

Gen für Multiple Sklerose entdeckt

Mehrere Forschergruppen haben in unabhängigen Studien eine Genvariante im Erbgut des Menschen identifiziert, die das Risiko erhöht, an Multipler Sklerose (MS) zu erkranken. Schon lange ist bekannt, dass die Krankheit, bei der nach und nach die Nervenzellen degenerieren, durch genetische Faktoren beeinflusst wird. Bei der Suche nach den konkreten Schwachstellen kamen die Forscher bisher aber nur langsam voran. Wie zwei Teams von der US-amerikanischen Vanderbilt University und der schwedischen Medizinhochschule Karolinska Institutet in Artikeln im Fachmagazin „Nature Genetics“ berichten, weisen MS-Patienten wesentlich häufiger eine bestimmte Variante eines Gens auf als Gesunde. Eine zeitgleich im „New England Journal of Medicine“ erscheinende Studie einer dritten Forschungsgruppe bestätigt die Ergebnisse. **FTD**

Poröses Gel schluckt Schwermetalle

Griechische und amerikanische Forscher haben ein poröses Gel entwickelt, das Schwermetalle aus verseuchten Böden entfernen kann. Durch seine Struktur hat ein Gramm des Gels eine Oberfläche von bis zu 327 Quadratmetern, auf der sich Schwermetallionen absetzen. Im Unterschied zu bisher verfügbaren porösen Materialien besteht das neue Gel nicht aus Metalloxiden, also Verbindungen aus Metall und Sauerstoff, sondern Chalkogeniden, Verbindungen aus Metall mit Schwefel und Selen, schreiben die Wissenschaftler im Fachmagazin „Science“. Nach der erfolgreichen Reinigung einer mit Quecksilber verseuchten Probe wollen die Forscher ihr poröses Gel auch zu einer Falle für andere Schwermetalle weiterentwickeln. Danach könnte es, in größeren Mengen produziert, in Kläranlagen oder nach Unfällen eingesetzt werden. **WSA**

Eiseskälte steigert sportliche Leistung

Regelmäßige Besuche in der Kältekammer können die Leistung von Sportlern verbessern. Das haben Sportwissenschaftler der Universitäten in Dortmund und Münster herausgefunden. „Bei minus 120 Grad haben wir mehr als 50 Hobby- und Spitzenathleten kurz vor dem Sport für wenige Minuten in eine Kältekammer gesteckt“, berichtet die Dortmunder Studienleiterin Sandra Ückert. Anschließend absolvierten die Probanden bei 90 Prozent Maximalleistung einen 10- bis 25-minütigen Dauerlauf. Nach sechs Monaten stellten die Forscher eine deutliche Leistungssteigerung von bis zu zehn Prozent fest. **DPA**

WOCHENRÜCKBLICK

+++ Forscher haben genetische Ursachen für die begrenzte Lebenszeit von **Stammzellen** entdeckt +++ Wissenschaftler der Technischen Universität Dresden haben ein **Beatmungsgerät** entwickelt, das Patienten schon und ihre selbstständige Atmung besser fördert +++ Forscher des Kosmetikonzerns L'Oréal haben eine **künstliche Haut** entwickelt, die bei vielen Tests Tierversuche überflüssig macht +++

Langversion der Meldungen unter www.ftd.de/forschung

KONTAKT wissenschaft@ftd.de

MONTAG	FORSCHEN & ENTWICKELN
DIENSTAG	RECHT & STEUERN
MITTWOCH	BILDUNG
DONNERSTAG	GESUNDHEITSWIRTSCHAFT
FREITAG	WIRTSCHAFTSBÜCHER

Das letzte Aufgebot

Trotz aller Klimawarnungen steigt der CO₂-Ausstoß weiter an. Im Kampf gegen die Erderwärmung schlagen Wissenschaftler einen weltumspannenden Hitzeschild und andere Notbremsen vor

