

IM AUFTRAG DES



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



WING
Werkstoffinnovationen
für Industrie und Gesellschaft

Wunderwelt Werkstoffe

Neue Materialien verändern unseren Alltag

Zukunftsmobil

Wie neue Werkstoffe das Auto verbessern

Rekordverdächtig

Wie Keramik den Sport beeinflusst

Autsch!

Wie neue Zahnpasta den Schmerz besiegt

Inhalt

Nanoteilchen machen das Auto fit für die Zukunft	Seite 3
„Die Nanotechnologie geht alle Branchen an“ Interview mit Dr. Matthias Werner	Seite 5
Vom Labor auf den Sportplatz	Seite 6
Innovationen für die Gesundheit	Seite 8
Die zehn meistgestellten Fragen zur Nanotechnologie Interview mit Professor Dr. Wolfgang M. Heckl	Seite 10

Impressum

Herausgeber

Projektträger Jülich, Geschäftsbereich NMT
 Internet: www.werkstoffinnovationen.de
 FZ Jülich GmbH
 im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung

Konzept und Gestaltung

MEDIA CONSULTA Deutschland GmbH
 Björn Köllen, Carsten Roth (Konzeption)
 Katja Scholze, Jin-A Ryou (Kreation)
 Manja Schreiter (Produktion)

Text und Redaktion

Nicola Kuhr, Tim Schröder und Projektträger Jülich
 Katleen Krause (Lektorat)

Druckerei

Hofmann Druck Nürnberg GmbH & Co. KG

Bildnachweis

ProLivePhoto: Titel; DaimlerChrysler AG: S. 3;
 Getty Images: S. 4, 6, 7, 9; Dietmar Gust: S. 5;
 MagForce Nanotechnologies AG: S. 8;
 Henkel KGaA: S. 9 (oben); Prof. Dr. Wolfgang M. Heckl: S. 10, 11

Bonn, Berlin, Jülich, März 2006

Wunderwelt Werkstoffe

Wie können Autos leicht und trotzdem sicher gebaut werden? Kann Zahnpasta künftig Zähne heilen? Was macht die winzigen Nanoteilchen so besonders? Antworten auf diese Fragen bietet die Welt der Werkstoffe.

Werkstoffe haben den Alltag der Menschen seit jeher beeinflusst: Bezeichnungen wie Stein-, Bronze- oder Eisenzeit zeigen, welche bedeutende Rolle Werkstoffe in der Geschichte des Menschen spielen. Wichtige technologische Fortschritte gingen mit der Entdeckung und Entwicklung neuer Materialien einher – von der Herstellung einfacher Steinwerkzeuge in der Steinzeit bis zum heutigen Einsatz von Strukturen im Bereich von Nanometern.

Heute sind moderne Hochleistungswerkstoffe gleichermaßen bedeutend für Industrie und Gesellschaft: Ihr Innovationspotenzial fördert die industrielle Produktentwicklung und die Erschließung neuer Märkte, es steigert die Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen und sorgt für mehr Lebensqualität im Alltag. So können innovative Materialien Autos sicherer, komfortabler und umweltschonender machen, in der Medizin ermöglichen sie verbesserte Heilverfahren zum Wohle der Patientinnen und Patienten und selbst in Sport und Freizeit profitieren wir von neuartigen Werkstoffkonzepten. Durch ihr hohes Innovationspotenzial beeinflussen Werkstoffentwicklungen maßgeblich wichtige Branchen wie den Fahrzeugbau, die Informations- und Kommunikationstechnik, die Kunststoffherstellung, die chemische Industrie, den Maschinenbau oder die Metallerzeugung und -verarbeitung. In Deutschland haben diese Branchen mit ihren direkten Zulieferbetrieben einen Umsatz von einer Billion Euro im Jahr und bieten rund fünf Millionen Menschen Arbeit. Damit ist die Erforschung und Entwicklung moderner Hochleistungswerkstoffe ein herausragender Wirtschaftsfaktor für den Standort Deutschland.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert die Entwicklung neuer Werkstoffe im Rahmenprogramm „Werkstoffinnovationen für Industrie und Gesellschaft – WING“ von 2003 bis 2008 mit rund 85 Millionen Euro pro Jahr. Ziele der Förderung sind vor allem, die Innovationskraft der Unternehmen zu stärken, dabei den gesellschaftlichen Bedarf zu berücksichtigen und nachhaltige Entwicklungen anzustoßen.

Ergebnisse dieser Förderung und faszinierende Einblicke in die Wunderwelt der Werkstoffe bieten die folgenden Seiten zu den Themen Auto, Wirtschaft, Sport und Gesundheit.

Nanoteilchen machen das Auto fit für die Zukunft

Nanomaterialien sollen Fahrzeuge sicherer, sparsamer und komfortabler machen. Firmen und Forschungsinstitute arbeiten gemeinsam daran, das ganze Potenzial der neuartigen Werkstoffe auszunutzen und in Hightechprodukte umzusetzen.

Dumpf rauscht die Kunststoffbürste über das Autoblech. Die Plastikborsten sind sanft. Doch winzige Sandkörnchen setzen dem Glanz des Neuwagens zu. Nach 100 Fahrten durch die Waschstraße besitzt herkömmlicher Lack nur noch etwa ein Drittel seiner Brillanz. Das wird sich dank neuer Nanolacke ändern, wie sie bereits von der DaimlerChrysler AG eingesetzt werden. Die Nanopartikel, winzige Krümel, die nur 1/1.000 des Durchmessers eines menschlichen Haares dick sind, werden in den Autolack eingebracht und verbinden sich beim Trocknen in der Lackiererei zu einer dichten, regelmäßigen Netzstruktur. Diese Schutzschicht sorgt dafür, dass der Nanolack dreimal fester als herkömmlicher Lack ist. Heraus kommt ein Autolack, der dem Feinschliff beim Putzen widersteht.

