



Newsletter 2012

Lehrstuhl für Funktionswerkstoffe und Material Engineering Center Saarland

Materialforschung bis aufs Atom genau

Die Atomsonden-Tomographie erlaubt 3-dimensionale Einblicke in den Aufbau von Werkstoffen, indem sie die Art und Verteilung von einzelnen Atomen im Materialverbund entschlüsselt. Im Zuge des ersten internationalen „3D Microstructure Meetings“ in Saarbrücken wurde die neue Anlage am Lehrstuhl für Funktionswerkstoffe eingeweiht.

Anlage werden nadelförmige Werkstoffproben mit einem Durchmesser von wenigen Nanometern (etwa ein Tausendstel der Dicke eines Haars) Atom für Atom durch kurze Laserpulse zerlegt. Während diesem Vorgang befindet sich die Probe innerhalb eines elektrischen Felds. Die abgelösten, geladenen Atome (Ionen) folgen zwangsweise diesem elektrischen Feld und treffen schließlich auf einen Detektorschirm. Anhand ihrer Ladung und der Position ihres Aufpralls können sowohl die genaue Atomart als auch Ihre räumliche Anordnung im Werkstoffverbund berechnet, 3-dimensional dargestellt und analysiert werden.

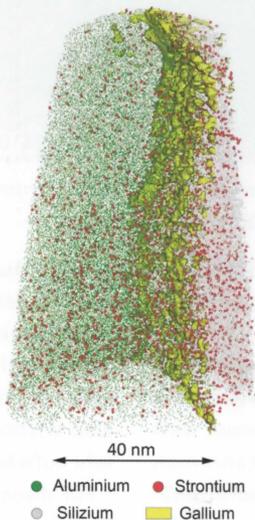


Prof. Frank Mücklich (l) und Hisham Aboufadel (r) erläutern Universitätspräsident Prof. Volker Linneweber (m) die neue Atomsonde

Als finaler Beitrag zum ersten, internationalen 3D Microstructure Meeting in Saarbrücken wurde am 4. November das neue Labor zur Atomsonden-Tomographie an der Universität des Saarlandes durch den Universitätspräsidenten Prof. Volker Linneweber offiziell eröffnet. Das Labor befindet sich am Lehrstuhl für Funktionswerkstoffe von Prof. Frank Mücklich, der auch Leiter des Steinbeis-Forschungszentrums für Werkstofftechnik (Material Engineering Center Saarland, MECS) ist. Durch die Anschaffung des weltweit führenden Großgeräts für atomar aufgelöste Material-Tomographie (CamecaLeap, USA) werden die an der Universität vorhandenen Analyse-Werkzeuge zur 3D Mikro- und Nanotomographie um einen entscheidenden Skalenbereich ergänzt. In der neuen

Bisher wissen die Entwickler bei vielen Materialien oft nicht genau, welche Substanz eine gewünschte Eigenschaft bestimmt. Motorblöcke aus Aluminium zum Beispiel sollen Fahrzeuge leichter machen.

Aluminium ist jedoch ein sehr weiches Material, das erst durch die Zugabe von Silizium fester wird. Damit das Aluminium eine gleichförmige Struktur erhält, werden aber noch ganz wenige Atome eines weiteren Stoffes benötigt. „Die Zugabe von nur einigen Millionstel Anteilen Strontium verändert das dreidimensionale Siliziumnetzwerk völlig und macht am Ende den Motorblock wesentlich fester. Die genaue Rolle und Verteilung dieser Strontiumatome können wir nun mit Hilfe der neuen Atomsonden-Tomographie entschlüsseln“, erläutert Frank Mücklich. So repräsentiert jeder Punkt in der 3D-Darstellung einer solchen Probe ein einzelnes Atom, die entscheidenden Strontiumatome sind rot dargestellt.



3D Rekonstruktion der räumlichen Atomverteilung einer Aluminiumlegierung

Auf einen Blick:

Tribologische Oberflächenstrukturen

Für ihre Forschung im Bereich maßgeschneiderter, reibungsoptimierter Oberflächen erhalten Dipl.-Ing. Carsten Garchot und Prof. Dipl.-Ing. Frank Mücklich den Forschungspreis „Honda Initiation Grant“. Hierzu setzen die Wissenschaftler die Laserinterferenztechnik zur Funktionalisierung der Oberflächen ein.

