLA-Typen (Humane Leukozyten-Antigene, siehe Kasten rechts) charakterisiert. Inzwischen

DIE ORGANVERGABE-REGELN SIND SO KOMPLIZIERT, DASS SELBST DER MEDIZINISCHE LEITER SIE NICHT AUSWENDIG KENNT

„identifiziert man durch gentechnische Methoden immer mehr Untertypen, die relevanten, etwa 50, werden für die Organvergabe bei Eurotransplant berücksichtigt“, sagt Rahmel.

BRAVE PATIENTEN GEWINNEN

Die HLA-Gruppen sind, ähnlich wie bei Blutgruppen, erblich festgelegt. Jeder Mensch hat zwei HLA-Sätze, einen vom Vater und einen von der Mutter. Stimmen die wichtigsten zwei mal drei, also sechs HLA-Typen überein, sprechen Fachleute von einem Full-House-Spenderorgan – der Patient hat die Chance, mit besonders wenig Immunsuppressiva, Medikamenten zur Unterdrückung der körpereigenen Abwehr also, weiterzuleben. „Ideal sind eineiige Zwillinge“, sagt Rahmel, „die haben identische Gewebetypen und brauchen überhaupt keine Immunsuppressiva. Nur 2005 hat man einen einzigen Fall gefunden, wo es zu einer Abstoßung gekommen ist. Aber ansonsten haben sich gegenseitig spendende Zwillinge die allerbesten Chancen, dass das gespendete Organ vom Empfängerkörper angenommen wird.“

Theoretisch könnte man auch mit sechs Mismatches transplantieren, und zuweilen wird dies in Leiden auch veranlasst; der Patient braucht hinterher nur entsprechend höher dosierte Anti-Körperabwehr-Medikamente. Andere Länder, wie die USA, verzichten deshalb sogar ganz auf die HLA-Analyse. „Nur bei Full House oder wenn gar keine Übereinstimmung vorliegt, gibt es deutliche Unterschiede im langfristigen Erfolg der Transplantation“, erklärt DSO-Vorstand Kirste, „bei allen anderen Werten sind die Unterschiede marginal.“

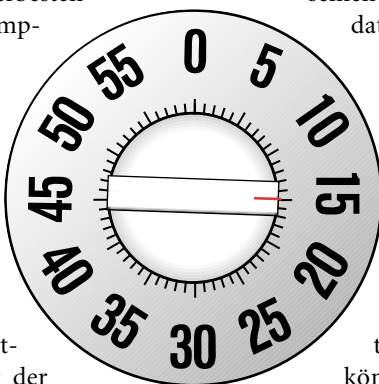
In Leiden werden die HLA-Werte nach wie vor berücksichtigt. Vor allem bei der Nierenspende spielen sie eine große Rolle. Doch sie sind nur einer von vielen Faktoren: Nach wel-



Herr der Nieren: Bei Eurotransplant sind sechs Ärzte für die Begutachtung von medizinischen Sonderfällen zuständig. Die letzte Entscheidung aber liegt beim medizinischen Direktor, dem früheren Truppenarzt und Forscher Axel Rahmel

chen Prinzipien und Regeln nämlich ein Organ vergeben wird, ist kompliziert – so kompliziert, dass selbst der medizinische Direktor Rahmel aus dem Stegreif nicht erklären kann, was in seinen Computern genau abläuft, bevor sie die Kandidatenliste ausspucken.

Grundsätzlich, so hat es die „Ständige Kommission Organtransplantation“ der Bundesärztekammer festgelegt, werden Organe nach zwei Kriterien vergeben: Erfolgsaussicht und Dringlichkeit. Konkret heißt das: Die Blutgruppenverträglichkeit ist ein K.o.-Kriterium. Dazu kommt die HLA-Typisierung. Es folgen Antikörper im Blut des Empfängers, die den Erfolg einer Transplantation schmälern oder unmöglich machen können, allgemeiner Gesundheitszustand, Wartezeit und auch vermuteter Patientengehorsam – niemand soll eine Niere bekommen, der dann seine Immunsuppressiva nicht nimmt. Und schließlich gibt es noch das Programm „old for old“: Spender über 65 Jahre spenden an alte Patienten.



Auch die Entfernung zwischen Spenderorgan und Empfänger-Patient spielt eine wichtige Rolle: Für einen HLA-Volltreffer gibt es 400 Punkte, maximal 200 Punkte kann man auch für eine unmittelbare Nähe zum Spenderorgan bekommen. „Die Nähe hat zwei Vorteile“, sagt Rahmel, „zum einen ist der Weg nicht zu lang, es vergeht also weniger Zeit zwischen Organentnahme und -neuverpflanzung. Und zum anderen wird wenigstens ein bisschen gewährleistet, dass Regionen, die viel spenden, auch davon profitieren.“

Denn bei aller gemeinsamen Verwaltung sind die Spenderzahlen höchst unterschiedlich: In Österreich, Belgien und den Niederlanden gilt die sogenannte Widerspruchslösung – wer kein Organspender werden möchte, muss zu Lebzeiten aktiv dafür sorgen. In Deutschland dagegen, dem bevölkerungsmäßig weitaus größten Eurotransplant-Mitglied, dürfen Organe nur entnommen werden, wenn der Verstorbene das zuvor ausdrücklich genehmigt hat. Zusätzlich wurde 1997 die „erweiterte Zustimmungslösung“ eingeführt: Bei einem eintretenden Hirn- oder Herztod werden die Angehörigen gefragt, wie sich der Verstorbene wünschen würde, behandelt zu werden. „Menschen sind von Natur aus passive Wesen“, kritisiert Rahmel, „mit der erweiterten Lösung wälzt man die Entscheidung auf gerade trauernde Angehörige ab.“

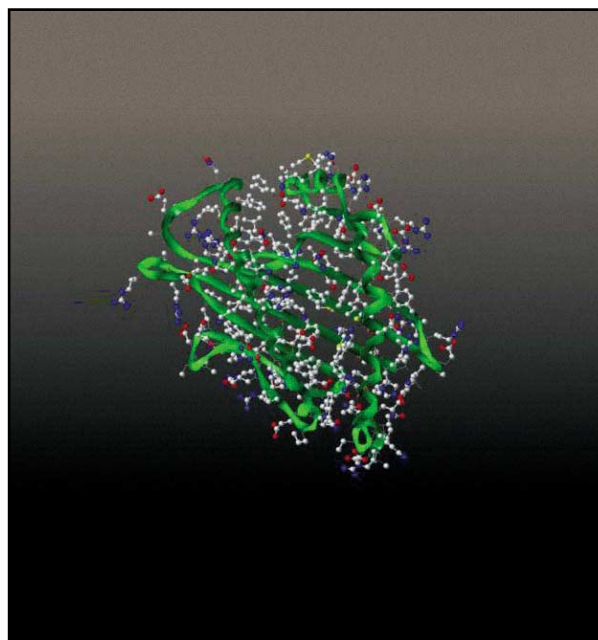
Als Alternative gibt es ebenfalls seit 1997 die sogenannte Lebendspende für Personen, „die sich in besonders emotionaler Verbundenheit offenkundig nahe stehen“, wie es im deutschen Transplantationsgesetz heißt. Ein Gremium aus Ärzten und Psychologen muss dafür mehrmals bescheinigen, dass Spender und Empfänger zu dieser Entscheidung nicht gedrängt werden. Rund 16 Prozent aller Organspenden sind mittlerweile Lebendspenden, und bei ihnen sind die Chancen für eine auf lange Sicht erfolgreiche Transplantation deutlich höher als bei Organen von Toten – aus zwei höchst unterschiedlichen Gründen, wie Rahmel erklärt: „Das liegt zum einen an der sehr kurzen Wegezeit,

die das Organ hat. Und zum anderen an der hohen Patientenvernunft. Wenn die Ehefrau die Spenderin ist, wird sie schon dafür sorgen, dass ihre gespendete Niere nicht durch Unachtsamkeit ihres Mannes verkümmert. Der muss dann jeden Tag seine Immunsuppressiva nehmen. Und er nimmt sie auch.“

DAS HERZ VON EINER FRAU ZU BEKOMMEN, MACHT MÄNNERN MEHR ZU SCHAFFEN ALS EINE EHEMALS WEIBLICHE NIERE

Durchschnittlich sieben Jahre muss in Deutschland warten, wer zum Beispiel eine Spenderniere braucht. Bevor er überhaupt auf die Warteliste kommt, muss er viele, oft nervenraubende Untersuchungen über sich ergehen lassen; auch in der Folgezeit muss er immer wieder zum Arzt und vorsorglich seinen Gesundheitszustand überprüfen lassen.

Wenn dann irgendwo im Einzugsgebiet von Eurotransplant ein Motorradfahrer verunglückt oder auf eine andere



Protein-Knäuel: Computer-Bild eines HLA

Trikots für Zellen

Humane Leukozyten-Antigene sind auf dem Äußeren der Zelle verankerte Glykoproteine (Zuckergruppen tragende Eiweiße). Jeder Mensch hat eine individuelle, erblich festgelegte HLA-Signatur – eine Kombination aus verschiedenen HLA-Proteinen. Mit Hilfe dieser Gewebemerkmale kann der Körper eigene von fremden Zellen unterscheiden – ähnlich wie die Trikoffarbe beim Sport zur Unterscheidung von Mannschaften dient. Bakterien oder die Zellen eines transplantierten Organs tragen – außer bei eineiigen Zwillingen – stets eine von der eigenen abweichende Signatur. Zellen des Immunsystems prüfen ständig im gesamten Körper, ob fremde Signaturen zu finden sind. Stoßen sie auf solche, veranlassen sie die Bildung von Antikörpern, die die fremden Zellen attackieren. Mit Genen im Sinne von Erbmaterial haben die HLA nichts zu tun: Die Bezeichnung Antigen steht als Abkürzung für „Antikörper generierend“.

Jeder Mensch erbt zwei Sätze von genetischen Bauplänen für die eigenen HLA, je einen von jedem Elternteil, die dafür sorgen, dass die Zellen mit den charakteristischen Glykoproteinen bestückt werden. Insgesamt sind derzeit 200 Gene bekannt, die das HLA-System ausmachen. Die drei mit Abstand wichtigsten werden als HLA-A, HLA-B und HLA-C bezeichnet. Weil für jedes dieser Gene mehrere hundert verschiedene Varianten existieren, hat jeder Mensch eine höchst individuelle Kombination. Deshalb ist die Wahrscheinlichkeit extrem gering, einen perfekt passenden Spender für eine Transplantation zu finden. Da jede noch so kleine Abweichung zu einer Abstoßungsreaktion führt, beruht der Erfolg von Transplantationen zum großen Teil auf Fortschritten in der Immunsuppressivtherapie.

Weise Spenderorgane verfügbar werden, klingelt eines der vielen Telefone in Leiden. Keine Überraschung: Die Zentrale ist auch nachts und am Wochenende besetzt. Gefüttert mit Daten des Verunglückten, spuckt der Computer dort die Liste der passenden Empfänger aus. Das für den am besten passenden Patienten zuständige Transplantationszentrum bekommt einen Anruf, und die erste Eieruhr beginnt zu ticken. Vor Ort versuchen die Ärzte, den behandelnden Arzt des Auserwählten zu erreichen, damit der seinen Patienten alarmieren und zum Transplantationszentrum schicken kann – vorausgesetzt, er muss nicht sofort abwinken, weil der Patient gerade nicht operationsfähig ist.



Call-Center: Die Telefonzentrale bei Eurotransplant ist rund um die Uhr und auch am Wochenende erreichbar




Wenn alles glattgeht, kommt der Empfänger wenig später in sein Transplantationszentrum und wird dort auf mögliche Krebserkrankungen oder sonstige Hindernisse wie Infektionen oder körpereigene Entzündungszeichen untersucht. Gleichzeitig wird das Spenderorgan, koordiniert von Eurotransplant, auf den Weg geschickt – in einer Kühlbox, die das Organ maximal 36 Stunden Transport per Flugzeug, Hubschrauber und Blaulicht-Fahrzeug überstehen lässt. Allerdings: Je länger die Reise dauert, desto größer ist die Gefahr einer Abstoßungsreaktion nach der Transplantation.



Schneller Überblick: Eine Europakarte an der Wand zeigt die wichtigsten Krankenhäuser im Gebiet von Eurotransplant, in denen Organtransplantationen vorgenommen werden können

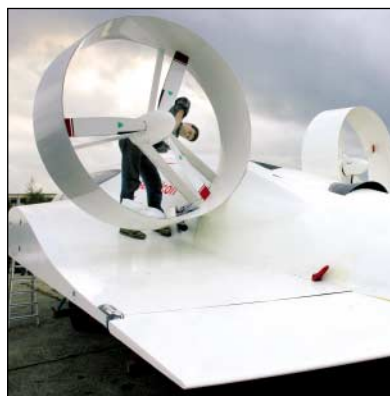
SCHEITERN AUF DER ZIELLINIE

Der Transplantation steht dann nicht mehr viel im Wege – und doch kann sie kurz vor der Ziellinie noch scheitern. Vor der Operation steht noch ein Test an, den der umfangreiche Datenaustausch im Vorfeld nicht ersetzen kann: Lymphozyten des Spenders werden mit Blutserum des Empfängers in Kontakt gebracht. Mit diesem „Cross Match“ wird geprüft, ob der Patient Antikörper im Blut hat, die sich gegen die Zellen des Spenders richten. Würde man in diesem Fall dennoch transplantieren, käme es trotz Immunsuppressiva innerhalb von Stunden zu einer schweren Abstoßungsreaktion – und damit zum Verlust des Organs. Erst im Oktober gab es einen solchen spektakulären Fall in Hannover: Eine Patientin von der Leidener Liste wurde unter großem Aufwand gesucht, gefunden und in die Klinik zitiert – und musste dann wegen eines positiven Cross Matches wieder nach Hause geschickt werden.

Derzeit stehen rund 16 000 Patienten bei Eurotransplant auf der Warteliste für ein neues Organ. Die Niere wird von den sogenannten „soliden Organen“ (im Gegensatz zu Blut) am häufigsten transplantiert. Kein Wunder: Durch die Blutwäsche, die Dialyse, haben Betroffene jahrzehntelang gute Überlebenschancen – bei anderen Organen wie Herz, Lunge oder Leber funktioniert das nicht. Und: Patienten haben in der Regel kein so emotionales Verhältnis zu dem hartfleischigen Organ, dass sie auch noch gleich zweifach in sich tragen. Als Mannsbild ein Frauen-Herz transplantiert zu bekommen, sagt Rahmel, macht mehr Patienten zu schaffen als eine einst weibliche Niere. 

Hier stand im Heft eine Anzeige

Hier stand im Heft eine Anzeige



Schiffbau

- | | | |
|----|------------|---|
| 62 | WERFTEN | Masse aus Asien, Hightech aus Europa |
| 67 | ANTRIEBE | Zweitakter, Turbinen und neue Windkraft |
| 68 | GRAFIK | Das größte Passagierschiff der Welt von innen |
| 70 | PRODUKTION | Wie der Bau von Schiffen effizienter wird |
| 73 | ROST | Der schwierige Kampf gegen den Verfall |
| 74 | DESIGN | Neue Schiffstypen für jede Nische |

In Deutschland hat sich der einst von Pleiten gebeutelte Schiffbau inzwischen in eine Hightech-Industrie verwandelt. Mit neuesten Methoden werden hier technisch anspruchsvolle Passagier-, Kreuzfahrt- oder Forschungsschiffe entworfen, konstruiert und gebaut. Auch ganz neue Ideen für zukunftsweisende Schiffsdesigns und Antriebe sind im Kommen.

Eine Million Euro pro Meter

Der Schiffbau boomt weltweit – das große Geschäft machen vor allem asiatische Werften. Mit neuen Ideen wollen die Europäer ihre Nische als Hightech-Anbieter sichern

VON WOLFGANG RICHTER

Kennen Sie Anigré? Nein, das ist nicht der exklusive Vorname eines neuen Starlets oder Top-Models. Das helle afrikanische Laubholz schmückt den Salon der Motoryacht „Oasis“ – ein taufrisches Produkt der Lürssen Werft in Bremen. Doch Models würden gut in das Ambiente des strahlend weißen, 60 Meter langen Dreieckers passen: zur Badewanne aus pakistanischem Onyx, den hellblau gepolsterten Spielwiesen auf dem Oberdeck oder zum Bartresen aus „Cobra-Gold-Granit“. „Von der Länge her gehört die Oasis eher zur Mittelklasse unter den Luxusyachten“, erzählt Jochen Halbe, Chefredakteur des Fachmagazins „Meer & Yachten“. 90 oder 100 Meter sind in diesem Marktsegment inzwischen keine Seltenheit, und jeder Meter ist für die Werft ein lukratives Geschäft. „Pro Meter eine Million Euro Kaufpreis, das ist eine ganz gute Faustformel“, sagt Halbe.

Lürssen lieferte in diesem Jahr fünf Megayachten aus, ein Rekord in der Unternehmensgeschichte. Weltweit standen

in den Auftragsbüchern der Yachtbauer im vergangenen Jahr 21 Prozent mehr Bestellungen als im Vorjahr, rund zwei Drittel davon bei europäischen Werften.

Ob Lürssen, Abeking oder Thyssen-Krupp: Beim Bau von Luxusyachten für Superreiche ist weltweit deutsche Qualitätsarbeit gefragt. Wenn es allerdings um das Massengeschäft geht, sieht es für die deutschen Werften düster aus – beim Bau von großen Handelsschiffen können sie mit der Billigkonkurrenz aus Asien nicht mithalten. Die führende Schiffbaunation ist mit einem Marktanteil von 37 Prozent Südkorea, gefolgt von Japan mit 24 Prozent und China mit 17 Prozent. An vierter Position steht Deutschland – allerdings mit nur etwas mehr als drei Prozent. Damit der Abstand zu den Asiaten nicht weiter wächst, wollen Politiker, Verbandsvertreter, Unternehmer und Gewerkschafter auf der 5. Nationalen Maritimen Konferenz, die Anfang Dezember in Hamburg stattfindet, über bessere Rahmenbedingungen für deutsche Schiffsbauer beraten.

Das ist auch dringend nötig. Denn vom Megatrend der weltweiten Globalisierung haben deutsche Werften nur unterproportional profitiert: Der überwiegende Teil des Welthandels wird mittlerweile per Schiff abgewickelt, die Gesamtmenge aller per Schiff transportierten Güter hat sich seit Anfang der achtziger Jahre fast verdoppelt. Allein 3500 Containerschiffe, 16 000 Stückgutfrachter und mehr als 11 000 Tanker sind weltweit im Einsatz. Und die Pötte werden zunehmend größer: Die im Sommer getaufte „Emma Maersk“ der dänischen Reederei Maersk kann gut 13 000 Standardcontainer von 20 Fuß Länge aufnehmen und ist damit das bislang größte Containerschiff der Welt. Insgesamt standen Mitte dieses Jahres weltweit 6100 Bestellungen in den Orderbüchern der Schiffbaubranche, immerhin das Vierfache der gesamten Jahresproduktion von 2005.

Während die großen Werften in Asien – die größte der Welt ist die südkoreanische Hyundai Heavy Industries – vor allem Container- und Tankschiffe in

großer Stückzahl und zu günstigen Preisen bauen, konzentrieren sich die meist mittelständischen deutschen Unternehmen auf technisch hochwertige, teure Einzelstücke oder auf kleine Serien: Fähren und Kreuzfahrtschiffe, Spezial- und Marineschiffe, Yachten sowie kleinere Frachtschiffe. Doch auch diese anspruchsvolle Nische ist bedroht: China hat sich per Parteitagbeschluss das Ziel gesetzt, die Nummer eins im Weltschiffbau zu werden. Und Länder wie Vietnam und Indien errichten mit staatlicher Hilfe neue Werften.

