Nr. 27 DIE ZEIT S. 31 SCHWARZ cyan magenta yellov

# 31 WISSEN

26. Juni 2008 DIE ZEIT Nr. 27

# Plan B

In der Klimadebatte wurde bisher nur über CO<sub>2</sub>-Vermeidung geredet. Erst jetzt begreifen Politiker, dass der Klimawandel unabwendbar ist. Anpassungsforschung soll uns vor Sturm, Flut und Dürrekatastrophen schützen **von Stefanie Schramm** 

twas verunsichert stehen die Besucher zwischen den mannshohen Plexiglasröhren im Hamburger Zentrum für Klimafolgen-Engineering und -Management. Erik Pasche, der Leiter des Zentrums, erklärt gerade, dass Sturmfluten im Jahr 2085 wahrscheinlich etwa 85 Zentimeter höher ausfallen werden, wegen des Klimawandels. »Jetzt gucken wir mal, was das bei Ihnen zu Hause bedeutet. Wo wohnen Sie denn?«, fragt der Professor für Wasserbau. »Neuhöfer Straße 23«, meldet sich eine Frau. Dort habe sie ihren Eisenwarenhandel. Pasches Assistent tippt die Adresse in den Laptop, der Rechner kalkuliert, Pumpen gurgeln los, in den Plastikröhren steigt die Flut. Auf Hüfthöhe stoppt sie. »So sieht das dann bei Ihnen in der Firma aus«, erklärt Pasche. »Da können Sie sich schon mal was überlegen.«

Sich gegen den Klimawandel zu wappnen – das beschränkt sich bislang meist auf die Forderung, möglichst viel des Treibhausgases Kohlendioxid zu vermeiden. Doch jenseits der allgegenwärtigen CO<sub>2</sub>-Rhetorik wird noch kaum darüber geredet, wie wir im Alltag auf den Klimawandel reagieren können. Strategien zur weltweiten Reduzierung des Kohlendioxidausstoßes sind notwendig und sinnvoll. Doch ebenso klar ist: Auch wenn die CO<sub>2</sub>-Emissionen drastisch reduziert würden, ja, selbst wenn ab sofort kein CO<sub>2</sub>-Molekül mehr aus Schornsteinen und Auspuffen käme – das Klima würde sich trotzdem weiter verändern. Und darauf müssen wir uns einstellen.

Dass sowohl Vermeidung als auch Anpassung nötig sind, dämmert nicht nur den Besuchern des - deutschlandweit einmaligen - Klimafolgen-Zentrums in Hamburg. Auch die Politik erkennt allmählich, dass der Klimawandel konkrete Gegenmaßnahmen erfordert. Das Umweltbundesamt arbeitet derzeit an einer Deutschen Anpassungsstrategie, im Herbst soll sie fertig sein. Die Europäische Kommission hat ein Grünbuch zur Anpassung an den Klimawandel in Europa herausgegeben. Und langsam kommt die Forschungsförderung ins Rollen. Das zuständige Bundesministerium unterstutzt neben Vermeidungsmaßnahmen nun auch Anpassungsprojekte unter dem Namen klimazwei; und das Programm Klimzug soll regionale Klimavorsorgeforschung fördern.

Die Anpassungsforschung hat enormen Nachholbedarf. Während Dutzende Lehrstühle, Forschungsinstitute und Entwicklungsabteilungen dabei sind, CO<sub>2</sub>-Sparmaßnahmen zu erdenken und in die Tat umzusetzen, existierte eine Adaptationsforschung bisher nur für altbekannte Gefahren, zum Beispiel im Wasserbau. Es lohnt sich, die Gründe für dieses Ungleichgewicht näher anzusehen, denn sie sind hartnäckig und werden die Anpassung an den Klimawandel auch in Zukunft erschweren.

# Der Nobelpreisträger Al Gore geißelte die Anpassung als »eine Art Faulheit«

Es beginnt damit, dass die Anpassung ein Imageproblem hat. Schon der Begriff klingt wenig aufregend, nach reiner Reaktion und Instandhaltung. Al Gore geißelte die Adaptation gar als »eine Art Faulheit« und »arroganten Glauben in unsere Fähigkeit, rechtzeitig zu reagieren, um unsere Haut zu retten«. Einzelne Wissenschaftler wie der Klimaforscher Hans von Storch und der Soziologe Nico Stehr kämpfen seit Jahren gegen die Schmähung der Vorsorge – mit mäßigem Erfolg. »In der öffentlichen Diskussion wird bis auf den heutigen Tag nur die Vermeidung als tugendhaft dargestellt, selbst wenn sie sich meist auf rein symbolisches Tun wie autofreie Sonntage beschränkt«, schreiben die beiden Forscher in einem Manifest zum Klimaschutz. Gehör finden vor allem jene Klimaforscher, die Katastrophenszenarien entwerfen und als Gegenmittel allein die Vermeidung propagieren. Stimmen, die zu bedenken geben, dass sich der Klimawandel gar nicht mehr vollständig verhindern lässt, sind weit weniger laut.

