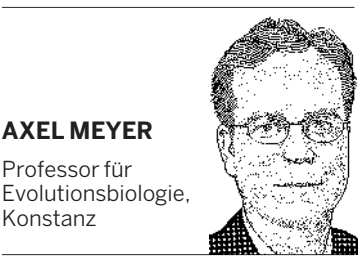


QUANTENSPRUNG

Wir sind nicht wirklich Individuen

Wir sind nicht allein auf der Welt. Die Rede ist nicht von Aliens, die uns beobachten oder kontrollieren - aber irgendwie doch. Die These vom egoistischen Gen besagt, dass Gene Organismen nur als „Vehikel“ benutzen und manipulieren, um zu erreichen, dass möglichst viele Kopien von sich selbst - durch erhöhte Nachkommenzahl der Vehikel - im Genpool der nächsten Generation präsent sind. Nebenbei: Dieser „Ruf der Natur“ stößt bei Akademikern in entwickelten Ländern anscheinend auf taube Ohren. Einzelne Gene können so zwar messbaren Erfolg haben. Dennoch sind sie ja nur Teil des gesamten Genoms zusammen mit vielen tausend anderen Genen. Diese haben möglicherweise unterschiedliche oder gar gegensätzliche Strategien, um das gleiche Ziel zu erreichen. Sie müssen aber im Genom zusammenarbeiten. Deshalb setzt die natürliche Selektion am Individuum an. So glaubt zumindest die Mehrzahl der Biologen.



AXEL MEYER

Professor für Evolutionsbiologie, Konstanz

Aber wir sind nicht wirklich Individuen. Zusätzlich zur vertikalen Vererbungskette mit egoistischen Genen, die zusammenarbeiten, gab es schon früh in der Geschichte des Lebens zusätzlich horizontale genetische Verkettungen. Vor etwa drei Milliarden Jahren „verschluckte“ ein Bakterium ein anderes, das sich in der Art der Energiegewinnung (ohne Sauerstoff) fundamental von ihm unterschied. Seitdem haben die von dieser Linie abstammenden Organismen (sehr viele, inklusive des Menschen) eigentlich zwei Genome in sich. Die beiden arbeiten zum gegenseitigen Nutzen zusammen. Diese Bakterienhochzeit wird Endosymbiose genannt, weil das eine in dem anderen weiterlebt und sie voneinander abhängig wurden. Das ist unumstritten, denn unsere Mitochondrien, kleine Organen in der Zelle, die für Energie sorgen, haben ein eigenes Minigenom mit 37 Genen. Dieses mitochondriale Gastgenom ist zwar nur noch ein Relikt, aber sein Ursprung in den Alpha-Proteobakterien ist nachweisbar. Die meisten der ursprünglichen Hunderten von Genen gingen verloren oder wurden in das Genom des Wirtes, also in unseren Zellkern, übertragen. Dort vermischten sie sich mit den Genen des einst schluckenden Bakteriums, von dem wir - hauptsächlich - abstammen. Pflanzen haben sogar drei semiautonome Genome: Die grünen Pigmentkörper (Chloroplasten), die die Sonnenenergie einfangen, sind durch ein zweites Endosymbiontenereignis Teil der Pflanze geworden. Leben ist also nicht nur Wettkampf sondern auch von Anfang an Kooperation.

Das ist unumstritten, denn unsere Mitochondrien, kleine Organen in der Zelle, die für Energie sorgen, haben ein eigenes Minigenom mit 37 Genen. Dieses mitochondriale Gastgenom ist zwar nur noch ein Relikt, aber sein Ursprung in den Alpha-Proteobakterien ist nachweisbar. Die meisten der ursprünglichen Hunderten von Genen gingen verloren oder wurden in das Genom des Wirtes, also in unseren Zellkern, übertragen. Dort vermischten sie sich mit den Genen des einst schluckenden Bakteriums, von dem wir - hauptsächlich - abstammen. Pflanzen haben sogar drei semiautonome Genome: Die grünen Pigmentkörper (Chloroplasten), die die Sonnenenergie einfangen, sind durch ein zweites Endosymbiontenereignis Teil der Pflanze geworden. Leben ist also nicht nur Wettkampf sondern auch von Anfang an Kooperation.

wissenschaft@handelsblatt.com

Algen sorgen für saubere Energie

Grüne Wasserbewohner könnten den Ausstoß des Treibhausgas Kohlendioxid in Kraftwerken deutlich verringern

SUSANNE DONNER | DÜSSELDORF

Gregor Schneiders Zöglinge brauchen Licht und Liebe. Giftig grün dümpeln sie in ihren Tanks herum. Seit Wochen züchtet der Biologe Grün- und Blaualgen in riesigen Wannen des Labors des Regensburger Forschungsdienstleisters Rent A Scientist. Langsam muss er sie hochpäppeln und darf die Kolonie nicht zu früh auf größere Gefäße verteilen. „Wenn sie zu einsam sind, wollen sie sich nicht mehr vermehren“, erklärt Schneider. Nur mit fürsorglicher Aufzucht werden sie den Sprung ins kalte Wasser überstehen. Die Kulturen sollen nämlich demnächst ins Freie umgesiedelt werden, wo ihnen eine große Aufgabe bevorsteht.