Kein Mangel an Ideen

„Die Wahrscheinlichkeit steigt, dass sich asiatische Werften in den klassischen Marktsegmenten der Europäer probieren“, warnt Werner Lundt, Hauptgeschäftsführer des Verbandes für Schiffbau und Meerestechnik (VSM). Eine weitere Gefahr sieht er in der Produktpiraterie – denn inzwischen werde von den ausländischen Auftraggebern oft eine Zusammenarbeit mit Unternehmen vor Ort einge-

fordert. „Dies bedeutet dann häufig einen Wissenstransfer bis zu 100 Prozent“, sagt Lundt diplomatisch. „Für den europäischen Schiffbau kommt es deshalb darauf an, schneller zu innovieren, als andere kopieren können“.

An neuen Ideen im europäischen Schiffbau mangelt es nicht. Das zeigte die internationale Fachmesse „Shipbuilding, Machinery & Marine Technology“ (SMM), die Ende September in Hamburg stattfand. Auf dem weltweit größten und wichtigsten Treffen der Branche waren die Innovationen der Werften aus Platzgründen allerdings nur auf Fotos und Bildschirmen zu sehen – oder als detailgetreue Schiffsmodelle, die jedes Bastlerherz hätten höher schlagen lassen. Eine besondere technische Neuerung ist das sogenannte SWATH-Konzept. Die Abkürzung steht für „Small Waterplane Area Twin Hull“ und bezeichnet einen Schiffstyp, dessen Deck wie ein Katamaran auf schmalen Stützen steht. Diese enden aber nicht in zwei Rümpfen, sondern in zwei torpedoförmigen Schwimmkörpern un-

terhalb der Wasserlinie. Der Trick: Da schon in geringen Wassertiefen die Wellenbewegungen des Meeres stark abnehmen, liegt ein SWATH-Schiff wesentlich ruhiger im Wasser (siehe auch den Artikel zu neuen Schiffstypen auf Seite 70).

Der Wert der Teile

Für den Gütertransport stellte die europäische Werftengruppe Aker Yards ein verblüffend einfaches Konzept vor. Das im April fertiggestellte Containerschiff „Norilskiy Nickel“ kann nicht nur traditionell mit dem Bug nach vorn fahren, sondern zusätzlich in Rückwärtsfahrt mit seinem als Eisbrecher geformten Heck bis zu 1,5 Meter dickes Packeis zerteilen. Dadurch ist es auf den Nordrouten Russlands nicht auf die Hilfe von Eisbrechern angewiesen und kommt in offenem Wasser trotzdem optimal voran.

Bei der Entwicklung dieses Zwitter-Schiffs haben die Aker-Werften in Helsinki und Rostock-Warnemünde eng zusammengearbeitet. Es benutzt einen sogenannten Pod-Antrieb: In einer Gon-

Klotzen statt kleckern: Die „Emma Maersk“ ist mit 398 Metern Länge und 56,4 Metern Breite das größte Containerschiff der Welt. Sie kann mehr als 13 000 Container transportieren



del an der Unterseite ist ein Elektromotor mit Propeller untergebracht, der um 360 Grad drehbar ist; den benötigten Strom liefern Dieselgeneratoren im Bauch des Schiffes. Eine russische Reederei hat bereits vier weitere Schiffe dieses Typs für insgesamt 320 Millionen Euro geordert.

Eine starke Stellung im Schiffbau haben die Zulieferer. „Die Schiffsausrüstungsindustrie steuert 70 Prozent zum Wert eines Schiffes bei“, sagt Pim van Gulpen, Präsident des European Marine Equipment Council (EMEC), eines Zusammenschlusses von 13 europäischen Handelsvereinigungen. Und in diesem Segment können die Deutschen punkten. Die Zulieferindustrie steht weltweit an zweiter Stelle hinter Japan, beim Export ist sie sogar die Nummer eins.

Rund 70 000 Menschen arbeiten in der Branche, die Betriebe liegen zur Hälfte an der Küste, die andere Hälfte verteilt sich über ganz Deutschland. Das hat zum Teil bizarre Konsequenzen: Will etwa die Mecklenburger Metallguss GmbH in Wa-

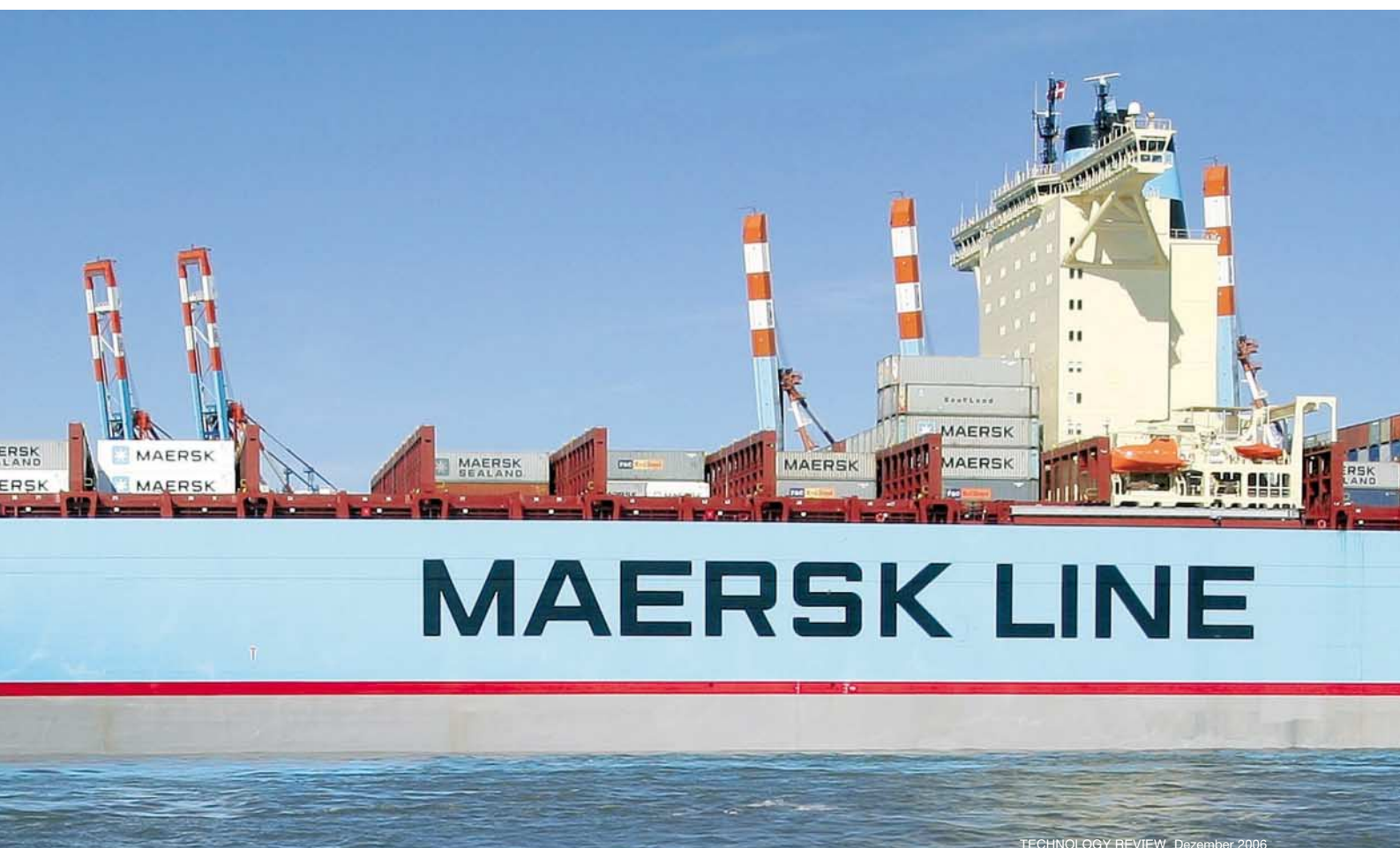
ren an der Müritz einen ihrer riesigen Schiffspropeller per Schwertransport nach Hamburg oder Rostock verfrachten, müssen dafür schon mal Ampeln und Verkehrsschilder abgebaut und Bäume gefällt werden. Einen Durchmesser von knapp zehn Metern und ein Gewicht von 135 Tonnen hat zum Beispiel der Propeller aus Waren, der die „Emma Maersk“ antreibt. Insgesamt deckt die Mecklenburger Metallguss mit ihren Schiffspropellern rund ein Viertel des globalen Bedarfs – und ist damit Weltmarktführer.

Bei den Motoren, die solche Propeller antreiben, geht es momentan vor allem um geringere Emissionen und niedrigeren Kraftstoffverbrauch. MAN Diesel aus Augsburg, Caterpillar oder die MTU-Gruppe übertragen dafür Techniken aus dem Automobilbau – zum Beispiel die elektronische Steuerung der Einspritzung – auf die wesentlich größeren Schiffsdiesel, die Leistungen bis zu 100 000 PS erreichen können. Umweltfreundliche Motoren sind besonders bei Kreuzfahrtschiffen

gefragt – vor allem durch den massiven Druck der Öffentlichkeit und der Passagiere. Zum Umweltkonzept der Luxusliner gehört inzwischen auch eine komplette Abfall-Recycling-Anlage an Bord.

Preise drücken im Verbund

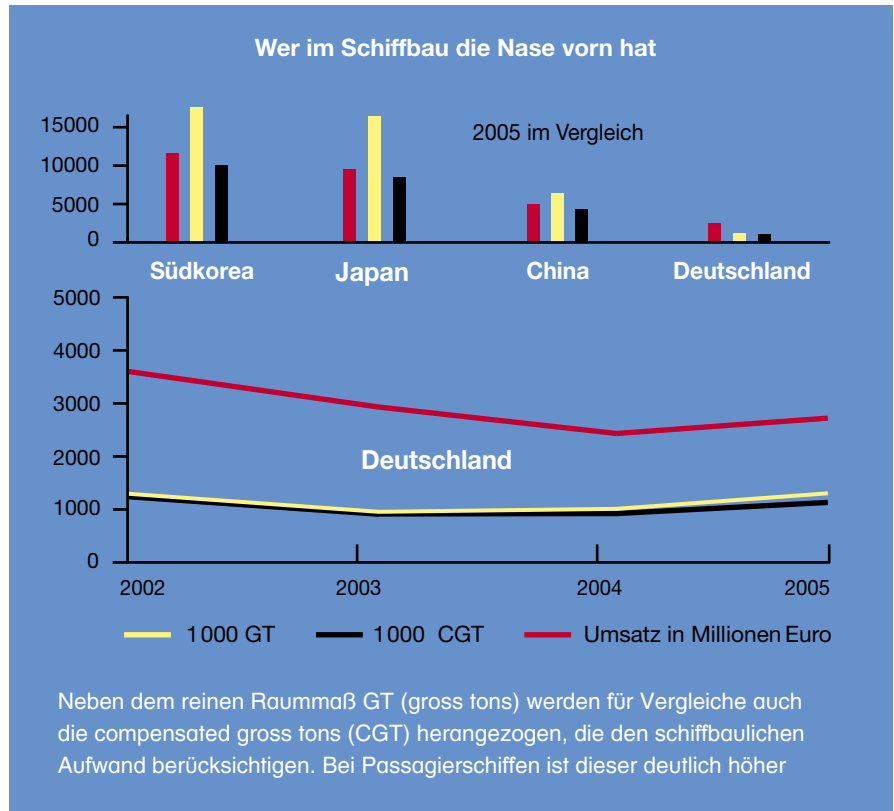
„Gerade bei den hochkomplizierten Kreuzfahrtschiffen ist eine enge Zusammenarbeit von Werften und Zulieferern besonders wichtig“, sagt Peter Hackmann, Pressesprecher der Meyer Werft in Papenburg. Im Jahr 2000 ist der auf Luxusliner spezialisierte Schiffbauer deshalb in den Interessenverbund „Euroyards“ eingetreten, dem mittlerweile fünf weitere europäische Werften angehören. Er bietet den Zulieferbetrieben eine elektronische Kommunikationsplattform, die den Einkauf von Waren und Leistungen vereinfacht. Zudem soll das Netzwerk eine gemeinsame Forschung und Entwicklung ermöglichen. „Natürlich können wir im Verbund auch besser gegenüber internationalen Organisatio-



nen oder Großkonzernen auftreten“, sagt Hackmann.

Die mittelständischen Zulieferbetriebe wird dies weniger erfreuen. Die geballte Einkaufsmacht von Euroyards dürfte auf die Preise drücken. Doch auch die Ausrüster wandeln sich und stärken damit ihre Position: „Letztendlich wird der Schiffbau in den Werften immer mehr zu einem abschließenden Montageprozess werden, weil ein zunehmender Teil der Fabrikation und Montage von den Zulieferern übernommen wird“, prophezeit EMEC-Präsident Pim van Gulpen.

Will der europäische Schiffbau wirkungsvoll der Konkurrenz aus Fernost begegnen, müssen die politischen Rahmenbedingungen verbessert werden. Das hat die Europäische Kommission schon 2003 erkannt, als sie gemeinsam mit der europäischen Schiffbau-Industrie die Initiative „LeaderSHIP 2015“ ins Leben rief. Unter dem Begriff „LeaderSHIP Deutschland“ startete Anfang 2005 die



Umsetzung dieser Initiative in der Bundesrepublik. Einer der Kernpunkte ist dabei, dass die Politik die Besonderheiten des Schiffbaus anerkennt. So verbot zum Beispiel bis zum Jahr 2005 eine EU-Richtlinie, einen mit staatlicher Unterstützung gebauten Prototypen zu verkaufen. Im Automobilbau mag das Sinn machen, bei Schiffen hingegen nicht. Schiffe sind häufig Unikate, also „Prototypen“, und gerade bei ihnen ist es ein besonderes unternehmerisches Risiko, neue Techniken erstmals zu testen.

„Auch das nationale Steuerrecht berücksichtigt unsere Besonderheiten noch nicht genügend“, beschwert sich Schiffbau-Verbandschef Lundt. Eines der Probleme: Der Bau eines Schiffes oder gar einer ganzen Serie läuft meist über mehrere Jahre, während die Steuer jedes Jahr abgerechnet wird. Da beispielsweise bei Handelsschiffen 80 Prozent des Preises erst bei Abholung fällig werden, muss die Werft im ersten Jahr in enorme Vorleistungen treten. Solche Verluste können seit Anfang 2004 nur noch zum Teil steuerlich geltend gemacht werden, was nach Meinung des VSM eine Benachteiligung gegenüber

anderen Branchen darstellt, die nicht derart langen Produktionszyklen unterliegen.

Mitarbeiter im Pool

Diese Streitfragen werden zurzeit in Arbeitsgruppen zusammen mit den zuständigen Ministerien und der IG Metall beraten – erste Ergebnisse sollen auf der 5. Nationalen Maritimen Konferenz Anfang Dezember vorgestellt werden. Grundlage für die Gespräche ist eine Studie, die die Unternehmensberatung PricewaterhouseCoopers gemeinsam mit der Technischen Universität Hamburg-Harburg erstellt hat. Sie empfiehlt neben verstärkter Kooperation wie bei Euroyards auch einen Mitarbeiterpool, über den bei starken Schwankungen in der Auslastung Arbeitnehmer unter den Werften ausgetauscht werden können. Dies scheint notwendig, obwohl die Betriebe in ganz Europa bereits eine extreme Rationalisierungswelle durchlaufen

haben: In den vergangenen 20 Jahren baute die Branche 36 Prozent der Arbeitsplätze ab und steigerte gleichzeitig die Schiffsproduktion um 43 Prozent.

Millionensubventionen, die früher in Deutschland gang und gäbe waren, gibt es heute für den Schiffbau nicht mehr. „Wir sind froh, endlich aus der Schmutzdecke der Subventionsempfänger raus zu sein“, sagt Lundt. In den nächsten drei Jahren fördert der Bund nur noch die Entwicklung innovativer Techniken mit insgesamt 150 Millionen Euro, weitere 32 Millionen steuert laut Lundt die EU bei. Nach seiner Ansicht sind diese Innovationshilfen trotz gestiegener Schiffspreise dringend nötig. Denn seit 2004 habe sich auch der Stahlpreis verdoppelt – die Gewinne der Branche nach Steuern seien daher mit einem Prozent des Umsatzes mager ausgefallen.

Fest steht wohl, dass nur mit weiteren Ideen die 23 000 Arbeitsplätze bei den Werften langfristig gegen die Konkurrenz aus Fernost verteidigt werden können. „Auf keinen Fall dürfen wir uns jetzt mit vollen Auftragsbüchern in der Tasche zurücklehnen“, warnt Lundt, „auch der schönste Boom geht einmal zu Ende.“

Abwracken nach Plan

Bilder von gestrandeten Schiffen, die von Einwohnern von Entwicklungsländern mit bloßen Händen zerlegt werden, sollen bald der Vergangenheit angehören. Das zumindest hofft die International Maritime Organization (IMO), eine Unterorganisation der UN, die für die Seefahrt auf den Weltmeeren verantwortlich ist. Schiffseigner sollen in Zukunft Listen führen, in der alle schadstoffhaltigen Materialien von Schiff und Ausrüstung aufgeführt sind. Die Werften, die die Schiffe dann später einmal abwracken, sollen die Daten als Grundlage für ihre Arbeitsplanung nehmen. Welche Schutzausrüstung benötigen die Arbeiter? Welche Technik muss eingesetzt werden?

„Sie müssen die Möglichkeit haben, sich über das Schiff, das sie demontieren, schlau zu machen“, sagt Henning Gramann, Recyclingexperte beim



Endstation Mosambik: Verrostetes Schiffswrack am Strand von Beira

Germanischen Lloyd. Klassifikationsgesellschaften wie der Germanische Lloyd sind so etwas wie ein TÜV für Schiffe auf See und müssen die Verordnungen der IMO umsetzen. Die Gesetzgeber werden aber auch Zertifizierungen von den Abwrack-Werften verlangen, die unter anderem eine fachgerechte Abfallentsorgung nachweisen müssen.

Die Zulieferindustrie erstellt intern teilweise schon heute Schadstofflisten. „Wir warten nur auf den Startschuss“, sagt Hauke Schlegel vom Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau. Für ihn sind die neuen Gesetze sogar eine Chance für die Branche. „Unsere Recyclingstandards sind hoch. Deshalb sind verschärfte Gesetze letztendlich gut für deutsche Zulieferer in ihrem Wettbewerb mit den Konkurrenten aus Ländern wie China. Wichtig ist nur, es muss schnell einheitlich geregelt und durchgesetzt werden“, sagt Schlegel.

Die neuen Bestimmungen könnten bereits 2013 in Kraft treten, mit einer Übergangszeit von fünf Jahren. Den Werften und Reedern bleibt also nicht viel Zeit – vor allem, weil dann nicht nur neue Schiffe die geforderten Schadstofflisten vorweisen müssen, sondern alle mit einer Bruttoreaumzahl von mehr als 500. Das waren im Jahr 2005 exakt 47 258 Schiffe. **NORA LUTTMER**

Schiffsantriebe heute ...

