welt der wunder

+++SONDERHEFT+++

zum Reportage-Wettbewerb

Schüler schreiben für welt der wunder

Eine Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung

Wissenschaftsjahr 2010

Die Zukunft der Energie

Die Zukunft der Energie

Wie leben wir im Jahr 2111?

Gibt es Ökostrom ohne neue Trassen?

Können wir den Klimawandel aufhalten?

Der große Reportage-Wettbewerb

DIE ZUKUNFT DER ENERGIE

Wie sieht die Welt in 100 Jahren aus? Können wir Blitze anzapfen? Wie viel Strom steckt im Meer? welt der wunder und das Bundesministerium für Bildung und Forschung haben die besten Energie-Reportagen gesucht, geschrieben von Schülern und Auszubildenden. Insgesamt wurden acht Beiträge prämiert, vier davon können Sie auf den nächsten Seiten nachlesen. Aber einen Blick auf die anderen Gewinner-Reportagen wollen wir Ihnen auf keinen Fall vorenthalten

Patrick Fritzsche

Markus Wohlfahrt

Dennis Reinicke

Noah Schöppl

Eine Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung
Wissenschaftsjahr 2010
Die Zukunft der Energie

Vorwort

Der Umbau der Energieversorgung hin zur vollen Nutzung der erneuerbaren Energien ist eine der größten Herausforderungen unserer Zeit. Wie dringlich diese Aufgabe ist, beweist auch die Katastrophe im japanischen Fukushima. Um zentrale Fragen zu klären, brauchen wir vor allem eine innovative Forschung.

Das Wissenschaftsjahr 2010 hat sich der Frage nach der Zukunft der Energie gewidmet. Es trug dazu bei, den gesellschaftlichen Dialog über Klima und Energie, den Umbau der Energieversorgung und die Ausrichtung der Energieforschung zu intensivieren. Das Spektrum reichte von der Bioenergie über Wind- und Sonnenkraftwerke bis hin zu intelligenten Stromnetzen. 1000 Partner haben sich am Wissenschaftsjahr mit Veranstaltungen und Ausstellungen beteiligt. Mehr als drei Millionen Besucherinnen und Besucher wurden gezählt.

Den Reportage-Wettbewerb zum Wissenschaftsjahr haben die Zeitschrift welt der wunder und das Bundesministerium für Bildung und Forschung gemeinsam ausgerichtet. Schülerinnen und Schüler sowie Auszubildende haben sich mit Reportagen daran beteiligt. Die von der Jury ausgewählten Beiträge haben eine hohe journalistische Qualität und laden dazu ein, sich noch mehr mit den komplexen Fragen der Forschung zu befassen.

Ich danke allen Beteiligten für ihr Engagement. Den Leserinnen und Lesern der Broschüre wünsche ich eine spannende Lektüre und neue Einsichten in die faszinierende Welt der Energie.

Prof. Dr. Annette Schavan, MdB
Bundesministerium für Bildung und Forschung

TITELFOTOS: Corbis; NASA; Avenue Images; PR (2) – FOTOS: Corbis; Fotolia; Keystone; PR (4)

Dass sich die Erde in den kommenden 100 Jahren stark erwärmen wird, darüber gibt es mittlerweile keine Zweifel mehr. Doch wie wird der Mensch darauf reagieren? In einem Gedankenexperiment schicken wir einen Wissenschaftler auf eine Zeitreise …

NEUE HEIMAT
Bis zu 50 000 Bewohner könnte die Insel, halb über, halb unter Wasser gelegen, in ihrem Inneren beherbergen.

SCHWIMMENDE STADT
Der belgische Architekt Vincent Callebaut hat für die Zukunft eine schwimmende Stadt namens Lilypad (dt.: Seerose) entwickelt. Lebensgrundlage wären hier die nachhaltige Energie-Erzeugung und eine eigene Landwirtschaft.

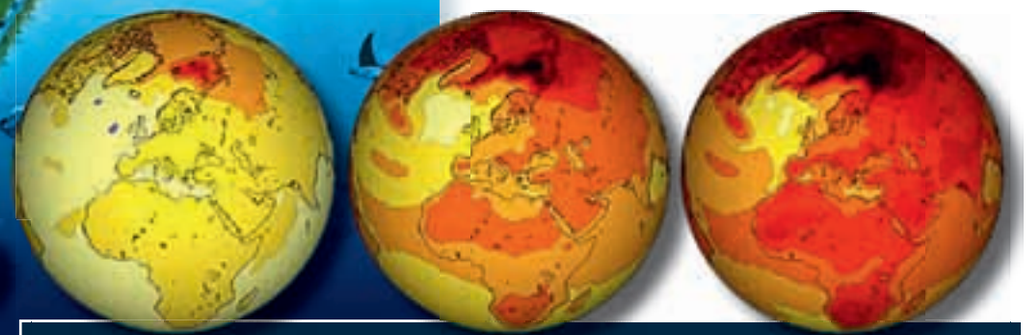
NEU-POLYNESIEN
Vincent Callebaut vermutet, dass bereits im Jahr 2100 vor allem die heutigen Bewohner der polynesischen Atolle in Lilypads leben werden. Grund: Der erhöhte Meeresspiegel wird zuallererst die tief liegenden Atolle überfluten.

WIE LEBEN WIR IM JAHR 2111?

Juni 2011: Es ist später Nachmittag, als sich der Wissenschaftler in seine Maschine setzt und ein Dutzend Tasten drückt. Nach jahrelanger Forschung hat er es geschafft, seine Zeitmaschine fertigzustellen. Ihn plagen viele Fragen. Existieren wir in der Zukunft überhaupt noch? Hat sich die Menschheit selbst ausgelöscht? Und wenn ja, was ist mit der Erde, die er zurücklässt? War der Treibhauseffekt vielleicht so stark, dass die Hälfte der Landmasse unter Wasser liegt und die andere Hälfte nur noch aus Wüsten besteht? Der Forscher hat Angst vor dieser Vorstellung. Deshalb beschließt er, nur 100 Jahre in die Zukunft zu reisen. In das Jahr 2111. Er drückt auf den roten Knopf in der Mitte seines Cockpits. Die Umgebung wird schlagartig schwarz. Nach wenigen Sekunden hellt sich das Cockpit wieder auf. Mit weichen Knien verlässt der Forscher seine Zeitmaschine. Doch er ist nicht mehr in seinem Labor.

KANN MAN MIT ALGEN AUTO FAHREN?

Der Wissenschaftler befindet sich mitten auf einem belebten Platz. Um ihn herum stehen Menschen. Sie alle starren ihn an. Männer und Frauen tragen merkwürdig aussehende Anzüge. Viele haben Hüte oder Sonnenbrillen aufgesetzt. Der >



WIE HEISS WIRD UNSER PLANET?
Diese Simulation, die die Temperaturänderungen auf der Erde darstellt, zeigt unseren Planeten in den Jahren 2030, 2060 und 2085 (von links nach rechts). In den dunkelrot gefärbten Bereichen wird ein Temperaturanstieg von bis zu 9 °C erwartet. Grund: die Erhöhung der Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre.

