

QUANTENSPRUNG

Mutterkreuz gegen Klimawandel

In der Diskussion über den Klimawandel wird ein Thema fast völlig ausgeklammert: die Überbevölkerung. Der Ökologe Paul Ehrlich sagte schon 1968 in „The Population Bomb“ voraus, dass in den folgenden Jahrzehnten Hunderte Millionen Menschen verhungern würden. Diese malthusische Katastrophe blieb wegen wachsender Kulturlandflächen, effizienterer Erntetechniken und grüner Gentechnologie aus. Auch wenn die Prognosen falsch waren, so lenkte doch Ehrlichs Buch die globale Aufmerksamkeit auf Populationswachstum, die „Pille“ und Umweltpolitik.

Derzeit aber wird in puncto Klimawandel diskutiert, als ob die Populationsgröße unserer Spezies nicht durch limitierte Ressourcen, sondern langfristig mehr durch Klimaveränderungen beeinflusst werden könnte. Immer mehr und wohlhabendere Menschen werden diesen Planeten voll quallen und das Klima für folgende Generationen sehr viel extremer gestalten. Die 80 Millionen reichen Deutschen haben nur einen fast vernachlässigbar kleinen Einfluss auf das Klima. Denn unter den neun Milliarden



AXEL MEYER  
Professor für Evolutionsbiologie, Konstanz

Menschen im Jahr 2040 werden die Deutschen weniger als ein Prozent ausmachen. Die 320 Millionen US-Amerikaner verbrauchen im Durchschnitt dagegen fast dreimal mehr Energie als ein Mitteleuropäer. Also haben die USA einen wenigstens zehnfach höheren Einfluss auf das Klima als Deutschland.

Die USA, die nicht einmal den Kyoto-Vertrag unterzeichnet haben, können sich weiterhin im globalen wirtschaftlichen Wettkampf ins egoistische Fäustchen lachen. Noch scheinen sie mit ihrer Nachuns-die-Sintflut-Mentalität eine klimapolitisch zwar kurzsichtige, aber wirtschaftlich zunächst erfolgreiche Strategie zu verfolgen. Die religiösen Endzeitfanatiker dort werden also vielleicht sogar Recht behalten - im wörtlichen Sinn. Das „Entwicklungsland“ China, ein rücksichtsloser Umweltzerstörer ersten Ranges, streicht auch noch Emissionsguthaben ein und lässt sich so sein phänomenales Wachstum vom Rest der Welt subventionieren. Um dann mit 1,3 Milliarden Menschen den Planeten noch stärker erhitzen zu können.

Und wir Deutschen sorgen uns mehr um die Rente als ums Klima. Deshalb die sich widersprechenden politischen Weisungen „Seid fruchtbarer“ und „Nutz Energie effizienter“. Es ist wohl nur noch eine Frage der Zeit, bis wieder eine Art Mutterkreuz ausgelobt wird, um die Deutschen zur vermehrten Fortpflanzung anzuhalten. Aber bis dahin wird Schleswig-Holstein längst unter Wasser sein oder aber eine Steppe.

wissenschaft@handelsblatt.com

# Dem Zucker auf den Pelz gerückt

Die Erforschung der Zellhülle eröffnet neue Wege im Kampf gegen Krebs

SUSANNE DONNER | BERLIN

Von der Studentin bis zum 85-jährigen Emeritus, vom russischen Biochemiker bis zur britischen Medizinerin: Das 3. Glycan-Forum in Berlin am vergangenen Wochenende war ein globales Generationentreffen im Dienste des Zuckers. „Glykobiotechnologie“ hat aber mit süßen Versuchsungen wenig zu tun, sondern ist eine aufstrebende Disziplin, die für die Medizin immer wichtiger wird.