Kleine Teilchen – große Wirkung

Doch nicht nur der Lack eines Autos kann durch den Einsatz von Nanoteilchen verbessert werden. Im Forschungsverbund NanoMobil entwickelt derzeit eine Vielzahl von Firmen und Instituten mit Unterstützung des BMBF neue Nanowerkstoffe und -produkte für die Autoindustrie. Von zentralem Interesse ist der Praxisbezug: Die Neuentwicklungen sollen genau auf die Anforderungen der Industrie zugeschnitten sein, damit sie zügig in Produkte münden. Die Nano-X GmbH aus Saarbrücken zum Beispiel forscht an einer Nanobeschichtung für Fahrzeugsitze. Diese soll antibakteriell, schmutzabweisend und geruchshemmend sein. Bisher werden die Textilfasern zumeist mit Kunststoffen beschichtet. Das macht sie abwischbar. Doch Schweiß und Staub dringen in das Gewebe ein und bilden einen Nährboden für Mikroorganismen. Unhygienische Sitzpolster mit unangenehmem Geruch sind die Folge. Gemeinsam mit Textilforscherinnen und -forschern und Automobilzulieferern arbeiten die Saarbrücker derzeit an der idealen Nanobeschichtung. Sie muss trotz der Dauerbelastung durch den Körperdruck der Fahrzeuginsassen und das ständige Scheuern auf der Textilfaser haften. Zu diesem Zweck sollen die Partikel nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip chemisch fest mit der Faser verbunden werden.

Auch der Maschinenhersteller Gehring GmbH aus Ostfildern bei Stuttgart sucht nach Methoden, Nanoschichten auf Werkstücken zu verankern und zu bearbeiten. Ziel ist es, leichte Motorenteile aus Aluminium mit einer widerstandsfähigen Nanoschicht zu versehen. Aluminium wird zwecks Gewichtsparnis seit längerer Zeit im Autobau eingesetzt, verschleißt aber leicht. Wie sich in Versuchen zeigte, eignen sich Nanoschutzschichten mit Partikeln aus Eisenkarbiden und -boriden von 60 bis 130 Nanometern (ein Nanometer ist ein milliardstel Meter) Durchmesser – sie machen den Zylinder im Motor deutlich härter. Der Verschleiß verringert sich und somit auch der Ölverbrauch und der Schadstoffausstoß. Derzeit wird geprüft, wie sich derartige Nanoschutzhäute mit herkömmlichen Beschichtungsverfahren auftragen lassen.

Quadratur des Kreises

Im Fokus der Expertinnen und Experten der Neue Materialien Würzburg GmbH stehen hingegen Kunststoffe (Polymere) für leichte Heck- und Seitenscheiben. Dafür kombinieren sie Nanosubstanzen mit Polycarbonaten. Diese transparenten Kunststoffe, die man

Glänzendes Ergebnis: Dank Nanopartikeln übersteht der Lack die Autowäsche ohne Kratzer.



schon für Scheinwerfer nutzt, müssen steifer werden, damit sie als formstabile Autoscheibe eingesetzt werden können.

Nanopartikel werden das Material künftig verstärken – und das unsichtbar, da sie so klein sind, dass das Licht weder reflektiert noch gebeugt oder gestreut wird. Die Herausforderung besteht darin, die Partikel gleichmäßig in der Kunststoffschmelze zu verteilen. Verklumpen sie, werden sie sichtbar. Eine weitere Voraussetzung: Der neue Kunststoff muss sich ebenso gut verarbeiten lassen wie klassische Werkstoffe.

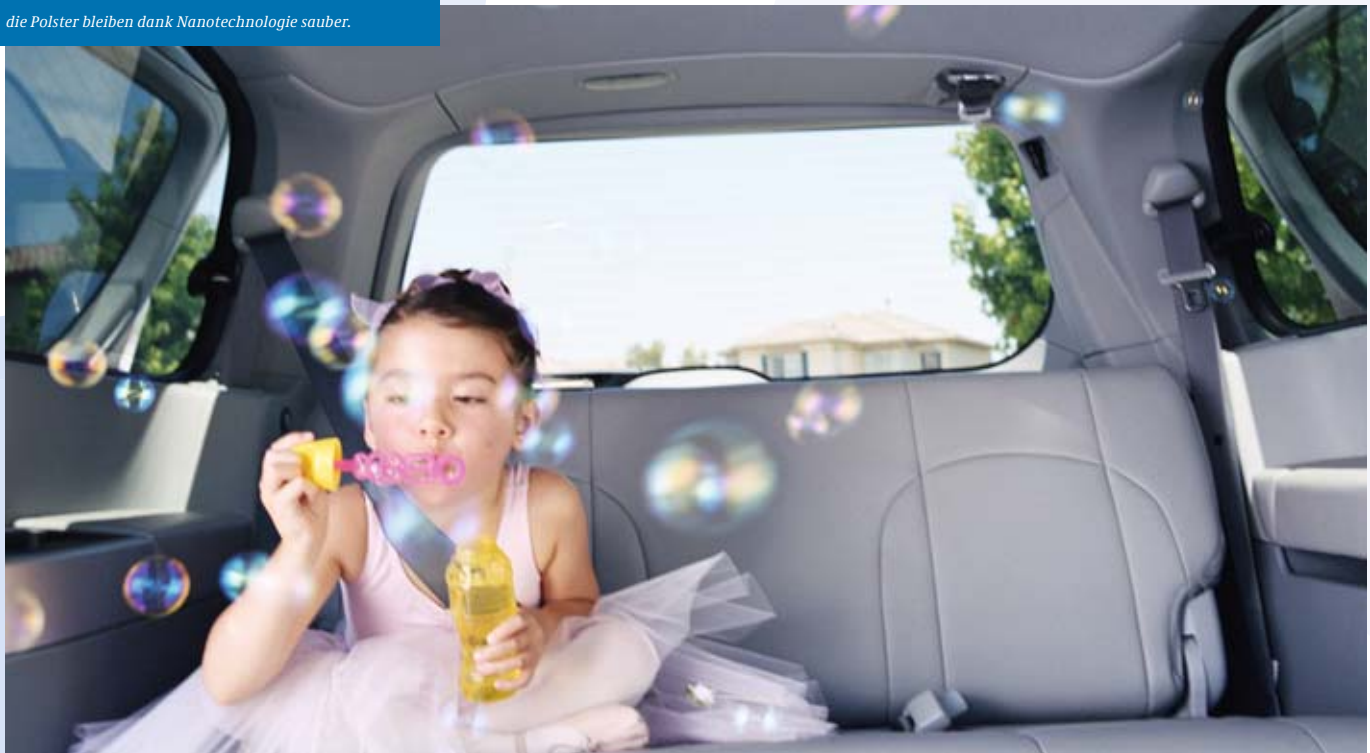
Gleiches gilt für das Material, mit dem sich Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler vom Leibniz-Institut für Polymerforschung in Dresden beschäftigen – dem Laufstreifen von Autoreifen. Die Optimierung des Reifengummis kommt der Quadratur des Kreises nahe. Denn der Laufstreifen muss mehrere Funktionen erfüllen, die teilweise widersprüchlich sind. Er soll zum einen gut auf der Straße haften, zugleich aber einen geringen Rollwiderstand aufweisen. Ferner soll er verschleißarm sein, muss dabei aber gleichzeitig so griffig sein, dass der Wagen nicht ins Rutschen kommt. Eine Lösung dieser gegensätzlichen Forderungen sehen die Gummiexperten in einem neuen Materialmix, der neben Ruß noch weitere Nanopartikel enthält. Die Idee: Die zugefügten Partikel machen das Polymer-Molekülnetz fester und nachgiebiger, so dass an der Reifenoberfläche weniger Material abgerieben wird.