DIE GESICHTER DES 21. JAHRHUNDERTS

Wo werden wir in der Zukunft wohnen? Und vor allem: Wie sehen die Städte aus? Mit dieser Frage beschäftigen sich auch viele Architekten. Bei ihren Entwürfen für zukünftige Städte spielen vor allem zwei Faktoren eine Rolle: der Klimawandel und die damit verbundene Veränderung der Umgebung. Und die verstärkte Nutzung von Sonnen- und Windenergie – auch in den Städten. Deshalb gestalten Architekten Zukunftsstädte möglichst grün sowie platz- und energiesparend.

LONDON 2050?

Auch wenn der Meeresspiegel mehrere Meter ansteigen wird, können Städte noch bewohnbar sein. Hier die mögliche Zukunft des Piccadilly Circus in London.

SEOUL 2080?

Das Zukunftsprojekt holländischer Architekten: Das Innere der Türme soll genug Platz für 77 000 Menschen bieten. Durch die Bepflanzung wird die Luft in der Stadt verbessert.

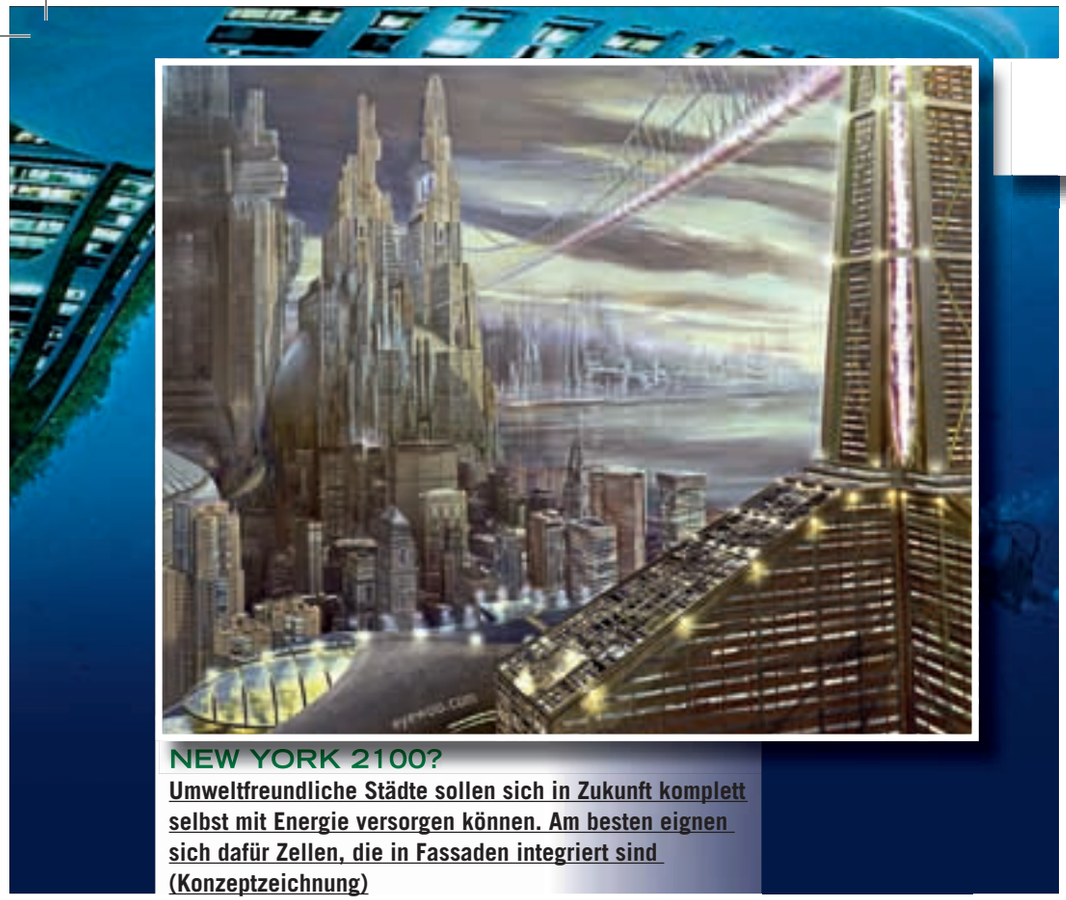
Mann merkt, wie die Hitze drückend über dem Platz liegt. Er steht in der Sonne, und ihre Strahlen brennen heiß auf seine Haut. Plötzlich kommt eine Frau auf ihn zu. „Es tut mir sehr Leid, Herr Professor, dass ich so spät hier erscheine, aber wir wussten nicht genau, wann Sie hier ankommen würden." Der Forscher ist irritiert: „Woher waren Sie informiert, dass ich kommen würde?" „Sie sind in die Zukunft gereist. Seit 100 Jahren fragen sich die Menschen, ob Sie es wirklich geschafft haben. Aber kommen Sie erst einmal mit. Ich zeige Ihnen Ihr Quartier für die kommenden Tage."

Sie führt ihn durch die Menge zu einem grün schimmernden Auto. Es hat keine Fenster. Seine Karosserie besteht aus Glas, dahinter sieht man eine merkwürdig grüne Flüssigkeit. Seine Begleiterin öffnet eine Tür und schiebt den Wissenschaftler hinein. Sie tippt auf den vorderen Bildschirm, und ein Bild der Menschen von draußen erscheint dort. „Dies ist das neueste Modell", sagt die Frau. „Warum gibt es keine Fensterscheiben?", fragt der Mann verwundert. „Das hat mit dem neuen Antriebssystem zu tun. Vor 50 Jahren gelang es Wissenschaftlern erstmals, ein Auto nur mit Sonnenenergie zu betreiben. Kurze Zeit vorher hatten sie Algen genetisch so verändert, dass die nur mithilfe von Sonnenlicht große Mengen Wasser in Sauerstoff und Wasserstoff spalten konnten. Dies geschieht in dem grünen Glastank, der dieses Auto umgibt. Sie wissen ja, dass in Ihrem Jahrhundert schon mit Wasserstoffantrieben experimentiert wurde. Den Wasserstoff liefern die Algen, und das bei dem Prozess entstehende Wasser wird wieder in den Glastank geleitet und erneut in Wasserstoff gespalten. Ein Kreislauf, für den nur Sonnenenergie nötig ist."

„Aber was ist, wenn es dunkel ist?", fragt der Besucher aus der Vergangenheit. „Wir haben unter dem Wagen Wasserstofftanks, mit denen man bis zu acht Stunden in vollkommener Dunkelheit fahren kann." Während die Frau redet, berührt sie auf dem Bildschirm verschiedene Felder, und das Auto setzt sich in Bewegung. Nachdem sie noch einige Einstellungen verändert hat, wendet sie sich dem Mann zu. „Wollen Sie nicht auf die Straße achten?", fragt dieser besorgt. Die Frau lacht. „Das ist nicht nötig. Alle Autos sind GPS-gesteuert. Den letzten Unfall gab es vor 24 Jahren, und das lag daran, dass jemand sein Auto umgebaut und versucht hat, selber zu fahren."

