

Fraunhofer Magazin



Die neue Leichtigkeit

luK
**Simulationen
gegen die Flut**

Adaptronik
Werkstoffe mit IQ

Roboter
Die Super-Molche

1.2006

Schimmelfrei mit Silber

Nanotechnologie

Schon im Mittelalter sollte eine Silbermünze auf der Zunge die Pesterreger abwehren. In weitaus kleinerer Form wirkt das Edelmetall nun gegen verschiedenste Keime: Als Nanopartikel verhindert es in einer Wandfarbe die Schimmelbildung in Innenräumen und den Algenbewuchs an Fassaden.

Makroaufnahme
eines Schimmelpilz.
© Fraunhofer.

Zarte, hellviolette Härchen schmiegen sich aneinander, leicht gekrümmt unter dem Gewicht kugelförmiger Kapseln an ihrer Spitze. Direkt daneben sprießt ein lindgrünes Gespinst, das in eine wogende Fläche aus seidenweichen, schwarzen Stängeln übergeht. Der geheimnisvolle Feenwald verzaubert. Allerdings nicht an jeder Stelle: Während die prächtige Vielfalt von Schimmelpilzen unter dem Mikroskop fasziniert, sind die haarigen Gebilde an Zimmerwänden ein höchst unwillkommener Anblick – und stehen zudem im Verdacht, Atemwegserkrankungen und Allergien auszulösen. Sie sind dennoch keine Seltenheit: In über neun Prozent der Wohnungen in Deutschland wuchern Schimmelpilze, wie eine repräsentative Studie der Universitäten Jena, Berlin und Dresden aus dem Jahr 2003 zeigt.

Die schnelle Lösung gegen die unerwünschten Gewächse ist oft der Griff zur Anti-Schimmel-Farbe oder zum «Schimmel-Ex». Der Nachteil dieser Produkte: Sie basieren häufig auf Bioziden, die sie nach und nach

an die Umgebung abgeben. Dadurch können die Wirksubstanzen nicht nur zum Schimmelherd gelangen, sondern – über die Atemluft beispielsweise – auch in den menschlichen Körper. Zudem wird das Biozid langsam verbraucht und verringert entsprechend die Wirksamkeit des Anstrichs mit der Zeit. Eine emissionsfreie Alternative zu den Biozid-basierten Anstrichen ist nun seit Sep-

Ein Hauch von Silber

Auf antibakteriell wirkendes Nanosilber setzen die Forscher des Fraunhofer-Instituts für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM in Bremen. Seit über zehn Jahren entwickeln sie Verfahren, um die Nanopartikel herzustellen und sie für verschiedenste Anwendung maßgeschneidert aufzubereiten. Die Produktion von feinstem Silberpulver ist bereits erfolgreich ausgegründet und eines der Standbeine der Firma Bio-Gate Bioinnovative Materials GmbH. Im IFAM liegen die Schwerpunkte nun auf Prozessen, um nanoskalige Silberkolloide und Silberdünnschichten herzustellen. »Dabei ist es immer unser Ehrgeiz, die Nanopartikel im gleichen Prozess sowohl zu synthetisieren als auch in einen Hauptbestandteil des späteren Produkts zu integrieren«, sagt Bernd Günther vom IFAM. Dazu scheiden die Forscher das Silber für kolloidale Lösungen etwa direkt aus der Gasphase in Trägerflüssigkeiten ab. Diese können dann zum Beispiel einen Inhaltsstoff eines bakteriziden, medizinischen Kunststoffes bilden, aber auch im Maschinenbau als Additiv in Schmiermitteln oder Dichtungen eine mikrobielle Kontamination der Anlagen verhindern. Um auch vorgegebene Silberstrukturen beispielsweise für Biochips in situ zu drucken, entwickeln die Forscher derzeit Print-Techniken für silberhaltige Tinten.

An einer weiteren Einsatzmöglichkeit von Nanokügelchen aus Silber arbeiten Forscher des Fraunhofer-Instituts für Biomedizinische Technik IBMT in St. Ingbert. Sie wollen die winzigen Partikel zur Bekämpfung von Tumoren benutzen.

tember auf dem Markt. Forscher des Fraunhofer-Instituts für Chemische Technologie ICT in Pfinztal haben das Produkt zusammen mit der Bioni CS GmbH in Oberhausen entwickelt. Es wirkt auf der Basis edler Kleinstteilchen – nämlich Nanopartikeln aus Silber.

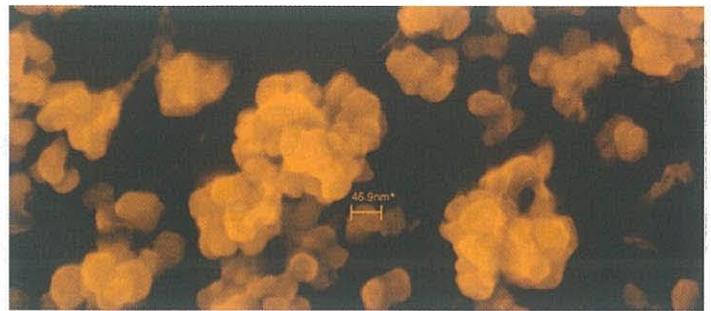
»Schon im Mittelalter wussten Heilkundige, dass Silber biozid wirkt«, sagt Helmut Schmid vom ICT: »Das bestätigt die heutige Medizin. Wir haben dieses Wissen nun mit modernen Techniken umgesetzt und integrieren das Edelmetall als Nanopartikel in eine Wandfarbe.« Dort wirkt es wie ein Kontaktgift auf Pilze und Bakterien. Ursache sind geringe Mengen an Silberionen, die das Nanosilber freisetzt. Kommen sie in Berührung mit den Mikroorganismen, attackieren sie gleich an mehreren Stellen: Sie blockieren Enzyme, die Nährstoffe transportieren, zerstören strukturbildende Eiweiße,