Leichtbaumaterialien gehört die Zukunft

Doch nicht nur Nanowerkstoffe sind ein aktuelles Thema im Automobilbau. Ein weiteres zukunftsträchtiges Gebiet ist zweifellos das der Leichtbaumaterialien, da diese wesentlich zur Verringerung des Kraftstoffverbrauchs von Autos beitragen. Neben den bekannten Stahlwerkstoffen haben sich seit langem auch Kunststoffe und Aluminium etabliert. Und Magnesium holt auf. Die Salzgitter Magnesium Technologie GmbH arbeitet in einem Projekt des BMBF-WING-Programms daran, die Herstellung von Magnesiumblechen und daraus gefertigten Bauteilen aus dem Labor in die Serienproduktion zu übertragen. Inzwischen wurden gemeinsam mit deutschen Automobilherstellern erste größere Karosseriebauteile gefertigt.

Noch ist zwar Forschungsarbeit nötig, um die Magnesiumkomponenten im großen Stil für den harten Alltagseinsatz fit zu machen. Doch das Leichtmetall ist bereits auf den Straßen unterwegs – Magnesiumgusslegierungen werden für aktuelle Automodelle schon in Getriebegehäusen, in Motorblöcken, Zylinderkopfabdeckungen oder in Lenkrädern verarbeitet.

Im Auto der Zukunft können Kinder ausgelassen spielen – die Polster bleiben dank Nanotechnologie sauber.



„Die Nanotechnologie geht alle Branchen an“

Die Nanotechnologie gilt als Schlüsseltechnologie der Zukunft mit stark wachsender wirtschaftlicher Bedeutung. Nanoexperte Dr. Matthias Werner, Geschäftsführer der Nano- and Micro-Technology Consulting in Berlin, sagt, ob diese Einschätzung berechtigt ist.

Dr. Werner, der Begriff „Nano“ ist inzwischen in aller Munde. Was kann die Nanotechnologie wirklich leisten?

Werner: Die Nanotechnologie hat sich inzwischen in verschiedenen Branchen etabliert. Leseköpfe für Computerfestplatten werden seit fast zehn Jahren nanostrukturiert aufgebaut. Werkzeuge zum Bearbeiten von Metallteilen sind mit superharten nanostrukturierten Schutzschichten überzogen. Ferner gibt es kratzfesten Nanolack, der die Autooberfläche robuster für die Fahrt durch die Waschstraße macht. Darüber hinaus erwarten wir wichtige Entwicklungen in der Nanoelektronik, der Medizin oder der Pharmazie.

Von kratzfesten Oberflächen hat man allerdings schon häufiger gehört.

Werner: Ja, sicher. Man sollte aber nicht nur auf die Endprodukte schauen. Die Nanotechnologie gewinnt in allen Branchen an Bedeutung – hierzulande besonders in der chemischen Industrie, die Nanopartikel für verschiedene Produkte in großen Mengen produziert. Diese verleihen den Produkten bestimmte Eigenschaften, ohne dass dies dem Kunden bewusst ist. Das ist zum Beispiel bei Kunststoffen der Fall, denen man Nanopartikel beimischt. Es lassen sich ganz neue Eigenschaften einstellen – eine größere Härte oder Flammenresistenz etwa.

Das klingt nach einem gigantischen Zukunftsmarkt.

Werner: Richtig. Die Nanotechnologie hat sowohl in der Wissenschaft als auch in der Wirtschaft massiv an Bedeutung gewonnen. Etwa vier Milliarden Euro an öffentlichen Mitteln werden allein in diesem Jahr weltweit für die Nanotechnologieforschung ausgegeben.

Nanoexperte Dr. Matthias Werner,

Geschäftsführer der Nano- and Micro-Technology Consulting in Berlin



Überschätzt man nicht die Bedeutung der Nanotechnologie?

