



Die Polarstern (rechts) ist das wichtigste Werkzeug der deutschen Polarforschung. Sie hilft den Forschern auch, mehr über die Tiefsee zu lernen. Die Skizze ganz oben zeigt den Aufbau des geplanten Systems mit Tiefsee-Crawler und Sendestation. Oben der Prototyp des Crawlers „Geomar Viator“ samt Sendestation und Landeinheit. Fotos/Skizze: Johannes Lemburg/AWI, Jan Steffen/Geomar Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel



Foto: Stefan Hendricks, Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung

Todesfalle für die Fledermaus

Warum Windräder für Tiere zur Gefahr werden

Windräder werden häufig zu tödlichen Fallen für Fledermäuse. Für Fledermäuse, die in Bäumen schlafen, sind die Rotoren eine besonders große Gefahr. Warum das so ist, hat ein amerikanisches Forscherteam der Geological Survey in Fort Collins (US-Staat Colorado) untersucht. Wie die Wissenschaftler in den *Proceedings* der US-Akademie der Wissenschaften (PNAS) schreiben, näherten sich die Fledermäuse einer Windkraftanlage meist von der Windschattenseite – vermutlich in der Hoffnung, Futter oder einen Schlafplatz zu finden.

Die Forscher hatten drei Windräder im US-Bundesstaat Indiana für mehr als zwei Monate im Sommer und frühen Herbst überwacht. Sie verwendeten Wärmebildkameras, akustische Aufzeichnungen und Radar. In dieser Zeit konnten sie knapp 1000 Annäherungen von Fledermäusen beobachten. 88 Prozent davon identifizierten die Forscher als aktives Anfliegen der Anlagen.

Dabei orientieren sich die Tiere offenbar auch mit ihren Augen: In mond hellen Nächten registrierten die Wissenschaftler deutlich mehr Fledermäuse an den Windrädern als in dunklen Nächten. Wichtiger aber scheint die Windströmung zu sein. Bei Windstille flogen die Tiere von allen Seiten heran, während sie bei stärker werdendem Wind zunehmend die Windschattenseite bevorzugten. In dieser Zone sind oft auch viele Insekten zu finden, die den Fledermäusen als Futter dienen.

Das Verhalten der Fledermäuse unterschied sich, je nachdem, ob die Rotoren sich drehten oder nicht. Wenn die Windgeschwindigkeit von null auf 28,8 Kilometer pro Stunde stieg, der Rotor aber festgesetzt war, flogen zunehmend mehr Tiere über die Windschattenseite heran. Drehte sich hingegen das Windrad, näherten sich mit stärkerer Luftbewegung immer weniger Fledermäuse über den Windschattenkorridor.

Die Forscher vermuten, dass langsam drehende Rotoren Luftströmungen erzeugen, die jenen um große Bäume herum sehr ähnlich sind. Wenn sich dann durch Windstöße die Drehgeschwindigkeit der Rotoren schnell ändert, können die Windräder zu einer tödlichen Falle werden. Um die gefährlichen Schwachwindphasen zu vermeiden, schlagen die Forscher vor, die Windgeschwindigkeit, ab der die Windräder rotieren, höher anzusetzen. Zudem sollten die Kraftwerke beleuchtet werden. Laut einer anderen Studie gibt es weniger tote Fledermäuse unter Windrädern, die mit einem roten Blinklicht ausgestattet sind. *Stefan Parsch, dpa*

Die neuen Entdecker

Die Erde lückenlos erkundet? Von wegen: Die Tiefsee bleibt rätselhaft wie eine fremde Galaxie. Darum gehen Forscher ihr jetzt auch mit Weltraumtechnik auf den Grund / Von Matthias Zimmermann

Sieht aus, als wäre das Zeitalter der Entdecker vorbei. Kontinente, Inseln, fremde Völker – alles scheint vermessen und verzeichnet. Sogar der Mond ist längst nicht mehr allein am Himmel. Die Menschen haben – nach dem Ende der russischen Station Mir – mit der internationalen Raumstation ISS bereits eine zweite permanente Behausung im All. Seit fast drei Jahren funkt zudem ein „Rover“ regelmäßig Fotos und Daten vom Mars. Wer heute noch Welten entdecken will, die nie zuvor ein Mensch gesehen hat, muss offenbar etwas weiter weg. Oder nicht?

In Kiel haben sich Mitte Oktober deutsche Weltraum- und Tiefseeforscher getroffen, um sich über ihre Fortschritte bei mehreren gemeinsamen Vorhaben auszutauschen. Unser Wissen über das unendliche Weltall ist noch sehr endlich. Aber auch die Tiefsee – immerhin der größte Teil der Erdoberfläche – ist in vielerlei Hinsicht völlig unbekanntes Terrain. Dabei versprechen sich die Forscher viele wichtige Erkenntnisse über neue Rohstoffvorkommen, den Klimawandel sowie Tiere, Pflanzen und Mikroorganismen, die so tief im Meer leben.

