



MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT

Forschungs-Highlights	
Abteilung Dietrich	S. 1
Abteilung Aldinger	S. 3
Abteilung Arzt	S. 4
Abteilung Mittemeijer	S. 7
Namen & Nachrichten	
Auf zu neuen Ufern	S. 2
Preise und Ehrungen	S. 4
Günter Petzow Preis 2007	S. 5
Nachwuchsgruppe Dr. Dagmar Goll	S. 5
Veranstaltungen	
International Day	S. 6
Tag der offenen Tür	S. 8
Universitätskontakte	
Max Planck Fellow	S. 6
Industriekontakte	
Carl-Schneider-Stiftung	S. 6
Termine	S. 5

02 07 **FOCUS** *on* **Materials**

MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR METALLFORSCHUNG STUTTGART

Die Dynamik von Nano-Tröpfchen

Wissenschaftler der Abteilung „Theorie inhomogener kondensierter Materie“ erforschen die Wirkung von Stufen in Substraten auf Nano-Tropfen

Tröpfchen sind nicht nur Teil unserer täglichen Erfahrungswelt, sondern sie spielen auch bei vielen technologischen Prozessen eine Rolle, ob gewünscht oder nicht. Bis hinunter zu einem Durchmesser von einem Mikrometer gibt es als Funktion der Größe keinen qualitativen Unterschied im Verhalten von Tröpfchen. Es wird im Wesentlichen durch Oberflächenspannungen bestimmt. (Für große Tropfen spielt auch die Gravitation eine Rolle.) Nano-Tröpfchen hingegen verhalten sich anders. Ihre

Dynamik wird durch materialspezifische langreichweitige Dispersionskräfte bestimmt.

Für ein makroskopisches Tröpfchen auf einem Substrat mit einer Stufe ist es unerheblich, ob es sich oberhalb oder unterhalb der Stufe befindet. Hat es seine Gleichgewichtsform eingenommen, bewegt es sich nicht mehr. Nano-Tröpfchen spüren aber die Anwesenheit der Stufe über eine Distanz von bis zu 100 nm (Abb. 1). Quantifi-

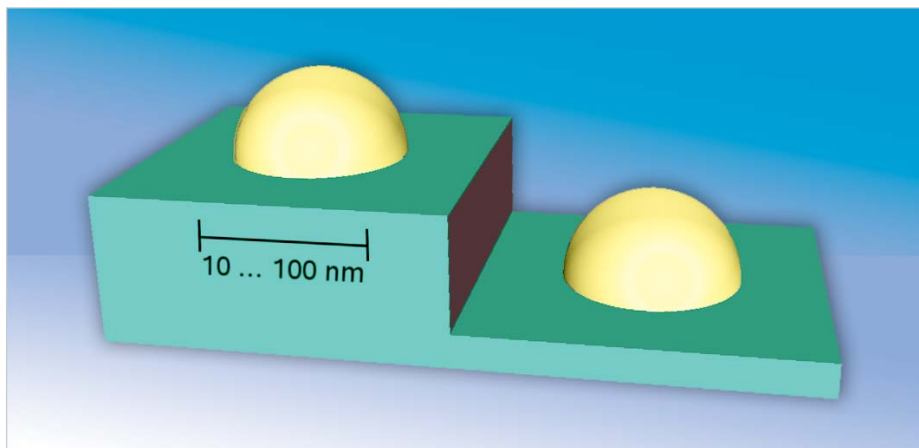


Abb. 1: Nano-Tröpfchen auf einem gestuften Substrat. Sie spüren die Nähe der Stufe über eine Distanz von bis zu 100 nm. Sind sie klein genug, werden sie durch die Dispersionskräfte in Bewegung gesetzt.

Die Bewegungsrichtung wird dabei vom Vorzeichen der Hamaker-Konstante und nicht vom Gleichgewichtskontaktwinkel θ bestimmt.

Liebe Leserinnen und Leser,

der Tag der offenen Tür 2007, den wir am 24. November gemeinsam mit dem MPI für Festkörperforschung veranstaltet haben, war ein fulminanter Höhepunkt dieses ereignisreichen Jahres, das sich nun dem Ende neigt. Mehr als 3000 Besucher ließen sich von dem Leitspruch „Grundlagenforschung – Materialien und Technologien für die Zukunft“ locken und von den Präsentationen unserer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter begeistern.

Mit unserem Programmheft zum Tag der offenen Tür haben wir die Besucherinnen und Besucher im „Nanoskosmos“ Willkommen geheißen. Die Forschungsbeiträge dieser Ausgabe stellen einmal mehr spannende Aktivitäten und Ergebnisse aus unserer Materialforschung vor.

Wenn Sie diesen *Focus on Materials* in Händen halten, liegt das neue, sicher wieder ereignisreiche und spannende, Jahr 2008 vor uns. Im Namen des Kollegiums und aller Mitarbeiter wünsche ich Ihnen einen guten Start in das Neue Jahr.

