

QUANTENSPRUNG

Brain-Drain und Brain-Gain

Wissenschaft ist ein internationales Geschäft. Das Wort „Geschäft“ benutze ich ganz bewusst, denn auch die „nutzlose“ Wissenschaft schafft Arbeit, richtige Jobs, keine aus Steuergeldern bezahlten.

Seit der Nazizeit ist Deutschland in diesem internationalen Wettbewerb unter dem Strich auf der Verliererseite. Früher kamen die klügsten Köpfe der Welt, um bei uns zu studieren. Hier wurde die beste Forschung gemacht, sammelte man Nobelpreise. Man sprach Deutsch neben Englisch in der Wissenschaft. Ab 1933 verloren wir die jüdischen Forscher, weil sie entlassen und ins Exil getrieben oder sogar ermordet wurden. Nach Kriegsende sicherten sich die Alliierten die besten Forscher wie Wernher von Braun, Vater der Mondlandung, der von Peenemünde nach Houston zog.

Wir haben noch viele exzellente Köpfe und international kompetitive Arbeitsgruppen, alle paar Jahre auch einen Nobelpreisträger. Aber die einstige wissenschaftliche Vormachtstellung hat dieses Land nicht wieder erlangt und

# Natürliche Schönheit als Modell

Chemiker eifern der Natur nach – und schaffen nach ihrem Vorbild Biomminerale, die nicht nur schön anzusehen sind

