

Erwachsene am Strand können ungefähr 4,7 Kilometer bis zum Horizont blicken

So mancher Strandurlauber hat sich schon gefragt, wie weit wohl der Horizont entfernt sein mag, den man als Linie zwischen Himmel und Meer erkennt. Bekanntlich ist die Erde eine Kugel, so daß es zwar durchaus hinter dem Horizont weitergeht - wie ja ein Songtext von Udo Lindenberg richtig feststellt -, aber der Blick eben doch dadurch begrenzt wird, daß Lichtstrahlen sich geradlinig ausbreiten. Der Horizont ist also dort, wo eine gedachte Linie vom Auge des Beobachters zur Oberfläche der Erdkugel diese streifend berührt. Mathematiker sprechen dann von einer Kreistangente. Wie weit man also bis zum Horizont über das Meer schauen kann, hängt mit hin von zwei Faktoren ab. Erstens vom Radius der Erdkugel - denn je stärker gekrümmt die Oberfläche eines Planeten ist, um so weniger weit läßt sich in die Ferne schauen. Zweitens von der Augenhöhe des Betrachters. Ein Kind sieht den Horizont in geringerer Entfernung als ein Erwachsener. Und von einem Ausguckskorb an einem Schiffsmast läßt sich das Meer weiter überblicken als von einem Ruderboot aus. Doch nun wollen wir konkrete Zahlen haben. Wie weit ist es bis zum Horizont? Dazu muß man wissen, daß der mittlere Erdradius 6371 Kilometer beträgt. Außerdem benötigt man den Satz des Pythagoras: In einem Dreieck mit einem rechten Winkel ist die Summe der Quadrate der an den rechten Winkel angrenzenden Seiten gleich dem Quadrat der dem rechten Winkel gegenüberliegenden Seite. Dieses Dreieck denken wir uns nun wie folgt: Vom Erdmittelpunkt gehen wir bis zu einem Punkt auf dem Ozean, der dem Horizont des Betrachters entsprechen soll. Diese Länge ist also $a = 6371$ Kilometer. Dort gibt es einen rechten Winkel, und weiter geht es in das Auge des Beobachters. Diese Distanz ist die unbekannte Entfernung zum Horizont. Wir nennen sie X . Vom Auge des Beobachters geht es dann mit einer Linie wieder zum Erdmittelpunkt. Diese Dreiecksseite hat die Länge $b = 6371$ Kilometer plus Augenhöhe H . Diese können wir bei einem Erwachsenen zum Beispiel mit 1,70 Meter ansetzen. Nach Pythagoras gilt $a^2 + X^2 = b^2$, was gleichbedeutend ist mit $X^2 = (a + H)^2 - a^2$. Nun läßt sich mit ein klein wenig rechnen die Entfernung X zum Horizont ermitteln. Im Endeffekt gelangt man zur Formel $X = 3,57$ mal Wurzel aus H , wobei sich X in Kilometer ergibt, wenn man H in Meter einsetzt. Setzen wir also eine Augenhöhe von $H = 1,70$ Meter ein, so ergibt sich eine Entfernung zum Horizont von rund 4,7 Kilometern. Ein Kind mit einer Augenhöhe von einem Meter kann hingegen nur rund 3,6 Kilometer weit blicken. Ein 30 Meter hoher Mastkorb auf einem Schiff erlaubt demnach eine Fernsicht von rund 20 Kilometern. Ein anderes, ebenfalls 30 Meter hohes Schiff würde den Ausguck indes schon in einer Entfernung von 40 Kilometern erkennen können.



mit Norbert Lossau

5 Minuten Physik

Terrorschutz für Passagierflugzeuge

Gegen Angriffe durch tragbare Raketen sind zwei Systeme entwickelt worden - Erste Tests erfolgreich

VON ANATOL JOHANSEN

Washington D.C. - Seit dem Anschlag auf das World Trade Center in New York am 11. September 2001 hat es zwar keinen vergleichbaren Anschlag auf die Zivilluftfahrt mehr gegeben, dennoch ist man weltweit - besonders aber in den USA - auf der Hut vor weiteren Terrorattaken.