Prof. Dr. Joachim Spatz
Kommissarischer Leiter

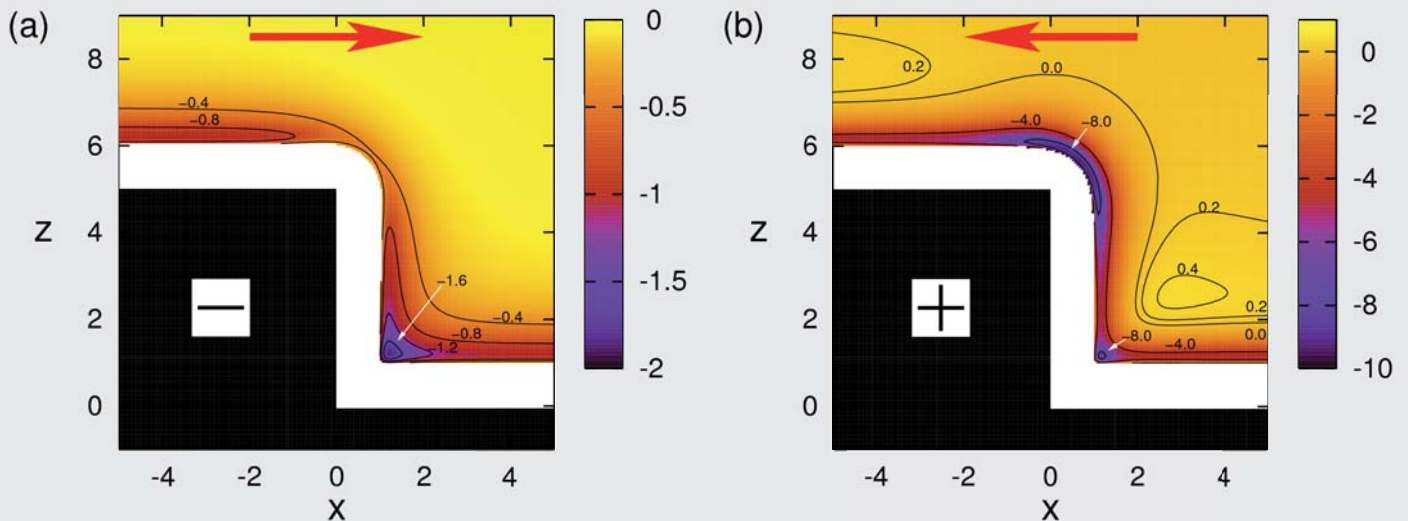


Abb. 2: Entnetzungsdruck in der Nähe einer Stufe auf einem homogenen Substrat für zwei Materialien mit gleichem Kontaktwinkel $\theta = 90^\circ$. Aber die Hamaker-Konstanten haben unterschiedliche Vorzeichen (negativ in (a) und positiv in (b)). Nano-Tröpfchen bewegen sich in der Nähe der Stufe bei negativer Hamaker-Konstante in Richtung Stufe-abwärts, bei positiver Hamaker-Konstante in die entgegengesetzte Richtung.

2

ziert wird dies durch den Entnetzungsdruck, der in Abbildung 2 beispielhaft für zwei verschiedene Materialien mit gleichem Kontaktwinkel $\theta = 90^\circ$ dargestellt ist. Dabei wird das Nano-Tröpfchen auf dem ersten Material (Abb. 2(a)) oberhalb der Stufe von dieser angezogen, unterhalb aber abgestoßen. Auf dem zweiten Substrat (Abb. 2(b)) verhält es sich genau

umgekehrt: es bewegt sich immer nach links.

Für die Bewegungsrichtung entscheidend ist das Vorzeichen der sog. Hamaker-Konstante – d. h. der langreichweitige Anteil der intermolekularen Wechselwirkungen, während der Kontaktwinkel durch das Zusammenspiel von lang- und kurz-

reichweitigen Kräften bestimmt ist. Nano-Tröpfchen können sich auf makroskopisch gleich erscheinenden Substraten also völlig unterschiedlich verhalten.

Kontakt: dietrich@mf.mpg.de

A. Moosavi, M. Rauscher, and S. Dietrich, **Motion of nanodroplets near edges and wedges**, Phys. Rev. Lett. 97, 236101 (2006)

NAMEN & NACHRICHTEN

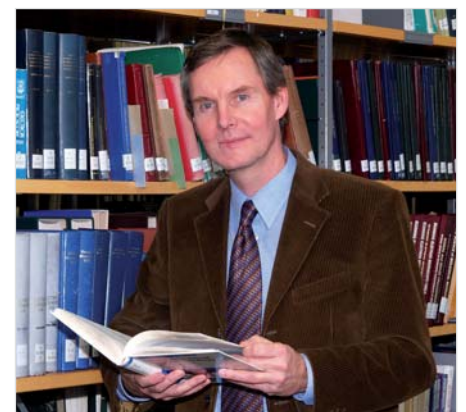
Auf zu neuen Ufern



Prof. Dr. Fritz Aldinger wurde zum 30. September emeritiert. Er ist Wissenschaftliches Mitglied und war Direktor der Abteilung „Materialsynthese und Mikrostrukturdesign“ sowie Lehrstuhlinhaber an der Universität Stuttgart. Seine Forschungsschwerpunkte lagen in der Synthese neuer keramischer Materialien und den zu Grunde liegenden Reaktionsmechanismen und Phasengleichgewichten.

