

# MAX-PLANCK- FORSCHUNGS- PREIS 2 0 0 8

Internationaler Forschungspreis der  
Alexander von Humboldt-Stiftung  
und der  
Max-Planck-Gesellschaft

**Die Max-Planck-Gesellschaft** wirkt als Schrittmacher für den wissenschaftlichen Fortschritt. In 78 Max-Planck-Instituten fördert sie Grundlagenforschung auf internationalem Spitzenniveau in den Lebens-, Natur-, Geistes- und Sozialwissenschaften mit einem jährlichen Etat von 1,4 Milliarden Euro. Mehr als 13 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie weitere 11 850 studentische Hilfskräfte, Doktoranden und Gastwissenschaftler sind in der Forschung tätig und schaffen die Voraussetzung für wirtschaftliche und gesellschaftliche Innovationen. Die Max-Planck-Gesellschaft widmet sich vielversprechenden Forschungsrichtungen, die an den Universitäten in Deutschland noch keinen Platz gefunden haben.

**Max-Planck-Gesellschaft zur  
Förderung der Wissenschaften e. V.**  
Referat für Presse- und  
Öffentlichkeitsarbeit

Hofgartenstraße 8  
D-80539 München

Tel. 0 89 / 2108-12 76  
Fax 0 89 / 2108-12 07  
presse@gv.mpg.de  
www.mpg.de

**Die Alexander  
von Humboldt-Stiftung**

festigt die internationalen Wissenschaftsbeziehungen Deutschlands durch Länder- und Fächergrenzen überschreitende Zusammenarbeit von ausländischen und deutschen Spitzenforscherinnen und Spitzenforschern. Mit ihren Forschungsstipendien und Forschungspreisen ermöglicht die Humboldt-Stiftung jährlich über 1 800 Forschern aus aller Welt einen langfristigen wissenschaftlichen Aufenthalt in Deutschland. Die Stiftung pflegt ein Netzwerk von weltweit rund 23 000 Stipendiaten und Alumni aller Fachgebiete in 130 Ländern – unter ihnen 40 Nobelpreisträger und zahlreiche hochrangige Verantwortungsträger in Wissenschaft und Politik.

**Alexander von Humboldt-Stiftung**  
Referat für Presse und Kommunikation

Jean-Paul-Straße 12  
D-53173 Bonn

Tel. 02 28 / 833-144  
Fax 02 28 / 833-441  
presse@avh.de  
www.humboldt-foundation.de



MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT



Alexander von Humboldt  
Stiftung/Foundation



MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT



Alexander von Humboldt  
Stiftung/Foundation

# Leitlinien des Max-Planck-Forschungspreises

Der Max-Planck-Forschungspreis fördert wissenschaftliche Exzellenz, setzt auf internationale Kooperationen und gibt damit entscheidende Impulse für die Spitzenforschung.

Der Forschungspreis der Alexander von Humboldt-Stiftung und der Max-Planck-Gesellschaft fördert die internationale Zusammenarbeit hervorragender Wissenschaftler und schafft eine Basis für zukünftige Höchstleistungen. Die Auszeichnung soll internationale Kooperationen vorantreiben und dabei vor allem junge Nachwuchswissenschaftler einbeziehen. Der mit insgesamt 1,5 Millionen Euro dotierte Preis wird jedes Jahr an einen in Deutschland sowie einen im Ausland tätigen Forscher vergeben.

Der Max-Planck-Forschungspreis zielt auf innovative Forschungsgebiete. In diesem Jahr zeichnet er herausragende Erfolge im Bereich Biomimetik aus.

Die Mittel für den Max-Planck-Forschungspreis stellt das Bundesministerium für Bildung und Forschung bereit.

## Die Preisträger 2008 sind

der biomimetische Materialforscher  
**Prof. Dr. Peter Fratzl**  
Max-Planck-Institut für Kolloid- und  
Grenzflächenforschung, Potsdam

und

der Biotechnologe und Materialwissenschaftler  
**Prof. Dr. Robert Langer**  
Massachusetts Institute of Technology, Cambridge (MIT)



DR. ANNETTE SCHAVAN  
Bundesministerin  
für Bildung und Forschung

Der von der Alexander von Humboldt-Stiftung und der Max-Planck-Gesellschaft verliehene Max-Planck-Forschungspreis steht für internationale Exzellenz: Stets wird er an einen im Inland und einen im Ausland tätigen herausragenden Spitzenforscher in zukunftsträchtigen Fachdisziplinen verliehen. Der Max-Planck-Forschungspreis wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gestiftet und gehört mit 1,5 Millionen Euro zu den höchstdotierten Forschungspreisen in Deutschland.

In diesem Jahr wird die Auszeichnung auf dem Gebiet der Biomimetischen Materialien vergeben. Beide Preisträger forschen an der Schnittstelle zwischen Technik und Biologie und nutzen die Konstruktionsprinzipien und Funktionsweisen aus der Natur als Grundlage für die Entwicklung neuer Materialien.

Professor Peter Fratzl vom Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung in Potsdam erforscht die Struktur und die Funktionen biologischer Materialien, die für Technologien in verschiedensten Bereichen angewendet werden.