Dieselmotor:

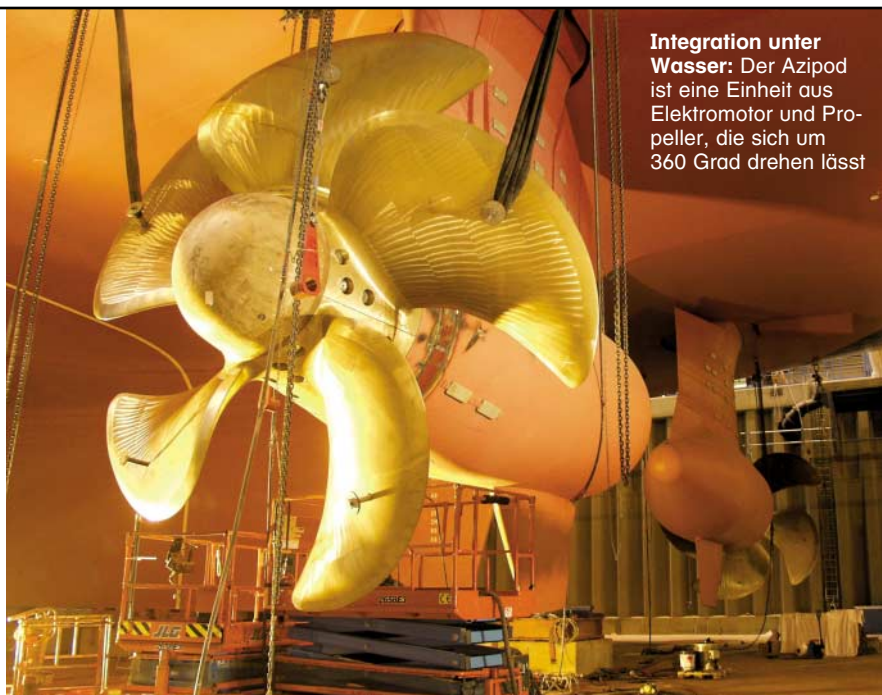
Den überwiegenden Teil der Schiffe auf den Weltmeeren treiben Dieselmotoren an. In den großen Fracht-, Container- und Tankschiffen laufen langsame Zweitakt Dieseln, die sämtlich mit preiswertem Schweröl fahren – einem Abfallprodukt aus Erdölraffinerien. Es ist hochgiftig und außerdem sehr zäh. Damit es überhaupt fließt, müssen Tanks und Leitungen ständig beheizt werden. Vor der Verbrennung des Schweröls trennen Separatoren Wasser und Ölschlamm ab. Yachten, Passagierschiffe, kleine Frachter und Fischereischiffe werden meist von Viertakt Dieseln angetrieben. Auch sie verbrennen zum Teil Schweröl. Seit einigen Jahren versuchen die Hersteller, die Abgase mit Filtern stärker zu säubern.

Gasturbine:

In schnellen Yachten, Fähren, Kriegs- und Kreuzfahrtschiffen erzeugen meist Gasturbinen die benötigte Energie. Sie sind leise und leicht und im Vergleich zum Dieselmotor auch umweltfreundlicher. Allerdings benötigen sie teureres Kerosin und haben einen höheren Verbrauch. Oft werden Gasturbinen deshalb zusätzlich zu Dieselmotoren eingebaut und nur bei hohen Geschwindigkeiten zugeschaltet.

Elektroantrieb:

Viele Schiffe haben einen diesel-elektrischen Antrieb. Ein Elektroantrieb lässt sich aber ebenso gut mit einer Gasturbine kombinieren. Die Dieselmotoren oder Turbinen treiben dann Generatoren an, die den nötigen Strom liefern. Bei diesem Umweg gehen im Vergleich zu einem mechanischen Antrieb zwar acht bis zehn Prozent Energie verloren, dafür ist die Anlage mit mehreren Motoren oder Turbinen aber zuverlässiger und lässt sich besser an die nötige Leistung anpassen. Außerdem können moderne Antriebe wie Azipods (Foto)



Integration unter Wasser: Der Azipod ist eine Einheit aus Elektromotor und Propeller, die sich um 360 Grad drehen lässt

eingesetzt werden, bei denen Motor und Propeller außerbords sitzen und drehbar gelagert das Ruder ersetzen.

... gestern und morgen?

Dank des immer noch hohen Ölpreises ist der Wind als Antriebsenergie wieder interessant geworden. Und manch alte Technik kommt zu neuer Bedeutung.


Dynarigg:

Schon in den 60er-Jahren hatte der deutsche Ingenieur Wilhelm Pröls die Idee zum Dynarigg. Zusammen mit dem Institut für Schifffahrt der Universität Hamburg entwickelte er eine neuartige Takelage. Ein dynamisches Rigg sollte die alten Rahsegel ersetzen und einerseits strömungsgünstiger, andererseits viel einfacher in der Bedienung sein. Denn die Segel rollen sich automatisch aus dem Mast heraus und werden oben und unten an den Rahen nach außen geführt. So entsteht eine geschlossene Segelfläche an jedem Mast, die sich um 180 Grad drehen lässt. Ein solches Dynarigg treibt jetzt erstmals die Hightech-Luxusyacht „Maltese Falcon“ an und brachte das 88-Meter-Vollschiff auf über 20 Knoten (37 km/h). Sollten die Kosten für das System fallen, geben Experten ihm echte Chancen für die kommerzielle Schifffahrt.

E-Ship:

Auch eine Idee aus den 20er-Jahren erfährt wieder zunehmend Beachtung: der Flettner-Rotor. Dieser Rotor ist nichts weiter als ein senkrechter rotierender Zylinder, der seitlich anströmenden Wind nach hinten umlenkt und so für Vortrieb sorgt. Bisher fährt nur die „Alcyone“ der Cousteau-Stiftung mit einem ähnlichen Antrieb. Der Windanlagen-Hersteller Enercon hat jetzt einen Frachter mit vier weiterentwickelten „Magnus-Rotoren“ in Auftrag gegeben. Das sogenannte E-Ship soll 30 bis 50 Prozent weniger Kraftstoff verbrauchen als vergleichbare konventionelle Schiffe.

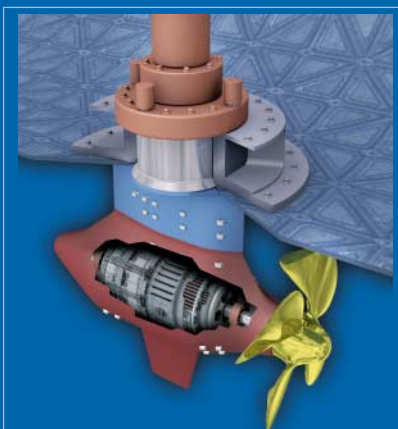
SkySail:

Seit 2001 arbeitet das Hamburger Unternehmen SkySails an einem zusätzlichen Lenkdrachenantrieb für Motorschiffe, der zwischen 10 und 35 Prozent Treibstoff einsparen soll. Das „Himmelssegel“ hängt mit seinem Seil an einem ausfahrbaren Mast am Bug des Schiffes. Eine Winde steuert die Länge des Seils zum Drachen, das am oberen Ende in eine Steuergondel mündet. Diese Gondel zieht die einzelnen Leinen zum Drachensegel an oder lässt sie locker und lenkt so den Drachen. Das System arbeitet vollautomatisch. Im nächsten Jahr soll es auf den Markt kommen. 

Große Freiheit auf dem Meer

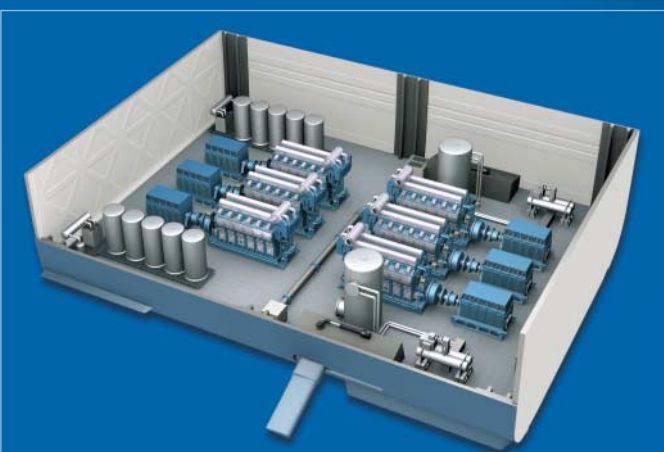
Die Freedom of the Seas ist das größte Kreuzfahrtschiff der Welt. Mit bis zu 5700 Menschen an Bord gleicht sie einer hochtechnisierten Stadt auf See

VON KARSTEN SCHÄFER; GRAFIK: HORST KOLODZIEJZYK



AZIPOD-ANTRIEB

Drei um 360 Grad drehbare elektrische Azipod-Antriebe mit je 14 000 kW Leistung bringen das Schiff in Fahrt. Vorteile gegenüber einem konventionellen Wellenantrieb: hohe Manövrierbarkeit, große Ausfallsicherheit, weniger Geräusche und Vibrationen.



MASCHINENRAUM

Sechs Zwölf-Zylinder-Dieselmotoren mit einer Leistung von je 12 600 kW treiben je einen Generator an. Die Motoren haben pro Zylinder gut 96 Liter Hubraum. Jeder Generator hat eine Ausgangsleistung von 17 600 kVA. Die Generatoren versorgen sowohl den Antrieb als auch alle anderen Verbraucher an Bord mit Strom. Je nach Bedarf können einzelne Maschinen zu- oder abgeschaltet werden. Das bringt eine hohe Ausfallsicherheit.



WASSERAUFBEREITUNG

Die Meerwasserentsalzungsanlage nutzt die Wärme des Kühlwassers der Dieselmotoren als Energiequelle. Damit verdampft sie in mehreren Stufen Salzwasser in einem Vakuum und kondensiert es anschließend wieder, bis der Salzgehalt des Wassers unter 4 ppm (parts per million) liegt.



INTERNETZUGANG

„Cybercabin“ nennt die Reederei die zahlreichen Hotspots an Bord. Sie ermöglichen Online-Junkies drahtlosen Internetzugang rund um die Uhr. Preis pro Woche: 100 Dollar.



WELLENREITEN

Der „Flowrider“ sorgt für Surfspaß 35 Meter über dem Meeresspiegel. Zwei 60-kW-Pumpen saugen 129 m³ Wasser pro Minute durch und erzeugen einen dünnen Wasserfilm in dem wellenförmigen 10 x 12-Meter-Becken. Wie in allen Pools an Bord fließt auch durch den Flowrider nur Süßwasser.



BUGSTRAHLRUDER

Mit Hilfe ihrer vier Bugstrahlruder mit je 3400 kW kann sich die Freedom seitwärts bewegen und auf der Stelle drehen.



NAVIGATION

Fünf Radars, ein Navigationscomputer und viele redundante Navigationsinstrumente halten das Schiff auf Kurs. Die Freedom lässt sich manuell oder per Autopilot steuern. Zusätzlich kann sie automatisch auf der Stelle verharren und dann per Joystick manövriert werden.



DIE DATEN

Länge:	338,94 Meter
Breite:	56,08 Meter
Höhe:	64 Meter
Tiefgang:	8,53 Meter
Leergewicht:	95 000 Tonnen
Reisegeschwindigkeit:	21,6 Knoten
Antriebsleistung:	42 000 kW
Treibstoff:	Schweröl
Tankkapazität:	3500 Tonnen
Kabinen:	1817 Gästekabinen
Betten:	4375 Gästebetten
Besatzung:	1360 Mann
Frischwassererzeugung:	1800 m ³ pro Tag
Schmutzwasserbehandlung:	60 m ³ pro Stunde
Müllverbrennung:	rund 30 m ³ pro Tag
Herstellungskosten:	ca. 870 000 000 Mio. Dollar

Einzelstücke in Serie

Schiffe sind meist Unikate, fast jedes muss von Grund auf neu konstruiert werden. Um Zeit und Geld zu sparen, arbeiten Forscher und Ingenieure an neuen Werkzeugen für Konstruktion, Bau und Wartung

VON SÖNKE GÄTHKE

Die Männer stehen zwischen Rohren, Kabeln und Metallwänden. Einer von ihnen deutet auf ein Metallrohr, das sich an einer Wand entlangschlingelt, und schüttelt den Kopf. „Da gehört kein Rohr hin“, sagt der Ingenieur, „sondern ein Kabelschacht.“ Ein Stückchen weiter bückt er sich und zeigt auf ein Loch in der Schiffswand. „Das muss dicht sein.“

Den Raum mit den Rohren und Kabeln gibt es nicht – noch nicht. Uwe von Lukas, Geschäftsführer des Rostocker Zentrums für Graphische Datenverarbeitung (ZGDV), hat ihn von sechs Projektoren als dreidimensionales Modell in einen Konferenzraum einspielen lassen – etwas verkleinert, damit er in den Raum passt. Durch dieses Bild schreiten von Lukas und Schiffingenieure, prüfen, diskutieren und verbessern ihre Konstruktion. „Man hat den Eindruck, in das Modell einzutauchen“, erklärt von Lukas die 3D-Projektion, die er InViS (Integrierter Virtueller Schiffbau) getauft hat.

Mit seinem Team entwickelt er seit den 90er-Jahren Programme für den Schiffsbau. „Das ist keine Spielerei“, sagt von Lukas. Die Meyer Werft in Papenburg zum Beispiel gibt den Ausbau kompletter Räume an externe Dienstleister ab. Bei der Werft werden diese Räume dann nur noch eingebaut. Die Teile müssen möglichst genau passen, damit keine aufwendigen Nacharbeiten anfallen. Das lässt sich beim Planen anhand räumlicher Bilder am besten überprüfen.

InViS bezieht seine Daten aus den CAD-Systemen der Werften und Zulieferer. Es macht das Bild etwas größer und

erzeugt dann die 3D-Ansicht. „Man muss nicht jede Schraube sehen“, sagt von Lukas. Auch in der geringeren Auflösung rechnet InViS zwischen zwei Minuten und zwei Stunden an einem 3D-Bild. Noch können die Ingenieure die virtuelle Konstruktion während ihrer Debatte auch nicht verändern. Von Lukas: „Das würde zu viel Rechenleistung erfordern.“

Realität und mehr

Als Nächstes will sein ZGDV ein System entwickeln, mit dem Nacharbeiten, die sich erst beim Bau ergeben, vermieden werden sollen. Denn häufig ändern sich die Maße eines Schiffes während des Baus noch geringfügig. Zugelieferte Teile passen dann nicht mehr und müssen nachträglich angepasst werden. Das ist teuer, aufwendig – und bald unnötig, hofft von Lukas. Das Verfahren der Wahl nennt sich Augmented Reality (s. TR 11/06). Dabei wird mit Hilfe einer Spezialbrille der Realität ein Computerbild beigemischt. Das ZGDV will beim Bau eines Schiffes einen Rechner die jeweils nächste Sektion in dieser Brille virtuell auf die bereits gebaute projizieren lassen. Dabei, so die Idee, könnten bereits Abweichungen vom Plan erkannt werden – und das nächste Modul von vornherein so geändert werden, dass keine teuren Nacharbeiten notwendig sind.

Schiffe sind in aller Regel Unikate und werden von Grund auf neu konstruiert. Standardisierte Lösungen gibt es kaum – weder bei den Werften noch bei deren Zulieferern. Das macht die Produktion



von Schiffen teuer – vor allem im Hochlohnland Deutschland. Dieter Müller, Leiter des Instituts für Betriebstechnik und angewandte Arbeitswissenschaft an der Universität Bremen (BIBA), will deshalb die Werften und ihre Zulieferer stärker miteinander verzahnen. „Nur so können wir gegenüber der Konkurrenz aus Fernost bestehen.“

Vernetzte Hersteller

Gemeinsam mit fünf Partnern hat Müller im Rahmen des Projektes „Netzwerk Schiffstechnik 2010“ (NET-S) ein System entwickelt, das die Zusammenarbeit von Zulieferern und Werften bei der Entwicklung von Schiffen deutlich verbessern soll. „Wenn zum Beispiel ein Kabel für das Gerät eines Zulieferers 30 Meter länger werden muss, weil die Werft die Pläne ändert“, sagt der Forscher, „muss dieser Zulieferer möglichst schnell informiert werden, damit er seine Pläne und vor allem seine Kalku-



Motor-Montage: Vier 36 000-kW-Diesels werden die in Papenburg gebaute AIDAdiva antreiben und mit Strom versorgen

lation auf die veränderten Pläne einstellen kann. Sonst entstehen hohe Zusatzkosten.“ NET-S stellt eine Plattform für Werften und Zulieferer zur Verfügung, die solch eine gemeinsame Planung ermöglicht. Das senkt die Entwicklungszeit und macht so eine schnellere Auslieferung des Schiffs möglich.

Auch beim Bau der Schiffe betreten deutsche Unternehmen Neuland – wenn schon nicht beim Werkstoff selbst, dann zumindest beim Umgang damit: „Im maritimen Bereich spielt Stahl noch immer die bedeutendste Rolle“, sagt Professor Wolfgang Fricke von der Technischen Universität Hamburg-Harburg. Platten bis zu einer Stärke von 70 Millimetern werden inzwischen verbaut und sollen den immer größer werdenden Schiffen die notwendige Festigkeit verleihen. Die Platten werden dabei häufig von Lasern zusammengefügt, zumindest auf deutschen Werften wie der Blohm + Voss in Hamburg oder der Meyer Werft

in Papenburg. „Die Vorteile dieser Technologie sind enorm“, erklärt Thomas Minks, Planungschef bei Blohm + Voss. Der Laser erhitzt nur wenige Millimeter des Metalls – deutlich weniger als ein normales Schweißgerät. Dadurch verziehen sich die Stahlplatten kaum noch, aufwendige Nacharbeiten können entfallen. Zudem schweißt der Laser schneller als Gasgeräte.

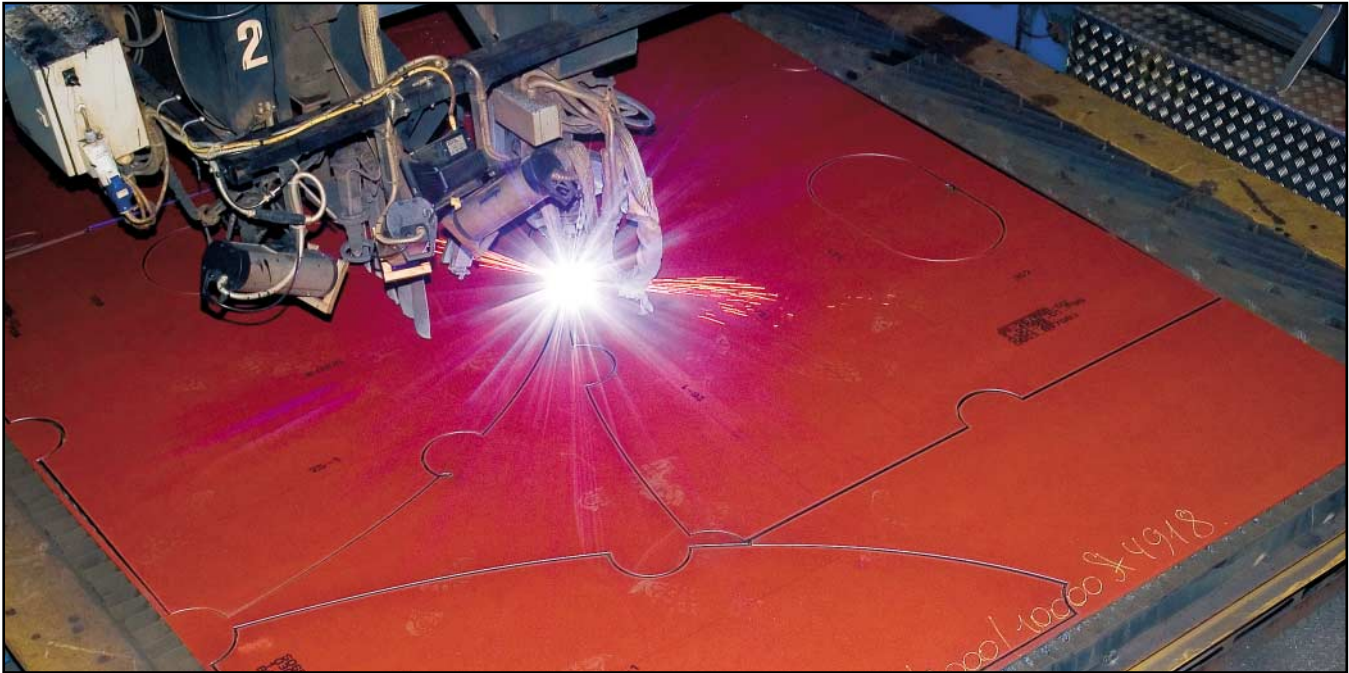
Hell, schnell und kühl

Die Meyer Werft in Papenburg hat schon 1994 begonnen, Laser einzusetzen. Heute verfügt die Werft nach eigenen Angaben über das größte Laserzentrum Europas. Auf einer automatischen Fertigungsstraße verschweißen hier vier Laser Stahlplatten, Profile und andere vorgefertigte Teile.

