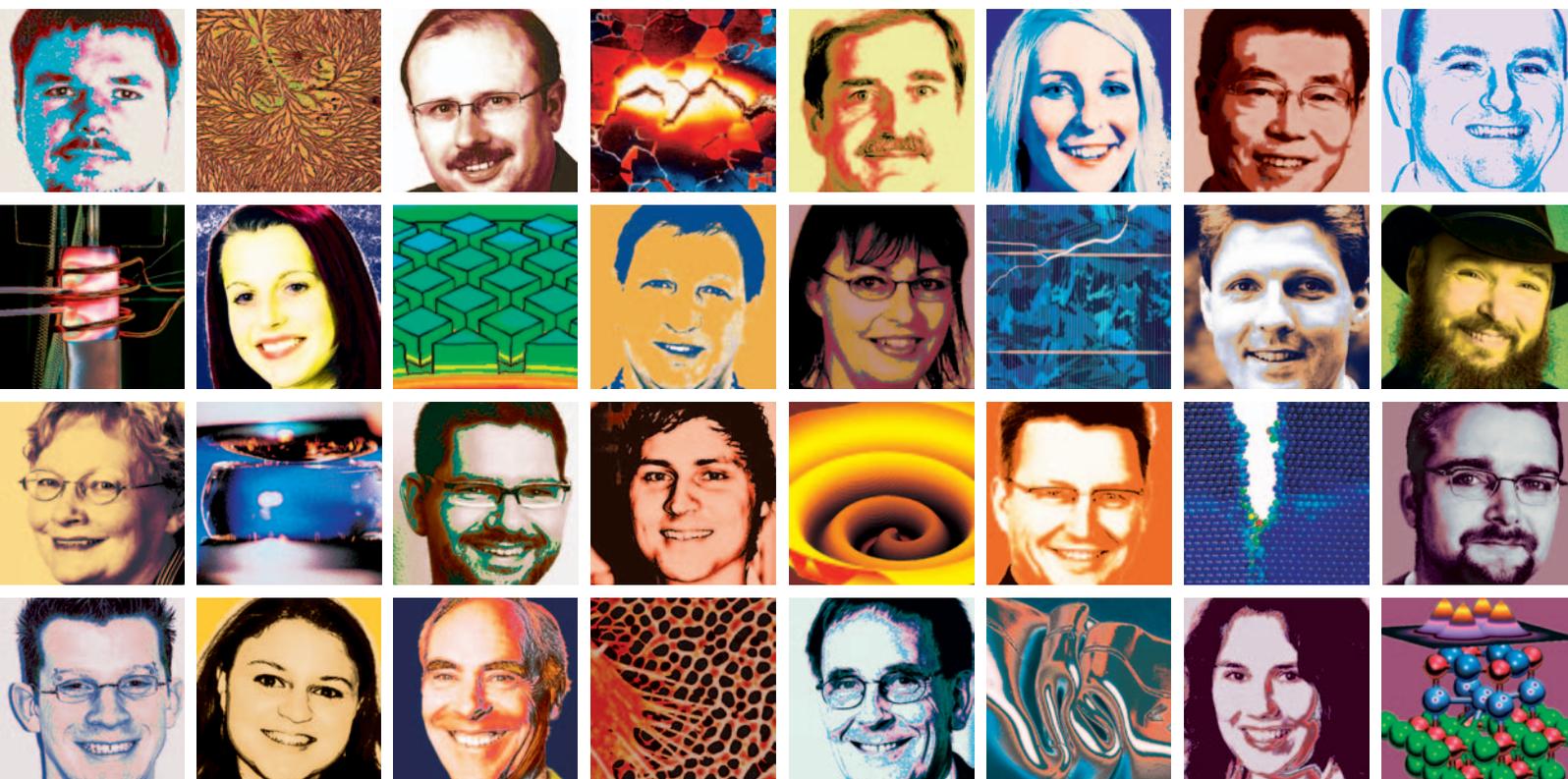




Fraunhofer Institut
Werkstoffmechanik

Jahresbericht 2006



Jahresbericht 2006

**Fraunhofer-Institut
für Werkstoffmechanik IWM**

Institutsteil Freiburg
Wöhlerstraße 11
79108 Freiburg
Telefon +49 (0) 7 61 / 51 42-0
Telefax +49 (0) 7 61 / 51 42-1 10

Institutsteil Halle
Heideallee 19
06120 Halle
Telefon +49 (0) 3 45 / 55 89-0
Telefax +49 (0) 3 45 / 55 89-1 01

www.iwm.fraunhofer.de
info@iwm.fraunhofer.de



Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn und Prof. Dr. Peter Gumbusch

»Schwung holen für die nächsten 35 Jahre«, unter diesem Motto haben wir im Mai 2006 das 35-jährige Bestehen des Fraunhofer-Instituts für Werkstoffmechanik IWM gefeiert. Es war beeindruckend, mit allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern aus Halle und Freiburg gemeinsam ein großes Fest zu begehen.

Professor Dieter Katzer ist im September 2006 altershalber aus der Institutsleitung des Fraunhofer IWM ausgeschieden. Er hat die rasante Entwicklung des Fraunhofer IWM in Halle von der Außenstelle mit 16 Mitarbeitern zum Institutsteil mit 100 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern maßgeblich mitgestaltet. Ihm sei an dieser Stelle herzlich für seinen unermüdlichen Einsatz gedankt. Ein wirklich großes Abschiedsgeschenk hat er sich quasi selbst machen dürfen, als es ihm in seinen letzten Amtsjahren gelang, den Weg für einen Institutsneubau in Halle frei zu machen. Dieser Neubau wird im ersten Halbjahr 2007 bezogen werden.

Professor Ralf B. Wehrspohn kam als zweiter Institutsleiter an das Fraunhofer IWM mit der Verantwortung für den Institutsteil in Halle. Er leitet dort in Personalunion den Universitätslehrstuhl für mikrostrukturbasiertes Materialdesign in der Physik und erweitert das Themenspektrum des Fraunhofer IWM um nanostrukturierte Materialien und funktionale Nanostrukturen. Seine Kompetenzen kommen sowohl in der Mikroelektronik, der Sensorik, der Photonik und der Photovoltaik als auch in dem Bereich der Nanocomposite aus polymeren Werkstoffen zum Tragen.

In Freiburg werden wir in der zweiten Jahreshälfte 2007 mit den Bauarbeiten für unser neues Oberflächentechnikzentrum und unser neues Simulationszentrum beginnen. Mitte 2006 konnte hierzu bereits eine neue Mehrquellenbeschichtungsanlage in Betrieb genommen werden. Diese erlaubt es, völlig neue Komposit-Schichtwerkstoffe herzustellen und damit auch neue Funktionalitäten zum Beispiel in den Bereichen Optik und Medizintechnik zu realisieren.

Anfang Dezember 2006 gab die Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG bekannt, dass Professor Peter Gumbsch für seine herausragenden Forschungsleistungen auf dem Gebiet der Verformungs- und Bruchprozesse von Werkstoffen den Gottfried-Wilhelm-Leibniz-Preis 2007 der Deutschen Forschungsgemeinschaft erhalten wird. Der Leibniz-Preis ist der renommierteste und höchst dotierte Forschungspreis in Deutschland. Wir begreifen ihn auch als Auszeichnung der vielen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die in den letzten Jahren an diesen Forschungsthemen mitgewirkt haben.

Das Fraunhofer IWM beschäftigt mit Professor Hermann Riedel, der den Preis 1991 erhielt, und Professor Peter Gumbsch jetzt zwei Leibniz-Preisträger. Dies ist für uns eine Bestätigung dafür, dass der Kurs, den wir eingeschlagen haben, um Werkstoffmechanik – ausgehend von der Mikrostruktur von Materialien auf das Verhalten ganzer Bauteile zu schließen – voranzutreiben und umzusetzen, Zukunft hat.

Nicht zuletzt ist der Preis ein Ansporn, unsere Aktivitäten im Bereich der Multiskalenmaterialmodellierung, die wir vor vier Jahren aus der Taufe gehoben haben, mit Nachdruck fortzuführen.

Unser Dank gilt unseren Kolleginnen und Kollegen im Institut in Freiburg und Halle für ihr Engagement bei der Weiterentwicklung des Instituts sowie unseren Geschäftspartnern für das Vertrauen in unsere Arbeiten. Gleichzeitig möchten wir Sie natürlich einladen, uns mit neuen Herausforderungen zu konfrontieren.

Eine interessante Lektüre wünschen

The image shows two handwritten signatures in black ink. The top signature is 'P. Gumbsch' and the bottom signature is 'R. Wehrspohn'. Both are written in a cursive, flowing style.

Prof. Dr. Peter Gumbsch und
Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn

Inhalt

Institutprofil, Werkstoffmechanik	6	Ausgewählte Forschungsergebnisse	
Geschäftsfelder, Auftraggeber und Kooperationspartner	7	Hochleistungswerkstoffe und Tribosysteme	
35 Jahre Fraunhofer IWM	8	Verschraubungstechniken für keramische Werkstoffe	30
3. Internationale Konferenz »Multiscale Materials Modeling«	9	Preisgünstige Metall-Keramik-Verbundwerkstoffe für Anwendung im Leichtbau	31
Richtfest für den Neubau des Fraunhofer IWM Halle	10	Herstellung und Charakterisierung elektrostatisch gesponnener Vliese	32
Kolloquium anlässlich der Verabschiedung von Professor Dr. Dieter Katzer in den Ruhestand	11	Direktstrukturierte, netzwerkmodifizierte DLC-Schichten	33
Werkstoffmechanikpreis, gestiftet von der PMG Füssen GmbH	12	Sicherheit und Verfügbarkeit von Bauteilen	
Hugo-Geiger-Preis an Diplomandin des Fraunhofer IWM	13	Probabilistische Bewertung von Rohrleitungen unter thermischer Ermüdung	36
Das Institut in Zahlen	14	Werkstoffmodell und Parameteridentifikation zur Berechnung von Klebeverbindungen unter Crashbelastung	37
Kuratorium des Fraunhofer IWM	15		
Organisation und Ansprechpartner	16	Komponenten der Mikrosystemtechnik und Nanotechnologien	
Kernkompetenzen des Fraunhofer IWM		Mikrostruktur und Grenzflächenreaktionen von bleifreien Lotwerkstoffen für neue mikroelektronische Bauelemente	41
Werkstoff- und Bauteilcharakterisierung	20	Parameteridentifikation durch dynamische Messungen an mikromechanischen Strukturen auf Wafer Ebene	42
Werkstoffmodellierung und Simulation	22		
Grenzflächen- und Oberflächentechnologie	24	Zielpräparation nanoelektronischer Bauelementstrukturen mittels FIB-Zweistrahls-technik	43

Werkstoffbasierte Prozess- und Bauteilsimulation

Simulation von keramischen Schaltungs-trägern	46
Rissbildung beim Ziehen von Wolframdrähten	47
Bestimmung von Spannungs-Dehnungs-kurven aus registrierenden Eindruckversuchen bei erhöhter Temperatur	48
Kritische Dicke für Ferroelektrizität von ultra-dünnen PbTiO ₃ -Funktionsschichten	49
FIRE: Optimierung einfach gemacht	50
Wärmedämmende Fenster	51

Komponenten mit funktionalen Oberflächen

Ultrapräzisionsdrehen von Formwerkzeugen zum Heißumformen optischer Gläser	55
Neue Beschichtungstechnologie zur Inline-Kombination verschiedener Quellentechniken bei der Herstellung funktionaler Schichten	56
Präzisions-Warmformung optischer Komponenten	57

Polymeranwendungen

Möbel aus Hanf-Compositen	60
Verbesserte Lebensdauerabschätzung von Kunststoffbauteilen	61
Entwicklung eines vitro-Versuchsmodell-systems zur Untersuchung der Penetrations-kompetenz pflanzenpathogener Pilze	62
Polymerverarbeitung im Fraunhofer-Pilot-anlagenzentrum für Polymersynthese und -verarbeitung PAZ	63

Mikrostrukturbasierte Bauteilbewertung

Prozesssicheres Elektropolieren	66
Eine neue Bohr- und Auswertestrategie zur Bestimmung von Messunsicherheiten bei der Eigenspannungsermittlung nach dem inkrementellen Bohrlochverfahren	67

Das Fraunhofer IWM in der Fraunhofer-Gesellschaft: Kooperation und Vernetzung

Die Fraunhofer-Gesellschaft	70
Der Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile	71
Themenverbünde und Zentren	72
Gemeinschaftsforschung in der Fraunhofer-Gesellschaft	74

Anhang

Personen, Ereignisse, Ausbildung	79
Seminare des Fraunhofer IWM	82
Projektübersicht	84
Mitarbeit in Gremien, Ausschüssen, Beratertätigkeiten	88
Veröffentlichungen in referierten Zeitschriften	90
Sonstige Veröffentlichungen	92
Veröffentlichte Konferenzbeiträge	94
Vorträge, Poster	97
Ausstattung Freiburg	102
Ausstattung Halle	103
Anfahrt	104

Das Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM bestimmt und analysiert die Auswirkungen von mechanischen und thermischen Beanspruchungen auf die Eigenschaften von Werkstoffen und Bauteilen im Einsatz oder bei Fertigungs- und Bearbeitungsvorgängen.

Die Kernkompetenzen des Instituts sind

- Werkstoff- und Bauteilcharakterisierung,
- Werkstoffmodellierung und Simulation,
- Grenzflächen- und Oberflächentechnologie.

Diese werden projektbezogen für Forschungsaufgaben genutzt, die zum Ziel haben, die Eigenschaften der Werkstoffe und Bauteile für die im Einsatz auftretenden Belastungen optimal einzustellen und deren Leistungsfähigkeit möglichst vollständig auszuschöpfen.

Die Leistungen des Fraunhofer IWM umfassen die Werkstoffcharakterisierung und Bauteilprüfung, die Modellierung von Werkstoffeigenschaften unter verschiedensten Belastungen, die Simulation von Bauteilen und Fertigungsprozessen, die einsatzgerechte Beschichtung von Werkzeugen und Bauteilen, Schadensanalysen und Verfahrensentwicklungen zur Formgebung und zum Trennen.

Die Kopplung der Mikrostruktur mit makroskopischen Eigenschaften ist ein wesentlicher Forschungsschwerpunkt.

Das Spektrum der in den Projekten behandelten Bauteile reicht von Mikrosensoren über Maschinenbauteile bis zu Kraftwerkskomponenten. Experimentelle und numerische Methoden werden gleichermaßen eingesetzt.

Begreifen, was sich im Innern eines belasteten Werkstoffs abspielt, ist Grundvoraussetzung, um das Entstehen und Wachsen von Schwachstellen wie Rissen, Fehlern oder Poren in Bauteilen zu erklären und – für die industrielle Praxis besonders wichtig – zu beeinflussen.

Werkstoffmechanik befasst sich mit der Frage, wie sich Werkstoffe in Bauteilen verhalten und wie sich die Eigenschaften von Werkstoffen in der Fertigung verändern. Sie ist entscheidend, um Bauteile für den Einsatz bei extremen Temperaturen oder bei hoher Verschleißbeanspruchung, um nur zwei Beispiele zu nennen, fit zu machen und deren Sicherheit und Lebensdauer zu gewährleisten.

Neben der Bauteilbewertung unter Einsatzbedingungen kommt der werkstoffmechanischen Bewertung des Fertigungsprozesses inzwischen eine entscheidende Rolle zu. In der Fertigung wird schließlich die Mikrostruktur des Werkstoffs festgelegt, z.B. durch Umformen, Sintern oder Gießen, dort werden die Eigenschaften der Bauteiloberfläche beeinflusst, z.B. durch Bearbeitung oder Beschichtung. Letztendlich bestimmen die Fertigungsausbeute und die Herstellbarkeit eines neuen Produkts die Wirtschaftlichkeit des gesamten Prozesses.

Die Projektbearbeitung im Fraunhofer IWM erfolgt in sieben Geschäftsfeldern:

- Hochleistungswerkstoffe und Tribosysteme,
- Sicherheit und Verfügbarkeit von Bauteilen,
- Komponenten der Mikrosystemtechnik und Nanotechnologien,
- Werkstoffbasierte Prozess- und Bauteilsimulation,
- Komponenten mit funktionalen Oberflächen,
- Polymeranwendungen,
- Mikrostrukturbasierte Bauteilbewertung.

Das Spektrum der Forschungs- und Entwicklungsleistungen des Fraunhofer IWM umfasst

- Machbarkeitsstudien, Beratungsgespräche,
- bilaterale Industrieprojekte oder
- die Koordination von größeren Projekten, an denen mehrere Industriepartner beteiligt sind.

Der Zeitrahmen, in dem Projekte abgewickelt werden, reicht von wenigen Tagen bei industriellen Schadensfällen bis zu mehreren Jahren bei strategischen Großprojekten.

Die öffentlichen Auftraggeber des Fraunhofer IWM sind

- das Bundesministerium für Forschung und Technologie und das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit,
 - die Länder Baden-Württemberg und Sachsen-Anhalt,
 - die Deutsche Forschungsgemeinschaft,
 - die Europäische Union
- sowie viele Industrieverbände, Stiftungen oder andere Forschungsgemeinschaften.

Die industriellen Projektpartner des Fraunhofer IWM kommen aus allen Bereichen, in denen Werkstoffe und Bauteile während der Herstellung oder im Einsatz besonderen Belastungen ausgesetzt sind:

- Maschinen- und Anlagenbau,
- Fahrzeugtechnik und deren Zulieferer,
- Werkstoff- und Halbzeughersteller,
- Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik,
- Photovoltaik,
- Bio- und Medizintechnik,
- Glas, Optik,
- Polymertechnik.



IWM-Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter beim Jubiläumsfest



Erwin Sommer: »Das Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM - Seine Ursprünge, seine Anfänge und seine historische Entwicklung«, Fraunhofer IRB Verlag, 176 Seiten ISBN 3-8167-7085-1

Am 9. Mai 2006 feierte das Fraunhofer IWM in Freiburg sein 35-jähriges Jubiläum und damit 35 Jahre Instituts-geschichte, seit denen das Fraunhofer IWM am FuE-Markt erfolgreich aktiv ist. So kamen zahlreiche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus Freiburg, die Kolleginnen und Kollegen aus Halle, ebenso Projektpartner und viele Ehemalige, insgesamt 280 Gäste, um an einem munteren Festakt teilzunehmen.

Neben dem Institutsgeburtstag gab es viele weitere Gründe zum Feiern: die Übernahme der Institutsleitung durch Professor Peter Gumbsch vor 5 Jahren, den 70. Geburtstag des ehemaligen Institutsleiters Professor Erwin Sommer und den 60. Geburtstag von Dr. Thomas Hollstein, Leiter des Instituts-teils Freiburg. Indes blickte das IWM in Halle seinem 15-jährigen Bestehen entgegen – kurz zuvor war Professor Ralf B. Wehrspohn als zweiter Instituts-leiter für das Fraunhofer IWM gewon-nen worden. Der Festtag gab auch Gelegenheit für die Vorstellung des kürzlich erschienenen Buches von Professor Erwin Sommer zur Ent-stehung und Entwicklung des Fraunhofer IWM.

Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus Freiburg und Halle hatten in größeren und kleineren Kreisen zahl-reiche Programmpunkte vorbereitet und amüsant inszeniert, so dass sich der Programmteil zu einer kurzweiligen Show entwickelte. Mit dabei waren »Der beste Werkstoffmech-aniker aller Zeiten«, »Das Badner Lied«, eine »GALA-Sonderausgabe zum IWM-Jubiläum« sowie ein werk-stoffmechanisches »Titanic-Quiz«.

Die Band Bre-Men lieferte den musika-lischen Rahmen und lockte die Gäste zwischen den Programmpunkten aufs Tanzparkett.

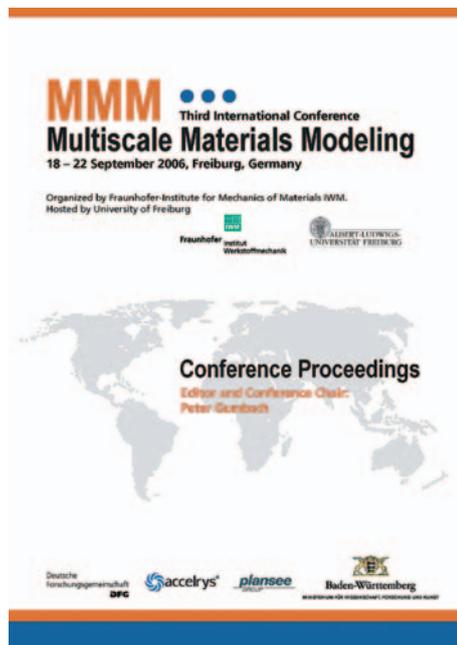
Wie das Institut vor 35 Jahren ent-stand, wie es sich entwickelte und welch tragende Rolle es heute in der angewandten Werkstoffforschung in Deutschland einnimmt, darüber schreibt der ehemalige Leiter des Fraunhofer IWM Erwin Sommer in kurzweiliger Manier. Neben technisch-wissenschaftlichen Aspekten behandelt der Autor das vielschichtige Engage-ment der daran beteiligten Menschen.

Schon die Gründung des Fraunhofer IWM erwies sich als schwere Geburt: »Es wurde nicht wie üblich durch übergeordnete Gremien gegründet, sondern entstand durch verschiedene Gegebenheiten, quasi durch Fügung, Zwang und Neigung«, erinnert sich Sommer. Auch als das Institut bereits in den Kinderschuhen steckte, gestal-tete sich die weitere Entwicklung schwierig. Das Institut konnte nicht auf den bequemen Zug riesiger Groß-projekte aufspringen, sondern musste seine Ressourcen auf mehrere wissen-schaftliche Herausforderungen vertei-len. Rückblickend gesehen erweist sich aber gerade dieser Kraftakt als gewinnbringend für das Institut, stellt es doch das Fundament dafür, dass heute ein breites Spektrum an Themen abgedeckt und für viele Bereiche nütz-liche Anwendungen erarbeitet werden können. Auf Grundlage der Bruch-mechanik ist so in den letzten 35 Jahren ein erfolgreiches »Fitnesszen-trum mit Notfallpraxis« für technische Bauteile und Fertigungsprozesse ent-standen.

3. Internationale Konferenz »Multiscale Materials Modeling«

Vom 18. bis 22. September 2006 trafen sich internationale Experten aus Physik, Chemie, Material- und Ingenieurwissenschaften zur MMM 2006 in Freiburg. Nach den Konferenzen 2002 in London und 2004 in Los Angeles gelang es dem Fraunhofer IWM, den interdisziplinären Austausch zur skalenübergreifenden Beschreibung von Veränderungen in Werkstoffen damit zum ersten Mal nach Deutschland zu holen.

In den Räumlichkeiten der Universität Freiburg und dort über neun Symposien verteilt, konferierten die 350 Teilnehmer aus 30 Nationen über die wissenschaftlichen Fortschritte der jungen, innovativen Disziplin: Werkstoffwissenschaftler und Mathematiker machten Vorschläge, wie sich die unterschiedlichen Zeit- und Längenskalen bei der Berechnung überbrücken lassen. Materialforscher stellten verschiedene Theorien vor, mit denen sich das mikrostrukturelle Materialverhalten verfolgen lässt. Andere wiederum lieferten statistische Ansätze für unumkehrbare Deformationen.



Über die Symposien hinaus boten abendliche Dinners mit musikalischer Begleitung und optionale Ausflüge in die Freiburger Umgebung einen fruchtbaren Rahmen für weitere Begegnungen zwischen den Fachkollegen.



Für die industrielle Produktforschung und -entwicklung ist die Multiskalen Materialmodellierung als Weiterentwicklung herkömmlicher Simulationsmethoden zum entscheidenden Nadelöhr geworden.

Die Industrie selbst kann mit ihrer Hilfe Entwicklungskosten senken, maßgeschneiderte Werkstoffe entwickeln und die Zuverlässigkeit von Produkten vorhersagen und steigern.



Die nächste MMM-Konferenz findet 2008 in Florida statt.

Richtfest für den Neubau des Fraunhofer IWM Halle



Aufsetzen der Richtkrone unter musikalischer Begleitung am 28. April 2006.



Eingangsbereich des Neubaus und Ansicht von Süden im November 2006



Ansicht des Neubaus von Westen, links der Baukörper des Technikums, rechts das Labor- und Bürogebäude im Juli 2006

Am 28. April 2006 wurde die Richtkrone auf den Institutsneubau des Fraunhofer IWM im Wissenschafts- und Innovationspark »weinberg campus« gesetzt.

Grußworte von Dr. Joachim Welz, Abteilungsleiter Wissenschaft im Kultusministerium Sachsen-Anhalt, von Prof. Dr. Hans-Joachim Solms, Prorektor der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, und von Prof. Dr. Wolfgang Lukas, dem Geschäftsführer des Technologie- und Gründerzentrums als Vertreter der am »weinberg campus« ansässigen Firmen, begleiteten die Eröffnung.

Prof. Dr. Dieter Katzer als Institutsteilnehmer schilderte die Entwicklung des Institutes und der Architekt Udo Lemke von Beeg-Geiselbrecht-Lemke Architekten GmbH i. G. aus München das Konzept und den Fortschritt des Baus.

Der Neubau befindet sich gegenüber dem derzeitigen Institutsgebäude in der Heideallee und soll im Frühjahr 2007 bezugsfertig sein. Seine Hauptnutzfläche umfasst 3200 m² und bietet Technika, Labore, einen Reinraum sowie Büros für ca. 80 Mitarbeiter. Zwei Drittel der geplanten Arbeitsplätze sind für wissenschaftliche Mitarbeiter vorgesehen.

Der Neubau ist die Voraussetzung dafür, dass das Fraunhofer IWM sein erfolgreiches Wachstum in Halle weiter fortsetzen kann. Das Gebäude in der Heideallee wird weiterhin als Labor- und Bürogebäude genutzt.

Die Gesamtinvestitionssumme beträgt 19,2 Millionen Euro, davon entfallen 5,6 Millionen auf die Ausstattung mit Forschungsgeräten. Der Neubau wird mit finanzieller Unterstützung des Europäischen Fonds für Regionalentwicklung, des Bundesministeriums für Bildung und Forschung und des Landes Sachsen-Anhalt von der Fraunhofer-Gesellschaft errichtet.

Kolloquium anlässlich der Verabschiedung von Professor Dr. Dieter Katzer in den Ruhestand

Mit einem Kolloquium zur »Analytik und Metrologie in der Halbleiterindustrie: Neue Prozesse, neue Materialien, neue Konzepte« verabschiedete das Institut zusammen mit Gästen aus Wissenschaft und Industrie am 29. September 2006 Professor Dieter Katzer in den Ruhestand.

Seit 1996 leitete Herr Professor Dieter Katzer den halleschen Institutsteil des Fraunhofer IWM. Mit viel Engagement und taktischem Gespür führte er den Institutsteil zu seinem derzeitigen erfolgreichen Stand. Seinem Nachfolger, Professor Ralf B. Wehrspohn, hinterlässt er ein wissenschaftlich und wirtschaftlich erfolgreiches Haus mit derzeit 97 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern und einem Gesamthaushalt von 5,2 Millionen Euro. Nicht zuletzt ist sein Name auch mit dem Neubau des halleschen Institutsgebäudes verbunden, für dessen Verwirklichung finanzielle und politische Hürden zu nehmen waren.

Der Kolloquiumsvortrag von Herrn Dr. Ehrenfried Zschech, AMD Saxony, beleuchtete die neuesten Entwicklungen auf dem Gebiet der Halbleiterindustrie und deren Bedarf an hochkomplexer Analytik. Der Erforschung und Weiterentwicklung analytischer Methoden hatte sich Professor Katzer als Wissenschaftler leidenschaftlich gewidmet. Als einer der 16 Mitarbeiter bei der Gründung der kleinen Außenstelle des Freiburger Fraunhofer IWM im Jahr 1992 brachte er damals mit seiner Arbeitsgruppe zur Halbleiter-Silicium-Technologie eine wichtige Grundlage für den späteren Erfolg des Instituts ein.

Professor Dr. Jan-Hendrik Olbertz, Kultusminister des Landes Sachsen-Anhalt, unterstrich die Bedeutung des halleschen Institutsteils für die Entwicklung von Forschung und Industrie in der Region. Dr. Ulrich Buller, Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft, würdigte die Entwicklung des Institutsteils und Professor Katzers Leistung und verlieh ihm die Fraunhofer-Medaille. Die Oberbürgermeisterin der Stadt Halle, Frau Ingrid Häußler, hob die gelungene, gemeinsame Standortsuche für den Institutsneubau als Tor zum »weinberg campus« hervor. Prof. Dr. Wilfried Grecksch, Altrektor der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, verwies auf die enge Kooperation mit dem Fraunhofer IWM, die auch die gemeinsame Berufung eines Institutsleiters und Lehrstuhlinhabers als Nachfolger Katzers ermöglichte. Professor Peter Gumbsch charakterisierte hintergründig und humorvoll die Leitung des Instituts in Halle durch Dieter Katzer. Zusammen mit Professor Ralf Wehrspohn, der die Veranstaltung moderierte, überreichte er Professor Katzer ein Handy als Symbol dafür, dass er mit dem Institut in Kontakt bleiben und ihm weiterhin beratend zur Seite stehen möge.

Mit einem kleinen Fest und Rückblicken mit Augenzwinkern von Herrn Petzold und Herrn Heilmann bot die Veranstaltung bis in den späten Abend hinein Raum für Gespräche mit Forschungspartnern, ehemaligen Mitarbeitern und Kollegen. Eine Jazzband und ein Kabarettist sorgten dabei für kurzweilige Unterhaltung.



Fraunhofer-Vorstand Dr. Ulrich Buller überreicht Herrn Prof. Dieter Katzer die Fraunhofer-Medaille.



Kultusminister Olbertz und Frau Mushack vom Wirtschaftsministerium Sachsen-Anhalt gratulieren.



Herr Gumbsch und Herr Wehrspohn überreichen das Abschiedsgeschenk.



Frau Katzer und Herr Sommer im Gespräch.

Für hervorragende wissenschaftliche Leistungen auf dem Gebiet der Werkstoffmechanik im Rahmen von Diplomarbeiten und Promotionen beziehungsweise für Arbeiten von besonderem innovativen Charakter wird anlässlich der Kuratoriumssitzung des Fraunhofer IWM der Werkstoffmechanikpreis verliehen.

Die drei nominierten Themen in 2006 waren

- Verbesserte Vorhersage der Rückfederung bei der Blechumformung durch weiterentwickelte Werkstoffmodelle (Dr. Andriy Krasowsky),
- Eigenspannungen bei lighthärtenden Dentalkompositen (Christof Koplín),
- Mikromechanische Charakterisierung von Seidenproteinschichten (Frauke Junghans).

Der Werkstoffmechanikpreis 2006 wurde an Christof Koplín verliehen.

Verbesserte Vorhersage der Rückfederung bei der Blechumformung durch weiterentwickelte Werkstoffmodelle

Beim Blechumformen können mit Finite-Element-Programmen die Geometrie und die Eigenschaften des Bauteils vorhergesagt werden und durch die gezielte Variation der Prozessparameter und der Werkzeugform optimiert werden. Eine hinreichend genaue Simulation des Tiefziehprozesses einschließlich Rückfederung ist von großer Bedeutung, da damit Zeit und Kosten für die Entwicklung von Tiefziehwerkzeugen deutlich gesenkt werden können. In der Arbeit wurde eine neuartige experimentell-numerische Vorgehensweise zur Verbesserung der Rückfederungsvorhersage bei Blechumformungsprozessen vorgestellt. Der Schwerpunkt lag auf einer

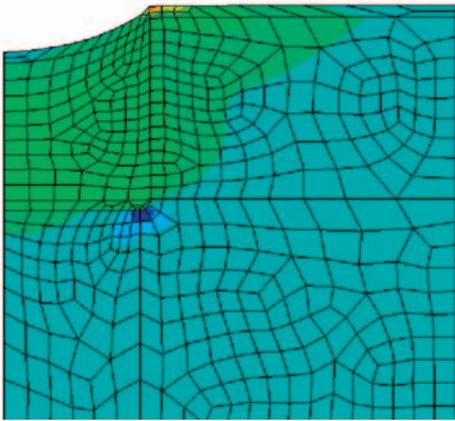
genauen Werkstoffcharakterisierung unter Berücksichtigung aller wichtigen Aspekte, die beim Blechumformen einen Einfluss auf die numerischen Ergebnisse haben können.

Eigenspannungen bei lighthärtenden Dentalkompositen

Moderne Dentalkomposite müssen vielfältigen Ansprüchen genügen. Trotz langjähriger Entwicklung führt die Polymerisations Schrumpfung des Aushärtungsprozesses zu Eigenspannungen. Während der Materialentwicklung muss immer wieder in schwierigen zu interpretierenden Modellexperimenten die Eignung zum Randschluss einer Füllung untersucht werden und damit im Wesentlichen die Neigung zu Sekundärkaries und postoperativer Sensibilität bestimmt werden. Deshalb wurde ein Materialmodell für Dentalkomposite entwickelt, das auf einer Kopplung von experimenteller und numerischer Methodik basiert. Auf diese Weise wurden die notwendigen Parameter bestimmt, mit denen der Spannungsaufbau für beliebige Geometrien simuliert werden kann.

Mikromechanische Charakterisierung von Seidenproteinschichten

Durch die Kombination der mikromechanischen und der spektroskopischen Charakterisierung der neuartigen Seidenproteinschichten erarbeitete Frauke Junghans im Rahmen ihrer Diplomarbeit erste Zusammenhänge zwischen der Sekundärstruktur und den Materialeigenschaften (siehe Beitrag zum Hugo-Geiger-Preis).



Rotationssymmetrische Simulation einer idealisierten Zahnfüllung.

Hugo-Geiger-Preis an Diplomandin des Fraunhofer IWM

Aus den Händen vom Präsidenten der Fraunhofer-Gesellschaft Prof. Dr. Hansjörg Bullinger erhielt Frauke Junghans für ihre Diplomarbeit zur »Mikromechanischen Charakterisierung von Seidenproteinschichten« am 18. Oktober 2006 auf der Jahrestagung der Fraunhofer-Gesellschaft einen der drei diesjährigen Hugo-Geiger-Preise der Bayerischen Staatsregierung.

Im Leistungsbereich »Biologische Materialien und Grenzflächen« von Herrn Heilmann und Herrn Spohn untersuchte Frauke Junghans die werkstoffmechanischen Eigenschaften von Schichten aus gentechnisch hergestellten Spinnenseidenproteinen, die bei der Beschichtung von medizinischen Implantaten wie etwa künstlichen Gelenken zum Einsatz kommen könnten. Sie arbeitete mit künstlichen Spinnenseidenproteinen von Dr. Thomas Scheibel vom Institut für Biotechnologie der Technischen Universität München und von Dr. Udo Conrad vom Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung Gatersleben. Die Erwartungen an künstlich hergestellte Schichten und freitragende Membranen aus Spinnenseidenproteinen sind hoch, da natürliche Seidenproteine annähernd die Reißfestigkeit von Stahl erreichen, jedoch wesentlich dehnbarer sind – eine Kombination, die keine Kunstfaser aufweist.

Aus definierten Seidenproteinlösungen wurden durch Spincoating und Casting dünne Schichten und Membranen mit hoher Reproduzierbarkeit hergestellt. Die werkstoffmechanischen Eigenschaften der Membranen wurden mit akustischer Impedanzanalyse untersucht. Es wurde ein ideal elastisches Verhalten für Seidenproteinschichten mit einer Dicke unter 300 nm festgestellt, dickere Schichten hingegen weisen ein viskoelastisches Verhalten auf. Die Energiedissipation der Schichten konnte durch die Änderungen der

gemessenen Bandbreiten ermittelt werden. Die instrumentierten Eindringprüfungen an Spinnenseidenproteinschichten zeigten im Vergleich zu technischen Polymeren (PEI, PET) um bis zu zwei Größenordnungen höhere elastische Eindringmodule und Martenshärten. Damit weisen die mechanischen Eigenschaften der künstlichen Spinnenseidenmembranen viel stärker in die Richtung natürlicher Spinnfäden als die technischer Polymere.

Zu den potentiellen Anwendungen gehören Implantatbeschichtungen, um Biokompatibilität und mechanische Eigenschaften wie Abrieb, Verschleiß- und Reißfestigkeit zu verbessern, Membranen wie z.B. sauerstoffpermeable Wundabdeckungen, aber auch Spezialtextilien.

Frauke Junghans ist derzeit Doktorandin am Fraunhofer IWM Halle. Ziel ihrer Forschungen ist die Aufklärung des Zusammenhangs zwischen den mikromechanischen Eigenschaften und der Struktur der Seidenproteine. Die Idee ist, einen Werkstoff nach Maß biotechnologisch herstellen zu können.

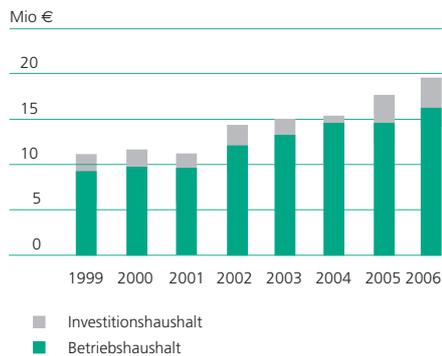
Der Hugo-Geiger-Preis wird jährlich vergeben und würdigt hervorragende, anwendungsorientierte Diplomarbeiten oder medizinische Doktorarbeiten auf dem Gebiet »Life Sciences« und angrenzender, zur Umsetzung erforderlicher Technologiefelder.



Der Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, Professor Hansjörg Bullinger, gratuliert Frauke Junghans.



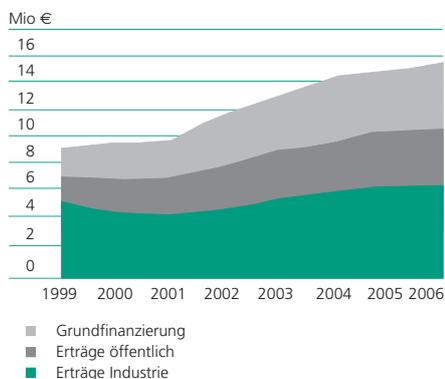
Membran aus künstlich hergestellter Spinnenseide (Durchmesser 12 mm).



