

Medienmitteilung

Dübendorf / St. Gallen / Thun, 1. September 2006

Durchsichtig und kratzfester dank Nano

Perfekte Mischungen für optimierte Polymere

Kratzfeste Lackierungen, die perlmuttartig glänzen, oder Tapeten, die je nach Betrachtungswinkel in einer andern Farbe schimmern: Nanopartikel machen's möglich. Empa-Forscher haben ein neuartiges Verfahren entwickelt, um Kunststoffe mit Nanopartikeln zu verstärken. Dadurch werden die Polymere wesentlich robuster, bleiben aber durchsichtig, da die nanometerkleinen Partikel gleichmässig verteilt sind. Das eröffnet den neuen Materialien ein breites Anwendungsgebiet.

«Nano» revolutioniert derzeit nicht nur die Materialwissenschaften, sondern auch die Verfahrenstechnik. Selbst eine so traditionelle Technologie wie Kleben – bereits die Neandertaler haben einen «Eiszeit-Uhu» auf Birkenpechbasis hergestellt – lässt sich mit Nanopartikeln zu einer hochmodernen Fügetechnik «tunen». Um den Polymerklebstoffen aber bestimmte massgeschneiderte Eigenschaften – beispielsweise einen optischen Lichtbrechungsindex – zu verleihen, ist eine komplizierte Prozedur erforderlich. Die winzigen Partikel, die den herkömmlichen Klebepolymeren beigemischt werden, müssen einerseits alle gleich gross sein, andererseits dürfen sie nicht aneinander haften, müssen also gleichmässig im Klebstoff verteilt sein. Dadurch erhalten die Leimstellen einen höheren Lichtbrechungsindex und innere Festigkeit.

Verklumpen verboten

Die Evolution war die erste «Anwenderin» der Nanotechnologie. Viele Phänomene und «Tricks» der Nanowelt lassen sich am besten an Beispielen aus dem Tier- und Pflanzenreich veranschaulichen. So auch die Kräfte, die für die Wechselwirkung zwischen Nanopartikeln verantwortlich sind. «Erklimmt beispielsweise ein Gecko einen senkrechten oder überhängenden Felsen, macht er sich diese Anziehungskräfte zunutze. Unzählige Härchen an den Füssen des Reptils übertragen kleinste Kräfte, deren hohe Anzahl das Haften ermöglicht.» So beschreibt Hervé Dietsch von der Abteilung «Nanoscale Materials Science» die so genannten Van-der-Waals-Kräfte, die auf der Ebene von Atomen und Molekülen – also im Nanokosmos – für das Verklumpen der Teilchen verantwortlich sind.

Diese Kräfte möchten die Empa-Forscher zusammen mit Kollegen der Uni Fribourg neutralisieren, um Materialien mit neuartigen Eigenschaften zu entwickeln. Denn nur wenn die Partikel gleichmässig verteilt sind und nicht verklumpen, resultiert die grösstmögliche Oberfläche, um chemisch-

physikalische Eigenschaften signifikant zu verbessern. So lassen sich zum Beispiel extrem harte und dennoch durchsichtige Kunststoffe herstellen. Klebstoffe zeigen einen Lichtbrechungsindex, der mit herkömmlichen Produkten nicht erreicht wird. Solche Materialien werden zunehmend bei optischen Geräten wie Ferngläsern und -rohren eingesetzt, um damit die optischen Bauteile zu verkleben. Nur wenn die Leimstellen denselben Lichtbrechungsindex wie die zu verklebenden Glasprismen aufweisen, lassen sich optische Verzerrungen vermeiden.

Nass statt trocken

Das ist allerdings einfacher gesagt als getan. Denn Nanopartikel verklumpen sofort, wenn sie dem Kunststoff im herkömmlichen Verfahren, sprich als Pulver, beigemischt werden. Anders in den Forschungslabors der Empa. Hervé Dietsch stellt die kleinen Partikel aus Siliziumoxid in einer Lösung her, unter Bedingungen, die ein Verkleben erschweren. Über die Konzentration der Ausgangsstoffe in der Lösung steuert der Forscher die Grösse der Partikel, deren Durchmesser von 30 Nanometer bis zu einem Mikrometer reichen. Zusätzlich verändert er die Oberfläche chemisch, damit sich die Partikel gegenseitig abstossen und sich später mit dem Kunststoff besser verbinden. Dieses Verfahren bietet etliche Vorteile, um «mit der Oberfläche der Partikel zu spielen, ob chemisch oder physikalisch. So haben wir jederzeit die Kontrolle über die Oberfläche», sagt Beat Keller, der Dietsch während seiner Dissertation an der Empa betreute.