LEBEN WIR IN ZUKUNFT IN PYRAMIDEN?

Die Frau biegt in eine Einfahrt ein. Sie befinden sich auf einem Kiesweg, der zu einem gläsernen Haus führt. Es sieht aus wie eine große Pyramide. Sein oberer Teil ist schwarz, der mittlere grün und der untere durchsichtig. „Der obere Teil", >



NEW YORK 2100?

Umweltfreundliche Städte sollen sich in Zukunft komplett selbst mit Energie versorgen können. Am besten eignen sich dafür Zellen, die in Fassaden integriert sind (Konzeptzeichnung)

erklärt die Frau, „ist nicht zum Wohnen gedacht. Da befinden sich der Wassertank und die Müllrecyclinganlage. Die Wände dort sind schwarz, weil unter der Glasscheibe Solarzellen eingebaut sind, die das Wasser erhitzen, mit dem entweder geheizt oder warm geduscht wird. Diese Solarzellen sind viel besser als die aus Ihrer Zeit. Sie enthalten kein giftiges Silizium mehr und sind auch bei Dämmerung noch voll funktionsfähig. Im grünen Teil befinden sich die Ihnen bereits bekannten Algen. Dort treibt der von den Algen erzeugte Wasserstoff jedoch einen Generator an, der Strom für das Licht und elektrische Geräte produziert. Der gläserne, durchsichtige Teil ist der Wohnbereich. „Kommen Sie, ich zeige Ihnen alles“, sagt die Frau.

Der Wissenschaftler ist sprachlos. In der Zukunft gibt keine schädlichen Abgase durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe, dafür fahren Autos ohne Fahrer. „Gibt es denn Probleme, die Sie noch nicht gelöst haben?“, fragt er. Die Frau lächelt traurig. „Ich habe Ihnen leider noch nicht alles erzählt. Das, was Sie hier sehen, ist eine Stadt in Deutschland. Sie hat zwei Millionen Einwohner. Hier haben alle Algenautos, und alle wohnen in Häusern, die sich selber mit Energie versorgen. Leider ist die Welt außerhalb der Stadtgrenzen noch fast genauso wie zu Ihrer Zeit. Die Autos fahren dort noch immer mit Benzin. Bei Ihrer Ankunft wird Ihnen die Hitze aufgefallen sein. Wir hatten von Ihrer Zeit bis heute einen Anstieg der durchschnittlichen Jahrestemperatur auf der Erde von plus 15 °C auf plus 18 °C. Das ist mehr, als Sie vorausgesagt haben, aber Sie haben den Treibhauseffekt einfach unterschätzt. In Afrika ist das Hungerproblem noch größer als früher, denn durch die Erderwärmung sind die Polkappen geschmolzen und der Meeresspiegel ist gestiegen. Die Landfläche ist kleiner geworden, und wir können nicht genug Nahrungsmittel für alle Menschen erzeugen. In den letzten 20 Jahren hat ein enormes Umdenken begonnen. Es gab natürlich auch zu Ihrer Zeit schon Umweltaktivisten, aber erst jetzt werden sie auch von den Politik richtig ernst genommen. Wir haben schon einiges erreicht. Es gibt mehr als 30 fortschrittliche Städte wie die unsere auf der Welt. Alle Menschen, die es sich leisten können, wohnen hier. Wir hoffen, dass wir in 50 Jahren nur noch solche Städte haben.“ Der Mann schweigt bedrückt. Irgendwann sagt er: „Da kann ich ja froh sein, dass ich hier gelandet bin.“

„Deshalb müssen Sie zurück in Ihre Zeit reisen und den Menschen ein wenig auf die Sprünge helfen. Wenn Sie schneller etwas ändern, haben wir heute weniger Probleme. Ich weiß, dass Sie die Zeitmaschine entwickelt haben, um in die Zukunft zu gehen, aber ich muss Sie bitten, wieder in die Vergangenheit zurückzukehren. Es ist die einzige Möglichkeit, um die Menschheit vor sich selber zu schützen“, erklärt ihm die Frau.

Juni 2011. Der Mann steigt aus seiner Maschine. Er hat eine schwierige Aufgabe vor sich. Er weiß, dass die Menschen manchmal viel zu träge sind, um etwas zu verändern. Eine weitere Schwierigkeit ist, dass er nicht von der Zukunft erzählen kann. Schließlich würde ihm niemand glauben, wenn er erzählen würde, dass ihm eine Zeitreise geglückt ist. Dennoch muss er die anderen davon überzeugen, in der Gegenwart etwas zu verändern, muss ihnen zeigen, dass ein nachhaltiges Leben wichtig für uns alle ist.

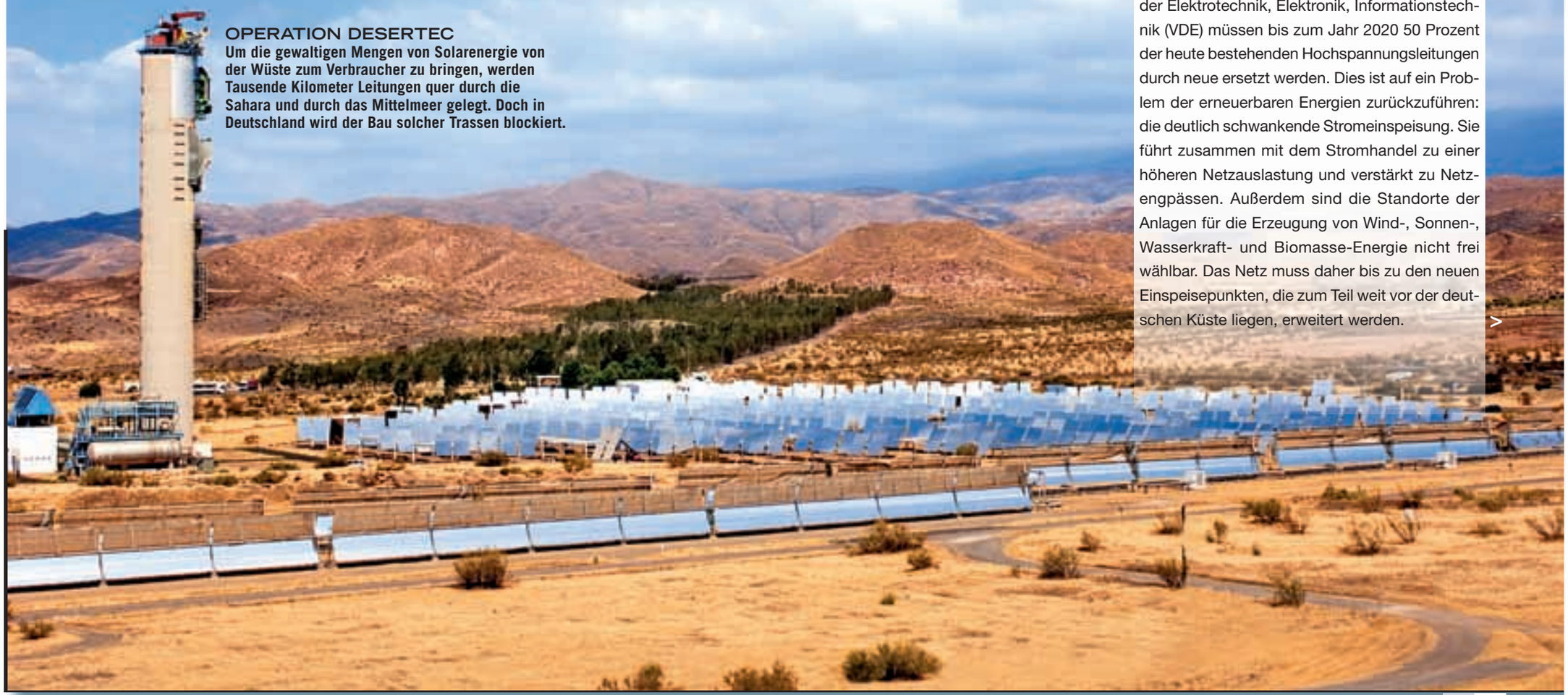
WIE KÖNNEN WIR DAS JAHR 2111 RETTEN?