Doch das Prestigedefizit könnte sich noch als das geringste Hindernis erweisen. Zwei andere Probleme, die sich der Anpassung an den Klimawandel in den Weg stellen, sind wesentlich widerspenstiger: Zum einen ist nicht klar, wo sich das Klima wie genau ändern wird, und zum anderen werden sich viele Anpassungsstrategien gegenseitig ins Gehege kommen. Anders als bei der Vermeidung gibt es bei der Adaption eben nicht nur ein Ziel (CO<sub>2</sub> runter!), sondern so viele Ziele wie Folgen des Klimawandels. Und was dem Hochwasserschutz nutzt, kann zum Beispiel der Trinkwasserversorgung schaden.

Was die Ungewissheit angeht, haben es die Hamburger Klimafolgen-Ingenieure noch recht leicht. »Im Küstenschutz sind wir gut vorbereitet, weil wir sehr sicher wissen, was passieren wird: Es wird weltweit wärmer, der Meeresspiegel steigt, das ist klar«, sagt Hans von Storch, der Leiter des Instituts für Küstenforschung der GKSS in Geest-

hacht. Komplizierter ist es vorherzusagen, wie stark die Temperatur in einer bestimmten Region steigt und wie sich das wiederum auf Regen und Wind auswirkt. Regionale Klimaszenarien sind besonders unsicher, aber eben auch besonders wichtig für die Anpassung: Vorsorgen muss man vor Ort.

Besonders hart könnte der Klimawandel den äußersten Südosten Deutschlands treffen. Nach Simulationen der Brandenburgischen Technischen Universität (BTU) Cottbus werden die Temperaturen in Südbrandenburg wahrscheinlich vor allem im Sommer steigen, zugleich fällt dort weniger Regen. Die Gefahr von Dürren nimmt zu. Schon heute ist die Region überaus trocken, die sandigen Böden können das wenige Wasser schlecht halten. In Zukunft könnte aber auch das Hochwasserrisiko an Elbe und Oder steigen, wenn es häufiger zu kurzen, heftigen Regenfällen kommt. Diese doppelte Bedrohung – durch zu wenig und zu viel Wasser - haben die Menschen in Brandenburg, Sachsen und Sachsen-Anhalt bereits eindrücklich erlebt. Die Oderflut 1997 und das Elbehochwasser 2002 verursachten Milliardenschäden. Und 2006 folgte gleich auf das Frühjahrshochwasser der Elbe eine Dürreperiode, die in Brandenburg zu erheblichen Ernteausfällen führte.

#### Der Stoff aus der Babywindel soll in trockenen Böden Wasser speichern

Im Braunkohletagebau Welzow-Süd bei Cottbus suchen Forscher nach einem Mittel gegen die Dürre. Was der Kohlebagger nach dem Umpflügen hier hinterlässt, will der Experte noch nicht einmal mehr Boden nennen. »Wir sagen Substrat dazu«, erklärt der Geograf Werner Gerwin. Er arbeitet an Methoden, diese Mondlandschaft wieder erblühen zu lassen. Denn das sollte auch gegen künftige Dürren helfen. Das Forschungsprojekt Batros zur Verbesserung der Böden an trockenheitsgefährdeten Standorten ist damit eines der Beispiele für das Programm klimazwei.

Braungräuliche Krümel aus Polyacrylat haben Gerwin und seine Kollegen im Boden verbuddelt. »Das ist der gleiche Stoff, der in Windeln die Feuchtigkeit aufnimmt«, sagt der Forscher von der BTU Cottbus. Die Pampers-Streu soll das Wasser langsam wieder abgeben und so Durststrecken vermeiden. Wo sie im sandigen Grund steckt, wächst der Winterroggen tatsächlich deutlich höher und saftiger. Neben den Polyacrylat-Bröseln testen die Wissenschaftler zwei weitere Stoffe. Dieses Jahr wollen sie erstmals messen, wie das Bodendoping wirkt. Im ersten Versuchsjahr waren Feuchtigkeitsanalysen nicht möglich – es hatte zu viel geregnet. »Hier stand alles unter Wasser«, erzählt Gerwin. »Der Klimawandel läuft eben unregelmäßig ab.«

