

QUANTENSPRUNG

Der Kanal und die Evolution

Nach Nicaragua kam ich 1984 zum ersten Mal, um Fische für meine Doktorarbeit zu fangen. Andere Ausländer waren dort, um Daniel Ortega und den Marxisten bei der Kaffeernte zu helfen. Vieles hat sich seither zum Guten gewendet, heute tritt Ortega in einer demokratischen Wahl gegen den damaligen Chef der von den USA unterstützten Contra-Rebellen, Eden Pastora, an. Der Bürgerkrieg ist vorbei – aber die Armut ist geblieben.

So wird derzeit ein alter Plan wiederbelebt, der Einnahmen bringen soll: ein Kanal zwischen Atlantik und Pazifik. Nachdem Ferdinand de Lesseps den Suezkanal gebaut hatte, erwarben die Franzosen das Recht, den Panamakanal zu graben. Als sie wegen technischer Schwierigkeiten und Tropenkrankheiten 1888 scheiterten, übernahmen die Amerikaner den Bau. Damit waren ältere Pläne von Cornelius Vanderbilt für einen Kanal durch Nicaragua vergessen. Vanderbilt hatte schon vorher mit Eisenbahnen und Booten einen Handelsweg zwischen San Francisco und New York geschaffen, durch Nicaragua. Panama plant nun, sei-



AXEL MEYER
Professor für
Evolutionärsbiologie,
Konstanz

nen Kanal zu verbreitern, damit auch die größten Containerschiffe durch die Schleusen passen.

Die Schließung des Isthmus von Panama zwischen Nord- und Südamerika vor etwa drei Millionen Jahren durch die Bewegung der Kontinentalplatten veränderte das Weltklima. Der Isthmus erst ermöglichte den wärmenden Golfstrom. Er veränderte Fauna und Flora beider Amerikas, denn es kam zu einem Austausch von Arten, die vorher nur im Norden oder Süden lebten. Nur wenige Säugetiere wie das Opossum und das Stachelschwein kamen nach Norden. Aber viele Säugetiere, wie Bären, Katzenartige, Pferde und Llamas, wanderten in den Süden. Auch Meeresbewohner waren betroffen: Seit dem Isthmus gingen sie evolutionär getrennte Wege, und viele so genannte Schwesterarten entstanden aus ursprünglichen Arten, denn es konnten keine homogenisierenden Gene mehr zwischen atlantischen und pazifischen Populationen fließen.

Die künstliche Verbindung der Ozeane könnte einen großen evolutionären Effekt haben, wenn süßwassertolerante Arten vielleicht wieder Gene zwischen den Ozeanen austauschen, was viele junge Arten wieder verschwinden ließe. Viel schneller als die evolutionären Veränderungen würden sich die ökologischen Schäden für die einmaligen Süßwasserhabitate und die atlantischen Tropengegenden Nicaraguas zeigen. Aber wer kann es einem armen Land verdenken, wenn es über Wege zu größerem Wohlstand nachdenkt?

wissenschaft@handelsblatt.com

Wettrennen zur Wasserstoff-Quelle

Deutsche und amerikanische Forscher wollen Einzeller zur Gewinnung günstiger und umweltfreundlicher Energie nutzen

SUSANNE DONNER | DÜSSELDORF

Selten sagen Forscher einander so deutlich die Meinung: „Das ist alles wunderbar plakativ. Aber die harten Fakten sprechen eine andere Sprache“, wettet Thomas Happe, Photobiotechnologe an der Ruhr-Universität Bochum. Adressat seiner Kritik ist der Nobelpreisträger für Medizin von 1978: Hamilton Smith. Er arbeitet am Venter Institute in Rockville im US-Bundesstaat Maryland. Dabei wollen die Bochumer und die Forscher aus Rockville beide das Gleiche: Wasserstoff aus Sonnenlicht. Mit diesem Energieträger könnten Autos, Kraftwerke und elektrische Geräte betrieben werden. Die Vision der Wasserstoffwirtschaft wollen beide mit einzelligen Algen verwirklichen, die durch Fotosynthese das wertvolle Gas gewinnen. Die Organismen verbrauchen dafür nur Wasser und klimaschädliches Kohlendioxid. „Das Idealbild einer sauberen Energieerzeugung“, sagt Happe.

