

A photograph of a rocky beach with a large amount of seaweed and driftwood scattered across the stones. The text is overlaid on the image.

NACH  
VOM DEM  
VORBILD  
DER  
NATUR

VIEL MEHR ALS NUR ARZNEIMITTEL



**Mit den Begriffen Naturstoff-Forschung und Naturstoff-Chemie wird in erster Linie die Suche nach neuen Arzneimitteln in Zusammenhang gebracht. Durch Extraktion von Pflanzen, Pilzen, Mikroorganismen-Kulturen oder tierischem Gewebe lassen sich sehr effizient neue Wirkstoffe für die pharmazeutische Industrie gewinnen. Es hat sich allerdings schon gezeigt, dass auf diesem Weg nicht das ganze Potenzial erfasst wird, das die Natur an Problemlösungen für uns bereithält. Durch genaue Beobachtung der Organismen in der Natur können auch bislang unbekannte Wirkmechanismen von Naturstoffen entdeckt werden. Aus dieser Erkenntnis heraus entwickelt sich derzeit viel beachtet und mit wachsendem Erfolg das junge Arbeitsgebiet der „Chemischen Ökologie“.**

Wenn nicht nur die Naturstoffe selbst, sondern auch die Prozesse untersucht werden, die dem Produzenten im Wechselspiel mit seinem ökologischen Umfeld zu Vorteilen verhelfen, kann der Weg zu völlig neuen Erkenntnissen über Wirkmechanismen, die die Natur im Verlaufe der Evolution entwickelt und optimiert hat, geebnet werden.

#### Dazu im Folgenden einige ausgewählte Beispiele

Aus der Beobachtung von Pflanzen in ihrem natürlichen Lebensraum können wir lernen, dass sie nicht permanent alle Wirkstoffe bevorraten, die sie für ihre Verteidigung benötigen. Erst bei Feindkontakt „rüsten sie auf“. Es hat sich nun gezeigt, dass sich der Feind in manchen Fällen auch imitieren lässt. Chemische Substanzen oder Substanzgemische, so genannte Elicitoren, die wie Hormone in kleinsten Mengen wirken, bringen Pflanzen dazu, sich gegen Schädlinge oder Pflanzenfresser zu schützen. Dieses Prinzip findet schon heute vereinzelt praktische Anwendung im Pflanzenschutz: Mit einem Elicitoraktiven Extrakt aus bestimmten **Braunalgen**, der als Naturprodukt grundsätzlich alle Voraussetzungen für eine Nutzung im ökologischen Landbau erfüllt, kann die Resistenz von Nutzpflanzen erhöht und so der Einsatz an chemisch-synthetischen Pestiziden und Herbiziden reduziert werden.

Das Prinzip, nicht auf Vorrat zu produzieren, trotzdem aber für den Ernstfall - oder besser Angriffsfall - gut gerüstet zu sein, ist in der Natur weit verbreitet. Dabei spielt die Speicherung inaktiver Vorstufen, die in einer Stresssituation in kürzester Zeit zu überlebenswichtigen Wirkstoffen umgesetzt werden können, eine besondere Rolle. Dies bezieht sich nicht nur auf Gifte, die zur Vertei-

digung gegen Fraßfeinde von Nutzen sind, sondern zum Beispiel auch auf Wirkstoffe und Mechanismen, die zum schnellen Verschluss von Wundverletzungen führen: Bei einigen Algen hat man gefunden, dass unmittelbar nach einer Verwundung aus inaktiven Vorläufern reaktive Moleküle mit zwei benachbarten **Aldehyd-Gruppen** freigesetzt werden. Diese reagieren schnell mit Proteinen der Alge, und so bildet sich innerhalb kürzester Zeit eine polymere Matrix aus, die eine Abdichtung des Gewebes ermöglicht. Ein analoger Mechanismus findet sich in den Wehrsekreten von Termiten, die es erreichen, die Fraßwerkzeuge von Angreifern durch rasche Polymerbildung zu verkleben. Unabhängig von den hier skizzierten Entdeckungen wird bereits heute nach einigen chirurgischen Eingriffen Glutaraldehyd eingesetzt. Glutaraldehyd ist eine kleine, hochreaktive Substanz, die ebenfalls über benachbarte Aldehyd-Gruppen verfügt und so körpereigene Proteine quervernetzen, das Gewebe verschließen und die Wundheilung beschleunigen kann. Von der Natur können wir nun die Kontrollmechanismen abschauen, die verhindern, dass die Substanzen bereits im unverletzten Organismus abreagieren. So könnten die eingesetzten Stoffe in Zukunft möglicherweise optimiert werden, um ein breiteres Einsatzgebiet in der Chirurgie zu eröffnen.