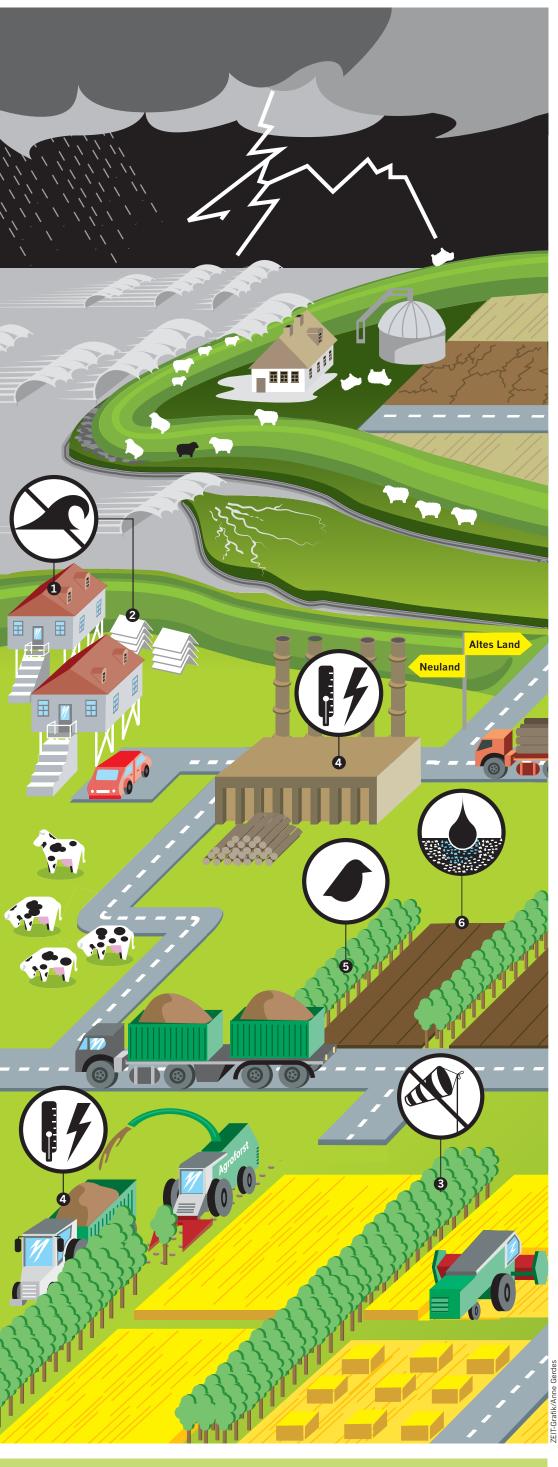
Doch auch wenn die Bodenhilfsstoffe wirken, bleibt ein Problem. »Die sind für Blumenkastenformat ausgelegt und dementsprechend teuer. Im Moment ist das nicht marktfähig«, sagt der Wissenschaftler. Aber vielleicht gelinge es ja, die Feuchtigkeitsspender in Zukunft billiger zu produzieren. Und es komme natürlich auch auf den Preis der Alternativen an. »Die Vereinigten Arabischen Emirate setzen das schon flächendeckend ein, weil die Bewässerung aufwendiger wäre.«

Wenige Hundert Meter weiter versucht der Agraringenieur Dirk Freese von der BTU Cottbus, in der ausgekohlten Landschaft eine neue Energiequelle zu züchten: Bäume. Dornige Robinien wachsen hier in breiten Streifen, dazwischen sprießt Luzerne, sie wird als Dünger und Futter verwendet. Die Bäume schützen die Ackerstreifen vor dem Wind, der über die weitgehend kahle Landschaft fegt. So verdunstet weniger Feuchtigkeit, und der sandige Boden wird nicht davongeblasen. »Alley Cropping« nennt Freese dieses Prinzip, das eigentlich altbekannt ist. Als Knicks bezeichnet, hüten Hecken seit über zweihundert Jahren die Äcker in Norddeutschland. Doch vor allem im Osten wurden viele der Gehölzreihen abgehackt, weil größere Landmaschinen mehr Platz brauchten. Der Klimawandel könnte dem Knick zum Comeback verhelfen.

Die Bäume, die Freese und seine Kollegen anpflanzen, haben aber eine doppelte Funktion: Sie sollen nicht nur die Ackerstreifen schützen, sondern zugleich Energie liefern. Das Holz kann in kleinen Heizkraftwerken zur Produktion von Wärme und Strom genutzt oder zu Biosprit verarbeitet werden. Wachsen soll der Agroforst vor allem auf wenig fruchtbaren und trockenen Flächen.

Wenn Freese sein Energieholz ernten will, ruft er in Ostwestfalen an, beim Landmaschinenbauer Claas. Das Unternehmen hat etwas entwickelt, das Fachleute respektvoll »Gebiss« nennen: einen Vorsatz zur Holzernte, der Bäume in kleine Schnipsel schreddert. Bis zu sieben Zentimeter dicke Stämme kann das Monstrum, das an einen Maishäcksler montiert wird, vertilgen. Wird die fast mäh-