Laser sind allerdings noch groß und schwer. Die Meyer Werft zum Beispiel setzt nur vier davon ein – und benötigt dafür eine eigene Fabrikhalle. Men-

schen, die von Hand schweißen, können zudem flexibler arbeiten als jeder Roboter. Auch für sie möchte die Papenburger Werft die Vorteile des Lasers nutzen. Unter ihrer Federführung entwickeln Forscher von zwölf europäischen Unternehmen und Versuchsanstalten – darunter die Rostocker Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt (SLV) – einen handgeführten Laser. Mit diesem „Docklaser“ sollen Arbeiter in fertige Teile nachträglich Löcher für Türen oder Luken schneiden können – ohne die Wände durch Hitze zu verformen oder die Oberfläche an den Schnittkanten zu beschädigen.

„Handgeführte Laser-Geräte gibt es bislang nur in Deutschland“, sagt Christian Schmid, Entwickler an der SLV. Für die Werften hierzulande ist das ein klarer Wettbewerbsvorteil gegenüber Docks in China oder Vietnam. Denn gerade bei Kreuzfahrtschiffen geht es um Perfektion in der Verarbeitung, Dellen



Schneller schneiden: Ein Plasmabrenner bearbeitet angelieferte Stahlplatten – er setzt Pläne aus dem Computer direkt um

oder Brandflecken stören den Gesamteindruck der Luxusliner empfindlich.

Ist das Schiff einmal fertig und in See gestochen, muss es in den kommenden Jahren auch gewartet werden. „Schiffe halten oft 40 Jahre und länger“, sagt BIBA-Leiter Dieter Müller. Die Wissenschaftler seines Instituts betrachten das Produkt „Schiff“ deshalb ganzheitlich: Für sie beginnt der Lebenszyklus eines Schiffes mit der Konstruktionsidee und endet mit der Wiederverwertung seiner Bestandteile.

„Wohin führt dieses Kabel?“

Diesen umfassend zu dokumentieren und die Daten für Reeder nutzbar zu machen, ist das Ziel des Forschungsprojektes „MarLife“. „Schiffe sind ein bisschen wie Häuser“, erklärt Müller. Sie werden oft verkauft, der neue Eigentümer baut um, ergänzt, nimmt weg. Solange Schiffe fahren, müssen defekte Teile ersetzt werden, und nicht immer steht das Original zur Verfügung. Wird es verkauft, verändert der neue Besitzer das Schiff nach seinen Bedürfnissen – und in den seltensten Fällen werden diese Umbauten dokumentiert. Geht dann etwas in die Brüche oder muss gewartet werden, sind oft aufwendige Untersuchungen nötig. „Die Frage kann zum

Beispiel sein: Wohin führt dieses Kabel?“, sagt Müller. Und nicht immer ist sie, nach dem x-ten Eigentümerwechsel und damit dem x-ten Umbau nach individuellen Vorstellungen, leicht zu beantworten.

Derartigen Fragen wollen die Bremer Forscher gemeinsam mit zehn Partnern in Zukunft ihre Brisanz nehmen. Sie arbeiten an einem System, das den Reedern immer Auskunft gibt, in welchem Zustand das Schiff ist und wann bestimmte Teile – wie die Maschine oder der Rumpf – gewartet werden müssen. Der Nutzen wäre groß, zeigt sich Projektleiter Heiko Gsell überzeugt: „Reeder müssten weniger Versicherung für ihre Schiffe zahlen, weil immer klar wäre, in welchem Zustand sie sind.“ Die Wartungsarbeiten ließen sich bündeln und so auf einmal erledigen. Das würde die Liegezeiten reduzieren und den Reedern Geld sparen.

So sinnvoll ein derartiges System ist, so schwierig ist es einzuführen. „Wenn es um die konkrete Umsetzung geht, stellt sich sofort die Frage: Wer zahlt?“, sagt Müller. Denn ein solches „Inventar-Auskunftssystem“ kostet Geld und müsste von überall her bedient werden können – auch wenn das Schiff in fernen Ländern repariert werden muss. Müller

denkt daher an eine Servicegesellschaft, die für die Reeder die Daten über das Schiff führt. „Aber da stehen wir ganz am Anfang.“

Auch die Reparaturen selbst könnten mit Hilfe von Computertechnik ausgeführt werden – sogar mit Hilfe der Augmented Reality. „Denkbar ist, dass Wartungsinformationen über eine spezielle Brille eingeblendet werden, während ein Arbeiter durch das Schiff geht“, sagt ZGDV-Geschäftsführer von Lukas. Blickt ein Mechaniker zum Beispiel auf den Schiffsmotor, registriert der Rechner die Blickrichtung und spielt automatisch Informationen zum Zustand der Maschine ein – etwa, dass die Nockenwelle mal kontrolliert werden sollte, oder dass der vierte Zylinder bald am Ende seiner Tage ist.

„Wir können auch ganze Reparaturanleitungen übertragen“, sagt von Lukas. Dicke Handbücher könnten so schnell und virtuell zur Verfügung stehen. Schritt für Schritt könnte selbst ein ungelernter Arbeiter angeleitet werden, mit Hilfe seiner Datenbrille Reparaturen vorzunehmen. Das würde Wartungsarbeiten erheblich erleichtern und verbilligen – ganz wie die virtuelle Unterstützung schon die Konstruktion effizienter macht. ■

Der Kampf gegen den Verfall

Seit dem ersten eisernen Schiff von 1843 kämpfen Werften gegen den Rost. 163 Jahre später gibt es zwar viele Ideen, aber immer noch keine wirksame Kur gegen den Rostbefall

Rost ist ein ständiger Begleiter der modernen Seefahrt. Und zwar außen wie innen: Außen kommt die Schiffshülle ständig in Kontakt mit Salzwasser; zudem setzen sich Mikroben, Pocken und Algen an der Metalloberfläche an und regen die Oxidation des Metalls zusätzlich an. Forscher sprechen von „Biofouling“. Bislang versuchen Schiffsbauer, den Verfall mit Schutzfarben, die möglichst keinen Tropfen Wasser durchdringen lassen, zu verhindern. Doch diese Lacke helfen nur für eine begrenzte Zeit und sind noch dazu giftig. Ab 2008 dürfen Schiffe mit diesen Lacken Häfen in Europa nicht mehr anlaufen.

Größere Schiffe – und ganz besonders Doppelhüllentanker – sind sogar im Innern von Rost bedroht: Um sie bei Leerfahrten in einer stabilen Lage zu halten, flutet der Kapitän spezielle

Ballasttanks mit Salzwasser. Bei den Doppelhüllentankern fließt es in den Raum zwischen der inneren und der äußeren Schiffshülle. Der dabei entstehende Rost ist besonders gefährlich: Bei Schiffen, die älter als 20 Jahre sind, schwächt die Oxidation die Konstruktion. In schwerem Seegang können solche Schiffe auseinanderbrechen und sinken.

Mit Hochdruck suchen Chemiker deshalb nach neuen Wegen, Schiffshülle und Inneres gegen den Rostfraß zu schützen. Das kleine Unternehmen Ormecon Chemie in Ammersbek etwa hat ein Verfahren entwickelt, bei dem der elektrisch leitfähige Kunststoff Polyphenylenamin auf Stahl aufgetragen wird. Dieser Überzug soll den Stahl für Korrosion unempfindlich machen. Auf den Kunststoff könnten Werften wie gewohnt Lack auftragen.

Vor fünf Jahren verkündete das Unternehmen die Marktreife. Mitarbeiter des Forschungsinstituts für Pigmente und Lacke e.V. in Stuttgart sind jedoch bis heute skeptisch: Es gebe noch erheblichen Forschungsbedarf. Vor allem sei die Verbindung zwischen Stahl und Schutzschicht nicht ausreichend.

Ingenieure der japanischen Firma Sumitomo Heavy Industries in Yokosuka haben ein völlig anderes Verfahren erdacht. Um wenigstens die Ballasttanks oder das Innere der Doppelhüllenschiffe vor Korrosion zu schützen, pumpen sie, wenn der Tank geleert wird, Stickstoff statt Luft ins Innere des Schiffes. Ohne Sauerstoff kann Stahl auch nicht rosten, so der Gedanke der Techniker. Der Stickstoff soll gleich an Bord der Schiffe erzeugt und gelagert werden. Insgesamt soll diese Art von Rostschutz 70 000 Dollar weniger im Jahr kosten als konventionelle Präventionsmaßnahmen. Das Verfahren wurde bereits zu Beginn 2002 vorgestellt. Verbreitet hat es sich jedoch nicht. Denn bei den meisten Doppelhüllenschiffen laufen auch Versorgungsleitungen durch den Zwischenraum, die immer wieder kontrolliert werden müssen. Dafür müsste aber das Gas abgepumpt werden.

Andere Wissenschaftler suchen in der Natur nach Rostschutz-Anregungen. Forscher aus Berlin, Hannover und Bremen stießen dabei auf Delfinflossen (siehe TR 11/06). Die Säuger haben eine Schutzschicht über ihrer Haut, die Mikroben daran hindert, sich auf dem Tier niederzulassen. Die Schicht besteht aus zwei Teilen. Zum einen aus einem Gerüst mit winzigen, unregelmäßig verteilten Vertiefungen. Zum anderen sind diese Vertiefungen mit einer gelartigen, enzymhaltigen Substanz gefüllt, die den Bewuchs abtötet. Etwas Vergleichbares könnte auch ein Schiff vor Biofouling schützen, hoffen die Forscher. **SÖNKE GÄTHKE**



Am Ende: Früher oder später holt der Rost alle Schiffe

Außenseiter der Meere

Sie herrschen über Häfen und Werften: gigantische Tankschiffe und Containerfrachter konventioneller Bauart. Sie wachsen zu immer neuen Rekorden, während neue Konzepte wenig Beachtung finden. Doch es gibt sie – in Nischen und für Spezialaufgaben

VON SÖNKE GÄTHKE

Rostock-Warnemünde. In der Warnow dümpelt etwas, das auf den ersten Blick wie ein Wasserflugzeug aussieht: Es hat Flügel und Propeller, hinten ein Leitwerk und vorn eine schnittige Kabine. Die Flügel berühren zwar das Wasser, aber trotzdem – die Erfahrung sagt: Das ist ein Flugzeug. Tatsächlich aber ist der Seafalcon, so der Name des Geräts, ein sogenanntes Bodeneffekt-Fahrzeug. Da es nicht höher als zwei Meter fliegen kann, gilt es als

Boot und eben nicht als Flugzeug – „so besagen es die Statuten der International Maritime Organization IMO“, erklärt Dieter Puls, Entwickler des ungewöhnlichen Geräts und Geschäftsführer der MTE Meerestechnik Engineering GmbH.

Üblicherweise denken Schiffsbauer und Reeder eher traditionell. Schon als 1956 die „Ideal X“, der erste Containerfrachter der Welt, den Hafen von Newark verließ, erkannte kaum jemand das Potenzial dieses Schiffs. Heute beherr-

schen Containerschiffe den Frachtverkehr, und beständig werden neue Superlative in den Werften in Fernost auf Kiel gelegt. Neue Schiffstypen haben es dagegen schwer. Sie werden nur für genau umrissene Spezialzwecke oder Märkte entwickelt – etwa, um auch auf flachen Gewässern Fracht befördern zu können oder Lastwagen auf schmalen Flüssen und Kanälen zu verschiffen, um Lotsen auch bei rauer See sicher zum nächsten Schiff zu bringen, oder um eine Hand-



voll Passagiere geradezu blitzschnell über das Wasser zu schießen – wie mit dem Seafalcon.

Das Flugboot macht sich eine physikalische Besonderheit zunutze: den sogenannten Bodeneffekt. Dieser entsteht, wenn ein Flügel schnell und dicht über eine Ebene gleitet. „Dann wird der Überdruck unter dem Flügel größer“, erklärt Puls. Die Luft wird quasi unter dem Flügel zusammengedrückt, ähnlich einem Luftkissen. Dadurch wird der Auftrieb des Bodeneffekt-Fahrzeugs größer, der Motor muss weniger Kraft aufwenden, um das Gerät in der Luft zu halten. „Wir können also mit der gleichen Leistung mehr Fracht transportieren“, konstatiert Puls zufrieden.

„Ingenieurteams in aller Welt arbeiten derzeit an Bodeneffekt-Fahrzeugen“, sagt der Flugzeugentwickler Hanno Fischer. Wie Puls in Rostock setzt auch sein Unternehmen Fischer Flugmechanik im nordrhein-westfälischen Willich auf diese Technik. Bereits 2003 hat Fischer damit einen serienreifen Achtsitzer entwickelt, den Airfish 8.

Entdeckt wurde das Phänomen des Bodeneffekts sogar schon in den 20er-Jahren. In den 60ern dann entwickelten Militärs in Ost und West verschiedene

Typen dieses speziellen Bootes. Zivile Flugboote hat es aber bis heute nicht gegeben: Sie verbrauchten bisher zu viel Sprit, da sie vom Wasser aus starten. Wasser ist rund 800-mal dichter als Luft. Diesen Widerstand müssen die Bodeneffekt-Fahrzeuge beim Abheben überwinden. Dafür benötigen sie starke Motoren. „Der Leistungsbedarf beim Start ist zwei- bis dreimal höher als beim Flug“, sagt Puls. Das bedeutet: Nach dem Start werden die Motoren kaum noch gefordert; sie laufen unwirtschaftlich und verbrauchen viel.

In der Ruhe liegt der Vorteil

Zwischen 1992 und 2000 haben die Sauerländer und die Rostocker Ingenieure – erst gemeinsam, dann unabhängig voneinander – Lösungen entwickelt, mit denen sie den Leistungsbedarf erheblich reduzierten. Heute liefern sich die beiden Unternehmen ein Wettrennen um den ersten kommerziellen Einsatz ihrer Bodeneffekt-Fahrzeuge. Fischer arbeitet bereits an einem 20- und einem 80-Sitzer, die in den kommenden Jahren flügge werden sollen.

Einen grundsätzlichen Nachteil haben die Bodeneffekt-Fahrzeuge allerdings: Sie funktionieren nur bei einiger-

maßen ruhiger See. Drohen die Wellen das Gefährt zu treffen, muss das Fluggerät zurück ins Wasser. Die Passagiere müssen dann wieder ein konventionelles Schiff benutzen.

Längst nicht alle Schiffsnutzer können auf eine ruhige Fahrt bei hohem Wellengang verzichten. Wissenschaftler zum Beispiel können sich das Wetter für Expeditionen nicht aussuchen. Meeresforscher planen ihre Fahrten oft Jahre im Voraus. Ist dann so schlechtes Wetter, dass sie nicht an Deck gehen können, war ihre ganze Vorbereitung umsonst. Genau für diesen Zweck entwickelten Ingenieure sogenannte SWATH-Schiffe – wobei SWATH für Small Waterplane-Area Twin Hull steht.

Die sehen über Wasser zwar aus wie Katamarane, sind aber keine. Darauf legt Martin Braun, Ingenieur der Nordseewerke in Emden, größten Wert. Er hat auf der Werft in Emden von 2003 bis 2005 den Bau der „Planet“ geleitet, ein Forschungsschiff der Bundesmarine in SWATH-Bauweise. „Nennen wir sie Zwei-Rumpff-Schiffe“, schlägt Braun vor. Denn unter der Wasserlinie endet jede Ähnlichkeit mit Katamaranen: Statt zwei schlanken Rümpfen finden sich dort zwei große runde Schwimmer, die eher an eine Bohrrinsel erinnern denn an ein Schiff.

„Es geht darum, Auftrieb an der falschen Stelle zu vermeiden und das Schiff so ruhiger durchs Wasser zu leiten“, erklärt Braun. Läuft bei einem konventionellen Schiff eine Welle am Rumpf entlang, erzeugt sie einen zusätzlichen Auftrieb – das Schiff wird etwas angehoben. Ist die Welle fort, entfällt auch der zusätzliche Auftrieb, das Schiff fällt wieder zurück: Es stampft.

Genau das verhindert die SWATH-Technik. Die Schwimmer sind durch dünne Träger mit der Plattform, dem Deck, verbunden. „Diese Träger sind so schmal, dass Wellen kaum zusätzlichen Auftrieb erzeugen“, sagt Braun. Das Schiff bleibt daher auch bei größerem Seegang ruhig im Wasser liegen. „Die ‚Planet‘ ist so konstruiert, dass die Wissenschaftler noch bei Wellengang von dreieinhalb Metern Höhe ruhig an Deck arbeiten können.“

Flugboot: Der Seafalcon fliegt spritsparend in wenigen Metern Höhe über das Wasser



Doch das Prinzip hat seine Grenzen: Ein SWATH-Schiff hat weniger Auftrieb als ein konventionelles. Trägt es zu viel Last, nähert sich das Deck gefährlich der Wasserlinie. Zu wenig Last – und die Schwimmer nähern sich der Wasseroberfläche von unten. „Die Nutzladung sollte also immer ungefähr gleich groß sein“, sagt Braun. Idealer Einsatzzweck sind daher Forschungsschiffe oder Lotsenboote. Sie tragen fast immer das gleiche Gewicht: Menschen, Ausrüstung und Vorräte. Nur der Treibstoff wird mit der Zeit weniger, „doch den kann man leicht durch Ballast ersetzen“, so Braun. Inzwischen interessiert sich auch der bundesdeutsche Zoll für diese Technik. Denn bei rauer See mit hoher Geschwindigkeit durch die Wellen zu pflügen ist für die Besatzung nicht nur anstrengend, sondern auch gefährlich.

Komfortabel und teuer

Für Passagierschiffe ist die Technik ebenfalls gut geeignet. Mit ihr könnte das Problem der Seekrankheit – dank der ruhigeren Wasserlage – der Vergangenheit angehören. Doch bis jetzt gibt es weltweit nur wenige SWATH-Ausflugs- oder -Kreuzfahrtschiffe – etwa die hawaiianische Navatek 1 und 2 sowie die in Finnland gebaute Radisson Diamond. Das könnte daran liegen, dass der spezifische Verbrauch pro Fahrgast im Prinzip höher liegt als bei einem konventionellen Schiff: Weil der Auftrieb niedriger ist, können weniger Menschen mitfahren, weil aber der Verbrauch nicht so stark sinkt wie die Nutzlast, verbraucht das Schiff am Ende mehr pro Fahrgast als ein konventionelles Schiff.

