

CHEMIEREPORT.at

ÖSTERREICHS MAGAZIN FÜR CHEMIE, LIFE SCIENCES & MATERIALWISSENSCHAFTEN

1.
2.
3.
4.
5. 2010
6.
7.
8.



Mensch und Technik

Ein Arbeitskreis in Alpbach
beleuchtet wissenschaftliche und
soziale Erfolgsfaktoren von
Kompetenzzentren.

Die Kieselalge und der Ferrari-Motor

Biomimetik für technische und soziale Systeme

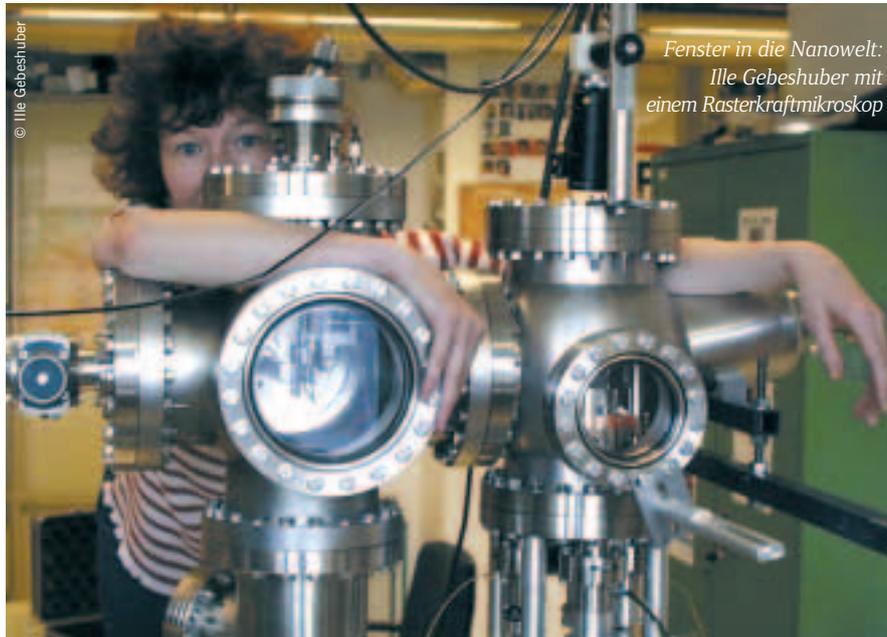
Kieselalgen sind bemerkenswerte Produkte der Evolution. Sie sind einzellige Lebewesen, die eine hauptsächlich aus Siliciumdioxid bestehende Zellhülle (Frustel) besitzen. Eine solche Frustel besteht aus zwei Schalentteilen, von denen der größere mit seiner Öffnung über die Öffnung des kleineren gestülpt ist. Die Oberfläche dieser Zellhülle zeigt ganz charakteristische Nanostrukturen, die nicht nur von ansprechender Schönheit, sondern auch hochfunktional sind. Beispielsweise produzieren Kieselalgen sehr effektive Klebstoffe, mit denen sie aneinander oder an Substratoberflächen

haften. Einige Arten bilden Zellkolonien, innerhalb derer die einzelnen Zellen aneinander entlang gleiten können, andere können – als ganze Kolonie – reversibel bis zu einem Drittel ihrer Länge gedehnt werden – Leistungen, die durch eine höchst optimierte Mikromechanik ermöglicht werden.

Derartige Strukturen dienen zunehmend als Vorbild für technische Entwicklungen, ein ganzes Fachgebiet mit dieser Vorstoßrichtung, die Biomimetik, hat sich herausgebildet – ein höchst interdisziplinäres Fachgebiet, in dem die Leistungen von Lebewesen unter einem technischen Blickwinkel betrachtet und dann umgekehrt auf technische Systeme des Menschen übertragen werden.

Von der Physik zur Nanotechnologie

Ille Gebeshuber, eine österreichische Wissenschaftlerin, die seit Anfang 2009 eine Professur an der Universiti Kebangsaan nahe der malaysischen Hauptstadt Kuala Lumpur inne hat, hat die Biomimetik, den Wissenstransfer von der belebten Natur in die Technik, zu ihrem Forschungsgebiet gemacht. „Interdisziplinäre



Fenster in die Nanowelt:
Ille Gebeshuber mit
einem Rasterkraftmikroskop

Das Forschungsgebiet der Biomimetik beschäftigt sich damit, wie die erstaunlichen Leistungen der belebten Natur in die Welt der Technik übertragen werden können. Denkt man den Ansatz weiter, könnte man auch etwas für das Verständnis zwischenmenschlicher Beziehungen gewinnen.