Fortsetzung auf Seite 32



### Aufrüsten statt Ausweichen

- **1** STELZENHÄUSER Deiche allein werden in Zukunft nicht mehr für den Schutz vor Hochwasser reichen. Um den Schaden möglichst gering zu halten, könnte man in gefährdeten Gebieten die Häuser auf Erdwälle oder auf Stelzen setzen.
- **2 KLAPPDEICHE** Einige Firmen bieten bereits Barrieren an, die bei Überschwemmungsgefahr schnell aufgebaut werden können. Mit den mobilen Wänden lassen sich einzelne Häuser schützen oder Flutpolder errichten, die über den Deich laufendes Wasser aufnehmen.
- WINDSTOPPER Streifen aus Bäumen bremsen den Wind. So verdunstet weniger Feuchtigkeit, und der Boden wird nicht so stark abgetragen. Das »Alley Cropping« kann dürregefährdete Standorte für die Landwirtschaft besser nutzbar machen.
- 4 ENERGIEQUELLE Die schnell wachsenden Pappeln, Weiden und Robinien werden nach wenigen Jahren geerntet und treiben neu aus. Aus den Holzhackschnitzeln können dann Wärme und Strom produziert werden oder Biosprit.
- **5 LEBENSRAUM** Die Gehölzstreifen bieten vielen Tierarten Unterschlupf. Besonders Vögel siedeln sich hier an wie in den traditionellen Knicks, die in den vergangenen Jahrzehnten reduziert wurden. Der Klimawandel könnte den Hecken zum Comeback verhelfen.
- 6 WASSERSPEICHER Mit speziellen Stoffen lässt sich die Fähigkeit des Bodens verbessern, Wasser zu halten – zum Beispiel mit Polyacrylat, das auch in Windeln steckt. In sandigen Gegenden könnte das gegen Dürre helfen.

## Globale Marke

Die Max-Planck-Gesellschaft überwindet ihre Grenzen

Über Jahrzehnte hinweg war das Bild der deutschen Wissenschaftslandschaft übersichtlich, die Kopfarbeitsteilung streng und das Image der Forschungseinrichtungen in Stein gemeißelt. Universitäten bilden Studenten aus (und forschen noch ein wenig, wenn's das Budget erlaubt). Die Helmholtz-Gemeinschaft baut und pflegt Großforschungsgeräte wie den Hamburger Teilchenbeschleuniger Desy oder den Jülicher Supercomputer Jubl. Die Fraunhofer-Institute betreiben anwendungsorientierte und wirtschaftszugewandte Wissenschaft. Und die Max-Planck-Gesellschaft (MPG) ist der weltweit sichtbare Leuchtturm der Grundlagenforschung, prädestiniert, kluge Einsichten und gerne auch deutsche Nobelpreisträger hervorzubringen.

Und nun das: In Dortmund entsteht das Lead Discovery Center (LDC). Hier bricht die Max-Planck-Gesellschaft, die in dieser Woche ihre Jahresversammlung in Dresden abhält, gleich mit zwei Traditionen. Erstens: Sie verlässt das Gebiet der Grundlagenforschung und will die Ideen aus ihren Labors in (Pharma-)Produkte umsetzen. Zweitens: Sie will damit echtes Geld verdienen.

Lead, so nennen Pharmaforscher aussichtsreiche Wirkstoffkandidaten, die in ersten Tests bereits die Forderungen erfüllt haben, die man an sie stellt. In das LDC setzt Geschäftsführer Bert Klebl große (und offenbar berechtigte) Hoffnungen. Am 1. April hat er seine Arbeit in Dortmund aufgenommen, und noch residiert er zwischen Umzugskisten. Doch schon Anfang Juli sollen die experimentellen Arbeiten starten, die aus zunächst acht wirkungsverdächtigen Entdeckungen der Max-Planck-Forscher wertvolle Pharmawirkstoffkandidaten machen sollen. Die Dortmunder schließen so eine gewaltige Lücke, die vor allem in Deutschland zwischen Grundlagenforschung und industrieller Produktentwicklung klafft.

Dortmund ist jedoch nicht der einzige Ort, an dem die MPG neue Wege geht. Eines der Vorbilder für die Dortmunder Gründung sind die amerikanischen National Institutes of Health, die sich ganz ähnlich in der Pharmaforschung engagieren. Nun setzt die MPG selbst auf die amerikanische Karte und baut gegenwärtig in Florida ein großes Auslandsinstitut. Es ist ein modellhafter erster Versuch mit einer klaren Strategie: Aus der global sichtbaren deutschen Marke MPG soll eine globale Marke

Solche Beispiele zeigen, dass die deutsche Forschungslandschaft in Bewegung geraten ist. Alte, klare Strukturen geraten ins Wanken (Stichwort Exzellenzinitiative) – mit ihnen aber auch Erstarrungen und willkürlich gesetzte Grenzen. Dortmund und Florida, sie stehen für aufsehenerregende Umbrüche, vor allem aber für einen längst überfälligen Aufbruch.

#### Dissonanzen

Was Instrumente über die Musiker verraten

Sinfonie bedeutet Zusammenklang. Wie schön fürs Publikum, wenn im harmonischen Miteinander jedes einzelne Instrument seinen Teil beiträgt zum großen Klangerlebnis. Ist allerdings der letzte Ton verklungen, ist der Umgang der Musiker untereinander nicht selten von Dissonanzen geprägt. Trompeter oder Posaunisten gelten bei ihren Streicher-Kollegen als unzuverlässig und trinkfreudig, während die Bläser umgekehrt die geigende Zunft für weinerlich und überempfindlich halten.