Auf dem Gelände der Schmack Biogas AG im bayerischen Schwandorf werden sie ab Juli Kohlendioxid (CO₂) aus dem Biogas filtern. Genährt und gedüngt vom Treibhausgas, gedeihen sie besonders üppig. Per Photosynthese wandeln sie das Kohlendioxid in Biomasse um. Nach getaner Arbeit sinkt das Grünzeug zu Boden und wird abgepumpt. „Die abgestorbenen Algen können wieder zu Biogas vergoren werden. Daraus wird in einem Blockheizkraftwerk Strom gewonnen, oder das Gas wird direkt ins Erdgasnetz eingespeist“, erklärt Schneider. Eine Kreislaufwirtschaft ist Kern des Konzepts, mit Algen Kohlendioxid zu entfernen.

Algen werden bereits in der Kosmetik-, Pharma- und Lebensmittelindustrie genutzt. „Haematooccus pluvialis“ zum Beispiel stellt den roten Nahrungsmittelfarbstoff Astaxanthin industriell her. Somit könnte die Algenfarm nicht nur CO₂ binden, sondern auch Chemikalien produzieren. „Dann könnten wir mit der Reinigung des Gases, die sonst Geld kostet, sogar Geld verdienen“, sagt Doris Schmack, Forschungsleiterin bei Schmack Biogas. Das wird aber noch eine Zeitlang dauern. Die Idee der Algen-Kreislaufwirtschaft ist noch ein Projekt im Forschungsstadium, das von der Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe finanziert wird.

In der Schwandorfer Anlage sollen die Algen aus dem Biogas das lästige Treibhausgas Kohlendioxid filtern, das darin bis zu 40 Prozent enthalten ist. Wenn es vollständig abgetrennt ist, bleibt im Wesentlichen Methan übrig. Nur das darf in eine Erdgaspipeline gepumpt werden, denn das unbrennbare Kohlendioxid mindert die Qualität des Energieträgers. „Für die Reinigung des Biogases feh-



Grüne Saubermacher. Wie in dieser Fotomontage könnten bald Teiche mit Algen Biogas-Anlagen umgeben, um das Kohlendioxid aus dem Gas zu filtern.

len bislang preiswerte Techniken“, weiß Raimund Brotsack von Rent A Scientist. Das könnten die Algen übernehmen. „Sie lassen sich einsperren, sind hart im Nehmen und viel produktiver bei der Kohlendioxidfixierung als Bäume.“

Auf der Suche nach der richtigen Spezies wandten sich die Wissenschaftler an die Algenspezialistin Iris Malgouyres von der Universität Regensburg. Deren damaliger Student Gregor Schneider testete im Rahmen seiner Diplomarbeit zehn Blaualgen und zwei Grünalgen für diese Aufgabe.

Einige sammelte er aus Teichen in der Umgebung. Schneider schreckte das unappetitliche Erscheinungsbild der schmierigen Wasserbewohner nicht. Im Labor ließ er wieder und wieder Biogas in definierten Dosen durch vierzig Liter Algenuppe blubbern und beobachtete, wie die Algen mit dem Mix aus Methan und Kohlendioxid klarkommen. Nur Arten, die dabei gut gedeihen, haben eine

Chance. Einige scheiterten bereits an dieser ersten Hürde. Andere fallen durch die zweite Prüfung: Sie fixieren zu wenig Kohlendioxid. „Zwei Algen haben wir für die anstehenden Freilandversuche ausgewählt“, berichtet Schneider. Der Spitzenreiter, ein Stamm der Gattung Chlorella, konnte im Labor mehr als 50 Prozent des Kohlendioxids filtern.

Um das Treibhausgas verdauen zu können, brauchen sie viel Licht. „Das ist der limitierende Faktor“, sagt Brotsack. Zwar gibt es dafür bereits Photobioreaktoren - gewundene Glas-Apparate, die permanent von starken Lampen belichtet werden. Aber: „Die künstliche Belichtung ist so teuer, dass wir lieber auf die Sonne setzen.“ Deshalb hob man drei Freiluft-Behälter aus, in denen die beiden Favoriten bald in unterschiedlicher Zusammensetzung sprießen sollen.