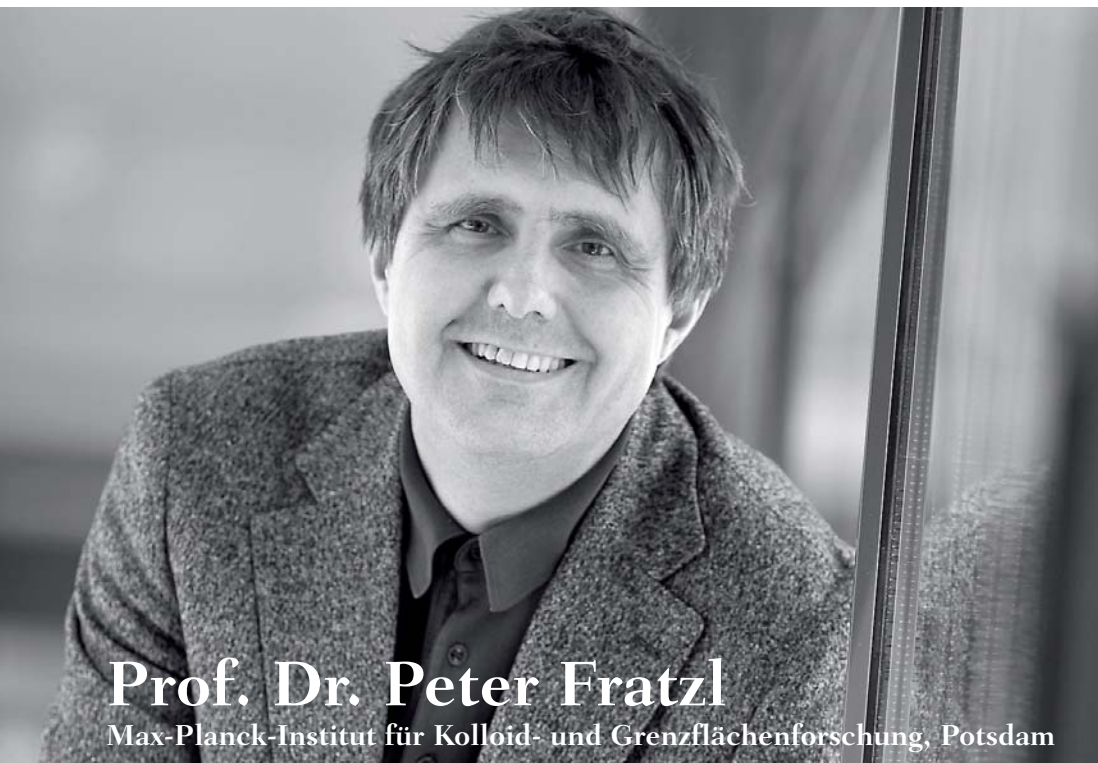
Die Forschung des vielfach ausgezeichneten Professor Robert Langer vom Massachusetts Institute of Technology in den USA konzentriert sich auf die Entwicklung neuer biologisch inspirierter Materialien und Übertragungsmöglichkeiten biologischer Funktionen.

Biomimetische Materialien gelten als eine der wichtigsten Materialtechnologien im 21. Jahrhundert. Ihnen verdanken wir, dass neuartige Stoffe mit geringem Aufwand, aber gleichzeitig optimierten Funktionseigenschaften für technische und medizinische Anwendungen erzeugt werden können. So werden wichtige Potenziale für die Zukunft geschaffen.

Ich gratuliere beiden Preisträgern und wünsche ihnen für ihre persönliche und berufliche Zukunft alles Gute!

A handwritten signature in blue ink that reads "Annette Schavan". The signature is fluid and cursive.

DR. ANNETTE SCHAVAN, MdB  
Bundesministerin für Bildung und Forschung



## Prof. Dr. Peter Fratzl

Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung, Potsdam

# Ideenpool Natur

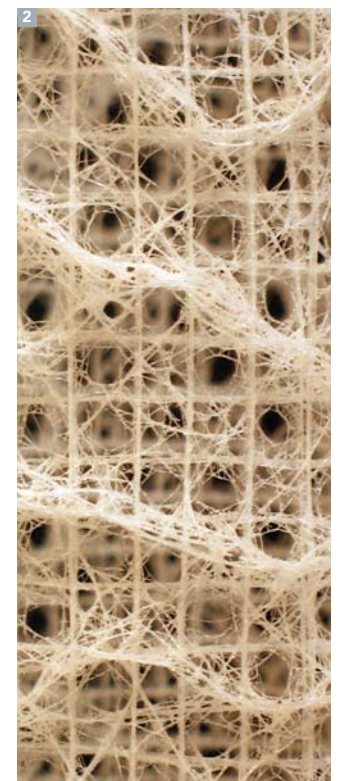
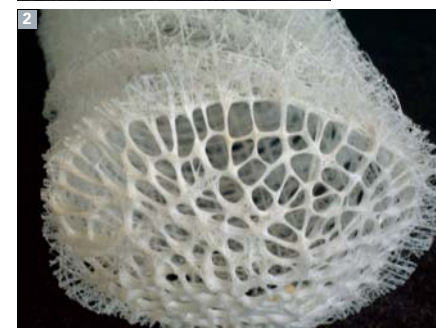
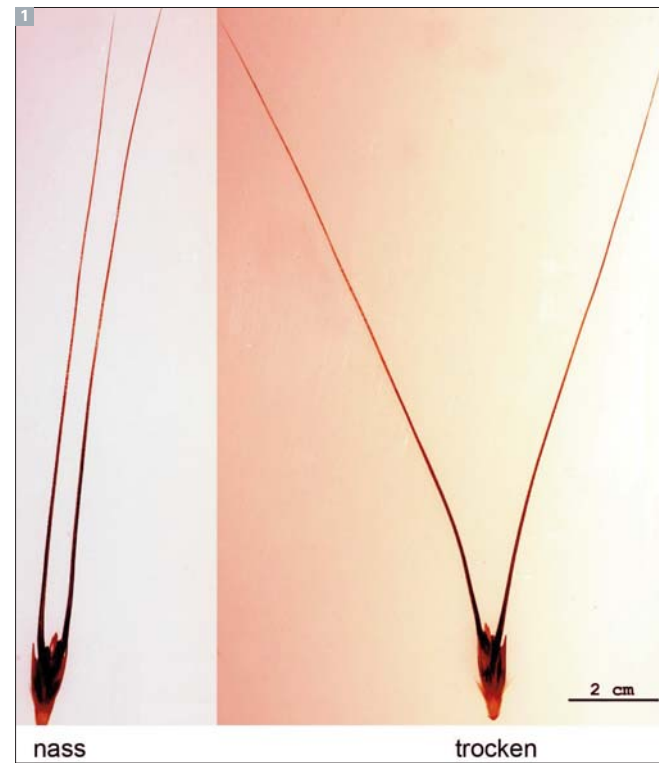
Das Venusblumenkörbchen gehört eindeutig zu Peter Fratzls Lieblingstieren. Es ist ein einfacher Tiefseeschwamm, der den Materialforscher inspiriert und den er gern seinen Besuchern zeigt. Aber das Lebewesen hat es auch in sich: Es ist fast gänzlich aus Glas. Genauer gesagt aus vielen dünnen Glassträngen und -schichten, die von hauchzarten Proteinlagen zusammengehalten werden. Manche Lage ist nur ein Molekül dick. Dieses Laminat existiert in dem Schwamm über mehrere Größenordnungen hinweg, vom Nanometer- bis in den Mikrometer-Bereich. Das macht das äußere Skelett des Schwammes statisch extrem belastbar und ist gleichzeitig Material sparend. Ingenieure und Architekten können auch im 21. Jahrhundert noch davon lernen.