Vor allem eine mögliche Art von Angriffen auf Passagierflugzeuge bereitet Sorgen, weil diese Attacken derzeit noch kaum abzuwehren sind. Es handelt sich dabei um tragbare Raketen, die ein einzelner Mann oder eine Frau von der Schulter aus verschießen können. Mit einem auf Wärmestrahlung ansprechenden Infrarotsuchkopf peilt das Projektil die Motoren des Flugzeugs an und bringt seine todbringende Last ins Ziel.

Inzwischen weist Gary Boettcher, Präsident der Coalition of Airline Pilots Associations, in der 22 000 amerikanische Linienspiloten organisiert sind, auf bedrohlich klingende Geheimdienstberichte hin. Demnach sollen nicht weniger als zwei Dutzend Terrororganisationen im Besitz dieser als Manpads (man-portable air defense systems) bezeichneten Waffen sein. „Unglücklicherweise ist die Beschädigung oder Zerstörung eines Passagierjets durch Manpads eine reale Möglichkeit“, meint er, „es ist keine Frage, ob man das versuchen wird, sondern nur wann.“

Das nach dem New Yorker Anschlag geschaffene Ministerium für Heimatschutz (Homeland Security Department) hatte schon im August 2004 die Firmen BAE Systems und Northrop Grumman beauftragt, für je 45 Millionen Dollar

innerhalb von 18 Monaten spezielle Abwehrsysteme gegen Raketenangriffe zu entwickeln, die sogenannten C-Manpads (Counter-Manpads).

Beide Firmen haben jetzt Systeme entwickelt, die nun erstmals im Flug auf ihre prinzipielle Tauglichkeit hin getestet werden. BAE Systems konstruierte das Raketenabwehrsystem Jetye, Northrop Grumman nennt seine Entwicklung Guardian. Das Konzept beider Systeme ähnelt sich. Sie verfügen jeweils über einen Sensor für Ultraviolettlicht, der ein sehr weites Gebiet auf Raketenstarts hin überwacht. Entdeckt er dabei einen Abschuss, meldet er dies sofort an einen Infrarotsensor. Der überprüft - zusammen mit dem UV-Sensor - in Sekundenschnelle, ob es sich wirklich um eine anfliegende Manpad handelt. Ist das

rem soll Houston in Texas überfliegen werden. Mit den jetzt anlaufenden Flugtests geht die zweite Entwicklungsphase der C-Manpads zu Ende. Im kommenden Jahr könnte sich noch eine dritte Phase anschließen. Einsatzbereit sind die neuen Abwehrsysteme vorerst jedenfalls noch nicht.

Dennoch macht man sich bei den Luftlinien bereits Sorgen - nicht etwa um ein mögliches Versagen von Jetye oder Guardian, sondern um die anfallenden Kosten. Bei Guardian sollen sie sich auf etwa eine Million Dollar pro Flugzeug belaufen, erläutert John Stanfill von Northrop Grumman. Aber das sei durchaus verkraftbar, meint der Spezialist für Infrarotabwehrsysteme, es würde den Ticketpreis für einen Flug von New York nach Los Angeles lediglich um einen Dollar erhöhen.

Wenn sie praktischen Zielen untergeordnet wird, dann stagniert wahre Wissenschaft.