Schwere Frachter werden also weiterhin mit konventionellem Rumpf gebaut werden. Aber auch für Frachtschiffe haben die Ingenieure neue Ideen. Eine davon ist, den großen Schiffsmotor durch kleinere zu ersetzen, um mehr Platz für die Ladung zu gewinnen. So will ein Kreis aus 18 Unternehmen und Forschungsinstituten, unter anderem aus Deutschland, die wohl kleinste, aber auch am dichtesten beladene Ro-Ro-Fähre bauen. Ro-Ro steht für Roll On – Roll Off, und das bedeutet: Die Ladung



Sparsamer Frachter: Zwei Steven leiten Wasser zu Bugpropellern des Futura Carrier

rollt in Form von Lkw selbsttätig aufs Schiff und nach dem Transport wieder herunter. Einsatzgebiet des Intermodeship, so der Projektname, ist der Vänernsee in Mittelschweden, den es nur erreichen kann, wenn es durch den Göta-Kanal fährt – einen schmalen, romantischen Kanal mit vielen Schleusen und Brücken.

Das setzt der Schiffsgröße enge Grenzen: ganze 88,5 Meter lang darf es sein und nur 13,35 Meter breit. Trotzdem haben die Konstrukteure Platz für 48 Sattelaufleger geschaffen. Dafür haben sie den großen Schiffsdiesel aus dem Heck verbannt und durch vier kleinere im Bug ersetzt. „Dort läuft die Außenhaut spitz zu, da passen keine Trailer mehr hinein“, erklärt Andreas Gronarz, Ingenieur und Mitentwickler vom Entwicklungszentrum für Schiffstechnik und Transportsysteme DST in Duisburg. Der ganze Antrieb ist jetzt diesel-elektrisch. Die Diesel treiben Generatoren an, die die Elektromotoren im Heck mit Strom versorgen.

Auch die Ingenieure der Firma New Logistics in Kiel wollen mehr Ladung

auf ein Binnenschiff verfrachten. Dafür machten sich Udo Wulf und sein Team bei der Konstruktion ihres Futura Carrier zuallererst ans Abspecken des Schiffs. Denn je leichter ein Binnenschiff ist, desto mehr Fracht kann es bei gleichem Tiefgang laden.

Blasen gegen Reibung


Auch Wulf verzichtete auf den großen, schweren Dieselmotor und setzt stattdessen vier kleine Motoren ein. Die verrichten allerdings in allen vier Ecken des Schiffs ihren Dienst, nicht nur vorn wie beim Intermodeship. Und sie treiben das Schiff nicht elektrisch, sondern mechanisch an. Direkt unter den Motoren haben die Ingenieure drehbare Gondeln anbringen lassen. Die haben den zusätzlichen Charme, dass das Schiff auf eine schwere Ruderanlage samt Ruderblatt und Bugstrahlruder verzichten kann. So kann es auf der Stelle drehen und durch flachere Flüsse mit wenig Wasser unter dem Kiel schneller fahren, weil die Schrauben nicht unter dem Kiel hinausragen. „Wir mussten allerdings den Bug

umkonstruieren, um den Wirkungsgrad der vorderen Schrauben zu verbessern“, sagt Wulf. Der Bug ist daher ähnlich wie ein Katamaran aufgebaut: Links und rechts ragen zwei Steven ins Wasser. Dazwischen befindet sich der Rumpf, der allerdings – das ist anders als bei einem Katamaran – ebenfalls ins Wasser taucht. Diese Bugform treibt einen großen Teil des Wassers an den Propeller-

Gondeln vorbei und reduziert dabei auch die kraftzehrende Bugwelle.

Der restliche Teil des Wassers wird unter das Schiff gedrückt und trifft hier auf eine weitere Idee des Ingenieurs: Luft-Schmierung. „Sie soll den Energieverbrauch des Schiffs reduzieren“, erklärt Wulf. Dazu presst ein Kompressor während der Fahrt Luft unter das Schiff; die winzigen Bläschen sollen sich zwi-

schen Rumpf und Wasser legen und so die Reibung des Schiffs reduzieren.

Theoretisch sind 80 Prozent Einsparung möglich, aber Wulf bleibt bescheiden: „Wenn wir 10 Prozent erreichen, sind wir glücklich.“ Der Praxistest wird es bald zeigen – von Dezember an wird der erste Futura Carrier zwischen dem Oberrhein und Großbritannien Container und Papier befördern. 

Schwimmen auf Stelzen: Das SWATH-Schiff wird von zwei runden Schwimmkörpern unter der Wasseroberfläche getragen



Hier stand im Heft eine Anzeige

23.–24. 11. 2006, Bad Staffelstein	Symposium BIOENERGIE Festbrennstoffe, Flüssigkraftstoffe und Biogas http://www.otti.de	24.–25. 1. 2007, Berlin	CLEAN ENERGY POWER 2007 Innovations-Kongress und Ausstellung für erneuerbare Energien und energieeffizientes Bauen und Sanieren http://www.energiemessen.de
27.–28. 11. 2006, Frankfurt	Quality Engineering Automotive Effizientes Qualitätsmanagement, Risikoanalyse und Fehlervermeidung http://www.marcusevansde.com	13. 2. 2007, München	MedTech-Pharma-Biotech International One-on-One Cooperation Event http://www.bayern-innovativ.de
27.–28. 11. 2006, Frankfurt	Euro-uRapid2006 International User's Conference & Exhibition on Rapid Prototyping & Rapid Tooling & Rapid Manufacturing http://www.urapid.com	14.–15. 2. 2007, München	Forum Life Science 2007 International Congress and Exhibition Drug Development, Industrial Biotechnology, Food and Nutrition http://www.bayern-innovativ.de
28.–29. 11. 2006, Heidelberg	Heidelberger Innovationsforum Business-Ideen aus der IT-Forschung http://www.heidelberger-innovationsforum.de	5.–6. 3. 2007, CH-Thalwil	F&E-Effizienz messen und steigern http://www.zfu.ch/weiterbildung/ seminare/fuet.htm
28.–30. 11. 2006, A-Wien	SEMANTICS 2006 Internationale Technologiekonferenz. Eintritt in die Semantic-Web-2.0-Generation – Anwendungen im Fokus http://www.semantics2006.net	5.–8. 3. 2007, Leipzig	TerraTec Internationale Fachmesse für Umwelttechnik und Umweltdienstleistungen http://www.terratec-leipzig.de
28.–30. 11. 2006, Nürnberg	SPS/IPC/DRIVES 2006 Internationale Fachmesse und Kongress für elektrische Automatisierung – umfassend und aktuell von der Komponente bis zum System http://www.mesago.de/sps	7. 3. 2007, Fürth	Material Innovativ 2007 Symposium mit Ausstellung Themen: Innovationen im Automobilbau und Neue Materialien für die Elektronik http://www.bayern-innovativ.de/material2007
29. 11. 2006, Regensburg	Smart Biomedical Systems Erfassung von Biosignalen als Prozessor zur Auswertung der detektierten Information, als Aktor für eine gezielte Reaktion, wie der Wiederherstellung von Organfunktionen. http://www.bayern-innovativ.de/ smartbiosys2006	15.–16. 3. 2007, CH-Luzern	Leistungsfähige Produktionsprozesse http://www.zfu.ch/weiterbildung/ seminare/post.htm
29. 11.–1. 12. 2006, München	Alpha Summit Europe Alpha Summit Europe is the leading global platform in Europe for technology entrepreneurs. Its mission is to give high-level networking, thought leadership and making deals for global technopreneurs. http://www.alphasummit-europe.org	15.–21. 3. 2007, Hannover	CeBIT Digital Solutions for Work and Life http://www.cebit.de
29. 11.–2. 12. 2006, Frankfurt	EuroMold Weltmesse für Werkzeug- und Formenbau, Design und Produktentwicklung „Vom Design über den Prototyp bis zur Serie“ Messegelände Frankfurt/Main Hallen 5.0, 5.1, 6.0, 6.1, 8.0, 9.0 http://www.euomold.com	19.–21. 3. 2007, CH-Pfäffikon SZ	Supply Chain Management http://www.zfu.ch/weiterbildung/ seminare/blt.htm
7. 12. 2006, Weßling bei München	Ident Technology AG Neue Technologien für Sicherheit & Komfort Im Mittelpunkt des Cluster-Treffs steht die Skinplex-Technologie – Identifikation und Detektion über das kapazitive Nahfeld der Haut http://www.bayern-innovativ.de/ cluster-automotive/treff_ident	22.–23. 3. 2007, CH-Luzern	Leistungsfähige Produktionsprozesse http://www.zfu.ch/weiterbildung/ seminare/post.htm
		16.–20. 4. 2007, Hannover	Hannover Messe Get new Technology first http://www.hannovermesse.de
		23.–27. 4. 2007, CH-Luzern	Lehrgang Produktion http://www.zfu.ch/weiterbildung/ seminare/lpot.htm
		11.–15. 6. 2007, CH-Luzern	Lehrgang Supply Chain Management http://www.zfu.ch/weiterbildung/ seminare/bmlt.htm
		18.–20. 6. 2007, CH-Zürich- Regensdorf	Prozessmanagement http://www.zfu.ch/weiterbildung/ seminare/psot.htm

Informieren Sie die Leser von Technology Review über Ihre Veranstaltungen und Kongresse.
Ansprechpartner: Julia Wittig, Telefon: 05 11/53 52-633, Fax: 05 11/53 52-443, E-Mail: julia.wittig@heise.de

Unser Service für Technologiepartner

Hier finden Sie Technologie- und Gründerzentren sowie Technologieparks in Ihrer Umgebung.

POSTLEITZAHL 0

**07549
Gera** Technische Dienstleistungen,
Maschinenbau, Produktideen
**Büro für Produktinnovation
Entwicklung/Konstruktion Gerätetechnik**
GP Keplerstraße 10/12,
E-Mail: p-i-chm@web.de

**09648
Mittweida** Elektronik, Produktions-/Verfahrenstechnik,
Technische Dienstleistungen
TechnologiePark Mittweida GmbH
Leipziger Str. 27, Tel.: 0 37 27/97 60,
<http://www.tpm-mw.de>

POSTLEITZAHL 1

**12489
Berlin** Informationstechnologie, Analytik,
Optische Technologien
**Wissenschafts- und Technologiepark
Berlin Adlershof**
Wista-Management GmbH,
Dr. Peer Ambrée, Rudower Chaussee 17-19,
Tel.: 0 30/63 92 22 50,
E-Mail: ambree@wista.de,
<http://www.adlershof.de>

**12489
Berlin** Chemie/Pharma, Produktions-/
Verfahrenstechnik, Umweltschutz/-technik
Sigmar Mothes Hochdrucktechnik GmbH
Volmerstr. 7B,
Tel.: 0 30/63 92 57 46,
<http://www.mothesh-dtd.de>

POSTLEITZAHL 2

**24768
Rendsburg** Informationstechnologie, Medizintechnik,
Multimedia
ZET Zentrum für Energie und Technik
Kieler Str. 211,
Tel.: 0 43 31/13 66 00,
E-Mail: info@zet-rd.de,
<http://www.zet-rd.de>

**25524
Itzehoe** Mikrotechnologie, Elektronik,
Informationstechnologie
IZET Innovationszentrum Itzehoe
Hier beginnt die Zukunft.
Fraunhoferstr. 3,
Tel.: 0 48 21/77 80,
E-Mail: info@izet.de, <http://www.izet.de>

**27568
Bremerhaven** Telekommunikation, Informations-
technologie, Multimedia
Technologiepark t.i.m.ePort Bremerhaven
Kostengünstige, variable Mieteinheiten
mit moderner technischer Infrastruktur.
Schifferstr. 10-14,
Tel.: 0 47 21/29 00-1 42,
E-Mail: wirtschaft@bis-bremerhaven.de,
<http://www.time-port.de>

**27572
Bremerhaven** Biotechnologie, Lebensmitteltechnologie
und -analytik
BioNord Biotechnologiezentrum Bremerhaven
Büro- und Laborräume, Technikum
mit hochwertiger Geräteausstattung.
Centermanagement, Fischkai 1,
E-Mail: wirtschaft@bis-bremerhaven.de,
<http://www.bio-nord.de>

POSTLEITZAHL 3

**38106
Braunschweig** Finanzdienstleistungen/-beratung,
Technische Dienstleistungen, Maschinenbau,
Informationstechnologie
Projekt REGION BRAUNSCHWEIG GmbH
Mittelweg 7, Tel.: 05 31/12 18-0,
E-Mail: info@projekt-region-
braunschweig.de

POSTLEITZAHL 6

**69117
Heidelberg** Chemie/Pharma, Umweltschutz/-technik,
Biotechnologie, Informationstechnologie,
Life Sciences
Technologiepark Heidelberg GmbH
Herr Dr. Klaus Plate,
Marktplatz 10,
Tel.: 0 62 21/58-2 05 00, Fax: 0 62 21/58-2 09 90,
E-Mail: technologiepark@heidelberg.de,
<http://www.technologiepark-heidelberg.de>

POSTLEITZAHL 7

**76437
Rastatt** Umweltschutz/-technik, Meerwasser-
entsalzung, Abwasseraufbereitung
WITT SOLAR AG
Meerwasserentsalzung mit 70 % Wirkungs-
grad; Abwasseraufbereitung aus der Ölpro-
duktion, Eindickung von salzigem Abwasser,
<http://www.witt-solar.com>

POSTLEITZAHL 8

**83395
Freilassing** Technische Dienstleistungen, Maschinenbau,
Informationstechnologie
neoapps GmbH
CAD-Dienstleistungen/Training/Consulting
und Konstruktionsmethodik für
UNIGRAPHICS/Softwareentwicklung
im CAD-Umfeld,
<http://www.neoapps.de>

**86167
Augsburg** Umwelttechnologie
**UTG Umwelt-Technologisches
Gründerzentrum Augsburg GmbH**
Herr Wolf Hehl, Am Mittleren Moos 48,
Tel.: 08 21/74 93-0,
Fax: 08 21/74 93-1 11,
E-Mail: info@u-t-g.de,
<http://www.u-t-g.de>

Gewinnen Sie mit Ihrem Eintrag in dieser Rubrik neue Unternehmen und Kooperationspartner.

Ansprechpartner: Julia Wittig, Telefon: 05 11/53 52-633, Fax: 05 11/53 52-443, E-Mail: julia.wittig@heise.de

Hier stand im Heft eine Anzeige

Hier stand im Heft eine Anzeige

Hier stand im Heft eine Anzeige

FROITZELEIEN

Fortschritt zum Abgewöhnen

Der ultimative Grund, endlich mit dem Rauchen aufzuhören: krumme Geldkarten

Die Frauen haben recht, wir Männer sitzen auf unserem Geld. Aber nicht, weil wir geizig wären. Wir denken nur praktisch. Eine Gesäßtasche können wir nicht aus Versehen irgendwo liegen lassen. Auch der Taschendieb hat keine Chance, solange das avisierte Opfer mit seiner ganzen Schwerkraft auf der Beute thront. Diese Methode war plump, aber effizient, solange es galt, die Barschaft zu schützen. Jetzt ist sie akut vom finanztechnischen Fortschritt bedroht – von einer Neunziger-Jahre-Neuheit, die viele vorschnell als Flop abtaten, nur weil Verbraucher und Einzelhändler sich weigerten, ihre Vorzüge zu erkennen. Ihr Name: Geldkarte.

Der elektronische Bargeldersatz, mit dem man bis dato nicht viel mehr anfangen kann als Fahr- und Parkscheine zu ziehen, will äußerst pfleglich behandelt werden: Dem Be-Sitzer

einer Geldkarte kann es sonst widerfahren, dass sich der Ticketautomat am Großstadtbahnhof an dem krummen Ding verschluckt – und dass der Servicetechniker dann zwei Stunden auf sich warten lässt. Wer das zweimal auf dem Weg zu einem Termin erlebt hat, sieht fortan zu, dass er immer genug Cash in der Tash hat.

Diese Alternative aber hat jene Zielgruppe nicht, die auserkoren ist, dem Chip-Geld endlich zum Durchbruch zu verhelfen – die Raucher. Ab Januar können sie noch so viele Euros in die Zigarettenautomaten werfen, ohne „Geldkarte mit Jugendschutzmerkmal“

tut sich nichts. Wer quarren will, muss seit 2003 eigentlich dem Verkäufer nachweisen, dass er erwachsen genug dafür ist – also 16 oder älter. Darum verdonnerte der Bundestag die Betreiber zu der 300 Millionen Euro teuren Umrüstung ihrer Automaten, von denen es nach Schätzungen bis zu 800 000 Exemplare im Lande gibt. Ein Gerät pro 100 Einwohner? Kein Wunder, dass Hersteller von Kartenlesegeräten den Kippen-Kauf als Killerapplikation der Geldkarte feiern.

Die gebeutelten Süchtlinge grübeln derweil, wie sie mit der Zwangsbeglückung umgehen sollen. Sie können die Glimmstängel stangenweise hamstern und überall kleine Nikotin-Notrationen verteilen. Sie können für ihr virtuelles Bargeld einen Brustbeutel kaufen oder ihrer Freundin in die Handtasche greifen. Oder sie bleiben einfach auf ihrem Geld samt Karten sitzen – und sparen sich das Rauchen ganz.



Ulf J. Froitzheim (48) ist freier Journalist, gebranntes Kind in Sachen Geldkarte und gewohnheitsmäßiger Nichtraucher

WATCHLIST POLITIK

Stammzellen-Streit

Die Wissenschaftsorganisation DFG fordert eine unverzügliche Revision des seit 2002 geltenden Embryonenschutzgesetzes. Die Reaktion der Bundesregierung auf diesen Vorstoß war uneinheitlich: Bundeskanzlerin Angela Merkel lehnte die Forderung nicht generell ab, Forschungsministerin Annette Schavan sprach sich strikt gegen Lockerungen bei der Stammzellforschung aus.

Klima-Index

Schweden, Dänemark und Großbritannien sind die Spitzenreiter im Klimaschutzindex 2007 der Organisation Germanwatch, der Höhe und Entwicklung der CO²-Emissionen sowie die Politik berücksichtigt. Deutschland liegt in der Auswertung auf Platz fünf. Die USA schafften es auf Platz 53 von 56.

Kontroll-Wunsch

Bundeskanzlerin Angela Merkel hat sich für mehr Überwachung ausgesprochen. Beispielsweise zum Schutz gegen rechtsextremistische Straftaten seien Videokameras nötig. Deutschland werde außerdem im ersten Halbjahr 2007 die EU-Ratspräsidentschaft nutzen, um auf europäischer Ebene unter anderem die schon länger betriebene Stärkung der Polizeibehörde Europol voranzutreiben.

Strom-Standards

EU-Energiekommissar Andris Piebalgs will die europäischen Energieversorger zwingen, künftig in einem formellen Gremium auf der Basis von EU-Recht zusammenzuarbeiten. Nur so könne ein einheitliches Vorgehen bei technischen Standards und dem Aufbau neuer Leitungen sichergestellt werden.



MEDIZIN

Leistung auf Rezept

Die Grenze zwischen Medikamenten und Drogen verschwimmt – immer öfter fragen auch Gesunde nach Neuro-Pillen. Soll jeder nehmen, was er will?

Eine offizielle Bestätigung wird es wohl nie geben. Doch die beiden US-Kampffjet-Piloten, die im April 2002 in Afghanistan versehentlich kanadische Soldaten als Taliban-Kämpfer bombardierten, sagten später aus, sie hätten für ihren mehr als 24-stündigen Flugeinsatz das Aufputzmittel Dexedrine nehmen müssen. Die Army bestätigte, dass sie die Pillen zur Verfügung stellt, bestritt jedoch, sie verordnet zu haben.

Der Fall wirft ein Schlaglicht auf den Trend, dass Hirnpräparate, die ursprünglich für Kranke entwickelt wurden, immer häufiger auch von gesunden Menschen genommen werden – nicht nur beim Militär. Noch ist das Neuro-Enhancement, die medikamentöse Verbesserung geistiger Fähigkeiten und psychischer Befindlichkeiten bei Gesunden also, nicht die Regel. Doch Psychiater und Neurologen berichten, dass die Wahrnehmung der Grenze zwischen Medikamenten und Drogen sowie zwischen krank und gesund langsam verschwimmt – ähnlich wie zuvor schon der Unterschied zwischen Wiederherstellungs- und Schönheitschirurgie.