Das zarte Tier aus dem eigentlich spröden Grundmaterial Glas ist federleicht und kaum zu zerstören. Und es ist berückend schön. Als wäre das nicht bereits genug, verfügt das Tier noch über eingebaute Lichtleiter, die so funktionieren wie unsere modernen Glasfaserkabel. Damit leitet der am dunklen Tiefseeboden festgewachsene Schwamm Licht von biolumineszenten Organismen nach oben und steigert seine Attraktivität für die ihn umgebende Fauna. „Für ein Wesen, das wir gern unter die niederen Tiere fassen, ist das gleich eine ganze Anzahl von äußerst bemerkenswerten Leistungen“, bewundert Peter Fratzl das raffinierte Meereswesen.

Der Schwerpunkt der Forschung in seiner Abteilung „Biomaterialien“ am Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung in Potsdam-Golm liegt auf dem Verständnis der Bauprinzipien von Materialien, die die Natur im Laufe der Evolution hervorgebracht hat. Dafür hat der geborene Wiener Fratzl zahlreiche Forscher aus fast allen Kulturkreisen unseres Planeten um sich versammelt. Und

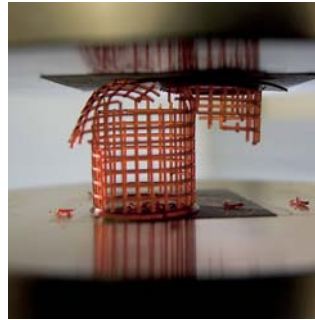
**PROF. DR. PETER FRATZL (\*1958) ist gebürtiger Wiener. Nach einem Diplom in Ingenieurwesen in Paris und einer Promotion in Physik in Wien forschte und lehrte er in den USA, in Schottland, Österreich und Deutschland. Sein Hauptinteresse gilt den Biomaterialien und ihren außergewöhnlichen mechanischen Fähigkeiten. Das Spektrum reicht dabei von pflanzlichen Zellen über Muscheln und Zähne bis zum Knochengewebe. Seit 2003 ist er Direktor und Leiter der Abteilung für Biomaterialien am Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung in Potsdam.**

Fotos: Axel Griesch (2)



- 1) Eine Weizengranne: Das Material selbst ist ihr Antrieb
- 2) Das Skelett des Venusblumenkörbchens: unzerstörbares Glas
- 3) Belastungsversuch mit Pflanzenfasern
- 4) Querschnitt und Bruchfläche einer Weizengranne





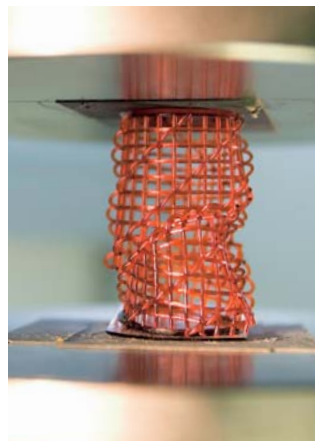
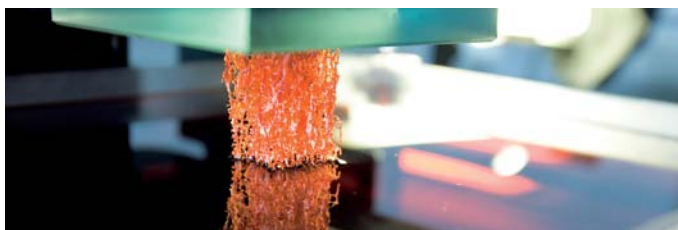
Mithilfe von „rapid prototyping“ werden Strukturen aus der Natur nachgebildet und auf ihre Belastbarkeit getestet.

die vertretenen wissenschaftlichen Disziplinen sind kaum weniger zahlreich: Vom Agrarwissenschaftler bis zum Zahnmediziner reicht die Palette. Interdisziplinarität ist geradezu ein Kennzeichen der Materialforscher, denn immer wieder benötigen sie den schnellen Brückenschlag: vom ganz Großen zum ganz Kleinen. Aus der klassischen Morphologie der Naturforscher in die Nanowelt und zurück. „Die Natur macht nicht einen Plan und sucht sich dann ein Material dazu. Form und Stoff wachsen und entstehen hier gemeinsam. Das ist ein großer Unterschied zu unserer menschlichen Art zu bauen.“ Und es ist eine Herausforderung für die Wissenschaftler.