Werner: Ein Nanowundermittel gegen Krebs oder Nanoroboter, die verstopfte Herzgefäße putzen, wird es so schnell nicht geben. Sicher, teilweise wurden falsche Hoffnungen geweckt. Derzeit deuten aber zahlreiche Marktanalysen darauf hin, dass es mit der Nanotechnologie steil aufwärts geht. Bis zum Jahr 2015 wird eine Verzehnfachung des weltweiten Marktvolumens von derzeit 100 auf rund 1.000 Milliarden Euro erwartet. Deutschland hat dabei eine starke Position. Gemessen an der Zahl der jährlich veröffentlichten Patente liegt Deutschland nach den USA und Japan weltweit auf Platz drei.

Vom Labor auf den Sportplatz

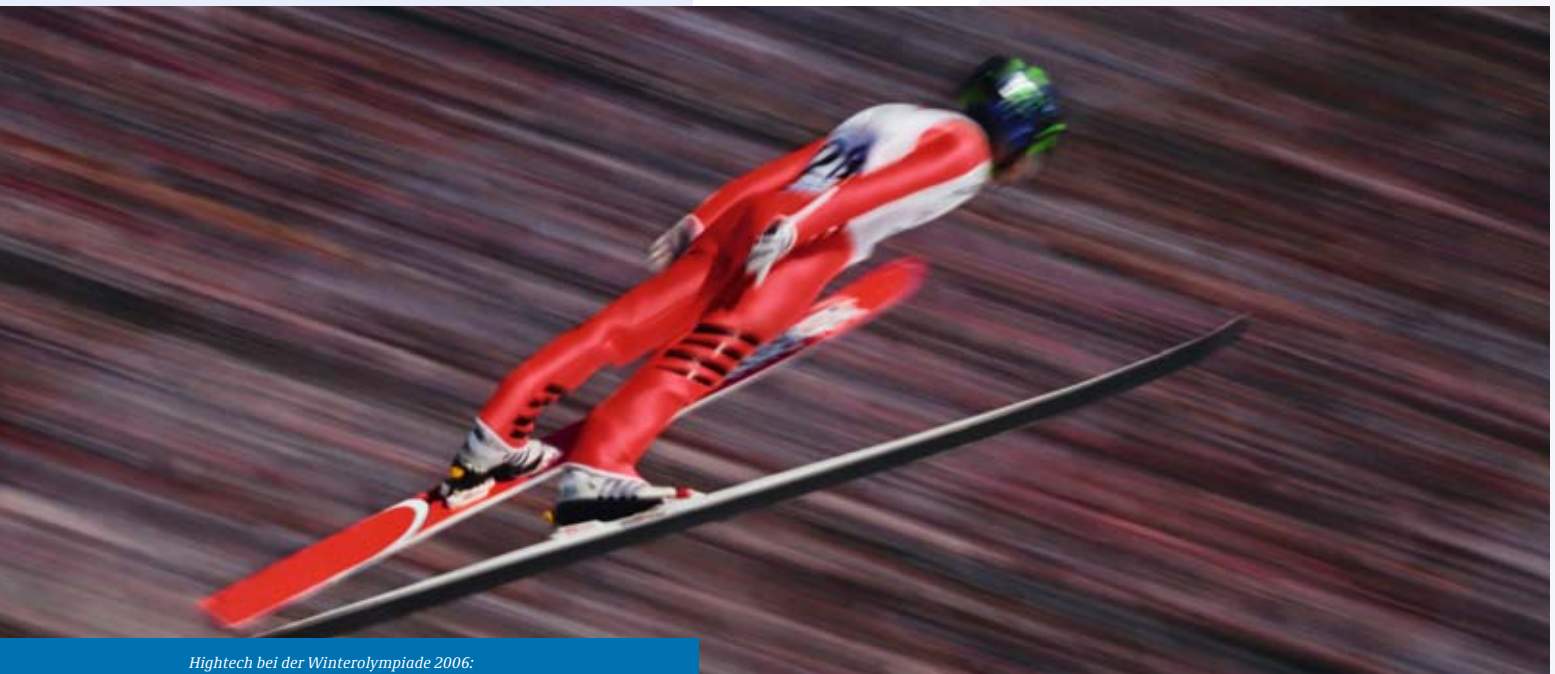
Hightechmaterialien sind nicht nur in Autos und Maschinen, sondern zunehmend auch in Sport- und Freizeitgeräten zu finden. Nicht auf Eis, sondern in Keramikspuren jagen Skispringer die Schanzen hinab und helfen so dem Werkstoff beim Sprung in neue Industrieanwendungen.

Nanotechnologie und Hochleistungswerkstoffe – diese Begriffe klingen nach Industrie, nach Hightech, nach Raumfahrt. Sie scheinen fern unseres Alltags zu sein. Doch der Eindruck täuscht. Unzählige Materialien haben längst den Weg aus den Labors in unser Leben gefunden – so sind sie etwa in Sport- und Freizeitgeräten zu finden. Die Forscherinnen und Forscher vom Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Sinterwerkstoffe (IKTS) in Dresden gehören zu jenen, die die Brücke vom Labor zum Alltag schlagen. Ihre Spezialität ist die Entwicklung neuer Keramiken. Mit der zerbrechlichen Kaffeekanne haben diese Werkstoffe allerdings kaum noch etwas gemein: Die neuen Keramiken sind mittlerweile sogar

härter, leichter und verschleißfester als Metall. Eine Keramik, an deren Entwicklung die IKTS-Fachleute beteiligt waren, hat es inzwischen in luftige Höhen geschafft – als Belag für Anlaufspuren von Skisprungschanzen wurde sie bei den Olympischen Winterspielen 2006 in Turin eingesetzt. Die von der Firma Etec aus Lohmar entwickelte Keramik wird in Form kleiner Noppen in die Spur eingebaut. Diese haben eine sehr geringe Reibung und sind extrem hart. Daher gleitet der Ski auf diesem Noppenbett optimal ab. Besonders für Sommersprungschanzen ist das eine echte Alternative, da die Anlaufspuren bislang mit emailliertem Blech ausgestattet waren. Dies war im Betrieb zu laut und zudem zu reparaturanfällig.