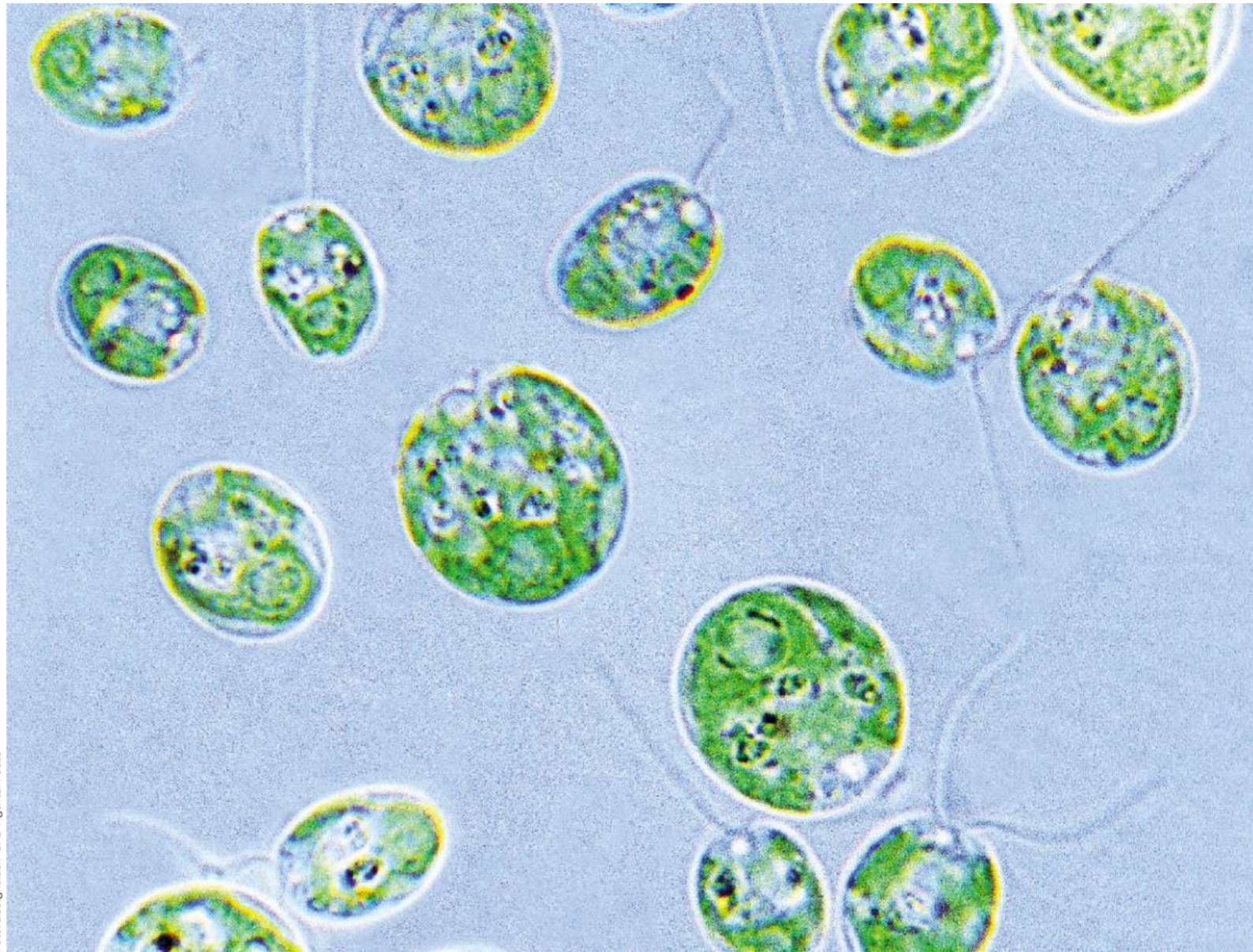
Den Algen darf es nicht gut gehen

An der Ruhr setzt man auf die Grünalge „Chlamydomonas reinhardtii“. Dieser Einzeller bringt mit Hilfe des Enzyms Hydrogenase in einer Sekunde 5 000 Wasserstoff-Moleküle hervor. „Sehr beeindruckend“, findet das Happe. In Natura schöpft die Alge ihr Potenzial aber nie aus. Denn sie nutzt die Sonnenstrahlen vor allem zum Wachsen und nicht zur Wasserstoffherzeugung. Zwei Antennen in der Alge, die Photosysteme 1 und 2, wandeln das Licht in Elektronen um. Diese wandern über eine Transportkette in Sekundenbruchteilen in die Abteilung „Zellwachstum“ weiter.

Nur unter Stress stoßen die Grünlinge mehr Wasserstoff aus. Wenn die Bochumer dem Einzeller Schwefel entziehen, sprudelt das wertvolle Gas aus der grünen Suppe. „Denn geht es dabei nicht besonders gut“, erklärt Happe beim Blick durchs Mikroskop. Die Schwefeldiät setzt ihnen zu. Statt die Energie in Biomasse umzuwandeln, verpulvern sie diese notgedrungen für die Wasserstoffproduktion. „Das ist eine Art Sicherheitsventil für schlechte Zeiten“, glaubt Happe. Sobald die Diät abgesetzt wird, erholen sie sich rasch.

Das Experiment zeigt: Algen können dazu gezwungen werden, Wasserstoff zu erzeugen. Aber die Natur hat sie für diese Aufgabe nicht vorgesehen, geschweige denn dafür optimiert. Deutsche und amerikanische Biotechnologen haben aus dieser Erkenntnis verschiedene Schlüsse gezogen: Im Ruhrgebiet wollen Happe und sein Kollege Matthias Rögner zusammen mit sieben weiteren Instituten die