

**Umwelt.** Vom Autolack bis zur Zahnpasta: Die Welt ist voller Nanopartikel, doch was bewirken sie dort eigentlich? Wissenschaftler der Universität Wien haben weltweit einzigartige Analysetechniken entwickelt.

# Wiener Umweltnanoforscher setzen Standards

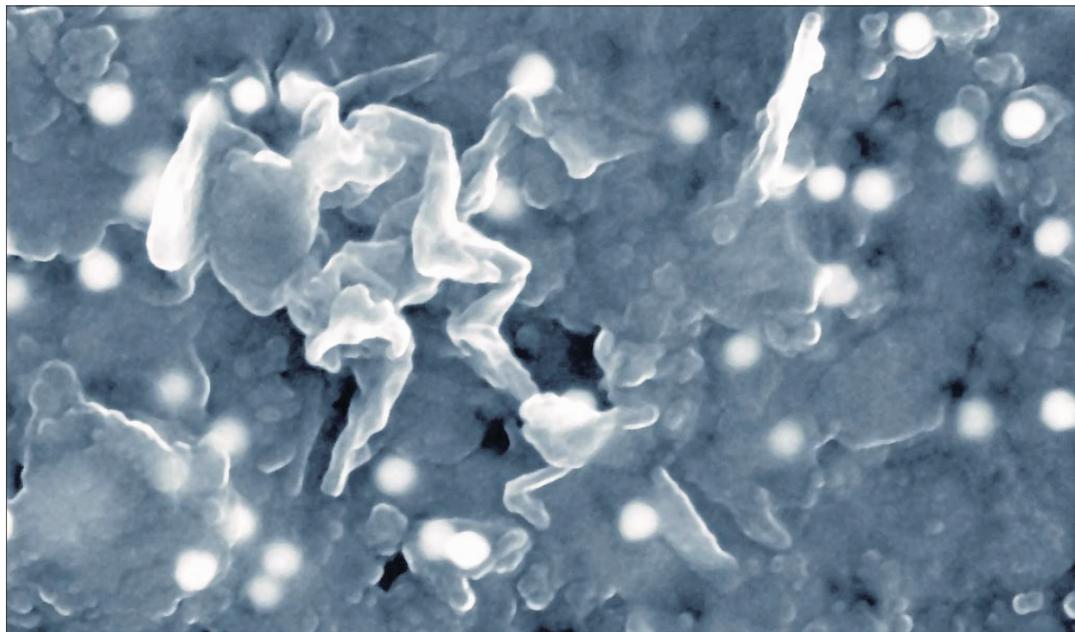
VON USCHI SORZ

Nano ist nur eine Größe“, sagt Thilo Hofmann. „Und eine solche kann noch nichts über die Gefährlichkeit eines Stoffs aussagen.“ Der Umweltgeowissenschaftler kennt sich mit den Auswirkungen von Chemikalien in der Natur aus. Er weiß, nach welchen Mustern sie sich in Gewässern, Böden oder sogar bis ins Grundwasser verteilen und welche Folgen das für die Menschen haben kann. Selbst wenn diese Elemente so unvorstellbar klein sind wie etwa das Tausendstel eines Haars. Nano eben.

Die Uni Wien hat den gebürtigen Deutschen vor 13 Jahren geholt, um das Department für Umweltgeowissenschaften aufzubauen. Ein Teil davon ist die Arbeitsgruppe für Umweltnanowissenschaften, die Frank von der Kammer leitet. Ihn hat Departmentchef Hofmann damals gleich aus Deutschland mitgebracht. Beide beschäftigen sich seit den 1990er-Jahren mit natürlich vorkommenden Nanopartikeln. Beste Voraussetzung also, um deren technische Verwandte zu verstehen, die durch vermehrte Nanoeinsatz in der Industrie dazukommen. Diese werfen viele, oft ängstliche Fragen auf. Seit gut zehn Jahren ist das Wiener Department für Umweltgeowissenschaften weltweit führend in der Sicherheitsforschung von Nanomaterialien.