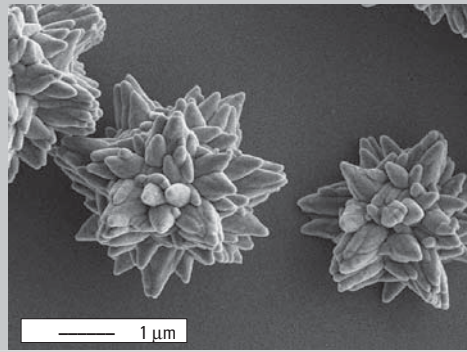
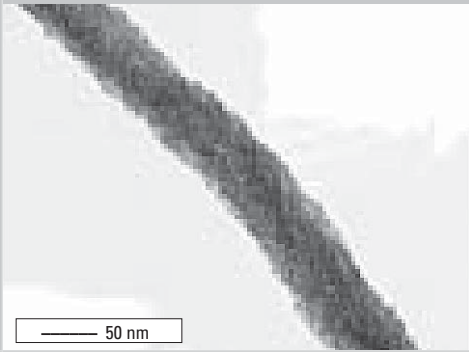
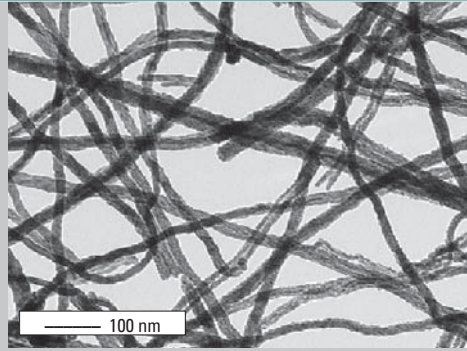
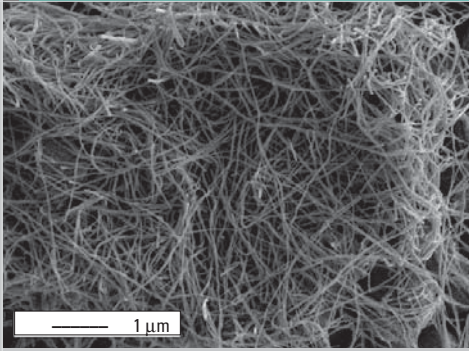
Nach 25jähriger Institutszugehörigkeit hat Prof. Dr. Eduard Arzt zum Oktober 2007 das Institut und die Universität Stuttgart verlassen. Auch er war Wissenschaftliches Mitglied und war als Direktor der Abteilung „Mikro- und Nanomechanik von Dünnschichten und Biosystemen“ sowie als Lehrstuhlinhaber tätig. In Saarbrücken hat er die wissenschaftliche Leitung des Leibniz-Instituts für Neue Materialien und den Vorsitz der Geschäftsführung sowie eine Professur für Neue Materialien an der Universität des Saarlandes übernommen.

Beiden Wissenschaftlern ist es gelungen, ihre in der Grundlagenforschung gewonnenen Fachkenntnisse erfolgreich in der Praxis zur Geltung zu bringen, Impulse zu geben und Lösungen herbeizuführen, die auch praktische Relevanz haben. Davon zeugen einmal mehr ihre Beiträge auf den beiden folgenden Seiten.



Während Herr Arzt nun seinen Lebensmittelpunkt an die Saar verlegt hat, zieht es Herrn Aldinger aus privaten Gründen regelmäßig an die Elbe, nach Dresden.

Das Kollegium und die Mitarbeiter des Instituts wünschen beiden Kollegen alles Gute für ihre künftigen Unternehmungen an „neuen Ufern“.

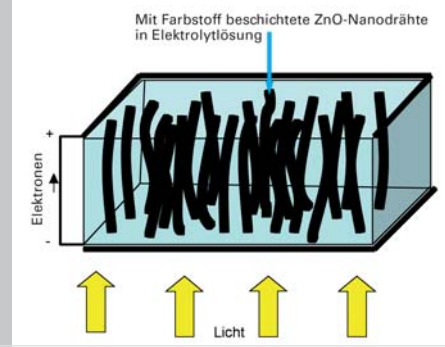


◀ Oben links: Nanodrähte aus Zinkoxid. Die Drähte wurden durch Mineralisation bei 60 – 70° C auf DNA-Molekülen in ammoniakalisch-wässriger Zinksalzlösung hergestellt.

Oben rechts: Vergrößerung der Nanodrähte.

Unten links: Vergrößerung eines Nanodrahts.

Unten rechts: Zinkoxid wird aus Salzlösungen ohne DNA nicht faserförmig abgeschieden, sondern z. B. in Form von sternförmigen „Blumen“.



DNS-gesteuerte Bildung von Zinkoxid-Nanodrähten

Neues Verfahren mit sehr geringem apparativen Aufwand zur bioinspirierten Synthese von technologisch interessanten Nanodrähten

In der Natur entstehen mittels Biomineralisation zahllose Mineralien mit unterschiedlichen Formen und Funktionen. Zähne, Skelette oder Schalen werden so durch einen eigentlich einfachen Vorgang produziert: auf einer organischen Unterlage, die als Struktur dirigierendes Templat dient, scheiden sich anorganische Materialien wie beispielsweise Siliziumdioxid ab. Die Bildung der organischen Struktur und somit die gesamte Herstellung der Minerale steht unter genetischer Kontrolle. Auf diese Weise stellen auch Muscheln ihr schillerndes Perlmutter her: Sie scheiden auf organischen Schichten Lagen aus Kalk ab. Die Abscheidungen erfolgen im Wechsel. Das schichtförmige organische Templat bedingt dabei die plattenartige Ablagerung von Kalk.

Mit diesem natürlichen Bauprinzip als Vorbild entwickeln die Wissenschaftler in der Abteilung „Materialsynthese und Mikrostrukturdesign“ von Prof. Fritz Aldinger schon seit geraumer Zeit Konzepte zur Synthese neuer Materialien. Beispielsweise konnten sie nach dem Vorbild von Perlmutter einen Schichtverbundwerkstoff aus abwechselnden Lagen Titandioxid und organischen Polymeren synthetisieren. Dieser weist gegenüber monolithischem Titandioxid eine stark erhöhte Bruchzähigkeit auf.

Nun ist den Forschern ein weiterer Coup der bioinspirierten Materialsynthese gelungen: die Herstellung von feinsten Fäden aus Zinkoxid. Dieses Material hat hochinteressante physikalische Eigenschaften und wird beispielsweise für den Bau von Handy-Displays oder Solarzellen verwendet. Von besonderem Interesse sind dabei Nanodrähte, die bisher nur durch eine sehr aufwändige Abscheidung aus der Gasphase bei hohen Temperaturen produziert werden können. Durch den Einsatz von fadenförmigen DNS-Molekülen als organisches Templat vermögen die Forscher nun, Zinkoxiddrähte mit Durchmessern im Nanobereich herzustellen, die darüber hinaus sogar einkristallin sind! Dieses neue Verfahren ermöglicht eine Synthese solcher Drähte – vereinfacht gesprochen – unter Umgebungsbedingungen und daher mit sehr geringem apparativem Aufwand.