Basis, von der aus ich in verschiedenste Fachgebiete gehen konnte.“ So beschäftigte sich Gebeshuber zum Beispiel mit computerunterstützten Neurowissenschaften, Materialwissenschaften, erfand ein neues Raumschiff (und gewann dafür einen Preis der European Space Agency) und begann sich schließlich dafür zu interessieren, wie Organismen ihre Materialien und Strukturen bauen, welche Prozesse in Organismen und Ökosystemen vorkommen. „Als ich das erste Mal die Nanostrukturen von Kieselalgen gesehen habe, als ich das erste Mal gehört habe, dass es Bakterien gibt, die perfekte Magnete bauen, als ich einen selbstheilenden Unterwasserklebstoff in Algen entdeckte – da war es um mich geschehen“, schildert Gebeshuber ihr Berufungserlebnis. „Ich habe gemerkt, dass Organismen viel weiter sind in Bezug auf Materialien, Strukturen und Prozesse als wir mit unserer heutigen Technologie. Und die belebte Natur ist oft bis ins kleinste Detail optimiert. Aber nur so gut wie nötig, nie so gut wie möglich.“ Gebeshuber hat dafür auch ein eindrucksvolles Beispiel parat: „Ein Ferrari-Motor – obwohl ein Spitzenprodukt menschlichen Erfindungsgeistes – ist viel weniger energieeffizient als eine Kieselalge;

Arbeiten haben mich immer schon interessiert“, erzählt die gebürtige Steirerin. Dennoch musste sie sich in ihrer Ausbildung zunächst für eine bestimmte Studienrichtung entscheiden – es wurde die Technische Physik, und das aus verschiedenen Gründen: „Erstens hat mich der Abschluss als Diplom-Ingenieur gereizt – in dem kleinen Ort, in dem ich aufgewachsen bin, ist das schon ganz etwas Besonderes und Frau mit diesem Titel habe ich keine einzige gekannt. Zweitens hat mich die damals, 1987, bestehende Ausfallsquote von 73 Prozent herausgefordert. Und drittens und am wichtigsten: Die Physik als grundlegende Wissenschaft bildet eine solide

der Motor nutzt nur einen Bruchteil der ihm zugeführten Energie zielgerichtet. Kieselalgen konnten ihren Energiehaushalt aber auch über Jahrmillionen optimieren. Ein fiktiver Rennwagen mit einer entsprechend dimensionierten Kieselalge als Motor würde nicht nur jedes Rennen gewinnen, sondern mit einer Tankfüllung zusätzlich auch noch eine Weltumrundung einlegen können – wartungsfrei“, schwärmt die Wissenschaftlerin.

Dass sie in ihrer Arbeit auf das stieß, was man mit dem beinahe schon zum Modewort gewordenen Ausdruck „Nanotechnologie“ bezeichnet, kam gleichsam von selbst ins Spiel. Gebeshuber:

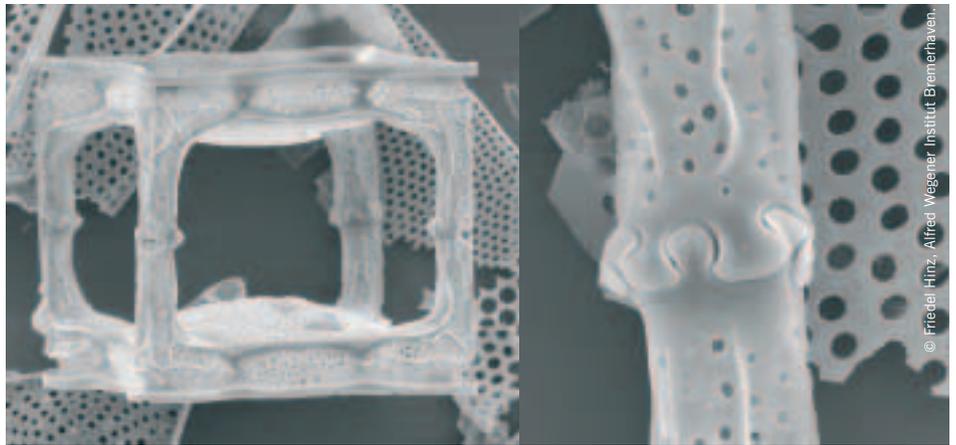
„Da Organismen hierarchisch aufgebaut sind, basiert Funktionalität im Großen auf Funktionalität im Kleinen – auf Funktionalität im natürlichen Nanokosmos.“ Wobei, wie die Physikerin betont, damit alles gemeint ist, was sich auf einer Längenskala von einigen wenigen bis einigen hundert Nanometern abspielt.