Algenbefall kann Außenfassaden von Gebäuden grün verfärben.
© Bioni CS GmbH

binden an das Erbgut und greifen in biochemische Prozesse der Zellwandsynthese ein. Schon geringste Silberkonzentrationen reichen für diese biozide Wirkung. »Die Nanopartikel haben bezogen auf ihr Volumen eine so große Oberfläche, dass bereits ein Gehalt von weniger als einem Gramm Silber auf 10 Kilogramm Farbe keimtötend wirkt«, sagt Schmid. Diese geringen Men-

REM-Aufnahme von Nano-Ag-Partikeln.
© Fraunhofer ICT



gen verändern weder die Optik der Farbe, noch deren Beschichtungseigenschaften.

Das Nanosilber wird an die Leine gelegt

Die winzigen Partikel herzustellen und dafür zu sorgen, dass sie auch so klein bleiben, ist allerdings eine Herausforderung. Gerade mal dreizehn Millionstel Millimeter im Schnitt messen die Nanoteilchen, welche die Forscher in flüssiger Phase produzieren. So kleine Partikel haben eine sehr hohe Oberflächenenergie, die sie verringern möchten, indem sie sich zu größeren Agglomeraten zusammen lagern. »Das verhindern wir, indem wir sie mit Additiven stabilisieren und sofort in ein Polymersystem integrieren«, sagt Schmid. Die Polymere erleichtern zudem das Einrühren und die homogene Verteilung der Silberpartikel in der Farbsuspension. Und sie haben noch einen weiteren Effekt: »Durch die Polymere legen wir das Nanosilber quasi an die Leine und stellen dadurch sicher, dass es nicht aus der Farbe austritt«, erläutert Schmid, »das ist aus toxikologischer Sicht unerlässlich, da medizinisch noch nicht abschließend geklärt ist, wie sich unkontrolliert freigesetzte Nanopartikel auf die menschliche Gesundheit auswirken.«

Um die Unbedenklichkeit der Farbe nachzuweisen, haben die Hersteller sie durch den TÜV Rheinland prüfen lassen. »Für sein Prüfsignet müssen höhere Anforderungen erfüllt werden, als sie zum Beispiel der »blaue Engel« verlangt, sagt Sven Knoll, Geschäftsführer bei Bioni. Das erhaltene Signet bestätigt nun offiziell, dass der Anstrich ungiftig ist und weder Krebs oder Missbildungen erzeugt noch Mutationen auslöst. Auch für Außenwände hat Bioni eine silberhaltige Farbrezeptur entwickelt und amtlich prüfen lassen. In diesem Fall aber bezogen auf die Wirksamkeit der Farbe. »Im Fassadenbereich sieht man immer häufiger grünen Algenbewuchs, teilweise aufgrund der verbesserten Wärmedämmung«, sagt Knoll. »Bisher behandelt man ihn mit Fungiziden.« Dass auch der silberhaltige Anstrich einen guten Schutz gegen den Algenbefall bietet, bescheinigt ihm ein Unter-

suchungsbericht der Amtlichen Materialprüfungsanstalt der Freien Hansestadt Bremen.

Neben allen Vorteilen hat die silberhaltige Farbe – gleich, ob für innen oder außen – jedoch auch einen Haken: Sie ist fast doppelt so teuer wie die Farbe, die Heimwerker in den Baumarktregalen finden. »Wir vermarkten unsere Produkte daher auch nicht im Baumarkt, sondern im Direktvertrieb«, sagt Knoll. Nur so kann die Firma auf die verschiedenen funktionellen Aspekte hinweisen, mit denen sie den Preis rechtfertigt. So enthalten die Farben neben Silberpartikeln zum Beispiel eine Bindemittel-Füllstoffkombination mit winzigen Glashohlkugeln. »In Fassadenfarben bekommen wir dadurch einen GoreTex-ähnlichen Effekt«, erklärt Knoll, »der Anstrich hindert einen Großteil der Wassertropfen in das Gemäuer einzudringen, bleibt aber durchlässig für Wasserdampf, der in Form einzelner Moleküle austritt.« Die Rezeptur erhöhe zudem die Hitzebeständigkeit und die Haltbarkeit der Farbe, sagt Knoll: »Sie macht den Anstrich sehr beständig gegen Abrieb und chemische Behandlung, etwa mit Desinfektionsmitteln.«

Besonders die letzten beiden Aspekte, zusammen mit der breiten bioziden Wirkung des Nanosilbers, eröffnen weiteres Marktpotenzial. »Im vergangenen Monat haben wir angefangen, die Farbe in Krankenhäusern und Kliniken vorzustellen und sind auf sehr positive Resonanz gestoßen«, berichtet Knoll, der bereits erste Bestellungen verzeichnet. Da Silber an verschiedenen Stellen im Zellstoffwechsel eingreift, kann es ein breites Spektrum an Keimen vernichten und erschwert es Mikroben, Resistenzen zu entwickeln. »Es knackt sogar den gefürchteten Krankenhauskeim Staphylococcus aureus«, sagt Schmid. Die Gefahr durch den Erreger hat in den letzten Jahren zugenommen, da rund zwanzig Prozent der Keime gegen herkömmliche Antibiotika resistent sind. Den direkten Kontakt mit dem Bioni-Anstrich überleben hingegen weniger als ein Prozent dieses Staphylococcus. Die Wirkung auf andere Krankenhauskeime soll nun in weiteren Tests untersucht werden.

Barbara Schunk