Gegenwärtig laufen erfolversprechende Untersuchungen über die elektrischen Eigenschaften der filigranen Drähte sowie zur Synthese weiterer oxidischer und metallischer Materialien. Zudem sollen die DNS-Moleküle gezielt angeordnet werden, so dass sich die Möglichkeit zur Synthese von speziellen Bauelementen ergibt. Beispielsweise sind für den Bau von Grätzel-Solar-

Schematischer Aufbau einer Farbstoff-Solarzelle. Das einfallende Licht wird von dem Farbstoff auf den ZnO-Drähten absorbiert. Dadurch lösen sich Elektronen aus dem Farbstoff, die durch die filigranen Drähte zur Elektrode wandern. In einem geschlossenen Stromkreislauf werden die Elektronen später durch die Elektrolytlösung zu den Farbstoffen zurücktransportiert. Der Vorteil gegenüber herkömmlichen mit Nanopartikeln beschichteten Solarzellen ist durch die Geometrie der Nanodrähte begründet, die eine direkte Ableitung der Elektronen an die Elektrode ermöglicht. Dadurch ist die Elektronenleitung viel effizienter, und zwar um den Faktor 100 gegenüber nanopartikelbasierten Solarzellen. Gleichzeitig bieten die mit Farbstoff beschichteten Drähte eine große Oberfläche für die Absorption der Solarenergie durch Farb-Partikel.

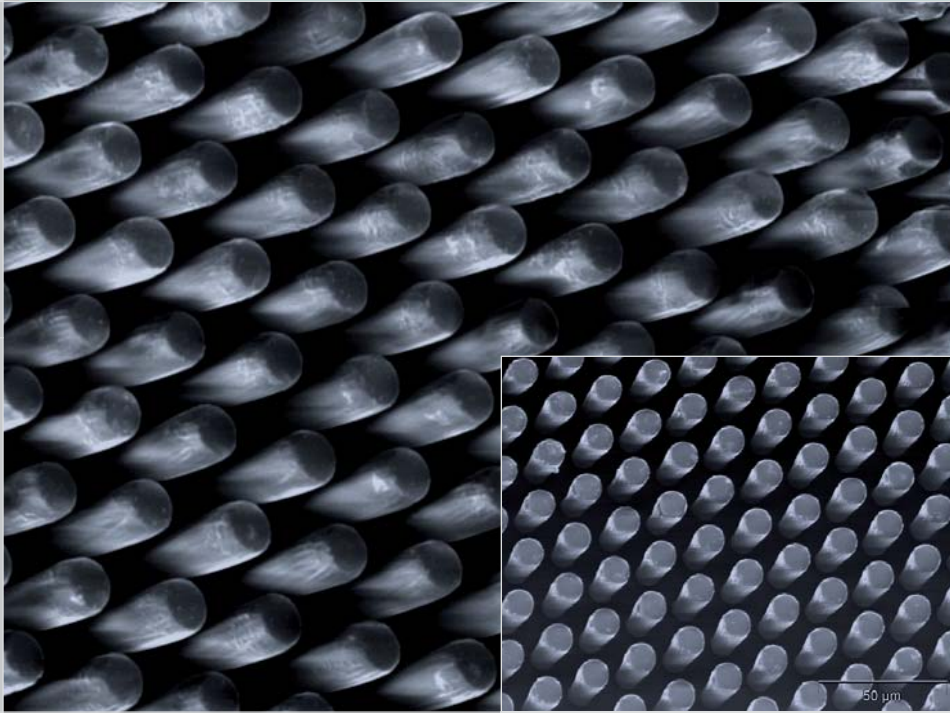
zellen anstatt der generell verwendeten Nanopartikel-Schicht sehr feine ZnO-Drähte von Interesse. Diese nach ihrem Erfinder benannten Farbstoff-Solarzellen funktionieren nach dem Vorbild der Photosynthese bei Pflanzen: Farbstoffe fangen die Solarenergie ein und wandeln sie in eine andere Energieform, in diesem Fall Strom, um. Herausforderungen wie diese sind für die weiteren, hoch spannenden Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der bioinspirierten Materialsynthese sehr willkommen.

Kontakt: bill@mf.mpg.de

Quelle:

1) M. Jost, J. Bill, F. Aldinger, "Method for the production of nanostructured zinc oxide fibers utilizing DNA as a template", Neue Internationale Patentanmeldung (PCT) M10499PWO-R/PI/Ru

2) Mater. Res. Soc. Symp. Proc. Volume 1008E, Warrendale, PA, 2007, 1008-T04-03



◀ *Mikrohärchen aus Formgedächtnispolymeren (Durchmesser 10 μm, Länge 100 μm, Material Tecoflex 72D) ermöglichen schaltbare „Gecko-Strukturen“: von Haftung AUS (oben) zu Haftung EIN (unten).*

NAMEN & NACHRICHTEN

Preise und Ehrungen

Prof. Dr. Fritz Aldinger wurde im September 2007 von der American Ceramic Society zum „Fellow of the Society“ ernannt.

Dr. Cancarevic, Dr. Zinkevich und Prof. Dr. Aldinger, Abteilung „Materialsynthese und Mikrostrukturdesign“, wurde der Best Paper Award für ihren Aufsatz „Thermodynamic Assessment of the PZT System“ im Journal of the Ceramic Society of Japan (2006) verliehen.

Die Federation of European Materials Societies (FEMS) hat Frau **Dr. Aránzazu del Campo Bécara**s, Abteilung „Dünnschicht- und Biosysteme“, den FEMS Lecturer Award for Excellence in Materials Science and Engineering für herausragende Arbeiten auf dem Gebiet der chemischen und topographischen Oberflächenstrukturierung von Materialien verliehen.

Die Universität Stuttgart, Fakultät Chemie, hat Herrn **Eric A. Jäggle**, Abteilung „Phasenumwandlungen, Thermodynamik und Kinetik“, den „Rolf-Sammet-Preis 2007“ für seine herausragende Diplomarbeit im Studiengang Werkstoffwissenschaft überreicht.