## Blick in eine unbekannte Welt

„In der Nanoforschung liegt noch vieles im Dunkeln“, sagt von der Kammer. „Man schaut im Prinzip in eine Welt, die bisher so nicht angesehen wurde.“ Dass das gelingt, ist keineswegs selbstverständlich. „Als wir vor acht Jahren angingen, dafür Methoden zu entwickeln, war die wissenschaftliche Community skeptisch“, schmunzelt von der Kammer. „Es ist uns aber doch gelungen.“ Das Wiener Department hat als erstes weltweit Analysetechniken entwickelt, mit denen man künstliche Nanopartikel in Umweltproben messen kann. Selbst in niedrigen Konzentrationen. „Wir konnten belegen, dass



Sie glänzen nicht, leuchten aber unter dem Mikroskop hell: 60 Nanometer große Goldpartikel zwischen Bodenpartikeln. [Uni Wien]

das funktioniert.“ Auf das Konto des Departments gehen Arbeiten zu Nanoteilchen aus Siliziumdioxid in Packerlsuppen, Titandioxid in Sonnencremes oder allgemein zur Trinkwasserbelastung durch Nanostoffe.

Zuletzt hat die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) ein von Hofmann und von der Kammer standardisiertes Testverfahren für Nanomaterialien verabschiedet. Hersteller von Produkten, die solche beinhalten, müssen dieses künftig als Grundlage für die Zulassung in den OECD-Staaten durchführen und das Ergebnis bekannt geben. So kann man die Sicherheit bewerten.

Doch warum ist es so wichtig, was die Nanopartikel in der Umwelt tun? Reicht es nicht zu wissen, wie giftig sie sind? Ob sie wirklich tief in die Lunge vordringen oder die Blut-Hirn-Schranke überwinden, wie manche fürchten? „Wir bereiten den Toxikologen den Boden, denn man muss die Teilchen ja erst einmal nachweisen können“, erklärt Hofmann. „Dann schauen wir, wie sich das jeweilige Material in der Natur verhält. Weil

das unterschiedlich sein kann, sind es auch dessen Auswirkungen.“

Verklumpen die Teilchen in Gewässern zu größeren Einheiten, sinken darum vor Ort zu Boden und treffen auf die dort lebenden Organismen? Oder bleiben sie einzeln und leicht und schwimmen hurtig von der Donau bis zum Schwarzen Meer? Reichern sie sich dabei womöglich in Fischen an und gelangen auf diese Weise in die Nahrungskette? Ebenso spielt es eine Rolle, wohin die Partikel

„Wir bereiten den Toxikologen den Boden. Man muss die Teilchen ja erst nachweisen.“



Thilo Hofmann, Umweltgeowissenschaftler, Uni Wien

mit dem Abwasser gespült werden, etwa aus einer Waschmaschine mit Nanosilbersocken. Denn auch die chemische Zusammensetzung eines Flusses oder Sees beeinflusst

ihr Verhalten. Und noch etwas macht die Nanogröße mit dem Ursprungstoff. Unter zehn Nanometern kommt es zu sogenannten Quanteneffekten. „Im Gegensatz zu größeren Teilchen haben Nanoteilchen plötzlich sehr viel mehr Atome auf der Oberfläche als im Inneren.“ Das verändere die Eigenschaften. Ungiftiges könne giftig werden, Unreaktives chemisch reagieren. „Ein stabiles Material wie Gold wird in Nanogröße auf einmal hochreaktiv.“

## Jedes Element einzeln ansehen

In puncto Gefährlichkeit würde er nach 15 Jahren Forschung in diesem Bereich allerdings vorsichtige Entwarnung geben, sagt Hofmann. Das heiße nicht, dass es keine bedenklichen Partikel gebe, doch statt Nano pauschal zu verteufeln, müsse man sich das eben für jedes Element einzeln ansehen. Hausbrand und Dieselruß seien da wesentlich größere Umweltthemen. Außerdem: „Eine Nanokennzeichnung auf der Verpackung nützt dem Verbraucher noch gar nichts. Damit wälzt der Gesetzgeber die Verantwortung auf den Konsumenten ab, der ja die mögliche Schädlichkeit