So dient die Lotus-Pflanze, die im Wasser lebt und Schmutzpartikel selbst in schlammigen Gewässern einfach von ihrer Oberfläche abperlen lässt, als Vorbild für die Entwicklung von neuen Materialien. Die Selbstreinigung beruht nicht etwa auf einer besonders glatten Oberfläche, sondern ganz im Gegenteil: Winzige Erhebungen machen die Oberfläche rau und sorgen dafür,

#### Aldehyd-Gruppen

H-C=O Gruppen.

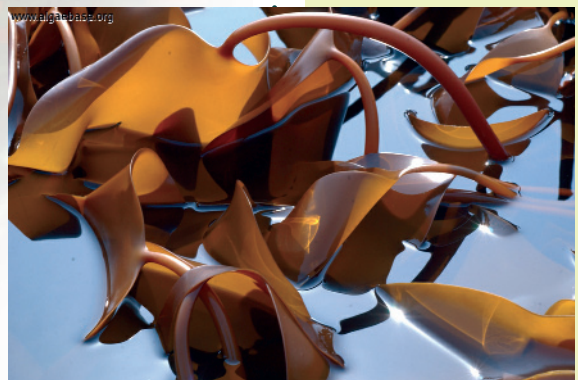
Typische Endgruppe in organischen Verbindungen, an der weitere Substanzen anknüpfen können.

#### Braunalgen

So genannte Makroalgen, die bis zu mehrere Meter lange Strukturen ausbilden können. Braunalgen sind an den Küsten der Weltmeere weit verbreitet.

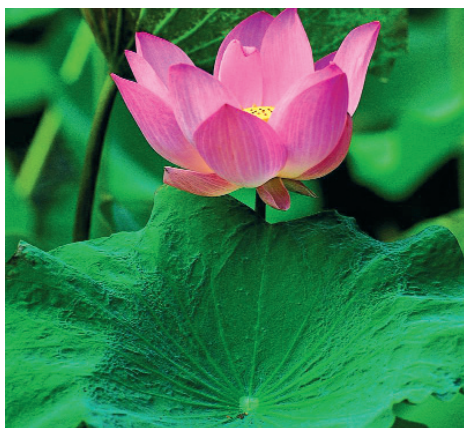
#### Mikroorganismen-Kulturen

Einzeller, wie Bakterien oder Mikroalgen können oft aus ihrem natürlichen Lebensraum isoliert werden und im Labor in Kulturen gehalten werden. Dazu müssen sie in künstliche Nährlösungen oder auf Nährböden überführt werden.



Die Braunalge *Laminaria hyperborea* wird zur Gewinnung eines Extrakts genutzt, der die Immunreaktion landwirtschaftlicher Nutzpflanzen anregt.





Selbst in schlammigen Gewässern finden sich auf Lotuspflanzen keine Verunreinigungen, da die Schmutzpartikel einfach abperlen. Das Prinzip dieser selbstreinigenden Oberfläche konnten Wissenschaftler imitieren und so Oberflächen schaffen, die weniger stark verschmutzen.



### Biominalisation

Bildung von anorganischen Festkörpern innerhalb oder an der Oberfläche von biologischen Systemen. Die z.B. Calcium- oder Silikat-reichen Verbindungen werden formal als von Lebewesen hergestellte Mineralien bezeichnet.

### Kieselalgen (Diatomeen)

Einzellige Algen, die den Hauptbestandteil des Planktons bilden.

dass die Kontaktflächen minimiert sind und so Schmutzpartikel leicht abgespült werden können. Nach diesem Vorbild wurde ein anti-Haft-System entwickelt, das unter dem Namen Lotus-Effekt bekannt geworden ist. Es hat mit großem Erfolg Einzug in unseren Alltag gehalten und dazu geführt, dass es Brillengläser gibt, die nicht mehr beschlagen, Fenster, die nicht mehr geputzt werden müssen, Fassaden, die Schmutz abweisen oder Teppiche, von denen auch Rotwein mühelos entfernt werden kann.

scheidung an synthetischen Peptiden beschrieben. Damit kann im Labor nach dem Vorbild der Kieselalgen eine gerichtete Mineralisierung auch unter milden Bedingungen verwirklicht werden. Dies wurde bereits dazu genutzt, um Oberflächen von Hologrammen so zu modifizieren, dass sie eine erhöhte Lichtbrechung aufweisen.