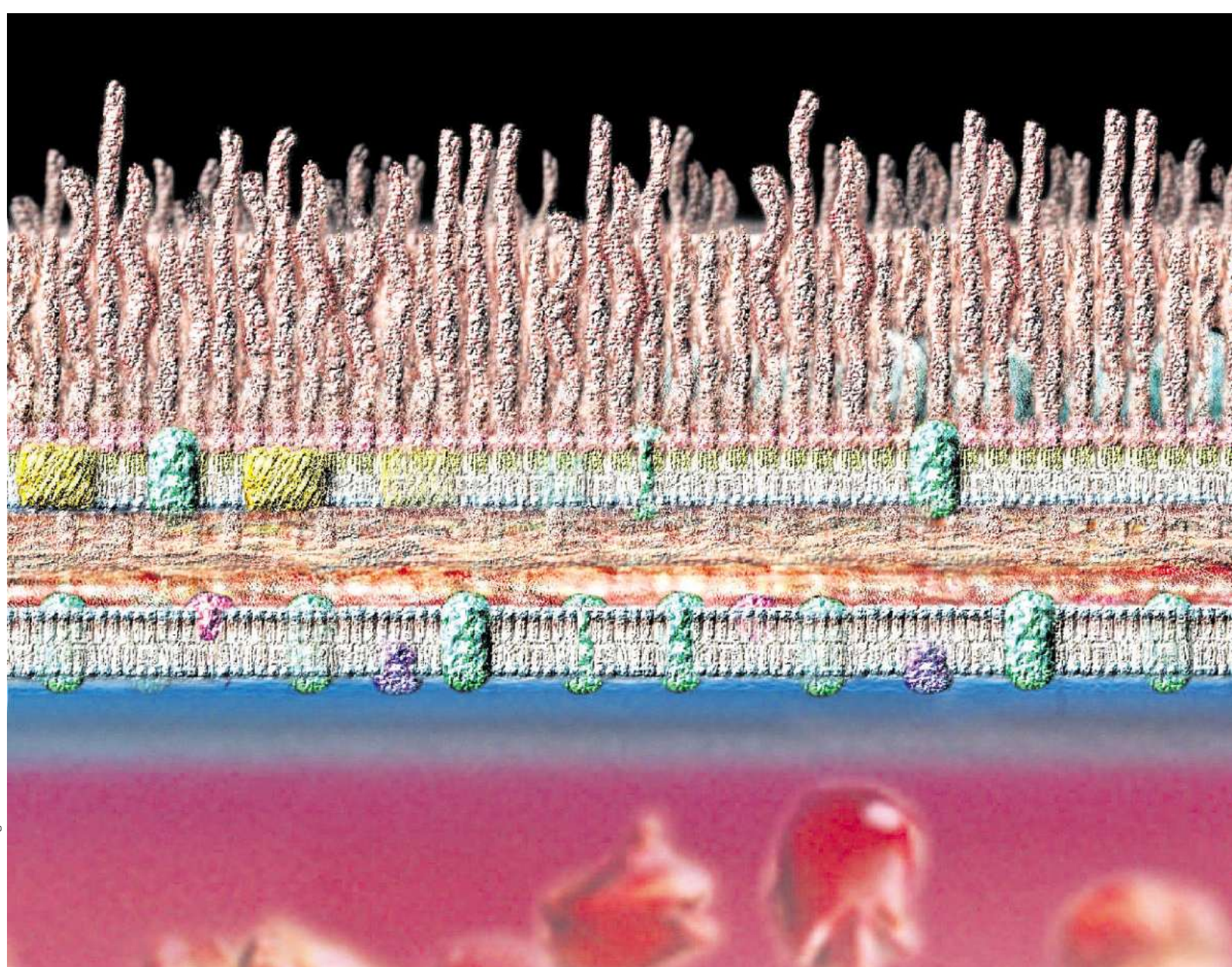
Ohne Zucker gibt es kein Leben. Jede Zelle ist von einem charakteristischen Pelz aus langen Zuckerketten und -ästen, den Glykanen, umhüllt. An diesem Pelz erkennen die Zellen einander und halten sich daran fest, um Botenstoffe auszutauschen. Aber auch Krankheitserreger nutzen die süße Hülle ihrer Opfer. Grippe-Viren erkennen Glykane auf der Oberfläche der Lungenzellen und ketten sich an diese. Pilze heften sich mit ihrem klebrigen Kleid an gesunde Wirtszellen. Das Krebs erregende Magenbakterium *Helicobacter pylori* krallt sich an das Zucker-Kostüm der Magenschleimhautzellen und spritzt dann giftige Substanzen hinein.

„Bei jedem Krankheitsbild sind Glykane beteiligt“, weiß Peter Seeberger von der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) Zürich. „Wir haben lange gehäut, dass Glykane eine mindestens ebenso wichtige Rolle spielen wie Gene. Aber erst seit einigen Jahren können wir die Zucker wirklich erforschen.“ Zunächst fehlten dazu die Werkzeuge. Von Zellen und Bakterien ließ sich der Pelz kaum lösen, ohne Risse zu bekommen. Im Labor konnte man ihn nicht künstlich weben.