Hydrogenase und die Lichtantennen aus der Alge isolieren. Losgelöst vom Organismus sollen sie als Bauteile einer Biobatterie den Wasserstoff liefern. Smith dagegen will ein künstliches Bakterium erschaffen mit dem einzigen Lebenszweck, Wasserstoff aus Licht zu generieren.

Das US-Energieministerium vertraut offenbar dieser Idee und gewährt Smith einen Zuschuss von knapp zwei Mill. Dollar. Bisher suchen er und seine Gruppe nach Bakterien, die eine Hydrogenase bilden, die nicht durch den Sauerstoff aus der Photosynthese gehemmt wird. Diese Hemmung hindert nämlich das Enzym an der Wasserstoffproduktion. Smith hat sich für das rosafar-



Diese grünen Winzlinge könnten bald wichtige Energielieferanten werden: Grünalgen der Art Chlamydomonas reinhardtii unterm Mikroskop.

bene „Thiocapsa roseopersicina“ entschieden. Die Gene „hydS“ und „hydL“ für die Hydrogenase sollen aus seinem Erbgut entnommen und in ein künstliches Cyanobakterium nach dem Baukastenprinzip eingesetzt werden. Schleicht sich auch nur ein winziger Fehler ein, dann versackt das Licht in dem Eiweißknäuel. „Das ist kein Baukastensystem“, so Happe.

„Da unterschätzt man die Komplexität der Natur“, pflichtet Mikrobiologe Karl Forchhammer bei, der an der Universität Gießen die Photosynthese der Cyanobakterien erforscht. Diese Organismen wurden in drei Milliarden Jahren der Evolution optimiert. Selbst das einfachste Wasserstoff produzierende Bakterium enthält mehr als 1 000 Gene. Beide Forscher finden es deshalb vermessend, das Leben neu erfinden zu wollen.