Der Haushalt des Fraunhofer IWM setzt sich zusammen aus einem Betriebshaushalt und einem Investitionshaushalt.

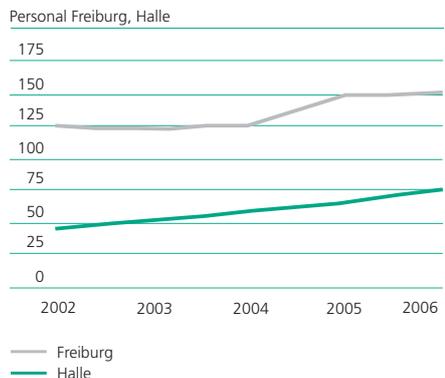
Im Betriebshaushalt sind alle Personal und Sachaufwendungen enthalten. Diese werden finanziert durch externe Erträge und institutionelle Förderung (Grundfinanzierung).

Der Investitionshaushalt umfasst Normalinvestitionen, strategische Investitionen und Projektinvestitionen. Mit dem Institutsneubau in Halle verbundene Investitionen sind hier nicht erfasst. In 2006 wurden 1,9 Mio Euro investiert.

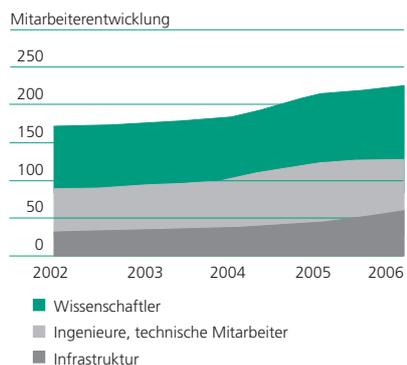


Der Betriebshaushalt ist weiter gewachsen. Er beläuft sich (Ende 2006) auf knapp 15 Mio Euro.

Der Anteil der Industrieerträge zur Finanzierung des Betriebshaushalts liegt bei 44 Prozent.



Ende 2006 waren am Fraunhofer IWM 223 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter beschäftigt, davon 148 in Freiburg und 75 in Halle.



2006 waren in Freiburg und Halle insgesamt 101 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler tätig, 70 Ingenieure und technische Mitarbeiter und 52 Beschäftigte im Bereich der Infrastruktur.

Kuratorium des Fraunhofer IWM

Kuratoren

Dr. Rudolf Stauber (Vorsitzender)
BMW Group, München

Prof. Dr. Christina Berger
Technische Universität Darmstadt

Dr.-Ing. Ingward Bey
*Forschungszentrum Karlsruhe GmbH
in der Helmholtz-Gemeinschaft,
Eggenstein-Leopoldshafen*

Dipl.-Ök. Wolfgang Böhm
Staatssekretär
*Kultusministerium des Landes
Sachsen-Anhalt, Magdeburg
bis 31.12.2006*

Dipl.-Ing. Siegfried Glaser
*Glaser FMB GmbH & Co. KG,
Beverungen*

Prof. Dr. Ulrich M. Gösele
*Max-Planck-Institut für
Mikrostrukturphysik, Halle*

Dr. Valentin Gramlich
*Kultusministerium des Landes
Sachsen-Anhalt, Magdeburg
ab 01.01.2007*

MD Dr. Frank Güntert
*Wirtschaftsministerium
Baden-Württemberg, Stuttgart*

Dr. Roland Langfeld
Schott Glas, Mainz

Prof. Dr. Detlef Löhe
Technische Universität Karlsruhe

Prof. Dr. Ingrid Mertig
*Martin-Luther-Universität
Halle-Wittenberg*

Dr. Christoph Mühlhaus
*DOW Olefinverbund GmbH,
Merseburg*

Prof. Dr. Rolf Mühlhaupt
Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg

Dr. Lorenz Sigl
PMG Füssen GmbH, Füssen

Dr. Thomas Wand
*Zumtobel Staff GmbH, Dornbirn,
Österreich
bis 31.12.2006*

Dr. Burkhard Wördenweber
*Visteon Deutschland GmbH, Kerpen
bis 31.12.2006*

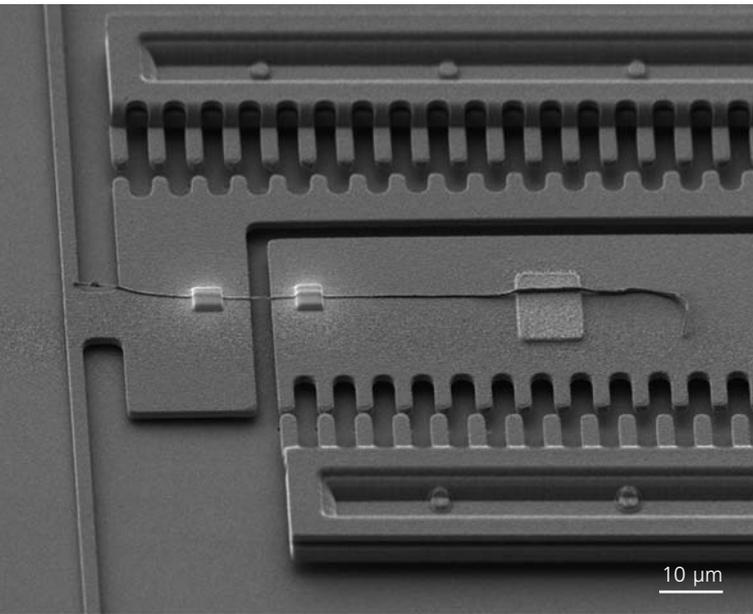
Organisation und Ansprechpartner

Stand 01.01.2007

Geschäftsführender Institutsleiter	Prof. Dr. Peter Gumbsch	07 61 / 51 42-1 00	peter.gumbsch@iwm.fraunhofer.de
Institutsleiter und Leiter Institutsteil Halle	Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn	03 45 / 55 89-1 03	ralf.b.wehrspohn@iwmh.fraunhofer.de
Leiter Institutsteil Freiburg	Dr. Thomas Hollstein	07 61 / 51 42-1 21	thomas.hollstein@iwm.fraunhofer.de
Stellvertretender Leiter Institutsteil Halle	Dr. Matthias Petzold	03 45 / 55 89-1 30	matthias.petzold@iwmh.fraunhofer.de
Marketing, Öffentlichkeitsarbeit	Thomas Götz Claudia Kästner	07 61 / 51 42-1 53 03 45 / 55 89-3 03	thomas.goetz@iwm.fraunhofer.de claudia.kaestner@iwmh.fraunhofer.de
Hochleistungswerkstoffe und Tribosysteme	Dr. Thomas Hollstein	07 61 / 51 42-1 21	thomas.hollstein@iwm.fraunhofer.de
Verschleißschutz, Technische Keramik	Dr. Andreas Kailer	07 61 / 51 42-2 47	andreas.kailer@iwm.fraunhofer.de
Verbundwerkstoffe	Dr. Bärbel Thielicke	07 61 / 51 42-1 92	baerbel.thielicke@iwm.fraunhofer.de
Biomedizinische Materialien und Implantate	Dr. Raimund Jaeger	07 61 / 51 42-2 84	raimund.jaeger@iwm.fraunhofer.de
Randschichttechnologien	Dr. Wulf Pfeiffer	07 61 / 51 42-1 66	wulf.pfeiffer@iwm.fraunhofer.de
Mikro- und Nanotribologie	Prof. Dr. Matthias Scherge	07 61 / 51 42-0	matthias.scherge@iwm.fraunhofer.de
Sicherheit und Verfügbarkeit von Bauteilen	Dr. Dieter Siegele	07 61 / 51 42-1 16	dieter.siegele@iwm.fraunhofer.de
Anlagensicherheit, Bruchmechanik	Dr. Dieter Siegele	07 61 / 51 42-1 16	dieter.siegele@iwm.fraunhofer.de
Crashsicherheit, Schädigungsmechanik	Dr. Dong-Zhi Sun	07 61 / 51 42-1 93	dong-zhi.sun@iwm.fraunhofer.de
Komponenten der Mikrosystem- technik und Nanotechnologien	Dr. Jörg Bagdahn	03 45 / 55 89-1 29	joerg.bagdahn@iwmh.fraunhofer.de
Diagnose und Bewertung von Mikrosystemen	Dr. Matthias Petzold	03 45 / 55 89-1 30	matthias.petzold@iwmh.fraunhofer.de
Mikromechanische Komponenten	Dr. Jörg Bagdahn	03 45 / 55 89-1 29	joerg.bagdahn@iwmh.fraunhofer.de
Halbleitertechnologie und Diagnostik	Frank Altmann	03 45 / 55 89-1 39	frank.altmann@iwmh.fraunhofer.de

Werkstoffbasierte Prozess- und Bauteilsimulation	Prof. Dr. Hermann Riedel	07 61 / 51 42-1 03	hermann.riedel@iwm.fraunhofer.de
Pulvertechnologie	Dr. Torsten Kraft	07 61 / 51 42-2 48	torsten.kraft@iwm.fraunhofer.de
Formgebungs- und Umformprozesse	Dr. Dirk Helm	07 61 / 51 42-1 58	dirk.helm@iwm.fraunhofer.de
Hochtemperaturverhalten Metalle	Prof. Dr. Hermann Riedel	07 61 / 51 42-1 03	hermann.riedel@iwm.fraunhofer.de
Physikalische Werkstoffmodellierung	Prof. Dr. Christian Elsässer Priv.-Doz. Dr. Michael Moseler	07 61 / 51 42-2 86 07 61 / 51 42-3 32	christian.elsaesser@iwm.fraunhofer.de michael.moseler@iwm.fraunhofer.de
Kompetenzzentrum für Bauteilsimulation SimBAU	Dr. Winfried Schmitt	07 61 / 51 42-3 32	winfried.schmitt@iwm.fraunhofer.de
Komponenten mit funktionalen Oberflächen	Dr. Günter Kleer	07 61 / 51 42-1 38	guenter.kleer@iwm.fraunhofer.de
Trenntechniken, schädigungsarme Bearbeitung	Dr. Rainer Kübler	07 61 / 51 42-2 13	rainer.kuebler@iwm.fraunhofer.de
Beschichtungen, Oberflächenstrukturierungen	Dr. Günter Kleer	07 61 / 51 42-1 38	guenter.kleer@iwm.fraunhofer.de
Heißformgebung Glas	Dr. Peter Manns	07 61 / 51 42-1 35	peter.manns@iwm.fraunhofer.de
Polymeranwendungen	Prof. Dr. Ralf. B. Wehrspohn	03 45 / 55 89-1 03	ralf.b.wehrspohn@iwmh.fraunhofer.de
Polymerverarbeitung	Dr. Michael Busch	03 45 / 55 89-1 11	michael.busch@iwmh.fraunhofer.de
Einsatzverhalten von Polymerwerkstoffen und Bauteilen	Prof. Dr. Peter Holstein	03 45 / 55 89-4 35	peter.holstein@iwmh.fraunhofer.de
Biologische Materialien und Grenzflächen	Prof. Dr. Andreas Heilmann	03 45 / 55 89-1 80	andreas.heilmann@iwmh.fraunhofer.de
Mikrostrukturbasierte Bauteilbewertung	Dr. Wulf Pfeiffer	07 61 / 55 42-1 66	wulf.pfeiffer@iwm.fraunhofer.de
Mikrostruktur- und Schadensanalyse	Dr. Simone Schwarz	07 61 / 51 42-1 17	simone.schwarz@iwm.fraunhofer.de
Ermüdungsverhalten, Eigenspannungen	Dr. Michael Luke	07 61 / 51 42-3 38	michael.luke@iwm.fraunhofer.de
Fraunhofer-Pilotanlagenzentrum für Polymersynthese und Polymerverarbeitung, Schkopau	Dr. Michael Busch	03 45 / 55 89-1 11	michael.busch@iwmh.fraunhofer.de
Freiburger Zentrum für crash-relevante Werkstoffcharakterisierung <i>crashMAT</i>	Dr. Dieter Siegele	07 61 / 51 42-1 16	dieter.siegele@iwm.fraunhofer.de

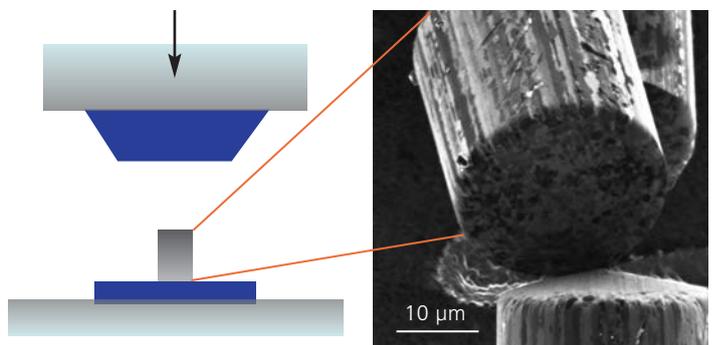
Kernkompetenzen des Fraunhofer IWM



Mit dem elektrostatischen Spinnprozess können Fasern im Submikrometerbereich gesponnen werden. Für ultra-dünne Fasern ist von Interesse, inwieweit der hohe Verstreckungsgrad der Fasern zu verbesserten mechanischen Eigenschaften führt. Diese Frage kann mit Einzelfaserprüfungen an den elektrostatisch gesponnenen Fasern beantwortet werden. Im Fraunhofer IWM wurde hierzu eine mikromechanische Prüfmaschine entwickelt. Die Faser wird zwischen zwei beweglichen Komponenten der Prüfmaschine eingespannt. Durch die Bewegung der linken Komponente mittels eines Nadelmanipulators wird die Faser unter Zugspannung gesetzt. Aus der Verschiebung beider Komponenten, die mit den Nonien bestimmt wird, lassen sich die Dehnung der Faser und – über die »Federkonstante« der Anordnung – die auf die Faser wirkende Kraft ermitteln.

Werkstoff- und Bauteilcharakterisierung

Mikrodruckversuch für die Werkstoffprüfung an mikroelektronischen Bonddrahtkontaktierungen. Die Präparation der Proben mit Durchmesser 20 μm (rechts) erfolgt dabei mittels fokussierender Ionenstrahltechnik (FIB).



Die Werkstoffcharakterisierung umfasst neben der Ermittlung von globalen mechanischen, thermomechanischen und elektromechanischen Kennwerten die quantitative Beschreibung von Reaktions-, Verformungs- und Versagensmechanismen in Korrelation zur Mikrostruktur und zu strukturellen Prozessen auf allen Größenskalen. Dabei werden auch lokal variierende Werkstoffeigenschaften berücksichtigt. Die verschiedenen auf den Werkstoff einwirkenden Belastungen werden messtechnisch erfasst, und die Grenzen der Beanspruchbarkeit werden ermittelt. Für mikroskalige Bauteile werden die Werkstoffstruktur und das Werkstoffverhalten bis in den Bereich der atomaren Auflösung mit mikroskopischen, mikroanalytischen und festkörperspektroskopischen Diagnoseverfahren beschrieben. Die Techniken werden für die Fehlerdiagnostik und Schwachstellenanalyse von höchstintegrierten Schaltkreisen und Bauelementen der Mikroelektronik, von Sensoren und Aktuatoren in der Mikrosystemtechnik und von Mikrobauteilen eingesetzt. Ziele sind Abschätzungen zur Lebensdauer und Betriebssicherheit von Bauteilen unter Berücksichtigung von Werkstoff, Fehlerzustand, Umgebungseinfluss und Belastung. Schadensanalysen werden durchgeführt und Lösungen für die Schadensvermeidung erarbeitet.

Aktuelle Weiterentwicklungen betreffen die Erweiterung der Möglichkeiten zur mehrachsigen Bewertung von Werkstoffen und Bauteilen. Für die Charakterisierung und Ableitung von Stoffgesetzen bzw. Versagenskriterien von dünnwandigen Strukturen wurde ein Spannungsfeld zur Durchführung großformatiger Biaxialversuche aufgebaut. Damit ist es möglich z.B. Steifigkeitssprünge durch Material-Mix oder variierende

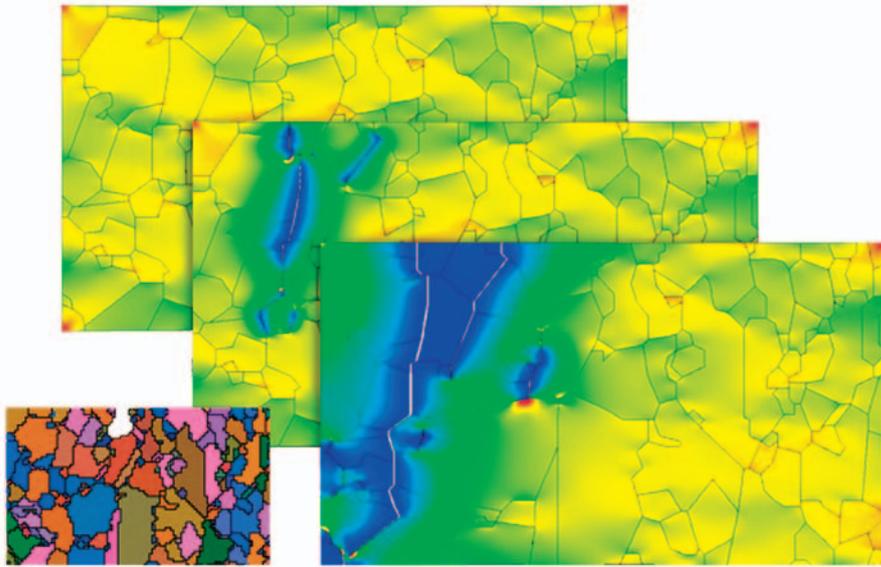
Wandstärken in Hybridstrukturen sowie Kombinationen von Fügeverfahren in der Fahrzeugtechnik oder im Maschinenbau zu bewerten.

Für kleinere Proben wurde die Methodik zur 3D-Verformungsmessung mittels ESPI (Elektronic-Speckle-Pattern-Interferometrie) und GWK (Grauwertkorrelation) optimiert. ESPI erlaubt eine berührungslose dreidimensionale Verformungs- bzw. Dehnungsanalyse bei kleinsten Deformationen im sub-Mikrometerbereich, ohne dass Muster oder Messmarken am Bauteil angebracht werden müssen. Mittels dieses Verfahrens ist es möglich, verborgene Fehler berührungslos zu erkennen. Ein anderes Einsatzgebiet liegt in der Vermessung von dynamisch angeregten Piezobauteilen. Deren komplexes Deformationsverhalten kann flächenhaft bestimmt und somit für den jeweiligen Anwendungsfall gezielt angepasst werden.