des jeweiligen Nanoelements gar nicht beurteilen kann.“

Es gehe auch darum, Bereiche zu definieren, in denen die Nanotechnologie nützlich sei, ergänzt von der Kammer. „Titandioxid-Nanopartikel in Sonnencreme reduzieren Hautkrebsfälle sicher um einiges.“ Und Nano sei nun einmal überall drin. Ob Handy, Operationsbesteck, Krebstherapie und Röntgenkontrastmittel, Autolack oder Zahnpasta. „Wir möchten dazu beitragen, die Grenzen zwischen Gefährlichkeit und Nutzen so exakt wie möglich zu ziehen.“ Schließlich haben die neuen Eigenschaften auch Potenzial. Wie etwa Eisen-Nanopartikel bei der Sanierung von kontaminiertem Grundwasser. „Hierzu haben wir sechs Jahre in einem großen EU-Projekt geforscht.“

Letztlich hat der jahrelange Know-how-Aufbau zum Umweltverhalten von Nanopartikeln 2013 zur Beauftragung mit der OECD-Richtlinie geführt. „Weil dieses nicht dem Verhalten klassischer Chemikalien entspricht, brauchte man neue Prüfmethode“, so von der Kammer. Hier floss viel Grundlagenwissen ein, das sich das Department bei früher veröffentlichten Verfahren erarbeitet hatte. Etwa, wie man technische von natürlichen Nanopartikeln unterscheiden kann. „Beim OECD-Test ging es auch um die Vergleichbarkeit von Materialien.“

Und eine Besonderheit: Die Forscher mussten ihr Wissen herunterbrechen auf die Bedürfnisse einfacherer Labors. „Es sollte nicht aufwendiger sein als normale Bodenanalytik.“ Darum schrieben sie den Wasserchemiebereich für Testungen mit einer Bandbreite an aussagekräftigen Parametern fest. „Abgesehen davon, dass unsere Methode seit Oktober eine verbindliche OECD-Guideline ist, schafft das auch für weiterführende Forschung eine bessere internationale Vergleichbarkeit“, so von der Kammer.

Demnächst wolle man sich mit der Umwandlung von Nanopartikeln und weiteren Guidelines befassen, bei denen Österreich eine führende Rolle spielen könnte.

# Kontrolliertes Zellwachstum auf Implantaten

**Medizin.** Wie gut der Körper auf ein Implantat reagiert, ist ungewiss. Der Schlüssel liegt im Zellwachstum. Ob sich das mit einer Nanobeschichtung steuern lässt, wird nun in Tirol erforscht.

Auf medizinischen Implantaten gedeihen Körperzellen nicht immer so, wie sie sollen. Am künstlichen Hüftgelenk ist ihr Wachstum etwa erwünscht, auf dem Dialysekatheter nicht. Wo und wie stark die menschlichen Zellen an der Materialoberfläche wachsen, hängt von der elektrischen Ladung ab. Bei positiver Ladung wachsen Körperzellen gut. Negative Ladung unterdrückt das Wachstum. Kontrollieren kann man es bisher nicht. Das soll sich mittels nanotechnologischer Anwendungen ändern.

Dazu arbeiten Ionenphysiker der Universität Innsbruck mit der Tiroler Firma PhysTech Coating Technology, die auf Dünnschichttechnologie spezialisiert ist, und dem Hersteller von Hörimplantaten MED-EL zusammen. Das Forschungsprojekt „Faenomenal“ startete im Jänner und wird als K-Regio-Projekt vom Land Tirol und der EU für drei Jahre finanziert.

Die nötigen physikalischen Grundlagen schuf das Team rund um den Ionenphysiker Paul Scheier bereits zuvor: Bei der Frage,

welches Material für die Beschichtung am geeignetsten ist, hat sich Nanogold, also kleinste Goldpartikel, durchgesetzt. Für die Beschichtung entwickelte Scheiers Team eine Methode, um verschiedene Partikelgrößen erzeugen zu können. „Mit unserer Quelle können wir Heliumtröpfchen unterschiedlicher Größe herstellen. Diese werden in Vakuum durch Golddampf geschossen. Das Heliumtröpfchen „sammelt“ dabei Goldatome ein. Diese gefrieren wegen der extrem niedrigen Temperatur und verbinden sich zu Nanoteilchen“, erklärt der Physiker.