Frau **Dr. Dagmar Goll** erhielt den „Günter Petzow Preis 2007“ (s. S. 5).

Dr. Barbara Panella, Abteilung „Moderne Magnetische Materialien“, wurde mit dem Innovationspreis des Deutschen Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verbands e. V. für die beste Doktorarbeit aus dem Jahr 2006 über Wasserstoff sowie mit der Otto-Hahn-Medaille 2006 geehrt.

Prof. Dr. Manfred Rühle, Emeritus des MPI für Metallforschung, wurde als erster Deutscher mit der Lawrence H. Van Vlack Lectureship und dem Award in Materials Science and Engineering an der University of Michigan ausgezeichnet. Vom Institute of Metal Research der Chinese Academy of Sciences und dem Shenyang National Laboratory for Materials Science hat er den Lee Hsun Lecture Award 2007 erhalten.

Im Zuge der Exzellenzinitiative des Bundes ist **Prof. Dr. Gisela Schütz** in das Gutachtergremium der RWTH Aachen berufen worden.

Dr. Christine Selhuber-Unkel, Abteilung „Neue Materialien und Biosysteme“, wurde der Dieter-Rampacher-Preis 2006 der Max-Planck-Gesellschaft verliehen.

Auf dem DGM-Tag 2007 hat **Lorenzo Zini**, Abteilung „Materialsynthese und Mikrostrukturdesign“, den Preis für die beste Diplomarbeit gewonnen.

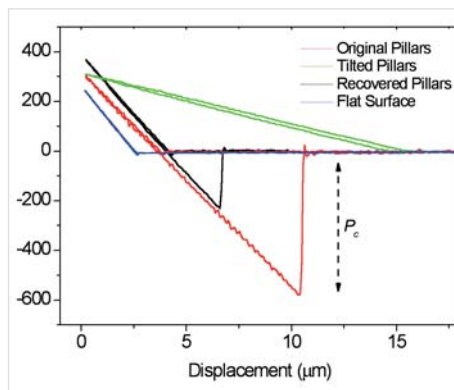
Auf dem Weg zur schaltbaren Haftung

Neue Materialien mit „smarter“ Adhäsion bieten hohes Anwendungspotenzial

Haftkräfte zwischen zwei Oberflächen: wie kann man sie gezielt verändern, erhöhen oder gar an- und ausschalten? In der Abteilung „Mikro- und Nanomechanik von Dünnschichten und Biosystemen“ von Prof. Arzt entwickeln Forscher neue, bioinspirierte Oberflächen, die feinhaarige Gecko-Strukturen imitieren, aber inzwischen über das natürliche Vorbild hinausgehen. So ist es ihnen kürzlich erstmals gelungen, zwischen dem nicht-haftenden und dem haftenden Zustand lediglich durch eine kleine Temperaturänderung zu schalten.

Der Trick besteht darin, dass Elastomere mit Formgedächtniseffekt zu Mikrohärchen strukturiert werden. Ähnlich wie Formgedächtnismetalle „erinnern“ sich derartige Polymere an ihre frühere Form und lassen sich durch Temperaturänderung zumindest in einer Richtung schalten. Die Haarstrukturen werden durch Verformung „programmiert“: durch Schrägstellung der Mikrohärchen (linkes oberes Bild) wird der Gecko-Effekt zunächst unterdrückt – in diesem Zustand haftet die Oberfläche praktisch nicht. Erwärmt man die Struktur über eine kritische Temperatur (im vorliegenden Fall 70° C), dann richten sich die Mikrosäulen gemeinschaftlich wieder auf (rechtes oberes Bild). Jetzt wird eine Haftfestigkeit von etwa 30 kPa gemessen, was

derjenigen des Geckofußes nahe kommt. Der Unterschied zum nicht-haftenden Zustand beträgt mindestens einen Faktor 200.



„Smarte“ mechanische Kontakte auf diesem Prinzip könnten für viele Anwendungen interessant sein, z. B. in der Medizintechnik und Mikrofertigung, im Bauwesen und in der Sportartikelindustrie.

Kontakt: delcampo@mf.mpg.de; arzt@mf.mpg.de

Quelle:

S. Reddy, E. Arzt, A. del Campo
Advanced Materials 2007, 19, 3833 – 3837



Günter Petzow Preis 2007 für Dr. Dagmar Goll

Für ihre wegweisenden Arbeiten in Hinblick auf den Einsatz nanokristalliner und nanostrukturierter Verbundwerkstoffe zur Realisierung von Datenspeichern höchster Datenspeicherdichte (Tbit/inch²) und superstarker Dauermagnete hat das Institut ihr den Günter Petzow Preis 2007 verliehen. Neben 2000 Euro Preisgeld hielt Frau Goll einen Vortrag beim Paul-Peter Ewald Kolloquium mit dem Titel: „Magnetische Nanoteilchen als Datenträger für höchste Speicherdichten“.

Das Bild zeigt Frau Goll mit Prof. Dr. Günter Petzow (links) und Prof. Dr. Joachim P. Spatz (rechts) während des Ewald-Kolloquiums am 6. Juli 2007. Im Namen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Instituts gratuliert das Kollegium Frau Goll herzlich zum Günter Petzow Preis 2007.