Vor allem aber haben Tiefsee- und Weltraumforscher ein gemeinsames Problem: Die Orte, die sie er-

forschen wollen, sind äußerst schwer zugänglich. Und für Menschen sind die dort herrschenden Umweltbedingungen tödlich: Auf der Rückseite des Mondes etwa schwanken die Temperaturen zwischen minus 160 und plus 130 Grad Celsius – mal ganz abgesehen von den Strahlungen, denen jedes Lebewesen dort ausgesetzt wäre. In der absolut finsternen Tiefsee kann das Wasser null Grad oder 400 Grad Celsius haben, der Druck steigt auf bis zu 1100 bar. Was also liegt näher, als diese Gegenden mit Technik zu erforschen?

Um die komplexen Geräte für solche Missionen zu entwickeln, haben sich unter Führung des Bremerhavener Alfred-Wegener-Instituts (AWI) 16 deutsche Raumfahrt- und Meeresforschungseinrichtungen sowie Universitäten zusammengeschlossen. „Robotische Exploration unter Extrembedingungen“, kurz Robex heißt der Forschungsverbund, der neue Technologie für beide Einsatzbereiche entwickeln soll. Und da gibt es, neben einigen Unterschieden, erstaunliche Parallelen: Geräte, die in den Weltraum sollen, müssen sehr leicht sein, extreme Temperaturunterschiede und Strahlungen aushalten. Dafür können sie aber Energie über Sonnensegel gewinnen und müssen keinen extremen Drücken

standhalten. Doch die Steuertechnik für weltraum- und tiefseetaugliche Systemen ist ähnlich. Beide brauchen zudem intelligente Energiemanagementsysteme, die alle nicht benötigten Geräte abschalten. Noch wichtiger aber: Die Maschinen müssen miteinander kommunizieren und autonome Entscheidungen treffen. Soll ein Experiment durchgeführt werden? Wie gelange ich ans Ziel?

Was auf dem Mars schon funktioniert, soll jetzt auch auf der Erde helfen

Aktuell arbeiten Forscher aus dem Verbund an einem System mit einem oder mehreren mobilen Robotern und einer Basisstation. Selbstständige Kettenfahrzeuge fahren über die Mondoberfläche oder den Meeresgrund, sammeln und werten Proben aus – so ähnlich wie der Rover „Curiosity“ auf dem Mars. Bevor die Akkus leer sind oder die Speicher voll, kehren sie zu einer Basisstation zurück, an der sie Daten übertragen und Energie aufladen – völlig ohne menschliches Zutun. Ein Vorbild für das Erkundungsfahrzeug gibt es bereits, einen von der Bremer Jacobs University

entwickelten „Crawler“ mit dem Namen Wally. Wally kann via Internet von jedem Ort der Welt gesteuert werden – er hängt aber an einem Kabel, um Energie zu beziehen und Daten zu übertragen. Seine Nachfolger sollen physikalische und chemische Analysen zudem direkt vor Ort durchführen können.

Künftig könnten so auch Unterwasser-Pipelines und Fundamente der immer zahlreicher werdenden Offshore-Windanlagen überwacht werden. Erst einmal soll das System sich aber bei einer anderen Mission bewähren: Das AWI hat gerade mit dem Bau eines Langzeit-Observatoriums in der Arktis begonnen. Die Forscher wollen künftig ganzjährig die Veränderungen des Meeres von der Oberfläche bis in die Tiefsee beobachten – unter anderem eben mit dem von der Robex-Allianz entwickelten Crawler. 25 Millionen Euro stecken der Bund und das Land Bremen in das ambitionierte Projekt, bei dem auch das Forschungsschiff „Polarstern“ eine wichtige Rolle spielt. Mit ihr können die Sonden dort auch im Winter gewartet und zusätzliche Untersuchungen durchgeführt werden. In der Allianz wird der Fortgang der Mission aufmerksam verfolgt – und der Crawler für eine zukünftige Mondmission weiterentwickelt.



Wort zur Woche

VON DEKAN GERHARD WOLFGERMANN, NÖRDLINGEN

Sparen – eine Tugend?

