

Der Clou steckt in der Winzigkeit



Rebirth

Hannovers Forschung für die Medizin von morgen

1. Zellen statt Organe
2. Wunderwaffe Genterapie
3. Lungentransplantation
4. Neuer Schwung fürs Herz
5. Knochenmarkstransplantation
6. Geklont – gewonnen?
7. Alles nano!
8. Alles eine Verfahrensfrage
9. Ersatzteile fürs Herz
10. Forschung in Deutschland
11. Die Grenzen der Medizin

Lebensbedrohliche Organschäden, Gendefekte, Zivilisationskrankheiten – wie wird die Medizin mit den Herausforderungen der Zukunft fertig? Wissenschaftler in Hannovers Laboren forschen unter dem Motto „Rebirth“ (Wiedergeburt) an innovativen Heilmethoden. „Rebirth“ steht dabei für biologische Ansätze zur Wiederherstellung der Gesundheit. An welchen Projekten die Medizinische Hochschule, die Leibniz Universität und andere Institute arbeiten, lesen Sie in unserer Serie.

IM PORTRÄT



Der Laserexperte

Professor Alexander Heisterkamp ist gerade aus Kalifornien zurück gekommen, von einer Optikkonferenz in San José. Die Zeitverschiebung steckt ihm noch in den Knochen. Kalifornien war schön und lehrreich, aber auch anstrengend – Heisterkamp hat die Konferenz mitorganisiert, und: „Ich hatte nur einen freien Tag“, sagt er. Wie hat er den verbracht? Der 34-Jährige lächelt verschämt. „Ich war am Strand. Surfen.“ Surfen, Schwimmen, Freeclimbing – er brauche Sport zum Ausgleich, meint der Heisterkamp, der zwischen Doktorarbeit und Juniorprofessur auch ein Jahr an der US-Eliteuni Harvard gearbeitet hat. „Wenn ich mich nach der Arbeit gleich auf Sofa lege, bin ich am nächsten Tag viel kaputt“, sagt er.

Und ausgeschlafen muss er in seinem Job durchaus sein. Heisterkamp leitet seit August 2006 im Laserzentrum Hannover (LZH) die Arbeitsgruppe Biophotonik: „Wir setzen Laser ein, um einzelne Zellen zu manipulieren.“ Was für den Laien abstrakt klingt, erläutert Heisterkamp mit anschaulichen Vergleichen. Etwa das „Einfangen“ der Zellen: „Das erinnert ein bisschen an einen Science-Fiction-Film, es funktioniert so ähnlich wie der Traktorstrahl bei ‚Star Trek‘“, sagt Heisterkamp und vergleicht die Photonen des Lasersstrahls, die auf die Zelle treffen, mit einer großen Menge Ping-Pong-Bälle, die auf einen einseitigen Lastwagen geschossen werden. Irgendwann werde der Lastwagen gebremst – das „Einfangen“ der Zellen funktioniert nach einem ähnlichen Prinzip. Anschließend kann die Zelle per Laser bearbeitet werden. So durchbohren Heisterkamps Laser etwa die Membran, um DNA hindurch diffundieren zu lassen. Dass er einmal Laser in der Medizin einsetzen würde, war dem Physiker zu Beginn seiner Karriere noch nicht klar. Erst mit der Doktorarbeit über Laserkorrekturen am Auge widmete er sich der Medizin.

Die Laser faszinieren übrigens nicht nur Heisterkamp selbst, auch sein Patenkind äußerte als Vierjähriger Interesse: Der Patenonkel arbeite doch mit Lasern, ob er ihm zu Weihnachten nicht ein Lichtschwert à la „Krieg der Sterne“ schenken könnte? Heisterkamp musste den Wunsch abschlagen – ganz so viel Science Fiction gibt es in der Biophotonik dann doch noch nicht.