Forschung mit magnetischer Wirkung

Dr. Dagmar Goll leitet seit drei Jahren Nachwuchsgruppe am Institut

Magnete sind anziehend. „Magnetische Nanostrukturen“ haben es Dr. Dagmar Goll, Leiterin der gleichnamigen Nachwuchsgruppe am Max-Planck-Institut für Metallforschung in Stuttgart, besonders angetan. Dank ihrer herausragenden Doktorarbeit und ihres einjährigen Forschungsaufenthalts am Center for Magnetic Recording Research der University of California, San Diego, hat sie die MPG auf sich aufmerksam gemacht. Seit drei Jahren wird Frau Goll durch das W2-Programm zur Förderung hervorragender Wissenschaftlerinnen gefördert. Zurzeit läuft ihr Habilitationsverfahren, und Doktoranden sowie Diplomanden haben Gefallen an den Forschungsaktivitäten ihrer Arbeitsgruppe gefunden. Nanokristalline und nanostrukturierte Materialien gewinnen heute bei magnetischen Werkstoffen eine rasant zunehmende Bedeutung. Sowohl im Bereich der magnetischen Datenspeicherung höchster Speicherdichte und schnellster Schreibgeschwindigkeit als auch bei hart- und weichmagnetischen Werkstoffen spielen Nanoteilchen eine unabdingbare Voraussetzung zur Erzielung optimaler magnetischer Eigenschaften und Funktionalität. Um die Vielfalt von Bedingungen zur Erzielung höchster Datenspeicherdichten zu gewährleisten, werden neuerdings nanokristalline Verbundteilchen in Betracht gezogen, die aus einem weich- und einem hartmagnetischen Anteil bestehen.

Dr. Dagmar Goll hat in ihren jüngsten Arbeiten wesentliche Beiträge zum Verständnis nanokristalliner und nanostrukturierter Systeme geleistet. So beleuchtet eine erst kürzlich erschienene Arbeit von ihr das Speicherpotential von Verbundteilchen und die Langzeitstabilität des magnetischen Zustands. Ihre weiteren Ergebnisse über Ummagnetisierungsprozesse, Schaltzeiten und kritische Dimensionen für Eindomänenverhalten sind ebenfalls richtungweisend für den Einsatz von Nanopartikeln bei der magnetischen Datenspeicherung. Darüber hinaus ist Frau Goll und ihrer Nachwuchsgruppe die Herstellung periodisch geordneter Nanostrukturen gelungen. Diese eignen sich ausgezeichnet dazu, die charakteristischen Eigenschaften von Nanoteilchen zu bestimmen. Dr. Dagmar Goll versteht es, mit großem physikalischen und materialwissenschaftlichen Verständnis die grundlegenden offenen Fragen bestimmter Problemkreise zu erkennen. Zu deren umfassender Lösung setzen sie und ihre Mitarbeiter engagiert und zielbewusst die geeigneten experimentellen und theoretischen Methoden ein. Ihre Arbeiten zeichnen sich durch Klarheit und die Darstellung quantitativer Ergebnisse aus. Das Institut wünscht Frau Goll alles Gute für die kommenden Jahre und weiterhin viel Erfolg mit ihrer Forschung an magnetischen Nanostrukturen.

TERMINE

5

montags 17:00 Uhr, im Semester
Materialwissenschaftliches Kolloquium
Werner-Köster-Hörsaal 2 R4

dienstags 17:15 Uhr, im Semester
Physikalisches Kolloquium
Uni-Stuttgart: Hörsaal V57.01,
Pfaffenwaldring 57
MPI-Campus: Hörsaal 2 D5

3. März 2008
Vortrag von Prof. Dr. Clemens Bechinger
Max Planck Fellow
17:00 Uhr, Köster-Hörsaal 2 R4
Titel wird noch bekannt gegeben; mit anschließendem Empfang

18. Juli 2008
Paul-Peter Ewald Kolloquium
13:30 Uhr, Hörsaal 2 D5
zu Ehren Professor Rühles
70. Geburtstages
mit Verleihung des Günter
Petzow Preises 2008 und
anschließendem Sommerfest

Vorr. Juli 2008
Max Planck Lecture 2008
16:00 Uhr, Hörsaal 2 D5
Prof. Dr. Paul Alivisatos,
Professor of Nanotechnology
University of California,
Berkeley, USA

Weitere Informationen finden Sie unter:
www.mf.mpg.de > Aktuelles/News



Fröhliche Stimmung beim zweiten „International Day“ am 27. Juli 2007. Mit konstruktiven Vorschlägen trugen die internationalen Gäste und Mitarbeiter zum Erfolg der Veranstaltung bei.

International Day 2007

Treffpunkt von guter Laune und spritzigen Ideen

„Ein Tischkicker wäre schön“... – dieser Wunsch war einer von vielen guten Anregungen, welche die rund 50 Teilnehmenden am zweiten International Day des Instituts am 27. Juli 2007 äußerten. Denn Tischfußball und Tischtennisplatte seien gut geeignet, um sich in bunter, internationaler Runde zu treffen. Ob nach dem Mittagessen oder zwischen Forschungsexperimenten – die Ballspiele im Kleinformat helfen, Sprachbarrieren zu überwinden und Kontakte zu knüpfen.

Aber auch sonst erwies sich der diesjährige International Day als wahre Ideenschmiede. Die Teilnehmenden tauschten Erfahrungen aus über Aktivitäten und Initiativen innerhalb und außerhalb des Institutes: Chor- und Tanzgruppen, Sportmöglichkeiten aller Art, Vor- und Nachteile diverser Sprach-

kurse sowie Veranstaltungen der Stadt Stuttgart. Der International Day war geprägt von aktivem Dialog und guter Stimmung.

Zuvor hatte Professor Joachim Spatz, Kommissarischer Leiter des Instituts, die Auswertung der diesjährigen Umfrage unter den internationalen Gästen und Mitarbeitern vorgestellt (Fragebogen und Ergebnisse unter www.mf.mpg.de > International Day). Während Diskriminierung wohl kein Problem war, wünschten sich viele Unterstützung hinsichtlich von Kontakten innerhalb und außerhalb des Institutes. Inzwischen hat die Institutsleitung ein Infoboard im Treppenhaus Altbau, Ebene 2 eingerichtet sowie einen Tischfußball aufgestellt. Und der International Day 2008 soll mit einem Tischkickerturnier eröffnet werden.