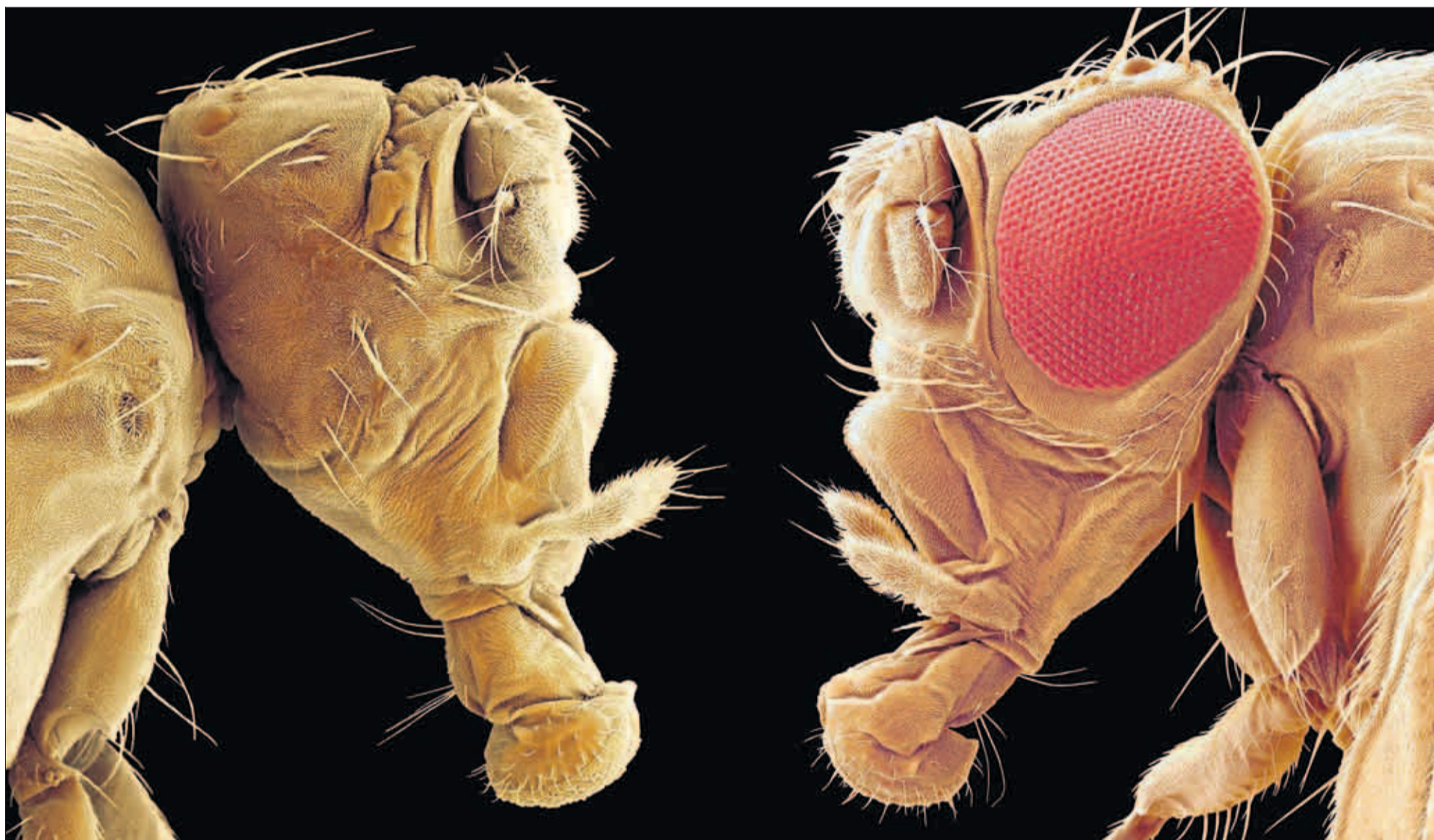
Albert Einstein

Südkoreas Klonpionier Hwang läßt eigene Forschung überprüfen

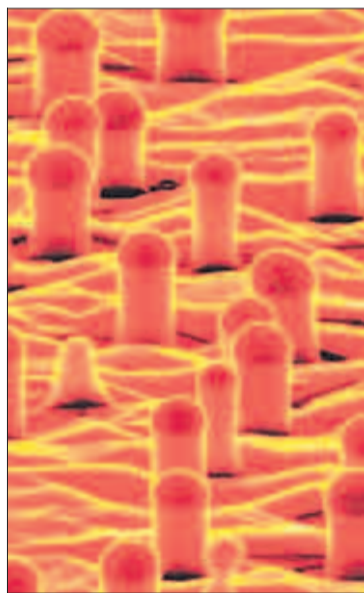
Seoul - Der südkoreanische Klonpionier Hwang Woo Suk läßt seine Arbeit von einer Expertenkommission überprüfen, nachdem Zweifel an Ergebnissen seiner Stammzellforschung laut geworden waren. Die Untersuchungen sollen Fachleute der Hochschule leiten, an der Hwang selber arbeitet. Das kündigte die Seouler Nationaluniversität an. Hwang selbst, der zu nächst wegen umstrittener Eizellspenden für seine Forschung in die Kritik geraten war, besuchte nach 18tägiger Abwesenheit erstmals wieder für kurze Zeit sein Labor an der Seouler Universität.