VON PATRICK EICKEMEIER

Erst kam der Knall, dann die Abkühlung. Im Juni 1991 brach auf der philippinischen Insel Luzon der Vulkan Pinatubo aus. Die Gewalt einer der größten Eruptionen des 20. Jahrhunderts schleuderte Schwefeldioxid und Asche über 30 Kilometer hoch in die Stratosphäre, wo kein Regen mehr die Luft reinigt. Der Schmutzschleier schirmte einen Teil der Sonnenstrahlung ab. Im Jahr nach dem Ausbruch sank die Durchschnittstemperatur am Boden weltweit um rund ein halbes Grad.

Im vergangenen Jahr nahm sich Chemie-Nobelpreisträger Paul Crutzen die Naturkatastrophe zum Vorbild für eine ausgefallene Idee: dem Geoengineering, der gezielten Veränderung der Umwelt mit technischen Mitteln. Für ihn eine Notfallmaßnahme angesichts der schleppenden Reaktionen der Politik auf den Klimawandel.

In der Fachzeitschrift „Climatic Change“ beschreibt er, wie man mit Ballons oder schweren Geschützen Schwefel in die Atmosphäre einbringen könnte. Bis zu zwei Jahre könnten die Partikel in der Atmosphärenschicht schweben, Sonnenstrahlen reflektieren und als Keime für Wolkenbildung dienen. Vom Erdboden aus wäre ein weißer Dunstschleier sichtbar, dazu besonders farbenfrohe Sonnenauf- und -untergänge. Nachteil der kühlenden Schwefelkur: Wie schon nach dem Ausbruch des Pinatubo könnte die Ozonschicht Schaden nehmen.

Vergleichsweise unbedenklich klingt dagegen die Idee, die natürliche Wolkendecke über dem Meer zu verdichten. Schon Anfang der 90er-Jahre schlug Stephen Salter von der Universität Edinburgh vor, 20 Meter große Rotoren auf Schiffen zu montieren und damit Meerwasser zu zerstäuben. Die Tröpfchen würden ebenfalls als Keime für die Wolkenbildung dienen, schrieb der Atmosphärenforscher John Latham damals im Fachmagazin „Nature“. Eine zehn Prozent dichtere Wolkendecke über dem Meer, so seine Berechnungen, könnte so viel Sonnenstrahlung abhalten, dass auch eine Verdopplung der CO₂-Konzentration keinen Temperaturanstieg bewirken würde.

Allerdings würde die dickere Wolkendecke auch das Wetter verändern.

Um die Kraft der Sonnenstrahlen zu mindern, noch bevor sie die Atmosphäre erreichen, könnte ein Sonnenschild zwischen Erde und Sonne platziert werden – ein futuristisch anmutender Plan, der gerade im Auftrag der Nasa untersucht wird. Die Technologie wäre im Prinzip vorhanden, berichtete der US-Astronom Roger Angel im vergangenen November in der Zeitschrift „Proceedings of the National Academy of Sciences“.

Anbieten würde sich ein rund 1,5 Millionen Kilometer entfernter Punkt, an dem sich die Anziehungskräfte von Erde und Sonne aufheben. Hier könnte eine etwa 100 000 Kilometer breite Wolke aus 16 000 Milliarden Minisonnenschildern aus Silikon ausgesetzt werden; komplett mit Solarzellen, die kleine Steuerruder und eine Kontrolleinheit mit Strom versorgen, sodass die winzigen Satelliten sogar manövrierfähig wären. Jeder einzelne wäre nur ein Gramm schwer und etwas größer als eine Zeitungsdoubleseite. Zusammen würden sie eine Fläche von rund 3,4 Millionen Quadratkilometern bedecken.