Hochleistungskeramik für den Alltag

Für viele andere Bereiche sind die IKTS-Fachleute auf der Suche nach dem richtigen Keramikwerkstoff für verschiedenste Anwendungen. Hierzu forschen sie unter anderem an der Verarbeitung des Materials. Immerhin sollen sich die Keramikrohstoffe später wirtschaftlich und erfolgreich zu komplexen Bauteilen verarbeiten lassen. Dr. Michael Zins, IKTS-Projektleiter, erklärt, was die Arbeit so anspruchsvoll macht: „Keramikpulver verhält sich wie



Hightech bei der Winterolympiade 2006:

Die Skispringer jagen in neuen Keramikspuren die Schanzen hinab.

Das Wasser perlt ab, der Schmutz lässt sich einfach abspülen – Textilien mit Nanoschutzschichten sind besonders für die Outdoor-Bekleidung geeignet.



Mehl, das man nicht direkt, sondern nur mit Zusätzen – etwa Ei und Milch – verarbeiten kann.“ Die Fachleute müssen den Keramikrohstoff also verändern, die Oberfläche der Keramikteilchen mit anderen Substanzen versehen oder das Pulver einer Wärmebehandlung unterziehen, um daraus Gegenstände formen zu können. Was fertig gebrannte, gesinterte Keramiken aushalten, haben die Dresdner mit einem extremen Beispiel deutlich gemacht: mit Golfschlägern, die zum direkten Vergleich einmal aus Metall und einmal aus Keramik gefertigt sind. Da die Keramik nur knapp halb so schwer wie Stahl ist, benötigt man nur einen Bruchteil der Energie für einen Schlag. Mehr noch: Während eine metallische Schlagfläche beim Golfspielen schnell abnutzt, zeigt keiner der keramischen Schläger Verschleißmarken. In Serie wird die Golfausrüstung dennoch nicht gehen. „Das ist auch nicht unser Ziel“, sagt Zins. „Wir wollten zeigen, welche verblüffenden Eigenschaften Keramik haben kann, und so zu neuen Anwendungen anregen – Keramik als Material für stark beanspruchte Motorventile oder als hartes Umformwerkzeug zum Pressen von Blechen etwa.“ Doch Zins betont, dass hochwertige Sportgeräte einen eigenen bedeutenden Markt bilden. Hier kommen Hightechkeramiken in Bauteilen von Rennwagen oder in Form abriebfester Spikes am Golfschuh zum Einsatz. Eine andere Keramik, mit der sich Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler beschäftigen, sind Piezo-Materialien. Diese Werkstoffe können blitzschnell elektrische Energie in mechanische Verformung wandeln und somit Schwingungen aktiv dämpfen. Inzwischen ist ein Tennisschläger auf dem Markt, der die starken Schwingungen beim Aufschlag dämpfen und so den Arm schonen soll.

Keine Chance für Schmutz und Regen

Doch nicht nur Keramiken sind nützlich für Sport und Freizeit. Längst sind hier auch Nanomaterialien gefragt – beispielsweise in Outdoor-Bekleidung als Schutz gegen Regen und Schmutz. Vorreiter bei der Entwicklung derartiger Nanoschichten ist das Institut für Neue Materialien in Saarbrücken, das wie auch das IKTS ein Projekt im Rahmen des BMBF-WING-Programms umsetzt. Dort arbeiten die Forscherinnen und Forscher an der richtigen Zusammensetzung der Beschichtung, die in der Regel in flüssiger Form auf die Textilien aufgetragen wird. Die Herausforderung besteht darin, eine Rezeptur zu finden, die nur die einzelnen Fasern beschichtet, nicht aber das ganze Gewebe verkrustet. Grundlage der Rezeptur ist zu meist ein Nanopulver, welches so vorbehandelt werden muss, dass die Nanopartikel nicht in der Flüssigkeit verklumpen. Damit wäre der Vorteil der Nanoteilchen dahin, denn diese Anhäufungen wären sichtbar und könnten die Farbe des Materials und dessen Oberfläche verändern. Für viele Textilien sind in Saarbrücken inzwischen wirksame Nanoschutzschichten entwickelt worden. Solche zum Beispiel, die Regen perfekt abperlen lassen und es ermöglichen, Verschmutzungen im Handumdrehen abzuspielen – selbst nach der schlam migsten Mountainbiketour.

Tennisarm ade: Hightechkeramiken sollen in neuen Tennisschlägern die Schwingungen dämpfen und den Arm schonen.