GLOSSAR

Nanotechnologie: Ein Nanometer ist der Milliardste Teil eines Meters oder der Millionste Teil eines Millimeters. Nanotechnologen erforschen, verändern und gestalten Strukturen, die kleiner sind als 100 Nanometer.

Femtolasers: Einen Laser, der hochintensive (infrarote) Lichtimpulse aussendet, deren Dauer im Bereich von Femtosekunden liegt, nennt man Femtolasers. Eine Femtosekunde entspricht einer milliardstel Sekunde. Mit einem Femtolasers lässt sich Gewebe extrem exakt und praktisch ohne Wärmeentwicklung schneiden, denn die Laserimpulse entfalten ihre Energie nur an einem exakt vorher bestimmten Punkt.

2PP-Technik: Bei der 2-Photonen-Polymerisation wird ein spezielles, flüssiges Substrat mit einem Femtolasers durchleuchtet. Die Flüssigkeit verfestigt sich an den Punkten, an denen die Laserimpulse den Computerberechnungen zufolge auftreffen. Schicht um Schicht lassen sich so dreidimensionale Strukturen wie zum Beispiel der wohlgeformte Körper der Venus aufbauen. ibu

Mehr im Internet unter: www.haz.de/rebirth.html

Ohne die Lasertechnik wären Biomediziner aufgeschmissen. Physiker in Hannover haben eine Technik entwickelt, mit der sie Gerüste herstellen, auf denen einmal Ersatzteile für Menschen wachsen sollen.

VON INKA BUROW

Der rote Punkt des Laserpointers fährt am wohlgeformten Busen der Venus von Milo entlang. Genauer: einer Nachbildung der römischen Göttin der Liebe aus einem ganz besonderen Hightechmaterial – gerade mal einige Mikrometer groß, also nur einige Tausendstel Millimeter. Vom Beamer an die Wand geworfen ist die Aufnahme der Venus aus dem Rasterelektronenmikroskop allerdings wieder einige Zentimeter groß.