Das Biogas wird aber nicht unmittelbar in die Teiche geleitet, da sonst das wertvolle Methan in die Luft entflöhe. Das Wasser mit dem CO₂-haltigen Biogas wird erst in einer Art Waschtrommel durchmischt. Dabei löst sich ein Teil des CO₂ im Was-

wasser, das danach in das Becken gepumpt und von den Algen aufgenommen wird. Zunächst wird nur ein Teilstrom des Biogases für die Algen abgezweigt. Bis zu 300 Liter Gas sollen je Stunde in die Waschtrommel geleitet werden. „Ein einfaches Prinzip, mit dem man vermutlich nicht all das Kohlendioxid abtrennen kann, aber es könnte eine effektive Grobreinigung sein“, glaubt Schmack.

„Das komplette CO₂ mit Algen herauszuholen wäre wie ein Sechser im Lotto.“

Raimund Brotsack, Chemiker

Sollten die Algen tatsächlich als CO₂-Filter taugen, schwebt Brotsack schon Größeres vor. CO₂ stört nämlich auch andernorts. Jeden Tag pustet ein großes Kohlekraftwerk 60 000 Tonnen davon in die Luft. Bei allen chemischen oder physikalischen Verfahren, die das Treibhausgas aus dem Abgas filtern, wird das Kraftwerk weniger effizient. Selbst

das am weitesten entwickelte Verfahren, die Aminwäsche, kostet rund zehn Prozentpunkte Effizienz. Für jede Tonne CO₂, die oben nicht dem Schlot entweicht, muss unten kräftig Kohle nachgelegt werden. „Als Feigenblatt der Kohlenindustrie“ kritisiert die Umweltorganisation BUND daher Energieversorger, die in Minikraftwerken die Tauglichkeit der chemisch-physikalischen CO₂-Abtrennung demonstrieren wollen.

Algen mit dem leidgehen Kohlendioxid zu füttern wirkt dagegen unbescholten. Aber: „Im Augenblick bräuchten wir eine Fläche so groß wie der Bodensee, um das Kohlendioxid aus dem Abgas eines Kohlekraftwerkes zu entfernen“, gibt Brotsack zu. „Wenn wir es schaffen, das Kohlendioxid komplett von Algen herauszuholen zu lassen, wäre das wie ein Sechser im Lotto. Wir wären schon mit zwanzig bis vierzig Prozent zufrieden“, sagt er. In den Regensburger Labors wurden bereits verschiedene Algen den schmutzigen Kraftwerksabgasen ausgesetzt. Es zeigte sich, dass der CO₂-Ausstoß um bis zu 20 Prozent verringert werden kann. „Bei einem mittelgroßen Kraftwerk könnten etwa 200 000 Tonnen Algen pro Jahr produziert werden“, berechnet Rent A Scientist.

Von so einer Ernte kann Schneider nur träumen. Ihm bleiben nur ein paar Sommermonate, um seine Sprösslinge im Freiland zu testen. Werden die Tage kürzer und die Temperaturen kälter, hören seine Algen weitgehend auf zu wachsen. „Mittel-europa ist für sie nicht optimal“, bedauert Schneider. Neben Licht und Luft lieben sie nämlich auch mollige Wärme. Die Regensburger denken schon an ein beheiztes Becken, um sie durch den Winter zu bringen. Die Abwärme des benachbarten Heizkraftwerks könnte es dem lebenden Filter im Bassin behaglich machen.

KOHLENDIOXID - DER STOFF, AUS DEM DAS TREIBHAUS GEMACHT IST

Keine chemische Verbindung erfährt in jüngster Zeit so viel mediale Aufmerksamkeit wie das Kohlendioxid. Über anderthalb Millionen Einträge finden sich beim Googlen im deutschsprachigen Internet. Als wichtigstes der so genannten Treibhausgase ist die ansteigende Konzentration des chemischen Bösewichts in der Atmosphäre der Hauptgrund für die Erwärmung des Planeten. Sein Anteil an der Luft (im Mittel 0,04 Volumenpro-

zent) ist auch schon ohne menschlichen Einfluss großen Schwankungen ausgesetzt. Für Klimaforscher ist die Ermittlung des CO₂-Anteils in der Atmosphäre eine der entscheidenden Größen zur Bestimmung der klimatischen Verhältnisse vergangener Erdperioden. Dabei scheint die Verbindung aus einem Kohlenstoff und zwei Sauerstoffatomen (CO₂) zunächst eher harmlos zu sein: Farblos, nicht brennbar, wirkt es in gerin-

gen Konzentrationen sogar stimulierend auf das Atemzentrum. Steigt sein Anteil an der Atemluft auf acht Prozent, wird es aber tödlich. Diesen Tod sterben eingeschlossene U-Boot-Besatzungen oder Bergleute. Sie ersticken an ihrem eigenen Stoffwechselprodukt, denn CO₂ entsteht nicht nur bei der vollständigen Verbrennung kohlenstoffhaltiger Substanzen, sondern auch im Organismus von Lebewesen als Kuppelprodukt der