Tatsache ist, dass wir keine Zeitmaschine haben, mit der wir kurz in der Zukunft vorbeischauen und dann wieder zurückkehren können, um die Gegenwart besser zu machen. Viele Wissenschaftler versuchen, Prognosen über die Zukunft zu geben. Zurzeit sind diese nicht gerade ermutigend: Die Erde erwärmt sich, die Polkappen werden abschmelzen und der Meeresspiegel wird steigen. Fakt ist: Wir Menschen tragen selbst die Verantwortung dafür, dass die Zukunft noch lebenswert für uns ist. Durch Abgase verstärken wir den Effekt, der das Leben auf der Erde ursprünglich erst möglich machte – den Treibhauseffekt. Der sorgt normalerweise dafür, dass die Durchschnittstemperatur auf der Erde bei plus 15 °C und nicht bei minus 15 °C liegt. Heute jedoch sorgen wir dafür, dass es noch wärmer wird. Viele Wissenschaftler arbeiten bereits an alternativen Antriebssystemen für unsere Autos. Vielleicht fahren wir tatsächlich irgendwann in Fahrzeugen mit einem Algentank. Je schneller wir eine Alternative zu den fossilen Brennstoffen finden, desto besser. Noch haben aber auch viele der sogenannten kohlenstoffdioxidneutralen Energien große Nachteile. Solarzellen enthalten giftiges Silizium, Windräder sorgen für Lärmbelästigung, und was mit Atomkraftwerken passieren kann, erleben wir jetzt in Japan. Für die Zukunft brauchen wir Energiequellen, die die Umwelt nicht belasten und keine Gefahr für Menschen oder Tiere darstellen. Bis es so weit ist, muss jeder Mensch seinen Beitrag dafür leisten, dass sich etwas ändert. ***Sandra Johannsen***

ILLUSTRATIONEN: PR

ÖKOSTROM JA, ABER BLOSS KEINE TRASSEN

Die erneuerbaren Energien haben sich in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht. Ihr Anteil an der Gesamtenergieproduktion nimmt immer mehr zu. Doch der Ökostrom braucht neue Leitungen – und gegen die wächst in Deutschland der Widerstand



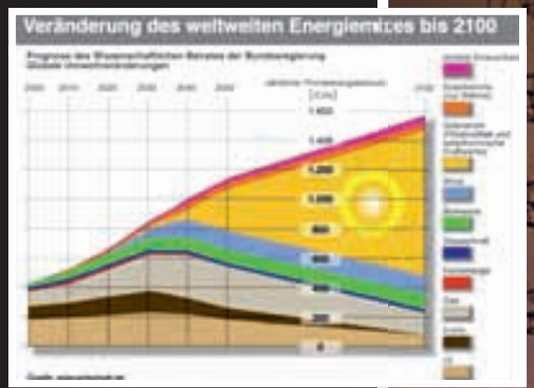
OPERATION DESERTEC
Um die gewaltigen Mengen von Solarenergie von der Wüste zum Verbraucher zu bringen, werden Tausende Kilometer Leitungen quer durch die Sahara und durch das Mittelmeer gelegt. Doch in Deutschland wird der Bau solcher Trassen blockiert.

Das deutsche Stromnetz steht vor einer entscheidenden Veränderung. In den nächsten Jahren muss massiv in die Trassen investiert werden, um eine zuverlässige Versorgung zu gewährleisten. Laut dem Verband der Elektrotechnik, Elektronik, Informationstechnik (VDE) müssen bis zum Jahr 2020 50 Prozent der heute bestehenden Hochspannungsleitungen durch neue ersetzt werden. Dies ist auf ein Problem der erneuerbaren Energien zurückzuführen: die deutlich schwankende Stromeinspeisung. Sie führt zusammen mit dem Stromhandel zu einer höheren Netzauslastung und verstärkt zu Netzengpässen. Außerdem sind die Standorte der Anlagen für die Erzeugung von Wind-, Sonnen-, Wasserkraft- und Biomasse-Energie nicht frei wählbar. Das Netz muss daher bis zu den neuen Einspeisepunkten, die zum Teil weit vor der deutschen Küste liegen, erweitert werden. >

ERNEUERBARE ENERGIEN UND IHR POTENZIAL FÜR DIE ZUKUNFT

ENERGIE 2.0

Die Energiewende liegt noch in weiter Ferne, wie die Grafik zeigt. Erst ab 2050 wird der Anteil erneuerbarer Energien an der gesamten Versorgung die klassischen Energieträger Öl, Kohle, Gas und Atomkraft langsam überholen. Im Jahr 2009 deckten erneuerbare Energien 10,4 Prozent des Gesamtbedarfs. Dadurch wurden rund 109 Millionen Tonnen Treibhausgase weniger ausgestoßen. Bis 2050 soll die Energiewende geschafft werden.



WIE LANGE HALTEN UNSERE VORRÄTE?

Nach Expertenmeinung werden die globalen Vorräte an Erdöl in 41 Jahren, an Erdgas in 60 Jahren und Kohle in 143 Jahren erschöpft sein.

Eine Studie der Deutschen Energie Agentur (dena) geht davon aus, dass bis 2015 durch Windenergie an Land 26,2 Gigawatt (GW) gewonnen werden können und offshore bis zu 9,8 GW. Dafür müssen allerdings 850 Kilometer Doppelleitungen neu verlegt und 392 Kilometer vorhandene Leitungen ersetzt werden. Die Voraussetzung für eine Energieversorgung auf heutigem Niveau ist ein sofortiger Stromnetzumbau und -neubau. Doch die Projekte kommen durch Proteste in den betroffenen Gebieten immer wieder zum Stillstand, da Bürgerinitiativen oder Parteien auch gerichtlich gegen den Bau neuer Trassen vorgehen. Von den 850 Kilometern Hochspannungsleitungen, die benötigt werden, sind bis heute erst 80 Kilometer verlegt.