... Mehr dazu auf Seite 2

3D Microstructure Meeting

Internationale Beiträge zum skalenübergreifenden Themenkomplex 3D-Mikrostrukturen regen den interdisziplinären Austausch zwischen Forschern der Bereiche Materialwissenschaft, Informatik und Mathematik an.

... Mehr dazu auf Seite 2

DocMASE Interview

Die Doktorantin Isabella Schramm erläutert in einem Interview die Organisation des internationalen Postgraduiertenprogramms DocMASE für Materialforscher, sowie ihre Erfahrungen und ihre Forschung in Saarbrücken.

... Mehr dazu auf Seite 3

Inhalt:

- Editorial Seite 2
- 3D Microstructure Meeting Seite 2
- Tribologische Oberflächenstrukturen Seite 2
- DocMASE Seite 3
- Publikationen Seite 4



Das Institut wird gefördert durch:



Editorial

Liebe Leserinnen und Leser,
ich freue mich, Ihnen den aktuellen Newsletter unseres Instituts vorzulegen. Wir informieren Sie über den Lehrstuhl für Funktionswerkstoffe, ausgewählte



Prof. Dr.-Ing.
Frank Mücklich

Forschungsthemen und die Menschen, die daran arbeiten. Wir berichten über internationale Studiemöglichkeiten, koordiniert durch die Europäische Schule für Materialforschung (EUSMAT) der Fachrichtung Materialwissenschaft und Werkstofftechnik. Und wir stellen Ihnen ausgewählte Aktivitäten des Steinbeis-Forschungszentrums MECS vor, das sich werkstofftechnischen Industriekooperationen widmet. Unser Gebäude mitten auf dem Campus beherbergt diese drei Einrichtungen und schafft damit nicht nur optimale Arbeitsbedingungen sondern auch Raum für personelle Synergien durch Aktivitäten der Mitarbeiter der verschiedenen Einrichtungen. Das Schülerlabor (sam) der Fachrichtung ist ein weiteres Beispiel gemeinsamer Arbeit.

Haben Sie Anregungen und Hinweise? Wir freuen uns über Ihr feedback unter fuwe-news@matsci.uni-sb.de.

Viel Spaß bei der Lektüre wünscht Ihnen
Ihr Frank Mücklich (Institutsleiter).

geförderte Forschungsprojekte:

„In Situ- Herstellung von RuAl-Beschichtungen und Rapid Prototyping von mechanischen Standardproben aus RuAl mittels Laserauftragungsschweißen“ (2012-2014)
DFG: MU 959/28-1

„Ressourceneffiziente Konstruktionselemente - Steuerbare Reibung in geschmierten Systemen durch Multi-Skalen Strukturierung mittels Laser-Interferenz und Mikroprägen“ (2011-2014)
DFG: MU 959/27-1

„Kupfer antimikrobiell - Materialien, Verfahren, Biologie. Funktionelle Oberflächen und Toxizitätsfaktoren“ (2011-2013)
DFG: MU 959/26-1

Erstes 3D Microstructure Meeting in Saarbrücken

Anlass für die feierliche Eröffnung des Atomsondenlabors war das zuvor stattfindende Wissenschaftsmeeting zum Thema „3D-Mikrostrukturen“ mit internationalen Beiträgen vom 2.-4. November in der Aula der Universität. Über 60 Wissenschaftler aus den verschiedensten Gebieten haben sich zu dem zweitägigen Wissensaustausch zusammengefunden. Ausgesuchte Vorträge beschäftigten sich beispielsweise mit der Analyse von Tomographie-Aufnahmen in Nanodimensionen, der Vorhersage von Strukturen in Metallschäumen und der Charakterisierung von Bauteilen einer Brennstoffzelle. Die erstmals stattfindende Tagung wurde von Frank Mücklich gemeinsam



mit Philipp Slusallek, Informatik-Professor und wissenschaftlicher Direktor am Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz, sowie der Mathematikerin Katja Schladitz vom Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik in Kaiserslautern organisiert. Ziel der Veranstaltung war es, interdisziplinär Fachkräfte aus den Gebieten der Materialwissenschaft, Informatik und Mathematik unter der Aufgabenstellung 3-dimensionaler, graphischer Materialrekonstruktionen und -Analysen über alle Größenskalen hinaus zu vernetzen. (mh)