Ansprechpartner

Dr. Michael Luke
Telefon: 07 61 / 51 42-3 38
michael.luke@iwm.fraunhofer.de

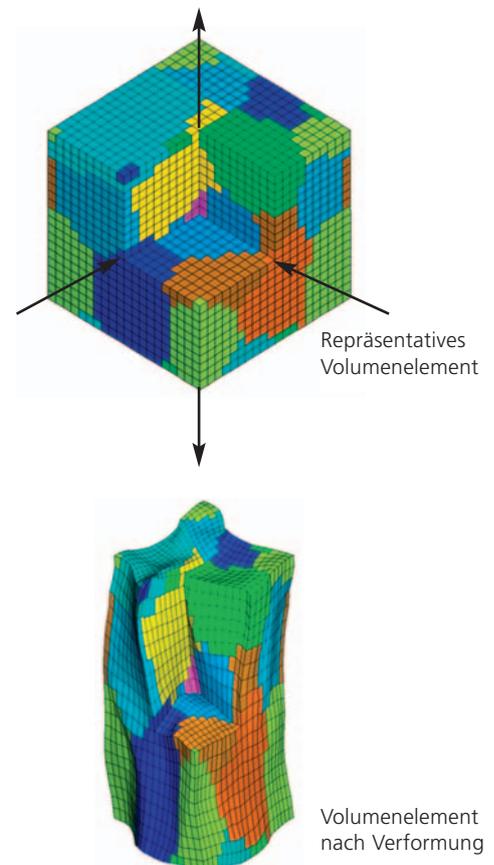
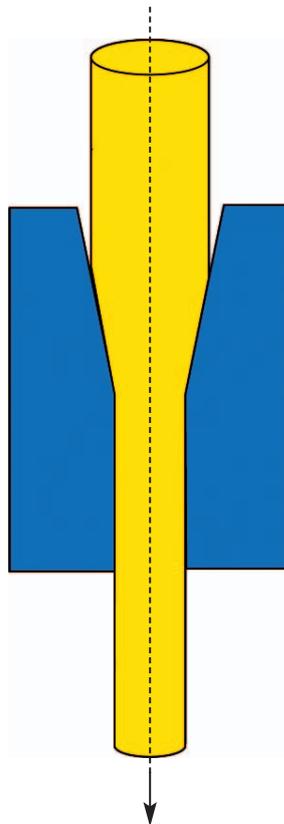
Dr. Matthias Petzold
Telefon: 03 45 / 55 89-1 30
matthias.petzold@iwmm.fraunhofer.de



Die Mikrostruktur beeinflusst maßgeblich die Festigkeit von Polysiliciumstrukturen in der Oberflächenmikromechanik. Es wurde eine Methode entwickelt, die es erlaubt, mit dem EBSD-(Electron Back Scatter Diffraction) Verfahren aufgenommene Gefügebilder (links unten) so umzuwandeln, dass die Korngeometrien und deren physikalische Eigenschaften automatisiert in Finite-Elemente-Simulationen einbezogen werden. Es ist dadurch möglich, die Auswirkungen der Kornstruktur auf die Festigkeit und Zuverlässigkeit der Strukturen zu untersuchen und Versagensvorgänge mit Rissverläufen entlang den Korngrenzen nachzuvollziehen.

Werkstoffmodellierung und Simulation

Beim Ziehen von polykristallinen Wolframdrähten für die Glühlampenproduktion treten im Draht oft unerwünschte Risse, so genannte Splits, auf. Diese hängen mit der Mikrostruktur und ihrer Veränderung beim Ziehen zusammen. Um diese Effekte und ihre Auswirkungen näher zu studieren, werden die Verlängerung und das Verdrehen von einzelnen Kristallkörnern mikromechanisch modelliert. Diese Möglichkeit, virtuell in den Werkstoff hinein zu schauen, erlaubt es, die beobachtete mikrostrukturelle Veränderung des Materials zu verstehen. Damit sind die Voraussetzungen gegeben, die unerwünschte Splitbildung durch geeignete Modifikation des Ziehprozesses zu kontrollieren.



Werkstoffgesetze und Schädigungsmodelle sind die Grundlage für die Simulation des Einsatzverhaltens von Bauteilen und von Fertigungsprozessen. Die im IWM entwickelten Werkstoffgesetze basieren auf atomistischen, mikromechanischen, phänomenologischen oder statistischen Konzepten und beschreiben das Verformungs-, Schädigungs- und Bruchverhalten der Werkstoffe unter verschiedensten Belastungen. Der Modellkatalog reicht von werkstoffphysikalischen Modellen zur Beschreibung von Keimbildungsprozessen über mikromechanische Modelle für duktile Schädigung von Leichtbauwerkstoffen, Sprödbruchmodelle für Stähle und Gusswerkstoffe, Keramiken, Faserverbundwerkstoffe und Gläser bis zu Werkstoffmodellen für Verformungen unter Crash- und Kriechbedingungen oder zyklischer thermomechanischer Belastung. Bei Bedarf werden experimentelle Methoden zur Ermittlung der Modellparameter weiterentwickelt. Nach Möglichkeit werden die Modelle mit quantitativen Mikrostrukturanalysen abgeglichen. Die Struktureigenschaftsbeziehungen werden abgeleitet und bewertet.

Die Simulation von Bauteilen liefert Aussagen zu deren Sicherheit und Lebensdauer und hilft bei Auslegung und Optimierung, beispielsweise von CFK-Primärstrukturen im Flugzeugbau. Zunehmend wichtig sind die Bewertung und die Optimierung von Schichten und Schichtsystemen. Bei der Crashsimulation führt die Anwendung von Versagensmodellen zu einer Steigerung der Prognosefähigkeit. Für die Crashsimulation von Bauteilen mit Fügeverbindungen werden Ersatzmodelle mit verschiedenen Versagenskriterien entwickelt. In der Mikrosystemtechnik und Mikroelektronik werden Festigkeit und Zuverlässigkeit an belasteten Siliciumstrukturen, gebondeten Grenzflächen, dünnen Halbleiterkomponenten, elektrischen Kontaktierungen und an Mikrogehäusen untersucht.

Die simulierten Herstellungsprozesse umfassen Bearbeitungsschritte wie Umformen, Schneiden und Trennen, aber auch die Simulation der thermomechanischen Werkstoffbeeinflussung durch das Schweißen und die Wärmebehandlung. In der Pulvertechnologie werden Matrizenpressen, Trocknen, Entbindern und Sintern simuliert. Die Ergebnisse der Simulation fließen in die Auslegung von Werkzeugen, die Prozessführung und die Bauteilbewertung unter Einsatzbedingungen ein. Durch die Simulation wesentlicher Elemente der Prozesskette unter Einbeziehung der Mikrostruktur kann die Entwicklung der Werkstoffeigenschaften im Prozess berücksichtigt werden. So wird sowohl bei der Prozesssimulation selbst als auch bei der anschließenden Bauteilsimulation eine wesentlich größere Vorhersagegenauigkeit erzielt.

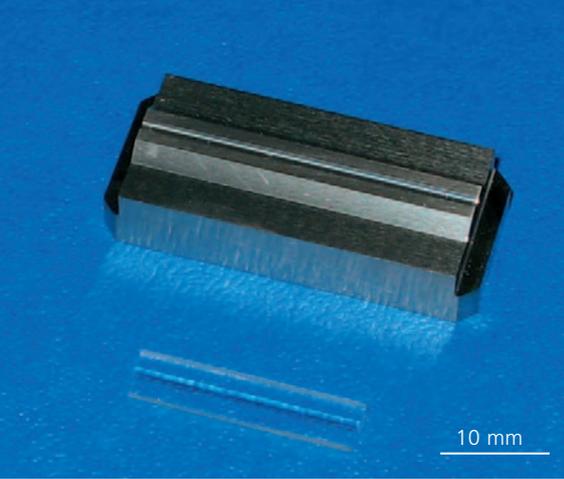
Neue Entwicklungen betreffen den Einsatz der Diskrete-Elemente-Methode zur Simulation des mechanischen Verhaltens von magnetorheologischen Flüssigkeiten und von pulvertechnologischen Fertigungsschritten, ein Modell für die thermomechanische Ermüdung von Gusseisen, sowie Verbesserungen an Modellen für Sintern, für Rissbildung bei Crash und Umformprozessen und für Einkristallplastizität.

Ansprechpartner

Prof. Dr. Hermann Riedel
Telefon: 07 61 / 51 42-1 03
hermann.riedel@iwm.fraunhofer.de

Dr. Winfried Schmitt
Telefon: 07 61 / 51 42-1 04
winfried.schmitt@iwm.fraunhofer.de

Dr. Matthias Ebert
Telefon: 03 45 / 55 89-1 17
matthias.ebert@iwmh.fraunhofer.de

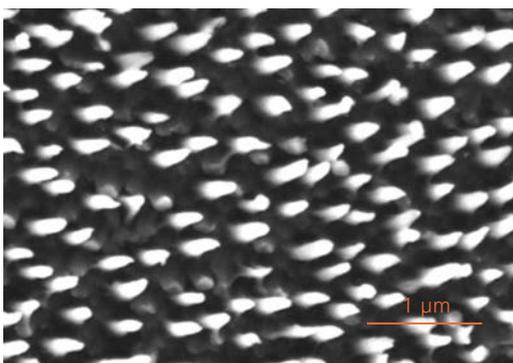


Für die Strahlformung von Hochleistungsdiodenlasern und die Einkopplung der Laserstrahlung in Lichtleitfasern für Anwendungen in der Materialbearbeitung werden verschiedene mikrooptische Komponenten aus anorganischen Gläsern eingesetzt. Die wichtigste Komponente dabei ist eine Zylinderlinse mit sehr großer numerischer Apertur und asphärischer Flächenkontur. Solche Mikro-Zylinderlinsen können durch schnelle Heißprägeverfahren kostengünstig aus anorganischen Gläsern mit hohem Brechwert produziert werden. Die Formwerkzeuge dafür werden auf Ultra-Präzisionsmaschinen bearbeitet und für die Glasheißformgebung an Luft mit edelmetallhaltigen Schichtmaterialien in hoher Glätte beschichtet.

Grenzflächen- und Oberflächentechnologie



Die Oberflächenachbehandlung von Mikrofräsern (Durchmesser 0,5 mm) mit Ionenstrahlen führt zu einer Glättung der Hartmetalloberflächen und damit zur Verbesserung der Gebrauchseigenschaften. Der Fräser hat einen Durchmesser von 0,5 mm, der Fräerschaft von 3 mm.



Nanostrukturierte Polycarbonatoberflächen können durch Heißprägen mit einem nanoporösen Stempel erzeugt werden. Die so erzeugten Polymeroberflächen haben antiadhäsive Eigenschaften.



Optische Komponenten für Sensoren und bildgebende optische Systeme im mittleren Infrarot wie z.B. Pyrometer oder Nachtsichtgeräte werden bisher meist aus kristallinen Materialien wie Germanium, Silicium oder ZnSe durch spanabtragende Verfahren hergestellt. Durch replizierende Heißformgebungsverfahren können Linsen mit komplexen asphärischen Flächenkonturen und diffraktiven Mikrostrukturen kostengünstig aus Chalkogenid-Spezialgläsern mit hoher Infrarot-Transmission bis 20 μm Wellenlänge in großen Stückzahlen produziert werden. Die Formwerkzeuge dafür werden mit Schichtwerkstoffen beschichtet.

Oberflächen, Randschichten und innere Grenzflächen sind bei vielen Bauteilen oft die am höchsten mechanisch beanspruchten Bereiche und die Träger optischer, tribologischer und weiterer Funktionen. Dieser herausragenden Bedeutung von Grenz- und Oberflächen wird das IWM durch die Entwicklung von neuartigen Beschichtungstechnologien, durch den zielgerichteten Einsatz modernster Analysetechniken und durch die Anwendung werkstoffmechanisch basierter bzw. funktionsorientierter experimenteller und theoretischer Bewertungsverfahren gerecht.

Zur Veränderung und Herstellung von Oberflächen und Randschichten bzw. der Optimierung innerer Grenzflächen werden produktionstechnisch relevante Verfahren entwickelt und eingesetzt. Es erfolgt eine umfassende festkörperanalytische Bewertung, die bis zu molekulardynamischen Modellierungen der Anlagerung von Molekülen auf den Oberflächen reicht. Zu den vorhandenen Möglichkeiten der Grenzflächenoptimierung zählen z. B. die selektive anodische Oxidation zur Herstellung nanostrukturierter Oberflächen, die Abscheidung (funktionaler) Hartstoffschichten in reaktiven HF- und DC-Sputterprozessen, die plasmaunterstützte Abscheidung reib- und verschleißmindernder amorpher Kohlenwasserstoffschichten und die Herstellung organisch-anorganischer Hybridschichten in unterbrechungsfreier inline-Technik. Durch

speziell für Polymerdünnschichten anwendbare Beschichtungs- und Oberflächenmodifizierungsverfahren (dry and wet coating) können gezielt Oberflächeneigenschaften wie Biokompatibilität und Benetzbarkeit eingestellt werden.

Zur Verfügung stehen weiterhin eine Reihe hochmoderner PVD- und PECVD-Beschichtungsanlagen, die zum Teil in einem Reinraum der Klasse 1000 integriert sind, und ein Kugelstrahl-labor zur mechanischen Randschichtbehandlung.

Ansprechpartner

Prof. Dr. Andreas Heilmann
Telefon: 03 45 / 55 89-1 80
andreas.heilmann@iwmm.fraunhofer.de

Dr. Frank Burmeister
Telefon: 07 61 / 51 42- 2 44
frank.burmeister@iwm.fraunhofer.de

Ausgewählte Forschungsergebnisse



Das Fraunhofer IWM arbeitet nach einem Qualitätsmanagementsystem, das nach DIN ISO 9001:2000 zertifiziert ist.
(Zertifikat DO3 / 2316 / 3361)

Wir danken unseren Projektpartnern für die Bereitschaft, die aufgeführten Berichte veröffentlichen zu dürfen.



Hochleistungswerkstoffe und Tribosysteme

Höchste Belastungen, Bauteile aus richtigen Werkstoffen,
leistungsfähige Oberflächen

Für moderne Materialien und diamantähnliche Beschichtungen erschließt das Geschäftsfeld wettbewerbsrelevante neue Anwendungen und verbessert deren Gebrauchseigenschaften für die jeweiligen Einsatzbedingungen. Ziele sind Leistungssteigerungen oder neue Funktionen. Dazu müssen die auf den Werkstoff einwirkenden relevanten Belastungen genau ermittelt werden. Eine neue Werkstoff-Anwendungskombination erfordert zudem die genaue Kenntnis der Werkstoffeigenschaften, die mit an die Praxisfälle angepassten mechanischen, tribologischen und elektronenmikroskopischen Untersuchungsverfahren gemessen werden. Sie tragen den unterschiedlichen Beanspruchungssituationen (statische, dynamische oder wechselnde Belastung, korrosive Umgebung, hohe oder tiefe Temperaturen) Rechnung. Die Mehrzahl der Werkstoffe liegt momentan in einem weit entwickelten Stadium vor und kann in der Anwendung Vorteile bringen, wenn deren Eigenschaften im System richtig genutzt werden und wenn nicht die Kosten der Bauteile, sondern die der Systeme im Vordergrund stehen.

»Unsere Ziele sind die Verbesserung des Einsatzverhaltens, die Erhöhung der Lebensdauer durch angepasste Hochleistungswerkstoffe und die Systemintegration keramischer Werkstoffe.«

Dr. Thomas Hollstein

Verschraubungstechniken für keramische Werkstoffe

Aufgabenstellung

Keramische Schraubverbindungen helfen, die Verwendung von Zusatzstoffen (z.B. von Kleber) bei der Herstellung von Gesamtsystemen zu vermeiden und die positiven Eigenschaften von Keramik wie hohe Härte, Steifigkeit, Korrosionsbeständigkeit, Hochtemperatur- oder Säurebeständigkeit zu nutzen.

Vorgehensweise

Mit 2D Finite-Elemente-Simulation wurde eine Schraubverbindung rotationssymmetrisch simuliert. Zwischen Mutter und Schraubenkopf wurde eine Kraft F angelegt. Die dabei auftretenden Spannungen können, anders als in einem Metall-Keramik-Verbund, in einer reinen Keramik-Schraubverbindung nicht durch plastische Verformung abgebaut werden. Die Spannungsüberhöhung im Gewindegrund kann zu Rissbildung und zum Versagen der Verbindung führen. Durch die Variation verschiedener Gewindeparameter galt es, ein für Keramik geeignetes Gewinde zu entwickeln.

Es wurden verschiedene Gewindeformen simuliert und hinsichtlich der auftretenden maximalen Spannungen in Schraube und Mutter bei angenommenen Belastungen analysiert. Punktlasten beim Rundgewinde oder Kerbwirkungen durch die eckige Form des Trapezgewindes führen zu hohen Spannungen. Eine Alternative ist ein modifiziertes metrisches Gewinde, dessen parallele Kontaktflächen einen Linienkontakt und damit erheblich niedrigere Spannungen zur Folge haben (Abb. 1).

Dieses Gewinde wurde mit verschiedenen Flankenwinkeln ausgeführt. Die geringsten Spannungen werden bei einem Flankenwinkel von ca. 70° erreicht (Abb. 2).

Auch die richtige Werkstoffkombination hat erheblichen Einfluss auf die Spannungsverteilung im Gewinde. Beim Einsatz bei hohen Temperaturen und von unterschiedlichen Werkstoffen für Schraube und Mutter spielen vor allem die verschiedenen Ausdehnungskoeffizienten eine entscheidende Rolle, ob sich eine Kombination als günstig oder ungünstig erweist.

Ergebnisse

Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass es möglich ist, Schraubverbindungen in reinen Keramikkomponenten zu realisieren, und dass eine zielgerichtete Auswahl der Gewindeparameter unter Berücksichtigung späterer Einsatzfälle die Lebensdauer bereits entscheidend beeinflussen kann. Die Fertigung von Keramikgewinden bleibt dennoch sehr aufwändig. An der Erprobung möglicher Herstell- und Bearbeitungsverfahren für die optimierten Gewinde arbeiten deshalb die Partnerinstitute IKTS und IPK mit.

Kirsten Rieger
kirsten.rieger@iw.fraunhofer.de

Leistungsbereich Verschleißschutz, Technische Keramik

Das Spektrum der Arbeiten reicht von der tribologischen Charakterisierung von Werkstoffen, Schichten und Schmiermitteln bis hin zur Modellierung und Erprobung des Einsatzverhaltens von tribologisch belasteten Bauteilen. Weitere Schwerpunkte sind die Charakterisierung und Optimierung von keramischen Werkstoffen und Komponenten.

Ansprechpartner

Dr. Andreas Kailer
andreas.kailer@iw.fraunhofer.de

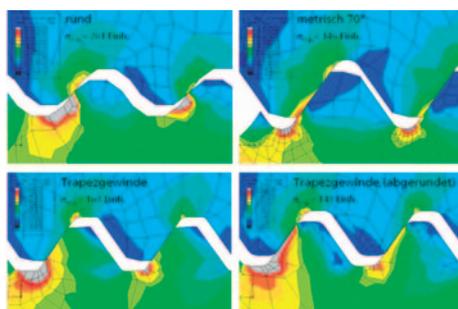


Abb. 1
Spannungsverteilung bei unterschiedlichen Gewindetypen (Schraubendurchmesser 10 mm).

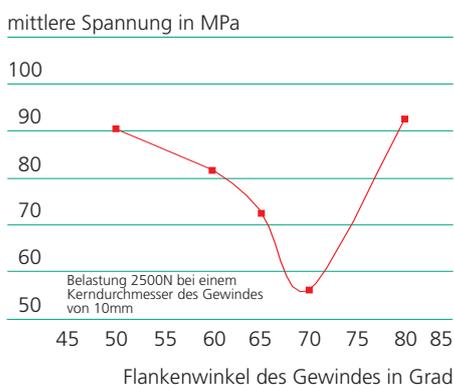


Abb. 2
Gemittelte Spannungen im Gewindegrund für verschiedene Flankenwinkel.