Alles Vorurteile? Die Psychologin Franziska Langendörfer von der Universität Frankfurt hat die Probe aufs Exempel gemacht. Sie unterzog 122 Orchestermitglieder (Blech- und Holzbläser und Streicher) einem Persönlichkeitstest und suchte nach Zusammenhängen zwischen Charakter und Instrument. Ergebnis: keine signifikanten Unterschiede feststellbar. Zwar seien Streicher etwas gewissenhafter als Bläser und Blechbläser wiederum perfektionistischer als die Kollegen aus der Holzklasse. Das allerdings führt die Psychologin nicht auf die Persönlichkeit, sondern auf die Arbeitsbedingungen zurück. Die häufigen Soli der Bläser leisteten dem Perfektionismus Vorschub, während der musikalische Dauereinsatz der Streicher gewissenhaftes Üben erfordere.

Doch damit ist das Thema keineswegs geklärt. Wie steht es beispielsweise mit dem Fingerspitzengefühl von Harfenisten? Welche psychologischen Folgen für Schlagwerker hat ihr dreimaliger Hammerschlag in Mahlers sechster Sinfonie? Wir warten gespannt auf weitere Einblicke in die Abgründe des Orchestergrabens.

Nr. 27 DIE ZEIT S.31 SCHWARZ cyan magenta yellow

Nr. 27 DIE ZEIT S. 32 SCHWARZ cyan magenta yell

32 WISSEN\_



Plan B

Fortsetzung von Seite 31

dreschergroße Maschine angeworfen, beginnen zwei robuste Sägeblätter zu rotieren, Räder mit langen Zinken befördern den abgesägten Baum in den Häcksler.

»In letzter Zeit fragen immer mehr Leute, ob wir nicht mal mit unserem Holzhäcksler vorbeikommen können, um probeweise zu ernten«, erzählt Hartmut Matthes. Er leitet die Biomasse-Abteilung, die Claas Anfang des Jahres gegründet hat. Verkauft hat das Unternehmen in Deutschland bislang zwei der Holzfresser. »Das lohnt sich erst ab 500 Hektar oder für Genossenschaften, so weit ist der Energieholzanbau hier noch lange nicht«, sagt Matthes. Auf Flächen, die für die Landwirtschaft nicht nutzbar seien, könnte der Agroforst aber durchaus eine Zukunft haben, meint der Agrarwissenschaftler.

Geografen wie Werner Gerwin, Agraringenieure wie Dirk Freese oder Maschinenbauer wie Claas entwickeln mittlerweile sehr pragmatisch Werkzeuge für die Anpassung an den Klimawandel. Doch nicht alle Probleme sind mit Technik allein zu lösen. Oft werden langwierige Verhandlungen und geschickte Organisation nötig sein, um Klimarisiken zu verringern und gerecht zu verteilen. Das zeigt sich zum Beispiel schon heute beim Hochwasserschutz an der Elbe.

»Wir können nicht immer höhere Deiche bauen, wir müssen die Verletzbarkeit der Gebiete hinter den Deichen verringern«, sagt Jochen Schanze vom Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung in Dresden. Es gilt, dafür zu sorgen, dass möglichst wenig passiert, wenn etwas passiert. Das heißt: für Keller wassersicheren Beton verwenden, Häuser höherlegen oder keine teure Ausstattung wie Computer im Erdgeschoss unterbringen. »Die Überflutungsfläche der Elbe hat sich seit 1845 kaum verändert, aber die Schäden sind extrem gestiegen, einfach weil mehr Werte in diesen Gebieten liegen«, sagt der Landschaftsökologe. Wie man das Land nutzt, ist eine gesellschaftliche Entscheidung. Um die zu treffen, muss die Öffentlichkeit über die Risiken informiert sein. Manchmal würden dafür ganz simple Dinge reichen: »Man sollte in den Gebäudepass eintragen, wie hoch die Überschwemmungsgefahr für das jeweilige Haus ist. Dann weiß der Käufer gleich Bescheid.«

#### Was dem Hochwasserschutz nutzt, kann der Trinkwasserversorgung schaden

Schwieriger wird es, wenn Überflutungsflächen ausgewiesen werden sollen, um dem Wasser eine Ausweichmöglichkeit zu geben. Da kämpft Anrainer gegen Anrainer, Gemeinde gegen Gemeinde, unter Umständen Bundesland gegen Bundesland. Der Klimawandel wird diese Konflikte verstärken. Denn auch wenn verschiedene Rechenmodelle für die Elbe unterschiedliche Entwicklungen des Hochwasserrisikos vorhersagten, einstellen müsse man sich auch auf den schlimmsten Fall, betont Schanze.

Und nicht nur unter den potenziell Hochwassergeschädigten gibt es Streit, auch zwischen dem Hochwasserschutz auf der einen und den Wassernutzern auf der anderen Seite kracht es. Wer Wasser nutzt, sei es zum Trinken, Kühlen, Stromerzeugen oder Schifffahren, hat davon gern etwas auf Reserve. Der Appell von Wasserwerken, Industrie und Binnenschiffern an die Talsperrenmanager lautet also: Volllaufen lassen! Wer vor dem Wasser schützt,

braucht dagegen ein Reservoir, wo es nach Starkregen oder Schneeschmelze aufgefangen werden kann. Das Kommando der Hochwasserschützer der Länder an die Stauseeverwalter: Leer machen (zumindest teilweise)! »Das ist ein grundsätzlicher Konflikt, und der wird sich verschärfen«, sagt der Landschaftsökologe Schanze. Bessere Wetterprognosen könnten helfen, das Wassermanagement zu planen, und so das Dilemma mildern.