Sparen galt lange als Tugend. Heute heißt es: Konsumiere, gib dein Geld aus, damit die Wirtschaft brummt! Was ist nun richtig? Sparen ist gut, wenn ich vorsorge, um anderen nicht unnötig zur Last fallen. Der sparsame Umgang mit den Rohstoffen und Gütern dieser Welt ist gut, um kommenden Generationen eine Zukunft zu ermöglichen. Mit bösen Worten und Taten sparsam zu sein tut unserem Miteinander gut. Sparen ist falsch, wenn ich an guten Worten, Freundlichkeit, Taten der Liebe und Barmherzigkeit spare. Sparen ist falsch, wenn ich anderen vorenthalte, was sie zum Leben brauchen und alles nur für mich will. Das gilt für mein persönliches Leben, aber es gilt auch im Miteinander der Völker und Nationen. Über die wachsende Zahl der Flüchtlinge und Zuwanderer braucht sich niemand zu wundern, angesichts der Tatsache, dass die Lebensmöglichkeiten auf dieser Welt derart ungerecht verteilt sind. Es ist wie so oft im Leben, an sich gute Eigenschaften und Verhaltensweisen haben

eine zweite Seite. Sparsamkeit und Habsucht sind zwei Seiten einer Medaille. Sparsamkeit ist positiv, als verantwortungsbewusster und sorgfältiger Umgang mit Gütern und Menschen und damit eine Tugend. Ihre negative Kehrseite, Habsucht und Gier, sind mehr als eine Untugend, sie sind eine Sünde, weil sie dem Nächsten verweigern, was ihm zusteht und ihn seiner Lebensmöglichkeiten berauben. Habsucht schadet aber nicht nur dem Nächsten und der Gemeinschaft, sie beschädigt auch den Habsüchtigen. Sie lässt seine Seele abstumpfen und macht ihn kalt und teilnahmslos. Jesus hat einmal gesagt: „Was hülfte es dem Menschen, wenn er die ganze Welt gewönne und nähme doch Schaden an seiner Seele?“ (Mt. 16,26). Jede Tugend hat eine Kehrseite. Es gibt den oft schmalen Grad, an dem sich das Gute in sein Gegenteil verkehrt und zur Untugend, ja zur Sünde werden kann. Ich wünsche Ihnen die Weisheit, das eine vom anderen unterscheiden zu können.



Blick in die Geschichte

HISTORISCHE STREIFZÜGE MIT RAINER BONHORST

Die Geburt eines Kaisers

Das Kind schien tot zu sein. Kein Atem mehr nach sehr schwerer und langwieriger Geburt. Doch die Hebamme, ohne Vornamen nur als Fräulein Stahl vermerkt, gab nicht auf. Sie schlug dem leblosen Baby mit einem nassen Handtuch immer wieder kräftig auf den Leib. Endlich kam ein Schrei aus dem kleinen Körper. Der Bub, der als letzter deutscher Kaiser eher unruhlich in die Geschichte eingehen sollte, war gerettet. Aber etwas stimmte mit ihm nicht. Sein linker Arm hing schlaff herab. Und am Hals schien das Kind etwas starr und verdreht. Nach dem Jubel über die Geburt des Thronfolgers nun die Enttäuschung. Der künftige Kaiser ein Behinderter? Das war schwer zu ertragen. Also unternahm man alles, um der Behinderung Herr zu werden.

Den gelähmten Arm mit der unvollkommenen Hand musste der Kleine zweimal in der Woche in den blutigen Körper eines frisch geschlachteten, noch warmen Hasen

legen. Auch eine Armstreckmaschine wurde ihm regelmäßig verpasst. Und dann war da noch die Kopfstreckmaschine, ergänzt durch Stromstöße. Damit sollte der unebene Hals begradigt werden. Was bewirkte das alles, außer Ekel und Schmerzen? Historiker und Psychologen sind sich weitgehend

Vor

155

Jahren

einig, dass die scheußlichen Kindheitserfahrungen für das unstete Temperament des späteren Kaisers Wilhelm II. mit verantwortlich sind. Einige vermuten sogar, dass Wilhelm wegen der dramatischen Umstände seiner Geburt einen kleinen Hirnschaden mit sich herumtrug. Fest steht, dass Wilhelms Mutter, eine Tochter der englischen Queen Victoria, eine extrem qualvolle Geburt erlebte. Der

kommandierende Arzt, Professor Wegener, ertastete die Ursache: Das Baby lag mit dem Steiß voran. Was tun? Ein Kaiserschnitt galt als gefährlich. Zum Glück hatte Queen Victoria ihren Leibarzt, Sir

James Clark, einen Pionier der schmerzarmen Geburt, nach Berlin geschickt. Mit Chloroform wurde die leidende 18-jährige Prinzessin so weit beruhigt, dass Dr. Wegener den kleinen Körper drehen konnte, um die Geburt zu ermöglichen. Es gelang – aber nicht perfekt. Schwere Geburt, schwere Kindheit, schwieriger Kaiser: Stimmt diese Formel? Schon möglich. Thomas Mann hat dem Behinderten ein ganz anderes literarisches Denkmal gesetzt: Seine „Königliche Hoheit“ ist gerade wegen der unvollendeten Hand eine besonders liebenswerte Figur.