## Partikel dürfen nicht wandern

Über die Größe der Nanoteilchen, also der Anzahl von Goldatomen, lässt sich nämlich die elektrische Ladung des Oberflächenmaterials beeinflussen. Besitzt ein Nanopartikel exakt acht Goldatome, verhält es sich neutral. „Hat es ein Atom weniger, holt es sich ein Elektron aus der Umgebung, also dem Titan-Implantat. Die Beschichtung bekommt so eine negative La-

dung“, sagt Scheier. Will man eine positive Ladung, benötigt man eine andere Partikelgröße.

Im Forschungsprojekt geht es für die Ionenphysiker nun darum, herauszufinden, welche Größe für Zellwachstum oder dessen Unterdrückung ideal ist. Das wird im Labor des Management Center Innsbruck mithilfe von Zellkulturen getestet. Neben der „richtigen“ Größe spielt für den gewünschten Effekt auch Stabilität eine Rolle. Die Nanopartikel sollen auf der Materialoberfläche nicht herumwandern und zusammenwachsen. „Außerdem sollten sie so klein wie möglich sein, also unter hundert Goldatome pro Nanoteilchen. Das hat physikalische und finanzielle Gründe“, erklärt der Physiker.

Nanogold haftet am Material, indem man es im Vakuum mit bis zu 700 km/h auf dessen Oberfläche schießt. Die Forscher müssen auch hier äußerst präzise vorgehen. Positive und negative Ladungen dürfen nicht zu nah beieinander liegen. „Sonst hebt das den gewünschten Effekt auf“, so Scheier.

Um sicherzugehen, dass die Nanopartikel an Ort und Stelle bleiben, ist angedacht, sie mit einer Metalloxid-Schicht zu fixieren. Obwohl Nanogold gut mit Körperzellen reagiert, soll so auch vermieden werden, dass sie sich lösen und woanders hingelangen. Zeigt sich nach den drei Jahren, dass in Zellkultur das Wachstum steuerbar ist, wäre der Grundstein für weitere Forschungen gelegt. (sobu)

## IN ZAHLEN

**8 Goldatome** bewirken, dass sich das Nanopartikel neutral verhält. Es zeigt wenig Reaktion. Bei neun Atomen wird die Oberfläche positiv geladen; bei sieben Atomen negativ.

**1 Mikrometer**, also ein Tausendstel Millimeter, ist der durchschnittliche Durchmesser von Heliumtröpfchen. Damit sind sie in etwa so groß wie eine menschliche Zelle. Nach der Ionisation im Labor schrumpfen sie auf 100 Nanometer, das sind Millionstel Millimeter, vertausendfachen sich dabei aber zugleich.

## NACHRICHTEN

### Mikrochip erkennt Allergien bei Pferden

Ein an der Med-Uni Wien entwickelter Allergen-Mikrochip funktioniert auch, um Allergien bei Pferden nachzuweisen. Das zeigten Forscher in einer internationalen Studie, die im Fachmagazin „Allergy“ veröffentlicht wurde. „Unsere besten Freunde sind uns noch ähnlicher, als wir vielleicht dachten, das trifft auch auf das Immunsystem zu“, erklärt Studienleiterin Erika Jensen-Jarolim.

### Wie sich Nachzügler für Winterschlaf wappnen

Tiere, die die kalte Jahreszeit verschlafen, müssen sich zuvor ausreichend Fettreserven aneignen. Forscher der Vet-Med-Uni Wien zeigten nun an 36 Gartenschläfern (*Eliomys quercinus*), dass spät Geborene teilweise doppelt so schnell wachsen, zweimal schneller Fett anlegen und sich im Folgejahr häufiger vermehren. Außerdem legten sie häufiger stundenweise Nickerchen ein – je näher der Winter kam, desto häufiger.