WIDERSTAND GEGEN DIE ZUKUNFT

Ein gutes Beispiel für die Proteste gegen neue oberirdische Hochspannungsleitungen ist die Stadt Großbreitenbach im Thüringer Wald unweit der Universitätsstadt Ilmenau. Ganz in der Nähe des Ortes wird an der neuen ICE-Strecke Leipzig-Nürnberg gebaut, die quer durch den Thüringer Wald führt. Bäume wurden gerodet, der Erdaushub türmt sich zu Hügeln, und Lkw kurven durch die einstige Idylle. Nun sehen sich die Anwohner auch mit den Plänen für eine zweite Hochspannungsleitung konfrontiert. Sie fragen sich: Wer will hier noch Urlaub machen, wenn jetzt noch die Stromtrasse dazukommt? Ziel der Proteste: das Berliner Unternehmen „50 Hertz Transmission“, die inzwischen selbstständige Ex-Tochter des Stromkonzerns Vattenfall, die das Projekt seit 2006 betreibt. Mittlerweile haben sich mehrere Gemeinden aus Thüringen und Franken im Kampf gegen die neue Trasse zusammengeschlossen – 13 Bürgerinitiativen gibt es inzwischen. Ihr Widerstand richtet sich ausdrücklich nicht gegen die erneuerbaren Energien. Aber neue Hochspannungsleitungen wollen sie verhindern. Sie befürchten, dass die Unternehmen nur billigen Atomstrom aus Osteuropa importieren und aus dem Handel Profit schlagen wollen.

Laut einer Netzstudie sind weitere Trassen in Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Hessen sowie Brandenburg notwendig – und auch hier ist mit heftigen Protesten zu rechnen. Doch welches Potenzial haben die erneuerbaren Energien?

WINDENERGIE – DIE ZUKUNFT LIEGT IN DER LUFT

Da im Bereich der Wasserkraft das Entwicklungspotenzial in Deutschland nahezu ausgeschöpft ist, bietet die Windkraft eine Alternative. In diesem Bereich wurden in den letzten Jahren große technische Fortschritte gemacht, und schon heute produzieren Anlagen so viel Energie wie Kleinkraftwerke.

Die Windenergie wird im Energiemix der Zukunft eine ganz bedeutende Stellung einnehmen, >

DIE NEUEN ENERGIEFORMEN **BRAUCHEN NEUE NETZE**

WIE KOMMT DER STROM AN LAND?

Gigantische Offshore-Windparks sollen ein Viertel der Gesamtstromproduktion leisten. Robuste Seekabel bringen den Strom an Land – von dort an übernehmen neue Trassen den Transport.

denn bis zum Jahr 2050 soll der Anteil der Windenergie an der Gesamtstromproduktion 25 Prozent betragen.

Wichtig dafür ist das sogenannte Repowering: Alte Anlagen werden an strategisch wichtigen Punkten mit modernen, leistungsfähigeren Komponenten ausgestattet. Denn die produktiven Standorte an Land werden rar. Aus dem Grund müssen die Anlagen, die seit etwa 20 Jahren laufen, erneuert werden. Deshalb liegt auch das große Potenzial der Windenergie nicht mehr im Onshore- (an Land) sondern im Offshore-Bereich (im Meer). Dies zeigt auch das Testprojekt alpha ventus – ein Windpark, der am 27. April 2009 etwa 45 Kilometer nördlich der Insel Borkum mit insgesamt zwölf Windkraftanlagen in Betrieb ging. Allein diese Anlage kann 50 000 Haushalte mit Energie versorgen.

SOLARENERGIE – STROM AUS DEM GRÖSSTEN REAKTOR DES SONNENSYSTEMS

Sonnenenergie lässt sich vielfältig nutzen. Fotovoltaikanlagen wandeln Sonnenlicht direkt in elektrischen Strom um. Solarthermische Anlagen eignen sich zur Erwärmung von Trinkwasser und zur Aufbereitung von heißem Wasser für die Heizungsanlage. Mit Solarthermieanlagen lassen sich auch Kälte und Prozesswärme erzeugen. Ein enormes Potenzial liegt in der Speicherung von Solarwärme im Sommer für den Winter und in der Verteilung von heißem Wasser über Nahwärmenetze.

Fotovoltaik bietet zwei große Chancen. Und zwar liegen diese zum einen in Nordafrika und zum anderen auf unseren Dachflächen.

Ein Konsortium von mehreren Firmen, unter anderem Siemens, plant riesige Solarparks in Nordafrika, die durch die permanente Sonneneinstrahlung dort sehr viel Energie erzeugen können. Doch dieses Projekt steht vor vielen technischen Herausforderungen, wie zum Beispiel dem Transport des erzeugten Stroms über eine solch große Entfernung, da hierfür keine übliche Wechselspannung mehr verwendet werden kann. Dabei wären die Verluste zu groß. Aus diesem Grund müsste die erzeugte Energie mittels Gleichspannung die Entfernung überwinden. Das stellt auch an die europäischen Stromnetze neue Herausforderungen.

Das andere wichtige Potenzial befindet sich auf unseren Dächern. Es existieren in Deutschland noch Unmengen an Dachflächen, die eine gute Möglichkeit bieten, Strom aus der Sonne zu produzieren. Es ist eine große Aufgabe, aus dem schon vorhandenen Hausbestand Niedrigenergiehäuser zu machen, weil hier nicht das Augenmerk auf die Neubauten gerichtet werden muss, da diese durch neue gesetzliche Bestimmungen sowieso zu solchen Maßnahmen verpflichtet sind. Es müssen politisch gewollte Förderprojekte finanziert werden, die diese Ausrichtung für Hausbesitzer finanziell attraktiv machen.

SIND KOMPROMISSE DIE LÖSUNG?

Die Menschheit steht vor einem entscheidenden Wendepunkt. Jedoch läuft die Zeit gegen uns, und grundlegende Maßnahmen müssen jetzt und nicht erst irgendwann in der Zukunft ergriffen werden. Bis zum Jahre 2050 müssen die klimaschädlichen Treibhausgase weltweit um 50 Prozent und in den Industriestaaten um 80 Prozent reduziert werden, damit in Bezug auf das Basisjahr 1990 die Klimaerwärmung auf zwei Grad beschränkt wird. Aber selbst diese Schwelle der Erderwärmung hätte große Folgen für das Leben, so wie wir es kennen, da zum Beispiel der Meeresspiegel stiege und Klimakatstrophen überall auf der Welt an der Tagesordnung wären. Doch Wissenschaftler nehmen an, dass die Zwei-Grad-Grenze gerade noch einhaltbar wäre. Dennoch heißt das, es werden enorme Anstrengungen und viel technisches Know-how benötigt. Trotzdem bleibt der größte Faktor, der auf die Klima-Katastrophe einwirkt, jeder einzelne Mensch selbst, indem er seine Gewohnheiten beobachtet und sie vielleicht ein Stück weit verändert, zum Beispiel öfter mal das Fahrrad benutzt.

Wir haben die Welt so verändert, wie es uns gefällt – in zu kurzer Zeit. Das hat sie aus dem Gleichgewicht gebracht. Genauso ist es auch mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland und dem notwendigen Ausbau des Stromnetzes. Wir haben jahrelang auf falsche Techniken wie Atomkraftwerke gesetzt und zu spät nachhaltige Formen der Energiegewinnung gefördert.

