Zeitschrift: Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin

Herausgeber: Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung

Band: - (2007)

Heft: 72

Artikel: "Smart Composites" fühlen und heilen sich selbst

Autor: Roth, Patrick

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-968066

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 05.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

«Smart Composites» fühlen und heilen sich selbst

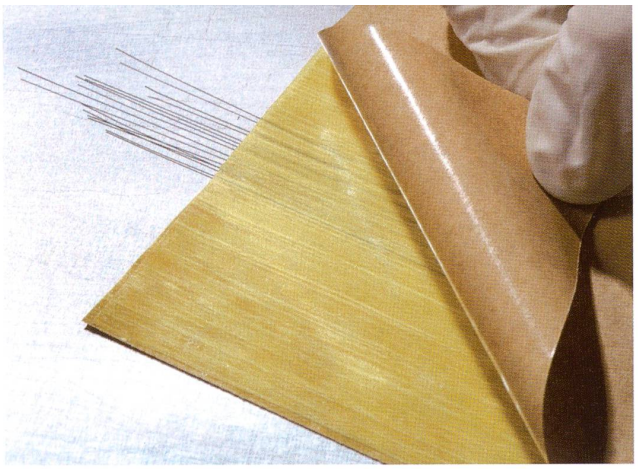
Sie sind regenerationsfähig und formtreu: «Smart Composites», eine neue Generation von Verbundstoffen, liefern Auskunft über ihren Zustand, reparieren kleine Beschädigungen selbst und «erinnern» sich dabei an ihre ursprüngliche Form.

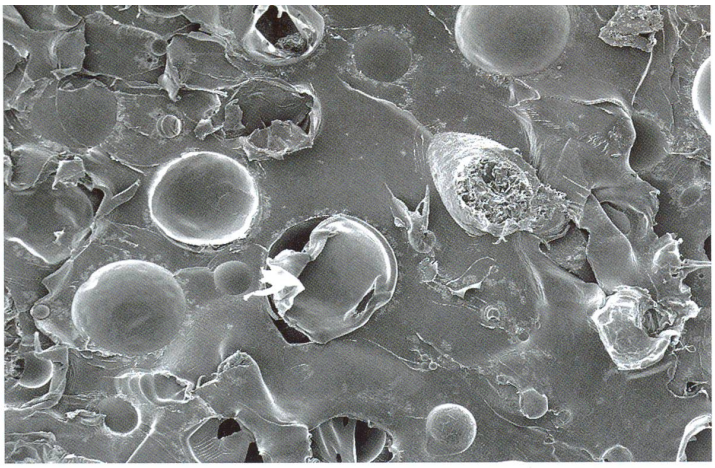
VON PATRICK ROTH

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 abgeschaut

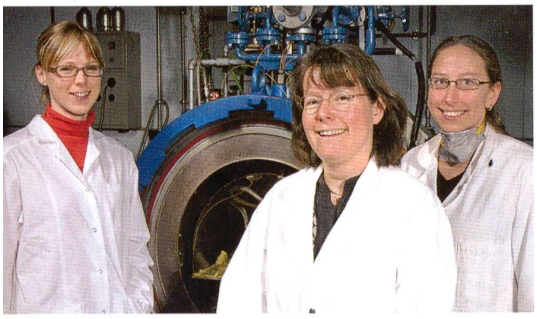
Seit rund zehn Jahren wird weltweit in der Materialwissenschaft versucht, die Selbstdiagnose und Heilung von biologischen Geweben in Baustoffen des Ingenieurwesens nachzuahmen. Besonders vielversprechend sind dabei Verbundwerkstoffe wie zum Beispiel mit Epoxidharz vorimprägnierte Kohlenstofffasern. Verbundwerkstoffe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