

OBERFLÄCHENTECHNIK

Was nicht haften will, wird geklammert

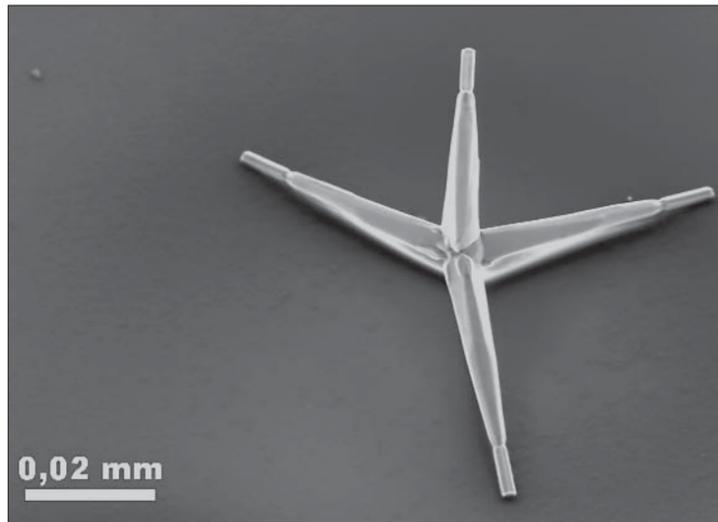
PRODUKTION NR. 37, 2012

Ein interdisziplinäres Forschungsteam der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU) hat eine neue Technologie entwickelt, mit der Teflon und Silikon erstmals aufeinander haften. Sie verwenden Nano-Kristalle als Heftklammern.

KIEL (BA). Die Nano-Heftklammern eröffnen Lösungen für eine Vielzahl technischer Herausforderungen, zum Beispiel in der Medizintechnik. Die von der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Sonderforschungsbereich 677 „Funktion durch Schalten“ finanzierte Arbeit wurde im Fachjournal „Advanced Materials“ veröffentlicht.

„Wenn die Nano-Heftklammern solch extreme Antihaftpolymere wie Teflon und Silikon miteinander verbinden können, dann halten mit ihnen auch alle möglichen anderen Kunststoffe aneinander“, sagt Professor Rainer Adelung. Adelung ist Leiter der Forschungsgruppe „Funktionale Nanomaterialien“ am Institut für Materialwissenschaft der CAU und betreut das Heftklammerprojekt von Seiten der Materialwissenschaften. Die neue Beschichtungstechnik verzichtet auf chemische Klebstoffe und kann laut Adelung in zahlreichen Alltags- und Hightechanwendungen nützlich sein. Darüber hinaus ist die Technik einfach anzuwenden und bedarf keiner teuren Spezialausrüstung oder -materialien.

Die Heftklammern sind Kristalle aus Zinkoxid mit einer Größe von mehreren Nano- bis wenigen Mik-



Jeder der Zinkoxid-Kristalle besitzt die Form eines Tetrapoden, also eines Gebildes mit vier Armen. Hier eine rasterelektronenmikroskopische Aufnahme eines solchen Kristalls.

Bild: CAU, Image: Xin Jin

rometern, also wenige Tausendstel- bis Millionstelmillimeter klein. Sie haben die Form von Tetrapoden, vier starren Armen, die von einem zentralen Punkt ausgehen. Größere Tetrapoden von mehreren Metern kennt man als Wellenbrecher zum Küstenschutz von Sylt oder Helgoland, wo sich die Arme ineinander verhaken und so den Kräften der Meeresströmungen trotzen.