Das Phänomen Neuro-Enhancement als solches ist nicht einmal neu: Kaffee und Cola zum Wachbleiben, Traubenzucker für die Konzentration, Alkohol zum Entspannen und Aufmuntern oder pflanzliche Mittel bei leichten Gedächtnisproblemen oder Stimmungsschwankungen sind weithin gesellschaftlich anerkannt. Ebenso ist der Einsatz von Pharmaka bei neurologischen und psychiatrischen Erkrankungen unumstritten, etwa zur Behandlung von Schlaganfällen, Schädel-Hirn-Traumata, der Alzheimer-Krankheit oder Depressionen.

In Deutschland werden Medikamente, die in die Gehirnchemie eingreifen, nur restriktiv verschrieben: Sie fallen unter das Betäubungsmittelgesetz, ihr Einsatz muss medizinisch begründet sein, sonst macht sich der Arzt strafbar. Doch nun kommen Grenzfälle wie dieser hinzu: Der Neurologe Gereon Fink sieht in seiner Praxis schon mal einen Universitätsprofessor, der nur leichte Gedächtnisprobleme hat, aber ein Präparat möchte, damit er problemlos arbeiten kann. „Wenn man das ernst nimmt, ist es nicht lächerlich, sondern verständlich“, sagt Fink.

Er ist nicht der einzige Mediziner, der sich mit den verschwimmenden Grenzen beschäftigen muss: Als Arzt verschreibt Markus Pawelzik, Leiter der EOS-Klinik für Psychotherapie in Münster, nach eigenen Angaben Gesunden grundsätzlich keine Medikamente. Politisch aber sehe er das Thema liberal. Jeder Mensch selbst und nicht der Gesetzgeber solle entscheiden, was er einnimmt: „Psychotherapie bei Gesunden wird akzeptiert. Wenn das Gleiche mit einer Pille ginge, würde es anrühlich.“ Wohl auch deshalb konnte der Pharmakonzern Lilly den Erfolg von Prozac in den USA als Lifestyle-Glückspille hierzulande nicht wiederholen.

Doch wer etwa von Arbeitsüberlastung selbst betroffen ist, wirft solche Bedenken nicht selten über Bord. Manch einer greift zu Drogen wie Kokain, das über Jahre hinweg ein Arbeiten unter extremer Belastung erlaubt, ohne dass die Sucht auffällt. Allerdings verursacht Kokain neben der Abhängigkeit auf lange Sicht Hirnschäden. Kokain-Konsumenten zeigen sich interessiert an den neuen Pillen: Professor Hinderk Emrich etwa, Leiter der Abteilung Klinische Psychiatrie und Psychotherapie an der Medizinischen Hochschule Hannover,



sieht öfter ausgebrannte, kokainabhängige Manager vor sich, die nach legalen Neuro-Enhancern fragen.

Es geht aber längst nicht nur um überarbeitete Manager. Einen viel größeren Markt machen die alten Menschen aus. Die Pharmaindustrie hat diese Zielgruppe längst erkannt und schuf in den USA den Krankheitsbegriff „mild cognitive impairment“, die leichte Gedächtnisbeeinträchtigung. Viele der Wirkstoffe, die derzeit von den Pharmaunternehmen entwickelt werden, zielen auf diese Grauzone. Das Rennen um Medikamente, die die Gedächtnisleistung und die Laune auch bei schwachen Symptomen verbessern – möglichst ohne Nebenwirkungen – ist im vollen Gange.

Doch selbst wenn sich Neuro-Pillen finden ließen, die keine klassischen Nebenwirkungen wie Übelkeit, Schlafstörungen und Gewichtszunahme zeigen: Ganz ohne Nachteile werden sie nicht sein. „Ich glaube nicht, dass beim Neuro-Enhancement echter Netto-Gewinn möglich ist. So was geht immer auf Kosten anderer Systeme“, sagt der selbsterklärte Liberale Pawelzik. Deshalb empfiehlt er lieber ganz traditionelle Mittel: weniger Alkohol und mehr Schlaf. *VERONIKA SZENTPÉTERY*

MEDIEN

Zeit zum Umschalten

Internet-Fernsehen ist der beste Grund, Rundfunkgebühren abzuschaffen

Endlich: Der technische Fortschritt sorgt dafür, dass das jahrzehntealte System der Gebühren-Finanzierung für den öffentlich-rechtlichen Rundfunk in die Diskussion kommt. Schade aber: Die Debatte geht längst nicht weit genug.

Auslöser war der Streit um die Frage, ob die Rundfunkgebühr künftig auch für Computer mit Internet-Zugang erhoben werden soll. Streng im bisherigen System gedacht, ist das nicht unlogisch: Fernsehen kommt mittlerweile in passabler Qualität durchs Netz, und so gesehen ist auch ein Computer ein Gerät, mit dem sich Rundfunk (Radio ja ohnehin schon länger) empfangen lässt; ob der PC-Besitzer wirklich IP-TV guckt, spielt keine Rolle: Entscheidend ist allein, dass er ein Empfangsgerät hat – so steht es nun einmal im Rundfunkgebührenstaatsvertrag.

Absurd sind die Folgen trotzdem – Unis, Büros und sogar Fabrikhallen wären ab 2007 plötzlich gebührenpflichtig geworden, und so regte sich erheblicher Widerstand. In einem ersten Entgegenkommen verständigten sich

ARD und ZDF darauf, für Computer nur die Radiogebühr von 5,52 statt 17,03 Euro für das volle Fernsehprogramm zu verlangen – völlig unlogisch, aber ein Versuch, die öffentliche Entrüstung zu mildern. Vielleicht auch deshalb kamen einige Politiker auf die Idee, nicht etwa die Gebühr selbst, aber immerhin das

DIE KANAL-KNAPPHEIT IST GESCHICHTE – UND MIT IHR DIE NOTWENDIGKEIT, PER GEBÜHR FÜR EIN AUSGEWOGENES PROGRAMM ZU SORGEN

System ihrer Erfassung zu hinterfragen: Wäre es nicht schlauer, statt pro Gerät pro Haushalt zu kassieren?

Wahrscheinlich ja – Unternehmen und Forschung wären eindeutig befreit, jede Unklarheit in Zusammenhang mit vernetzten Geräten, die die Zukunft für uns bereithalten mag, von vorneherein ausgeschlossen. Aber ich habe einen noch besseren Vorschlag: Schaffen wir die Rundfunkgebühren ganz ab.

Denn, wenn wir einmal ehrlich sind: Außer den Leuten, die dort arbeiten, braucht niemand mehr die Milliarden verschlingenden ARD und ZDF samt Spartenkanälen und teurer Peripherie wie GEZ, Fernsehballer und Rundfunkorchester. Doch, ich schaue gern die „Tagesschau“. Aber soll ich mir das von Leuten subventionieren lassen, die ausschließlich RTL-News gucken? Doch, ich finde es auch wohlthuend, wenn Spielfilme auf den Öffentlich-Rechtlichen abends nicht ständig von Werbung unterbrochen werden. Aber dieses Erlebnis kann ich mir auch bei Premiere kaufen. Ohne Zwangsgebühr würden wir bald mehr solcher Angebote – und sicher auch hochwertige – bekommen.

Die Berechtigung für quasi-staatlichen Rundfunk ist mit mehr Platz im Äther, auf Satelliten und im Kabel über die Jahre erodiert. Mit IP-TV ist sie verschwunden – im Netz kann senden, wer immer das will. Die Kanal-Knappheit ist Geschichte, und mit ihr die Notwendigkeit, per Gebühr für ein ausgewogenes Vollprogramm zu sorgen. *SASCHA MATTKE*

WISSENSCHAFTSKOMMUNIKATION

Pop oder Flop?

Volksnahe Wissenschaft ist in. Doch noch wissen die Beteiligten nicht recht, was genau sie damit erreichen wollen

Der Hollywood-Star Matt Damon putzte im Film „Good Will Hunting“ noch die Flure des MIT, um als Nicht-Student einen Blick auf die Forschung dort zu erhaschen. Im heutigen Deutschland könnte er den Wischmob stehen lassen: Wissenschaftler verlassen bereitwillig ihre Elfenbeintürme, um ihre Forschungsgebiete auch der ungebildeten Bevölkerung zu präsentieren.

Den Rahmen geben Kampagnen wie die jährlich gewählte Stadt der Wissenschaft, das Wissenschaftsjahr und die Lange Nacht der Wissenschaft, wie sie bereits in Berlin, Bonn, Dresden, Hamburg, Jena zu erleben ist. Nach Angaben der con gressa Veranstaltungsdienste GmbH, Ausrichter der Langen Nacht der Wissenschaften in Berlin, steigen die Besucherzahlen kontinuierlich. Zur Premiere 2001 in Berlin kamen noch 9 200, im Jahr 2005 bezahlten schon 24 346 Besucher die sieben bis elf Euro Eintritt, um Einblick in die Forschung zu bekommen. 2006 waren es erneut 2599 Menschen mehr, die sich für den gleichen Preis die Präsentation von rund 60 wissenschaftlichen Instituten anschauten.

Dass deutsche Forscher sich seit einigen Jahren so volksnah geben, geht zurück auf die Initiative „Public Understanding of Science and Humanity (PUSH)“. Im Mai 1999 hatten Vorsitzende und Präsidenten der großen deutschen Wissenschaftsorganisationen wie der Deutschen Forschungsgemeinschaft, der Max-Planck- und der Fraunhofer-Gesellschaft und der Helmholtz-Gemeinschaft zu diesem Thema ein Memorandum unterzeichnet. Darin bekannnten sie sich unter anderem dazu, den Dialog mit der Öffentlichkeit im Sinne eines partnerschaftlichen Austausches zu führen und nicht nur Wissen zu vermitteln. Zudem sollten Forscher ermuntert werden, den Kontakt mit interessierten Laien zu suchen. Inzwischen ist PUSH aufgegangen in der Initiative „Wissenschaft im Dialog“, die das jährliche Wissenschaftsfestival „Wissenschaftssommer“ organisiert.

Aber die Offenheit kostet. So müssen Teilnehmer-Institute bei der Berliner Langen Nacht nicht nur ihren Auftritt selbst finanzieren, sondern auch zwischen 900 und bis zu 15 000 Euro Teilnahmegebühr hinlegen. Das Engagement im Einstein-Jahr 2005 (aktuell haben wir übrigens das „Jahr der Informatik“) kam die Forschungsinstitute etwas günstiger: Es wurde mit 13 Millionen Euro vom Bundesforschungsministerium gefördert.

Angesichts solcher Beträge stellen manche Beteiligte sich die Frage, ob den Ausgaben ein Nutzen gegenübersteht – Anfang November wurde in Berlin sogar eigens das Symposium „Populär oder populistisch“ zu diesem Thema abgehalten. Es sollte klären, wie nachhaltig die populären Präsentationsformen sind und mit welchen Methoden ihre Wirkung überprüfbar ist. Dort erkannten die Teilnehmer schnell: Es fehlt nicht



Prestigeträchtige PR: Das Bundesforschungsministerium förderte das Einstein-Jahr (hier ein Plakat-Motiv) mit 13 Millionen Euro

nur an Messwerkzeugen, sondern schon an Einigkeit und klaren Zielen und Zielgruppen. Öffentlichkeitsarbeiter etwa wollen den Besucherkreis auf alle Altersschichten erweitern, wogegen die Wissenschaftler die Veranstaltungen eher als Anwerbmöglichkeit für Nachwuchsforscher sehen. Und während bei Kindern und Jugendlichen alle Schichten als interessant gelten, hat man bei Erwachsenen die bildungsfernen Schichten schon aufgegeben.

Eines ist klar: Deutschland braucht junge Menschen, die wieder bereit sind, sich den Anstrengungen einer naturwissenschaftlichen Ausbildung auszusetzen. Dass sie sich durch konkrete Angebote motivieren lassen, zeigt eine Untersuchung, die der Diplom-Physiker Pascal Guderian auf dem Berliner Symposium vorstellte. Er untersuchte den Effekt von Besuchen in sogenannten Schüler-Laboren, wo Kinder und Jugendliche mit Geräten und Techniken experimentieren, die eine herkömmliche Schule nicht bieten kann. In der Studie wies Guderian nach, dass die Wirkung dann am stärksten ist, wenn Besuche vom Lehrer vor- und nachbereitet werden. Das höchste Interesse zeigte sich bei Schülern der fünften Klasse.

Das zeigt: Für Schulen gibt es durchaus Möglichkeiten, Kinder besser an die Welt der Wissenschaft heranzuführen. Aber nicht nur die oft geohrfeigten Lehrer, sondern auch Eltern und Großeltern müssen dazu beitragen, dass die Neugier des Nachwuchses nicht erlischt. Ihre Antworten auf Fragen, die das Kind mit nach Hause bringt, dürfen sich nicht in „Neu-modisches Zeug, davon verstehe ich nichts“ erschöpfen. Mit diesem übergreifenden Ziel verliert zumindest das Problem der uneinheitlich definierten Zielgruppen an Brisanz.

Trotzdem sollten Institute und Ausrichter sich nicht darauf ausruhen, dass die mit der PUSH-Initiative ein hehres Ansinnen verfolgen: Konkretere Ziele und klarere Ansätze müssen her. Denn schließlich fehlen die mit den Vorlesungen für das Volk verbundenen Gelder später in der Forschung – für 15 000 Euro kann man locker ein Jahr lang einen Studenten als wissenschaftliche Hilfskraft beschäftigen. **GORDON BOLDUAN**

AN: FRANK.FALLER@MIP-INSTITUTE.DE*

Der Kampf mit den Spalten

BETREFF: Kannst du bitte die Daten für mich auswerten

VON: lea.sturm@mip-institute.de

tut mir leid, die Arbeit steht mir bis zum Hals, über den Hals ... Ich sitze immer noch an dem Paper für die Konferenz, die Deadline war Montag, vergangene Woche (Chef ;-). Deswegen meinte er, du könntest die Auswertung der Daten aus der Datenbank übernehmen. Tut mir echt leid. Vielen Dank, Lea.

BETREFF: Re: Daten für Auswertung und Konferenz

VON: professor.pfeifer@mip-institute.de

Mein rechner schafft das nicht mit coyp und paste. Besorgen Sie sich beim admin einen Zugang. Die Spalten res23 und res34 sind für die Analyse Auschalg gebend. Gruß, Pfeifer

BETREFF: Re: Volltreffer

VON: administrator@tom-geht-auf-weltreise.de

Hey Alter, wie Audrey Hepburn?! Echt jetzt? Wahnsinn! Hast du ein Bild? Schick mal. Ich schlage die älteste Anmache ever vor: „Lust auf einen Kaffee?“ Locker bleiben. Hau rein, Tom

BETREFF: Re: Kaffee und Kino mit Alien und Predator

VON: lea.sturm@mip-institute.de

Lieber Frank, danke für die Einladung, aber ich habe am Donnerstag leider keine Zeit – muss mit dem Chef abends noch meine Präsentation besprechen. Ein anderes Mal vielleicht ... Schickst du mir alles per E-Mail nach Hause? Bis bald, Lea

BETREFF: Re: Zugang Projekt-Datenbank

VON: hier.kommt.kurt@mip-institute.de

hey franky boy, ich weiß nicht, ob du dir damit einen gefallen tust. die datenbank war schon in der entwurfsphase kraut und rüben. user: the.frank password: lsd4every6ody hack it, kurt

BETREFF: Re: Auswertung der Ergebnisse

VON: lea.sturm@mip-institute.de

Frank! Deine Auswertung ergibt ein völlig anderes Bild, als der Chef und ich vermutet haben. Bist du dir sicher, dass dir kein Fehler unterlaufen ist? Sprich bitte mal mit dem Chef. Lea

BETREFF: Re: Analyse => Anderes Ergebnis als erwartet!

VON: professor.pfeifer@mip-institute.de

Frank, das ist suboptimal, so kurz vor dem Einreichen des papers. Ändern sie das Experiment so, dass die Daten passen. Lea soll dann Hypothese in den Titel schreiben. Wir sehen uns dann auf der Konferenz am Freitag. Gruß, Pfeifer

BETREFF: Re: Daten für Auswertung und Konferenz

VON: professor.pfeifer@mip-institute.de

Frank, mir ist gerade aufgefallen, dass nicht res23, sondern res22 richtig ist. Werten Sie bitte nochmal aus. Wir präsentieren das dann morgen als neue Entdeckung. Gruß, Pfeifer

*Name und Handlung von der Redaktion frei erfunden

ZITATE DES MONATS

„Von einem ökonomischen Standpunkt aus habe ich den Eindruck, dass die Idee, Software zu verkaufen, immer uninteressanter wird gegenüber der Idee, Geld mit Support zu machen. Der Kunde sollte zahlen, wenn er die Software wirklich verwendet.“

Timothy William Bray, Director of WebTechnologies bei Sun Microsystems

„Selbstmord-Attentäter mit Videokameras zu fangen ist ein absurdes Unterfangen.“

Rena Tangens vom Verein zur Förderung des öffentlichen bewegten und unbewegten Datenverkehrs (FoeBuD)

„Jedes Softwareprojekt ist ein Sack Flöhe, so auch unseres. Ob die Flöhe beißen oder kleine Karren durch den Flohzirkus ziehen, das kann man in Maßen steuern.“

Axel Hecht, einziges deutsches Vorstandsmitglied von Mozilla Europe

„Die Frage der Ästhetik ist eine große Hürde für die Solar-Technik – die Leute wollen nicht das Gefühl haben, dass ihnen da jemand ein paar Balkontüren aufs Dach schraubt.“

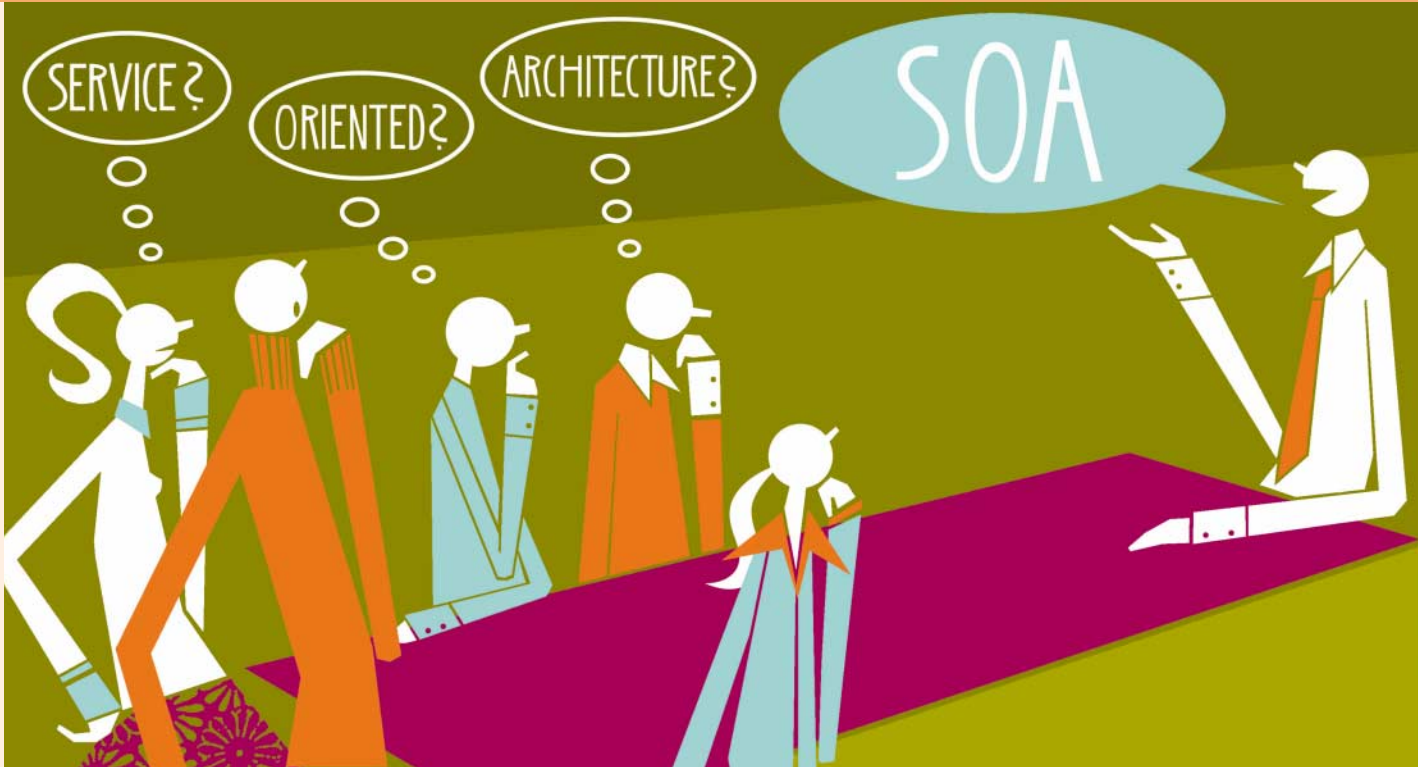
Lee Edwards, Präsident und CEO von BP Solar