AUF DEM WEG ZUM BIOWASSERSTOFF

Wasserstoffherzeuger

Einige Bakterien (Einzeller ohne echten Zellkern, so genannte Prokaryoten) und Algen (also pflanzliche Einzeller mit Zellkern) können mit Hilfe des Sonnenlichtes Wasser (H₂O) in seine Elemente Wasserstoff (H) und Sauerstoff (O) spalten. Den höchsten Wirkungsgrad – also den Anteil der nach dem Prozess verwendbaren Energie der Sonne – erzielt derzeit die Grünalge Chlamydomonas reinhardtii mit etwa zehn Prozent. Gen-

technologien versuchen, das Erbgut dieser Spezies so zu verändern, dass sie noch mehr von dem Energieträger liefert.

Biobatterie

Ein anderer Ansatz besteht darin, die Systeme für die Wasserstoffproduktion aus den Zellen herauszuholen und in eine „Batterie“ zu setzen. Mit diesem Prinzip könnten theoretisch wesentlich höhere Wirkungsgrade erreicht werden. In der Praxis muss sich das allerdings

erst noch zeigen. An dieser Methode arbeitet eine Forschungsgruppe in Bochum.

Künstliches Leben

Im Craig Venter Institute forscht der Medizin-Nobelpreisträger Hamilton Smith schließlich mit dem Ziel, künstliche einzellige Lebewesen zu schaffen, die besonders viel Wasserstoff produzieren. Dazu sollen die wesentlichen Gene aus verschiedenen natürlichen Organismen zu einem neuen Erbgut für

ein Cyanobakterium zusammengesetzt werden. Bislang konnte allerdings noch kein geeignetes synthetisches Bakterium hergestellt werden.

Konkurrenz

Alle drei Verfahren müssen sich an anderen messen. Aus Biomasse kann bereits heute mit einem Wirkungsgrad von 70 bis 80 Prozent Wasserstoff als Energieträger erzeugt werden. An zahlreichen Methoden wird derzeit noch geforscht.

serstoff. „In der Flasche funktioniert das wunderschön.“

In den nächsten Monaten sollen die Lichtantennen und die Hydrogenase nun zusammengeschaltet werden. Erst dann wird sich zeigen, ob das Prinzip der Biobatterie trägt.

Biobatterie fürs Mobiltelefon

„Der Vorteil der Biobatterie ist, dass die Elektronen wirklich nur zur Wasserstoffgewinnung genutzt werden und keine Konkurrenzreaktionen eingehen können“, sagt Forchhammer. Störend sei aber das Fehlen einer schützenden Zellhülle für die empfindlichen Lichtantennen und die Hydrogenase in der Biobatterie. Isoliert zerfallen sie nach ein paar Wochen. „Wir suchen bereits nach Hilfsstoffen, um die Substanzen zu stabilisieren“, sagt Happe.

Das Bundesforschungsministerium ist von der Idee der Biobatterie so angetan, dass es seit 2005 rund zwei Mill. Euro für dieses und andere Projekte zur biologischen Wasserstoffproduktion bereitgestellt hat. „Die Ergebnisse sind viel versprechend. In zwei bis fünf Jahren wollen wir einen Prototypen einer Biobatterie für ein Handy oder einen Laptop vorweisen“, kündigt Happe an. Eine Biobrennstoffzelle für ein Auto werde indessen noch auf sich warten lassen. Da die Lichtantennen Sonnenlicht empfangen müssen, wären riesige Flächen im Freien erforderlich. Das sei ein ungelöstes technisches Problem. Mit Blick auf die Exzellenzdebatte fügt er hinzu: „Deutschland ist dennoch zurzeit Weltspitze auf dem Gebiet der biologischen Wasserstoffherzeugung.“

