

NanoDE-Nachlese

Das BMBF hat gerufen und 600 sind gekommen. Wer es irgendwie einrichten konnte aus der Nano-Gemeinschaft, war bei NanoDE. Und ohne NanoMat kein NanoDE. Also vielen herzlichen Dank allen, die bei der Vorbereitung und Durchführung aktiv waren.

Positiv für unsere Geschäftsstelle in Karlsruhe: Wir haben Zuwachs bekommen. Dagmar Hohwieler ist Sachbearbeiterin und wird die Vernetzung hochhalten. Dr. Michael Harms ist Chemiker und kümmert sich um den Bereich Marketing. Dr. Susan Anson – auch vom Chemiefach – wird die Kontakte zur EU pflegen. Dennis Hickethier studiert Politikwissenschaft in Leipzig und bestreitet einen 7-monatigen Arbeitsaufenthalt bei uns. Unsere Hilfix-Studentin Andrea Penzhorn wird uns bis zu ihrem Magister-

abschluss treu bleiben. Keine Angst, die Geschäftsstelle wird nicht unnötig aufgeblasen, es sind alles halbe Stellen.

Das Forschungszentrum hat wegen der „Programmorientierten Förderung“ in der Helmholtz-Gemeinschaft eine „Programmleitung NANO“ eingerichtet, Programmleiter ist Prof. Dr. Herbert Gleiter und mir obliegt die Programmkoordination.

Da NanoMat Herzenssache ist, musste also Verstärkung ran. Der erste Test war NanoDE, wo die Mannschaft bereits im Tagungsbüro agierte. Dass unsere Neuen auch gut schreiben können, zeigt unsere NanoDE-Nachlese.

Ihre Regine Hedderich

Erfolge in der Vertikalen

Nanotechnologie in Deutschland – der Bonner Kongress „NanoDE“ unternahm eine Standortbestimmung und Neuausrichtung

Vom 6. bis 7. Mai trafen sich die führenden Köpfe der nanotechnologischen Forschung im einstigen Parlament. Auf dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) initiierten und von

NanoMat organisierten Treffen, ging es sowohl um eine Standortbestimmung wie um neue Strategien für die deutsche Nanotechnologieförderung.

Die große Zahl von über 600 Teilnehmern vorrangig aus Forschung und Industrie unterstrich den hohen Stellenwert des Kongresses für eine Standortbestimmung der Nanotechnologie in Deutschland. Erklärtes Ziel war es zudem, die Meinungsbildung unter den Wissenschaftlern zum Thema „Unterstützung der Forschungsaktivitäten durch das BMBF“ voranzutreiben.

In ihrer einleitenden Rede verwies Bundesforschungsministerin *Edelgard Bulmahn* auf die „sehr gute Grundlagenforschung“ in Deutschland. Die Umsetzung im Anwendungsbereich sei dagegen verbesserungswürdig. Hier sollen die Nano-Kompetenzzentren „vor allem eine stärkere vertikale Vernetzung“ vorantreiben. Zudem werden so genannte „Leuchtturmprojekte“ initiiert und gefördert, die unter Federführung der Industrie das Innovationspotenzial der Nanotechnologie aufzeigen sollen. Nachhaltige Unterstützung des wissenschaftlichen Nachwuchses erhofft sich das BMBF durch eine neuartige Projektförderung von 50 noch zu gründenden Nachwuchsgruppen mit insgesamt bis zu 250 wissenschaftlichen Mitarbeitern (Förderungsvolumen 75 Mio. €).

Weitere hochkarätige Redner komplettierten den ersten Tag mit Übersichtsvorträgen. *Prof. Hilbert von Löhneysen* vom Institut für Festkörperphysik des Forschungszentrums Karlsruhe gewährte „Einblicke in die Nanowelt“. *Dr. Heinz Hilgers* (IBM Deutschland) stellte nanotechnologische Perspektiven für die Gesellschaft von morgen vor. Gerade die der Nanotechnologie eigene wissenschaftliche Interdisziplinarität führe, so *Hilgers*, zu bislang nicht gekannten Synergieeffekten, die ungeahnte Möglichkeiten von der Halbleitertechnik bis zur Medizin erwarten ließen. Nobelpreisträger *Prof. Klaus von Klitzing* vom Stuttgarter Max-Planck-Institut für

Festkörperphysik stellte das Schlüsselthema „Nanoelektronik“ vor. Gleiches taten *Prof. Manfred Rühle* (MPI für Metallforschung, Stuttgart) und *Prof. Günther Fuhr* (Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik, Berlin) für die Bereiche „Nanomaterialien“ und „Nanobiotechnologie“.