„Es ist wesentlich leichter, Dinge aus der Umlaufbahn zu werfen, als sie dort oben zu schützen.“

John Arquilla, Professor an der Naval Postgraduate School in Monterey, über das Risiko eines Kriegs in der Erdumlaufbahn

„Wir glauben nicht an Technologietransfer, denn wir wollen, dass die Leute bei der Technologie bleiben, bis sie auf den Markt kommt.“

Paul Horn, Leiter der IBM-Forschungsabteilung



INFOTECH

Lego gegen Code-Chaos

Die Geschichte der Software-Entwicklung ist eine Geschichte des Kampfes gegen Komplexität. Ein Konzept namens SOA soll endlich den Sieg bringen

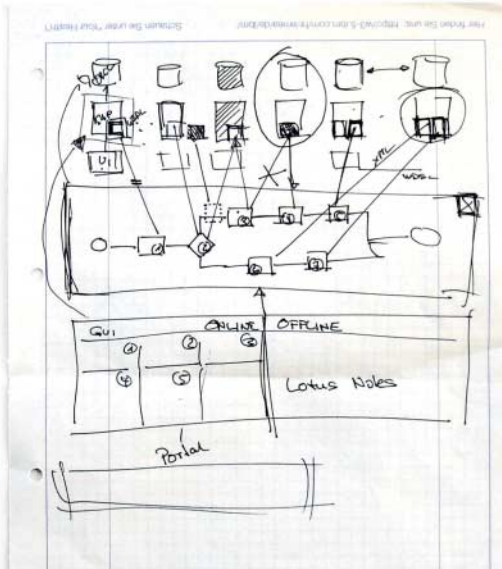
Oliver Oldach gehört nicht zu den Marktschreibern auf der Messe Systems in München. Vornehm hält er sich zurück, wartet, schaut aber immer wieder über die Schulter seiner Gesprächspartner, um nicht einen Kunden in spe zu verpassen. Oldach ist Software Sales Representative und vertreibt Software-Produkte für große Unternehmen, entwickelt von einem noch größeren: IBM. Dieses wirbt wie SAP, Microsoft und viele andere Software-Konzerne mit einer Abkürzung, die seit Monaten den Markt durchdringt wie die kehlige Stimme eines Fischverkäufers auf dem Hamburger Fischmarkt: SOA.

SOA steht für Service Oriented Architecture und ist damit das neueste Heilsversprechen, das die IT-Welt für ihre Kunden bereithält. Wieder einmal geht es darum, Programmierarbeiten zu beschleunigen, Anpassungen an neue Umstände und Geschäftsideen zu vereinfachen, das Zusammenspiel mit Partnern zu erleichtern – kurz: die hauseigene IT-Infrastruktur besser auf die Anforderungen des Unternehmens abzustimmen. Ein viel zitierter Vergleich ist das Bauen

mit Legosteinen. Und wenn man Marktforschern glaubt, ist SOA tatsächlich die nächste große Welle: Der Markt für Software, Hardware und Beratung nach diesem Prinzip soll laut IDC-Analysten bis 2007 auf 21 Milliarden US-Dollar wachsen.

„SOA in einer Minute erklären? Klar kann ich das“, sagt Oldach und fügt hinzu, „aber dafür sollten wir uns schon bei einer Tasse Kaffee unterhalten.“ Er streicht über seinen weißen, karierten DIN-A4-Block, als die Messe-Hostess den Kaffee einschenkt, beginnt zu erklären und zu zeichnen: Er reiht platte Zylinder nebeneinander, Symbole für Datenbanken. Es passen nur fünf in eine Reihe, jedes mittelständische Unternehmen hat bereits mehr. Unter die Datenbanken kommen rechteckige Klötze, sie stehen für die Server und die darauf laufenden Anwendungen. Unter ihnen finden sich kleinere Kästen: die auf die Anwendungen zugreifenden Nutzer.

Das ist die aktuelle IT-Architektur. Sie hat ihre Tücken. Oldach beginnt, Datenbanken, Server und Anwendungen zu vernetzen. Dafür setzt er an jeden



Schwarz auf weiß: Die Tücken und Hoffnungen heutiger IT-Landschaften, wie sie ein Software-Verkäufer gezeichnet hat. Mit SOA soll dieser Entwurf langfristig zum Altpapier wandern

Baustein viele kleinere Kästchen, dezidierte Schnittstellen, und beginnt diese dann zu verbinden. Schnell entsteht ein Wirrwarr von dünnen Linien. Die Punkt-zu-Punkt-Integration ist gescheitert, die Entwickler haben den Kampf gegen die Komplexität verloren.

Er ist fast so alt ist wie Software selbst: In den ganz frühen Jahren schrieben die Entwickler ihre Programme Zeile um Zeile herunter. Bei Tausenden Codezeilen wurde das weitere Entwickeln bereits so komplex, dass Forscher das Konzept des modularen Designs vorschlugen. Fortan fassten Programmierer Zeilen und Daten zu Prozeduren zusammen, unterteilten ihren Code in Unterprogramme, die unabhängig voneinander getestet und gewartet werden konnten. Jedoch machten fehlerhafte Module, in mehrere Anwendungen hin und her kopiert, die Fehlersuche sehr mühsam.

Die objektorientierte Programmierung versprach neue Abhilfe: Die Module wurden ihren Eigenschaften und ihrer Funktionalität entsprechend in Klassen organisiert, was der alltäglichen Organisationsmethodik entspricht und so den Entwurf leichter und systematischer machte. Daten werden über Objekte ausgetauscht, der Codeumfang wird durch die Vererbung von Funktionalität verringert. Aber auch hier wuchs die Komplexität zu schnell.

Die Branche reagierte mit der komponentenbasierten Programmierung: Anwendungen wurden nun in Komponenten unterteilt, die aufgrund ihrer Überschaubarkeit leichter zu warten sein sollten. Neuentwicklungen wurden nur dann nötig, wenn die vorhandenen Komponenten die benötigte Funktionalität nicht abdeckten.

Die real existierende Informationstechnologie in heutigen Unternehmen allerdings hat diese Evolution nur teilweise durchlaufen, denn sie ist historisch gewachsen. In den sogenannten IT-Landschaften existiert Software für alte Mainframe-Computer, ergänzt durch Anwendungen jeglicher Couleur. Diese unterscheiden sich in Alter, Herkunft und Funktionsweise genauso wie in den Schnittstellen, über die sie ansprechbar sind. Dabei sollen sie doch alle nur das eine:

Geschäftsprozesse unterstützen – aber die sind in diesen Konglomeraten eher versteckt als klar definiert und umgesetzt. Hinzu kommt: Fusionen erfordern immer wieder das Zusammenführen von IT-Infrastrukturen unterschiedlichster Provenienz, und auch die Zusammenarbeit mit anderen Unternehmen wird immer wichtiger. Deswegen beginnt Oldach, einen Teil der Datenbanken und Anwendungen zu schraffieren. „Die kommen von externen Partnern“, erklärt er.

Doch die eigentliche Idee hinter SOA ist es, Geschäftsprozesse auf Dienste zu verteilen. Deswegen greift Oldach erneut zum Stift und umkreist bestimmte Datenbanken und Server, um sie als zusammengehörige Dienste zu kennzeichnen. Vereinzelt finden sich an diesen Rändern Sterne. Sie symbolisieren standardisierte Schnittstellen, über die die Dienste untereinander Nachrichten austauschen. Oldach malt exemplarisch einen Geschäftsprozess: durchnummerierte Rauten und Quadrate, durch Pfeile verbunden, die alle von links nach rechts führen. Er lächelt, ist aber noch nicht fertig: Er beginnt, die einzelnen Schritte des Geschäftsprozesses über gestrichelte Pfeile den dazugehörigen Diensten zuzuordnen.

„Das ist SOA“, sagt Oldach und nickt zufrieden. Zusammengefasst: eine Systemarchitektur, in der unterschiedliche Funktionen von verschiedenen Anwendungen als wieder verwendbare und offen zugängliche Dienste dargestellt werden; so wird eine von Herstellern und Programmiersprachen unabhängige Nutzung möglich. CEOs mögen den Ansatz: Erstmals erhalten sie einen Zugang zur Welt der IT in ihrem eigenen Unternehmen. Denn die SOA-Bausteine sind streng nach ihrer Funktion fürs Geschäft definiert statt nach der ihnen zugrunde liegenden Technologie. Einer davon könnte zum Beispiel „Kunde“ heißen, ein anderer „Geschäftsreise“.

Seine Flexibilität erhält der SOA-Ansatz aufgrund der sogenannten losen Kopplung: Die Dienste werden von anderen Diensten oder gar Anwendungen bei Bedarf automatisch gesucht, gefunden und eingebunden. Voraussetzung dafür ist, dass die Dienste untereinander über klar festgelegte Art und Weise kommunizieren – offene Standards sind damit ein Muss. Sie definieren auch, wie die Schnittstelle eines Services

»DER NAME WIRD VERGESSEN. ABER DIE PRINZIPIEN WERDEN BLEIBEN«

beschrieben ist, über die dieser nur zugänglich ist. Auf diese Weise wird das Prinzip des „Information Hiding“ umgesetzt: Die Details, wie ein Service geschrieben wurde, werden vor den Entwicklern verborgen. Die Kapselung ist eine bekannte Methode, um Komplexität zu reduzieren. Viele Entwickler rümpfen daher die Nase, verkennen dabei aber, dass hier ein viel größerer Maßstab gilt.

Oldach jedenfalls glaubt fest an den Siegeszug von SOA. Er schaut noch einmal auf seine Erklärungsskizze. Sie ist mittlerweile übersät mit dem Repertoire aller geometrischer Grundformen, verbunden durch verschiedene Arten von Pfeilen und Linien. „In zehn Jahren werden wir den Begriff SOA nicht mehr in den Mund nehmen, aber die Prinzipien werden wir verinnerlicht haben“, sagt er. Der Kaffee ist schon lange ausgetrunken. **GORDON BOLDUAN**

Hier stand im Heft eine Anzeige

→ BÜCHER

Fingerzeige des Wissens

Der Lehrbuch-Autor Sir Peter Atkins lädt zu einer spannenden Reise durch die Welt der Forschung

**Galileos Finger.
Die zehn großen Ideen der
Naturwissenschaft**
Peter Atkins
Klett-Cotta, 2006. € 25

Sir Peter Atkins präsentiert keine Ideen. Vielmehr definiert der Professor der Chemie an der Universität Oxford zehn Kerngedanken. Diese schiebt er an den Anfang des jeweiligen Kapitels, um dann in aller Breite ein großes Konzept oder gar eine ganze Wissenschaft abzuhandeln. Auf diese Weise hebt Atkins anstelle seines Helden Galileo den Finger, um mit umfassendem Wissen und klarer Meinung über Teilbereiche von Biologie, Chemie, Physik und Mathematik zu berichten.

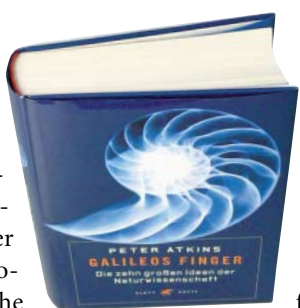
Er beginnt mit der Evolution des Menschen. Dabei geht er ausführlich auf die natürliche Selektion ein. Sie ist für ihn am wichtigsten, da durch sie der Prototyp des Wissenschaftlers entstand: der moderne Mensch. Es folgt ein Kapitel über die DNA, deren Erforschung die Biologie rationalisiert habe. Dann wendet sich Atkins der Physik zu und beleuchtet mit Aristoteles und Co. die Entwicklung des Energiebegriffes und des fundamentalen Energieerhaltungsgesetzes: Energie bleibt erhalten. Thermodynamik und Entropie erläutert er mit Beispielen aus dem Alltag: „Entropie ist ein Maßstab für die Qualität von Energie. Je niedriger die Entropie, desto höher die Qualität.“ Als Nächstes richtet Atkins sein Augenmerk auf die Chemie: „Materie ist atomar.“ Diesen Kerngedanken wiederum belebt er mit den verschiedenen historischen Ansätzen, chemische



Elemente systematisch zu klassifizieren. Über die Symmetrie versucht er ein Verständnis für die Teilchen auf der subatomaren Ebene zu geben und beleuchtet auf diesem Weg auch Quarks und Co. Er schreitet weiter zu Quantenmechanik und erklärt, wie Wissenschaftler erkennen und akzeptieren konnten, dass Wellen sich wie Teilchen, Teilchen sich wie Wellen verhalten. Überlegungen zum Universum und Einsteins Relativitätstheorie folgen. Schließlich stimmt Atkins eine Laudatio auf die den Naturwissenschaften zuarbeitende Mathematik an; er nennt die Grundlagen und schafft mit dem Verweis auf ungelöste Fragen die Überleitung zur Informatik, der er den zweiten Teil dieses letzten Abschnittes widmet.

**ATKINS GIBT
EINBLICKE
IN DIE WELT
DER SUB-
ATOMAREN
TEILCHEN
UND DER
QUANTEN**

Dabei gesteht der durch seine erfolgreichen Chemie-Lehrbücher bekannt gewordene Atkins überraschend: „Dieses Buch soll kein Lehrbuch sein.“ Formell mag das richtig sein, doch durch seinen überlegten Aufbau, vom Einfachen zum Speziellen, vom Vergangenen zur Zukunft ermöglicht Atkins einen ersten Zugang. Durch seine Fähigkeit, komplexe Theorien mit einfacher Sprache zu erklären und Wissenschaftler wie einen Nachbarn zu präsentieren, macht er jedes Kapitel zur Station einer abenteuerlichen Reise. Für die muss der Leser jedoch auch Zeit und Mühe einplanen – ansonsten wird er Atkins' Abenteuerlust über 500 Seiten nicht genießen können. **GORDON BOLDUAN**



Experimente mit Electric Guns

Thomas Rapp
Franzis, 2006. € 19,95

Elektrische Kanonen sind mehr als klassischer Science-Fiction-Stoff. Die Hypergeschwindigkeiten ihrer Projektile ermöglichen es, den Flug von Mikrometeoriten im Labor zu untersuchen.



Thomas Rapp erklärt die Grundlagen elektrischer Kanonen, stellt ihre verschiedenen Typen vor und präsentiert Projekte zum Nachbauen.

Der Arschloch-Faktor

Robert I. Sutton
Hanser Wirtschaft, 2006. € 17,90

Sie buckeln nach oben, treten nach unten – in Wohngemeinschaften, Unternehmen oder an Lehrstühlen. Stanford-Professor Robert Sutton nennt diese



Menschen rundheraus Arschlöcher und verrät, wie man sie erkennt, wie man sie behandelt und wie man verhindert, eines zu werden.

Die Welt der Primzahlen

Paulo Ribenboim
Springer, 2006. € 29,95

Paulo Ribenboim stellt die mit Primzahlen verbundenen Rekorde und Geheimnisse vor. Dabei versteckt der Mathematik-Professor nicht seine Sympathie für clevere Beweise. Charmant beantwortet er: Wie



viele Primzahlen gibt es? Wie werden sie erkannt? Was verbirgt sich hinter berühmten Vertretern wie Mersenne, Cullen & Co.?

Hier stand im Heft eine Anzeige

→ LEXIKON

Zeit (Tempus), eine der Reihenformen unsers Vorstellens, in welche sich der Stoff der sinnlichen Erfahrung bei der Auffassung notwendigerweise gruppiert. Während das Nebeneinanderliegende sich in räumliche Formen ordnet, ist die Zeit die Form für die Auffassung dessen, was nacheinander geschieht.

Aus: *Meyers Konversations Lexikon, Leipzig und Wien, 1885–1892*

Zeit [althochdeutsch zit, eigentlich »Abgeteiltes«], das im menschlichen Bewusstsein unterschiedlich erlebte Vergehen von Gegenwart; die nicht umkehrbare, nicht wiederholbare Abfolge des Geschehens, die als Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft am Entstehen und Vergehen der Dinge erlebt wird.

Aus: *Brockhaus Online Enzyklopädie, Mannheim 2006*

Zeit, Lateinisch Tempus, Französisch Temps oder Tems, Italienisch Tempo, ist eine gewisse und determinierte Verweilung der Gestirne in ihrem Laufe, wonach das Sein und Dauern anderer Dinge gemessen wird; oder die Zeit ist das Maas der Währung der Dinge; oder, wie die Alten beschrieben, die Zeit ist eine Zahl oder Abmessung der vergangenen und zukünftigen Bewegung.

Aus: *Johann Heinrich Zedlers Universal-Lexicon, Halle und Leipzig, 1732–1754*



Etwas so unterschiedlich Wahrgenommenes und dabei so exakt Messbares wie die Zeit gibt es kaum ein zweites Mal. Hat man zu viel, scheint sie unendlich lang zu sein. Hat man zu wenig, wird sie zum kostbaren **Gut**. Die Volksweisheit „Zeit ist Geld“ bringt dies auf den Punkt.

Das älteste und vertrauteste Zeitmaß, das wir kennen, ist der **Tag**. Er entsteht durch die Rotation der Erde um die eigene Achse. Dieser Wechsel des **Sonnenlichts** zwischen hell und dunkel bestimmt seit Jahrtausenden

den Rhythmus des Lebens – kein Wunder also, dass er zum Hauptmaß der Zeit wurde. Durch 24 geteilt, erhalten wir über ihn die **Stunden**. Dieses System soll die mesopotamische Hochkultur der **Babylonier** eingeführt haben. Der ägyptische Astronom Claudius Ptolemäus (100–160 n. Chr.) unterteilte auf Basis des Sexagesimalsystems die Stunde weiter in 60 **Minuten**, die er wiederum in 60 **Sekunden** gliederte. Damit bestimmte er damals die Sekunde als den 86 400. Teil eines Tages.