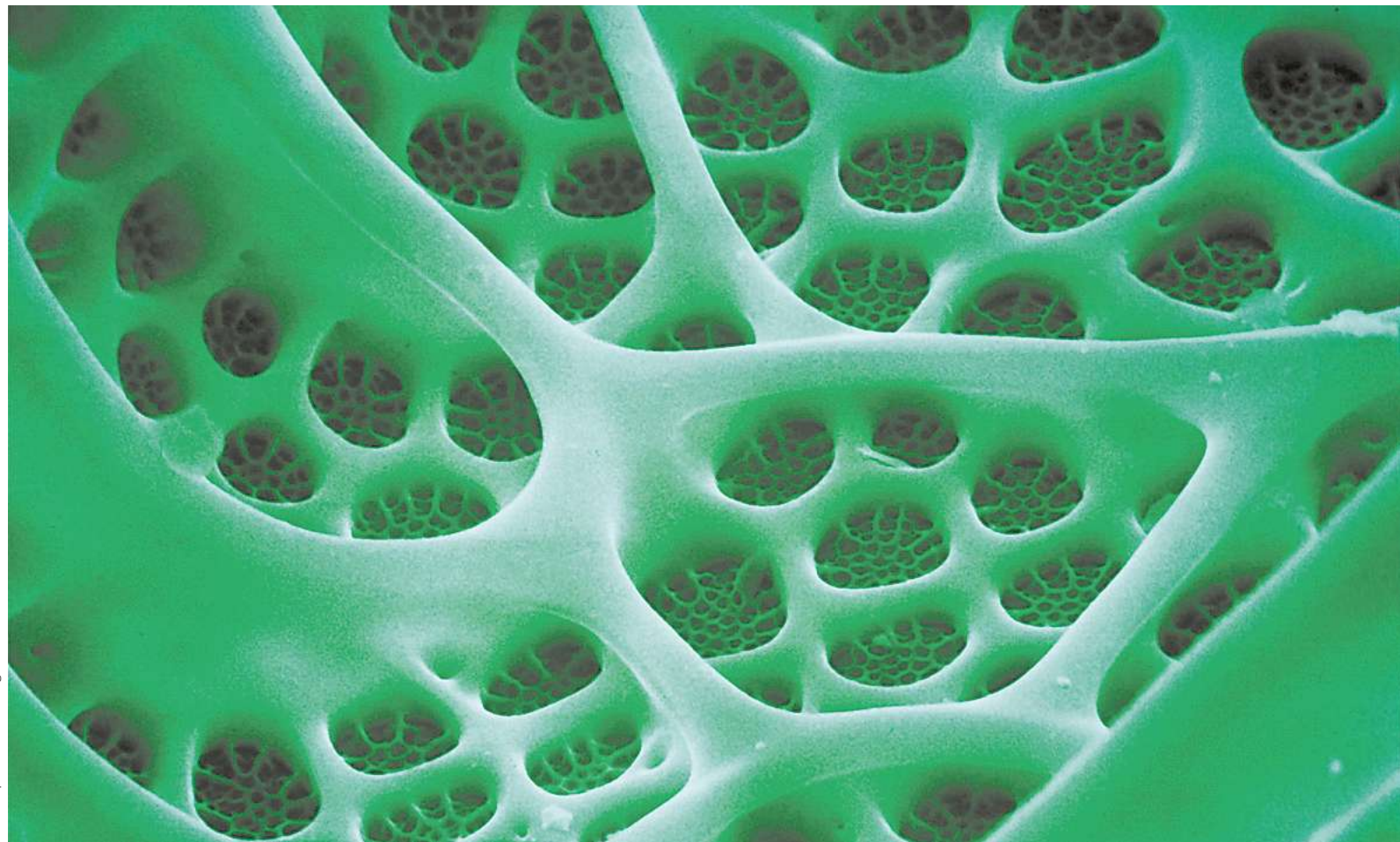
SUSANNE DONNER | DÜSSELDORF

Die wahre Schönheit seiner Forschung kann Peter Behrens nur unter einem Spezialmikroskop bewundern. Am Institut für Anorganische Chemie der Universität Hannover stellt er Biomminerale nach dem Vorbild der Natur her. Modell steht ihm die Kieselalge. Ein scheibchenförmiges Gebilde aus dem Meer, das erst in mehr als tausendfacher Vergrößerung sein Geheimnis offenbart: Die Schale aus Siliziumdioxid ist mit winzigen Poren übersät, die wie Ornamente die Oberfläche zieren. Über die Öffnungen tauscht der Meeresbewohner Stoffe mit dem Wasser aus. „Die Algenschale ist unglaublich schön anzusehen“, sagt Behrens. „Es ist eine äußerst reizvolle Aufgabe herauszufinden, wie den Algen das gelingt und wie wir das im Labor nachmachen können.“

Sein Projekt ist eines von 17 Vorhaben mehrerer deutscher Hochschulen, die im Rahmen eines Schwerpunktprogramms der Deutschen Forschungsgemeinschaft die Rätsel der Biommineralisation lösen. „Mit diesem Programm steht Deutschland international ganz vorne in der Biommineralisationsforschung“, freut sich Behrens.

Zu den Biommineralen gehören Wunderwerke wie die Kieselalge, aber auch Muscheln, Kalkalgen, Knochen und Zähne. Mehr noch als die Schönheit dieser Exemplare faszinieren die Forscher die ungewöhnlichen Eigenschaften der Werkstoffe. Sie bestehen immer aus anorganischen Mineralien im Verbund mit organischen Substanzen. Muscheln etwa enthalten fünf Prozent Eiweiß und 95 Prozent Calcit, eine spezielle Form des Kalks. Calcit ist ein sprödes Material, das bei Erschütterung rasch zerbricht. Doch mit einer Muschelschale lässt sich ein Nagel in die Wand schlagen, ohne dass die Schale auch nur einen Kratzer bekommt. Der vermeintlich filigrane Panzer der Kieselalge wiederum hält Kräften stand, die mehreren hundert Tonnen je Quadratmeter entsprechen.

Im Verbund aus organischen und anorganischen Stoffen treten völlig neue Charakteristika zu Tage, die auf den ausgeklügelten Bauplänen der Biomminerale beruhen. Kalk und Proteine schmiegen sich in der Muschelschale in Schichten aneinander. Eine



Zur Nachahmung empfohlen: Detailaufnahme des Kieselalgeskeletts (Siliziumdioxid) der Kieselalge im Rasterelektronenmikroskop (Vergrößerung 4 500:1).