Unter den Fittichen des Bundesadlers: Prof. Horst Hahn (TU Darmstadt), Nanomat-Mitglied am Rednerpult



„Das ist keine neue Fraktion“ (v. l. Prof. Thomas Schimmel, Dr. Andreas Gutsch, Dr. Regine Hedderich, Dr. Andreas Krell, Dr. Marcel Mayor, Dr. Ralf Anselmann, Prof. Horst Hahn, Prof. Rüdiger Bormann, Prof. Hilbert von Löhneysen, Prof. Hans Fecht)

Zehn Themenforen dienten am zweiten Kongresstag der Vertiefung. Hier wurden faszinierende Perspektiven, aber auch konkrete Anwendungsbeispiele aufgezeigt. Doch auch die nanotechnologische Grundlagenforschung, so machten die Redner deutlich, kann interessant und spannend sein. „Machen Sie sich den Spaß!“, gab Nobelpreisträger *von Klitzing* den Kollegen als Arbeitsmotto mit auf den Weg.

Michael Harms



Gut besuchtes Parlament: die NanoDE-Teilnehmer bei der Eröffnung des Kongresses durch Bundesforschungsministerin Edelgard Bulmahn



Innovationen in der Lobby: Am NanoMat-Stand präsentierte Dr. Stefan Walheim (Forschungszentrum Karlsruhe, INT) Ministerin Edelgard Bulmahn die Herstellung von Antireflexschichten

Zu NanoMat gehören folgende Partner:

Degussa AG;
Forschungszentrum Jülich GmbH;
Forschungszentrum Karlsruhe GmbH;
Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung;
Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Sinterwerkstoffe;
Fraunhofer-Institut für Silicatforschung;
GKSS Forschungszentrum GmbH;
Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung Dresden;
Max-Planck-Institut für Metallforschung;
Merck KGaA;
Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen;
Robert Bosch GmbH;
SusTech GmbH & Co. KG;
Technische Universität Darmstadt;
Technische Universität Hamburg-Harburg;
Unipress Warschau;
Universität Bremen;
Universität Duisburg;
Universität Gesamthochschule Essen;
Universität Karlsruhe (TH);
Universität Konstanz;
Universität des Saarlandes;
Universität Stuttgart;
Universität Ulm

NanoMat auf Schlipsen und Tüchern

Nanomaterialien, das Netzwerk NanoMaterialien, hat im Mai mit Erfolg die Konferenz NanoDE in Bonn organisiert. Allerlei Koryphäen, Wissenschaftler, stets um ihr Gehalt beneidete Vertreter der freien Wirtschaft und Pressemenschen gaben sich ein Stell dich ein. So weit ein Erfolg, wie schon oben gesagt und ohne Frage.

Doch kein A ohne B und keine Medaille ohne zweite Seite: In unserem Fall, einige den Kongress infiltrierende Späher. Diese treffsicherer wie hochqualifizierten Einheiten haben den Auftrag, Personen bzw. Institutionen zu beobachten, die mutmaßlich Patente ihrer Auftragsfirmen verletzen und im Falle einer offensichtlichen Patentverletzung sich zu notieren, wer, wo, wie, welches Patent nicht geachtet hat.

Nanoperlen bestehen aus ganz bestimmten Ingredienzien und sie sehen unverwechselbar aus – natürlich auch unter dem Mikroskop und selbstredend ist nicht nur die Rezeptur, sondern auch das Erscheinungsbild patentiert. Die NASA weiß das schon lange, deswegen sind die Spaceshuttles auch immer in diesem langweiligen Weiß gehalten und nicht so, wie eigentlich geplant, schön auffällig für Außerirdische, mit helltürkisen Bienenwaben auf etwas dunkeltürkiserem Untergrund lackiert.

Wir, das kleine Netzwerk NanoMat, wussten nichts von den weiten Kreisen, die die kleinen Perlen ziehen und haben einfach mal jedem Kongressteilnehmer einen Schlips und jeder Teilnehmerin ein Halstuch in eben dieser längst geschützten Kombination aus Farbe und Muster überreicht. Und ach, damit nicht genug: Im Internet, auf dem Programmheft wie auf dem riesigen Willkommensplakat – überall Nanoperlen...

Die Späher erstatteten Bericht und wir bekamen einen Anruf – nach der Konferenz – ob wir es auf einen Rechtsstreit ankommen lassen wollten, hätten wir doch ohne jedes Recht das Muster der Megaperls äh Nanoperlen genutzt.