Ganz gleich aber, wie klug die Kompromisse sind, die für solche Streitfälle ausgehandelt werden – Anpassung an den Klimawandel wird auch Verzicht bedeuten. Und anders als beim Verzicht auf CO<sub>2</sub>-trächtige Aktivitäten gibt es hier kein moralisches Trostpflaster fürs Gewissen. Wer sich seinen Urlaubsflug verkneift, kann sich noch einreden, damit einen Beitrag zur Rettung der Welt zu leisten. Der Verzicht, der mit der Anpassung einhergeht, lässt sich nicht auf diese Weise veredeln. Die Belohnung besteht schlicht darin, kein Hab und Gut zu verlieren oder im Extremfall das eigene Leben.

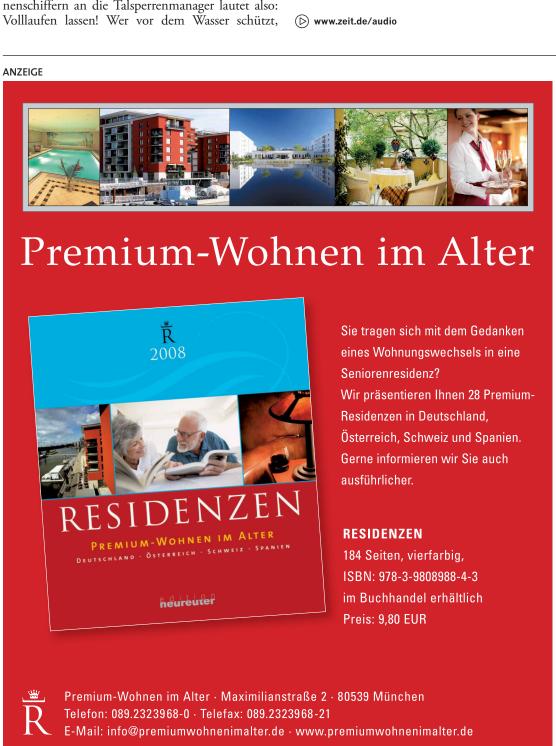
#### Für den Ernstfall testen Ingenieure den Aufbau mobiler Klappdeiche

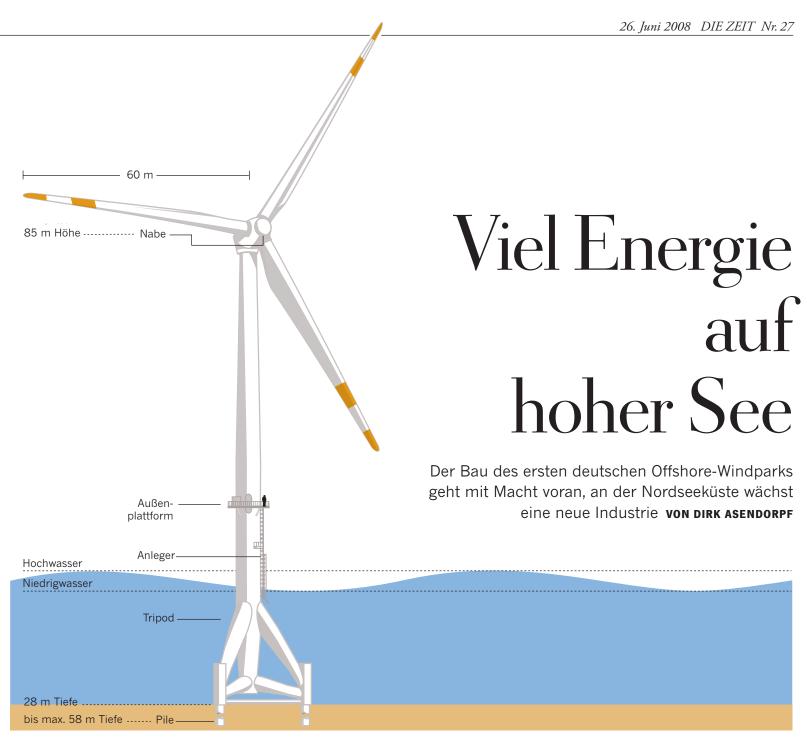
Dass wir in Deutschland solche Diskussionen überhaupt führen, ist ohnehin ein Luxus. Wir können uns die Anpassungstechnik leisten und um den Verzicht feilschen. In vielen Teilen der Welt mangelt es dagegen an Geld, Technologie und den gesellschaftlichen Voraussetzungen, um es mit dem Klimawandel aufzunehmen. Dessen Folgen werden aber gerade dort besonders stark spürbar sein.