Lage aus Calciumkristallen wird von Proteinsträngen bedeckt, die feinsäulig parallel nebeneinander ruhen. Darüber folgt eine neue Etage mit Kalkkristallen. Das Eiweiß verleimt zum einen die anorganischen Schichten miteinander. Zum anderen steuert es die äußere Form. Die Eiweiße zwingen die Calciumcarbonatkristalle, so zu wachsen, dass am Ende die gewölbte Muschelschale entsteht. „Wie genau das geschieht, wissen wir allerdings noch nicht“, räumt Behrens ein.

Die Zusammensetzung und den Aufbau vieler Biomminerale haben die Forscher indes mittlerweile größtenteils aufgeklärt. Mit diesem Wissen alleine lassen sich die Materialien oft schon künstlich nachbilden. Bietet man beispielsweise dem menschlichen Körper eine Mischung aus anorganischem Apatit und organischem Kollagen an, die exakt der Zusammensetzung eines Knochens entspricht, so bildet sich daraus bei Kontakt mit natürlichem Knochen von selbst eine knochenartige Substanz. „Wir haben uns viel zu lange Gedanken gemacht, wie das funktioniert. Umso erstaunlicher ist: Es funktioniert einfach, ohne dass wir diesen Vorgang im Detail verstanden hätten“, hebt Peter Klüfers von der Fakultät für Chemie der Ludwig-Maximilians-Universität München hervor.

Knochenersatzstoffe nach der Rezeptur des echten Skeletts lassen schon heute gebrochene oder gesplit-

terte Knochen zusammenwachsen. Knochen und Zähne, aber auch die Hörsteine im Innenohr sind klassische Biomminerale aus dem menschlichen Körper. „Wir sind alle Biommineralisateure“, witzelt Behrens. Auch ein Drittel des Eisens im menschlichen Körper wird in winzigen Kristallen gelagert, dem so genannten Speichereisen. Diese Kriställchen sind in einem Proteinkäfig eingeschlossen. „Weicht die Struktur des Speichereisens von diesem Ideal ab, dann ist der Mensch todkrank“, sagt Klüfers. „Wenn wir wüssten, was bei dieser Krankheit schiefläuft, könnten wir sie eines Tages heilen.“

Doch noch scheint eine Therapie in weiter Ferne. Das natürliche Speichereisen besteht aus 4 000 Eisenatomen. Im Labor liegt der Weltrekord der Imitate bei kläglichen 19 Eisenatomen. Klüfers Team kann mit 14 aufwarten. „Da ist Phantasie gefragt“, entgegnet er. Sein Team will den Eisenkristallen im Labor mit Zucker auf die Sprünge zu helfen. Die Kohlenhydrate sollen das Eisen schützend umhüllen

ähnlich wie der Eiweißkäfig dies im Körper tut. Seit zwei Jahren hofft Klüfers, dass sich in den vielen Dutzend kaffeefarbenen Lösungen im Kühlschrank endlich Kristalle aus künstlichem Speichereisen bilden. „Es kann jeden Tag losgehen“, sagt er.

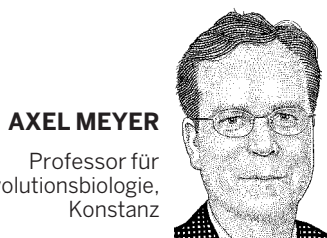
Das Warten auf die Kristallisation der Biomminerale verlangt den Forschern viel Geduld ab. Auch die künstlichen Kieselalgenskelette in den Chemielaboren in Hannover wollten jahrelang nicht so recht gelingen. Erst als Regensburger Forscher herausfanden, dass der Kunststoff Polyamin in den Algenschalen den organischen Part übernimmt, kam ein Stein ins Rollen. Die richtigen Zutaten für die künstlichen Kieselalgenskelette waren entdeckt: Siliziumdioxid und Polyamin. Die Imitate weisen unter dem Elektronenmikroskop sogar die Ornamente mit den winzigen Löchern auf.