„Nix Patentverletzung – andere Baustelle“ sagen die Wissenden, es sind dies Polymere, die die Menschheit mit Füßen tritt: SBS Triblockcopolymer aus denen z. B. Schuhsohlen hergestellt werden.

Da liegen sie nun drinnen die Patentwächter – im Fettfaß unweit der Grube, die sie so kunstvoll ausgehoben hatten.

Dennis Hickethier

Nanokeramik für strukturelle Anwendungen: Durchsichtiger Korund

Nanokeramik für strukturelle Anwendungen im Themenforum 6 „Materialien der Nanotechnologie“ bei der Konferenz NanoDE von Andreas Krell

Wirkliche Nanostrukturen in kompakten keramischen Bauteilen findet man vor allem als dünne poröse Deckmembranen (mit bisher kleinen Märkten!), dichte kompakte Produkte mit Nanogefügen sind in der Strukturkeramik dagegen bisher unbekannt. Auf dem Beleuchtungssektor wird durchscheinender (transluzenter) Sinterkorund in orangefarbenen Straßenlampen seit 25 Jahren verwendet.

Während Polykristalle kubischer Struktur – bei geringerer Härte – selbst noch mit größeren Gefügen durchsichtig (transparent) sind (MgO, Spinell, AlON), fehlt den bekannten Al₂O₃-Keramiken im Unterschied zum glasklaren (transparenten) einkristallinen Al₂O₃ (Saphir) diese Durchsichtigkeit aus zwei strukturellen Gründen:

- Die für Durchsichtigkeit entscheidende Transmission des ungestreuten, geraden Lichtstrahles (gemessen im IKTS Dresden mit einem Öffnungswinkel um 0,5° als „real“ In-Line Transmission) wird durch diffuse Streuung selbst bei geringster Restporosität erheblich vermindert. Um wenigstens eine höhere Gesamt-Lichtdurchlässigkeit (überwiegend gestreuten) Lichtes zu erhalten, muss die Restporosität auf weniger als 0,03% gesenkt werden. Hingegen gelten für das Ziel hoher Härte und Festigkeit Gefüge mit 0,3% Porosität als vollkommen dicht.
- Die für Al₂O₃ jeweils erforderlichen Sinterprozesse vergrößern aber die mittlere Kristallitgröße auf mehr als 20 µm, was zu zusätzlicher Ablenkung des Lichts bei jedem Kristallitdurchgang führt und die In-Line Transmission dieser transluzenten Sinterkorunde auf < 10% vermindert und ihnen jede Durchsichtigkeit nimmt.

Um diese Beschränkungen zu überwinden, muss offenbar die Wechselwirkung der Wellenpakete des Lichtes mit den streuenden Strukturelementen der Sinterkeramik vermindert werden – die Verringerung von Kristallit- und Porengröße auf Werte ähnlich der Lichtwellenlänge bei minimaler Porosität < 0,03% ist die physikalische Basis zur Verbindung der vorteilhaft hohen Härte, Ver-

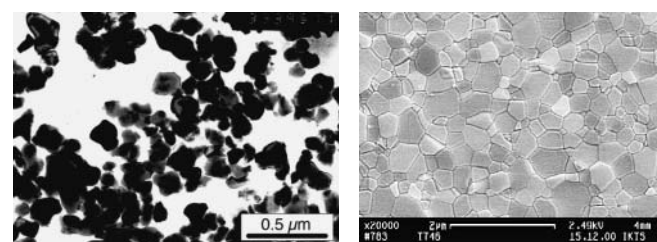


Abb. 1 Minimale Korngröße bei höchster Dichte und engstes Verhältnis der Partikelgrößen im Pulver und im dichten Gefüge (1:2) bei Verwendung eines 200-nm-Rohstoffes; hingegen ist dieses Verhältnis 1:4 bis 1:5 beim Festphasensintern konventioneller Rohstoffe nach bekannten Technologien, es ist sogar $\geq 1:10$ für die optimierte Verarbeitung von Nanopulvern < 100 nm.

Links: Kommerzielles Korundpulver, Partikelgröße ~ 200nm

Rechts: 1300 °C / 2 h (HIP) → mittlere Korngröße 410 nm bei relativer Dichte > 99,95%.