Carl-Schneider-Stiftung

Die Carl-Schneider-Stiftung in Aalen hat im Jahr 2007 dem Institut eine Zuwendung zukommen lassen, um ein Forschungsgerät technisch zu optimieren.

Laut ihrem Stiftungszweck verwendet die Stiftung die Erträge des Stiftungsvermögens unter anderem für die Förderung der Wissenschaften, insbesondere durch Vergabe und Finanzierung von Forschungsaufträgen – vor allem auf technischem Gebiet – deren Ergebnisse der Allgemeinheit zur Verfügung zu stellen sind sowie durch Zuwendungen an technische oder wissenschaftliche Einrichtungen, die solche Forschungen durchführen.

Das Institut dankt der Carl-Schneider-Stiftung herzlich für die Spende!

Max Planck Fellow

Prof. Dr. Clemens Bechinger, Institutsleiter des zweiten physikalischen Instituts an der Universität Stuttgart, ist zum Max Planck Fellow des Instituts berufen worden.

Die Bestellung von Hochschullehrern zu Max Planck Fellows durch die MPG ist auf fünf Jahre befristet und mit der Leitung einer kleinen Arbeitsgruppe an einem Max-Planck-Institut verbunden.

Professor Bechinger umreißt seine Max Planck Fellow-Forschung: „Wir beschäfti-

gen uns mit den strukturellen Eigenschaften kolloidaler Monolagen auf kristallinen und quasikristallinen Oberflächen, die durch stehende optische Felder realisiert werden. Ziel der Arbeiten ist ein tieferes Verständnis des Zusammenspiels der Wechselwirkungen – innerhalb der Monolage und derer zum Substrat – die letztendlich für die Morphologie und die physikalischen Eigenschaften adsorbierter dünner Filme verantwortlich sind“.



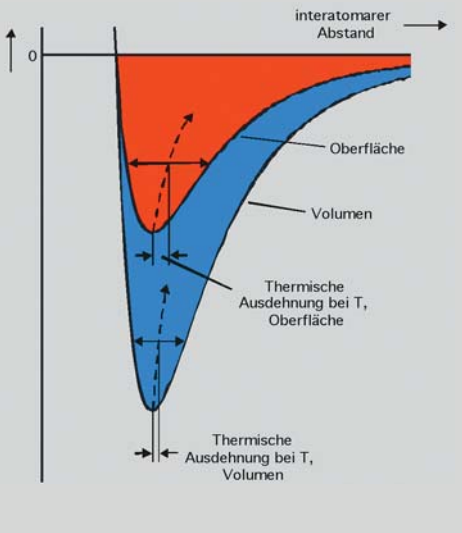


Abb. 3: Potentielle Energie als Funktion des interatomaren Abstandes für Volumen- und Oberflächenatome.

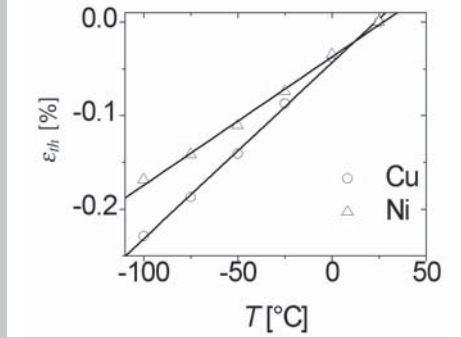


Abb. 1: Thermische Dehnung ϵ_{th} ($=\Delta d/d_0$, wobei d_0 der spannungsfreie Abstand von bestimmten kristallografischen Ebenen bei Raumtemperatur und Δd die Änderung des Abstandes ist, die sich bei einer Änderung der Temperatur T ergibt) einer Kupfer- und einer Nickelschicht im nanokristallinen Zustand als Funktion der Temperatur. Der thermische Ausdehnungskoeffizient α ergibt sich aus der Steigung der jeweiligen Ausgleichsgeraden.

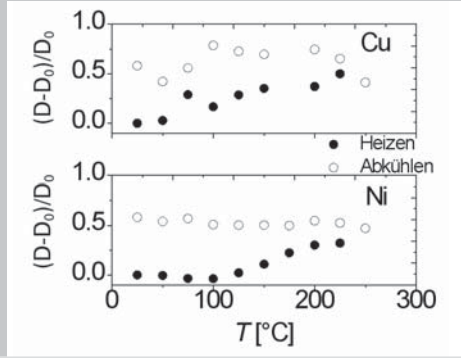


Abb. 2: Relative Änderung der mittleren Korngröße D bezogen auf die Ausgangskorngröße D_0 der Kupfer- und Nickelschicht vor der Wärmebehandlung als Funktion der Temperatur. Nach einem Heizzyklus von Raumtemperatur bis 250°C und zurück ist die ursprüngliche Korngröße D_0 um mehr als 50 % angewachsen.

Nanokristalline Materialien zeigen ungewöhnliche Eigenschaften

Der thermische Ausdehnungskoeffizient ist in nanokristallinen Materialien größer als in grobkristallinen Materialien

Nanokristalline Materialien stehen wegen ihrer besonderen Eigenschaften im Brennpunkt der Materialforschung. Die thermische Ausdehnung spielt vor allem für Komponenten in der Mikroelektronik, der Mechanik etc., die insbesondere auch aus nanokristallinen Materialien mit unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten zusammengesetzt sind, eine sehr große Rolle. Die thermische Ausdehnung von Materialien ϵ_{th} , d. h. die Änderung Δl bezogen auf die Länge l eines Körpers ($\epsilon_{th} = \Delta l/l$) mit zunehmender Temperatur T , wird durch den linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten α beschrieben: $\alpha = \Delta l/(l \Delta T)$. Theoretische Arbeiten ergeben, dass der thermische Ausdehnungskoeffizient mit abnehmender Kristallitgröße zunimmt. Ein experimenteller Beweis erwies sich als sehr schwierig, da bei den gebräuchlichen (dilatometrischen und röntgenografischen) Methoden Probleme auftreten. Wissenschaftlern der Abteilung von Prof. Mittemeijer ist es nun erstmals gelungen, die Ausdehnungskoeffizienten von dünnen, nanokristallinen metallischen Schichten mittels in-situ Röntgenbeugungsmessungen bei Temperaturen unterhalb von Raumtemperatur (25°C) zu bestimmen. Mit Hilfe von Röntgenbeugungsmessungen kann der Gitterparameter eines kristallinen Materials gemessen werden.