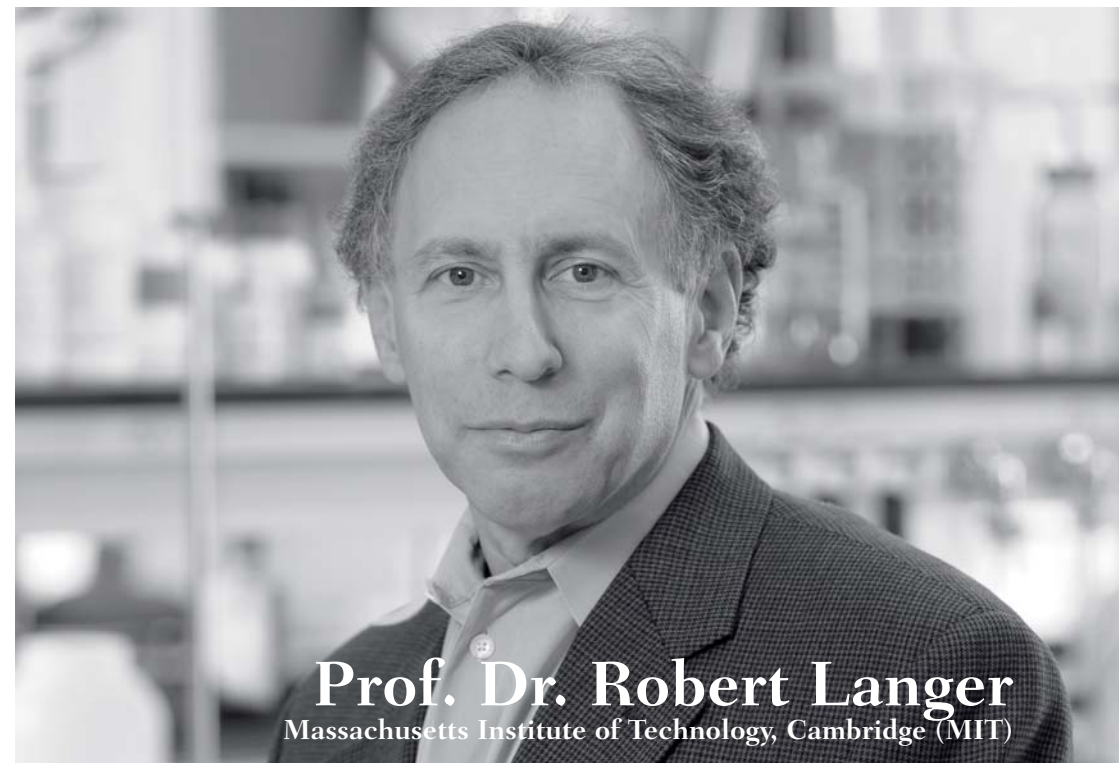
Dass Biomimetik gerade jetzt einen Boom erfährt, liegt wohl nicht zuletzt daran, dass der Handwerkskasten der Wissenschaften sich in der jüngeren Vergangenheit mit vielen neuen Werkzeugen gefüllt hat. Vor allem der Nanobereich ist für Experimente immer zugänglicher und attraktiver geworden.

Was macht Holz so flexibel und stabil zugleich? Es ist ein raffinierter Verbund von verschiedenen weichen und festen Materialien, der es erlaubt, dass ein Baum bis zu 100 Meter hoch wird und trotz steter und starker Belastung über Hunderte von Jahren Wind und Wetter trotzen kann. Ein Team junger Wissenschaftler aus dem Potsdamer Institut hat diese pflanzlichen Strukturen eingehend analysiert und sich davon zu Konzepten für neue Materialien inspirieren lassen: Mithilfe von Glasfasern und darauf aufgetragenen Nanopartikeln ließ sich der Vorteil der pflanzlichen Verbundstrukturen gegenüber klassischen Bauweisen auch in einem technischen Nachbau klar belegen.

„Der Ideenpool Natur ist für uns äußerst anregend.“ Aber nicht nur neue Materialien sieht Peter Fratzl am Horizont, auch ganz neue Strategien des Bauens und Konstruierens: Das Konzept, mehrere Ebenen in verschiedenen Größenordnungen miteinander zu verschränken, vom Nanopartikel bis in handhabbare Dimensionen. Oder angepasstes Wachstum statt industrieller Fabrikation, stetiges Erneuern oder Prozesse der Selbstheilung. Viele Baupläne der Evolution warten noch auf ihre Entschlüsselung. Der Max-Planck-Forschungspreis 2008 wird dabei eine Hilfe sein.