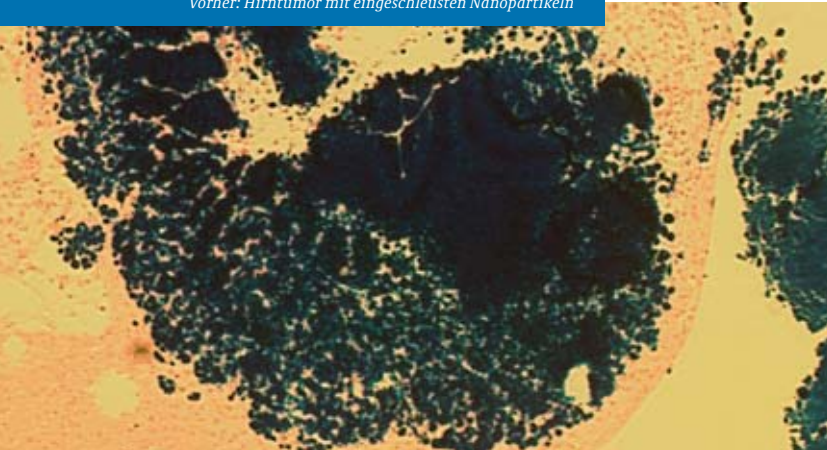


Innovationen für die Gesundheit

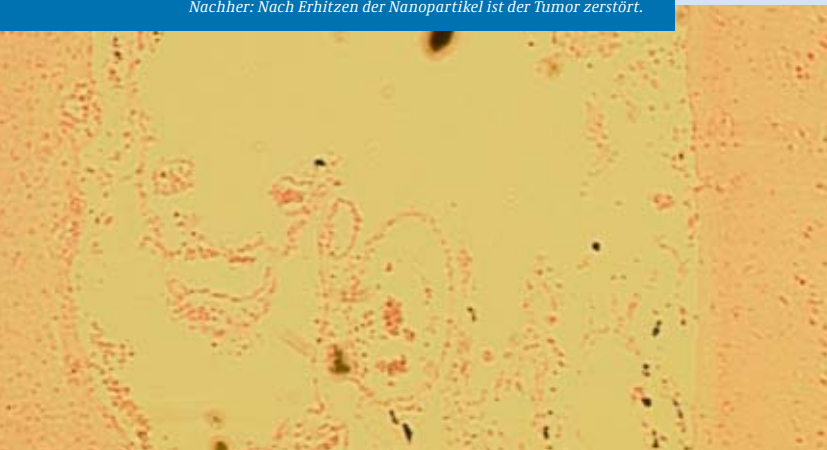
Eine Zahncreme, die den Schmerz nimmt, Nanopartikel, die Tumoren zerstören, intelligente Kunststoffe, die Operationsnarben verschließen: Das ist Werkstoffforschung im Dienst der Gesundheit.

Dieses Gefühl haben schon viele erlebt: Beim Genuss von Eis entsteht an den Zähnen ein plötzlicher, stechender Schmerz. Auslöser sind mikroskopisch kleine Kanäle an den Zahnhälsen. Liegen die-

Vorher: Hirntumor mit eingeschleusten Nanopartikeln



Nachher: Nach Erhitzen der Nanopartikel ist der Tumor zerstört.



se frei, leiten sie Reize wie Hitze oder Kälte direkt an den Nerv weiter. Um diesen Schmerz gar nicht erst entstehen zu lassen, haben die Unternehmen Henkel KGaA und SusTech GmbH & Co. KG Darmstadt einen neuartigen Wirkstoff auf nanotechnologischer Basis entwickelt: Nanit® active. Integriert in Zahncreme lagert er sich am Zahnhals ab und verschließt die empfindlichen Kanäle mit einer Schutzschicht.

Die Idee zu dem Wirkstoff entstand in der Grundlagenforschung. Am Max-Planck-Institut für Chemische Physik fester Stoffe (CPFS) in Dresden war es gelungen, im Reagenzglas ein zahnähnliches Material zu züchten. Auf dieser Basis entwickelten Forscherinnen und Forscher dann das Nanit® active. Der Wirkstoff besteht aus nanometergroßen Calciumphosphat-Partikeln und einem Protein. Ein Nanometer ist gerade einmal ein Milliardstel Meter, der Durchmesser eines Haares ist fünfzigtausend Mal dicker. „Der Wirkstoff wirkt deshalb so gut, weil er so nahe am natürlichen System ist“, erklärt Dr. Gallus Schechner von SusTech Darmstadt. Das BMBF förderte die Gründung der SusTech Darmstadt, die aus einer Initiative mehrerer Professoren der TU Darmstadt und Henkel hervorgegangen ist.

Ein großer Beitrag für die Gesundheit

Aber Nanopartikel können noch viel mehr. Am Berliner Universitätsklinikum Charité entwickelte ein Team um den Molekularbiologen Dr. Andreas Jordan eine neuartige Therapie gegen Glioblastome – das sind bösartige Hirntumoren. Die Therapie macht sich die Eigenschaften von Nanoteilchen aus Eisenoxid zu Nutze. Die magnetischen Teilchen, tausend Mal kleiner als rote Blutkörperchen, sind so behandelt, dass sie nur von Tumorzellen aufgenommen werden – nicht aber durch gesundes Gewebe. Bei der Behandlung eines Gehirntumors werden die Partikel ähnlich wie ein Trojanisches Pferd in die Krebsgeschwulst eingeschleust. Nun wird die Patientin oder der Patient einem Magnetfeld ausgesetzt, welches seine Richtung extrem schnell ändert. Dadurch erwärmen sich die Nanopartikel und somit das Tumorgewebe. Die hohe Temperatur zerstört dann die Krebszellen direkt oder macht sie empfindlicher gegenüber einer Strahlen- oder Chemotherapie. Klinische Studien haben die Machbarkeit, lokale Wirksamkeit und Verträglichkeit der Therapie bewiesen. „Wir rechnen für 2007 mit der Zulassung der Nano-Krebs-therapie“, sagt Jordan. In dem von ihm gegründeten Unternehmen MagForce Nanotechnologies AG werden bereits neue Partikel entwickelt, die selbstständig Krebszellen im Körper finden sollen, so dass

Animation: Kanäle (rechts) an freiliegenden Zahnhälsen leiten Reize wie Kälte oder Hitze direkt an den Nerv weiter. Die neue Zahncreme transportiert den Wirkstoff an die offenen Kanäle. Winzige Partikel (links) verschließen die Kanäle durch die Bildung einer naturidentischen Schutzschicht. Aufgrund der Reaktion mit dem Speichel wächst die neue Schutzschicht am Zahnhals auf.