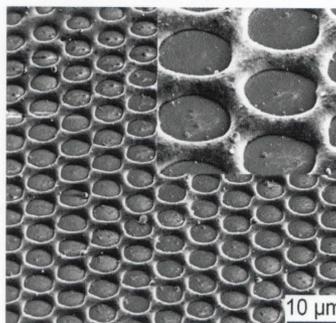
www.3D-microstructure-meeting.de

Mehr Energie durch weniger Reibung

Laserstrukturierung von Oberflächen minimiert

Reibung und Verschleiß

Durch Reibung wird viel Energie verschwendet. Automotoren zum Beispiel könnten mehr Kraft übertragen, wenn es keine Reibungsverluste in Ventilen, Lagern und Zylinderköpfen gäbe. Ein Dieselmotor setzt lediglich 30 Prozent des Kraftstoffes direkt in Antriebsenergie um. Aufgrund von Reibung werden Materialien zudem stärker beansprucht und altern dadurch schneller. Dipl.-Ing. Carsten Gachot und Prof. Frank Mücklich am Material Engineering Center Saarland (MECS) setzen zur Lösung dieses Problems eine Lasertechnologie ein, mit der man die Oberflächen von Materialien gezielt bearbeiten kann. Hierbei werden mit gepulsten Laserstrahlen dreidimensionale Muster im Mikro- und Sub-Mikrometerbereich erzeugt, die die innere Struktur der Materialien an der Oberfläche in einer nur hauchdünnen Schicht verändern. Dabei überlagern sich die Laserstrahlen wie Wellen, die entstehen, wenn man Steine ins Wasser wirft (Interferenz). Auf einen Schlag kann man dadurch auf einer Fläche eines Quadratzenimeters äußerst präzise Muster erzeugen. Da die Hitze sehr punktuell auf die Oberfläche trifft, ist es möglich, auf einem Zehntel Haaresbreite Wolfram mit fast 4.000 Grad Celsius zu



Krater-Strukturen in Kugellagerstahl
100 Cr 6 als Schmierstoffreserve

schmelzen. Direkt daneben, also etwa fünf Tausendstel Millimeter weiter, bleibt das Material praktisch unverändert. Auf diese Weise können harte und weiche Oberflächenelemente erzeugt werden, um die besten Eigenschaften beider Materialanteile miteinander zu kombinieren. So werden Werkstoffoberflächen im trockenen Milieu reibungsarm und weniger anfällig für Verschleiß.

Die mit den Laserstrahlen erzeugten Muster können auch zum Maßschneidern weiterer, spezifischer Oberflächeneigenschaften eingesetzt werden. Materialoberflächen können beispielsweise so modelliert werden, dass sie sich in einem Flüssigkeitsstrom als besonders reibungsarm erweisen. Die Technologie lässt sich außerdem dafür verwenden,

winzige Ausbuchtungen für Schmieröl-Vorräte auf den Oberflächen zu erzeugen, damit eine homogene und nachhaltige Schmierung möglich wird. Dies spielt beispielsweise bei den Lagern von Windkraftanlagen eine wichtige Rolle, die auf offener See nur sehr aufwändig gewartet werden können.

Für diese Entwicklung wurden die beiden Forscher mit dem europaweit ausgeschriebenen Forschungspreis „Honda Initiation Grant“ ausgezeichnet, der mit 30.000,- € dotiert ist. (cg)

Lehrer im Schülerlabor SAM



Seit Februar 2011 arbeiten die Chemielehrerin Michaela Jacob und der Physiklehrer Jens Knorr im Schülerlabor der Materialwissenschaften (SAM) mit. Beide sind vom saarländischen Bildungsministerium für drei bzw. zwei Stunden ihres Schuldienstes ans SAM abgeordnet. Mit ihrer Hilfe konnten bereits zahlreiche Versuche, Präsen-



Michaela Jacob und Jens Knorr im Schülerlabor

tationen und Dokumentationen didaktisch optimiert und neue Versuche erarbeitet werden. Diese Versuche knüpfen stärker als bisher am Lehrplan an und ergänzen diesen durch praktische Anwendungen.

Neben der Möglichkeit im Schülerlabor zu experimentieren bietet das SAM Vorträge in Schulen, verleiht Experimentierkoffer und veranstaltet in Kooperation mit dem Landesinstitut für Pädagogik und Medien Lehrerfortbildungen.

Die Resonanz auf die SAM-Angebote ist sehr positiv: 2011 gab es 25 Veranstaltungen mit 229 Teilnehmern, die Anzahl der Veranstaltungen hat sich somit seit 2009 mehr als verdoppelt.

www.schuelerlabor-sam.de (mt/al)

Neues Doktorandenprogramm für Materialwissenschaftler aus aller Welt E · U · S · M · A · T

2010 startete das neue Doktorandenprogramm für Absolventen der Materialwissenschaft. DocMASE bietet jedes Semester zehn ausgewählten Studierenden die Möglichkeit, innerhalb von vier Jahren einen Dokortitel zu erwerben. Zudem wird das Programm von der ERASMUS MUNDUS Organisation mit sechs Stipendien unterstützt. Isabella Schramm (25) aus Mexico nimmt als eine der Ersten an DocMASE teil und berichtet von ihren Erfahrungen.

Wie genau ist das Programm organisiert?

I.S: Es dauert insgesamt vier Jahre. In dieser Zeit müssen die Teilnehmer eine weitere Universität besuchen, wo sie mindestens sechs Monate arbeiten. In meinem Fall wird das Linköping in Schweden sein. Außerdem werde ich mehrere Wochen in Grenoble am European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) arbeiten, wo ich mich mit Röntgenstrahlung beschäftigen werde. Außerdem muss man auch Punkte aus Bereichen wie Sprachen und interkulturellen Fähigkeiten einbringen, zusätzlich natürlich zu den Kursen in Materialwissenschaft oder den Praktika, die man dann selber leitet.

Wieso hast Du dich für dieses Programm entschieden?

I.S: Ich habe hier ja schon meinen Master in dem AMASE-Programm gemacht, das auch ein internationales Programm ist, welches von der Europäischen Schule für Materialforschung EUSMAT organisiert wird und es kamen

mehrere Faktoren zusammen. Zum einen hat es zeitlich einfach gut gepasst, dass DocMASE genau anfang, als ich fertig war. Zum anderen wollte ich auch weiterhin an einem Programm teilnehmen, dass Interkulturalität bietet, weil ich es sehr wichtig finde, dass man verschiedene Sprachen lernt und auch den Umgang mit Menschen aus anderen Ländern mit unterschiedlichen Hintergründen. Da entwickelt man eine ganz andere Toleranz und wird viel offener. Außerdem ist es für meine Arbeit von großem Vorteil, dass ich so viele verschiedene Techniken nutzen kann und mit unterschiedlichen Institutionen zusammen arbeite.



Isabella Schramm

Worum geht es genau in Deiner Forschung?

I.S: Ich erforsche die 3D-Mikrostruktur von Aluminiumlegierungen und wie sich die Struktur ändert, wenn man z. B. eine geringe Menge Strontium hinzugibt. Diese Technologie ist beispielsweise in der Automobilindustrie von großer Bedeutung und noch nicht wirklich erforscht.

Warum hast Du dich dazu entschieden, das Programm an der Universität des Saarlandes zu machen?

I.S: Ich habe mich hier schon zu meiner Zeit als AMASE-Studentin sehr wohl gefühlt und bin mit den Leuten super zurechtgekommen, außerdem ist die technische Ausstattung hier sehr gut, es gibt seit Neuestem ja auch eine Atomsonde. (nk)

www.docmase.net

Ehrung durch amerikanische Materialwissenschaftler

Die amerikanische Vereinigung der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik „Alpha Sigma Mu“ hat Prof. Frank Mücklich als Ehrenmitglied (Fellow Member) aufgenommen. Die griechischen Buchstaben stehen für „Art and Science of Materials“. Im Zuge der weltweiten Öffnung dieser Gesellschaft ist Prof. Mücklich der erste deutsche Wissenschaftler, dem diese Ehre zuteil wurde.

Ziel der 1931 gegründeten Vereinigung ist es, herausragende Forschung und das internationale Netzwerk auf dem Gebiet der Materialwissenschaft zu fördern. (mh)

www.alphasigmamu.org

Wie macht man Motorblöcke leichter?

Für Ihre Forschungsarbeiten zur Klassifizierung von Graphitausscheidungen wurden Dr. Alexandra Hatton und Prof. Frank Mücklich mit dem Werner-Köster-Preis der Deutschen Gesellschaft für Materialforschung (DGM) ausgezeichnet. Mit Hilfe der sogenannten Nano-Tomographie kann jetzt genau vorhergesagt werden, in welcher Form das Graphit in Gusseisen vorliegt und wie es die Materialeigenschaften ändert. Ziel ist es, Eisen mit besserer Festigkeit immer dünnwandiger einzusetzen, um über eine Gewichtsreduzierung den Spritverbrauch zu minimieren. (mh)



Dr. Alexandra Hatton

Medienecho

Zeit 21.10.2010: „Im Bann der Elemente: Ich liefere ein kleines, aber entscheidendes Puzzleteil“

Saarbrücker Zeitung 06.09.2011: „Vier Länder, vier Sprachen, ein Studium“ chemie.de **26.10.2011:**

„Neue 3-D-Techniken machen das Innerste von Materialien sichtbar

Medizin und Technik September 2011: „Verliese für Bakterien“

Automobil Konstruktion 25.11.2011: „Ganz tief drinnen“

maschinenwerkzeug.de 29.04.2011: „Dünnwandigere Motorblöcke“

Saarbrücker Zeitung 05.10.2011:

„Fotopreis für Saarbrücker Werkstoffwissenschaftler

YouTube: „Material Engineering Center Saarland (MECS)“

VDI-Preis

Dipl.-Ing. Andreas Rosenkranz erhielt 2011 den vom VDI verliehenen Preis für die beste Diplomarbeit 2010. In seiner Arbeit beschäftigte er sich mit der „Erzeugung maßgeschneiderter Topographien in metallischen Oberflächen mittels Laser-Interferenz-Metallurgie und Untersuchung des Geometrieinflusses auf den Mischreibungszustand“.

(sw)



Fotopreis

Im bundesweiten Fottowettbewerb „Nano sichtbar machen“ wurde Dipl.-Ing. Nicolas Souza der mit 1.000,- € dotierte erste Preis verliehen.



„Nanoqualle“ – Aufnahme Nicolas Souza

Er und andere Materialforscher haben mit Hilfe von Laserstrahlen Carbon Nanotubes (CNTs) auf einer Siliziumplatte wachsen lassen und Strukturen erzeugt, die unter dem Rasterelektronenmikroskop wie eine Qualle im Meer aussehen. Auf der ganzen Welt gelten diese CNTs als Wunderwaffe der Materialforschung, da sie äußerst stabil sind, elektrische Energie sehr gut leiten und aus einem billigen Grundstoff bestehen. Saarbrücker Forscher wollen diese Alleskönner nutzen, um teure Edelmetalle in elektrischen Kontakten durch einfachere Metalle wie Nickel zu ersetzen.

Der Wettbewerb wurde von den Nanotechnologie-Netzwerken NanoBioNet, AGeNT-D und CeNTech bundesweit ausgelobt.

(sw)

Publikationen (peer review):

J. Riedrich-Möller, L. Kipfstuhl, C. Hepp, E. Neu, C. Pauly, F. Mücklich, A. Baur, M. Wandt, S. Wolff, M. Fischer, S. Gsell, M. Schreck C. Becher „One- and two-dimensional photonic crystal microcavities in single crystal diamond“, *Nature Nanotechnology* (2011) in press

R. Catrin, D. Horwat, J.F. Pierson, S. Migot, Y. Hu, F. Mücklich „Nano-Scale and Surface Precipitation of Metallic Particles in Laser Interference Patterned Noble Metal Oxide Thin Films“, *Applied Surface Science* 257 (2011) 0, 5223-5229

G. Mitov, S.D. Heintze, S. Walz, K. Woll, F. Mücklich, P. Pospiech „Wear Behavior of Dental Y-TZP Ceramic against Natural Enamel after Different Finishing Procedures“ *Dental Materials*, (2011)

R. Catrin, T. Gries, D. Horwat, S. Migot, F. Mücklich „Microstructure of Sputter-deposited Noble Metal-Incorporated Oxide Thin Films Patterned by Means of Laser Interference“ *Proceedings of the Materials Research Society* 1339 (2011)

R. Catrin, D. Horwat, T. Gries, B. Raillard, S. Migot, F. Mücklich „Influence of Laser Interference Patterning on Microstructure and Friction Behaviour of Gold/Yttria-Stabilized Zirconia Nanocomposite Thin Films“ *Journal of Materials Research* (2011)

Jun Pan, Hao Shen, Ulf Werner, Joan Daniel Prades, Francisco Hernandez-Ramirez, Flavio Soldera, Frank Mücklich, Sanjay Mathur „SnO₂ Nanowire Arrays on TiO₂ Single Crystals: Growth Patterns and Tomographic Studies“ *Journal of the American Chemical Society* (2010)

N. Zotov, K. Woll, F. Mücklich „Phase Formation of B2-RuAl during Annealing of Ru/Al Multilayers“ *Intermetallics* (2010)

K. Woll, C. Holzapfel, F. Mücklich „Effects of Composition and Grain Size on the Interdiffusional Behaviour in B2-RuAl Intermetallic Compound Intermetallics“ *Intermetallics* 18 (2010) 553-559

Doktorarbeiten:

Simone Baus „Funkenerosionsmodell von Nickelbasislegierungen“ (Kooperation mit Robert Bosch GmbH, 2011)

Marina Cornejo „Pattern formation on Si and surfaces by low energy ion beam erosion“ (Kooperation mit dem Leibniz-Institute of Surface Modification, IOM, 2011)

Mariela D'Alessandria Jeanvoine „Tailoring the Etchability of Aluminium Foil by Laser Interference Metallurgy: Control of Pit Initiation Sites for High-Voltage Aluminium Capacitors Applications“ (2011)

Diplom-/ Masterarbeiten:

Yiyi Liu „Localized Intermetallics Formation by Laser Surface Alloying of Sn thin film on Cu and Ag Bulk“ (Dez. 2011)

Federico A. Lasserre „Noble metal coatings of multi-walled carbon nanotubes“ (Nov. 2011)

Juan C. Támara „Study of the laser cladding process and the antimicrobial activity of copper and silver“ (Nov. 2011)

Jennifer Barrirero „Atom Probe Tomography analysis of strontium modified hypoeutectic Al-Si alloys“ (Nov. 2011)

Amina Henni „Press-fit connectors surface engineering: Localized (Cu,Ag)-Sn intermetallics production using LIMET (Okt. 2011)

Mark Wobrock „Laser-Interferenzmetallurgie von TiNi-Multilayern zur lokalen Indizierung des Form-Gedächtniseffekts“ (Apr. 2011)

Isabella Schramm „Localized formation of intermetallic phases by LIMET in Ni/Al multilayer thin films“ (Apr. 2011)

Michaela Brandstätt „Verständnis des Einflusses der Legierungselemente von Nickelbasislegierungen auf den Kraterbildungsmechanismus“ (Jan. 2011)

Andreas Rosenkranz „Erzeugung maßgeschneiderter Topographien in metallischen Oberflächen mittels Laser-Interferenz-Metallurgie und Untersuchung des Geometrieinflusses auf den Mischreibungszustand“ (Okt. 2010)

Studien-/ Bachelorarbeiten:

Leander Reinert „Grundlegende Untersuchung des anisotropen Reibverhaltens von beidseitig mittels Laser-Interferenzstrukturierung modifizierten Reibflächen“ (Nov. 2011)

Thomas Kreuter „Einfluss der Messparameter auf das Ergebnis einer quantitativen EDX-Analyse“ (Sept. 2011)

Andreas Hegetschweiler „Konzeption eines Messverfahrens zur Ionenabgabe von Kupferoberflächen“ (Sept. 2011)

Jessica Fries „Entwicklung von Methoden zur Bestimmung des Restaustenitgehalts in niedriglegierten, bainitischen Stählen“ (Sept. 2011)

Steven Quirin „Konstruktion von Heizelementen - Berechnung, Simulation und praktischer Einsatz“ (Sept. 2011)

Daniel Henry „Prozessautomatisierung zur Messung und Auswertung von Oberflächentopographien anhand Methoden der Weißlichtinterferometrie“ (Sept. 2010)

Impressum:

Herausgegeben von:
Lehrstuhl für Funktionswerkstoffe
der Universität des Saarlandes
und Material Engineering Center Saarland (MECS)

Universität des Saarlandes
Campus, Gebäude D33
D - 66123 Saarbrücken

Tel.: 0681 - 302 70 500

E-Mail: fuwe-news@matsci.uni-sb.de

Redaktion: Jenifer Barrirero (jb), Carsten Garchot (cg),
Michael Hans (mh), Nadine Kreutz (nk), Andreas Langenbahn
(al), Myriam Trinh (mt), Sarah Wernet (sw)
Gestaltung/Layout: Sven Strauß