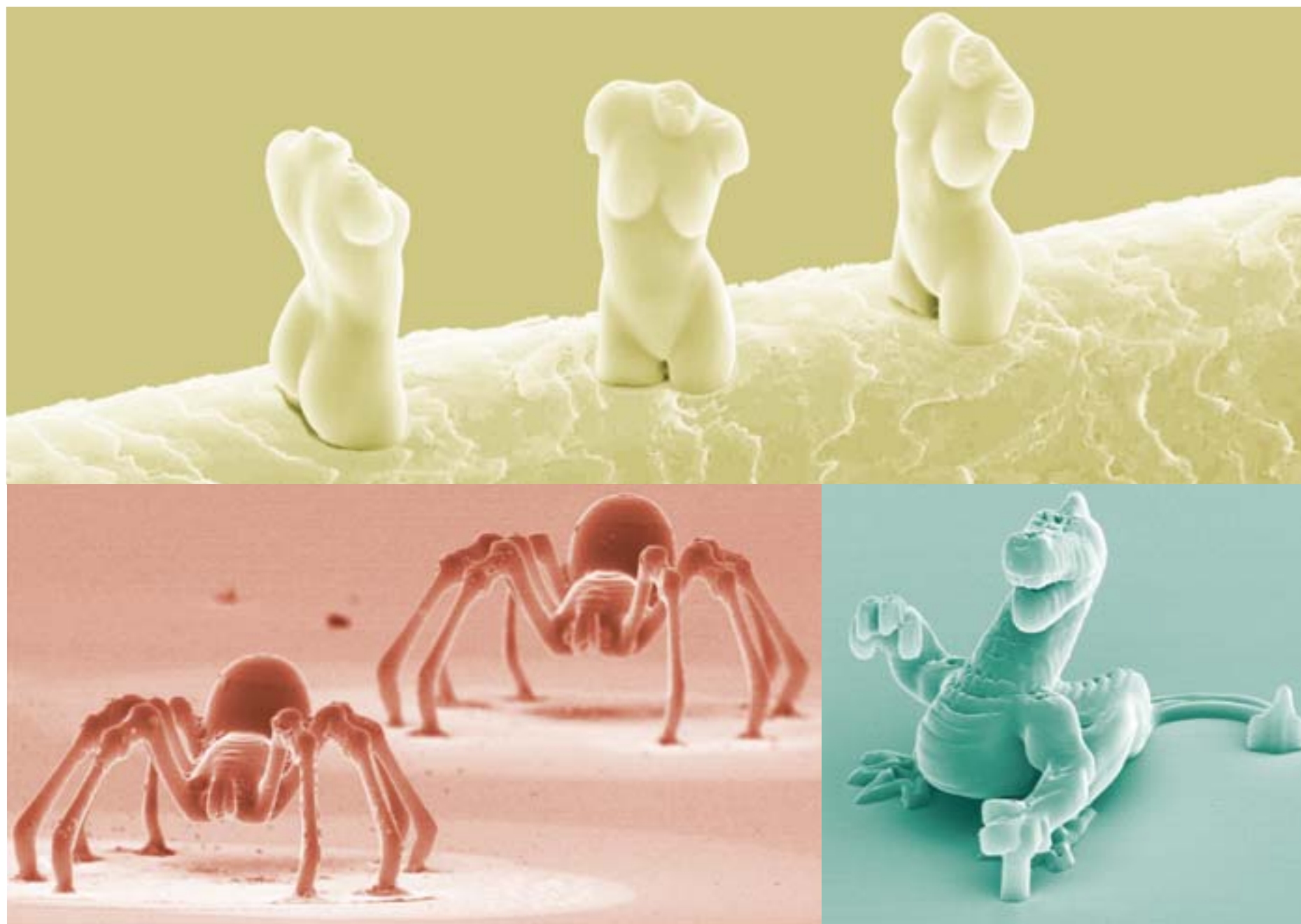
Der rote Punkt hält an. „Das können nur wir“, sagt Prof. Boris Chichkov. Und er meint damit, dass nur die Forscher des Laser-Zentrums Hannover zu dieser Art der Mikrofabrikation fähig sind, bei der dreidimensionale, frei bewegliche Gebilde entstehen, deren Oberfläche sich dann auch noch nanostrukturiert lässt. Gebilde wie die Venus. „Mein Markenzeichen“, sagt Chichkov.

Seine Studenten bedienen sich bei ihren „Fingerübungen“ nicht der römischen Mythologie. Sie gestalten Spinnen, knuddelige Drachen und Windräder, deren Flügel sich drehen. Sie machen die winzigen dreidimensionalen Figuren natürlich nicht nur zum Spaß. Chichkov, Leiter der Abteilung Nanotechnologie des Laser-Zentrums, hat einen Traum: Seine Venus soll leben.

Auf der nanostrukturierten Oberfläche kann der 51-jährige russische Physiker bereits Zellen ansiedeln und zu einem zusammenhängenden Gewebe wachsen lassen. Derzeit laufen Tests, wie das winzig kleine Muster gestaltet werden muss, damit die Zellen gut wachsen. Chichkov zeigt Rasterelektronenmikroskopaufnahmen von einer Gitterstruktur und von einer noppigen Oberfläche, die an einen Legestein erinnert. Auch Taschen zum Beispiel für Arzneimittel lassen sich im Nanofomat – nur einige millionstel Teile eines Millimeters groß – konstruieren, wie Prof. Wolfgang Ertmer, Vorstand des Laser-Zentrums und Direktor des Instituts für Quantenoptik der Universität Hannover, erklärt.

Das Gerüst, das durch Polymerisation einer Spezialflüssigkeit durch die Bestrahlung mit einem 2-Photonen-Laser Stück für Stück aufgebaut wird, soll – so der Plan – entfernt werden, sobald das Gewebe gewachsen ist. Übrig bleiben soll die lebendige Haut. „Tissue Engineering“ (Gewebezüchtung) nennen Biotechnologen das.