Patientinnen und Patienten auch dann noch therapierbar sind, wenn sich bereits Metastasen gebildet haben.

Neue Therapiemöglichkeiten

Nanopartikel sind nur ein Beispiel für innovative Werkstoffentwicklungen, die helfen, Therapien zu verbessern. Auch der Einsatz von multifunktionalen Materialien wird neue Therapiekonzepte eröffnen. So könnten schon bald intelligente Kunststoffe in der minimalinvasiven Chirurgie zum Einsatz kommen. Am Institut für Polymerforschung des GKSS-Forschungszentrums in Teltow wurden Polymere entwickelt, die über ein Formgedächtnis verfügen: Aus einer temporär fixierten Verformung können sie in ihren vorher eingestellten Ausgangszustand zurückkehren. Als Schaltsignal benötigen sie Wärme oder – in neuesten Entwicklungen – Licht. Aus diesem Material hat ein Forscherteam um Prof. Dr. Andreas Lendlein chirurgisches Nahtmaterial entwickelt, das sich selbst verknötet. Damit können Chirurgen und Chirurgen auch in einem begrenzten Operationsfeld die Wunde optimal verschließen.

Intensiv arbeiten Werkstoffforscherinnen und Werkstoffforscher auch an der Optimierung von Implantaten. Allein in der Zahnmedizin werden pro Jahr in Deutschland über 200.000 Implantate eingesetzt. Damit diese schneller und besser in den Kiefer einwachsen, hat die Biomet Deutschland GmbH gemeinsam mit der TU Dresden und der Universität Göttingen eine neuartige Beschichtung für Titanimplantate entwickelt. Diese besteht aus einer knochenähnlichen Substanz, an die so genannte Adhäsionspeptide gebunden werden. Diese Signalmoleküle fördern die Bindung von Knochenzellen an die Implantatoberfläche und führen so zu einem deutlich verbesserten Einwachsverhalten der Prothese in den Knochen, als das bei den bisher üblichen Zahnimplantaten der Fall ist. Das BMBF förderte das Projekt mit mehr als 500.000 Euro. Derzeit arbeitet Biomet daran, die Beschichtung auch für andere Implantate aus Titan, etwa künstliche Hüftgelenke, einzusetzen. „In die Beschichtung lassen sich Antibiotika integrieren“, berichtet Dr. Henrich Mannel, Forschungsleiter bei Biomet. So können während der Implantation eingeschleppte Bakterien abgetötet werden – noch bevor sie überhaupt die Oberfläche besiedeln.

Werkstoffinnovationen in der Medizin sorgen für mehr Lebensqualität.



Die zehn meistgestellten Fragen zur Nanotechnologie

Professor Dr. Wolfgang M. Heckl, Generaldirektor des Deutschen Museums, beantwortet die zehn meistgestellten Fragen zur Nanotechnologie. Heckl ist Schüler des Nobelpreisträgers Gerd Binnig, der mit seiner Entwicklung des Rastertunnelmikroskops die Nanowissenschaften mitbegründet hat.

1. Was genau ist Nanotechnologie?

Ein Nanometer ist ein milliardstel Meter ($= 0,000000001$ m). Ein Nanometer verhält sich zu einem Meter wie der Durchmesser einer Haselnuss zu dem unseres Erdballs oder ist so viel wie der 50.000-ste Teil des Durchmessers eines menschlichen Haares. Die Nanotechnologie definiert sich über diese geringe Größe: Technisch gesehen umfasst sie die Herstellung, Untersuchung und Anwendung von Strukturen, Materialien und Oberflächen mit Dimensionen, die kleiner sind als 100 Nanometer.

2. Wieso haben Stoffe im Nanometermaßstab ganz andere Eigenschaften?

Ein Grund für die neuen Eigenschaften auf der Nanoskala ist die dramatische Zunahme der Gesamtoberfläche bei kleiner werdenden Partikeln. Durch die große Oberfläche findet sich ein hoher Anteil des Materials an der Oberfläche und kann zum Beispiel bei kratzfesten Lacken sehr stabile Verbindungen mit anderen Stoffen eingehen. Optische Eigenschaften ändern sich auf der Nanoskala, weil Partikel in dieser Dimension kleiner sind als die Wellenlängen des Lichts und so etwa transparent werden können.

3. Kommt Nanotechnologie auch natürlich vor oder ist sie ein künstliches Phänomen?

Alles in der Natur ist aus Teilchen im Nanomaßstab, den Atomen, aufgebaut. In den Zellen arbeiten molekulare Maschinen in der Nanodimension. Bekannter sind natürliche Oberflächeneffekte: Geckos haften durch Nanostrukturen unter den Füßen an der Decke. Die Lotusblume reinigt ihre Blätter mit Hilfe der Nanostrukturen auf ihrer Oberfläche.

Professor Dr. Wolfgang M. Heckl,
Generaldirektor des Deutschen Museums



4. Welche Fachgebiete der Naturwissenschaften sind an der Erforschung der Nanotechnologie beteiligt?

Nanowissenschaften sind ein sehr breites und vor allem interdisziplinäres Feld. Von der Physik über die Chemie und die Materialwissenschaften bis hin zu Biologie und Medizin sind alle naturwissenschaftlichen Disziplinen beteiligt.

5. Wo findet man Nanotechnologie heute im Alltag?

Nur einige Beispiele: In Elektronikchips, Festplatten und Diodenlasern in CD/DVD-Systemen, Computern und Handys kommt heute schon Nanotechnologie zum Einsatz. Die Leistungsfähigkeit solcher Geräte steigt mit atemberaubender Geschwindigkeit. Es gibt aber auch bereits Nanopartikel, die in Schutzschichten das Verkratzen verhindern, etwa auf Brillengläsern, und Autolacke, die durch chemische Nanotechnologie kratzfest gegen Flugstaub werden.