Fotos: Axel Griesch



**Prof. Dr. Robert Langer**  
Massachusetts Institute of Technology, Cambridge (MIT)

## Der Welt-Veränderer

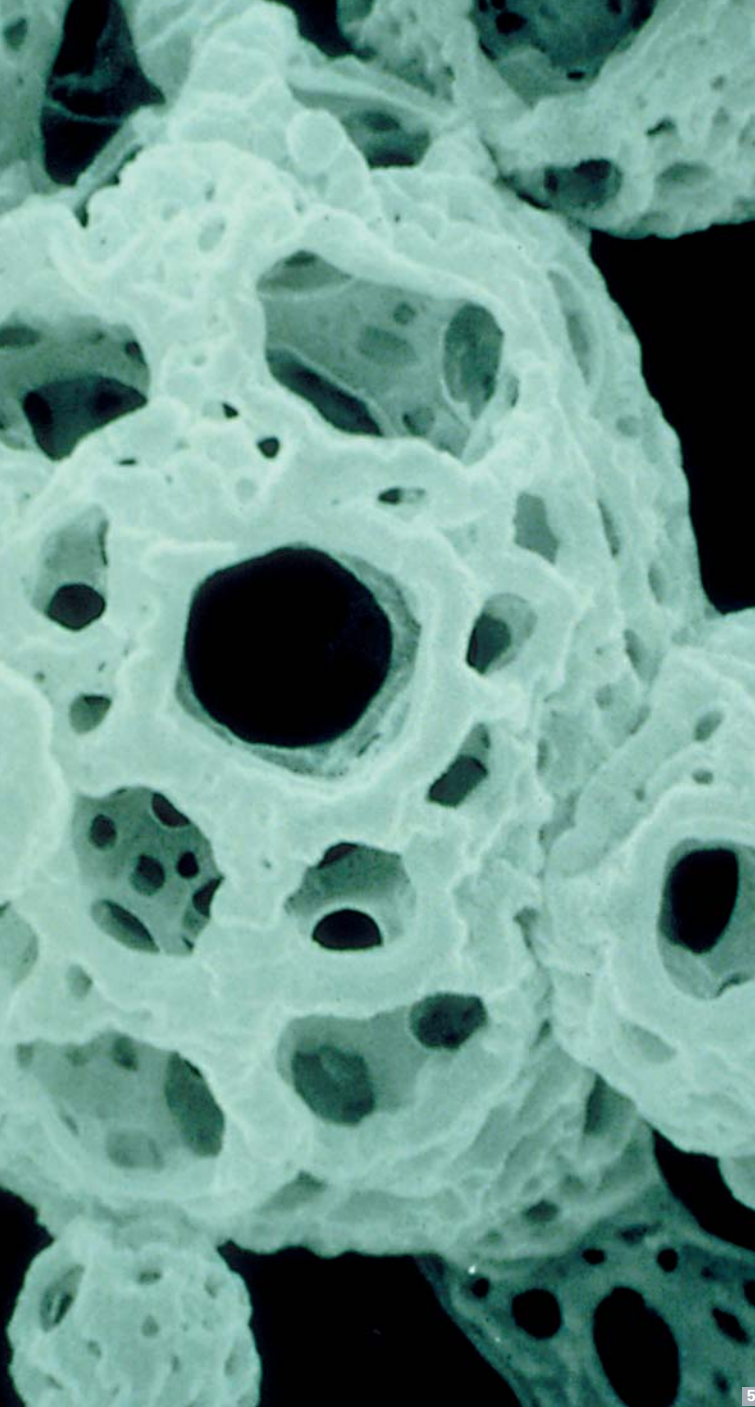
**PROF. DR. ROBERT LANGER (\*1948) forscht vor allem an der Entwicklung neuer biotechnischer Verfahren in der Medizin. Geboren in Albany im Staat New York, studierte er an der Cornell University und am Massachusetts Institute of Technology (MIT) Chemie-Ingenieurwesen. Nach einer fünfjährigen Zusammenarbeit mit dem bekannten Krebsforscher Judah Folkman in Boston ging Langer wieder zurück zum MIT. Heute gehört er zu den renommiertesten Professoren seiner Universität und ist Träger von über 150 Wissenschaftspreisen.**

„Ich möchte die Welt mit meiner Forschung verändern.“ Das ist kein Spruch, der von Bescheidenheit zeugt. Aber wenn man die Liste der Arbeiten von Robert Langer betrachtet, seine Preise und die Zahl seiner Patente, dann kann man nicht anders als festzustellen: Da nimmt jemand seine Vorsätze ernst.