Dauerhafte Haltekraft ohne chemische Klebstoffe

Beim Aneinanderfügen der Polymere werden zunächst Zinkoxidkristalle gleichmäßig auf einer erwärmten Teflonschicht verteilt. Darüber wird eine Silikonschicht aufgebracht. Um die beiden Materialien zu verbinden, werden sie für weniger als eine Stunde auf etwa

ein hundred Grad Celsius erwärmt. „Wir tackern sozusagen die beiden Antihafmaterialien von innen aneinander“, sagt Xin Jin, die Erstautorin der Studie ist und derzeit in Kiel für ihre Doktorarbeit forscht. Ihr Kollege und Betreuer Dr. Yogendra Kumar Mishra erklärt das Haftprinzip: „Wenn man an einem herausstehenden Arm des Tetrapoden zieht, graben sich die übrigen drei Arme tiefer in das Material, so dass der Tetrapode umso fester im Material sitzt.“

In Hightechbereichen wie der Medizintechnik gibt es eine große Nachfrage nach innovativen Methoden, vor allem Silikon auf anderen Materialien zu befestigen, zum Beispiel auf modernen Atemmasken, Implantaten oder auch kleinen Sensoren. Für derartige medizinische Anwendungen werden Verfahren benötigt, die gesund-



Die Arme der Tetrapoden-Heftklammern verhaken sich ineinander und bilden auf diese Weise einen festen Verbund. Auch hier eine rasterelektronenmikroskopische Aufnahme.

Bild: CAU, Image: Xin Jin

heitlich absolut unbedenklich, also biokompatibel sind. Viele Technologien nutzen chemische Reaktionen: Die Materialien werden aneinander geklebt. Doch die chemischen Prozesse können auch die Polymere verändern und sie im ungünstigsten Falle sogar giftig

Rein mechanische Verknüpfungstechnik

machen. Die Tetrapoden-Heftklammern hingegen sind eine rein mechanische Verknüpfungstechnik, so dass das Kieler Forschungsteam davon ausgeht, dass sie biokompatibel sind.

Mit den Nanoklammern hält die Teflon-Silikonverbindung einer Kraft von 200 Newton pro Meter stand. Das entspricht etwa dem Abziehen von herkömmlichem Klebeband von einer Glasoberflä-

che. „Diese Haftwirkung der Nanotetrapoden ist erstaunlich, wenn man bedenkt, dass – soweit wir in Erfahrung bringen konnten – bislang niemand Teflon und Silikon überhaupt zum Haften aneinander bringen konnte“, sagt Lars Heepe, Doktorand am Zoologischen Institut der CAU, der die Haftkraft präzise vermessen und die Heftklammern mikroskopisch analysiert

Publikation

X. Jin, J. Strueben, L. Heepe, A. Kovalev, Y. K. Mishra, R. Adelung, S.N. Gorb, A. Staubitz (2012): Joining the un-joinable, *Advanced Materials*, DOI: 10.1002/adma.201201780
 ▶ <http://onlinelibrary.wiley.com>
 ▶ Sonderforschungsbereich 677: www.sfb677.uni-kiel.de

ROBOTIK

Unbekannten Gewässern auf den Grund gehen

PRODUKTION NR. 37, 2012

Ein intelligenter mobiler Tauchroboter inspiziert unter Wasser liegende Pipelines von Industrieanlagen eigenständig und erkundet unbekannte Gewässer. Diese Technologie entwickelten Forscher des DFKI Robotics Innovation Center in Bremen.

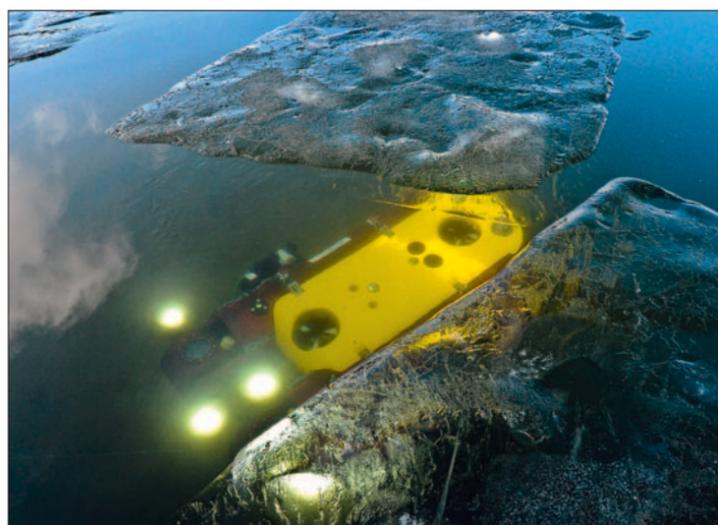
BREMEN (BA). Das gut ein Meter lange und 75 kg schwere AUV (Autonomous Underwater Vehicle) nutzt zwei Methoden, um sich präzise selbst zu lokalisieren und visuelle Landkarten zu erstellen. Eingebaute Sensoren senden Schallsignale aus, über die der Roboter seine Position ähnlich der GPS-Methode bestimmen kann. Ein weiterer Sensor misst die Geschwindigkeit, mit der sich das AUV fortbewegt. Die Analyse dieser beiden Sensoren sorgt für stabile Positionsdaten.