Bis vor kurzem. Im Labor in Zürich surrt ein grauer Kasten, ein Automat, der die Zuckerperle nach Wunsch auswirft. „In ein paar Stunden ist ein Glykan fertig“, sagt Seeberger. Er hat den Apparat erfunden und am Massachusetts Institute of Technology (MIT) und später in Zürich weiterentwickelt.

Seeberger stammt aus Nürnberg, hat der Heimat aber den Rücken gekehrt: „Deutschland war einst führend in der Chemie und Biologie der Zucker.“ Doch derzeit haben die USA die Nase vorne, und andere EU-Staaten haben aufgeholt. „Das Gebiet wurde hier zu Lande lange vernachlässigt“, sagt Wolfgang Kemmer von der Charité, der Klinik der Berliner Universitäten. Jetzt will das Forschungsministerium die Disziplin wieder flottmachen. Mit bis zu 20 Millionen Euro wird es den Glykobiotechnologen unter die Arme greifen. Jobangebote an der Pinnwand vor den Tagungsräumen des Glycan-Forums zeigen, dass auch wissenschaftlicher Nachwuchs gesucht wird. „Deutschland ist wieder auf dem richtigen Weg“, lobt Seeberger.

Der Zuckerautomat hat ihn bekannt gemacht. Er ist weltweit der einzige Uni-Forscher, der Tausende verschiedene Glykane künstlich herstellen kann. Aus 30 verschiedenen Zuckerbausteinen knüpft der Apparat nach vorgegebenem Muster Molekülketten und -Zweige. Den Anfang macht stets ein Kohlenhydrat, das mit einem „Anker“ an einem Plastikbügel-



Wie ein Pelz bedecken die Glykan-Fäden die Zellwand eines Bakteriums. Auf dieser Schnitt-Zeichnung ist das Zellinnere unten und das Äußere oben dargestellt.

chen fixiert ist. Das ist nötig, damit die Zuckerkette in die gewünschte Richtung wächst. Eine Zuckermolekülgruppe nach der anderen wird an das Glykan-Molekül angehängt. Die fertigen Äste werden mit einer Schutzkappe versehen, damit sie nicht ungewollt weitersprießen.

Noch in diesem Jahr soll der Automat an andere Hochschulen geliefert werden. Ein Abnehmer könnte die Forschergruppe um Rudolf Tauber an der Charité sein. Wolfgang Kemmer gehört dazu. Er interessiert sich aber weniger für die künstliche Erzeugung, sondern fahndet nach der Zellmaschinerie, die das süße Kleid auf natürliche Weise webt. Obwohl es Zehntausende Zucker-Varianten gibt, liegen die Schnittmuster dafür nur in etwa 400 Genen. „Das ist erstaunlich wenig, wenn man bedenkt, dass wir 25 000 Gene haben“, sagt Kemmer.

Ein spezieller Befund hält die Forschung besonders in Atem: Gesunde Zellen tragen ein anderes Muster der Zuckergene in sich als Krebszellen. Nikolai Bovin von der Russischen Akademie der Wissenschaften in Moskau berichtet von auffälligen Unterschieden zwischen dem Gewebe von Brustkrebspatientinnen und dem gesunder Frauen.

Kemmer fand heraus, dass in menschlichen Darmkrebszellen ein Enzym der körpereigenen Zuckermaschinerie völlig aus dem Rahmen

fällt. Das Enzym „Sialyltransferase“ ist in Krebszellen stark erhöht. Es knüpft normalerweise einen Baustein, die Sialinsäure, in das Zuckerkleid. Fehlt dieser Baustein, wird das Zellkostüm schlüpfriß und beweglich. Krebszellen mit diesem Mantel wandern in gesundes Gewebe: Sie bilden Metastasen. Beim Dickdarmkrebs dringen sie in die Leber vor. „Je höher der Wert an Sialyltransferasen, desto schlechter sind die Überlebenschancen für den Patienten“, resümiert Kemmer.

Die Zuckerstrukturen, glaubt Kemmer, verraten, wie gefährlich der Krebs ist. „Die Bedeutung der Zuckerperle in der Medizin wird zuneh-

men“, sagt er. Sie sind quasi der Schopf, an dem man kranke Zellen und Keime packen kann.