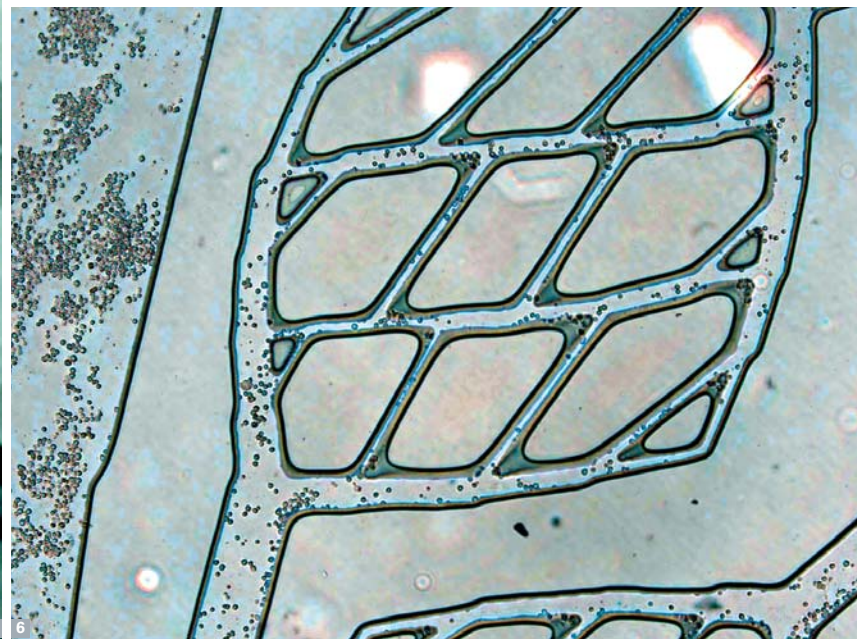
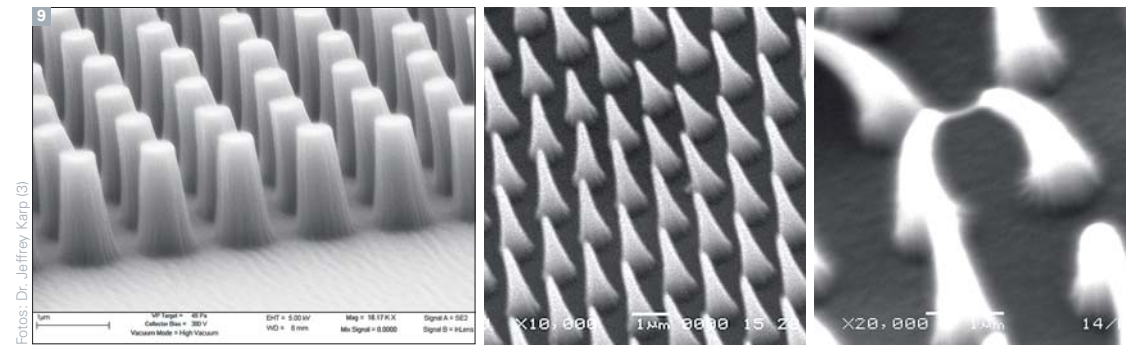
Seit Jahren zählt Langer zu den produktivsten Forschern in der Biotechnologie, egal ob man seine Arbeit an den drei amerikanischen Akademien nimmt oder seinen Rang auf den beliebten VIP-Listen von Forbes & Co. Kaum jemand in seinem Fach dürfte über ein vergleichbares Netzwerk in Wissenschaft und Industrie verfügen. Seine entschiedene Praxisnähe hat aus dem Langer Lab am MIT das weltweit größte Labor für Biotechnologie gemacht und es zu einem der wichtigsten Thinktanks für medizinische Forschung werden lassen.

Es begann mit dem Kampf gegen den Krebs. Bereits in den 70er-Jahren, in seiner Zusammenarbeit mit Judah Folkman, keimte die Idee, Tumore von innen zu bekämpfen, indem Wirkstoffe direkt in die Krebszellen eingeschleust werden. Das versprach die schlimmen Nebenwirkungen einer Chemotherapie deutlich zu senken. Aber es bedurfte dazu besonderer Makromoleküle, die ihre therapeutische „Nutzlast“ gezielt und in kontrollierter Weise zur rechten Zeit und am richtigen Ort „abladen“. Ein Konzept, an das am Anfang nur wenige Kollegen glaubten, das sich aber als überaus fruchtbar erwies. Denn der Materialforscher Langer entwickelte spezifische Polymere, die genau diese Aufgaben erfüllten. Zum Teil kann man die Wirkstoffabgabe sogar von außen fernsteuern mithilfe von Ultraschall oder Magnetfeldern. Heute sind manche der eingesetzten Nanopartikel hundert Mal kleiner als eine menschliche Zelle.

Foto: Jay Reed

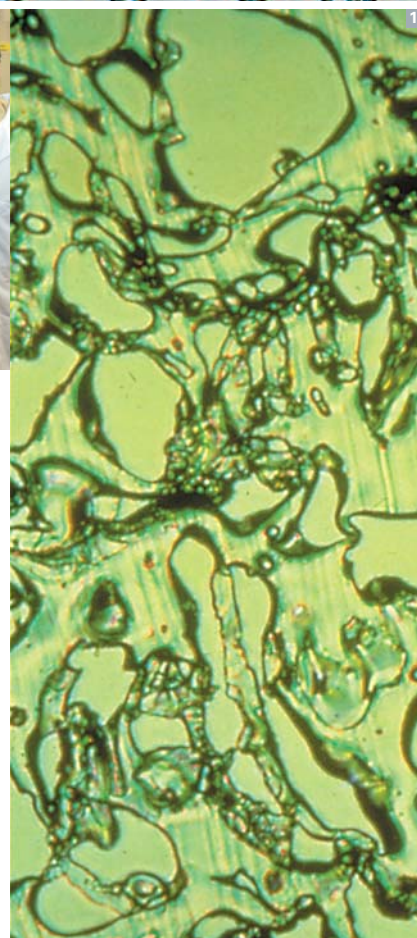
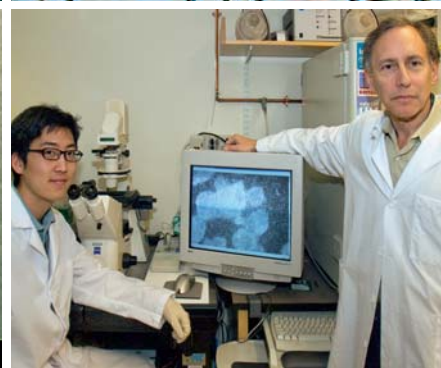
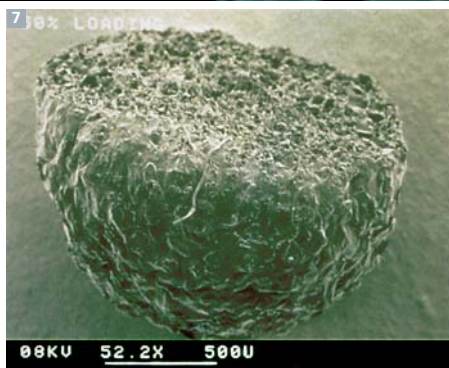