Doch wir befinden uns auf einem guten Weg, und der fordert Veränderungen. Natürlich können wir nicht an der einen Stelle die Natur zerstören, um sie woanders zu retten. Aus diesem Grund sind Kompromisse der einzig vernünftige Weg. Unternehmen und Bürgerinitiativen sollten gemeinsam an einer guten Lösung arbeiten. Geld muss dabei eine zweitrangige Rolle spielen, wenn es zum Beispiel um die Erdverlegung von Hochspannungsleitungen geht, um ein Stück einmalige Landschaft zu schützen und für zukünftige Generationen zu bewahren.

Veronika Beckel

FOTOS: Laif; Corbis; PR

12 Prozent des globalen Energiebedarfs können aus dem Meer gedeckt werden. Deshalb arbeiten Wissenschaftler auf der ganzen Welt an Möglichkeiten, dieses Potenzial zu nutzen. Pelamis-Maschinen und Gezeitenturbinen fangen die gewaltige Energie des Meeres ein

GEZEITENTURBINEN
Dreimal so groß wie ein erwachsener Mann und um 360° drehbar, folgen die Turbinen dem Lauf des Wassers und nutzen seine Strömung.

RETTER DER ZIVILISATION
Treibende Pelamis-Wellenmaschinen fangen auch die kleinste Wellenbewegung ein und wandeln sie in elekrischen Strom um.

DAS MEER – ZUKUNFT DER ENERGIE?

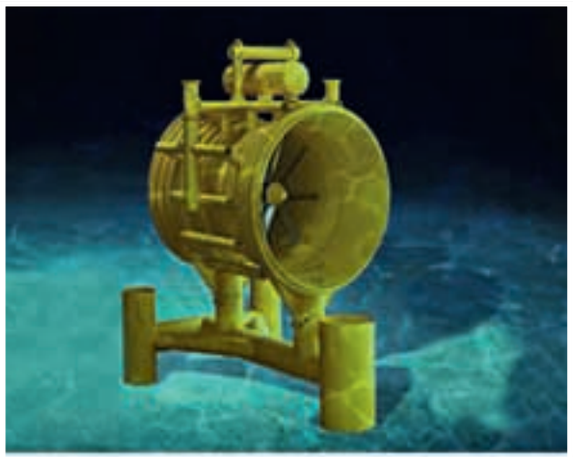
Als einige Exemplare von *Homo erectus* vor 500 000 Jahren nach einem schweren Unwetter den Schutz ihres Lagers verließen, erblickten sie es: das Feuer, die erste Form von Energie, die die Menschheit nutzte. Eine kulturelle Evolution begann, in deren Verlauf Dampfmaschinen, Kohlekraftwerke und Autos erfunden wurden. Und damit kam der Klimawandel.

2009 sollte in Kopenhagen eine neue Klimarahmenkonvention geschaffen werden. Doch dieses Vorhaben wurde hauptsächlich von China und Indien vereitelt, denn sie wollten für ihre eigenen Länder keine verbindlichen Einschränkungen akzeptieren. Das große Ziel der Konvention war es, die Erderwärmung auf höchstens zwei Grad Celsius zu begrenzen. Ein Wert, der laut dem Umweltprogramm der United Nations nötig wäre, um eine empfindliche Störung des Weltklimasystems zu vermeiden. Daher wird weitergeforscht, um zusätzliche Energie-Ressourcen zu finden und auszuschöpfen – etwa die enorme Kraft der Wellen.

WIE FÄNGT MAN DIE ENERGIE EINER WELLE?

Offshore-Anlagen, wie sie zum Beispiel auf der Bernera Wave Farm bei den Western Isles vor Schottland entstehen, machen es möglich. Dort wird gerade ein Wellenkraftwerk gebaut, das bis zum Jahr 2013/14 fertiggestellt sein wird. Dann wird es bis zu 20 Megawatt Elektrizität erzeugen. Aber funktioniert das eigentlich? Die Firma Pelamis Wave Power hat dank der innovativen Idee von Richard Yemm, der sie 1998 gründete, einen Weg gefunden: Die Pelamis ist ein 120 Meter langes, stählernes Seeungeheuer; ihr Durchmesser beträgt 3,5 Meter. Die Pelamis (=griechisch: Seeschlange) treibt wie ein langer Schlauch auf dem Meer. Sobald es auch nur geringen Wellengang gibt, bewegen sich die vier Segmente der Pelamis auf und ab.

DIE NEUEN DIMENSIONEN DER ENERGIEGEWINNUNG



EBBE UND FLUT SIND ESSENZIELL, …

… um Gezeitenturbinen zu betreiben. Da sie in zwei Richtungen funktionieren, können sie die Energie beider Gezeiten auffangen. Bei diesem küstennahen Turbinentyp drehen sich bei Ebbe die Rotorblätter in die eine Richtung, bei Flut in die andere. Beide Male wird die Energie auf einen Generator übertragen. Danach, wie zum Beispiel im East River, wird der Strom direkt an einen Gebäudekomplex weitergeleitet.

Diese sind über Gelenke miteinander verbunden. Sie treiben bei einer Wellenbewegung, die die Teilstücke anhebt oder sinken lässt, Hydraulikzylinder an, die unter Hochdruck stehendes Fluid durch einen Hydraulikmotor pressen. Der Hydraulikmotor treibt eine Turbine an. Diese leitet die von der Maschine erzeugten 750 Kilowatt durch ein Kabel an einen Knotenpunkt auf dem Meeresgrund weiter. An diesen Knotenpunkt können viele weitere Pelamis-Maschinen angeschlossen werden. So speist die mit dem Knotenpunkt verbundene Leitung Energie in das Stromnetz ein.

Damit eine Wellenfarm auch effektiv arbeitet und die maximal mögliche Energiemenge erzeugt, muss die Wahl des Standorts gründlich durchdacht werden. Der optimale Platz hängt vom lokalen Wetter, vor allem aber vom durchschnittlichen Wellengang ab. Beides zusammen nennen Wissenschaftler von Pelamis Wave Power das „Wave Climate“. Um dieses zu bestimmen, werden über Satellitenaufnahmen und „Wellenbojen“, die Daten sammeln, die durchschnittliche Wellenhöhe und Wellenintervalle aufgezeichnet und ausgewertet. Aber auch wellenfreie Zeiten, sogenannte „Weather Windows“, werden benötigt – zur Wartung und für Reparaturarbeiten. So konnten Wissenschaftler eine Tabelle entwickeln, in der die Leistungen bei unterschiedlichen Wetterverhältnissen und verschiedenen Standorten der Pelamis-Maschinen aufgeführt sind. Fakt ist, dass mit der emissionsfreien Wellenenergie 15 Prozent des Weltenergiebedarfs gedeckt werden können. Unternehmen wie Pelamis Wave Power forschen weiter, um dieses Potenzial in Zukunft zu nutzen.