Darum sieht Seeberger in den Zuckern Möglichkeiten für neue Impfstoffe. „Der Zuckermantel auf der Zelle unterscheidet den Krankheitserreger von der gesunden Zelle. Wer die Zucker herstellen kann, hält den Schlüssel für einen Impfstoff in Händen“, sagt er. Seine Gruppe hat schon zehn potenzielle Impfstoffe entworfen. Zum Beispiel konnten die Züricher Forscher das Glykan-Kleid des *Bacillus anthracis*, des Milzbrandreggers, herstellen. Wird es mit einem harmlosen Eiweißstoff als Attrappe verschleift und Mäu-

sen gespritzt, so bilden die Tiere Antikörper gegen Milzbrand. An einem Malaria-Impfstoff schmiedet der Chemiker seit sieben Jahren. Er ist überzeugt, dass alleine ein Zucker auf der Oberfläche des Parasiten die Infektion erst wirklich gefährlich macht. „Wir können mit einem künstlichen Malaria-Glykan Mäuse vor dem Tod bewahren, auch wenn sie den Erreger in sich tragen“, so Seeberger.

Seine Begeisterung versteckt er nicht: „Die Glykane sind sehr lange vernachlässigt worden. Ich glaube, das Gebiet wird in den nächsten Jahren explodieren. So wie die Genetik in den 60er- und 70er-Jahren.“

**forward**  
Text weiterleiten: Mail an [forward@handelsblatt.com](mailto:forward@handelsblatt.com) Betreff: Zucker (Leerzeichen) 9 (Leerzeichen) Mailingadresse des Empfängers

## Zucker – Nicht nur in der Küche unersetzlich

### Kostbarer Süßstoff

Im alltäglichen Sprachgebrauch versteht man unter Zucker das süße Nahrungsergänzungsmittel Saccharose. Es wird in Mitteleuropa vor allem aus der Zuckerrübe und in tropischen Ländern aus Zuckerrohr gewonnen. In reiner Form ist er in Europa erst seit dem Hochmittelalter bekannt, während die Perser ihn schon seit 600 vor Christus aus heißem Zuckerrohrsaft gewannen. Erst der preußische Naturforscher Franz Carl Archard (1753 - 1821)

entwickelte ein Verfahren zur industriellen Zuckergewinnung aus der Rübe und machte damit den Weg frei für die Massenproduktion und den Konsum von Süßspeisen in Europa. Bis dahin war reiner Zucker ein Luxusgut, und die einfache Bevölkerung süßte ihre Nahrung, wenn überhaupt, mit Honig.

### Kettenmolekül

Der Speisenzucker ist allerdings streng genommen nur eine der zahlreichen Zuckerverbindungen, der so

genannten Polysaccharide (auch Glykane genannt). Glykane sind eine Unterklasse der Kohlenhydrate, die zusammen mit den Fetten und Proteinen den quantitativ größten verwertbaren (z. B. Stärke) und nichtverwertbaren (Ballaststoffe) Anteil an der Nahrung darstellen. Glykan-Moleküle setzen sich aus vielen Monosaccharideinheiten zusammen. Mehrere Monosaccharide (z. B. Glukose oder Fruktose) bilden eine Kette und werden daher auch Biopolymer

(= Kettenmolekül) genannt. Polysaccharide sind zum Beispiel Glycogen, Stärke (Amylose und Amylopektin), Chitin, Callose und Zellulose. Polysaccharide spielen für Pflanzen, Tiere und natürlich auch Menschen eine wichtige Rolle als Speicherstoff und Nahrungsgrundlage. Sie sind wichtige Bausteine der Zellwand (siehe Haupttext). Die Zellulose ist ein entscheidendes Strukturelement der Pflanzen und das am häufigsten vorkommende Polysaccharid.

UNSERE THEMEN
MO ÖKONOMIE
DI ESSAY
MI GEISTESWISSENSCHAFTEN
<b>DO NATURWISSENSCHAFTEN</b>
FR LITERATUR

## Speicher für Kohlendioxid unter der Erde

**DÜSSELDORF.** Das Geo-Forschungs-Zentrum Potsdam (GFZ) bohrt einen unterirdischen Kohlendioxid-Testspeicher in Ketzin. Im Rahmen des europäischen CO<sub>2</sub>-SINK-Projekts sollen hier in den nächsten zwei Jahren 60 000 Tonnen CO<sub>2</sub> (Kohlendioxid) in über 700 Meter Tiefe versenkt werden.