Pulver-Partikelgröße: Korngröße (gesintert) = 1:2

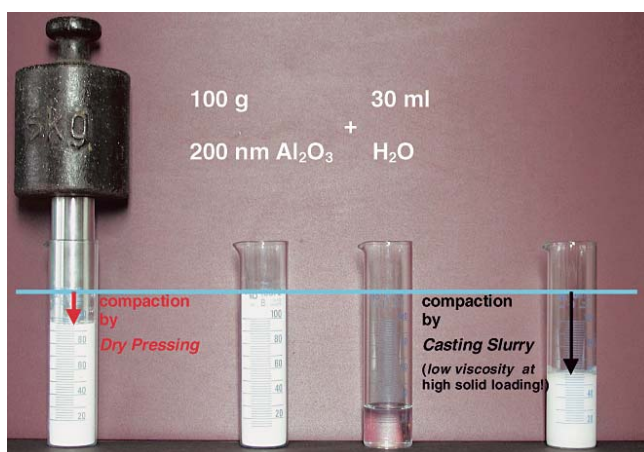


Abb. 2 Verdichtung eines 200-nm-Korundpulvers durch äußere Presskraft beim Trockenpressen (links), und selbstorganisiert durch flüssige Formgebung (rechts). Die höhere Presskraft in einem Stahlwerkzeug führt natürlich zu einer stärkeren Verdichtung als hier im Bild, gibt jedoch keine höhere Verdichtung als die flüssige Formgebung – bei stets schlechterer Homogenität.

schleiß-, Korrosions- und Wärmebeständigkeit von Sinterkorund mit der angestrebten neuen Eigenschaft klarer Durchsichtigkeit.

Da wegen der extremen Dichteforderung diese Aufgabe gerade nicht durch optimiertes Sintern zu lösen ist (HIP ist notwendig, jedoch nicht der Schlüssel zum Erfolg) und extrem feinkörnige Nanopulver < 100 nm wegen ihrer fundamentalen Agglomeration für vollkommene Verdichtung stets mehr Kornwachstum erzeugen als herkömmliche Rohstoffe, ist die Aufgabe vielmehr anders zu formulieren: Wie muss die Pulvertechnologie beschaffen sein, dass das erforderliche hochdichte Gefüge mit einer Korngröße gleich der Lichtwellenlänge aus dem größten der in Frage kommenden kommerziellen feinkörnigen Pulver herzustellen ist? Wie Abb. 1 zeigt, ist es möglich, derart homogene Formgebungsverfahren zu entwickeln, dass die gestellte Aufgabe mit einem 200-nm-Pulver gelöst wird, während feinere (z. B.) 40- oder 70-nm-Rohstoffe im hochdichten Sinterzustand stets größere Gefüge ergeben.

Ähnliche Gefüge wie in Abb. 1 rechts sind mit Dichten um 99,5% durchaus mit entwickeltem Trockenpressen zu erzeugen. Dagegen gelingt die Verbindung solch feiner Sub-µm-Gefüge höchster Makrohärte (HV10 > 20 GPa) mit Festigkeiten im Bereich von Baustählen (700 MPa in 4-Pkt.-Biegung) und mit der die neue Eigenschaft Transparenz ermöglichenden Dichte > 99,97% nur mittels höchster Homogenität der Grünkörper. Flüssige Formgebungsverfahren bieten homogene Grünkörper und zusätzlich den Vorteil freier Gestaltung komplexer Formen z. B. Hohlkörper. Abb. 2 demonstriert den Kern des Unterschiedes: bei Trockenpressen kommt die äußere Presskraft nie am einzelnen, individuellen 200-nm-Partikel als geometrisch ordnende Kraft an. Mit extrem wenig Wasser sind niedrigviskose Schlicker mit hohem Feststoffgehalt herstellbar, bei denen ohne äußere Einwirkung

durch räumliche Selbstorganisation der Partikel eine „freiwillig“ ablaufende „Verdichtung“ erfolgt. Dies führt zu einer Gleichmäßigkeit der Partikel-Koordination, die durch äußere Kräfte nie zu erreichen ist.

Größere Bauteile mit den o. a. Eigenschaften und den in Abb. 3 gezeigten Formen wurden bisher mittels Gelcasting hergestellt.