UNSERE THEMEN

- MO ÖKONOMIE
- DI ESSAY
- MI GEISTESWISSENSCHAFTEN
- DO NATURWISSENSCHAFTEN
- FR LITERATUR

Warum die sichtbare Welt stillhält

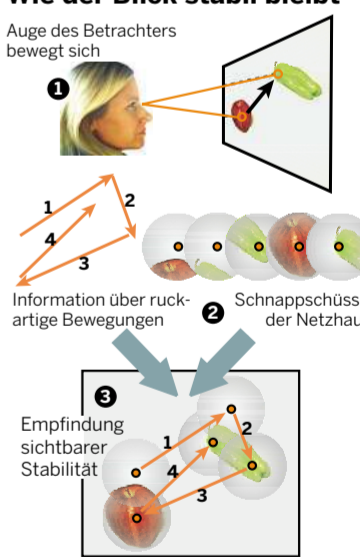
DÜSSELDORF. Unsere Augen bewegen sich pausenlos und ruckartig in so genannten Sakkaden. Hirnforscher haben einen Schaltkreis im menschlichen Gehirn entdeckt, der uns ermöglicht, die Welt dennoch „stabil“ als ein zusammenhängendes Ganzes wahrzunehmen. Marc Sommer von der Universität Pittsburgh und Robert Wurtz vom National Eye Institute in Bethesda im US-Bundesstaat Maryland beschreiben diese Funktion des Gehirns in der Zeitschrift „Nature“. Ihre Versuche nahmen sie allerdings nicht an Menschen, sondern an Affen vor. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Funktion im menschlichen Hirn exakt genau so besteht.

Wenn wir eine sichtbare Szene mit ruckartigen Augenbewegungen (Sakkaden) aufnehmen, sendet die Netzhaut „Schnappschüsse“ an das Gehirn, die zu einem stabilen Ganzen vereint werden müssen. Dazu wird die interne Information über die Sakkaden verwendet. Sommer und Wurtz beschreiben einen Schaltkreis, der im frontalen Augenfeld (einem Bereich des frontalen Kortex) zusammenläuft und diese Verbindung von Schnappschüssen und Sakkaden vollbringen könnte.

Der Hirnschaltkreis verbinde Informationen über die schnellen Augenbewegungen vom Mittelhirn über den Thalamus zum frontalen Kortex. Dort verändern die Hirnzellen ihre „rezeptiven Felder“, um die Effekte der Augenbewegungen vorwegzunehmen. Diese besonderen Neuronen waren schon 1992 entdeckt worden.

Die Autoren belegen jetzt, dass die Veränderungen der Felder durch Signale aus dem Stammhirn ausgelöst werden, die gleichzeitig mit dem „Befehl“ an die Augen, sich zu bewegen, ausgesendet werden: Wenn die Leitung unterbrochen war, verringerten sich die Veränderungen im frontalen Augenfeld um die Hälfte. /fk

Wie der Blick stabil bleibt



„WIE VIEL POTENZIAL HAT MEIN PERSONAL?“

[AGENDA MITTELSTAND] Im Bereich des Personals gilt es für Unternehmen heute, ein ganzes Bündel von Anforderungen unter einen Hut zu bekommen: zum Beispiel gestiegenes Kostenbewusstsein, weltweite Entsendungen, rechtliche Vorgaben, die betriebliche Altersversorgung oder auch der Wunsch, Leistungsträger durch eine attraktive Vergütung ans Unternehmen zu binden. Ein Spagat? Sicher, aber auch ein enormes Potenzial fürs Unternehmen. Als traditioneller Partner des Mittelstands zeigen wir Ihnen, wie Sie die Ziele Ihres Unternehmens am besten mit den Wünschen Ihrer Mitarbeiter verbinden können. Ausführliche Informationen über unsere Leistungen und Lösungen rund um die „Agenda Mittelstand“ finden Sie unter www.de.ey.com/AgendaMittelstand