„Unser nächstes Ziel ist es, die Größe der Löcher gezielt einzustellen“, kündigt Behrens an. Glückt das, könnte der Werkstoff als Nano-Filter dienen und verschiedene Eiweiße oder an-

dere Stoffe voneinander trennen. Schon lange werden gemahlene Bestandteile der Kieselalgenpanzer als Filtermaterial genutzt. So eroberten sie sich im Jahr 1516 ihren festen Platz im Deutschen Reinheitsgebot für das Bierbrauen.

„Wir haben die Freiheit, die Prinzipien der Natur zu übernehmen. Aber wir können dabei zusätzlich Stoffe einsetzen, mit denen die Natur nie umzugehen gelernt hat“, sagt Behrens. Die Forscher lösen sich schon jetzt von den Vorlagen der Natur und probieren neue Rezepturen aus. „Bioinspiration“ nennt sich diese Vorgehensweise. Statt Kalk verwenden Wissenschaftler beispielsweise künstliches Aluminiumoxid, das ohne Probleme jeder Säure trotzt, während sich der Kalk darin rasch auflöst. Behrens ist überzeugt: „Die Zukunft gehört der Bioinspiration.“

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



AXEL MEYER  
Professor für  
Evolutionsbiologie,  
Konstanz

wird sie vielleicht auch nie wieder erreichen. Es nützt doch nichts, sich und anderen diesbezüglich in bildungspolitischen Sonntagsreden etwas vorzumachen.

Was mach(ten) wir falsch, und was können wir ändern? Viel. Sogar kostenneutral. Hier nur ein Aspekt des „Brain-Drains“. Als Exportweltmeister verkaufen wir Waren ins Ausland. Das ist gut: Es fließen Gewinne nach Deutschland, und Steuern werden generiert. Leider exportiert unser Land aber auch immer noch viele unserer klügsten Köpfe. Umsonst! Nein, sogar mit großem Verlust, denn diese sind hier kostenfrei ins Gymnasium gegangen und haben hier kostenfrei studiert, bevor sie ihre Intelligenz ins Ausland, meist in die USA, verpflanzten, wo sie zu deren Ruhm und Wirtschaftswachstum beitragen. Möglich macht das der deutsche Steuerzahler, denn Universitäten sind teuer, gute sogar sehr teuer.

Schlimmer: Unsere Steuern subventionieren die amerikanische Forschung direkt, denn die meisten abwandernden Jungforscher werden mit deutschen Stipendien versorgt. Dies sind unsere besten Studenten – der wertvollste Rohstoff Deutschlands. Ihre Exzellenz haben sie ja durch das Erlangen eines Stipendiums bewiesen.

Etwa 30 Prozent von ihnen bleiben für immer weg. Aus vielerlei Gründen, aber vor allem auch, weil es nicht genug Stellen an deutschen Universitäten gibt. Sie könnten also gar nicht zurück, selbst wenn sie wollten. Sicherlich profitiert Deutschland von den Rückkehrern, die im Ausland dazugelernt haben. Aber ist dieser Profit größer als der Verlust durch die Emigranten?

Es geht darum, die besten Forscher, egal welche Farbe ihr Pass oder ihre Haut hat, wieder ins Land zu bekommen, aber eben und gerade auch die deutschen. Meine These: Wenn das Geld für Auslandsstipendien stattdessen für neue Stellen an den Universitäten investiert würde, dann hätten wir – kostenneutral – weniger Brain-Drain und mehr Brain-Gain. [wissenschaft@handelsblatt.com](mailto:wissenschaft@handelsblatt.com)

GRÜNDERSZENE

Nextnano

Ein gewisser Unternehmertegeist schlummerte wohl schon lange in Stefan Birner. Als Student entwarf er selbstständig Webseiten. Doch ein Unternehmen konnte man diese Tätigkeit nicht wirklich nennen. Anders nun seine frisch gebackene Firma Nextnano, Anbieter einer kostenlosen aus dem Internet zu beziehenden Simulationssoftware für elektronische und optoelektronische Nano-Halbleiterbauelemente. In einem Forschungsprojekt am Walter-Schottky-Institut der Technischen Universität München hat er das Programm mitentwickelt.