Hwangs Gruppe hatte nach eigenen Angaben vom Mai erstmals Stammzellen aus geklonten Embryonen erkrankter Menschen isoliert. Die Forscher hoffen, so eines Tages gezielte Stammzelltherapien für schwerkranke Menschen entwickeln zu können. Es seien elf Stammzelllinien von elf geklonten Embryonen gewonnen worden, hatten die Forscher berichtet. Zweifel an den Aussagen wurden laut, nachdem sich einige veröffentlichte Fotos, die die elf verschiedenen Stammzellkulturen belegen sollten, als Duplikate erwiesen hatten. Hwang erklärte dies mit einem Irrtum. Vorwürfe der Manipulation von Forschungsergebnissen wies das Team zurück.

Durch die Untersuchungen hoffen der 52jährige Tiermediziner und seine Kollegen, daß alle kritischen Fragen bezüglich der Echtheit ihrer Forschung ausgeräumt werden. „Ich werde die Universität bitten, alle Facetten unserer Arbeit zu überprüfen“, sagte Hwang. dpa



Keine Fossilien von Ur-Tieren, sondern Fruchtfliegen sind auf dem preisgekrönten Bild aus dem Wettbewerb „Bilder der Forschung“ zu sehen. Die nachträglich kolorierte elektronenmikroskopische Aufnahme zeigt rechts ein Tier mit normal ausgeprägter Gen-Aktivität. Bei der Mutante links ist jenes Gen defekt, das für die Bildung der Sehorgane verantwortlich ist. Die Fliege hat deshalb keine Augen



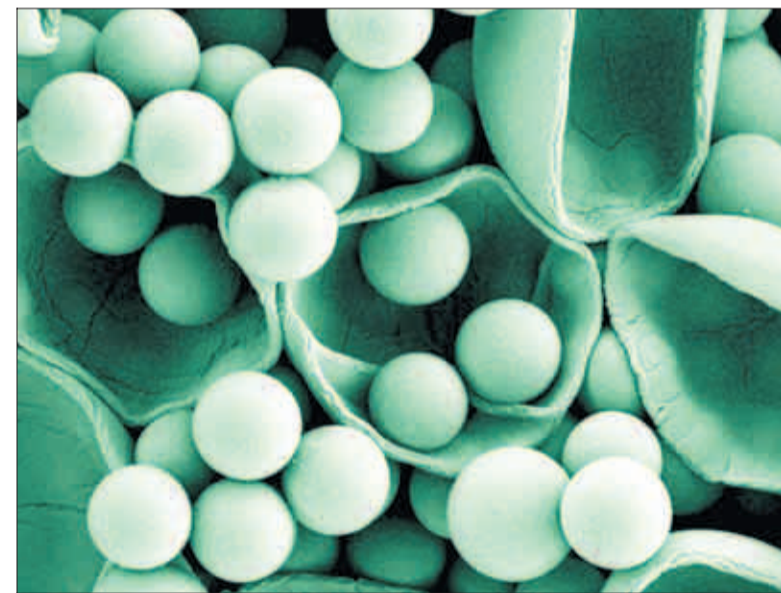
Bilder der Forschung

München - Zwei „Charakterköpfe“ haben Jürgen Berger vom Max-Planck-Institut für Entwicklungsbiologie in Tübingen und Ralf Dahm von der Medizinischen Universität Wien fotografiert und dafür den ersten Preis im Wettbewerb „Bilder der Forschung“ erhalten. Die kolorierte elektronenmikroskopische Aufnahme aus der Kategorie „Faszination Forschung“ zeigt rechts eine normal entwickelte Fruchtfliege und eine Mutante ohne Sehorgane.

Die pilzartigen „Gewächse“ (l., 3. Preis „Faszination Forschung“ für Luis Schubert und Peter Werner vom Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik in Halle) zei-

gen Nano-Drähte aus Silizium, die auf einen Träger aufgedampft wurden. Die Experimente dienen zur Entwicklung neuer elektronischer Bauteile. Keine Erbsen, sondern Polymerkügelchen sind auf dem Bild rechts von Karen Köhler vom Max-Planck-Institut für Kolloidforschung in Gölz zu sehen. Das Bild errang den Publikumspreis. Die Mikrobehältnisse werden zum Arzneitransport erprobt.