Preisgünstige Metall-Keramik-Verbundwerkstoffe für Anwendung im Leichtbau

Aufgabenstellung

Herkömmliche partikel- oder faserverstärkte Metall-Keramik-Verbundwerkstoffe (oder MMC »metal matrix composite«) auf Aluminium- oder Magnesiumbasis besitzen attraktive tribologische und mechanische Eigenschaften, welche im Gegensatz zu den unverstärkten Leichtmetalllegierungen auch bei erhöhter Temperatur weitgehend erhalten bleiben. Wesentliche Hemmnisse bei der weiteren Verbreitung dieser Werkstoffklasse sind insbesondere der höhere Preis und mangelnde Kenntnisse zur Zuverlässigkeit dieser Werkstoffe.

Vorgehensweise

Am Fraunhofer IWM wird daher in Zusammenarbeit mit verschiedenen Projektpartnern eine kostengünstige Variante dieser Verbundwerkstoffe entwickelt und qualifiziert, welche durch Infiltration von preiswerten Keramikpreforms mit Aluminium- oder Magnesiumschmelzen in gewöhnlichen Druckgussmaschinen hergestellt werden (so genannte »Preform-MMC«). So können auch leicht Verbundwerkstoffe hergestellt werden, welche nur dort lokal mit einem Keramikinsert verstärkt sind, wo die Anwendung dies erfordert.

Werkstoffentwicklung

Fraktographische Untersuchungen dieser Werkstoffe zeigen, dass für hohe Festigkeitswerte der Preform-MMC eine vollständige und fehlerfreie Infiltration der Keramikschäume wichtig, aber nicht alleine hinreichend ist. Eine entscheidende Rolle spielen auch eine fein und homogen verteilte keramische Verstärkungsphase und die feste Anbindung der metallischen an die keramische Phase. Bilden sich durch ungeeignete Herstellungsbedingungen schwache Metall-Keramik-Grenzflächen wie in Abb. 1 aus, sinkt die Festigkeit des Preform-MMC stark.

Qualifizierung der Werkstoffe

Ein wichtiger Bestandteil der durchgeführten Projektarbeiten lag auf der Kennwertermittlung der Preform-MMC unter statischer und zyklischer Belastung sowie bruchmechanischen Untersuchungen. Da Preform-MMC einerseits spröde brechen, andererseits schon bei Dehnungen unter 0,2 Prozent Abweichungen vom linear-elastischen Materialverhalten und eine Zug-Druck-Asymmetrie zeigen, konnte dabei nicht ohne weiteres auf existierende Normen zurückgegriffen werden. Wird beispielsweise ein 4-Punkt-Biegeversuch gemäß der Norm ausgewertet, ergibt sich eine Bruchspannung von 470 MPa. Berücksichtigt man dagegen das nichtlinear-elastische Verhalten dieser Werkstoffe, zeigt sich, dass die wahre Spannung beim Bruch nur 365 MPa beträgt (Abb. 2).

Fazit

Die spezifische Festigkeit und Steifigkeit einfacher Al-Gusslegierungen (AlSi12) konnte durch das Eingießen in preiswerte Keramikpreforms mit 60-70 Prozent Porosität nahezu verdoppelt werden. Auch die tribologischen Eigenschaften der Gusslegierungen wurden deutlich verbessert.

Dr. habil. Achim Neubrand
achim.neubrand@iwm.fraunhofer.de

Leistungsbereich Verbundwerkstoffe

Die Aufgaben bestehen in der mechanischen Charakterisierung und in Lebensdauervorhersagen von Verbundwerkstoffen und Werkstoffverbunden unter Einsatzbedingungen.

Ansprechpartner

Dr. Bärbel Thielicke
baerbel.thielicke@iwm.fraunhofer.de

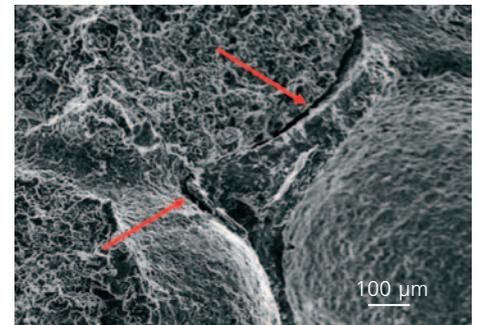


Abb. 1
Bruchbild eines $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Al}$ -Verbundwerkstoffs mit niedriger Festigkeit und abgelösten Metall-Keramik-Grenzflächen (Pfeile).

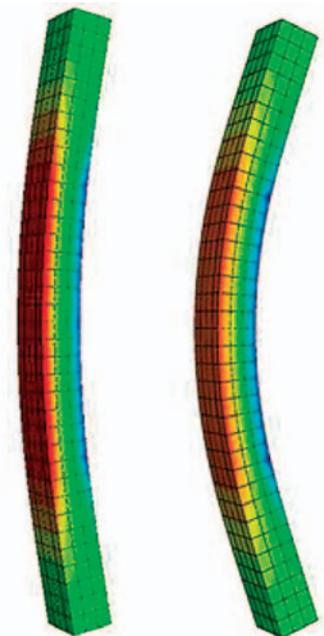


Abb. 2
Berechnete Spannungsverteilung in einer Biegeprobe bei Belastung. Links: rein elastisches Materialverhalten angenommen; rechts: unter Berücksichtigung der Abweichungen vom rein elastischen Materialverhalten ergibt sich eine niedrigere maximale Zugspannung beim Bruch.

Herstellung und Charakterisierung elektrostatisch gesponnener Vliese

Aufgabenstellung

Hochporöse Materialien werden in der Medizintechnik z.B. im Tissue Engineering als Trägermaterialien – so genannte »scaffolds« – oder als Beschichtungen von Implantaten verwendet, da Zellen auf ihnen gut anwachsen. Vliesstoffe sind für diesen Zweck gut geeignet und werden bereits eingesetzt. Das Fraunhofer IWM arbeitet zusammen mit dem Fraunhofer ISC an der Herstellung und Charakterisierung von Fasern und Vliesen, die durch den elektrostatischen Spinnprozess hergestellt wurden.

Vorgehensweise

Beim »Elektrospinnen« werden mittels eines starken elektrostatischen Feldes Fasern mit Durchmessern im Sub-Mikrometer-Bereich aus einer Polymer-schmelze oder -lösung gezogen. Die Fasern werden auf einer geerdeten Elektrode gesammelt, wo sie in der Regel ein ungeordnetes Vlies bilden. Werden die Fasern auf eine sich drehende Spindel gesponnen, erhält man röhrenförmige Vliese, die zum Beispiel als scaffolds für Blutgefäße dienen könnten. Die Vorzugsorientierung der Fasern in diesen Vliesen kann durch die Rotationsgeschwindigkeit der Spindel eingestellt werden. Die Vliese, die aus einem resorbierbaren, biokompatiblen Polymer (Poly-l-Milchsäure) hergestellt wurden, konnten im Leistungsbereich »Biologische Materialien und Grenzflächen« am Fraunhofer IWM in Halle mit Zellen besiedelt werden. Neben ihrer Biokompatibilität müssen die Vliese eine ausreichende und reproduzierbare mechanische Stabilität aufweisen, damit ihre sichere Handhabung gewährleistet ist. Daher wurden Steifigkeit und Zugfestigkeit der Vliese untersucht.

Ergebnisse

Abb. 1 zeigt Ergebnisse erster Zellbesiedelungsversuche auf orientierten und ungeordneten Vliesen. Es ist eine

Wechselwirkung zwischen Zellwachstum und Orientierungsgrad der Vliese zu erkennen: in den gerichteten Vliesen orientieren sich die Zellen entlang der Vorzugsorientierung der Fasern.

Abb. 2 zeigt im oberen Teil die Spannungs-Dehnungs-Kurven teilorientierter Vlies-Proben. Beim Erreichen des Plateauwerts von ca. 25 MPa setzt ein Einschnüren der Fasern ein, welches in rasterelektronenmikroskopischen Aufnahmen der gerissenen Vliese beobachtet werden konnte. Sobald ein Reißen der Vliese bei ca. 25 Prozent Dehnung erkennbar wird, fällt die gemessene Spannung ab. Ein bis zum Versagen geprüftes Vlies ist in Abb. 2 unten dargestellt. Zugversuche an unterschiedlich stark orientierten Vliesen bestätigten, dass die mechanischen Eigenschaften der Vliese maßgeblich durch deren Orientierungsgrad beeinflusst werden.

Zukünftige Forschungsaktivitäten werden sich auf die Untersuchung von Spannungszuständen und von Transportvorgängen in elektrostatisch gesponnenen Vliesen richten. Langfristiges Ziel ist die Optimierung mechanischer und struktureller Eigenschaften von Gerüstwerkstoffen für medizinische Anwendungen.

Leistungsbereich Biomedizinische Materialien und Implantate

Schwerpunkte sind die Zuverlässigkeit und das Einsatzverhalten biomedizinischer Materialien und Implantate. Zur Bewertung von Implantaten und Werkstoffen sowie zur Unterstützung ihrer Entwicklung werden geeignete Experimente und Simulationstechniken entwickelt.

Ansprechpartner

Dr. Raimund Jaeger
raimund.jaeger@iwm.fraunhofer.de

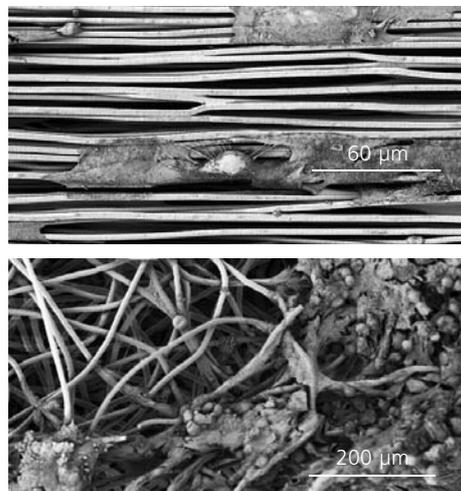


Abb. 1
 Zellbesiedelungsversuche auf orientierten (oben) und ungeordneten (unten) PLLA Vliesen, Fraunhofer IWM Halle.

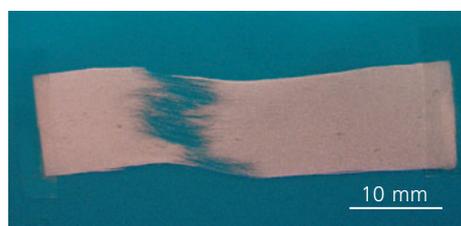


Abb. 2
 Zugversuche an Vliesen.
 Oben: Spannungs-Dehnungs-Kurven teilorientierter Vliese.
 Unten: Im Zugversuch gerissenes Vlies.

Direktstrukturierte, netzwerkmodifizierte DLC-Schichten

Aufgabenstellung

In Anwendungen, in denen Schichten bei Schmierstoffverlust oder Überlast Notlaufeigenschaften garantieren sollen, müssen die Schichten zusätzlich dem geschmierten Normalbetrieb angepasst werden. Im einfachsten Fall bedeutet dies, dass die diamantähnlichen Kohlenstoffschichten (DLC) durch den Schmierstoff gut benetzt werden, um den Schmierpalt aufzubauen und eine Trennung der aufeinander bewegten Oberflächen zu erreichen.

Die Benetzbarkeit durch Medien kann durch den Einbau netzwerkmodifizierender Elemente verändert werden. Versuche, die Hydrodynamik und die Stabilität des Schmierfilms durch eine Vorstrukturierung des Substrats bzw. eine nachträgliche Strukturierung der Schicht mittels Materialabtragender Verfahren zu verbessern (z.B. Lasern, Elektronenstrahlen und lithographischen Techniken), haben sich für geometrisch komplexe Bauteile aber nicht bewährt. Diese teuren Techniken sind auch nicht in der Lage, Strukturen im nanoskopischen Bereich zu erzeugen, oder schädigen die Schicht oder das Substrat.

Vorgehensweise

Am Fraunhofer IWM wurde daher eine plasmaunterstützte Prozesstechnologie (PECVD) entwickelt, die eine getrennte Steuerung von inhärenten- und topographischen Eigenschaften erlaubt (Abb. 1).

Durch diese neuartige Plasmaführung wird nicht nur die schleichende Verunreinigung der Anlage vermieden, sondern auch die Beherrschung unterschiedlichster Plasmaparameter während der Deposition ermöglicht. Dadurch vervielfacht sich die Anzahl verwendbarer Prozessfenster. Diese können nicht nur für hohe Schicht-raten bis 1 $\mu\text{m}/\text{min}$ sondern auch für

unterschiedlichste Schichtmorphologien verwendet werden. In der Folge können gezielt strukturierte DLC-Schichten erzeugt werden, die keiner Vorstrukturierung des Substrates bedürfen (in situ-Strukturierung). Im Normalfall entstehen nano- und mikroskalige Kugelkappenstrukturen. Unter bestimmten Prozessbedingungen sind auch Näpfchenstrukturen möglich.

Ergebnisse

Mittlerweile konnte gezeigt werden, dass durch die Strukturierung der Oberfläche mit gleichzeitiger chemischer Modifizierung die Anhaftung von Schmierstoffen gezielt und wirkungsvoll beeinflusst werden kann.

Der große Spielraum an Prozessparametern bietet nicht nur die Möglichkeit, unterschiedliche Strukturen zu erzeugen, sondern es kann auch eine ultra-glatte Oberfläche realisiert werden. Die Kugelkappenstrukturen können aber auch gerichtet abgeschieden werden, um weitere Funktionalitäten zu generieren. In Abb. 2 ist eine Schichtstruktur zu sehen, die für eine verbesserte Hydrodynamik von Schmierstoffen beim Gleiten und Wälzen sorgen soll.

Sven Meier

sven.meier@iwf.fraunhofer.de

Leistungsbereich

Randschichttechnologien

Randschichten und deren Einsatzverhalten werden charakterisiert und bewertet. Die Randschichtfestigkeit von spröden Werkstoffen wird durch Kugelstrahlen und die Abscheidung von diamantähnlichen Schichten gesteigert.

Ansprechpartner

Dr. Wulf Pfeiffer

wulf.pfeiffer@iwf.fraunhofer.de



Abb. 1
Rezipient und Plasma während des Beschichtungsprozesses.

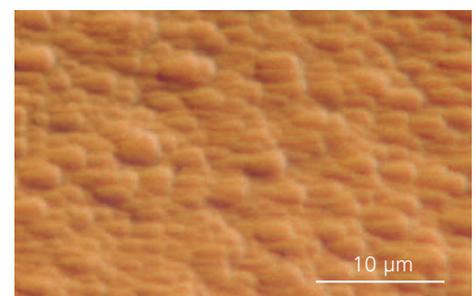


Abb. 2
DLC-Schichten mit Schuppenstruktur.



Clemens Fehrenbach

Jörg Hohe

Andrea Ockewitz

Thomas Seelig

Yves Sguaizer

Florence Andrieux

Ram Kumar Krishnasamy

Viktoriya Varfolomyeyeva

Wolfgang Böhme

Philipp Dietsche

Igor Varfolomyeyev

Dieter Memhard

Dong-Zhi Sun

Josef Schüler

Volker Hardenacke

Angelika Beyaz

Dieter Siegele

Manfred Hug

Silke Sommer

Denis Ivanov

Sicherheit und Verfügbarkeit von Bauteilen

Sicherheits- und Lebensdauerbewertung, Crashverhalten, Bruch- und Schädigungsmechanik

Die Bewertung der Sicherheit und Fehlertoleranz sowie des Verformungs- und Versagensverhaltens von Bauteilen unter betriebsrelevanten quasistatischen und schlagartigen Beanspruchungen ist Schwerpunkt des Geschäftsfeldes. Zur Charakterisierung der verschiedensten Werkstoffe und Fügeverbindungen werden Proben- und Bauteilexperimente durchgeführt, die als Basis für rechnerische Simulationen dienen. Spezielle Kompetenzen sind die Entwicklung, Implementierung und Verifizierung von Modellen zur Beschreibung des Versagens von Metallen und Kunststoffen.

»Durch den kombinierten Einsatz von rechnerischen Methoden und Experimenten bis zum Bauteilversuch können problemorientiert verifizierte Konzepte abgeleitet werden, die für die Sicherheitsbewertung von Bauteilen eingesetzt werden. Die Palette der Anwendungen reicht von Sicherheitsnachweisen von Kraftwerkkomponenten bis zur Crashanalyse von Automobilen.«

Dr. Dieter Siegele

Probabilistische Bewertung von Rohrleitungen unter thermischer Ermüdung

Aufgabenstellung

Im Rahmen eines europäischen Forschungsvorhabens wurde untersucht, bei welchen Belastungen es zu Schädigungen in Mischbereichen von Rohrleitungen kommen kann und wie die Lebensdauer mit rechnerischen Methoden vorhergesagt werden kann. Ein Problem der rechnerischen Bewertung ist dabei die große Unsicherheit der eingehenden Belastungsgrößen und Werkstoffkennwerte.

Vorgehensweise

Am Fraunhofer IWM wurde ein T-Stück einer Rohrleitung rechnerisch analysiert, bei dem kaltes Medium horizontal in eine vertikale Leitung mit wärmerem Medium einspeist (Abb.1). Dabei kommt es in der horizontalen Leitung zu thermischen Fluktuationen mit hochfrequenten Temperaturwechseln.

Aus Temperaturmessungen an dünnwandigen austenitischen Rohren mit einer geringen, in Laborversuchen erzielbaren Temperaturdifferenz von $\Delta T=95\text{ }^\circ\text{C}$ wurden die thermohydraulischen Randbedingungen für den zu untersuchenden Fall eines dickwandigen T-Stücks (Wandstärke 10 mm, Außendurchmesser 59 mm, $\Delta T=250\text{ }^\circ\text{C}$) durch Skalierung abgeleitet. Mit konservativen Annahmen einer konstanten Temperaturamplitude und abdeckenden Werkstoffdaten wurde in einem ersten Schritt eine deterministische Analyse durchgeführt.

Im weiteren Schritt wurden sowohl die Belastungsparameter als auch die Werkstoffeigenschaften statistisch ausgewertet und durch entsprechende Lastkollektive bzw. Verteilungsfunktionen beschrieben. Mit einer Monte-Carlo-Simulation wurden daraus die jeweiligen Lastwechsel bis zum Anriss bzw. die Wahrscheinlichkeit einer Anrissbildung ermittelt.

Ergebnisse

Abb. 2 zeigt im oberen Teil die berechnete Spannungsverteilung im kalten Strang. Die maximale Beanspruchung (rot) tritt im Bereich mit den größten Temperaturwechseln auf. Unter abdeckenden Randbedingungen wird ein Anriss bereits nach ca. 6 Jahren vorhergesagt (unteres Bild). Mit probabilistischen Ansätzen wird dagegen für eine Anrisswahrscheinlichkeit von 2,5 Prozent eine Lebensdauer von ca. 30 Jahren berechnet. Die wichtigsten Einflussgrößen sind dabei das Belastungskollektiv und die Wechselfestigkeit (S-N-Kurve) des Werkstoffs.