»Diese Regionen fordern schon heute mit Recht und wachsendem Nachdruck, dass sich die Welt um ihren Schutz und nicht nur um den Schutz des Klimas kümmert«, schreiben Hans von Storch und Nico Stehr in ihrem *Manifest*. Der Klimaforscher von Storch nennt immer wieder ein Beispiel: Für 100 000 Euro könne man in Bangladesch einen Schutzbau errichten, in den sich bei Flut 3000 Menschen retten könnten. »Das wäre sinnvoll. Wir können nicht die Gefahr, dass in Bangladesch Menschen ertrinken, dadurch bekämpfen, dass wir weniger Auto fahren.« Vielen Menschen in besonders betroffenen Weltgegenden wird indes nichts anderes übrig bleiben, als vor dem Klimawandel zu weichen.

Die Anwohner in Hamburg dagegen werden mehrheitlich bleiben, wo sie sind, auch wenn die Deiche einmal nicht mehr die volle Wucht einer Sturmflut abhalten können. Für den Ernstfall rät der Wasserbau-Ingenieur Erik Pasche seinen Nachbarn, sich zu verbarrikadieren, mit mobilen Schutzwänden. Damit der Klappdeich hält, testet Pasches Zentrum für Klimafolgen-Engineering die Barrieren. Im Hof des Backsteingebäudes, das einmal den Hamburger Wasserwerken als Einsatzzentrale diente, wird dafür ein schwimmbadgroßes Becken errichtet. Darin werden die Ingenieure die Flut simulieren, inklusive Wellen und eines herumtreibenden Baumstamms, der die mobilen Bollwerke rammt. Für die Zulassung wird auch die Handhabung geprüft – damit die Flutwand schnell genug steht und sich niemand beim Hochwasserschutz die Finger klemmt.

Weitere Informationen im Internet: www.zeit.de/27/2008/klimaanpassung





lettergeschirr anlegen, Sturzhelm aufsetzen, die 100 Meter lange Sprossenleiter im Stahlturm hinaufklettern, zwischen Getriebe und Generator durch die heiße Gondel kriechen und dann die Dachluke öffnen: Steif bläst der Nordwest ins Gesicht. Vorne drehen sich 60 Meter lange Rotorblätter, dahinter sieht man nur das Meer. Noch steht in Deutschland kein Windrad ganz weit draußen in der See, doch die Prototypen der größten Anlagen sind dicht an die Nordseeküste vorgerückt, einige sogar ein paar Meter ins Wasser. Nach über zehn Jahren der Planung von Offshore-Windparks wird im Sommer nun der erste gebaut.

Alpha Ventus heißt das Testfeld, das außer Sichtweite 45 Kilometer vor Borkum entstehen und von Oktober an so viel Strom produzieren soll, wie 100 000 Menschen zu Hause verbrauchen. Erzeugt wird er von einem Dutzend Funf-Megawatt-Windradern, jedes so hoch wie der Kölner Dom und 1000 Tonnen schwer. Sie sollen in den nächsten Wochen aus 30 Meter tiefem Wasser wachsen. Die Baukosten von 180 Millionen Euro sind rund dreimal so hoch wie für eine vergleichbare Anlage an Land. Dafür bläst der Wind auf dem Meer stärker und stetiger. Bis zu 20 Millionen Kilowattstunden erhofft man von jedem Windrad pro Jahr, fast doppelt so viel wie von besten Standorten auf Bergen oder an der Küste. Die jüngste Novelle des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) fördert von 2009 an zusätzlich die Rentabilität mit einem Garantiepreis von 15 Cent je Kilowattstunde aus Meereswind, sechs Cent mehr als für Landwindstrom. So will die Bundesregierung ihr ehrgeiziges Ziel für 2030 erreichen, mit Offshore-Windenergie 15 Prozent des deutschen Strombedarfs zu decken. 4000 bis 5000 gewaltige Windräder und 75 Milliarden Euro Investitionen wären dafür nötig.

An Land sind die attraktiven Windstandorte längst vergeben. Große Gebiete für den ehrgeizigen Plan in der Nordsee sind bereits genehmigt (siehe Karte). Einige Anlagen sollen auch in der Ostsee entstehen. Die Technik erscheint nach anfänglichen Fehlschlägen in küstennahen dänischen und britischen Windparks reif für den Sprung aufs offene Meer. Die Investoren erwarten eine zehnprozentige Jahresrendite. Zumindest für Alpha Ventus ließ sie sich gut abschätzen. Denn neben dem Bauplatz misst seit 2003 die Forschungsplattform Fino mit ihrem 100 Meter hohen Mast den Nordseewind. Seine durchschnittliche Geschwindigkeit beträgt 35 Stundenkilometer, doch entscheidender sind die Extremwerte. Flautetage waren selten, das ist positiv. Riskant können Winterorkane werden. Böen mit 164 km/h, weit mehr als Windstärke 12, hat Fino in der Silvesternacht 2006 gemessen. Die höchsten Wellen erzeugte ein Sturm zwei Monate vorher. Sie zerschlugen die Hälfte aller Kabelkanäle bis auf 15 Meter Höhe über dem Meeresspiegel.