Nicht Raketen, sondern Abschussrampen, die wie senkrecht gestellte Magnetschwebebahnen funktionieren, sollen die Behälter

mit je einer Million Minisatelliten in den Weltraum befördern. Das Problem: Noch nie ist diese Technologie für eine Transportaufgabe dieser Größenordnung eingesetzt worden. Nach Angels Berechnungen müssten die Abschussrampen drei Kilometer lang sein, um den Transportbehältern den nötigen Schwung für die weite Reise zu geben. 20 dieser Riesenrampen müssten zehn Jahre lang rund um die Uhr alle fünf Minuten einen Behälter abschießen, um den Schirm aufzubauen. Er könnte dann 50 Jahre lang seinen Dienst tun, bis der Sonnenwind ihn durchlöchert hat. Die Kosten beziffert Angel wenig präzise auf „einige Tausend Milliarden Dollar“.

Geradezu bescheiden klingen im Vergleich Überlegungen, den Weißegrad der Erdoberfläche, die sogenannte Albedo, zu erhöhen, damit sie mehr Sonnenlicht reflektiert. Weiß gestrichene Straßen und Hausdächer, glänzende Folien in Wüstengebieten oder weiße Plastikinseln im Meer sollen Licht in den Weltraum zurückwerfen.

Die Vorschläge der Weltenformer stoßen bei vielen Klimaforschern auf kritische Zurückhaltung. „Es ist sinnvoll, über Geoengineering nachzudenken“, sagt James Hansen vom Goddard Institute for Space Studies der Nasa, stehen doch nach seinen Berechnungen katastrophale Auswirkungen des Klimawandels sehr viel unmittelbarer bevor als bisher angenommen. Die Überlegungen würden aber zeigen, dass es zu schwierig und teuer wäre, das Klima mit technischen Mitteln zu beeinflussen.

„Meines Erachtens gibt es mehr Risiken als Nutzen“, erklärt Damon Matthews von der kanadischen Concordia University. Zwar ergaben seine kürzlich veröffentlichten Computersimulationen, dass eine künstliche Verminderung der Sonneneinstrahlung die globale Durchschnitts-

temperatur um rund 0,8 Grad senken könnte, also auf den Zustand vor der industriellen Revolution – selbst wenn die CO₂-Konzentration weiter ansteigen würde. Genau darin liegt aber die Gefahr, schreibt Matthews: Die Menschheit wäre auf Gedeih und Verderb darauf angewiesen, dass der künstliche Schild erhalten bleibt. Sollte er einmal versagen, weil zum Beispiel das Geld fehlt, um weiter Schwefeldioxid in die Atmosphäre zu pumpen oder neue Sonnensegel abzuschleifen, würde die inzwischen munter gewachsene CO₂-Konzentration voll durchschlagen. Dann stünde der Erde ein um das 20-Fache beschleunigter Klimawandel bevor.

„Durch eine Reduktion der Sonneneinstrahlung würden auch nicht alle gefährlichen Auswirkungen des Klimawandels vermieden“, sagt Ottmar Edenhofer, Chefökonom am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung. Wissenschaftlern bereitet nicht nur der Temperaturanstieg Sorge, sondern auch Nebeneffekte des hohen CO₂-Ausstoßes, in erster Linie die drohende Übersäuerung der Weltmeere.

Bei starken Vulkanausbrüchen werden Schwefeldioxidpartikel in die Stratosphäre geschleudert und bilden einen Schleier, der Sonnenlicht reflektiert. Am Boden wird es kühler. Nach diesem Vorbild wollen Klimaforscher Schwefeldioxid ausstreuen.

Wäre die Wolkendecke über den Meeren dicker, würde sie mehr Sonnenlicht abhalten und die Erderwärmung bremsen. Forscher schlagen vor, mit großen Rotoren an Bord von Schiffen Meerwasser zu zerstäuben, um die Wolkenbildung anzuregen.

Mit dem Abschmelzen von Gletschern und polaren Eismassen verliert die Erde Reflektoren. Weiße Plastikinseln im Meer, reflektierende Folien in Wüstengebieten oder weiß gestrichene Häuser und Straßen könnten die Albedo – den Weißegrad – der Erde wieder steigern.