Mit zwei Kameras im Kopfnimmt Dagon während der Fahrt Bilder der Unterwasserlandschaft auf. Die Software verrechnet sowohl das rechte als auch das linke Kamerabild. „Was das Gehirn für uns erledigt, erledigt dieser Algorithmus für den Roboter: Er schafft aus zwei Bildern ein dreidimensionales

Bild“, erklärt Projektleiter Marc Hildebrandt. Pro Sekunde werden fünf Bildpaare geschossen. Jede Aufnahme liefert zwei Millionen Pixel an Information. Selbst kleine Unterschiede in der Bodenstruktur

Roboter erstellt eine Landkarte des Einsatzortes

werden erkannt und abgespeichert. So braucht das System keine markanten Punkte wie große Steine, um sich zu orientieren. Anhand seines Abstands und Blickwinkels auf einen bestimmten Punkt errechnet das System seine Position. So ergibt sich eine Landkarte des Einsatzortes, an der sich der Roboter orientieren kann. Von der Methode der 3D-Kartierung profitiert auch die Natur: Wird das System in Regionen eingesetzt, in denen schallempfindliche Meeressäuger



Fahrt unter der Eisdecke: Der AUV Dagon bei einer Testfahrt im zugefrorenen Bremer Uni-See.

Bild: DFKI GmbH

leben, kann diese künftig die Ortung per Schall ersetzen.

Die Entwicklung von Unterwasser-Robotern ist eine besondere Herausforderung. Denn hier gibt es Einflussfaktoren, die es an Land nicht gibt: Das Farbspektrum verändert sich stetig, ebenso die Trübe des Wassers. Die technische Aus-

rüstung muss immensem Wasserdruck standhalten. Das DFKI verfügt über ein Unterwasser-Labor mit einem rund 44 000 Liter fassenden Tank, der über Glasfassaden einsehbar ist. Hier testen Forscher künftige Tiefsee-Technologien wie das Vorhaben CUSLAM. Aus den Kinderschuhen herausgewachsen,

sind es nun zusammengerechnet 40 Tage, an denen Roboter Dagon und die Algorithmen auch unter realen Bedingungen außerhalb des Labors getestet wurden. „Anfangen haben wir im Schwimmbad der Uni Bremen, dann folgten Tauchgänge im Uni-See, im Kieler Hafen und im künstlichen Riff Nienhagen. Pünktlich zum Projektende setzten wir Dagon dann im Kohlekraftwerk ein“, sagt Hildebrandt. Weitere Firmen haben bereits Interesse bekundet.

Premiere für das System im Kohlekraftwerk

Das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) mit rund 1,2 Mio Euro über drei Jahre geförderte Projekt CUSLAM wurde jetzt erfolgreich abgeschlossen. Erste Industrienaufträge hat das Team um Prof. Dr. Frank Kirchner mit dem neuen System bereits ausgeführt: DFKI-Roboter Dagon inspiziert die Innenwände der Kühlleitungen eines Kohlekraftwerks in Norddeutschland. Weitere Einsatzfelder können künftig Anlagen in der Tiefsee sein.