„Bilder der Forschung“ ist ein mit 20 000 Euro dotierter Wettbewerb für herausragende Wissenschaftsfotografien, der vom Nachrichtenmagazin „Focus“ und dem Verband Forschender Arzneimittelhersteller vergeben wird. DW



WISSENSCHAFT KOMPAKT

GESUNDHEIT
Vorsicht mit Migränemitteln
Acht bis 13 Prozent der Frauen und knapp fünf Prozent der Männer leiden in Deutschland unter Migräne. Das geht aus der bisher größten deutschen Studie hervor, die kürzlich von der Deutschen Migräne- und Kopfschmerzgesellschaft (DMKG) präsentiert wurde. In der Akuttherapie der Migräne haben sich die sogenannten Triptane als optimal erwiesen. Bei leichten Attacken sind ASS, Ibuprofen, Diclofenac und Paracetamol die Schmerzmittel der ersten Wahl, heißt es in den Leitlinien der Gesellschaft. Medikamente sollten höchstens zehn Tage im Monat und nicht länger als drei Tage hintereinander eingenommen werden. /s

TECHNIK
Schäume aus Metall
Metallschaum ähnelt Knochengewebe, ist leicht, mechanisch fest, kann von Flüssigkeiten und Gasen durchströmt werden und verfügt über große innere Oberflächen. Am Forschungszentrum Karlsruhe wurden neue Methoden zur Optimierung der Materialeigenschaften entwickelt. Damit lassen sich Metallschäume gezielt herstellen. Metallschäume werden unter anderem als Wärmeüberträger in Sonnenkollektoren und Latentwärmespeichern eingesetzt, zur Verhinderung von Turbulenzen in Gas- und Flüssigkeitsströmen, sowie in Kühlelementen. arö

EHRUNGEN
Karl-Heinz-Beckurts-Preise
Einen der drei diesjährigen Karl-Heinz-Beckurts-Preise mit einem Preisgeld von je 30 000 Euro erhielt der Physiker Friedrich Kremer (Universität Leipzig), der ultradünne Schichten untersucht. Ausgezeichnet wurde auch der Chemiker Arne Skerra (TU München), weil er eine neue Klasse von Biomolekülen mit Anwendungspotential für die Medizin entdeckte. Für die Weiterentwicklung von Innenohrprothesen wurde der Physiker Clemens Zierhofer (Universität Innsbruck) geehrt. Elf Lehrer wurden ausgezeichnet, weil sie Schüler zu wissenschaftlichem Arbeiten angeregt hatten. dpa

Das Ressort Wissenschaft erreichen Sie unter:
Telefon: 030 25 91 - 7 19 68
Fax: 030 25 91 - 7 19 68
E-Mail: wissenschaft@welt.de
Internet: www.welt.de/wissenschaft

Bildung ist die Voraussetzung für ein gesundes und langes Leben

Expertengespräch in Berlin zu Gesundheit und demographischem Wandel: „Jedes weitere Jahr, das wir verlieren, verschärft die Probleme“

VON KATJA FLIEGER

Berlin - Ein „demographiefestes Gesundheitswesen“ hat sich die Bundesregierung als Leitbild in ihre Koalitionsvereinbarungen geschrieben. Was simpel klingt, gewinnt täglich an Sprengkraft, denn die Deutschen werden immer älter. Sind heute schon vier Prozent der Bevölkerung über 80, so wird sich diese Altersgruppe bis 2050 verdreifachen. Wer so alt wird, wird krank und kostet Geld. Tatsächlich? Ob steigendes Bevölkerungsalter unausweichlich zu weniger Lebensqualität und mehr Kosten führt, haben in Berlin vier Experten aus unterschiedlichen Perspektiven diskutiert: Sofortigen Handlungsbedarf sehen alle.



Dr. Jutta Gampe, MPI Rostock

graphische Forschung in Rostock. Dennoch planen die Deutschen ihr Arbeits- und Familienleben so, als hätten sie im Schnitt zehn Jahre weniger zu erwarten. „Wir versuchen alles, von der Karriere über Reisen bis zur Familiengründung

in zwei Jahrzehnte zu packen und dadurch wird es zwischen 30 und 50 ziemlich eng“, so Gampe. Für Horrorzenarien gibt es laut Anne von Blomberg, Journalistin und Autorin des Buchs „Generation Aufbruch“ aber keinen Grund. Zwar müsse die Gesellschaft mit Alterskrankheiten wie Demenz rechnen, doch seien deren hochgerechnete Häufigkeiten erheblich überschätzt. Die „neuen Alten“ lebten bewußter und gesünder als jede Generation vorher. Der Zuwachs an Erfahrung und Intelligenz durch die Alten werde andererseits unterbewertet. Die Verantwortung für die eigene Gesundheit müsse je-



Cornelia Yzer, VFA, Berlin

doch steigen, während finanziell Abstriche zu verkraften seien. „Rentner von morgen werden den materiellen Standard, den sie während des Berufslebens genossen haben, so nicht mehr halten können“, prognostiziert von Blomberg. Sie müßten lernen, sich auf Nichtmaterielles zu konzentrieren, geistig aktiv bleiben und ihre Lebensqualität verstärkt aus diesen Quellen ziehen.