Die Ergebnisse zeigen, dass probabilistische Ansätze bei stark streuenden oder unsicheren Randbedingungen eine deterministische Bewertung sinnvoll ergänzen und eine realistische Abschätzung der Bauteilfestigkeit ermöglichen.

Dr. Igor Varfolomeyev
igor.varfolomeyev@iwm.fraunhofer.de

Leistungsbereich Anlagensicherheit, Bruchmechanik

Mit experimentellen und rechnerischen Methoden insbesondere der Bruch- und Schädigungsmechanik wird das Werkstoff- und Bauteilverhalten analysiert und zur Bewertung der Sicherheit und Verfügbarkeit von Komponenten bewertet.

Ansprechpartner

Dr. Dieter Siegele
dieter.siegele@iwm.fraunhofer.de

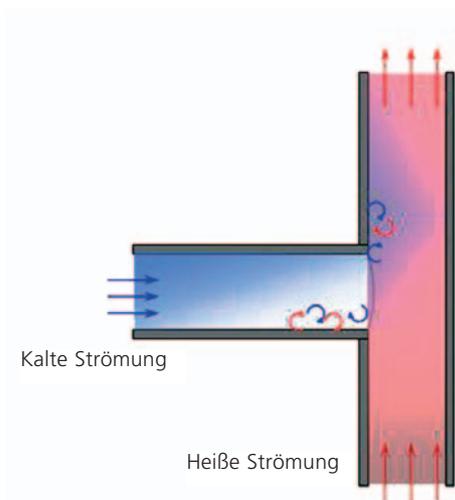


Abb. 1 T-Stück einer Rohrleitung mit kalter Einspeisung.

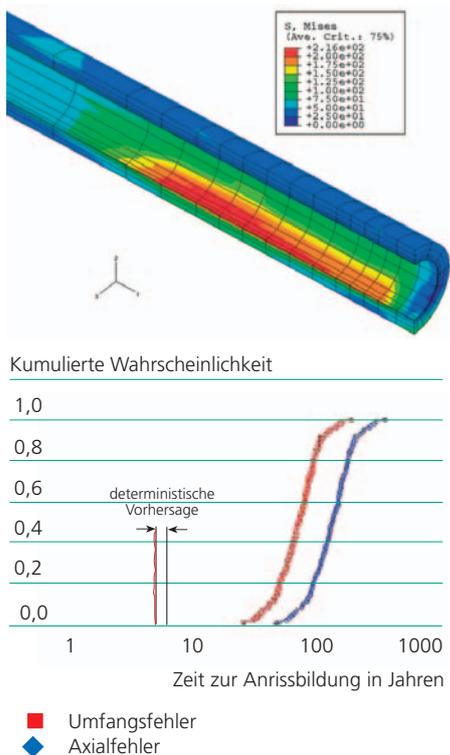


Abb. 2 Rechnerische Ergebnisse. Oben: Maximale Spannungen im kalten Strang Unten: Berechnete Anrisslastwechselzahl mit konservativen deterministischen Randbedingungen und probabilistischen Ansätzen.

Werkstoffmodell und Parameteridentifikation zur Berechnung von Klebverbindungen unter Crashbelastung

Aufgabenstellung

Für die Modellierung des Verformungs- und Versagensverhaltens von Klebverbindungen unter Crashbelastung ergeben sich Fragen zur Simulationemethode, insbesondere in Bezug auf Werkstoffmodelle und effiziente Ersatzmodelle, zur Ermittlung relevanter Materialdaten sowie zur Identifikation und Verifikation von Modellparametern.

Vorgehensweise

Die Klebstoffeigenschaften erfordern Werkstoffmodelle, die berücksichtigen, dass sich der Klebstoff unter Zugbeanspruchung plastisch dilatant verhält und dass das Verformungs- und Versagensverhalten von Belastungsart und Dehnrates abhängig ist; weiterhin ist das Fließen nicht assoziiert und kann nicht mit Standard-Werkstoffgesetzen beschrieben werden. Abb. 1 zeigt die Fließfunktion des am Fraunhofer IWM entwickelten Werkstoffmodells für Klebstoffe.

Für die Charakterisierung des Materialverhaltens von Klebstoffen sind Experimente an Substanz- und Verbundproben erforderlich (Abb. 2).

Zur Parameteridentifikation wurden Experimente bei unterschiedlichen Dehn- bzw. Scherraten (Abb. 2) durchgeführt, ausgewertet und die Modellparameter bestimmt. Eine Analyse der Ergebnisse ermöglicht Schlussfolgerungen für die Anwendung geeigneter Probenformen in der Crashsimulation.

Ergebnisse

Der Einfluss der Dehnrates auf das Materialverhalten ist in Abb. 3 für Zugbeanspruchung veranschaulicht. Bei Experimenten an Substanzzugproben werden eine deutliche Zunahme der Fließspannung mit der Dehnrates und eine Abnahme der Bruchdehnung beobachtet. Eine mögliche Ursache für das Bruchverhalten liegt im Einfluss

von Dehnrates und Belastungsart auf die Bildung von »Hohlräumen«, die den Versagensvorgang und somit die Bruchdehnung beeinflussen.

Durch analytische und numerische Analysen von Experimenten unter Zug-, Druck- und Scherbeanspruchung können die Parameter für das Klebstoffmodell ermittelt werden. Mit diesen Parametern kann das Verhalten von Klebverbindungen mit Detailmodellen berechnet werden. Für Ersatzmodelle, wie sie für die Simulationen im Gesamtfahrzeugmodell verwendet werden, ist eine weitere Kalibrierung der Materialparameter erforderlich.

Die Frage, ob Substanz- oder Verbundproben zur Parameteridentifikation verwendet werden sollten, bedarf noch weiterer Untersuchungen. Neben dem Vorteil der »klebschichtnahen« Materialcharakterisierung haben die Verbundproben den Nachteil, dass mit ihnen keine einachsige Zug- und Druckbeanspruchung realisiert werden kann. Anhand von T-Stoßversuchen werden die neuen Simulationsmodelle validiert.

Dr. Dieter Memhard
dieter.memhard@iwm.fraunhofer.de

Leistungsbereich Crashsimulation und Schädigungsmechanik

Für die Crashsimulation werden Werkstoff- und Versagensmodelle entwickelt, implementiert und auf Bauteile angewendet. Die Bewertung und Simulation der Tragfähigkeit von Fügeverbindungen ist ein wichtiger Forschungsschwerpunkt.

Ansprechpartner
Dr. Dong-Zhi Sun
dongzhi.sun@iwm.fraunhofer.de

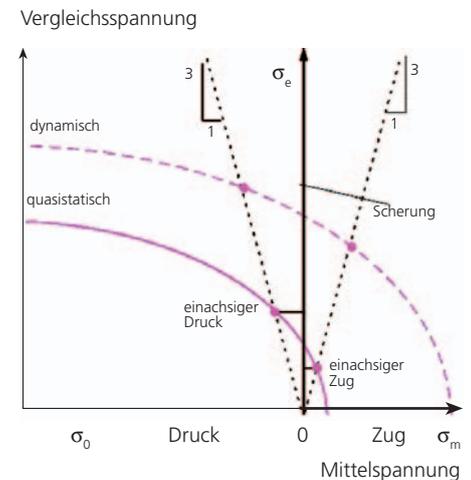


Abb. 1
Fließfunktion des IWM-Klebstoffmodells.

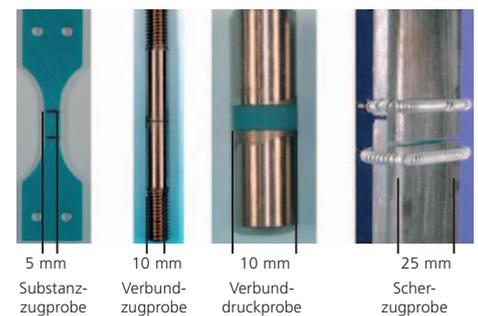


Abb. 2
Substanz- und Verbundproben zur Parameteridentifikation.

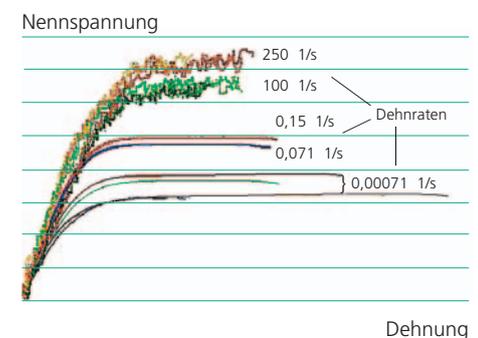


Abb. 3
Technische Spannungs-Dehnungskurven eines Strukturklebers für verschiedene Dehnrates.



Komponenten der Mikrosystemtechnik und Nanotechnologien

Neue technische Einsatzfelder erschließen.
Technologische Prozessschritte und Materialeinsatz optimieren.
Kosten senken durch erhöhte Qualität,
Ausbeute und Lebensdauer.

Das Geschäftsfeld entwickelt Verfahren zur Fehlerdiagnostik und Schwachstellenanalyse sowie zur mechanischen Prüftechnik und numerischen Simulation. Diese Verfahren setzt es für die Technologieoptimierung und Qualitätssicherung industriell gefertigter Bauelemente der Mikroelektronik, Photovoltaik und Mikrosystemtechnik ein.

»Das zuverlässige Verhalten von mikroelektronischen Bauelementen, photovoltaischen Komponenten und Mikrosystemen unter Belastung zu sichern, erfordert das Beherrschen von mikrostrukturellen und werkstoffmechanischen Bewertungsverfahren bis in den atomaren Bereich hinein. Diese Kompetenzen bringen wir in die Zusammenarbeit mit unseren Industriepartnern ein.«

Dr. Jörg Bagdahn

Mikrostruktur und Grenzflächenreaktionen von bleifreien Lotwerkstoffen für neue mikroelektronische Bauelemente

Aufgabenstellung

Extraflache Land-Grid-Array-Package-konzepte (XFLGA) sind eine attraktive Alternative für hochintegrierte mikroelektronische Bauelemente. Dabei kann die Chipkontaktierung im Gehäuse (1st level interconnect) z.B. durch eine Au/Sn-Flip-Chip-Technik erfolgen (Abb. 1). Da Bleilote durch neue umweltfreundlichere Materialien ersetzt werden müssen, erfolgt die Kontaktierung der verkapselten Bauelemente mit Leiterplatten (2nd level interconnect) durch bleifreie Lote (z.B. SnAg3.5Cu0.7). Das Ziel der im Auftrag der Industrie durchgeführten Untersuchungen bestand in der mikrostrukturellen Analyse möglicher Fehlermechanismen als Beitrag zur Sicherung der Zuverlässigkeit der neuen mikroelektronischen Bauelemente.

Vorgehensweise

Mittels Raster- und Transmissionselektronenmikroskopie (REM, TEM) wurden die Festkörperreaktionen, insbesondere die Bildung von intermetallischen Phasen und Defekten an den Grenzflächen zwischen den Lotmaterialien und den verschiedenen Anschlussmetallisierungen vor und nach Belastungstests analysiert. Die Präparation elektronenstrahltransparenter TEM-Lamellen erfolgte dabei direkt an den metallografischen Querschliffen mittels fokussierender Ionenstrahltechnik im lift-out-Verfahren (Abb. 2).

Ergebnisse

Die Au/Sn-Flip-Chip-Verbindungen des 1st level interconnects zeigten hochschmelzende und stabile Au₅Sn-Phasen ohne Schädigung des Chip-Leitbahnsystems. An der Grenzfläche zum Nickel der Packagemetallisierung bildete sich eine unkritische ternäre Ni₃Sn₂(Au)-Phase.

Die Lot-Grenzflächen im 2nd level interconnect zwischen Package und Leiterplatte wiesen bei Verwendung

einer Ni/Au-Metallisierungsoberfläche des Substrates charakteristische Ni₃Sn₄-Phasen ohne erkennbare Defektbildungen auf. Die TEM-Analysen zeigten im Bereich der Nickelmetallisierungen durch Ni-Ausdiffusion entstandene phosphorreiche Gebiete mit Nano-Defekten (Abb. 3). Auf Grund ihrer kleinen Dimension werden sie allerdings nicht als Zuverlässigkeitsrisiko angesehen. Bei Verwendung einer Cu/OSP-Metallisierungsoberfläche des Substrates bildeten sich dagegen an beiden Grenzflächen Cu₆Sn₅-, (Cu,Ni)₆Sn₅ und Cu₃Sn-Phasen. Es konnte jedoch selbst mittels höchstauflösender Analytik keine bzw. nur eine sehr geringe Porenbildung festgestellt werden.

Für die untersuchten Materialkombinationen und Belastungszustände ist eine hohe Stabilität zu erwarten. Diese Resultate sichern die positiven Ergebnisse der bei den Industriepartnern durchgeführten Zuverlässigkeitstests ab. Derzeit werden von den Projektpartnern mögliche Anwendungen des neuen XFLGA-Gehäusetypes in der Automobilelektronik und Kommunikationstechnik evaluiert.

Sandy Bennemann
sandy.bennemann@iwmh.fraunhofer.de

Leistungsbereich Diagnose und Bewertung von Mikrosystemen

Um Qualität und Einsatzverhalten mikroelektronischer Bauelemente zu sichern, wird das Materialverhalten der für die Verbindungstechnik und Systemintegration eingesetzten Werkstoffe mit leistungsfähigen Verfahren der Werkstoffanalytik und -prüfung untersucht und bewertet.

Ansprechpartner

Dr. Matthias Petzold
matthias.petzold@iwmh.fraunhofer.de

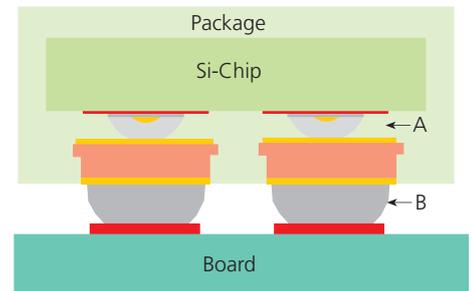


Abb. 1
Schematische Darstellung eines XFLGA-Bauelementes mit interner Flip Chip Kontaktierung (1st level interconnect, A) verlötet mit einem Board (2nd level interconnect, B).

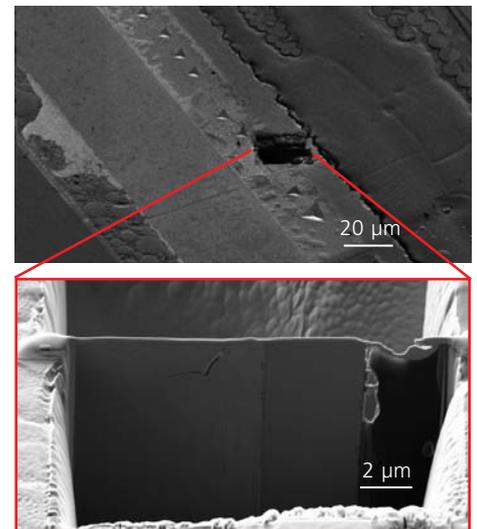


Abb. 2
Präparation einer TEM-Lamelle mit FIB lift-out-Technik in einem XFLGA-Querschliff.

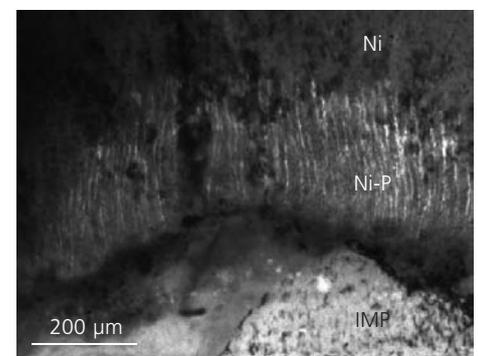


Abb. 3
TEM-Analyse phosphorreicher Gebiete mit Nano-Defekten in der Grenzfläche Lot/stromlos-Ni-Schicht (Ni-P).

Parameteridentifikation durch dynamische Messungen an mikromechanischen Strukturen auf Wafer Ebene

Aufgabenstellung

Im BMBF-Projekt »Par-Test« werden Verfahren zur Qualitätsbewertung von Mikrosystemen in frühen Stadien der Herstellung entwickelt. Dabei werden auf Wafer Ebene mechanische Parameter vorrangig durch Messen der dynamischen Eigenschaften der Strukturen identifiziert. Es ist möglich, out-of-plane- und in-plane-Schwingungen bis in den Megahertz-Bereich zu messen sowie die Topografie mit Weißlichtinterferometrie zu erfassen. Eine wichtige Problematik ist dabei das zerstörungsfreie Bestimmen der Dicke von Membranen, die durch isotropes oder anisotropes Ätzen oder durch Rückschleifen von gebondeten Wafern erzeugt wurden. Membranen für Drucksensoren, Mikrophone oder für die Mikrospiegelfertigung werden so hergestellt. Für eine industrielle Qualitätskontrolle ist es notwendig, variierende geometrische Parameter sowie Eigenspannungen zu erfassen. Die exemplarisch vorgestellten, nasschemisch geätzten, quadratischen Membranen einer Drucksensorstruktur sind circa 20 µm dick und besitzen eine Kantenlänge von circa 1 mm.

Vorgehensweise

Die Membranen wurden dynamisch out-of-plane auf einem Waferprober der Firma Süss angeregt und mit einem Micro-System-Analyzer der Firma Polytec charakterisiert. Mit Finite-Elemente-Modellen können theoretische dynamische Eigenschaften der Membranen bestimmt werden. Ein Beispiel für eine zweite Eigenform bei circa 700 kHz zeigt Abb. 1. Da die Membrandicke unbekannt ist, wird sie durch einen Abgleich der numerischen mit den experimentellen Frequenzen identifiziert.

Ergebnisse

Gemessene und identifizierte Membrandicken stimmen in der Regel gut überein. Abb. 2 vergleicht die raster-

elektronenmikroskopisch an Querschliffen bestimmte Membrandicke, mit den aus der 1. und 2. Eigenfrequenz identifizierten Werten. Es zeigt sich eine Abweichung zwischen experimentell bestimmter Dicke und vorhergesagter Dicke von weniger als 2 Prozent.

Das vorgestellte Verfahren ermöglicht erstmals die zerstörungsfreie Bestimmung geometrischer Parameter von Siliciummembranen auf Wafer Ebene. Dadurch können ungeeignete Chargen zu einem frühen Zeitpunkt der Fertigung, vor der kostenintensiven Weiterverarbeitung aussortiert werden. Die beteiligten Industriepartner des BMBF-Vorhabens evaluieren derzeit die Überführung des Verfahrens in die industrielle Qualitätssicherung. Am Fraunhofer IWM Halle wird untersucht, ob sich das Messsystem aus Micro-System-Analyzer und Waferprober auch für andere mikromechanische Bauelemente einsetzen lässt.

Dr. Matthias Ebert
matthias.ebert@iwmmh.fraunhofer.de

Ronny Gerbach
ronny.gerbach@iwmmh.fraunhofer.de

Leistungsbereich Mikromechanische Komponenten

Festigkeit und Zuverlässigkeit von Siliciummikrosystemen, von wafergebondeten Bauteilen sowie von dünnen Halbleitern werden bewertet und optimiert.

Ansprechpartner

Dr. Jörg Bagdahn
joerg.bagdahn@iwmmh.fraunhofer.de

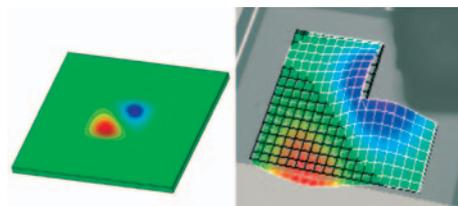


Abb. 1
Simulierte und experimentell ermittelte zweite Eigenform einer Silicium-Drucksensormembran (Kantenlänge ca. 1mm) bei ca. 700 kHz.

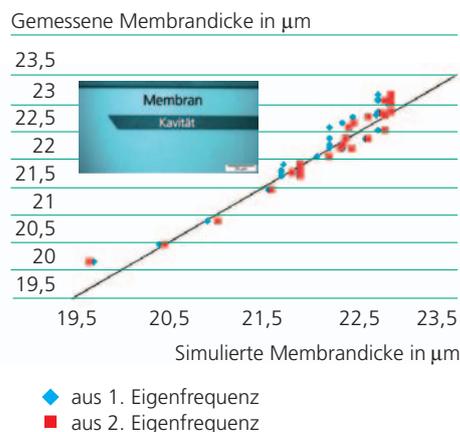


Abb. 2
Vergleich der aus Querschliffen ermittelten und der aus Frequenzen ermittelten Membrandicken.

Zielpräparation nanoelektronischer Bauelementstrukturen mittels FIB-Zweistrahltechnik

Aufgabenstellung

Die fortschreitende Miniaturisierung mikroelektronischer Bauteile und Strukturen stellt auch an die physikalische Fehlerdiagnostik ständig höhere Anforderungen. Bei den bildgebenden Analyseverfahren geht der Trend immer mehr von der Rasterelektronenmikroskopie (REM) zur Transmissions-elektronenmikroskopie (TEM), die eine höhere laterale Auflösung bietet. Um Bauteile mit TEM bewerten zu können, müssen elektronentransparente Proben einer Zielstelle hergestellt werden. Eine etablierte und effektive Methode ist die Präparation einer TEM-Lamelle mit dem fokussierten Ionenstrahl (FIB). Hierbei sind die Navigation zur Zielstelle und das Heraustrennen einer möglichst dünnen, artefaktfreien Probe wichtig für die detaillierte Analyse (Abb. 1). Für einen hohen Proben-durchsatz sind effiziente Methoden für die TEM-Probenpräparation gefragt.

Vorgehensweise

In einer Zweistrahl-Anlage kann der Materialabtrag im Elektronenstrahlbild beobachtet werden, um die Zielstelle zu treffen, beidseitig elektronentransparent zu polieren und herauszutrennen. Damit die Schädigung der TEM-Probe durch den Galliumionenstrahl möglichst gering bleibt, werden niedrige Beschleunigungsspannungen verwendet. Auch bei geringen Ionenenergien ist die Bildqualität hinreichend, um die TEM-Lamelle mit der Zielstelle im Endstadium der Präparation von geschädigten oberflächennahen Bereichen zu befreien. Neben den Störungen auf der Oberfläche hat die Probendicke einen entscheidenden Einfluss auf die Analyse- und Bildqualität der TEM-Untersuchungen. Eine Kontrolle geringer Probendicken schon während der Präparation mittels REM-Transparenz hilft, die Zielstelle optimal für die TEM-Analyse vorzubereiten (Abb. 1). Für die Dickenkontrolle wurde eine erhöhte Sekundärelektronen-

ausbeute eingesetzt, die durch die transmittierten Elektronen verursacht wird. Die SE-Ausbeute wurde an keilförmigen, homogenen Lamellen in Abhängigkeit von der Beschleunigungsspannung und der Probengeometrie bestimmt (Abb. 2).

Ergebnisse

Einkristallines Silicium an den Seitenflächen von TEM-Lamellen wird durch den Ionenstrahl beidseitig amorphisiert. Durch eine Verringerung der Beschleunigungsspannung von 30 kV auf 2 kV kann die Dicke der amorphen Schicht von 20 nm auf 6 nm reduziert werden. Durch diesen zusätzlichen Arbeitsschritt, ohne die Probe aus der Probenkammer zu nehmen, kann die Qualität der TEM-Proben verbessert werden. Für ausgewählte Materialien der Mikroelektronik kann über die REM-Transparenz die Foliendicke schon während der Präparation bestimmt und überwacht werden. Durch die Endpolitur mit reduzierten Ionenenergien und das Bestimmen der Lamellendicke schon während der Präparation in der FIB lassen sich dünne und artefaktfreie Proben in einem Arbeitsgang für die TEM-Analyse herstellen.

Andreas Graff
andreas.graff@iwmh.fraunhofer.de

Leistungsbereich Halbleitertechnologie und Diagnostik

Durch den Einsatz elektronenoptischer Analyseverfahren können Defekte in integrierten Schaltungen lokalisiert und ihre physikalische Ursache bestimmt werden. Die Herstellung von Querschnitten hoher Qualität an den Zielstellen ist eine wichtige Voraussetzung für die moderne Fehleranalyse.

Ansprechpartner

Frank Altmann
frank.altmann@iwmh.fraunhofer.de



Abb. 1
REM-Abbildung einer TEM-Lamelle bei 6 kV Beschleunigungsspannung vor dem Heraustrennen. Die Transmission der Elektronen ist je nach Material und Probendicke unterschiedlich. Abgebildet ist eine IC-Struktur mit einer M1-M2-Viakette mit Wolframplugs.

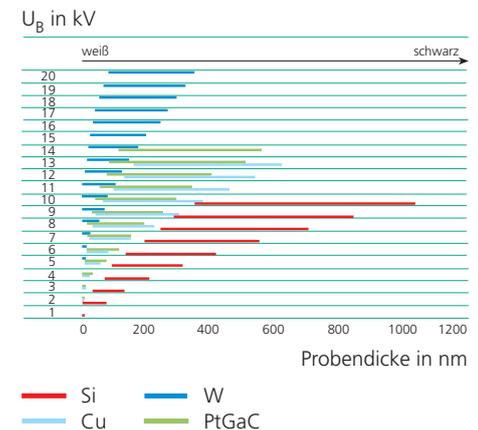


Abb. 2
Experimentell bestimmter, für die Probendickenbestimmung nutzbarer, Transparenzübergangsbereich für vier Materialien bei verschiedenen Beschleunigungsspannungen.



Werkstoffbasierte Prozess- und Bauteilsimulation

Kostensenkung, Zeitersparnis, Qualitätsverbesserung
durch numerische Simulation

Ausgehend von industriellen Fragestellungen entwickelt das Geschäftsfeld Werkstoffmodelle, implementiert sie in Programme, baut die Messmethoden zur Bestimmung der Modellparameter auf und simuliert damit das Bauteilverhalten und Fertigungsprozesse.

»Unsere Stärke liegt in der engen Wechselwirkung von Experiment und Simulation. Dadurch gelingt es, Bauteile präzise im Rechner abzubilden, zu testen, weiterzuentwickeln und die entsprechenden Fertigungsprozesse zu verbessern.«

Prof. Dr. Hermann Riedel

Simulation von keramischen Schaltungsträgern

Aufgabenstellung

Die Entwicklung in der Mikroelektronik verlangt nach immer dichter gepackten elektronischen Schaltungen mit immer mehr Komponenten. Mit der LTCC-Technologie (LTCC: Low Temperature Cofired Ceramics) lassen sich passive Bauelemente sowie Umkontaktierungen platzsparend unterbringen. Dabei werden mit verschiedenen Metallisierungspasten bedruckte Keramikfolien übereinander gestapelt und zusammengesintert. In Hochfrequenzanwendungen findet diese Technologie eine immer breitere Anwendung aufgrund der guten dielektrischen Eigenschaften der Keramik.

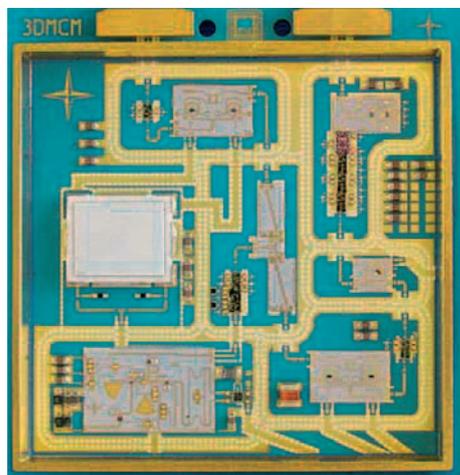


Abb. 1
LTCC-Bauelement (Kantenlänge 10 mm)
(Foto: Micro Systems Engineering GmbH & Co.KG, Design EADS)

Ein LTCC-Bauelement (Abb. 1) wird bei relativ niedrigen Temperaturen unter 900 °C gesintert; dabei schrumpft das Material und verdichtet sich. Problematisch sind die unterschiedlich starken Schrumpfungen der Pasten und Substrate, die Spannungen und Verzüge im Bauteil verursachen können.

Durch numerische Simulation des Sinterprozesses werden der Verzug und die kritische Spannung in einer solchen Schaltung vorhergesagt. Damit kann ein bestimmtes Schaltungslayout schnell auf mögliche Probleme beim Sintern untersucht werden, ohne die Herstellung einer Reihe von Prototypen. Ziel ist die Simulation von LTCCs mit ihren integrierten oder auf der Oberfläche befestigten elektrischen Schaltungselementen.

Vorgehensweise

Für die Simulation des Sinterns mit fester oder flüssiger Phase wurden mikromechanische Modelle, die das Verformungs- und Verdichtungsverhalten beschreiben, entwickelt und implementiert. In den bisherigen Arbeiten wurde ein Flüssigphasen-Sintermodell verwendet, das jeweils an das Schwindungsverhalten von Paste und Substrat angepasst wurde. Mit einer

Finite-Elemente-Simulation wurde dann das Verformungsverhalten bedruckter Einzelfolien simuliert, um die Modellanpassung weiter zu verbessern.

Ergebnisse

Abb. 2 zeigt die Aufwölbung beim Sintern, die durch den Schrumpfungsunterschied zwischen Paste und Substrat entsteht. Der Vergleich mit Experimenten zeigt eine gute Übereinstimmung. Die auf der Oberseite aufgedruckte Metallisierung beginnt früher zu schrumpfen als das Substrat. Dessen Seiten werden dadurch nach oben gekrümmt. Mit weiter steigender Temperatur wird das Substrat weicher und sinkt nach dem Ende der Schrumpfung der Paste nach unten. Währenddessen schrumpft das Substrat noch weiter und die Aufwölbung kehrt sich um.

Die Kenntnis des zeitlichen Verlaufes des Verzuges kann verwendet werden, um komplexe LTCC-Bauelemente zu simulieren. Entsprechende Arbeiten in direkten Industrieaufträgen laufen.

Kersten Korn
kersten.korn@iwmm.fraunhofer.de

Leistungsbereich Pulvertechnologie
Durch die Simulation pulvertechnologischer Prozessschritte soll der Entwicklungsprozess von Bauteilen effizienter gestaltet werden. Dazu werden neben Materialmodellen für Finite-Elemente-Programme Prozesssimulationen entwickelt sowie grundlegende theoretische Untersuchungen zu den Prozessen durchgeführt, um die verwendeten Modelle zu verbessern.

Ansprechpartner

Dr. Torsten Kraft
torsten.kraft@iwmm.fraunhofer.de

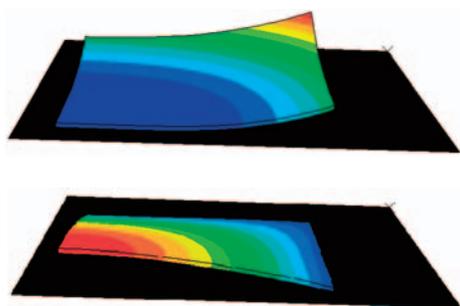


Abb. 2
Simulierte Aufwölbung einer mit Gold bedruckten quadratischen Einzelfolie während unterschiedlicher Zeitpunkte beim Sintern.

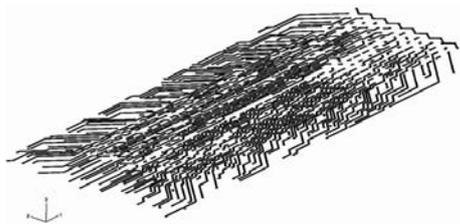


Abb. 3
Simulierter Leiterbahnlayer eines LTCC-Bauelementes.

Rissbildung beim Ziehen von Wolframdrähten

Aufgabenstellung

Wolframdrähte für die Beleuchtungsindustrie werden in einem vielstufigen Prozess auf eine Dicke von weniger als 100 µm gezogen. Obwohl der Prozess seit Jahrzehnten etabliert ist, treten häufig Längsrisse, so genannte Splits (Abb. 1), auf. Diese Splits können sich über große Distanzen entlang der Drahtachse ausbreiten. Sie beeinträchtigen die weitere Verarbeitbarkeit.

In einem Projekt mit zwei Firmen sollten die Ursachen der Splits aufgeklärt werden mit dem Ziel, Splits durch eine geeignete Prozessgestaltung zu vermeiden.

Vorgehensweise

Zunächst wurde eine qualitative Arbeitshypothese für die Längsrisbildung entwickelt, die mit den Betriebserfahrungen verträglich ist. Danach breiten sich die Splits hinter einem Ziehstein mit großer Geschwindigkeit in Ziehrichtung aus. Sie wachsen also im erkaltenden Draht, weil der Risswiderstand dort wesentlich geringer ist als in der heißen Umgebung des Ziehsteins. Treibende Kraft für die Rissausbreitung sind nach dieser Hypothese die Eigenspannungen, die beim Ziehprozess entstehen.

Der erste Teil der Projektarbeiten befasste sich also mit der Bestimmung der Eigenspannungen. Diese wurden einerseits röntgenografisch gemessen, was bei den dünnen Drähten eine große experimentelle Herausforderung darstellt, und mit Finite-Elemente-Simulationen berechnet. Die Parameter des verwendeten Chaboche-Modells wurden aus zahlreichen Zug- und Druckversuchen bestimmt. Besonders zu erwähnen sind Druckversuche bei den üblichen Ziehtemperaturen (ca. 1000 °C) an Drahtproben bis herunter zu Dicken von 1 mm.

Der zweite Teil der Arbeiten befasste sich mit der Gefüge- und Texturentwicklung beim Drahtziehen. Abb. 2 zeigt die Kornmorphologie in gezogenen Wolframdrähten: die ursprünglich gleichachsigen Körner werden beim Ziehen nicht nur in die Länge gezogen, sondern sie nehmen im Querschliff auch gewundene Formen an, ein Phänomen, das als »grain curling« experimentell bekannt ist und das im Projekt durch Simulation erklärt und nachgebildet werden konnte.

Der dritte Teil der Arbeiten befasste sich mit der Werkstofffestigkeit und dem Risswiderstand. Hier wurde eine Methode entwickelt, den Risswiderstand in Drahtlängsrichtung in dünnen Drähten zu messen. Zudem wurden Festigkeitsuntersuchungen auf atomarer Skala durchgeführt (Abb. 3).

Ergebnisse

Die berechneten Eigenspannungen reichen aus, um den Risswiderstand zu überwinden, so dass Splits hinter dem Ziehstein über große Distanzen wachsen können. Die Ziehsimulation zeigt Wege zur Reduktion dieser Eigenspannungen und zur Vermeidung der Splits.

Prof. Dr. Hermann Riedel
hermann.riedel@iwf.fraunhofer.de

Leistungsbereich Formgebungs- und Umformprozesse

Umformwerkzeuge und -prozesse können mit Hilfe der numerischen Simulation wesentlich schneller und kostengünstiger ausgelegt werden als durch Versuch und Irrtum. Dafür werden Gesetze zur Beschreibung des Werkstoffverhaltens weiter entwickelt und auf industrielle Prozesse angewandt.

Ansprechpartner

Dr. Dirk Helm
dirk.helm@iwf.fraunhofer.de

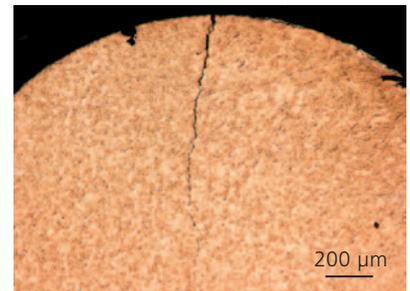


Abb. 1
Querschliff eines Wolframdrahts mit Split.

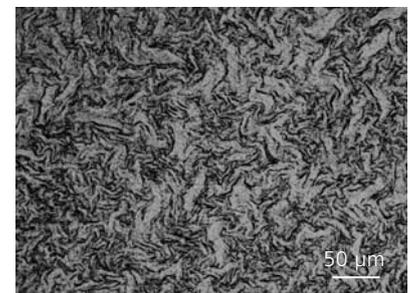


Abb. 2
Grain curling in einem Wolframdraht a) im Querschliff beobachtete Kornstruktur, b) mit einem Einkristallplastizitätsmodell simuliert

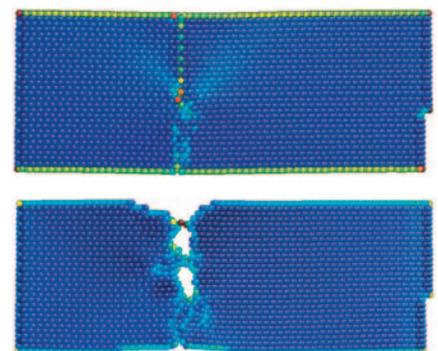


Abb.3
Korngrenze in Wolfram auf atomistischer Skala (Finnis-Sinclair Potential Simulation), 15x7 nm, a) Blockade einer Versetzung durch die Korngrenze, b) Bruch der Korngrenze

Bestimmung von Spannungs-Dehnungskurven aus registrierenden Eindruckversuchen bei erhöhter Temperatur

Aufgabenstellung

Der Eindruckversuch hat das Potenzial quasi-zerstörungsfrei lokale Werkstoffeigenschaften direkt am Bauteil zu messen. Kommerzielle Eindruckstester ermöglichen die Messung von Eindruckversuchen bei Raumtemperatur. Viele wichtige Anwendungen erfordern allerdings Werkstoffdaten bei höheren Temperaturen. In diesem Zusammenhang wurde am Fraunhofer IWM ein Versuchsaufbau entwickelt, der die Messung von Kraft-Verschiebungskurven für makroskopische Eindruckversuche bei Temperaturen bis zu 600 °C erlaubt. Aus diesen Kurven sollen Spannungs-Dehnungskurven berechnet werden, die zum Beispiel als Eingabegrößen bei Finite-Elemente-Simulationen dienen können.

Vorgehensweise

Beim Versuch drückt eine Universalprüfmaschine eine Halbkugel aus Hartmetall oder Keramik über einen Keramikstempel in den Prüfkörper ein. Dabei misst ein seitlich angebrachtes Hochtemperatur-Extensometer über zwei Taststäbe die Eindringtiefe der Halbkugel bezüglich des Probenkörpers (siehe Abb. 1). Der obere Taststab berührt den Halbkugeleindringkörper, der untere Taststab trifft direkt auf den Probenkörper. Die Kraftmessdose der Prüfmaschine, die oberhalb des Keramikstempels angebracht ist, misst die Eindruckkraft. Das Aufheizen von Probe und Eindringkörper wird mit Hilfe der Strahlungswärme eines Rohres realisiert, das Probe und Eindringkörper umgibt und seinerseits mit einer Induktionsspule beheizt wird. Die Temperaturregelung erfolgt mittels zweier an der Probe angeschweißter Thermoelemente.