3,66 Billionen Tonnen – so viel CO_2 hat der Mensch schon in die Atmosphäre geblasen. Und pro Sekunde werden es 800 Tonnen mehr. Hauptverantwortlich dafür sind vor allem die Verbrennung fossiler Energieträger, wie zum Beispiel Braunkohle, und der Abgasausstoß. Danach kommen die Großstädte mit ihrem massiven Energieverbrauch und der Ballung von Industrie. Deshalb müssen die Städte versuchen, mit innovativen Ideen ihren CO_2-Ausstoß zu senken.

KANN EIN FLUSS NEW YORKS CO_2-AUSSTOSS SENKEN?

New York City ist eine solche Stadt. Aus diesem Grund entstand das Projekt „Roosevelt Island Tide Energy“ – der Bau eines Tidehub- oder Strömungskraftwerks im East River, der eigentlich eine Meerenge bei Manhattan ist. Es macht sich die Kraft der Gezeitenwechsel, und somit indirekt die Anziehungskraft des Mondes, zunutze. In einem Gezeitenkraftwerk werden Turbinen frei stehend auf dem Meeresgrund bzw. im Flussbett verankert. Es funktioniert ähnlich wie eine Windkraftanlage, nur dass ein Strömungskraftwerk sich nicht die Luftströmung, sondern nutzt die Strömungen der Gezeiten, Flüsse und Kanäle.

WIE FUNKTIONIERT EIN GEZEITENKRAFTWERK?

Wasser besitzt eine 800-mal höhere Dichte als Luft. Um ein Megawatt Strom zu erzeugen, brauchte ein Windkraftwerk einen Rotor mit einem Durchmesser von 55 Metern, ein Strömungskraftwerk nur einen 20 Meter durchmessenden Rotor. Zur Stromerzeugung reicht eine relativ geringe Wassergeschwindigkeit aus, nämlich 2 bis 2,5 Meter pro Sekunde. Zum Vergleich: Ein Windkraftwerk würde circa 18 Kilometer pro Stunde benötigen. Die Strömung, um den Rotor überhaupt in Bewegung zu setzen, ist an fast allen Küsten ausreichend stark, was Strömungskraftwerke vor allem für an der Küste gelegene Großstädte attraktiv macht. Aber mit „normaler“ Meeresströmung wird das Kraftwerk nicht betrieben, dafür ist sie zu gering; der Golfstrom zum Beispiel fließt nur mit einer Geschwindigkeit von 1,4 Metern pro Sekunde. Doch um eine Tideturbine anzutreiben, bedarf es der Fließgeschwindigkeit des Tidehubs, 2 bis 2,5 Meter pro Sekunde, um die Turbine zwar langsam, aber für die Energieproduktion ausreichend, anzutreiben. Je nachdem, ob Ebbe oder Flut herrscht, fließt das Wasser in eine andere Richtung. Deswegen sind die meisten Turbinen drehbar, um sich der jeweiligen Fließrichtung anzupassen und die Kraft des Tidehubs maximal auszunutzen.

Nachdem 2006 die Entwicklungsphase abgeschlossen war, errichteten die Ingenieure sechs solcher fünf Meter hohen Tideturbinen, die jeweils eine Leistung von 35 Kilowatt bringen, auf dem Flussbett des East River. Um das Fundament für die Turbinen zu legen, musste in einem hoch aufwendigen Verfahren ein Teil des East River trockengelegt werden. Das alles, einschließlich der Tatsache, dass die Wartung der Turbinen kostenintensiv und aufwendig ist, hat den Vormarsch der Strömungskraftwerke im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energien etwas gebremst. Dennoch geht die Entwicklung weiter. Denn Wellen-, Gezeiten- und Strömungskraftanlagen sind sauber und umweltverträglich geworden. Das war nicht immer so; früher wurden für den Bau von Gezeitenkraftwerken die Ökosysteme ganzer Buchten zerstört. Betonmauern trennten die Bucht vom Meer. Fische wurden ihres natürlichen Lebensraums beraubt. Doch heute stehen die Gezeitenturbinen frei auf dem Meeresgrund und beeinträchtigen ihre Umwelt kaum. Und wenn Pelamis-Maschinen durch Monsterwellen zerstört werden, gelangt kein Schweröl in das Meer, denn das verwendete hydraulische Öl ist biologisch abbaubar.

Jan Casper

ILLUSTRATIONEN: PR

VISIONEN DER ZUKUNFT

Immer nur auf Fortschritt bedacht sein, uns weiterentwickeln. Das ist das, was wir wollten, bevor wir den Preis dafür kannten: den Klimawandel. Wir müssen endlich lernen, die Ressourcen der Erde auf gesunde Art zu nutzen

Wind: eine Kraft, die bleibt

Der Wind ist eine Ressource, die nie endet

Jahrhundertelang haben wir die Windkraft genutzt, etwa bei traditionellen Windmühlen zum Mahlen von Mehl oder zur Be- und Entwässerung von Landflächen. Die heutigen, modernen Windkraftanlagen dienen der Stromerzeugung.

STROM AUS DER ERDE

Schon seit 1913 wird Erdwärme zur Stromerzeugung genutzt. Die Technolgie dahinter nennt sich Geothermie – eine der bedeutendsten erneuerbaren Energien. Würde nicht so viel Geld in Atomkraft fließen, ließe sich diese Quelle stärker nutzen.

Energiemaschine Blitz

Wie viel Power steckt in einem von ihnen?

Forscher unterscheiden zwischen Sekunden- und Starkblitzen: Sekundenblitze entladen sich im Schnitt in einer halben Sekunde und haben eine Stärke von 100 bis 200 Ampere. Der Starkblitz entlädt eine Kraft von 20 000 bis manchmal sogar 100 000 Ampere in einigen Millisekunden. Dabei treten Spannungen bis zu 10 Millionen Volt auf. Zum Vergleich: Aus einer deutschen Haushaltssteckdose kommen 230 Volt.

GIBT ES SCHLECHTE UND **GUTE ENERGIEGEWINNUNG?**

DAS GEFÄHRLICHSTE ERZ DER WELT

In Atomkraftwerken wird Strom mithilfe von hoch radioaktivem Uran erzeugt. Das aus Uranerz gewonnene Uran wird gepresst und in Brennstäbe gefüllt, in denen die Kernspaltung stattfindet. So entstehen Hitze und Radioaktivität. Jährlich fallen weltweit 12 000 Tonnen radioaktiver Abfall an.

SAUBERE SONNENENERGIE

Im Kühlturm eines Atomreaktors wird das durch die Brennstäbe erwärmte Wasser abgekühlt (Foto o.). Die Solarplatten einer Fotovoltaik-Anlage produzieren Strom aus der Sonne, ohne ihre Energiequelle aufzubrauchen (Foto r.) …

Früher hatten die Menschen die Vision einer Welt des immerwährenden technologischen Fortschritts. Heute brauchen wir eine neue Idee, um die negativen Auswirkungen dieser Vision zu stoppen: erneuerbare Energien! Der Anteil erneuerbarer Energien an der Erzeugung von Strom, Wärme und Kraftstoff steigt.