Nur widerspreche dieses Bild vom glücklichen Altersprozeß bislang der gesellschaftlichen Wirklichkeit, betont Professor Stefan Willich, Leiter des Instituts für Sozialmedizin, Epidemiologie und Gesundheitsökonomie der Charité in Berlin: „Wir leben in einer Gesellschaft, in der man jung, reich und gesund ist; wenn Sie alt oder sozial ausgegrenzt sind, geht es Ihnen schlecht.“ Überdies nähmen trotz der Möglichkeit aktiven Alterns lebensstilbedingte Krankheiten wie Diabetes und Herz-Kreislauf-Krankheiten, aber auch Demenzen zu.

Daß das Medizinsystem die Aufgabe eines sozialen Auffangbeckens hat, beobachtet Willich seit Jahren. „Ich habe öfter erlebt, daß vor Weihnachten alte Menschen bei uns quasi abgegeben und nach dem Skiurlaub wieder abgeholt werden - da werden mit erheblichen Kosten soziale Probleme zugekleistert“, so Willich.

Zumindest die medizinische Forschung hat laut Cornelia Yzer, Hauptgeschäftsführerin des Verbandes Forschender Arzneimittelhersteller (VFA), bereits auf den demographischen Wandel reagiert. Eine Reihe vielversprechender Projekte beschäftigt sich mit dem Typ-2-Diabetes, einer Erkrankung, deren Häufigkeit im fortschreitenden Alter zunimmt. „Es gibt Schätzungen, daß im Jahr 2010 um die 13 Milliarden Euro ausgegeben werden müssen, um die Fälle von Arbeitsunfähigkeit und Frühverrentung durch Diabetes zu finanzieren“, sagt Yzer. Medikamente, welche die Folgeerkrankungen des



Prof. Stefan Willich, Charité

Diabetes abwenden, könnten diese Kosten verringern. Große Potentiale biete auch die sogenannte individuelle Medizin, die genetische Besonderheiten jedes Patienten berücksichtigt. Der beste medizinische Fortschritt kann jedoch

mangelnde Krankheitsverhütung nicht ausgleichen. Vorsorge kommt in Deutschland zu kurz. „Das Präventionsgesetz, kaum angesprochen und schon wieder gestoppt, ist im internationalen Vergleich viel zu spät und viel zu spärlich angegangen worden“, kritisiert Willich. Dringend notwendig seien breit angelegte Aufklärungskampagnen über Volkskrankheiten wie Diabetes oder Demenz. Daß knappe Kassen nicht zwangsläufig zu schlechterer Gesundheit führen, zeige das Beispiel Schweiz: „Wenn Sie in einem Büro in Basel das Bad aufsuchen, finden Sie dort jede Menge Zahn-

putzbecher.“ Der Grund sei, daß die Zahnbehandlung dort komplett privat bezahlt werden müsse und sich die Verhinderung von Karies entsprechend lohne. Eine grundlegende Reform fordert Willich auch für die ärztliche Ausbildung, die bisher eher brillante Operateure als menschlich kompetente Hausärzte hervorbringt.

Die Expertenrunde war sich einig, daß die Solidargemeinschaft in Zukunft nicht mehr alles wild richten können. Eines solle sie jedoch unbedingt tun - Bildung, insbesondere für Kinder und Jugendliche, fördern. Bildung sei auch aus demographischer Sicht eine Garantie für ein längeres, gesünderes Leben. Angesichts des Ringens um ein Renteneintrittsalter von 67 und der verschobenen Debatte um die Gesundheitsreform werde laut Gampe deutlich, daß auch die neue Regierung die demographiebedingten Herausforderungen zu zögerlich angehe: „Die Probleme sind klar und lang genug verschoben worden - jedes weitere Jahr, das wir verlieren, verschärft die Probleme.“