Irgendwann soll es dank der im Laser-Zentrum Hannover entwickelten 2PP-Technik (2-Photonen-Polymerisation) künstliche Ersatzteile geben, Herzklappen zum Beispiel oder Mikroimplantate mit kleinen Pumpen, die zielgenau Arzneimittel abgeben, aber auch ganze Körperteile. Die Gewebe sollen aus den körpereigenen Zellen des Patienten, der das Ersatzteil braucht, wachsen – auf Gerüsten, die



3-D-Struktur dank 2PP-Technik: Die nachträglich eingefärbten Aufnahmen mit dem Rasterelektronenmikroskop zeigen Mikromodelle der Venus auf einem menschlichen Haar sowie die „Fingerübungen“ von jungen Nanoforschern wie einen Drachen und Spinnen.

Chichkov und seine Kollegen bauen können.

Das Laser-Zentrum und das Institut für Quantenoptik der Uni Hannover arbeiten eng zusammen bei der Entwicklung von Lasertechnik für die Biomedizin. Gemeinsam steuern das Laser-Zentrum, das nach Chichkovs Worten in dieser Form einmalig in Deutschland



Ihr Laserwissen braucht die Biomedizin (von links): Die Professoren Alexander Heisterkamp, Boris Chichkov und Wolfgang Ertmer vom Laser-Zentrum Hannover.

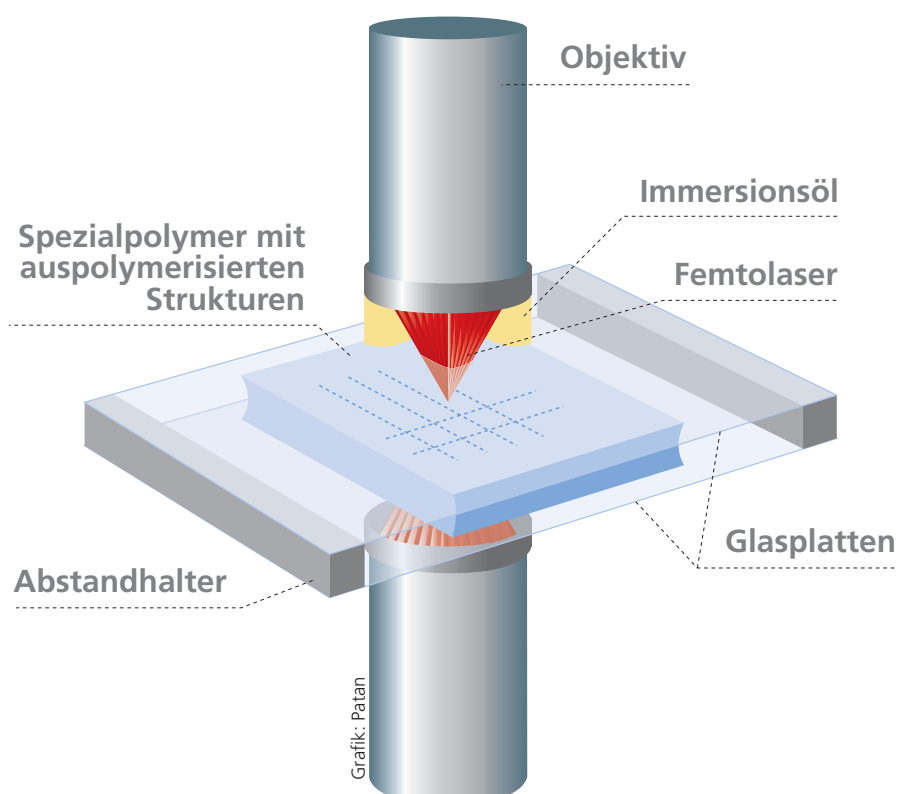
ist, und das Universitätsinstitut einen entscheidenden Beitrag zu dem vom Bund mit Millionen geförderten Forschungsprojekt „Rebirth“ (Wiedergeburt) bei, bei dem die Medizinische Hochschule Hannover (MHH) federführend ist.

Die Ärzte der MHH, die ganz neue Formen regenerativer Medizin entwickeln, sind angewiesen auf das Wissen der Physiker um die Nanostrukturen. „Der Pfiff an ‚Rebirth‘ ist die Kooperation“, sagt Ertmer. So, wie die Zusammenarbeit der Forscher in Hannover laufe, sei das einmalig in Deutschland.

Ertmer und Chichkov geraten richtig ins Schwärmen, wenn sie über das Forschen in Hannover und die „Rebirth“-Millionen sprechen, die jetzt noch mal einen Schub brächten, wie sie sagen. Ertmer geht davon aus, dass die „Scaffolds“, die mit der 2PP-Technik erzeugten 3D-Gerüste, in etwa fünf Jahren einsetzbar sein werden, um darauf zum Beispiel Herzklappen wachsen zu lassen.

Ersatzteile, die aus eigenen Zellen wachsen, hätten einige Vorteile. So bliebe einem Kind, das eine neue Herzklappe benötigt, weitere Operationen erspart, denn eine im Labor aus eigenen Zellen gewachsene Klappe würde nach dem Einpflanzen ganz normal mitwachsen, erklärt Ertmer. Zudem käme es generell nicht zu Abstößungsreaktionen eingebauter Ersatzteile. Dem 57-jährigen Physiker gefällt es, nicht länger nur die nichtlebendige Welt zu erkunden. „Jetzt untersuchen wir das Leben – und bauen es nach.“ Und im Falle der Venus ist es sogar besonders schön geworden.

3-D-Polymerisation



Bei der 2PP-Technologie härtet ein sogenannter Femtolasers punktgenau bestimmte Stellen in einer speziellen Polymerlösung aus. Weil die Trägerplatten mit einem Positionierungssystem in drei Richtungen bewegt werden können, ist es möglich, Ebene für Ebene eine dreidimensionale Struktur polymerisieren zu lassen. Nach dem Aushärten kann die überschüssige Polymerlösung einfach abgewaschen werden.

Saubermänner mit Silbersocken

Die Nanotechnologie hat viele praktische Helfer ermöglicht: vom antibakteriellen Kühlschrank bis zu Antistinkstrümpfen

VON KIRSTEN ALLÉE

Ein Golfball, der seine eigene Flugbahn korrigiert, wasserabweisende Fassadenfarbe, bakterientötende Beschichtungen bei Küchengeräten und Socken, die nicht mehr stinken – die Anwendungsmöglichkeiten der Nanotechnologie scheinen grenzenlos. Was derzeit als wegweisende Zukunftstechnologie bejubelt wird, ist genau genommen gar nicht so neu. Schon seit Jahren sind Reifen, Lacke, Medikamente oder Kosmetikprodukte auf dem Markt, deren Eigenschaften mit Hilfe von Nanopartikeln verbessert worden sind. So werden etwa Sonnenschutzcremes mit winzigen Pigmenten aus Titandioxid oder Zinkoxid versetzt. Diese wirken wie kleine mineralische Spiegel, reflektieren die UV-Strahlung und verbessern so den Lichtschutz der Creme.

Doch was genau ist eigentlich Nanotechnologie? Der Begriff Nano kommt aus dem Griechischen und bedeutet Zwerg. Und tatsächlich dreht es sich bei dieser Technologie um den Einsatz von Stoffen, die fast unvorstellbar winzig sind. Ihre Partikelgröße liegt etwa im Bereich von einem bis 100 Nanometern, also zwischen einem Millionstel und einem Zehntausendstel Millimeter. Oder anders ausgedrückt: Ein Haar ist etwa 50 000-mal dicker. Wäre ein Nanometer so groß wie ein Tennis-

ball, entspräche ein Meter dem Durchmesser der Erde.