Bei Temperaturänderungen ändert sich der Gitterparameter der untersuchten dünnen Metallschichten auf Substraten sowohl durch die thermische Ausdehnung als auch durch mechanische Spannungen, die durch den Unterschied der Ausdehnungskoeffizienten von Schicht und Substrat entstehen. Diese beiden Beiträge können durch eine spezielle Auswertung der Messung getrennt werden. Die so bestimmten Änderungen der spannungsfreien Gitterparameter sind für die untersuchten nanokristallinen Kupfer- und Nickelschichten in Abb. 1 gegen die Temperatur aufgetragen. Es ergibt sich, dass die Ausdehnungs-

koeffizienten von Nickel und Kupfer für die untersuchten dünnen nanokristallinen Schichten ca. 10 % größer als in grobkristallinen Vielkristallen sind. Es hat sich als sehr wichtig erwiesen, dass die Messung durch die Verwendung einer speziellen Probenkammer, bei der die Probe mittels flüssigen Stickstoffs bis ca. -100°C abgekühlt wird, bei Temperaturen **unterhalb** der Raumtemperatur durchgeführt werden konnte. In-situ Röntgenbeugungsmessungen haben nämlich gezeigt, dass bei Temperaturen **oberhalb** der Raumtemperatur sehr schnell eine Vergrößerung der Kornstruktur einsetzt (Abb. 2).

	Ausdehnungskoeffizient α von Kupfer [$10^{-6} / ^\circ\text{C}$]	Ausdehnungskoeffizient α von Nickel [$10^{-6} / ^\circ\text{C}$]
Nach der Herstellung	18.8 ± 0.4	13.7 ± 0.4
Nach der Wärmebehandlung	17.4 ± 0.4	12.6 ± 0.2
Literaturwert für grobkristalline Materialien	15.7	12.4
	Korngröße D von Kupfer [nm]	Korngröße D von Nickel [nm]
Nach der Herstellung	26	37
Nach der Wärmebehandlung	41	59

Gegenüberstellung der Ausdehnungskoeffizienten und Korngrößen der untersuchten Kupfer- und Nickelschichten vor und nach der Wärmebehandlung. Zum Vergleich wurden auch Literaturwerte für die Ausdehnungskoeffizienten von Kupfer und Nickel angegeben.



Tag der offenen Tür

Naturwissenschaften und Technik spannend erleben – es gab viel zu Staunen und zum Mitmachen. Unter dem Motto „Spitzenforschung zum Anfassen“ boten die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter mit 25 thematischen Stationen einen Einblick in ihre täglichen Aktivitäten. Die über 3000 interessierten Besucher konnten ein breites Spektrum an Forschungsthemen der Stuttgarter Max-Planck-Institute für Festkörper- und Metallforschung kennen lernen. So lockten zum Beispiel eine magnetische Spielstraße, „Jupiter im Ofen“, eine Präsentation über den Einfluss von Altern und Krebs auf die Architektur von Zellen sowie ein Experiment über die Thermochockbeständigkeit an Abgaskrümmern.

Fortsetzung von Seite 7

Nach dieser Vergrößerung ergeben sich die für grobkristalline Vielkristalle erwarteten Ausdehnungskoeffizienten (siehe Tabelle). Die Abhängigkeit des Ausdehnungskoeffizienten von der Kristallitgröße kann verstanden werden, wenn man die Bindungsverhältnisse an Korngrenzen und Oberflächen betrachtet. Atome an Korngrenzen und Oberflächen haben eine kleinere Anzahl an Bindungspartnern (Nachbaratomen) als Atome im Volumen. In Folge dessen ergeben sich entsprechend unterschiedliche Potentialverläufe (Energie aufgetragen gegen interatomaren Abstand: siehe Abb. 3). Für Atome an Oberflächen zeigt die Potentialkurve ein weniger tiefes Minimum und verläuft asymmetrischer als für Atome im Volumen. Gleiche thermische Energien führen durch die Asymmetrie der Potentialverläufe nun zu unterschiedlichen thermischen Ausdehnungen für Atome an Oberflächen und im Volumen. Je kleiner ein Kristallit ist, desto größer ist das Verhältnis der Anzahl der Oberflächenatome zur Anzahl der Atome im Volumen. Folglich ist die **mittlere** thermische Ausdehnung eines Kristallites umso größer, je kleiner der Kristallit ist.

Kontakt: e.j.mittemeijer@mf.mpg.de

Quelle:

Y. Kuru, M. Wohlschlägel, U. Welzel & E.J. Mittemeijer, **Applied Physics Letters** 90, 243113 (2007).



IMPRESSUM

Herausgeber: Max-Planck-Institut für Metallforschung

Heisenbergstraße 3
70569 Stuttgart
www.mf.mpg.de

Redaktion: Claudia Däfler
Tel.: +49-711/689-3094
Fax: +49-711/689-1932
daefler@mf.mpg.de

Bildnachweis: MPI für Metallforschung, sofern nicht anders angegeben

Gestaltung: www.machwerk.com
Auflage: 2.500 Stück



Weitere Bilder und Informationen finden Sie unter: www.mf.mpg.de > Aktuelles/News > Veranstaltungen > Bildarchiv