

"Smart Composites" fühlen und heilen sich selbst

Autor(en): **Roth, Patrick**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin**

Band (Jahr): - **(2007)**

Heft 72

PDF erstellt am: **15.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-968066>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.



«Smart Composites» fühlen und heilen sich selbst

Sie sind regenerationsfähig und formtreu: «Smart Composites», eine neue Generation von Verbundstoffen, liefern Auskunft über ihren Zustand, reparieren kleine Beschädigungen selbst und «erinnern» sich dabei an ihre ursprüngliche Form.

VON PATRICK ROTH

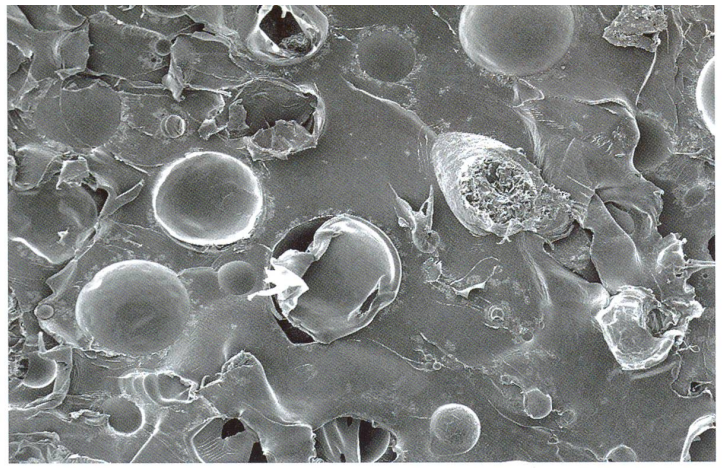
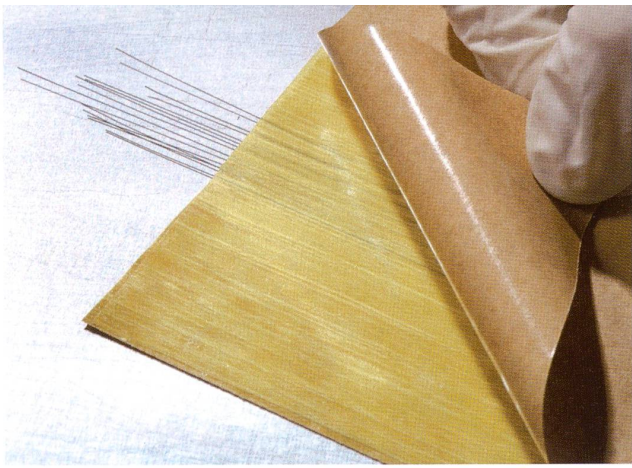
In der belebten Natur ist die Regeneration von beschädigtem Gewebe allgegenwärtig. Wir alle kennen das scharfe Signal des Schmerzes, das uns unmissverständlich mitteilt, wenn im ausgedehnten Zellenverbund unseres Körpers ein Schaden entstanden ist. Sofort verfügen wir über ziemlich präzise Informationen betreffend Ort und Schwere der Verletzung, und auch ohne unser Zutun beginnt der Organismus schnell und zielgerichtet mit der Wiederherstellung des beschädigten Organs. Mehr noch: Im Falle eines Bruchs liefern die

detaillierten Signale des Nervensystems laufend Hinweise über den Fortschritt des Wiederaufbaus – erst wenn der Knochen wieder belastbar ist, verschwindet allmählich die Schmerzempfindlichkeit.

Der Natur abgesehen

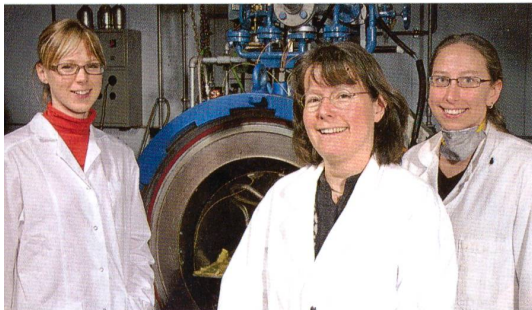
Seit rund zehn Jahren wird weltweit in der Materialwissenschaft versucht, die Selbstdiagnose und Heilung von biologischen Geweben in Baustoffen des Ingenieurwesens nachzuahmen. Besonders vielversprechend sind dabei Verbundwerkstoffe wie zum Beispiel mit Epoxidharz vorimprägnierte Kohlenstofffasern. Verbundwerkstoffe bestehen aus meh-

rerer Schichten oder Gemischen von Teilchen, Fasern, und Polymeren. Wird das Materialkonglomerat noch zusätzlich von Aktuatoren (d.h. Elementen, die eine Struktur zum Reagieren bringen) und Sensoren durchzogen, entstehen so genannte «Smart Composites». Bei der Entwicklung dieser Klasse von neuen Materialien mischen Wissenschaftler der ETH Lausanne im wahrsten Sinne des Wortes kräftig mit. Am Technologie-Laboratorium für Verbundstoffe und Polymere produziert eine Forschergruppe unter der Leitung von Véronique Michaud neue Materialkombinationen unter Verwendung von Formgedächtnislegierungen



Véronique Michaud (unten Mitte) entwickelte mit ihrem Team Fasern, die «fühlen» und sich selber «heilen». Diese neuen Verbundstoffe sind mit Epoxidharzen vorbehandelt und mit Verstärkungsfasern, Formgedächtnislegierungen und Lichtleitern ausgestattet (oben links). Flüssiges Epoxidharz in Mikrokapseln verklebt beschädigte Stellen wieder (oben rechts).