Statt immer größer, immer weiter lautet das Motto immer kleiner, immer schneller. Denn die Nanotechnologie wird auch für Minidatenspeicher genutzt, deren Speicherkapazität stetig wächst. Die Welt der Winzlinge erobert die Industrie. Chemie, Pharma, Automobilbau, Optik, Informationstechnik, Kosmetik – alle Branchen springen auf den Nanozug auf. Das riesige Potenzial der Technologie liegt in der Winzigkeit der Teilchen. Denn Stoffe ändern sich, wenn Nanopartikeln verbessert worden sind. So können Nanopartikel ganz andere optische, chemische, elektrische oder magnetische Eigenschaften aufweisen als das Ausgangsmaterial. Auf Nanodimensionen zerkleinert, können sie eine andere Farbe bekommen, leitfähig werden oder als Katalysator chemische Reaktionen beschleunigen.

In dieser Vielfalt und Wandlungsmöglichkeit liegen aber auch gleichzeitig die Risiken der neuen Technologie. Womöglich sind Stoffe, die normalerweise gesundheitlich unbedenklich sind, im Nanofomat giftig? „Nanopartikel könnten aufgrund ihrer Größe über die Haut, die Atemwege und den Magen-Darm-Trakt aufgenommen werden“, sagt René Zimmer, Nanotechnologie-Experte beim Bundesinsti-

tut für Risikobewertung (BfR). Für den Verbraucher bestehe nach heutigen Erkenntnissen kein Risiko. Die meisten Nanopartikel sind allerdings fest in die Produkte eingebunden und werden daher nicht freigesetzt. Auch die feinen Partikel in Kosmetika bereiten nach Einschätzung des BfR keine Probleme, weil sie die gesunde Haut nicht durchdringen können.

Werden Nanopartikel eingeatmet, sieht es schon anders aus. Das kann etwa bei der Produktion von Nanoprodukten geschehen und fällt rechtlich gesehen unter das Thema Arbeitsschutz. „Aerosole sind jedoch ein generelles Problem und existieren nicht erst, seitdem es Nanotechnologie gibt“, betont Zimmer. Ähnliches gelte für die umstrittenen Silbernanopartikel, deren Pilz und Bakterien tötende

Eigenschaften vor allem für Waschmaschinen, Bekleidung und Wandfarben genutzt werden. „Die mögliche Gesundheitsgefahr geht hierbei aber vom Silber aus und liegt nicht an der Größe der Partikel“, sagt der BfR-Experte.

Die Nanoeuphorie hält weiterhin an. Bundesforschungsministerin Annette Schavan spricht von ihr als „eines der aussichtsreichsten Technologiefelder mit einem großen Marktpotenzial“. Etwa 330 Millionen Euro wurden in Deutschland im vergangenen Jahr in Forschung und Entwicklung der Nanotechnologie investiert. Davon spendierte das Bundesforschungsministerium (BMBF) rund 134 Millionen Euro für Verbundprojekte. Derzeit sind hierzu etwa 600 Unternehmen mit der Entwicklung, Anwendung und dem Vertrieb nanotechnologischer Produkte befasst. Rund 50 000 Arbeitsplätze sind schon heute von nanotechnologischen Entwicklungen abhängig.

Damit Deutschland künftig auch international in der ersten Liga der Nanotechnologie mitspielen kann, hat das BMBF überdies im VDI-Technologiezentrum eine nationale Kontaktstelle für Nanotechnologien eingerichtet. Dort betreut Holger Hoffschul deutsche Antragsteller, die für die Umsetzung ihrer Nanoideen Fördermittel der Europäischen Union erhalten wollen. Das Interesse der Firmen und Forschungszentren ist ein weiterer Indikator für den Nanotrend. „Die Nachfrage steigt stetig bei gleichbleibend guter Qualität der Projekte“, sagt Hoffschul.



Endlich Schluss mit Fußgeruch! Dank ihrer Silberbeschichtung machen diese Socken ihren Träger wieder gesellschaftsfähig. dpa