

# Was ist, was kann, was schadet Nano?

**Bio-Forschung** – Mainzer Forscherteam soll klären, was feinste Partikel von „Allerweltssubstanzen“ im Körper anrichten

VON STEPHAN GÖRISCH

Nano scheint eines der hochaktuellen Zauberworte zu sein. Industrieprodukte „mit Nanotechnik“ werden als ungeheuer fortschrittlich und besonders wirksam beworben – gleich, ob es sich um Reinigungssprays oder Sonnenmilch handelt. Oder um Gegenstände für die Krankenpflege, die durch Dotierung mit „Nanosilber“, also den Einsatz von Nano-Silberpartikeln, gegen Krankheitskeime geschützt, also gleichsam dauersteril sein sollen.

Dabei ist „Náno“ (griechisch für „Zwerg“) nichts weiter als das Größen-Präfix für  $10^{-9}$ , also den milliardsten Teil, nach dem SI-System der internationalen Größenbezeichnungen (DIN 1301). Elektroniker kennen schon lange das Nanofarad als Kapazitätsbezeichnung für Kondensatoren. Bei „Nanotechnik“ geht es allerdings meist um Partikel, die sich im Nanometerbereich bewegen, also ein Milliardstel Meter groß sind und sich damit in der Größenordnung von Viren bewegen – allerdings industriell hergestellt.

Was Mutter Natur also schon lange kann, wird aus Menschenhand zur Sensation: Unlängst kündigten Hessens Kultusminister Jürgen Banzer und Wirtschaftsminister Alois Rhiel die Übergabe von 115 Experimentierkoffern „Learning Nano“ an Schulen an. Rhiel jubelte dazu: „Hessen ist Spitze in der Nanotechnologie. Um die Position auch künftig zu halten, brauchen wir Nachwuchskräfte.“ Die Koffer für das Nano-Nachwuchstraining wurden von Chemieprofessoren in Marburg entwickelt. Neun davon sollen an Darmstädter Schulen gehen, drei nach Rüsselsheim, je einer nach Pfungstadt und Groß-Gerau, Bensheim, Heppenheim und Rimbach, Höchst, Reichelsheim und Michelstadt. Nano, die Hessen kommen.

Nano-Partikel stehen im Blickfeld vieler Forschungsprojekte. Die Medizinforschung versucht etwa, mit Medikamenten angereicherte, magnetisierbare



**Winzig, doch gefährlich:** Roland Stauber, Leiter eines Forscherteams der Uniklinik Mainz, beobachtet am Mikroskop die Wirkung von Nano-Partikeln des Farbstoffs Titandioxid auf Lungengewebe. FOTO: SHIRLEY KNAUER

Nanopartikel in die Blutbahn von Krebspatienten zu schleusen, um diese durch Magnetfelder zum Tumor zu dirigieren, wo sie die Wirkstoffe freisetzen, danach durch hochenergetische Magnetfelder aufgeheizt werden, um das Tumorgewebe zu zerstören.

## Ein zu unrecht beliebtes Schlagwort?

Ein arger Pferdefuß dabei ist die Neigung mancher Nanopartikel, „Cluster“ zu bilden – das sind Anhäufungen, die Blutgefäße verstopfen könnten.

Nanopartikel können auch auf andere Weise „böse“ sein: etwa jene Nanoröhrchen aus Kohlenstoff, auf welche große Hoffnungen für die Entwicklung superschneller Computerchips ge-

setzt werden (so, wie berichtet, im Team von Udo Schwalke im Institut für Halbleitertechnik der TU Darmstadt).

Laut einer US-Studie, die im Mai in „Nature Nanotechnology“ veröffentlicht wurde, können diese Röhrchen – obwohl „nur“ aus dem in der Natur allgegenwärtigen Kohlenstoff – in der Lunge exakt die tödliche Wirkung entfalten wie Asbestpartikel: Lungenfunktionsprobleme bis hin zu Lungenkrebs. Roland Stauber, der als Professor die Arbeitsgruppe „Molekulare und zelluläre Onkologie“ am Mainzer Universitätsklinikum leitet, bestätigt: „Nanopartikel sind unberechenbar.“

Um ihre Wirkungen künftig besser abschätzen zu können, hat die Deutsche Forschungsgemeinschaft das auf sechs Jahre ange-

setzte, mit zehn Millionen Euro dotierte Forschungsprogramm SPP 1313 gestartet, unter Federführung der Uni Duisburg-Essen.

Staubers Team überprüft dabei, unter welchen Umständen Nanopartikel in Zellen eindringen, und was unterschiedliche Materialien dort bewirken. Staubers Team untersucht derzeit „Allerweltssubstanzen“ wie Titandioxid, das unter anderem als Pigment in weißen Farben, in Hochleistungs-Sonnenschutzmitteln (Sunblocker) und anderen Kosmetika verwendet wird. Sowohl von diesen Sonnencremes als auch aus dem witterungs- und alterungsbedingten Abrieb von Lacken und Anstrichen ist der Mensch Titan-Nanopartikeln ausgesetzt, und zwar sowohl perkutan (Aufnahme durch die Haut),

inhalativ (über die Lunge) als auch ingestiv (über den Verdauungstrakt, etwa aus Zahnpasta).

Dass Nanopartikel nach dem Schema „je kleiner, desto leichter lungengängig“ bis in die feinsten Bläschen (Alveolen) an der Spitze der Lungen-Verästelungen vordringen ist im Tierversuch bereits belegt: in der alveolaren Schleimschicht, im Epithel von Nagetierlungen wurden sie festgestellt. Hier, an der Schnittstelle von Gas- und Flüssigphase, an der natürlichen Abschirmung des Blutkreislaufs muss Staubers Team nun beobachten, wie die Nanopartikel mit der Schleimhaut und mit den Lungenzellen interagieren – und ob sie es schaffen, an dieser kritischen Stelle in die Blutbahn, damit auch ins Gehirn einzudringen.

Dies will man in den Mainzer Labors an Zellmaterial austesten, das aus menschlichem Lungengewebe gewonnen wurden und als Dauer-Zellkultur gezüchtet und in Zellbanken gefroren bevorratet wird. Stauber: „Hier würde der Rückgriff auf tierisches Material nichts bringen – tierisches Lungengewebe reagiert ganz anders.“

Neben Titan-Dioxid werden Nanopartikel aus Gold eingesetzt und solche aus Silizium-Dioxid, das als Sandkörnchen an praktisch jedem Ort der Welt anzutreffen ist. Während in der Industrie Nanopartikel als „wilde Gemische“ in Größenordnungen zwischen fünf und 100 Nanometer eingesetzt werden, setzt Staubers Team Titandioxid-Partikel ein, die auf Größtoleranz von maximal zehn Prozent toleriert und nach physikalischen und chemischen Charakteristika genau definiert sind. Es werden etwa Nanopartikel per Mikroinjektion in Zellkerne eingeschleust – mit Hilfe in Mainz entwickelter Mikrokapillare aus Glas, oder mit Hilfe von Druckluft in Zellen hineingepustet.

Welche genetischen Programme die Partikel dort an- oder abschalten, überprüfen die Mainzer Forscher mit Hilfe von Microarray-Analyseschips.