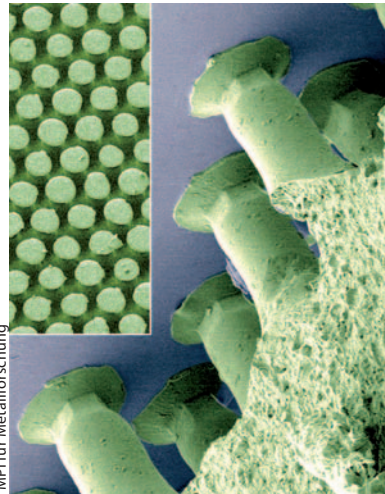


■ Klebt wie Käfer

Ein Haftmaterial nach dem Vorbild von Insektenfußsohlen.

Vorbild Natur – um die Hafteigenschaften künstlicher Oberflächenstrukturen zu verbessern, nahmen Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Metallforschung in Stuttgart die Klebesohlen von Käfern der Familie Chrysomelidae genauer unter die Lupe bzw. unter das Elektronenmikroskop. Was sie sahen, waren Oberflächen aus Mi-



Wie das neuartige Haftmaterial (grün) an der Oberfläche strukturiert ist (Inset) und wie es an einer glatten Glasscheibe (blau) haftet, zeigt sich unter dem Rasterelektronenmikroskop.

MPI für Metallforschung

krohärchen mit pilzartigen Köpfen. Genau diese Struktur dient nun als Vorbild für ein neues „biomimetisches“ Haftmaterial, das an glatten Wänden kleberfrei haften kann.¹⁾ Die Forscher um Stanislav Gorb entwickelten das Material zusammen mit der Gottlieb Binder GmbH in Holzgerlingen – einem Spezialisten für Befestigungssysteme.

Schon seit langem ist bekannt, dass Insekten, Spinnen und Geckos mit Hilfe von extrem dünnen Härchen an den Fußsohlen regelrecht an der Wand kleben können. Grundsätzlich gilt: Je größer das Tier, desto feiner die Haare. Daher vertrauen die im Verhältnis zu einer Fliege recht schweren Geckos gewissermaßen ihr Leben der Nanotechnik an. Neben der Feinheit ist jedoch auch die Form der Fasern von großer Bedeutung; besonders stark haften z. B. spatelförmige Haarenden. Doch wie lassen sich solche Strukturen künstlich herstellen?

Ideengeber dazu war diesmal nicht Mutter Natur, sondern viel-

mehr Mutters Kuchenform: Wie beim Backen dient eine Negativform als Vorlage für die gewünschte Struktur. In diese wird ein polymerisierendes Gemisch gefüllt, das sich nach der Aushärtung zerstörungsfrei entfernen lässt. Wie so eine Mikrostruktur-Kuchenform beschaffen sein muss, bleibt allerdings ein Betriebsgeheimnis der Forscher. Ein weiteres Problem war die Viskosität der Polymer-Mischung: Ist sie zu flüssig, fließt sie gleich wieder aus der Form – ist sie zu zäh, gelangt sie gar nicht erst hinein.

Flächen bis zum Format DIN A4 lassen sich auf diese Weise mit einer Haftoberfläche beschichten. Schon fünf Quadratzentimeter genügen, um bis zu hundert Gramm schwere Gegenstände an glatten Wänden zu halten. Außerdem lässt sich das System hunderte Male an eine Glasscheibe ankleben und wieder abziehen, ohne dass die Struktur darunter leidet, es hinterlässt keine sichtbaren Spuren und kann mit Seifenlauge wieder gereinigt werden.

Als nächstes gilt es, die Haftung durch noch feinere Strukturen weiter zu verbessern und die Herstellung vom Labor in die großtechnische Produktion zu übertragen. Die potenziellen Anwendungen reichen von wieder verwendbarem Klebeband bis hin zu Schuhsohlen für Kletterroboter.

■ Laser misst Hautalterung

Ein nicht-invasives Laserverfahren liefert Einblicke in die Alterungsprozesse der Haut.

Wodurch und wie stark Haut altert, ist eine wichtige Frage – nicht nur für Dermatologen. Bislang konnte der Einfluss von Umwelt, Hormonschwankungen, Rauchen oder auch häufige Solarienbesuche nur an entnommenen Hautproben unterm Mikroskop getestet werden. Hautmediziner von der Uni Jena haben nun in Zusammenarbeit mit Forschern des Fraunhofer-Instituts

für Biomedizinische Technik und der JenLab GmbH ein tomographisches Verfahren entwickelt, das ohne Gewebeentnahme auskommt. Das von JenLab unter Leitung von Karsten König entwickelte medizinisch zugelassene Gerät arbeitet mit einem durchstimmbaren Titan: Saphir-Femtosekundenlaser im nahen infraroten Bereich und einer sensitiven Einzelphotonenzählung.²⁾