.....  
Georg Pohnert

Es gibt noch zahlreiche weitere Anregungen für die Materialforschung, wenn sie auch nicht ganz so spektakulär sind. Schon seit der Einführung der Lichtmikroskopie faszinieren die ungewöhnlich ornamentierten Zellwände

von **Kieselalgen (Diatomeen)** die Naturforscher. Diese Einzeller erreichen die Ausbildung von hoch geordneten Gerüststrukturen durch gezielte Ablagerung von mineralischem Silikat. Zwar wird Silikat als wohl definiertes Biomaterial bereits seit Langem als Chromatographiehilfsmittel verwendet, aber erst in den letzten Jahren sind die Vorgänge, die zur so genannten **Biominalisation** führen, genauer untersucht worden.

Dabei stellte sich heraus, dass Diatomeen ihre Silikat-Zellwand durch Anlagerung von löslicher Kieselsäure an Protein-Matrizen aufbauen, die so die Strukturen für die Kieselsäure-Polymerisation vorgeben. Dadurch entsteht ein einzigartiges Kompositmaterial mit mineralischen und organischen Bestandteilen. Schon wenige Monate nachdem dieser Mechanismus bekannt war, wurden erste Verfahren zur technischen Silikat-Ab-



*Plocamium rigidum Bory de Saint-Vincent*



## Weiterführende Literatur

Pohnert G: Wundverschluss durch Biopolymerisation (2005), Nachrichten aus der Chemie **53**(6), 638-640

Bauerlein E: Biomineralization. From biology to biotechnology and medical application (2000), (Gebundene Ausgabe), Wiley-VCH, Aufl. 1

Sumper M, Brunner E: Learning from diatoms: Nature's tools for the production of nanostructured silica (2006), Advanced Functional Materials **16**(1), 17-26

## Internetlinks

AlgaeBASE

Informationen über Algen und ihren Lebensraum sowie deren technische Anwendungen

[www.algaebase.org/](http://www.algaebase.org/)

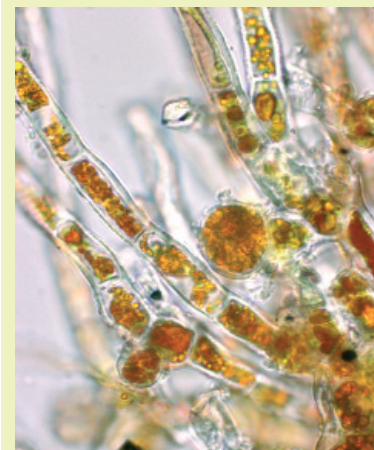
Forschungsgemeinschaft Knochen und Biomineralisation e.V.

[www.biomineralisation.de/](http://www.biomineralisation.de/)

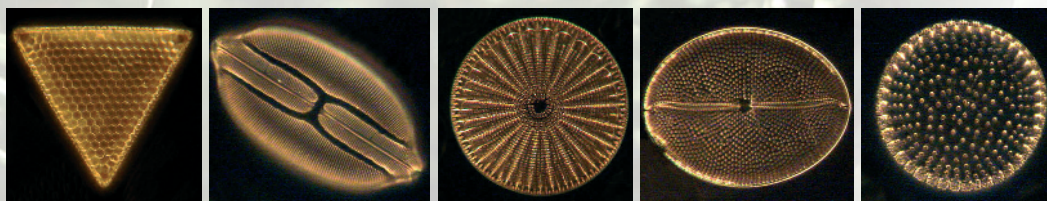
Lotus-Effekt

Projektgruppe Bionik am Nees-Institut der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

[www.nees.uni-bonn.de/bionik.htm](http://www.nees.uni-bonn.de/bionik.htm)



Die Braunalge *Trentepohlia abietina*: das Detail zeigt den basalen Teil der Alge mit reifen Gametangien.



Der Formenreichtum von Diatomeen wird durch gezielte Biomineralisation erreicht. Diese natürlichen Prozesse dienen als Vorbild für technische Umsetzungen in den Materialwissenschaften.