Unter der Führung des Potsdamer Instituts wird in Zusammenarbeit mit 18 Partnern aus neun Ländern erstmals untersucht, wie CO<sub>2</sub> in tief gelegenen, mit Salzwasser gefüllten porösen Gesteinsschichten eingebracht und gespeichert werden kann. Um ortsnah die Ausbreitung des CO<sub>2</sub> im Untergrund zu untersuchen, werden zwei zusätzliche Beobachtungsbohrungen bis auf 800 Meter niedergebracht. Messsonden in den Bohrlöchern werden die Eigenschaften der Gesteine in den unterschiedlichen Tiefenlagen mit dreidimensionaler seismologischer Erkundung (ähnlich der Ultraschalldiagnostik in der Medizin) quantifizieren.

Die unterirdische Speicherung dieses wichtigsten Treibhausgases gilt als Möglichkeit, Zeit zu gewinnen zur Entwicklung und Einführung CO<sub>2</sub>-freier Energiequellen. An der Abscheidung des durch Verbrennen fossiler Energieträger entstehenden Gases in Kraftwerken wird seit einigen Jahren geforscht. Neben der unterirdischen Lagerung ist auch die in der Tiefsee in der Diskussion. Viele Forscher weisen aber auf die ohnehin schon messbare Übersäuerung der Ozeane als Folge steigenden CO<sub>2</sub>-Eintrags hin. Diese dürfte für Meeresorganismen fatale Folgen haben.

Welche Prozesse durch die Speicherung im Untergrund ausgelöst würden und was mittel- und langfristige mit dem unterirdischen CO<sub>2</sub> geschieht, ist noch völlig unbekannt und soll mit dem jetzigen Projekt erforscht werden. „Was wir in Ketzin jährlich speichern wollen, entspricht der Menge CO<sub>2</sub>, welche die Potsdamer Bevölkerung pro Jahr ausatmet. Diese - verglichen mit dem gesamten CO<sub>2</sub>-Ausstoß in Deutschland - marginalen Mengen werden ausreichen, wichtige Erkenntnisse über die Injektionstechnologie, über die Sicherheit des Speichers und über mögliche Langfristigkeiten und -kosten zu gewinnen“, sagt Rolf Emmertmann, Vorstandsvorsitzender des Forschungszentrums.

Die ausgesuchte Gesteinsformation eignet sich besonders, da bereits in 400 Meter Tiefe über einem ehemaligen Erdgasspeicher sich eine undurchlässige Deckschicht befindet. Der vorgesehene Testspeicher liegt fast doppelt so tief unter einer weiteren dichten Deckschicht.

Handelsblatt Veranstaltungen 28. und 29. März 2007, Mainz <http://vhb.handelsblatt.com/privatkundengeschaeft>

12. Handelsblatt Jahrestagung **Treffen Sie die Top-Retail-Banker!**

# Privatkundengeschäft

Ihre Experten:

Sue Harnett, Vorsitzende des Vorstandes, Citibank Deutschland	Andree Moschner, Mitglied des Vorstandes, Dresdner Bank	Rainer Neske, Konzernführung Privat- und Geschäftskunden, Deutsche Bank	Hans-Peter Schmid, Mitglied des Vorstandes, Postbank	Dr. Uwe Schroeder-Wildberg, Vorsitzender des Vorstandes, MLP	Günter Vogt, Sprecher des Vorstandes, Volksbank Detmold und weitere.

Mit freundlicher Unterstützung von:

**AT&KEARNEY**

**WINCOR NIXDORF**

Bitte faxen an: 02 11. 96 86 - 44 24

Name \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_

Anschrift \_\_\_\_\_

Telefon \_\_\_\_\_

E-Mail \_\_\_\_\_

Datum \_\_\_\_\_ Unterschrift \_\_\_\_\_

oder einsenden an: EUROFORUM Deutschland GmbH Verena Beckmann Postfach 11 12 34, 40512 Düsseldorf E-Mail: verena.beckmann@euroforum.com

Bitte rufen Sie uns an: 02 11. 96 86 - 34 24