Zellatmung. Das von Menschen ausgeatmete Gemisch enthält rund vier Volumenprozent CO₂. Grüne Pflanzen wandeln mit Hilfe der Lichtenenergie der Sonne das CO₂ der Luft in organische Verbindungen (Photosynthese). Vom Menschen und anderen Tieren gegessen, werden diese wiederum in CO₂ zurückverwandelt. Der Kohlenstoffkreislauf ist geschlossen. Aber der Mensch ist das einzige Tier, das auch außer-

halb seines Körpers durch Verbrennen kohlenstoffhaltiger Substanzen CO₂ produziert - und damit die Bilanz des Kreislaufs aus dem Gleichgewicht bringt. Kohlendioxid in der Atmosphäre absorbiert („saugt auf“) die von der Erde reflektierte langwellige (infrarote) Strahlung wie die Glasscheiben eines Treibhauses. Dieser natürliche Effekt wird durch den menschengemachten Anstieg des CO₂ in der Atmosphäre verstärkt. jfk

UNSERE THEMEN

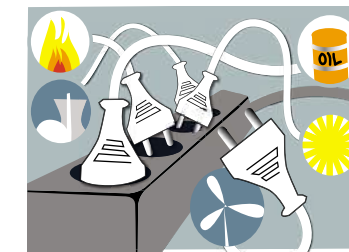
- MO ÖKONOMIE
DI ESSAY
MI GEISTESWISSENSCHAFTEN
DO NATURWISSENSCHAFTEN
FR LITERATUR

Einfrieren von Eizellen hilft Frauen

DÜSSELDORF. Japanische Forscher haben ein neues Verfahren zum Einfrieren unbefruchteter Eizellen entwickelt. Die „Kryotop“-Methode friert Eizellen innerhalb einer Sekunde bei minus 180 Grad Celsius ein und beugt so der Bildung von Eiskristallen vor, die bisher die Eizelle oft zerstören. Das teilte Masashige Kuwayama von der Kato-Frauenklinik (Tokio) auf einer Tagung in Prag mit.

Die bislang noch experimentelle Methode könnte Frauen mit bislang unerfüllbarem Kinderwunsch helfen. So könnten etwa krebskranke Frauen vor einer Chemotherapie, die die Fruchtbarkeit beeinträchtigt, Eizellen einfrieren, diese später auftauen lassen und nach erfolgreicher Behandlung schwanger werden. In Japan entstehe derzeit eine Eizellenbank, ähnlich einer Samenbank. Viele Forscher appellierten an die Politik, neue Fortpflanzungstechniken zur Steigerung der Geburtenraten zu unterstützen. dpa

SERIE



Top-Thema Energie
Seit der Ölpreis in immer schwindelerregender Höhen klettert, sind Energie und Energiesicherheit in aller Munde. Das Handelsblatt widmet dem Thema auf den Seiten „Wissenschaft und Debatte“ eine fünfteilige Serie.

Montag, 19. Juni: Ökonomie - Die Nicht-Ölkrise: Haben Ökonomen die Bedeutung der Ölpreise überschätzt?
Dienstag, 20. Juni: Essay - Wie die Liberalisierung der Energiemärkte die Versorgungssicherheit erhöhen kann.
Mittwoch, 21. Juni: Geisteswissenschaft - Die wichtigste Waffe der Welt: Konflikte um Öl-Ressourcen gibt es nicht erst seit dem Golfkrieg.
Donnerstag, 22. Juni: Naturwissenschaft - Saubere Energie: Algen sorgen für CO2-freies Biogas-Kraftwerk.
Freitag, 23. Juni: Literatur - Unter Spannung: Autoren entdecken das Thema „Energie“.

Handelsblatt Veranstaltungen 27. und 28. September 2006, Berlin

9. Handelsblatt Jahrestagung Zukunftsforum IT
IT 2010
Innovationsvorsprung für Business Excellence
www.zukunftsforum-it.de
Mit freundlicher Unterstützung: BT
Zukunftsforum IT
Ich nehme/wir nehmen am 27. und 28. September 2006 teil zum Preis von € 1.899,- zzgl. MwSt. p.P.
Bitte reservieren Sie mir/uns unverbindlich bis zum 14. Juli 2006 Teilnehmerplatz/-plätze.
Bitte senden Sie mir unverbindlich das detaillierte Tagungsprogramm zu.
Ich interessiere mich für Ausstellungs- und Sponsoringmöglichkeiten.
Bitte faxen an: 0211.9686-4684
Name
Firma
Anschrift
Telefon
E-Mail
Datum Unterschrift
oder einsenden an: EUROFORUM Deutschland GmbH
Roman Irlinger
Postfach 111234, 40512 Düsseldorf
E-Mail: roman.irlinger@euroforum.com
Bitte rufen Sie uns an: 0211.9686-3684