Von der Nanotechnologie zur Tribologie

Die Methoden, die man dabei verwendet, um in diesen Nanokosmos vorzudringen, beispielsweise die verschiedenen Formen der Rastersondenmikroskopie, wandte Gebeshuber aber auch auf die unbelebte Natur und auf technische Fragestellungen an. Denn auch die Tribologie – die Lehre von Reibung, Verschleiß und Schmierung – dringt zunehmend in diese Größenordnung vor – man spricht von Nanotribologie. Man kann zwei Zugänge der Reibungslehre zur Welt im Nanometermaßstab unterscheiden: „Unsere heutigen Maschinen werden immer kleiner. Mikroelektromechanische Systeme (abgekürzt MEMS) haben in vielen Fällen bereits funktionelle Komponenten im Bereich von einigen 100 Nanometern.“ Ein Beispiel dafür ist der Beschleunigungssensor im Auto, der bei einem Unfall das Öffnen des Airbags auslöst. Dringt man in diese Dimensionen ein, muss man sich auch mit den tribologischen Phänomenen Reibung, Schmierung, Verschleiß und Klebrigkeit auf einer Längenskala von einigen Nanometern beschäftigen. Das ist der eine Zugang.

Der andere ist die zunehmende Betrachtung von Strukturen auf Nanometerskalen bei der detaillierten Charakterisierung von Reibungsprozessen überhaupt, auch von solchen in gewöhnlichen, makroskopischen Maßstäben. Die Beschreibung der Nanoebene kann hier die klassischen Herangehensweisen ergänzen.

Mit ihrem Know-how zur Erforschung von Funktionalitäten auf Nanoebene konnte Ille Gebeshuber daher vieles zum Aufbau des Tribologie-Kompetenzzentrums AC²T am Technopol Wiener Neustadt beitragen – eine Erfahrung, die sie für sehr wertvoll hält. „Meine Zeit an dem interdisziplinären Forschungszentrum war sehr interessant“, erzählt sie: „Ich hatte die Möglichkeit, die strategische Forschung zu leiten und maßgeblich am Aufbau des Zentrums beteiligt zu sein. Die Zusammenarbeit mit Menschen aus der Physik, der



Kieselalgen zeigen eine bis ins kleinste Detail optimierte Struktur und Mikromechanik.

Chemie, der Materialwissenschaften, der Computerwissenschaften, des Maschinenbaus war überaus stimulierend.“ Besonders fasziniert habe sie dabei, die verschiedenen Sprachen der einzelnen Fachgebiete kennenzulernen: „Dieselben Worte bezeichnen manchmal völlig verschiedene Konzepte“. Und das AC²T sei ja auch darüber noch hinausgegangen und spannte auch den Bogen von der Forschung zur Industrie.

Von der Tribologie zur „Sozial-Biomimetik“

In einem solchen Umfeld sind auch die sozialen Herausforderungen vielfältig, wie Gebeshuber bei ihrem Vortrag bei dem von der ecoplus organisierten Workshop bei den Technologiegesprächen Alpbach darstellen wird. „In der Zusammenarbeit von Forschungszentren und Unternehmen müssen die Trägheiten des Systems berücksichtigt werden“, meint sie und plädiert dafür, die bisher verwendeten psychosozialen Modelle um eine neue Annäherung an die zwischenmenschliche Kommunikation auf naturwissenschaftlich-technischer Grundlage zu bereichern. „Im menschlichen Zusammenleben geht es – wie in der Physik – um Energie und wie diese eingesetzt wird.“ Mit dem derzeitigen Stand der Technik sei es noch nicht möglich, ein Höchstmaß an Energie zielgerichtet einzusetzen und ein nicht unerheblicher Anteil der Prozessenergie entfliehe, wie beim Ferrari-Motor, in andere Bereiche. Gebeshuber:

„Die Idee hinter der technischen Annäherung an die zwischenmenschliche Kommunikation ist, dass die sozialen Prozesse auch unter solchen ‚Störenergien‘ leiden. Dies spiegelt sich auch in der Sprache wider; so ist z. B. ‚etwas reibungslos gelaufen‘, ‚jemand musste geschmiert werden‘ oder ein neuer Mitarbeiter ist ‚unverbraucht‘.“ Gebeshubers Vortrag wird versuchen, eine Brücke zu schlagen zwischen der Erklärung derartiger Phänomene im technischen Bereich und der Welt der sozialen Beziehungen. Auf diese Weise könnte das Wissen aus Tribologie und Biomimetik auf gesellschaftliche Problemstellungen angewendet werden, andererseits könnten aber auch die Techniker von den sozialen Systemen lernen und neue Impulse von der selbst „miterlebten Tribologie“ erhalten. Schließlich, erinnert Gebeshuber, sei doch Konfliktlösung so alt wie die Menschheit selbst.



© Frank Helmrich, 1040 Wien

Ille Gebeshuber hat den Wissenstransfer von der belebten Natur in die Technik zu ihrem Forschungsgebiet gemacht.