6. Ist die Nanotechnologie gefährlich? Sind Nanopartikel ein Risiko für Gesundheit und Umwelt?

Nanopartikel, die in Feldern wie etwa der Medizin oder Kosmetik Anwendung finden, durchlaufen sehr sorgfältige Prüfungen. Bei nanobeschichteten Oberflächen sind die Partikel als Teil der Oberfläche fest verankert, existieren also nicht mehr als einzelne Partikel. In verschiedenen anderen Fällen müssen diese Fragen noch von Nanowissenschaftlern und Toxikologen beantwortet werden. Dazu

werden aktuell besondere Meßmethoden entwickelt, um die Wirkungsmechanismen von Nanopartikeln zu untersuchen.

7. Können sich Nanopartikel so organisieren, dass sie ein Eigenleben entwickeln?

In dem Roman von Michael Crichton „Die Beute“ sind solche Nanoschwärme beschrieben. Aber bei aller guten Recherche ist dies Science-Fiction. Die Nanopartikel, die wir heute benutzen, haben ganz sicher nicht die Fähigkeit, sich selbst zu organisieren und eine Art Intelligenz zu entwickeln. Selbstorganisation als Prozess ist dennoch ein in der Natur immer wieder auftretendes Phänomen. So beruhen darauf die ganz frühen Schritte unserer Evolution. Aber bis zur Intelligenz, wie wir sie heute verstehen, war der Weg noch einige Milliarden Jahre weit.

8. Was wird mit der Nanotechnologie zukünftig alles möglich sein?

An die Nanotechnologie richten sich hohe Erwartungen, so in der Medizin, wo schnellere und bessere Diagnosen möglich werden sollen, schonendere Therapien und solche, die punktgenau am Herd der Krankheit ansetzen. In der Elektronik erhofft man sich noch kleinere und schnellere Bauelemente. Intelligente Kleidung, die Puls

und Atmung misst, oder eine Speisekarte aus elektronischem Karton werden ebenfalls denkbar.

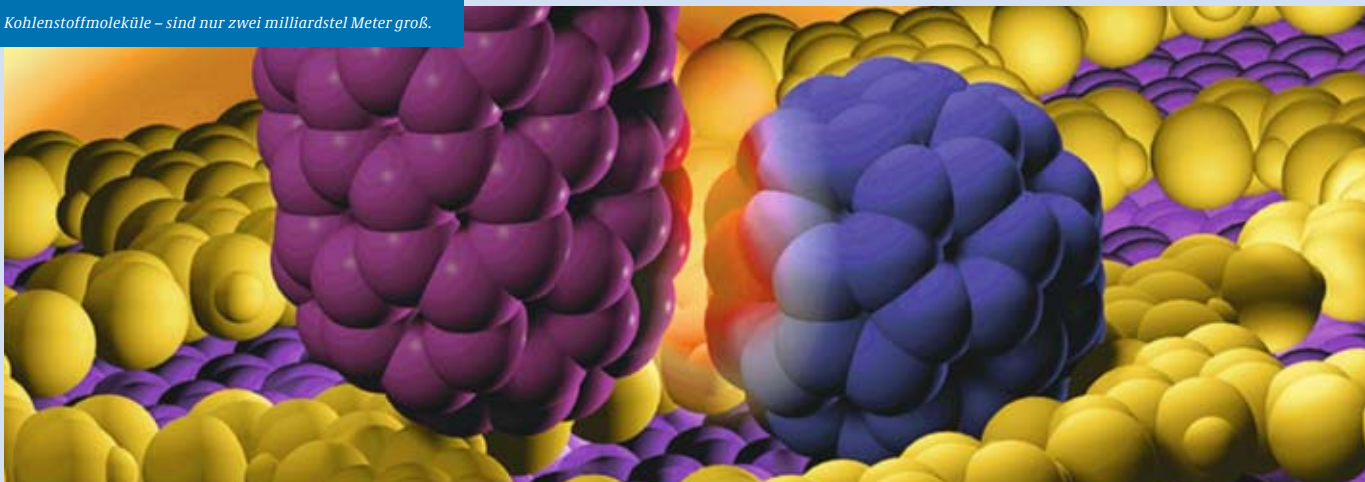
9. Was macht ein Nanowissenschaftler?

Zum Beispiel Fußball spielen, mit dem kleinsten Fußball der Welt, zwei Nanometer im Durchmesser sind die so genannten „Buckyballs“ – das sind kugelförmige Kohlenstoffmoleküle. Um dahin zu kommen, arbeiten Nanowissenschaftler in vielen Disziplinen: Biologie, Chemie, Ingenieurwesen, Kristallographie, Mineralogie, Physik. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus all diesen Bereichen erforschen auf Ebene des Atoms Strukturen, Schichten, biologische Vorgänge bis hin zu elektronischen Chips. Das Aufgabenspektrum ist so breit wie das der Natur- und Ingenieurwissenschaften.

10. Welche Berufe gibt es in der Nanotechnologie?

Es gibt ein breites Spektrum an Ausbildungen: Chemie-, Physik- oder Biologielaborant/-in, Elektroniker/-in, Mechatroniker/-in oder Mikrotechnologie/-in. Die speziellen Kenntnisse und Fertigkeiten für die Nanotechnologie werden durch Weiterbildung oder „on-the-job“ erworben. Im akademischen Bereich führen die klassischen naturwissenschaftlichen Studiengänge in die Nanotechnologie. Zudem gibt es erste Aufbaustudiengänge. Weitere Informationen zu Berufen gibt es im Zentrum Neue Technologien des Deutschen Museums.

Der „kleinste Fußball der Welt“: „Buckyballs“ – kugelförmige Kohlenstoffmoleküle – sind nur zwei milliardstel Meter groß.





Projektträger Jülich
Forschungszentrum Jülich GmbH



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung