

Newsletter

Aktuelles vom Lehrstuhl WWI, Allgemeine Werkstoffeigenschaften, Institut für Werkstoffwissenschaften

Erstausgabe Mai 2007

Liebe Ehemalige, Freunde, Kooperationspartner und Kollegen des Lehrstuhls WW I,

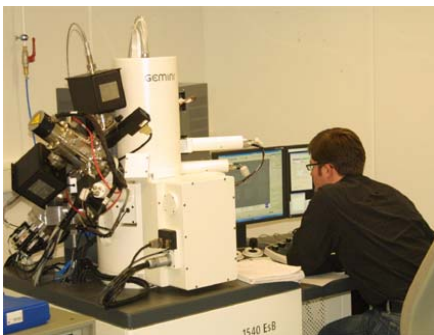
mit diesem Rundbrief halten Sie die erste Ausgabe des neuen WW I - Newsletters in den Händen. Wir möchten Sie in Zukunft regelmäßig - und aktueller als mit Jahresberichten möglich - über neue Entwicklungen, Forschungsarbeiten und anderes am Lehrstuhl in Erlangen informieren. In den letzten Jahren hat sich viel getan am Lehrstuhl: Neue Großgeräte wurden angeschafft und viele neue Projekte bereichern die Forschungstätigkeit des Lehrstuhls. Glücklicherweise konnte das WW I-Team durch die Berufung von Prof. Alexander Hartmaier verstärkt werden, der als Nachfolger von Prof. Blum neue Akzente im Bereich der Modellierung setzt. Insgesamt arbeiten am Lehrstuhl zurzeit mehr als 20 Doktoranden und über 50 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das starke Wachstum wurde möglich durch viele neue Drittmittelprojekte finanziert über die DFG, Bayerische Forschungsstiftung und Industrie. Insgesamt lagen die Drittmittelleinnahmen im Jahre 2006 bei über 1,2 Mio. €. Gerade die Zusammenarbeit mit der Industrie wächst in der jüngsten Zeit stark, worüber wir uns freuen. In diesem Newsletter können wir die geleistete Forschungsarbeit natürlich nur in wenigen Ausschnitten vorstellen, ergänzt durch einige aktuelle Mitteilungen und regelmäßige Infos über Mitarbeiter, Publikationen etc. Wir möchten dieses jedoch fortsetzen und in Zukunft in jedem Newsletter einige Forschungsprojekte kurz vorstellen. Diese erste Ausgabe des neuen WW I-Newsletters erscheint pünktlich zum 7. Ehemaligentreffen des Lehrstuhls und zur Bergkirchweih in Erlangen. Ich hoffe Sie haben Freude an diesem neuen Newsletter und wünsche Ihnen eine anregende Lektüre.



Ihr Mathias Göken

Neues Dual-Beam Focused Ion Beam – hochauflösende Mikrocharakterisierung und Nanomachining in einem Gerät

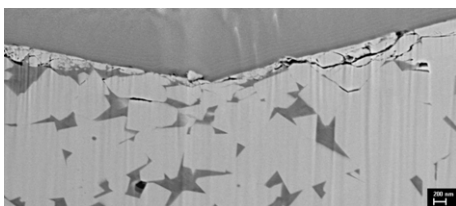
Ein Focused Ion Beam (FIB) erweitert seit kurzem die experimentellen Möglichkeiten des Lehrstuhls WW I erheblich. Einerseits ist dieses



E. Schweitzer am neuen FIB

Gerät ein hochleistungsfähiges REM mit einer maximalen Auflösung im Bereich weniger Nanometer. Aber vor allem bietet das FIB die Möglichkeit mit einem hochenergetischen Ionenstrahl gezielt Material mit Mikrometerpräzision von einer Probe zu entfernen. Da-

durch bietet sich eine Vielzahl von Möglichkeiten zur Nanostrukturierung von Materialien und zur Kombination von in-situ Präparation und elektronenmikroskopischer Charakterisierung. Das Bild zeigt einen Querschnitt, der mit dem Ionenstrahl in einer Hartmetallprobe hergestellt wurde. Nahe der Oberfläche sind



Querschnitt einer Hartmetallprobe.

Lesen Sie weiter auf S. 2

Einweihung des Großkammer-Rasterelektronenmikroskops am ZMP in Fürth



Das GKREM am ZMP

Seit Herbst letzten Jahres steht am ZMP in Fürth das weltweit einzigartige **Großkammer - Rasterelektronenmikroskop (GKREM) MIRA FM** mit integrierbarer servohydraulischer Prüfmaschine zur Verfügung. Das von insgesamt sieben Lehrstühlen der Technischen Fakultät unter Federführung von WW I bei der DFG im Rahmen einer bundesweiten Ausschreibung beantragte Gerät vereint damit erstmals die Möglichkeiten zur hochauflösenden Charakterisierung der Mikrostruktur mit den Vorteilen der mechanischen Prüfung in einer servohydraulischen Prüfmaschine. Das Gerät im Wert von ca. 2 Mio. Euro, spiegelt in idealer Weise die mehr als 40 jährige



„Schlüsselübergabe“. v.l.r.: Dr. Höppel, Dr. Klein (Fa. Visitec), Prof. Göken.

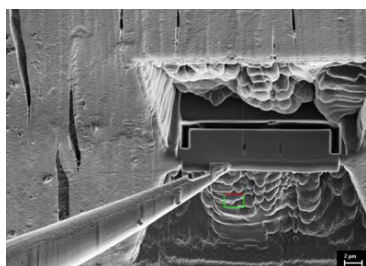
Forschungstradition des Lehrstuhls WW I „Mechanische Eigenschaften und Mikrostruktur“ wider. Die Idee zu diesem Gerät wurde bereits 2004 von Prof. Göken und Dr. Höppel geboren, verwirklicht wurde diese dann

Lesen Sie weiter auf S. 2

Fortsetzung von S. 1; Das neue FIB:

in den härtenden Wolframkarbidpartikeln Mikrorisse und eine Fragmentierung zu erkennen.

Mit dem Ionenstrahl lassen sich auch Lamellen, die dünn genug sind, um direkt im TEM untersucht zu werden, herauspräparieren.



Präparation einer TEM-Probe

Die Zielpräparation von Grenzflächen, Mikrorissen oder Fügezonen für transmissionselektronenmikroskopische Untersuchungen sind dabei typische Anwendungen. Das FIB des Typs CrossBeam 1540EsB der Fa. Zeiss hat neben der Kombination einer Elektronen-

mit einer Ionenoptik (ein sog. DualBeam-FIB) in der bei WW I installierten Version auch einen EDS-Detektor (Energy Dispersive Spectroscopy) zur Analyse der chemischen Zusammensetzung und eine EBSD-Kamera (Electron Backscatter Diffraction) zur lokalen Bestimmung der Probenorientierung. Das FIB erreicht eine maximale Auflösung von 1.1 nm (bei 20 kV) in der Elektronenabbildung und von 7 nm mit der Ionenoptik. Durch seine Nutzungsmöglichkeiten als Werkzeug zur Mikrostrukturaufklärung, zum Nanomachining und zur Probenpräparation in Verbindung mit seiner guten Ausstattung an Zusatzgeräten wird das neue Dual-Beam-FIB ein wichtiges Werkzeug in der zukünftigen Forschungsarbeit von WW I werden.

F. Pyczak

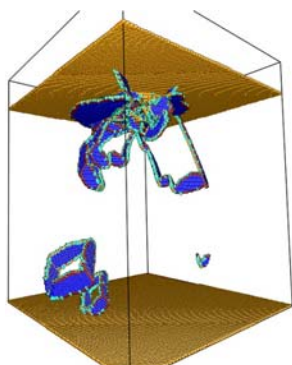
Fortsetzung von S. 1; Das neue GKREM:

von der Fa. Visitec, Grevesmühlen in Zusammenarbeit mit der Fa. MTS, Berlin und der Fa. Sigmatest, Wedel. Für dieses einzigartige Mikroskop wurde ein eigener Anbau am ZMP der Universität Erlangen-Nürnberg errichtet, der von der Firma Doughy und Hanson unter Mithilfe der Fa. INVESTA gestiftet wurde. Am 25. Januar 2007 wurde das Großkammer-Rasterelektronenmikroskop feierlich eingeweiht. Die offizielle Eröffnungsfeier fand bei den rund 150 Gästen aus Politik, Industrie, Forschung und Presse großen Anklang. Nach den Festreden wurde bei den Besichtigungen und dem anschließenden geselligen Beisammensein rege über die neue Dimension der Werkstoff- und Bauteiluntersuchungen gefachsimpelt.

H. W. Höppel

Aus der Forschung

Vom Atom zum Werkstoff – skalenerüberbrückende Modellierung in WW I



Simulierte Versetzungsstruktur unter einem Nanoindent.

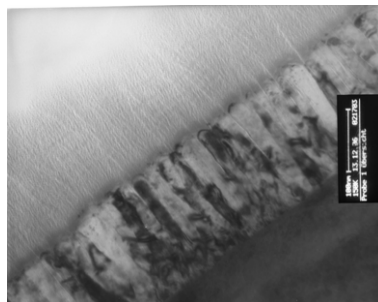
Das primäre wissenschaftliche Interesse der Arbeitsgruppe „Simulation und Werkstoffeigenschaften“, die seit 1. November 2005 von Prof. Dr. Alexander Hartmaier geleitet wird, gilt dem mechanischen Verhalten der Werkstoffe. Die Arbeiten der Gruppe sind darauf ausgerichtet, eine verständnisbasierte Beschreibung des mechanischen Verhaltens von Werkstoffen und Strukturen zu erzielen. Basierend auf diesem Verständnis werden mögliche Zielrichtungen für die Optimierung bestehender Werkstoffe, aber auch Grundregeln für das Design neuartiger Materialien

mit maßgeschneiderten Eigenschaften entwickelt. Zur Aufklärung von Verformungs- und Versagensmechanismen in Werkstoffen mit komplexen Mikrostrukturen werden die Methoden der computergestützten Materialwissenschaften und der skalenerüberbrückenden Modellierung eingesetzt. Außerdem ist die enge Verknüpfung von numerischer Modellierung und experimentellen Arbeiten ein zentraler Punkt der Arbeiten. Dabei kommen sowohl die mikroskopische Charakterisierung von Defektmikrostrukturen als auch die experimentelle Verifikation der Modellvorhersagen zum Einsatz, um die Modelle weiter zu entwickeln. Zentrale Forschungsthemen sind die Mikrostrukturabhängigkeit und Skaleneffekte in der Plastizität, die Rissinitiierung und -ausbreitung an Korngrenzen und Grenzflächen sowie das Kriechverhalten von Leichtbaulegierungen.

A. Hartmaier

Schädigungs- und Verformungsverhalten von PECVD DLC Schichten unter statischer und zyklischer Belastung

Schichten auf Kohlenstoffbasis, wie z.B. „Diamond-Like Carbon“ (DLC), erlangten in den letzten 15 Jahren mehr und mehr an Bedeutung. Trotz der steigenden Verbreitung in industriellen Applikationen sind es oftmals grundlegende Mechanismen im Verformungsverhalten der Schichten bzw. des Substrat/Schicht Verbundes, die nicht genauer untersucht und verstanden sind. Hauptursache für den Mangel an Grundlagenwissen in diesem Bereich ist vor allem die stark prozess-technisch ausgerichtete Forschung im Themenfeld der Beschichtungssysteme. Das Ziel dieser Arbeit war es, mit Hilfe von grundlegenden Versuchen Eckpunkte eines näheren Verständnisses bezüglich dem elastischen und plastischen Verformungsverhalten von wasserstoffhaltigen DLC Schichten zu erlangen und somit mögliche Ansätze und Wege aufzuzeigen, die zu Fortschritten im grundlegenden Verständnis führen können. Es wurden DLC Schichten mit verschiedenen mechanischen Eigenschaften

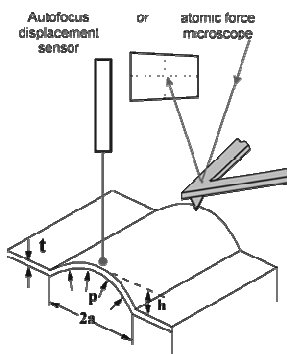


DLC Schichtsystem: von links .o. nach rechts .u.: DLC – CrCx – Cr – Stahl

der Firma Oerlikon Balzers AG mit Hilfe von in-situ Zugversuchen (AFM, REM) und Nanoindentierung (monoton, zyklisch) bzgl. des Schädigungs- und Verformungsverhalten genauer untersucht und charakterisiert. Zusätzlich erfolgten genauere TEM Untersuchungen um Erkenntnisse bzgl. des mikrostrukturellen Aufbaus zu erhalten.

J. Schaufler, K. Durst, M. Göken

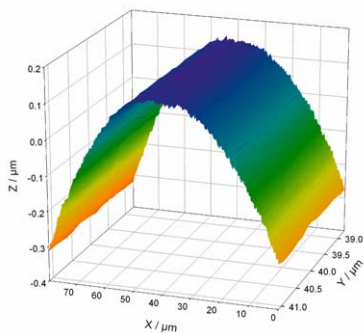
„Smaller is stronger“: in-situ Charakterisierung der mechanischen Eigenschaften dünner Filme mit dem Bulgetest im AFM



Strukturen im Submikrometerbereich weisen interessante mechanische Eigenschaften auf, sobald ihre Abmessungen in Größenbereiche vorstoßen, in denen metallphysikalische Effekte ablaufen. Gleichzeitig gestaltet sich die Messung dieser mechanischen Eigenschaften zunehmend schwieriger.

rig. Der Bulgetest ist eine elegante Methode, das Spannungs-Dehnungsverhalten freistehender Schichten zu bestimmen.

Hierzu wird die zu untersuchende Schicht auf einen Si-Wafer abgeschieden, in den rückseitig eine Öffnung geätzt wird. Die entstandene Membran, bestehend aus der zu charakterisierenden Schicht, wird nun von einer Seite mit Druck beaufschlagt und ihre Auslenkung als Funktion des wirkenden Druckes gemessen. Eleganterweise erhält man bei dieser Messmethode auch eine Quantifizierung der Filmeigenschaften, welche für Dünnschichtanwendungen im Allgemeinen relevant sind.



Oberflächenprofil der Membran unter Druck

Das besondere an diesem Aufbau ist, dass er in einem Rasterkraftmikroskop (Atomic Force Microscope, AFM) betrieben werden kann, sodass auch eine Abbildung der Filmoberfläche während der Verformung möglich ist.

E. Schweitzer, M.Göken

WW I unterwegs

Forschungsaufenthalte



Dr. Karsten Durst konnte bei einem von der DFG finanzierten Forschungsaufenthalt im Herbst 2006 am Oak Ridge National Laboratory (ORNL) und an der University of Tennessee zusammen mit Prof. G.M. Pharr Untersuchungen zu Größeneffekte in der Plastizität bei der Nanoindentierung durchführen. Durch den Forschungsaufenthalt konnten die sehr guten Beziehungen zum ORNL wieder aufgefrischt werden. Verena Maier, Kernfachstudentin bei WW I, kann dadurch einen Teil ihrer Diplomarbeit bezüglich der viskoleastischen Eigenschaften von Polymeren in Zusammenarbeit mit MTS in den USA anfertigen.

Björn Backes besuchte von August bis Dezember 2006 Prof. Y.Y. Huang an der University of Illinois at Urbana-Champaign (UIUC). Der Forschungsaufenthalt wurde durch ein Stipendium der DAAD finanziert. Während des Aufenthalts wurden Berechnungen zur Beschreibung von Größeneffekten bei der Nanoindentierung durchgeführt. Des Weiteren konnten Einblicke in die Forschung und Lehre an der UIUC gewonnen werden. Die UIUC ist 200 km südlich von Chicago in mitten von Kornfeldern gelegen. Daher haben Agrarwissenschaften an der UIUC eine lange Tradition und einen hohen Stellenwert. Aber auch das Materials Science und Mechanical Science and Engineering Department gehören zu den besten im Land. Das Flair ist sehr international und machte den Aufenthalt besonders spannend, da viele Kontakte mit Wissenschaftler aus aller Welt geknüpft werden konnten.



K. Durst, B. Backes

32. Lehrstuhlseminar in Sattelbogen

Vom 9. bis 11.10.2006 fand zum 32. Mal die traditionelle WW I-Klausurtagung in Sattelbogen statt. Mit 31 Beiträgen in sieben Sessions wurde ein neuer Rekord an Informationsdichte erreicht. Als externe Gäste nahmen Prof. Eifler (Uni Kaiserslautern) und J.R. Bowen (Risø National Lab) teil.



Neben dem fachlichen Teil blieb auch Zeit für die obligatorische Wanderung, die bei bestem Wetter stattfand und - WW I untypisch

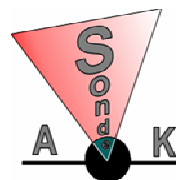
- ohne Irrwege blieb. Der Termin für die 33. Tagung steht bereits fest: 8.- 10.10.2007.

C. Klösters

Tagungsbesuche (2007)



Bereits im ersten Halbjahr 2007 präsentierten Mitarbeiter von WW I ihre Forschungsergebnisse wieder auf vielfältigen Tagungen diesseits und jenseits des Atlantiks, u.a.

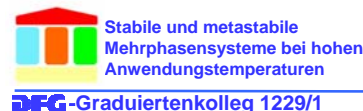


auf der „International Conference on Metallurgical Coatings and Thin Films“ in San Diego, der „Frühjahrstagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft“ in Regensburg, beim „Arbeitskreis Sonde“ in Chemnitz, auf der „Wear of Materials“ Tagung in Montréal, dem Treffen der „The Minerals, Metals, and Materials Society“ in Orlando, bei „Gefüge und Bruch“ in Bochum und dem „18th Colloquium on Fatigue Mechanisms“ in Poitiers.



Exkursion des Graduiertenkollegs nach Düsseldorf

Am 07.02.2007 fuhren die Mitglieder des Graduiertenkolleg „Hochtemperaturwerkstoffe“ und einige Gäste nach Düsseldorf, um drei Firmen zu besichtigen. Dies waren ThyssenKrupp Steel, Doncasters Precisions Castings und Siemens Power Generation.



ThyssenKrupp Steel in Duisburg fertigt Bleche hoher Güte angepasst auf den jeweiligen Anwendungszweck. Dabei wird beginnend mit dem Hochofen bis zur Verzinkung der komplette Prozess durchfahren. Das Gelände von ThyssenKrupp Steel und die darauf befindlichen Hallen und Maschinen sind von so großer Dimension, dass es sich allein schon deshalb lohnt, solch ein Stahlwerk zu besichtigen. Viele einzelne Stationen wie der Schmelzofen, die Converter, das Walzwerk, wurden den Teilnehmern gezeigt und über Kopfhörer erklärt.



Bei ThyssenKrupp in Duisburg

Am zweiten Tag war das Ziel Doncasters Precision Castings in Bochum. Hier werden Turbinenschaufeln in jeder Größe, hauptsächlich aus Ni-Basis-Superlegierungen, als DS oder SX gefertigt. Die Bridgman-Technik, aber auch das am Lehrstuhl WTM in Erlangen entwickelte Liquid Metal Cooling (LMC) kommen zum Einsatz. Unsere Gruppe hatte die Mög-

lichkeit sich von der Kernherstellung über das Wachstumsmodell und der Feingussform aus Keramik, bis zu den diversen fertig gegossenen Schaufeln alles anzusehen. Dabei ist vor allem aufgefallen, dass vieles bei der Turbinenschaufelherstellung noch reine Handarbeit ist.

Siemens PG in Mülheim an der Ruhr fertigt stationäre Dampfturbinen und die dazugehörigen Generatoren. Dabei müssen Welle und Gehäuse gedreht und die Welle mit Schaufeln bestückt werden. Die Generatoren, wie überdimensionale Dynamos, werden noch montiert und getestet. Auch hier waren es von vielen Teilnehmern noch nicht gekannte Dimensionen. Die größte Drehmaschine kann Gehäuse von 8 Metern Durchmesser bearbeiten. Die drei Firmenbesichtigungen hinterließen sicherlich bei allen Teilnehmern bleibende Eindrücke.

S. Cenanovic

Personalien

Neue Mitarbeiter (ab 2007)



Herr M.Sc. **Farasat Iqbal** hat am 01.03.2007 seine Promotion am Institut aufgenommen. Er wird sich im Rahmen des Graduiertenkollegs „Hochtemperaturwerkstoffe“ mit der Rissausbreitung in TiAl beschäftigen.

Preise und Ehrungen



Frau **M.Sc. Irena Topic** erhält den **DGM-Nachwuchspreis**. Dieser Preis wird an junge Wissenschaftler/-innen verliehen, die an Themen aus der gemeinnützigen Forschung auf dem Gebiet der Materialkunde arbeiten und aufgrund seiner/ihrer bisherigen Studien- und Arbeitsergebnisse eine überdurchschnittliche Leistung erwarten lassen. Der Preis ist mit einem Gutschein über 500,- EUR für die gebührenfreie Teilnahme an DGM-Veranstaltungen verbunden

Herr **Dr. Heinz Werner Höppel** wird mit dem **Masing - Gedächtnispreis** ausgezeichnet. Dieser mit 1500 EUR dotierte Preis ehrt selbständige wissenschaftliche materialkundliche Forschungsarbeiten von Mitgliedern der DGM und wird Herrn Höppel im Rahmen des DGM Tags im kommenden Juli verliehen werden.



Herr **Prof. i.R. Dr. Haël Mughrabi** wurde vom Institute of Metal Research der Chinesischen Akademie der Wissenschaften in Shenyang im Rahmen einer Festveranstaltung am 28. August 2006 der **Hsun Lee Lecture Award** für seine herausragenden Beiträge zur Werkstoffwissenschaft verliehen. In Verbindung mit dieser Ehrung wurde Herr Professor Mughrabi zu einem 10-tägigen Aufenthalt in Shenyang und Shanghai eingeladen, wo er insgesamt 6 Fachvorträge über verschiedene werkstoffwissenschaftliche Themen hielt.

Promotionen 2007

Herr **Xiaohui Zeng** verteidigte am 13.02.2007 erfolgreich seine Doktorarbeit zum Thema "Modeling hardening and softening due to high-angle grain boundaries in crystalline solids."



Seit dem Abschluß der Promotion arbeitet er in der Arbeitsgruppe von Prof. Hartmaier am Lehrstuhl.



Herr **Hemambar Chilikuru** schloss am 06.03.2007 seine Promotion mit einem Vortrag "On the microstructural basis of creep strength and creep-fatigue in power plants" und anschließender Verteidigung ab.

Abgeschlossene Diplomarbeiten

Dipl.-Ing. Jens Schaufler hat im Februar 2007 seine Diplomarbeit zum Thema Schädigungs- und Verformungsverhalten von PECVD DLC Schichten unter statischer und zyklischer Belastung erfolgreich abgeschlossen. Er hat jetzt eine Promotion zum Verformungsverhalten von DLC-Schichten (siehe auch S. 2) begonnen.



Gäste



Prof. **Guanshui Xu** von der University of California at Riverside bringt von Februar bis einschließlich Juli sein Sabbatical bei WWI. Prof. Xus Interessen reichen von der Modellierung mechanischer Eigenschaften nanokristalliner Materialien bis zur Physik von Erdbeben. Während seines Aufenthalts in Erlangen hält er im Rahmen des Studiengangs „Advanced Materials and Processes“ die Vorlesung „Mechanics and Physics of Nanostructured Materials“.

Veröffentlichungen 1/2007

Bei Redaktionsschluss dieses Newsletters waren in 2007 bereits folgende Arbeiten aus dem Institut erschienen:

I. Topic, H. W. Höppel, M. Göken: Deformation behaviour, microstructure and processing of accumulative roll bonded aluminium alloy AA6016; *Int. J. Mat. Res. (formerly Z. Metallkd.)* 98 (2007), 320-324

P. Wellmann, P. Hens, S.A. Sakwe, D. Queren, R. Müller, K. Durst, M. Göken: Impact of n-type versus p-type doping on mechanical properties and dislocation evolution during SiC crystal growth; *Mater.Sci.Forum* 556-557 (2007), 259-262.

Eine Reihe weiterer Veröffentlichungen wurden bereits akzeptiert, oder sind in Vorbereitung, über die wir Sie in folgenden Newslettern informieren werden.

Impressum

Herausgeber:
Institut für Werkstoffwissenschaften
Lehrstuhl I: Allgemeine Werkstoffeigenschaften
Universität Erlangen-Nürnberg
Martensstr. 5
91058 Erlangen

Redaktion: Dr. R. Janisch