- Der Blick in Mikro- und Nanostrukturen erlaubt es, natürliche Materialien nachzubilden.
- 5) Mikroskopische Ansicht eines Aerosols
  - 6) Mikrogefertigtes System zur Bildung von Blutgefäßen
  - 7) Mikroskopische Ansicht einer kontrolliert freigesetzten Mikrosphäre, in zwei Hälften geteilt
  - 8) Polymer-Gerüste mit Leberzellen
  - 9) Mikroskopische Ansicht von neuartigem, aus gecko-ähnlichen Strukturen gebildetem Klebstoff
  - 10) Mikroskopische Ansicht eines kontrolliert freigesetzten Systems

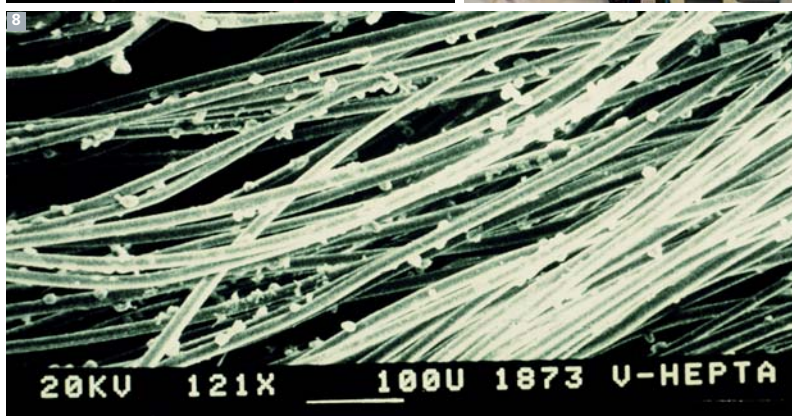


Die zahlreichen Patente, die die Basis dieser Krebstherapie bilden, brachten Langer 2006 die Aufnahme in die amerikanische Ruhmeshalle für große Erfinder. Und seine Beschäftigung mit körperverträglichen Polymeren erschloss ein weiteres neues Feld für die Medizin.

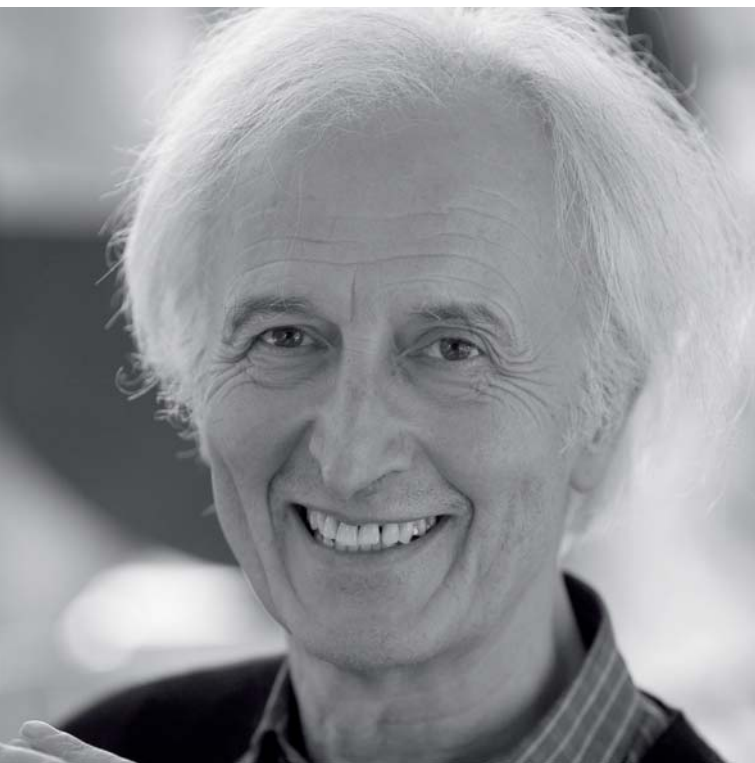
Tausende Menschen sterben jedes Jahr, weil es zu wenige Organspenden für Transplantationen gibt. Die Züchtung von Organen wäre eine Lösung für dieses Dilemma. Das Konzept, das das Team am Langer Lab verfolgt: Auf einem speziell entwickelten, biologisch abbaubaren Gerüst aus Polymeren, beispielsweise in Form einer Leber, werden entsprechende Zellen oder Stammzellen angesiedelt und vermehrt. In kontrollierter Umgebung wächst das neue Organ heran. Das Gerüst versorgt dabei die Zellen mit Nahrung, übernimmt den Abtransport der Rückstände und baut sich schließlich selbst ab. Diese raffinierte Kombination von Eigenschaften des Polymergerüsts ist die Entwicklung von Langers Team. Am Ende steht ein Organ zur Übertragung bereit, im Idealfall aus den eigenen Zellen des Empfängers und damit bestens verträglich. Ähnliche Perspektiven sieht Langer auch für Knochen und Knochenmark. „Solche gezüchteten Gewebe und Organe werden in unserem Jahrhundert viele Teile des menschlichen Körpers ersetzen und tausende Leben retten“, ist die Überzeugung des Forschers.



Als er sich zusammen mit Kollegen Mitte der 90er-Jahre mit einem Versuch für ein gezüchtetes Organ erstmals in die Öffentlichkeit wagte, geriet das allerdings zum PR-Desaster. Die Wissenschaftler hatten auf dem Rücken einer Maus ein menschliches Ohr aus Knorpelzellen von Rindern wachsen lassen. Es war ein Bild, das um die Welt ging und das alle Befürchtungen über Chimären zu bestätigen schien. Die mediale Katastrophe räumt Langer ein, die Wissenschaft dahinter aber verteidigt er als exzellent: Für ihn steht der Nutzen für den Patienten an erster Stelle.