Die Rotation der Erde ist allerdings nicht so stetig, wie wir annehmen: Sie verlangsamt sich durch die Gezeitenwirkung des **Mondes**. Der mittlere Sonnentag wird deshalb alle 100 Jahre 0,0021 Sekunden länger. Für einen geregelten Tagesablauf ist das nicht tragisch, für ein naturwissenschaftliches **Maß** jedoch eine Katastrophe. Für Abhilfe sorgte im Jahr 1967 die Generalkonferenz für Maß und Gewicht, die für das internationale Einheitensystem (SI) zuständig ist. In Hinblick auf die 1955 einge-

fürten **Atomuhren** gab sie der Sekunde eine für den Laien komplizierte, aber für Naturwissenschaftler befriedigend genaue atomphysikalische Definition: Die Sekunde ist seit der Konferenz „das 9 192 631 770-fache der **Periodendauer** der dem Übergang zwischen den beiden Hyperfeinstrukturniveaus des Grundzustandes von **Atomen** des Nuklids Cs-133 entsprechenden Strahlung“.

Hüter der Internationalen Atomzeit TAI (Temps Atomique International) ist das Pariser Internationale Büro für Maß und Gewicht. Aus den Daten von 50 **Zeitinstituten** errechnet es den korrekten Wert und gibt eine an die Erdrotation angeglichene Koordinierte Weltzeit (UTC) aus. Sie bildet die Basis der 1884 eingeführten weltweiten 24 **Zeitzone**n. Außerdem ist sie die Standardzeit, die Funkuhren über den Langwellensender DCF77 empfangen. So zeigen die Uhren stets die korrekte Zeit an, auch beim Umstellen auf **Sommerzeit** in Deutschland ist das der Wechsel von UTC + 1 auf UTC + 2.

Noch zu Zeiten der klassischen **Mechanik** war Zeit eine unabhängige und feste Größe. 1687 definierte Isaac Newton: „Die absolute, wirkliche und mathematische Zeit fließt in sich und in ihrer Natur gleichförmig, ohne Beziehung zu irgendetwas außerhalb ihrer Liegendem.“ Diese Vorstellung einer absoluten Zeit hob **Albert Einstein** 1905 und 1915 mit seiner zuerst Speziellen und später Allgemeinen Relativitätstheorie auf. Beide Theorien fordern für Zeitmessungen ein **Bezugssystem**, weil Messungen in sich relativ zueinander bewegen-

den Systemen auch andere Ergebnisse bringen. Uhren zeigen also unterschiedliche Zeiten an, da je nach **Standpunkt** des Betrachters die Zeit langsamer beziehungsweise schneller abläuft. Grundlage für diese Vorhersage war die Erkenntnis über die **Naturkonstante** Lichtgeschwindigkeit und dass die Gravitation Einfluss auf den nach Einstein aus Raum und Zeit gebildeten Komplex **Raumzeit** hat.

Diese neuen Theorien über die Zeit bewahrheiteten sich in der Praxis unter anderem bei der Einführung des Global Positioning Systems (**GPS**). Am 23. Juni 1977 wurde von Vandenberg in Kalifornien aus der erste Satellit für das GPS-System in den **Orbit** geschossen. An Bord befand sich eine Atomuhr. Als man nach 20 Tagen die Uhr an Bord mit einer Atomuhr am Boden verglich, war ein deutlicher **Gangunterschied** festzustellen, der exakt den Vorhersagen der Relativitätstheorie entsprach. Ein **Synchronisator** musste daher aktiviert werden. Heute wird dieser Effekt gleich beim Satellitenbau berücksichtigt, ansonsten würde das **Navigationsystem** täglich um mehr als zehn Kilometer ungenau werden.

Die erste urkundlich erwähnte mechanische Uhr ist jene von der **Palastkapelle** der Visconti in Mailand 1335. Mit ihr nahmen Räderwerke die Arbeit auf, den Tag in Stunden, Minuten, Sekunden mechanisch exakt zu unterteilen. Doch schon um 5000 v. Chr. kamen in Ägypten **Sonnenuhren** zum Einsatz. Und die antiken Griechen maßen die Redezeit bei Gerichtsverhandlungen mit **Wasseruhren**.

Der Zeitmessung mit **Hilfsmitteln** aller Art, wie genau auch immer sie geworden sein mögen, geht jedoch ein wichtiger Schritt voraus – das Verständnis von den Zuständen der Zeit: **Vergangenheit**, **Gegenwart** und **Zukunft**. Ohne dieses Wissen ergeben Einteilungen wie Stunden keinen Sinn.

Auch der antike Philosoph Aurelius Augustinus grübelte über die Frage „Was ist Zeit?“ und stolperte über ihre **Flüchtigkeit**. Seine Antwort: „Wenn mich niemand danach fragt, weiß ich es; will ich einem Fragenden es erklären, weiß ich es nicht. Aber zuversichtlich behaupte ich zu wissen, dass es vergangene Zeit nicht gäbe, wenn nichts verginge, und nicht künftige Zeit, wenn nichts herankäme, und nicht gegenwärtige Zeit, wenn nichts seiend wäre.“

Eine feste **Größe** wird Zeit niemals sein können. Das sehen wir schon an unserer Weltzeit. Während wir es in Deutschland 13.30 Uhr haben und **Mittag** essen, nehmen im gleichen Moment New Yorker ein **Frühstück** um 7.30 Uhr ein, und zeitgleich schlummern im neuseeländischen Wellington die Bewohner seit einer halben Stunde im morgigen Tag. Zeit ist also eher das, was wir technisch daraus machen. Oder, wie es Albert Einstein einst scherzhaft sagte: „Zeit ist das, was wir auf der **Uhr** ablesen.“

Der Schweizer Psychologe Jean Piaget (1896–1980) ordnete **Zeitbewusstsein** dem kindlichen Entwicklungsprozess zu. Kinder bis zum Alter von 18 Monaten kennen demnach nur die Gegenwart. Zwischen dem sechsten und achten Lebens-

jahr gelingt es ihnen dann allmählich, **Distanzen** in der Zukunft und Vergangenheit richtig abzuschätzen und die Zeit einzuteilen. Ebenso wird ihnen dann erst bewusst, dass es einen **Unterschied** zwischen subjektiven Zeiträumen und objektiv gemessener Zeit gibt. Erst im Alter von 13 Jahren soll nach Piaget das vollständige **Begreifen** von Zeit möglich sein, wenn sich die mathematisch-logische **Intelligenz** entwickelt hat.

Zeit müssen wir also erlernen. Ein Grund vielleicht, warum **Literaten**, **Künstler** und **Medien** gern mit ihr spielen. So etwa die Macher der US-amerikanischen Fernsehserie „24“: Sie brachen mit der **Konvention**, dass erzählte Zeit und erzählende Zeit im **Film** für gewöhnlich wenig miteinander zu tun haben – bei ihnen entspricht die einstündige Folge auch in der **Handlung** 60 Minuten. Sogar die insgesamt 19-minütigen Werbeblöcke wurden bei der **Ausstrahlung** in den Vereinigten Staaten entsprechend eingepasst. Und um die **Spannung** zu erhöhen, wird immer wieder die unbarmherzig verstreichende Zeit eingeblendet.

Was im Fernsehen für Nervenkitzel sorgen kann, ist im Berufsleben jedoch nicht empfehlenswert: Zeitdruck. Aufgrund von **Stress** im Beruf gibt es hohe Ausfälle. Den Produktivitätsverlust schätzte etwa der amerikanische National Safety Council – in den USA zuständig für Sicherheitsfragen am **Arbeitsplatz** – auf nicht weniger als 150 Milliarden Dollar jährlich. Manches sollte man eben vielleicht einfach etwas langsamer angehen lassen.

HEIKO SPILKER

→ Organisation

Abeking	62	Max-Planck-Institut Göttingen	55
Aker Yards	63	Meyer Werft	71
Allianz	37	Microsoft	39
Apple	39	MIT	20
AVM	42	MTU	64
Black & Decker	20	Münchener Ruck	37
Blohm + Voss	71	Nordseewerke	75
Caterpillar	64	Novell	43
Chemetall	16	NuVison	21
Cytos Biotechnology	14	PIK	32
Dell	39	Real D	21
Degussa	16	RSS	43
Dräger	10	RWE	46 ff.
Duke University	18	SAP	89
East Japan Railway	22	SkySails	67
Fischer Flugmechanik	75	Sony	20
Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik	10	Statoil	52
Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit	16	Sumitomo Heavy Industries	73
Fraunhofer-Institut für Silicaforschung	16	Thyssen-Krupp	62
Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung	50	TU Hamburg-Harburg	71
Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren	16	Universität Augsburg	34
Hyundai Heavy Industries	62	Universität Bremen	70
Hochschule der Medien Stuttgart	98	Universität Göttingen	11
IBM	89	Universität Kalifornien	30
IDC	43	Universität Karlsruhe	37
Infitec	22	Universität Leipzig	55
Intel	39	Universität Lübeck	18
In-Three	22	Universität Münster	16
Landesbank Baden-Württemberg	30	Universität Oxford	92
Leibniz-Institut für Meereswissenschaften	32	Universität Peking	19
Leids Universitair Medisch Centrum	54	University of Missouri Columbia	18
Lürssen	62 ff.	Vattenfall	50
Maersk	62	VGB Power Tech	37
Meerestechnik Engineering	74	VW	16
MAN Diesel	64	Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie	50
Max-Planck-Institut für Meteorologie	31 ff.	Zentrum für Graphische Datenverarbeitung	70
Max-Planck-Institut für Polymerforschung	19		

Informieren Sie sich und schauen Sie mal rein:

Einem Teil der Auflage liegen Beilagen der folgenden Unternehmen bei:

- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
www.DLR.de
- Lenovo Deutschland GmbH
www.lenovo.com
- Solar Millennium AG
www.SolarMillennium.de



Möchten Sie eine Beilage schalten? Es berät Sie gerne:

Karl-Heinz Piotrowski, Anzeigenleiter Technology Review | Telefon: 0511/5352-761 | Fax: 0511/5352-443
E-Mail: khp@technologyreview.de | Internet: www.technologyreview.de

Technology Review

DAS M.I.T.-MAGAZIN FÜR INNOVATION

Technology Review ist die deutsche Lizenzausgabe von „Technology Review – MIT's Magazine of Innovation“

REDAKTION

Postfach 61 04 07, 30604 Hannover, Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover
Telefon: 0511 / 53 52-764, Fax: 0511 / 53 52-767
www.technologyreview.de, E-Mail: office@TR.heise.de

Chefredakteur: Sascha Matthe

Art Director: Mika Schiffer

Textchef: Michael Reitz

Redakteure/-in: Gordon Bolduan, Gregor Honsel, Wolfgang Stieler (Ressortleitung Online), Veronika Szentpétery

Chef vom Dienst: Leif Kleinhans

Schlussredaktion: Timo Ahrens

Grafik Design: Linda Thomas

Bildbearbeitung: Eric Tscherne

Dokumentation: Kathrin Lilienthal

Fotoredaktion: Rachel Wirth

Mitarbeiter dieser Ausgabe: Susanne Donner, Udo Flohr, Holger Fuß, Sönke Gähke, Frank Grotelüsch, Jan Oliver Löffken, Nora Luttmeyer, Wolfgang Richter, Karsten Schäfer, Heiko Spilker, Katrin Wilkens

DTP-Produktion: Martina Fredrich, Angela Hilberg

VERLAG

Heise Zeitschriften Verlag GmbH & Co. KG,
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover, Helstorfer Str. 7, 30625 Hannover
Telefon: 0511 / 53 52-0, Fax: 0511 / 53 52-129

Herausgeber: Christian Heise, Ansgar Heise

Geschäftsführer: Ansgar Heise, Steven P. Steinkraus,

Dr. Alfons Schröder

Verlagsleiter: Dr. Alfons Schröder

Anzeigenleiter: Karl-Heinz Piotrowski,

Telefon: 0511 / 53 52-761, Fax 0511 / 53 52-443

karl-heinz.piotrowski@technology-review.de

Mediaberatung: Michaela Thiem,

Telefon: 0511 / 53 52-421, Fax: 0511 / 53 52-443

michaela.thiem@technology-review.de

Mediaberatung/Disposition: Julia Wittig,

Telefon: 0511 / 53 52-633

julia.wittig@technology-review.de

Anzeigenpreise: Es gilt die Preisliste vom 1. Oktober 2006

Vertriebsabteilung: 0511 / 53 52-157

Teamleitung Herstellung: Bianca Nagel

Druck: Dierichs Druck + Media GmbH, Kassel

ISSN 1613-0138

Aboservice: Technology Review, Postfach 77 71 26, 30821 Garbsen,
Telefon: 05137/88 20 00, Fax: 05137/88 17 12, E-Mail: abo@tr.heise.de,
Internet: www.heise.de/abo Für Abonnenten in der Schweiz Bestellung über:
Thali AG, Industriestr. 14, CH-6285 Hitzkirch, Telefon: 041/9 19 66 11,
Fax: 041/9 19 66 77, E-Mail: abo@thali.ch, Internet: www.thali.ch

Abonnement-Preise:

Standardabo inkl. Versandkosten im Inland € 59,50, im Ausland außer Schweiz € 64,50 (CHF 99,90); ermäßigtes Abo für Auszubildende, Schüler, Studenten, Zivil- und Grundwehrdienstleistende (nur gegen Vorlage einer entsprechenden Bescheinigung) inkl. Versandkosten € 44,80, im Ausland außer Schweiz € 49,80 (CHF 75,00). Das Technology-Review-plus-Abo kostet pro Jahr € 7,00 (CHF 13,70) Aufpreis.

Der Bezug der Zeitschrift Technology Review ist im Mitgliedsbeitrag des Verbandes ADT enthalten. Für VDI-, Vdbiol-, VDE-, GI- (Gesellschaft für Informatik) Mitglieder gilt der Preis des ermäßigten Abonnements (gegen Nennung der Mitgliedsnummer bzw. gegen Vorlage des Mitgliedsausweises).

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet werden. Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden.

Printed in Germany, Copyright 2006 by Heise Zeitschriften Verlag GmbH & Co. KG

Im Januar-Heft lesen Sie:



FOTO: MARTIN FLOHR

→ In den Weltraum klettern

Es ist eine verwegene Idee: Statt mit Raketen zu fliegen, sollen Lasten eines Tages an langen Seilen ins All klettern. Ein Wettbewerb zeigte, wie groß die Herausforderung ist.

→ Die Chancen der Krise

Opportunismus als Geschäftsprinzip: Mit einer Reihe von billigen Übernahmen hat sich Scansoft neu erfunden und als wichtigster Anbieter bei Spracherkennung positioniert

→ Innovation auf der Schiene

Viele denken bei der Bahn nur an verfallende Strecken und unansehnliche Nahverkehrszüge. Doch das System Rad-Schiene hat einige zukunftssträchtige Konzepte zu bieten.

Das Heft erscheint am 21. 12. 2006

magazin für
computer
technik

MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE
INFORMATIONSTECHNIK



c't 25/06

ab 27. November im Handel

Notebooks aller Klassen ab 700 Euro

Heft-DVD: Ubuntu 6.10, Datenbanken, Spiele

DSL-Preiskampf: Tückische Schnäppchenjagd



iX 12/06

jetzt am Kiosk

Google Earth: Eigene Erweiterungen per KML

Datenbanken: Oracles XML-Fähigkeiten

SSL-IPSec-Appliances: Sicher ins Firmennetz

»Wie können Farben unsere Stimmung beeinflussen?«

VON HOLGER FUSS



Professor Christoph Häberle, Jahrgang 1964, lehrt Verpackungsdesign an der Hochschule der Medien in Stuttgart

Herr Professor Häberle, bekanntlich sind Farben elektromagnetische Wellen von unterschiedlicher Schwingungsstärke. Wie wirken diese Schwingungen auf uns Menschen?

Der Farbeindruck entsteht überhaupt erst durch die Aktivität unseres Gehirns. Über das Auge trifft ein Stakkato von minus 50 Millivolt starken Aktionspotenzialen in den beiden Hirnhälften ein. Die elektromagnetische Wellenlinie, die auf unser Auge fällt, übermittelt zunächst nur irgendwelche diffusen Informationen. Ein extrem unscharfes, auf dem Kopf stehendes Bild. Aus dieser verzerrten Darstellung erschafft das Gehirn ein Bild, das uns für unser Überleben hilft. Dabei werden die visuellen Reize gleichsam überformt mit Empfindungen.

Das Gehirn filtert also Informationen aus einem Gewitter elektrischer Impulse?

Der Reizimpuls an sich ist zunächst neutral. Erst an dem jeweiligen Hirnbereich, in dem die minus 50 Millivolt Aktionspotenzial eintreffen, entscheidet sich, um welchen Sinnesreiz es sich handelt. Im hinteren Bereich unseres Gehirns wird es als visueller Reiz gedeutet, an den Schläfen als akustischer Reiz.

Klingt fast so, als könnten wir Farben mitunter hören.

Im Prinzip ja. Unsere Gehirnbereiche arbeiten nämlich zusammen, um einen Gesamteindruck des Szenarios, das wir vor uns

haben, zu schaffen. Das Ergebnis ist aber ein massiv subjektiver Eindruck. Jeder Mensch erschafft seine Wirklichkeit aufgrund seiner eigenen Wahrnehmung. Das Phänomen nennt man Synästhesie und bedeutet die Übertragung der Eindrücke eines Sinneskanals auf andere Sinne. Etwa vom visuellen System auf das akustische System. Wenn wir also von „lauten“ oder „schweren“ Farben sprechen, um eine intensive oder dunkle Farbe zu beschreiben, oder wenn wir bei Klängen den Eindruck bestimmter Farbigkeiten haben.


Laut Farbpsychologie soll Rot kraftvoll wirken, Grün harmonisch oder Grau kompromissbereit. Sind derlei Zuordnungen von Farben zu bestimmten Eigenschaften ebenfalls neurologisch bedingt?

Zunächst einmal ist der visuelle Eindruck der schnellste überhaupt. Er findet mit Lichtgeschwindigkeit statt. Und in Sekundenbruchteilen nehmen wir nicht nur die Farben, sondern auch all die Gefühle, die unser Gehirn hinzufügt, wahr. Das bedeutet, mit einer Farbe in einer bestimmten Situation kann ich in kürzester Zeit sehr viele Informationen übermitteln. Welche symbolischen Bedeutungen mit einer Farbe verknüpft werden, hat mit Konventionen zu tun.

Farbbedeutungen sind also kulturelle Übereinkünfte?

Nicht nur. Die erste Konvention ist beispielsweise schon durch Naturerfahrungen gegeben. Wenn Sie einen Kirschbaum sehen, dessen Früchte rot leuchten und gesund, süß und wohlschmeckend sind, so ist dies eine Art Urfahrung, die Sie mit vielen Menschen teilen. Zu wissen, welche Früchte genießbar sind und welche nicht, gehörte zu den überlebensrelevanten Informationen, als wir selber noch auf den Bäumen saßen.

Es gibt also eine physiologische Wirkung und eine kulturelle Wirkung von Farben. Hängen die beiden Ebenen miteinander zusammen?

Das ist möglich. Wenn Sie sich die Farbe Rot anschauen, die kraftvoll wirken soll, und die Farbe Blau, der eine beruhigende Wirkung zugesprochen wird, dann haben wir es zunächst mit unterschiedlichen Schwingungsfrequenzen zu tun. Rot würde dann als langwellige Farbe mit 650 Nanometer Wellenlänge die organische Zelle mehr anregen als Blau mit 450 Nanometer Wellenlänge. Allein die dadurch bedingte größere Zellaktivierung könnte schon Grund für die Erhöhung der Atemfrequenz und insgesamt einer Aktivitätssteigerung unseres Organismus sein. 

mehr antworten

Christoph Häberle im Internet: www.b612-design.de

Ulrich Beer: „Was Farben uns verraten. Eine bunte Psychologie“, Centaurus, Herbolzheim, 2004, 192 Seiten, 17,90 Euro

Catherine Cumming: „Farben. Wohnen. Wohlfühlen. Wie Farben im Haus unser Wohlbefinden beeinflussen“, Droemer Knauer, München, 2004, 127 Seiten, 19,90 Euro