Pflanzen nehmen beim Wachsen CO₂ auf, binden den Kohlenstoff und geben Sauerstoff ab. Ein neu angelegter Hektar Wald kann 80 Jahre lang fünf Tonnen CO₂ jährlich aufnehmen – danach stellt sich ein Gleichgewicht von wachsendem und verrottendem Material ein.

Salzstöcke, Erdöllagerstätten, tiefe Sedimentschichten: Wissenschaftler erkunden, welche geologischen Formationen sichere CO₂-Lagerstätten sein könnten. Erforscht wird auch, wie sich das Gas aus der Abluft von Kraftwerken abscheiden und transportieren lässt.

Verflüssigtes CO₂ könnte mit einer Pipeline in tiefe Meeresschichten eingeleitet werden. Umstritten ist, wie schnell das Gas wieder freigesetzt wird. Befürchtet wird auch eine Versauerung des Meeres und eine Schädigung von Organismen.

Astronomen schlagen vor, eine Wolke aus 16 000 Milliarden Reflektoren zwischen Erde und Sonne auszusetzen. Die 60 Zentimeter großen Silikonsegel könnten ferngesteuert werden. Die nötige Transporttechnologie steckt aber noch in den Kinderschuhen.

Schadensbegrenzung

Wie Forscher die Erde kühlen und CO₂ binden wollen

- Versuche, die Sonneneinstrahlung zu mindern
- Versuche, CO₂ unschädlich zu machen

Die Idee, verflüssigtes CO₂ in die Tiefsee zu pumpen, ist umstritten, weil die ökologischen Folgen bis heute unklar sind. Das Treibhausgas könnte auch unter dem Meeresgrund gespeichert werden, nach der Meeresumweltkonvention für den Nordatlantik ist dies inzwischen genehmigt. Die Eignung verschiedener geologischer Formationen an Land wird derzeit unter anderem in einem EU-Forschungsprojekt überprüft.

Das Gas müsste dazu aber dort aufgefangen werden, wo es freigesetzt wird, etwa in Kohlekraftwerken. Die dafür nötigen Technologien werden derzeit erst erprobt. Bereits jetzt ist abzusehen, dass diese CO₂-Abscheidung teuer wird

und den Wirkungsgrad der Kraftwerke senkt.

Sichere und erprobte „Lagerstätten“ wären dagegen Pflanzen, etwa neu angepflanzte Wälder, die beim Wachstum Kohlendioxid binden. Rund 80 Jahre lang ziehen neu angepflanzte Wälder mehr Treibhausgas aus der Luft, als beim Verrotten toter Blätter und Äste wieder freigesetzt werden. In dieser Zeit könnten auf einem Hektar aufgeforsteter Fläche jährlich rund fünf Tonnen CO₂ organisch gebunden werden. Danach halten sich CO₂-Bedarf und -Ausstoß die Waage.

Versuche, das Wachstum von Meeresalgen zu fördern, haben dagegen eher ernüchternde Resultate erbracht: Die benötigten Dünger-

mengen wären weit größer als gedacht. Bislang ist nicht sicher, ob die Technik zum Klimaschutz taugt.

Ottmar Edenhofer aus Potsdam sieht im Geoengineering keine Alternative dazu, das Übel an der Wurzel zu packen, indem man den Kohlendioxidausstoß verringert. Schon mit weniger als einem Prozent des weltweiten Sozialprodukts könne man eine „sehr ambitionierte“ Emissionsminderung betreiben, sagt er. „Bis zum Jahr 2030 verzögert das das Wirtschaftswachstum um lediglich einige Monate“, sagt der Ökonom. Dafür könne man die Risiken der weiteren Erhöhung der CO₂-Konzentration ausschließen – und die des Geoengineerings.

FTD/In; Quelle: FTD