Um sich gegen solche Wucht zu wappnen, stehen die Offshore-Windräder auf gewaltigen drei- oder vierbeinigen Stahlkonstruktionen. Sie werden zusätzlich mit 25 Meter langen Stahlpfählen im Meeresgrund verankert. Besonders robuste Lager und Dichtungen sollen gegen Vibrationen und das Salz in der Luft schützen. Trotzdem bleiben die Wartungskosten die größte Unbekannte in der Kalkulation. Die Belastung aller beweglichen Teile von Offshore-Windparks ist größer als an Land, und wenn etwas kaputtgeht, ist die Reparatur kompliziert.

Nur an wenigen Tagen mit ruhiger See können Mechaniker per Schiff anlegen. Schwierigkeiten wird es vor allem geben, wenn der Wind stark und der Wellengang hoch ist. Gerade dann führt jeder Stillstand zu hohen Verlusten, weil große Strommengen ausfallen. Wartungsarbeiter und Material müssen mit teuren und riskanten Helikopterflügen antransportiert werden. 20 Prozent der Jahreskosten legen die Betreiber von Alpha Ventus für Stillstand und Wartung zurück. An Land sind sechs Prozent üblich.

Wer Kraftwerke im Meer bauen will, braucht Finanzkraft. Betreiber des Testfeldes Alpha Ventus sind der größte und der viertgrößte deutsche Energiekonzern, E.on und Vattenfall. Ein 50-Millionen-Euro-Zuschuss des Forschungsministeriums dämpft ihr Risiko. Auch die beiden Hersteller der ersten Offshore-Windräder sind keine Öko-Davids: Multibrid gehört dem französischen Nuklearkonzern Areva und REpower seit 2007 einem indischen Multi. Den zweiten, über eine Milliarde Euro teuren Nordsee-Windpark hat Arngolt Bekker in Angriff genommen, ein ehemaliger Gasprom-Aufsichtsrat (ZEIT Nr. 26/08). Auch EnBW, der drittgrößte deutsche Energiekonzern, will groß einsteigen und hat

die Rechte an vier genehmigten Gebieten in Nordund Ostsee gekauft.

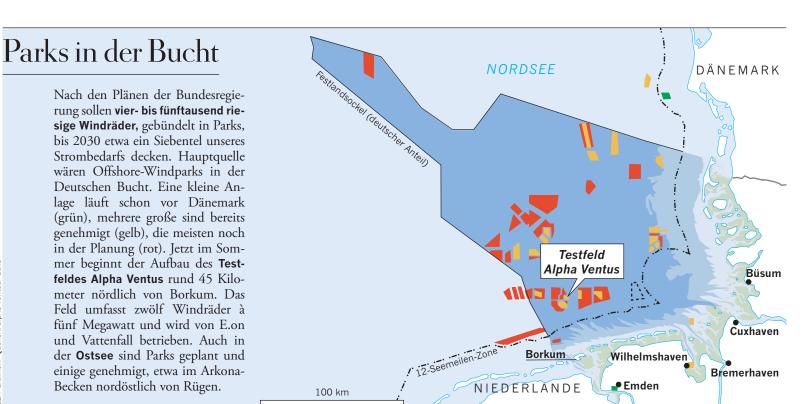
Auf die Zukunft der Windkraft setzt auch der Heidenheimer Turbinenbauer Voith. Er hat ein Automatikgetriebe entwickelt, das die wechselnde Geschwindigkeit der Rotorblätter in eine konstante Drehzahl verwandelt. So kann der Generator ohne weitere Elektronik Wechselstrom mit passender Frequenz ins Netz speisen. Eine Pilotanlage mit der Voith-Technik steht in Cuxhaven direkt hinter dem Deich.

Rund 400 Millionen Euro fließen derzeit an der Nordseeküste in den Aufbau der Offshore-Windindustrie, 250 Millionen werden allein in Bremerhaven investiert. Hier haben Multibrid und REpower die Produktion aufgenommen, nebenan entstehen Unterwasserfundamente und die riesigen Rotorblätter. Über einen neuen Schwerlast-



kai können die Kolosse aus Stahl und Glasfaser verschifft werden.

Auch die Wissenschaft mischt mit. So hat das Fraunhofer-Center für Windenergie und Meerestechnik ein Testzentrum für Rotorblätter eingerichtet. Ein paar Kilometer weiter können sie in einem neuen Windkanal vermessen werden, die Hochschule bietet einen entsprechenden als Studiengang. »Wir rechnen mit 1000 Arbeitsplätzen in der Offshore-Industrie«, sagt Jan Rispens von der Bremerhavener Windagentur, dem staatlich finanzierten Lobbyverein der Branche. Zehn Jahre nach dem Konkurs der letzten Großwerft setzt die strukturschwache Region im Nordwesten auf eine industrielle Renaissance.



Nr. 27 DIE ZEIT S.32 SCHWARZ cyan magenta yellow