Vor der Polymerisation des Kunststoffes mischen Keller und Dietsch dem Monomer – dem «Kunststoffbaustein» – die modifizierten Partikel mitsamt dem Lösemittel bei. Dieses verdampft, wenn sich die Polymerketten bilden. Übrig bleibt ein durchsichtiges und kratzfestes Material. Das Endprodukt sei perfekt, das Herstellungsverfahren aber aufwändig, weshalb es derzeit für einen Einsatz in grossem Stil noch nicht in Frage käme, so Dietsch. Für bestimmte Hightech-Anwendungen wie Speziallacke für die Weltraumindustrie könnte es aber bereits eingesetzt werden. Das Verfahren soll nun in Zusammenarbeit mit dem neuen «Fribourg Center for Nanomaterials» – dem neuen Arbeitsort von Hervé Dietsch – weiter optimiert werden.

Experimenteller Einsatz von «Quantum Dots»

Bleibt noch die Frage, wie sich die Nanopartikel in den Polymeren verteilen. Um dies zu beantworten, entwickelten Wissenschaftler der Empa ein experimentelles Verfahren. Sie benutzten kleine leuchtende Nanokristalle aus Cadmiumselenid. Diese so genannten «Quantum Dots» – Nanokristalle mit einer Grösse von zwei bis acht Nanometer – verknüpften sie mit den grösseren Silika-Nanopartikeln. Sobald die einzeln fürs Auge nicht sichtbaren, derart «markierten» Nanopartikel zu grösseren Brocken verklumpten, waren sie wie eine Art kleine «Supernova» anzuschauen. So können die Forscher mit dem Lichtmikroskop erkennen, ob sich die Nanopartikel «monodispersiv» verhalten, also nicht aneinander haften, oder aber miteinander verkleben.

Auch bei der normalerweise sehr teuren Herstellung der giftigen Quantum Dots gingen die Empa-Forscher neue Wege. Sie verwendeten bei der Produktion weniger schädliches Material und

verzichteten auf gefährlich hohe Temperaturen. «Unsere Quantum Dots erreichen nicht dieselbe Qualität wie konventionell hergestellte», gibt Hervé Dietsch zu. «Aber für unsere Experimente genügen die Eigenschaften vollkommen». Und das Budget strapazieren die Quantum Dots «made by Empa» auch nicht sonderlich; sie kosten pro Gramm lediglich 30 statt etwa 670'000 Franken.

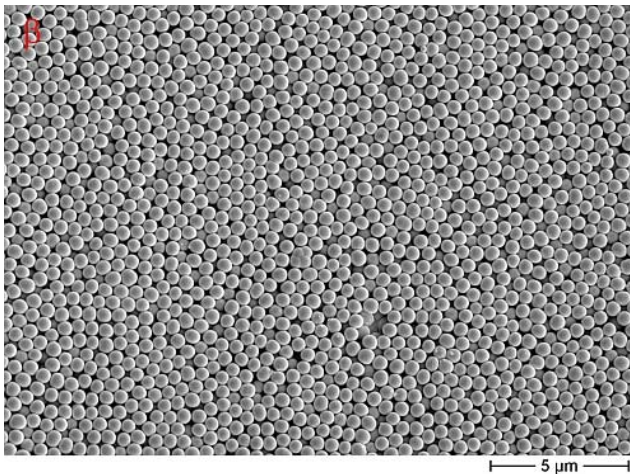
Text: Manuel Martin

Für den Bezug des elektronischen Texts und der Bilder:

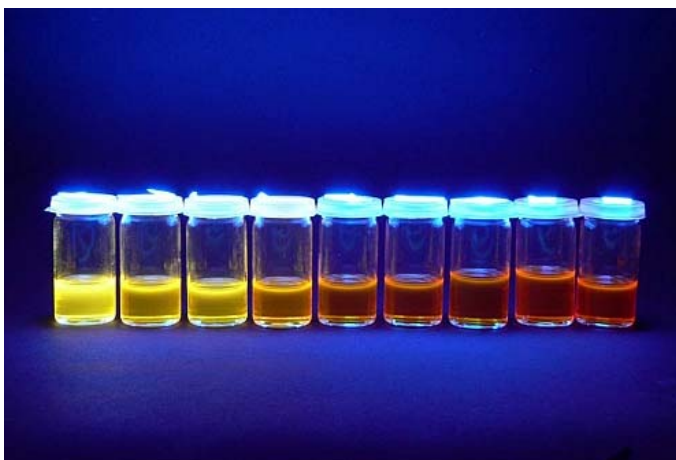
Sabine Voser, Abt. Kommunikation, Tel. +41 44 823 45 99, E-mail sabine.voser@empa.ch

Fachliche Ansprechperson

- Dr. Beat Keller, Abt. Nanoscale Materials Science, Tel. +41 44 823 46 52, E-mail beat.keller@empa.ch
- Hervé Dietsch, Université de Fribourg, E-mail: herve.dietsch@unifr.ch



Ein Blick durch das Rasterelektronenmikroskop (REM) mit Nanometer-Auflösung zeigt die regelmässige Anordnung der Nanopartikel. Hier sind es Silika-Partikel mit einem Durchmesser von 515 +/-15 Nanometer.



Mit Temperaturen zwischen 110 und 180°C bestimmen die Empa-Forscher die Grösse der leuchtenden Quantum Dots (von zwei bis acht Nanometer). Die Farbe der Quantum Dots verändert sich je nach Grösse (von gelb bis rot).