Entscheidend für eine Aussage über die Hautalterung sind die im Bindegewebe der Haut vorhandenen Anteile zweier Proteine: Kollagen und Elastin. Beide Proteine werden im Laufe der Zeit von Enzymen abgebaut. Auftreffende UV-Strahlung, aber auch Nikotin, beschleunigen diesen Abbau zusätzlich. Um ihn zu verfolgen, rastern Martin Köhler und seine Kollegen definierte Hautpartien mit ultrakurzen Laserpulsen im nahen Infrarot (820 nm) ab. Das Kollagen erzeugt dabei frequenzverdoppeltes blauviolette Licht – die sog. 2. Harmonische Welle – mit einer Wellenlänge von 410 nm. Das Elastin dagegen fluoresziert mit seinem Maximum im grünen Spektralbereich. Analysiert man nun mit Hilfe geeigneter Filter das Verhältnis von Kollagen zu Elastin, so erhält man einen Indikator für die Alterungsprozesse in der betreffenden Hautpartie. Der neuartige Tomograph erlaubt eine simultane bildgebende Erfassung dieser beiden Parameter, und zwar mit einer räumlichen Auflösung von rund einem tausendstel Millimeter.

Erste Messungen ergaben, dass der relative Kollagengehalt der Haut mit dem Alter der Probanden tatsächlich abnimmt. Besonders eindeutig ist der Zusammenhang, wenn Männer und Frauen separat betrachtet werden: Die Hautalterung scheint bei Frauen deutlich schneller zu verlaufen als bei Männern. Beide Aussagen sind allerdings noch mit Vorsicht zu genießen. Bislang wurden nur 18 Probanden untersucht. Zudem soll die Aussagekraft der Methode durch Vergleiche mit Messungen der Hautelastizität oder der Zahl und Tiefe von Fältchen erhöht werden.

1) S. Gorb et al., Journal of the Royal Society Interface, doi:10.1098/rsif.2006.0164

2) Martin J. Köhler et al., Optics Letters 31, 2879 (2006)

■ Brennstoffzelle 2.0

Neue Materialien machen Brennstoffzellen leichter, robuster und preiswerter.

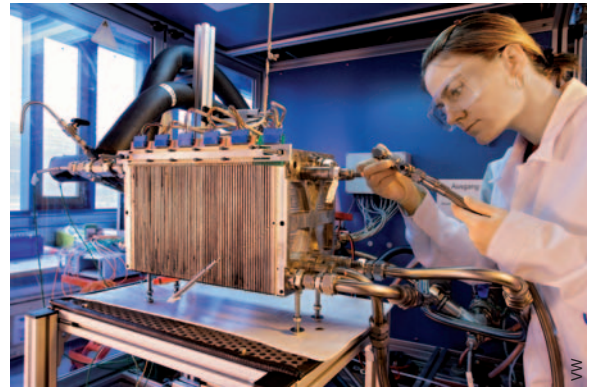
Eine Brennstoffzelle setzt chemische Energie eines Oxidationsprozesses direkt in elektrische Energie um: Wasserstoff und Luftsauerstoff reagieren im Beisein einer protonenleitenden Membran und zweier Elektroden an der Kathodenseite zu Wasser. Dabei entsteht nutzbare elektrische Energie. Das ist inzwischen ein alter Hut. Warum kann man dennoch keine Elektroautos mit Brennstoffzellen kaufen?

Heute gängige Niedrigtemperatur-Brennstoffzellen (NT-Zellen) werden bei einer Membran-Temperatur von rund 80 C° betrieben. Steigt die Temperatur über diesen Wert, bricht die Leistung ein und die Zelle wird letztendlich zerstört. Deshalb benötigen Fahrzeuge mit NT-Zellen ein aufwändiges Kühlsystem. Zudem müssen die zugeführten Gase permanent befeuchtet werden, da sonst die für die Funk-

tion wichtigen, in der Membran eingelagerten Wassermoleküle nach und nach verdunsten. Kühlung und Befeuchtung erschweren einen Einsatz im Serienfahrzeug.

Eine nun von Volkswagen vorgestellte Hochtemperatur-Brennstoffzelle (HT-Zelle) arbeitet dagegen mit einer neu entwickelten Membran und speziell aufgebauten Elektroden bis zu einer Grenztemperatur von 160 C°. Das Ergebnis: Sowohl eine aufwändige Kühlung als auch ein kompliziertes Befeuchtungssystem sind überflüssig.

Bei der neuen HT-Zelle findet die Protonenleitung in der Membran nicht über eingelagerte Wassermoleküle, sondern über Phosphorsäure statt. Phosphorsäure ist ein ähnlich guter Elektrolyt wie Wasser, besitzt aber einen höheren Siedepunkt. Allerdings entsteht in der HT-Membran, wie bei der NT-Membran, sog. Produktwasser, das in die Membran eindringen und die Phosphorsäure auswaschen kann, sodass der Stromfluss abbricht. Es sei denn, man



Ein Stapel aus Hochtemperatur-Brennstoffzellen im Prüfstand

modifiziert zusätzlich auch noch die Elektroden.

Dazu beschichten die Forscher mit einer speziellen Siebdruckmaschine aus der Halbleitertechnik mehrere Kohlenstoff-Vliese mit einer katalytisch aktiven Platinpaste. Dieser Aufbau der Elektrode verhindert das Auswaschen der Phosphorsäure. Im Jahr 2010 könnte diese Technologie erste Versuchsfahrzeuge antreiben.

Holger Kock