Die Branche beschäftigt schon heute 350 000 Menschen allein in Deutschland, bis 2020 sollen es 500 000 sein. Sie deckt 16,3 Prozent des deutschen Strom-, 5,5 Prozent des Kraftstoff- und 8,8 Prozent des Wärmeverbrauchs. Durch diese Energien wurden 2009 schon etwa 108 Millionen Tonnen CO_2 eingespart. Schon im Jahr 2060 könnten wir nur durch erneuerbare Energie versorgt werden. Doch das Verlängern der Laufzeit von Atomkraftwerken verhindert Investitionen und Forschung in diesem Bereich. Atomkraftwerke sind eine Gefahr für die Umwelt. Besonders gefährlich ist das Uran durch seine radioaktive Strahlung. Im radioaktiven Abfall von Atomkraftwerken ist auch Uran enthalten, und seine Lagerung ist deshalb stark umstritten, weil es nach einer Million Jahre noch strahlt. Das ist ein gutes Beispiel, denn es zeigt, dass es sich lohnt, zu investieren.

Besonders unsere Schulen, Supermärkte und Fabriken können mit ihren großen Gebäuden und Dächern mit Fotovoltaik-Anlagen viel dazu beitragen und selbst profitieren. Meine Schule hat Solarzellen auf dem Sporthallendach und versorgt sich damit komplett selbst. Nicht nur das: Mit der nicht selbst verbrauchten Energie machen wir sogar noch Gewinn, wenn sie an einen Konzern verkauft wird, der diese dann einspeichert. Was möglich ist durch neue Speichertechnologien.

DIE NATUR BIETET EINE FÜLLE AN RESSOURCEN – WIR MÜSSEN SIE NUR NUTZEN

Eine Fotovoltaik-Anlage besteht aus mehreren Solarzellen, die zu Modulen zusammengefasst sind. Die Umwandlung des Sonnenlichts in elektrische Energie findet in den Solarzellen statt. Bei der Einstrahlung von Sonnenlicht entsteht Spannung. Schließt man einen Stromkreis, fließt elektrischer Strom. Zur Gewinnung von einem Kilowatt Leistung benötigt man etwa eine Fläche von acht bis zehn Quadratmetern.

Meine eigene Vision ist eine Welt ohne Atomkraft, was auch geschehen kann, weil uns die Natur so viele natürliche Ressourcen – Wasser, Wind, Sonne – zur Verfügung stellt. Wir müssen nur lernen, wie wir diese nutzen können. Zum Beispiel wäre da der Ansatz, aus Blitzen Energie zu machen. Deren Erforschung wäre ein wichtiger Beitrag zur Welt der erneuerbaren Energien. Die Erde wird in jeder Sekunde von etwa 100 Blitzen getroffen. Über Deutschland werden jährlich ungefähr 1,5 Million Blitze registriert. Die daraus entstehende Leistung beträgt mehrere Milliarden Kilowatt. Alle Atomkraftwerke zusammen haben nur eine Leistung von 120 Millionen Kilowatt. Wenn wir es also schaffen könnten, diese Leistung aufzufangen, zu speichern und zu nutzen, denkt in der Zukunft vielleicht gar keiner mehr an die Atomkraft – und vom Klimawandel hört man dann nur noch im Geschichtsunterricht.

Lea Venetia Deutsch

FOTO: Keystone/Bilderberg/Avenue Images; Getty Images; PR

IMPRESSUM

MITARBEITER DIESER AUSGABE

CHEFREDAKTION
Uwe Bokelmann (verantwortlich für den redaktionellen Inhalt)
Sebastian Junge (Text)
Thomas Maresch (Art Direktion)

REDAKTION
Stv. Art Direktion: B. Ramis de Ayreflor, Christoph Hirsch
Chef vom Dienst: Lothar Polster, Gabriela Strobel (Stellv.)
Layout/Illustration: Dejan Bojcic
Foto: Bettina Andersen, Kathrin Hilse
Text: Nuno Ramos (Ltg.), Christian Bahr, Holger Diedrich, Astrid Keßler, Justus Meyer, Friederike Schön, Hannes Wellmann, Christina Rütten
Gewinnertexte: Veronika Beckel, Jan Casper, Lea Venetia Deutsch, Patrick Fritzsche, Sandra Johannsen, Dennis Reinicke, Noah Schöppl, Markus Wohlfahrt
Verlagsleitung: Ralf Meyke
Objektleitung: Tina Kopf
Druck: VPM Rastatt, Karlsruher Str. 31, 76437 Rastatt
Vertrieb: Bauer Vertriebs KG, 20078 Hamburg
Bestell- und Aboservice Welt der Wunder: Tel.: 01805/ 313939 (14 Cent/Min. aus dem deutschen Festnetz, Mobilfunk max. 42 Cent/ Min.) Mo.–Fr. 8–20 Uhr, Fax: 040/ 30198123. Änderung von Adressen, Bankdaten u.a. im Internet: http://kundenservice.bauermedia.com
Abo Österreich, Schweiz u. restl. Ausland: Bauer Vertriebs KG Leserservice, Tel.: 0041/41/3292323, Fax: 0041/41/3292303, E-Mail: bauervertriebskg@leserservice.ch

welt der wunder erscheint in der Heinrich Bauer Verlag KG, Brieffach 30139, 20067 Hamburg, Tel.: 040/30194277, E-Mail: wdw@bauerredaktionen.de

© 2011 für den gesamten Inhalt, soweit nicht anders angegeben, by: Heinrich Bauer Verlag KG. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit vorheriger Genehmigung. Der Export von **welt der wunder** und der Vertrieb im Ausland sind nur mit Genehmigung des Verlages statthaft.

Welt der Wunder (USPS no Pending) is published monthly by Bauer Media Group. Subscription price for USA is $90.00 p.a. K.O.P.: German Language Pub., 153 S Dean St, Englewood NJ 07631. Application to mail at Periodicals Rates is pending at Englewood NJ 07631 and additional mailing offices. Postmaster: Send Address changes to: Welt der Wunder, GLP, PO Box 9868, Englewood NJ 07631.

Science*Station* 2011

welt der wunder
Die Zeitschrift für mehr Wissen

Entdecke den Kosmos Mensch!

Die interaktive Erlebniswelt 2011 – bald auch im Bahnhof in deiner Nähe!

Mainz Hauptbahnhof	10. bis 16. Mai
Frankfurt/Main Hauptbahnhof	18. bis 24. Mai
Bahnhof Dresden-Neustadt	27. Mai bis 2. Juni
München Hauptbahnhof	6. bis 12. Juni
Berlin Ostbahnhof	17. bis 21. Juni
Halle Hauptbahnhof	23. bis 29. Juni
Erfurt Hauptbahnhof	1. bis 7. Juli
Köln Hauptbahnhof	11. bis 20. Juli

GESTATTEN, UNSER KÖRPER:

Wissen live erleben – ScienceStation, die interaktive Mitmachausstellung tourt durch Deutschland. Wie funktioniert unser Körper? Kann unser Gehirn wachsen? Probier's aus! Jetzt in acht deutschen Bahnhöfen...

wissenschaft im dialog

Universum Bremen

Forschung für unsere Gesundheit

Mit freundlicher Unterstützung DB

WdW Science-Station Anz 2011.indd 1 07.04.11 12:21