Bilder Alain Herzog (2), Eva Kirkby, University of Illinois



(FGL), mikroskopischen Harzkügelchen sowie Glasfasern bzw. Lichtwellenleitern oder kürzer: Lichtleitern. Ziel der Forschung sind adaptive Materialien, die Rückschlüsse über ihren Zustand liefern und sich nach Überlastungen selbst regenerieren können.

Erfolg mit Alinghi

Zurzeit verlangt die Arbeit der Materialwissenschaftlerin noch viel Finger-spitzengefühl. Statt von Nervenfasern werden «Smart Composites» von haarfeinen Glasfasersträngen durchzogen. «Ein einzelner Strang davon wird parallel zu einer Schar dünner FGL-Drähte in jede Schicht des neuen Materials eingebettet», erklärt Véronique Michaud. Die knifflige Prozedur, die in einigen Jahren in industriellem Massstab möglich sein soll, erfolgt im Moment noch grösstenteils manuell. Während die Glasfasern ausschliesslich zum Messen der Materialverformung dienen, erfüllen die FGL-Drähte gleich zwei Zwecke: Wenn

das «Smart Composite» überlastet wird und bricht, verhindern die eingewebten, dehnbaren Metallfäden das Zerbröckeln des Materials. Lässt man nun Strom durch die feinen Drähte fliessen, erwärmt sich deren Formgedächtnislegierung, und die Fäden ziehen sich auf ihre ursprüngliche Länge zusammen.

Die Information, wo ein «Smart Composite» mechanisch belastet wird oder sogar gebrochen ist, liefern die lichtwellenleitenden Glasfasern. Die Kanäle für Laserlicht sind in regelmässigen Abständen mit so genannten «Bragg-Gittern» versehen, welche eine spezifische Wellenlänge des Laserspektrums reflektieren. «Wird die Glasfaser verbogen, verändert sich diese Wellenlänge», erläutert Michaud. «Das kann sehr präzise gemessen werden.»

Das Konzept, Glasfasern in Baumaterialien als Sensoren einzusetzen, hat Potential: Das stellte Michauds Forschungsteam in Zusammenarbeit mit René Salathé vom Labor für angewandte Optik der ETH Lausanne jüngst unter Beweis. Der «Gesundheitszustand» von essenziellen Bauteilen der Hochsee-Rennjacht «Alinghi» wurde mit Hilfe von «Smart Composites» erfolgreich überwacht.

Künftig auch für Flugzeuge

Der biologischen Realität noch näher kommen sollen nun die selbstheilenden «Smart Composites» des Lausanner Teams. Der Doktorandin Eva Kirkby ist es in Zusammenarbeit mit Scott White von der University of Illinois gelungen, zusätzlich zu den signal- und formgebenden Kanälen auch noch winzige Harztröpfchen in das «Smart Composite» einzubetten. Eingehüllt in eine schützende Membran bleibt der klebrige Kunststoff flüssig, solange er nicht mit einem chemischen Aktivator in Kontakt kommt. «Der Aktivator ist natürlich ein Bestandteil des Verbundstoffes»,

erklärt Véronique Michaud den Trick. Bei jeder Beschädigung des «Smart Composite» zerreißen unzählige Harzkügelchen, und der flüssige Kunststoff ergiesst sich von selbst in jede Ritze der Bruchstelle, wo er mit dem Aktivator in Kontakt kommt und langsam erhärtet. Gleichzeitig ermöglichen die in dem funktionellen Material eingebetteten Glasfasern eine sofortige Lokalisierung des Defekts, so dass gezielt Strom durch die FGL-Drähte geleitet werden kann. Die sich verkürzenden Metalldrähte ziehen die Bruchstücke wieder in ihre Ausgangsposition zurück, und das «Smart Composite» repariert sich in seiner ursprünglichen Form.

Selbstheilende, intelligente Verbundstoffe werden zuerst überall dort Anwendung finden, wo Wartung oder Reparatur wichtiger Bauteile nur schwer oder gar nicht möglich ist, meint Véronique Michaud. Als erste Einsatzgebiete selbstheilender «Smart Composites» kommen daher zuerst die Weltraumtechnik sowie der Schiffs- und Flugzeugbau in Frage. Der Einsatz der strapazierfähigen Materialien in Massenprodukten wie Ski oder Inline-Skates ist dagegen in erster Linie eine Frage der Produktionskosten. Entsprechend soll das Lausanner «Smart Composites»-Projekt nicht nur prinzipiell zeigen, dass sich selbst reparierende Verbundstoffe mit Sensoren und Formgedächtnislegierung verwebt werden können. Es soll auch der Nachweis erbracht werden, dass das exotische Material mit den biologisch anmutenden Eigenschaften keine Laborkuriosität bleiben wird. «Unser Labor ist auf die Entwicklung neuer Herstellungsprozesse spezialisiert», sagt Véronique Michaud. Ziel ihrer Gruppe ist daher die Entwicklung eines Produktionsverfahrens, das von der Industrie übernommen und grosstechnisch eingesetzt werden kann. ■