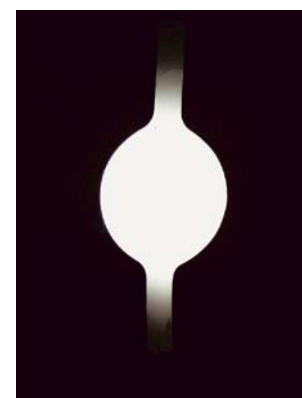
Die In-Line Transmission ungestreuten Lichtes ($\lambda = 650$ nm, Dicke 0,8 mm) ist für das in Abb. 3 gezeigte ebene Beispiel 50–60%, die Gesamt-Lichtdurchlässigkeit des Brenners ist 95%; Energie-Ersparnis und der weiße Charakter des Lichtes beruhen u. a. auf der hohen Festigkeit der Keramik, die einen höheren Innendruck ermöglicht. Bemerkenswerterweise bestehen die weiße und die transparente Platte in Abb. 3 gleichermaßen aus 99,99% reinem Al₂O₃ mit Gefügekorngrößen um 0,5–0,6 µm, einziger Unterschied ist die Verminderung der Porosität von ca. 0,3% auf 0,03% in der durchsichtigen Keramik.

Kontakt: Andreas Krell; www.ikts.fhg.de/business/strukturkeramik/basiswerkstoffe/oxidkeramik/mikro_nano.html

Andreas Krell

* Kongress NanoDE, Bonn 7. Mai 2002; 2. Dresdner Materialforschungstag, Dresden, 24. Mai 2002

Abb. 3 Hohlher Brenner aus Sub-µm-Al₂O₃ (Größe ca. 3–40 nm je nach Leistung) für energiesparende CDM-Lampen (Ceramic Discharge Metal Halogenide – siehe <http://www.extra.research.philips.com/europrojects/starelight>). Vergleich weißer und durchsichtiger Platten (100 × 100 nm²) für ballistischen Schutz und als kratzfeste Fenster (z. B. für Strickcode-Laser, Weltraumtechnik).



+++ NanoDE – Eindrücke +++ NanoDE – Eindrücke +++ NanoDE – Eindrücke +++ NanoDE – Eindrücke +++

Ich habe Herrn Dr. T. S. Balaban (Forschungszentrum Karlsruhe, INT), Frau Dr. Ursula Schmidt (Applied Materials GmbH, Dresden) und Frau Dr. D. V. Szabó (Forschungszentrum Karlsruhe, IMF) gebeten, kurz für sie wichtige Punkte in Sachen NanoDE darzustellen – die Ergebnisse sind im folgenden Text zusammengefasst.

„NanoDE war ein sehr fruchtbares Treffen von auf dem Gebiet der Nanotechnologie in Deutschland tätigen Forschern, Wissenschafts-Managern und Politikern.“ antwortete Dr. Balaban auf die Bitte hin, NanoDE auf den „Punkt zu bringen“.

Dr. Szabó meinte, auf die Frage hin, was sie besonders an NanoDE gereizt hätte: „Ich fand es sehr spannend, einen derart interdisziplinären Kongress zu besuchen. Hier konnte man sich, im Gegensatz zu einer Fachtagung, einen sehr guten Überblick über das sehr breite Spektrum der Nanotechnologie verschaffen.“

Dr. Schmidt zeigte sich erfreut darüber, dass alle Kongressteilnehmer ein persönliches Anschreiben erhalten haben und als kleines Willkommensgeschenk – wie sie meint – „spezifische“ Schlipse und Tücher bekamen.

Rein von seiner „Erstwirkung“ scheint das Bundeshaus eher als Rahmen für formalen wie sterilen Meinungs-austausch zu taugen, tatsächlich traf dies bei NanoDE nicht zu, da „unter anderem die exzellente Organisation der Foren und die zwar nicht immer perfekte, jedenfalls aber durchdachte Infrastruktur eine wohlrigere Atmosphäre schuf“ – so Dr. Balaban.

Dies wiederum ist sicher ein Grund dafür, dass es während der mit Sorgfalt zusammengestellten Vorträge sowie der Plenardiskussion, die nach Meinung von Dr. Szabó „mit Ingolf Baur einen kompetenten Moderator hatte“ immer wieder zu regen Diskussionen kam.

Dennoch wurde auch dieser Kongress „nur“ von Menschen organisiert, so stellte Frau Dr. Szabó fest: „Schade war dabei nur, dass die mich interessierenden Vorträge immer parallel waren und die Wanderwege dazwischen so lang!“ Herr Dr. Balaban verwies darauf, dass „die Projektionsfläche im Plenarsaal einerseits zu klein und andererseits, gestückelt“ war.

Das Rahmenprogramm – also die Verköstigung und die Schifffahrt auf dem Rhein werden sicherlich den meisten Teilnehmern in guter Erinnerung bleiben – Dr. Balaban resümierte gar „Die Möglichkeit, die Kapitänskabine zu besichtigen war ein Höhepunkt des Programms.“ D. Hickethier