„Mit unserem Programm können die quantenmechanischen Eigenschaften verschiedener Kombinationen von Materialien und ihrer Geometrien im Nano-Bereich berechnet werden“, sagt Birner. Bestehende Simulationsprogramme können, so Birner, den Anforderungen durch die zunehmende Miniaturisierung der Halbleiterelektronik nicht

mehr gerecht werden. „Wir wollen diese alte Software ersetzen.“ Birners Geschäftsidee beruht nicht auf dem Verkauf des Programms selbst, das kostenlos ist, sondern der Lösung von Kundenproblemen mit Hilfe der Software. Zu den Kunden zählen bereits die ehemalige Motorola-Halbleitersparte Freescale und auch die US-Marine. Da die Simulationssoftware naturgemäß der Forschung und Entwicklung dient, rechnet Birner aber auch auf renommierte Universitäten wie Cambridge, das Massachusetts Institute of Technology oder die Münchener Ludwig-Maximilians-Universität.

Noch ist Nextnano ein Ein-Mann-Betrieb. Wenn ihm das „Nano-Chance“-Programm des Bundesforschungsministeriums unter die Arme greift, worauf er hofft, könnte sich das bald ändern. | Ferdinand Knauß

Nächste Woche: Solvent Innovation

# Raubtiere halten die Welt grün

Studie: Fleischfresser schützen Pflanzenwelt vor allzu gefräßigen Tieren

DÜSSELDORF. Raubtiere sind der entscheidende Faktor, der die Pflanzen vor allzu großem Befrass schützt. Eine Forschergruppe unter John Terborgh von der Duke-Universität in North Carolina konnte in einer im „Journal of Ecology“ veröffentlichten Studie belegen, dass nicht die Selbstverteidigung der Pflanzen durch physische (Dornen) und chemische Maßnahmen (Gifte) für das Überleben der Pflanzen entscheidend ist, sondern die Raubtiere, die die Populationen der Pflanzenfresser in Grenzen halten.

Die Studie belegt die „Grüne-Welt-Hypothese“ von Nelson Hairston und anderen Ökologen von 1960, die bislang für unbelegbar galt. „In der Praxis war es fast unmöglich, experimentell eine raubtierfreie Umwelt zu schaffen, in der sich Pflanzenfresser unbegrenzt vermehren können“, sagt Terborgh. Doch die Amerikaner fanden mit dem 1986 angelegten Stausee Lago Guri in Venezuela, beziehungsweise den durch ihn entstandenen Inseln ein ideales Versuchsgelände. Neun der 14 beobachteten Lebensräume waren raubtierfrei.

Auf diesen gab es „fast kein Laub. Der Boden war bedeckt von Zweigen aus den absterbenden Baumkronen.“ 16 Jahre nach ihrem Entstehen entsprach die Dichte der jungen Bäume auf dem Boden nur noch 25 Prozent derer auf dem Festland. Infolgedessen waren auch die Tierpopulationen deutlich kleiner geworden.

Die Studie dürfte großen Einfluss auf die Debatten haben, ob es ratsam sei, Raubtiere wieder einzuführen. In den Alpenländern etwa sorgen die mit menschlicher Hilfe heimisch gewordenen Bären für Aufsehen. *fk*

## Jetzt am Kiosk:

Nr. 6 Serie Finanzplanung: Vorsicht vor falschen Ratgebern  
Capital  
2.3.-15.3.2006 | 3,50 € | www.capital.de  
Das Wirtschaftsmagazin

Automobilindustrie: Alarmstufe Rot für VW, Ford und GM  
Solaraktien: Die Schattenseiten der Börsenlieblinge

1000 Steuerberater packen aus  
Finanzämter im Kontrollrausch  
... und wie Sie sich wehren

Außerdem im Heft:

Cebit-Spezial: Wie Funkchips die Welt der Wirtschaft revolutionieren

Vogelgrippe: Warum die Ökonomie trotz der Pandemie-Gefahr auf starke Abwehrkräfte bauen kann

Keine Fragen mehr.