Dass Langer viele seiner Arbeiten in enger Zusammenarbeit mit der Industrie entwickelt, lässt manchen Kollegen skeptisch nach Cambridge schauen. Aber Langer sieht darin einen wichtigen Verstärker und Beschleuniger seiner Arbeit. So kommen seine Ergebnisse schneller zu den Patienten. Das ist wichtig. Denn Bob Langer möchte, dass die Welt ein wenig besser wird durch seine Forschungen.



PROF. DR. HELMUT SCHWARZ  
Präsident der Alexander  
von Humboldt-Stiftung



PROF. DR. PETER GRUSS  
Präsident der  
Max-Planck-Gesellschaft

## Max-Planck-Forschungspreis 2008

### Die Bedeutung der Biomimetik

Das „Lernen von der Natur“ ist ein Forschungsprogramm, das schon vor Tausenden von Jahren von unseren Urahnen auf den Weg gebracht worden ist und das seither nicht aufgehört hat, aktuell zu sein: „Wenn ein Weg besser ist als der andere“, schrieb Leibniz in seiner Theodizee, „dann kann man sicher sein, dass es der Weg der Natur ist“.

Viele wichtige Inspirationen, die wir Menschen bisher aus der Natur bekamen, bezogen sich auf die Form: Leonardo da Vincis zahlreiche Studien sind Legende. Otto Lilienthal beobachtete Störche im Flug und untersuchte deren Flügel wie ein Biologe. Dann erst baute er die gefundenen Formen nach und optimierte im Sinne der technischen Anwendung. Der Architekt Frei Otto ließ Kieselalgen vermessen und diskutierte ihre Formen. Er tauchte Tausende von Schlaufen in Seifenlauge, bevor er seine poetischen Zeltdächer über dem Olympiagelände in München spannte und ein Konzept für ein leichteres Bauen entwarf. Oder die Bienenwabe: Immer wieder inspirierte ihre hexagonale Form Ingenieure zu hochfesten, aber materialeffizienten Konstruktionen.

Die neuen Werkzeuge, die in den vergangenen Jahren Einzug in die Wissenschaft hielten, die Vorstöße tief hinein in die Nanowelten, brachten neue Erkenntnisse in Dimensionen, die ob ihrer Winzigkeit den Forschern bislang nicht zugänglich waren. Zuerst entstanden daraus viele Ideen für das Außen, für die Oberflächen: der Lotuseffekt, der Schmutz ablaufen lässt, oder die Haihäute für Schiffe und Flugzeuge, die deren Reibungswiderstand senken. Durch die Möglichkeiten, bis in die molek-

„ Die Biomimetik verheißt breite und innovative Anwendungsmöglichkeiten in Medizin, Technik, Architektur und auch der Energieversorgung.

Dieser Preis wird zweifellos dazu beitragen, dass dieses Forschungsfeld auch in Zukunft zu weiteren bahnbrechenden Erkenntnissen gelangt. Wir sind stolz darauf, den Max-Planck-Forschungspreis auch in diesem Jahr zu verleihen und damit Forschung auf Weltniveau zu ermöglichen.



„ Biologische Materialien und Verfahren werden im Laufe der Evolution kontinuierlich optimiert und bilden damit eine wahre Fundgrube für Forschung und Entwicklung. Peter Fratzl und Robert Langer ist es gelungen, wesentliche Prinzipien zu durchschauen und kreativ für den Menschen nutzbar zu machen.

Ich freue mich sehr, dass wir die herausragenden Erkenntnisse mit dem Preis würdigen können und den beiden zugleich neue Möglichkeiten eröffnen, ihre Forschungsaktivitäten weiter auszubauen.



lare Ebene zu experimentieren, folgen jetzt immer mehr Entdeckungen gänzlich neuer Konstruktionsprinzipien: Peter Fratzls Team zeigt, wie Wasser dafür sorgt, dass Bäume ihre Zweige wie mit Muskelkraft bewegen können. Oder wie ein Weizenkorn sich mithilfe seiner Grannen selbst in den Boden bohrt. In dieser Identität von Material und Motorantrieb steckt sicher eine große Herausforderung für das zukünftige Denken und Konstruieren.

Gar nicht so selten gelingt in der Biomimetik der öffentlichkeitswirksame, schnelle Brückenschlag von der Grundlagenforschung zur Anwendung: Meister darin sind Robert Langer und sein Team. Ohne deren erfolgreiche Arbeit wäre der Kampf gegen Krebs nicht so weit fortgeschritten. Und die Hoffnung auf Züchtung von künstlichen Organen für kranke Menschen wäre bei Weitem nicht so vielversprechend.

Heute ist die enge Kooperation von zahlreichen Disziplinen Voraussetzung, um Biomimetik effektiv zu betreiben. Einer der Urväter, der Schotte D'Arcy Thompson, konnte seine mathematische Erschließung der Natur nur deshalb erfolgreich etablieren, weil er selbst gleich über drei verschiedene Arten der Bildung verfügte: Als Zoologe war er zugleich ein hervorragender Mathematiker und Altphilologe. Interdisziplinarität, das ist Voraussetzung für das Neue in der Biomimetik. Hier sind sowohl die Max-Planck-Gesellschaft als wissenschaftliche Heimat von Peter Fratzl als auch das Massachusetts Institute of Technology als Wirkungsstätte von Robert Langer mit ihren vielfältigen Möglichkeiten und ihrer besonderen Forschungskultur ideale Nährböden neuer Erkenntnis.

Mit dem Max-Planck-Forschungspreis werden Peter Fratzl und Robert Langer die für ihre Forschung nötige Interdisziplinarität weiterentwickeln können.