Die gemessenen Rohdaten werden nach dem Versuch im Hinblick auf die Deformation des Eindruckkörpers und

der Probe korrigiert. Die dazu verwendeten Korrekturfunktionen konnten durch geeignete Finite-Elemente-Simulationen bestimmt werden.

Zur Beschreibung des zeitabhängigen Spannungs-Dehnungsverhaltens des Probenwerkstoffes werden Werkstoffgesetze verwendet, die anpassbare Parameter enthalten. Diese Parameter werden aus dem Vergleich von Finite-Elemente-Simulationen mit Versuchsergebnissen bestimmt. Dabei kommen numerische Verfahren zur Automatisierung der Anpassung zum Einsatz.

Ergebnisse

Mit Hilfe des entwickelten Versuchsaufbaus wurden erfolgreich Eindruckversuche bei Raumtemperatur und 175 °C an einer Aluminiumlegierung durchgeführt. Mit Hilfe der inversen Modellierung wurde ein viskoplastisches Stoffmodell an Daten aus Eindruckexperimenten angepasst. Die so bestimmten Spannungs-Dehnungskurven (Abb. 2) stimmen gut mit experimentellen Ergebnissen realer Zugversuche überein.

Martin Tandler
martin.tandler@iwm.fraunhofer.de

Leistungsbereich

Hochtemperaturverhalten Metalle
Hochtemperaturbelastete Bauteile können mit Hilfe der numerischen Simulation wesentlich schneller und kostengünstiger ausgelegt werden als durch Versuch und Irrtum. Dafür werden Gesetze zur Beschreibung des Werkstoffverhaltens weiterentwickelt und auf Bauteile angewendet.

Ansprechpartner

Prof. Dr. Hermann Riedel
hermann.riedel@iwm.fraunhofer.de

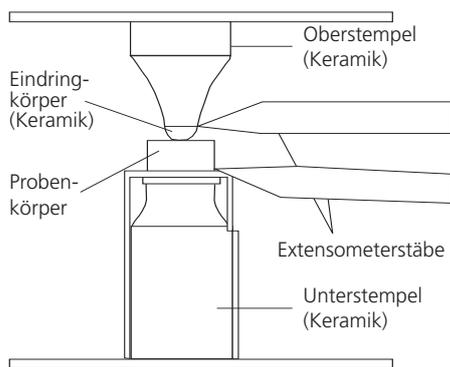


Abb. 1 Versuchsaufbau des Eindruckversuches, dargestellt ohne Suszeptor und Induktionsspule.

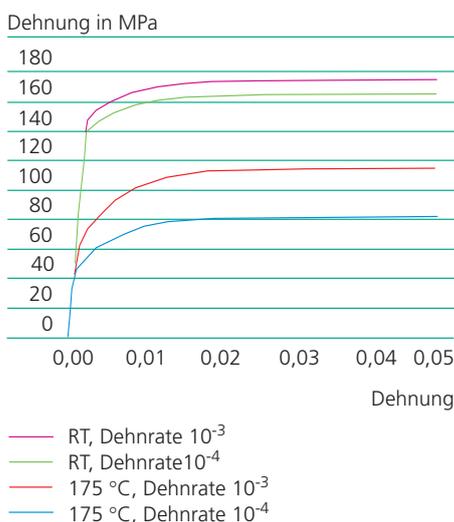


Abb. 2 Für verschiedene Temperaturen und Dehnraten bestimmte Spannungs-Dehnungskurven.

Kritische Dicke für Ferroelektrizität von ultradünnen PbTiO₃-Funktionsschichten

Aufgabenstellung

Ultradünne Schichten von ferroelektrischen (FE) Perowskit-Verbindungen wie PbTiO₃ sind als Funktionsmaterialien, alternativ zu Siliciumverbindungen, für elektronische Datenspeicher aktuell von großem Interesse.

Dateninformation wird durch die FE Polarisation der Schichten zwischen Metallelektroden gespeichert. Solche Schichten mit Dicken von nur wenigen nm (1 nm=10⁻⁹ m) sind im Labor durch epitaktisches Wachstum auf Substraten wie SrTiO₃ mit hoher Perfektion herstellbar. Für eine höhere Speicherdichte durch dünnere FE Schichten stellt sich bei nm-Schichten die Frage, ob eine kritische Dicke für die Stabilität der Ferroelektrizität als Speicherfunktion existiert. Experimentelle Charakterisierungen solcher FE nm-Schichten sind aufgrund der geringen Dicken sehr aufwändig. Alternativ lassen sich im Computerlabor mit quantenmechanischen ab-initio-Berechnungen und atomistischen Strukturmodellen verlässliche Vorhersagen zur kritischen Dicke für Ferroelektrizität solcher Schichtsysteme machen.

Vorgehensweise

In einem Projekt des Fraunhofer IWM mit Universitäten in Kyoto (Japan), Bochum und Karlsruhe wurden ab-initio-Berechnungen für ultradünne Pt/PbTiO₃/Pt-Kondensatormodelle für Speicher durchgeführt [Y. Umeno et al., Phys. Rev. B 74 (2006) 060101]. Zur FE Stabilität wurden mit Pseudopotential-Methoden der Dichtefunktionaltheorie (DFT) und der Lokaldichte-Näherung (LDA) bzw. einer Generalisierte-Gradienten-Näherung (GGA) Energieunterschiede zwischen FE polarisierten und paraelektrisch (PE) unpolarisierten PbTiO₃-Schichten mit verschiedenen Dicken, Oberflächen-terminierungen und epitaktischen Verspannungen zwischen Pt-Elektroden berechnet.

Ergebnisse

Abb. 1 zeigt LDA- und GGA-Resultate für den Energieunterschied zwischen FE und PE Zuständen als Funktion der Gitterverspannung für 0,8 nm (2 Einheitszellen EZ) dicke Schichten. Unsere in Abb. 1 gezeigten GGA-Resultate reproduzieren zuvor publizierte GGA-Resultate sehr gut. Wir konnten jedoch nachweisen, dass durch die GGA die tetragonale Kristallstruktur des PbTiO₃ nicht gut beschrieben und als Folge davon die FE Stabilität überschätzt wird. Die LDA dagegen gibt eine sehr gute Beschreibung der Kristallstruktur und, wie in Abb. 1 zu sehen, bei gleichen a weniger negative ΔE als die GGA. Demnach ist eine nur 0,8 nm dicke Schicht, entgegen der Vorhersage anderer Autoren, weder unverspannt noch epitaktisch auf SrTiO₃ ferroelektrisch ($\Delta E > 0$). Abb. 1 zeigt auch, dass eine Schicht mit PbO-Terminierung außer für extrem große Verspannung ferroelektrisch stabiler als eine mit TiO₂-Terminierung ist.

Abb. 2 zeigt unsere LDA-Resultate für PbTiO₃-Schichten mit zunehmender Dicke. Daraus folgen für epitaktische Schichten auf SrTiO₃ kritische Dicken von 1,6 nm (4 EZ) bei PbO-Terminierung und 2,4 nm (6 EZ) bei TiO₂-Terminierung.

Leistungsbereich Physikalische Werkstoffmodellierung
Mit physikalischen Modellen und numerischen Methoden werden Materialstrukturen und -funktionen optimiert.

Ansprechpartner

Prof. Dr. Christian Elsaesser
christian.elsaesser@iwm.fraunhofer.de

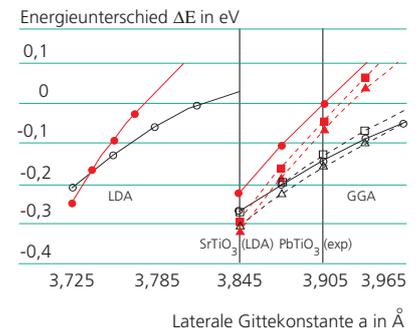


Abb. 1
Ferroelektrische Stabilität ΔE , d.h. Energieunterschied pro Perowskit-Einheitszelle zwischen den FE und PE Zuständen, von PbTiO₃-Schichten, die 0,8 nm (zwei Einheitszellen) dick sind, zwischen Pt-Elektroden als Funktion des Gitterparameters parallel zur Schichtebene. Ergebnisse für TiO₂-Terminierung von PbTiO₃ sind rot, für PbO-Terminierung schwarz dargestellt. LDA: Lokaldichte-Näherung; GGA: Generalisierte-Gradienten-Näherung. Resultate von drei verschiedenen DFT-Pseudopotential-Methoden sind mit durchgezogenen, gestrichelten und strichpunktierten Linien dargestellt.

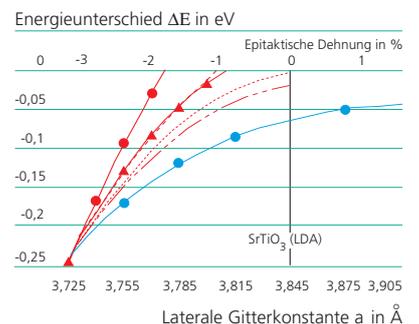
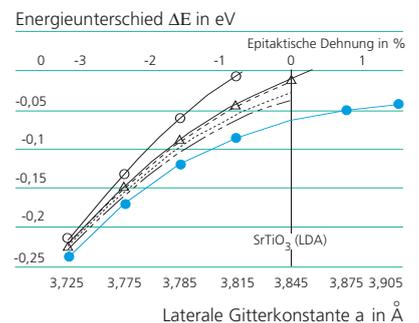


Abb. 2
Ferroelektrische Stabilität ΔE für PbTiO₃-Schichten der Dicken 0,8 nm (2 Einheitszellen, Kreissymbole), 1,6 nm (4 Einheitszellen, Dreieckssymbole), 2,4 nm (6 EZ, gestrichelte Linien) und 3,2 nm (8 EZ, strichpunktete Linien) mit PbO-Terminierung (oben, schwarz) bzw. TiO₂-Terminierung (unten, rot) zwischen Pt-Elektroden, sowie für einen PbTiO₃-Einkristall (blaue Symbole).

FIRE: Optimierung einfach gemacht

Aufgabenstellung

Das Problem tritt häufig auf: z.B. beim Anpassen von Materialmodellen oder bei der Suche nach der energetisch günstigsten Struktur eines atomistischen Modells sucht man – ausgehend von einem Startpunkt x – das nächstgelegene Minimum einer vieldimensionalen Funktion $E(x)$. Am Beispiel des Schifahrers im Nebel lässt sich die Fragestellung am einfachsten erklären. Natürlich will er auf schnellstem Wege zur nächstgelegenen Talstation. Leider steht ihm nur lokale Information, d.h. nur die Richtung in der es im Augenblick am stärksten den Hang abwärts geht (der Mathematiker nennt das den Gradienten von E), zur Verfügung, und man fragt sich nach einer guten Strategie für die ungemütliche Abfahrt. Es hat sich herausgestellt, dass man nicht dem Gradienten folgen sollte, da man dadurch zu häufig in kleine Gräben des Gebirges gelangt. Die Erfahrung zeigt, dass auch eine einfache Schussfahrt ziemlich übers Ziel hinauschießt.

Was für den Schifahrer auf seiner zweidimensionalen Potenzialfläche E gilt, ist für die vieldimensionalen (bis zu einigen Millionen Freiheitsgrade) Funktionen der Materialforschung erst recht ein Problem. Numeriker haben deshalb recht komplexe Algorithmen wie z.B. konjugierte Gradienten oder Quasi-Newton-Methoden entwickelt, die aber oft keine allzu überzeugende Optimierungsgeschwindigkeit aufweisen.

Vorgehensweise

Zusammen mit der Universität Karlsruhe wurde am Fraunhofer IWM ein Verfahren entwickelt, das den Schifahrer erstaunlich schnell an sein Ziel bringt. Wir würden ihm/ihr empfehlen, eine Schrägfahrt hangabwärts durchzuführen. Dabei ist aber darauf zu achten, dass sofort angehalten wird, wenn es bergauf geht. In diesem Fall dreht man sich in Richtung des Gradienten und beginnt die gesteuerte

Schussfahrt von vorne. Überraschenderweise funktioniert dieser Algorithmus auch in beliebig hohen Dimensionen und ist selbst dort noch extrem leistungsfähig. Es konnte gezeigt werden, dass dieses einfache Verfahren den herkömmlichen Algorithmen meist ebenbürtig und in vielen Fällen überlegen ist. Da der neue Optimierer auf einer modifizierten Newtonschen Dynamik basiert (d.h. Inertialeffekte nutzt), wurde er Fast Inertial Relaxation Engine (kurz FIRE) getauft. Er wurde auch im renommierten Fachblatt *The Physical Review Letters* publiziert und als US-Patent angemeldet.

Ergebnisse

Abb. 1 zeigt, dass sich FIRE (rote Kurve) dem Minimum einer Spirale schneller nähert als die Konjugierte-Gradienten-Methode (blau Linie) oder ein Quasi-Newton-Verfahren (grün). Hierbei ist der aktuelle Azimutalwinkel (gemessen vom Minimum aus) gegen die Anzahl der benötigten Funktionsaufrufe dargestellt. In Abb. 2 wird die Optimierung von Fenritinide (ein Molekül zur Krebsbekämpfung) und eines Natrium Nanopartikels gezeigt. Die Ordinate ist die Größe der aktuellen Kraft, also ein Maßstab für Abweichung vom gesuchten Gleichgewicht. Auch in diesen Fällen demonstrierte FIRE seine Überlegenheit.

Leistungsbereich Physikalische Werkstoffmodellierung

Durch eine Modellierung des Werkstoffes über alle Skalen (d.h. vom Atom zum Kontinuum) können Designregeln zur Werkstoff- und Prozessverbesserung entwickelt werden. Dabei muss häufig die Energie des Modells minimiert werden.

Ansprechpartner

Priv.-Doz. Dr. Michael Moseler
michael.moseler@iwm.fraunhofer.de

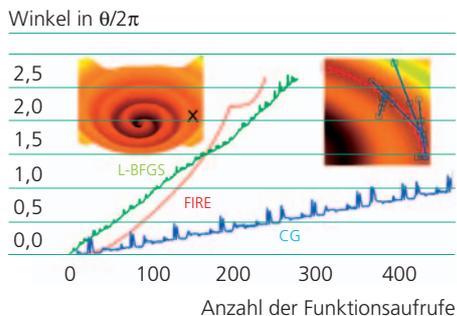


Abb. 1 Trajektorien verschiedener Optimierungs-Algorithmen in einem zweidimensionalen Spiralenpotenzial.

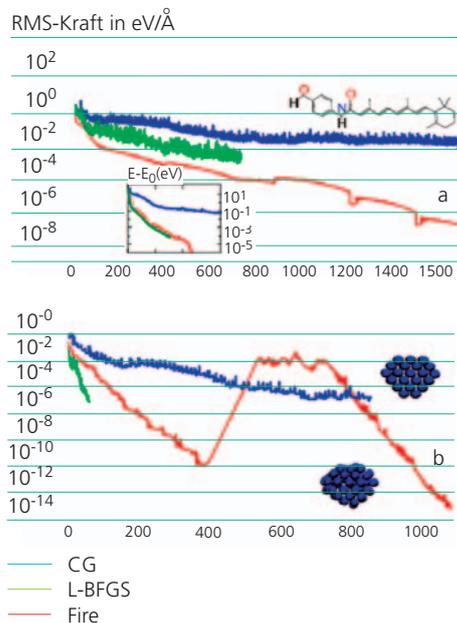


Abb. 2 Leistungsfähigkeit von FIRE bei der Optimierung des Moleküls Fenritinide (a) und eines Metallnanopartikels (b).

Wärmedämmende Fenster

Aufgabenstellung

Fensterglasscheiben mit exzellenten Wärmedämmeigenschaften senken den Energiebedarf von Gebäuden erheblich. Da sich in Deutschland rund 400 Mio. Altbaufenstereinheiten befinden, die künftig ersetzt werden müssen, ergibt sich daraus ein enormes Einsparpotenzial. Weiterhin fordern Fahrzeughüllen in modernen Zügen, Bussen und evtl. PKW ebenfalls schlanke und leichte Fenstersysteme.

In dem Verbundprojekt Vakuum-Isolierglas wird von acht Partnern aus Industrie und Forschung eine Verglasung entwickelt, deren Dämmwert den handelsüblicher Spitzenverglasungen um den Faktor 2 bis 3 übertreffen soll. Dies kann dadurch erreicht werden, dass der Scheibenzwischenraum evakuiert wird. Durch den Atmosphärendruck von 10 Tonnen pro m^2 und den unterschiedlichen Wärmedehnungen, die aus den Temperaturunterschieden zwischen Innen- und Außenscheibe resultieren, entstehen mechanische Belastungen. Diese muss ein flexibler Randverbund ausgleichen oder ein starrer Randverbund aufnehmen können. Zudem müssen die Scheiben durch kleine Abstandshalter gestützt werden.

Vorgehensweise

Aufgabe des IWM ist es zunächst, durch Auswahl eines geeigneten Füge-materials (Glaslot) und Erarbeiten eines Fügeprozesses den Randverbund vakuumdicht und mechanisch stabil herzustellen. Dieses Ziel wurde erreicht. In SimBAU (Kompetenzzentrum für Bauteilsimulation) wurde durch geeignete numerische Modelle die optimale Realisierung des Randverbundes unterstützt und bei der Form, Anzahl und Anordnung der Abstandshalter das System unter mechanischen Aspekten optimiert. So wurden numerische Modelle erstellt, mit denen die Verformung und die thermischen Spannungen

bei unterschiedlichen Randverbundkonzepten im Randbereich der Scheibe unter realen thermischen Prozess- und Einsatzbedingungen berechnet werden konnten. Ebenso wurden unter Berücksichtigung einer atmosphärischen Last die mechanischen Spannungen im Bereich der Abstandshalter im Glas sowie direkt in den Abstandshaltern berechnet.

Ergebnisse

Existiert zwischen Außen- und Innenscheibe ein Temperaturunterschied, beispielsweise aufgrund starker Sonneneinstrahlung, so kann es je nach Randverbundkonzept zu einer Verwölbung der Scheibe kommen. Diese Wölbung und die dadurch induzierten Spannungen wurden berechnet. Die numerischen Simulationen ergaben für alle untersuchten Konzeptvarianten die mechanischen Belastungen, die von den einzelnen Bauteilkomponenten getragen werden müssen. Damit lieferten sie bei der Auswahl geeigneter Randverbundkonzepte und Abstandshalter entscheidende Evaluierungskriterien.

Tobias Rist
tobias.rist@iw.fraunhofer.de

Das vom BMBF ins Leben gerufene **Kompetenzzentrum SimBAU** trägt dazu bei, die Wettbewerbstätigkeit der deutschen Industrie auf dem Weltmarkt durch verstärkten Einsatz von Simulation zu stärken. Dazu bildet SimBAU eine Anlaufstelle in Fragen der numerischen Simulation. Es hat auch einen Schwerpunkt in der Weiterentwicklung von Werkstoffmodellen für neue Anwendungen.

Ansprechpartner

Dr. Winfried Schmitt
winfried.schmitt@iw.fraunhofer.de

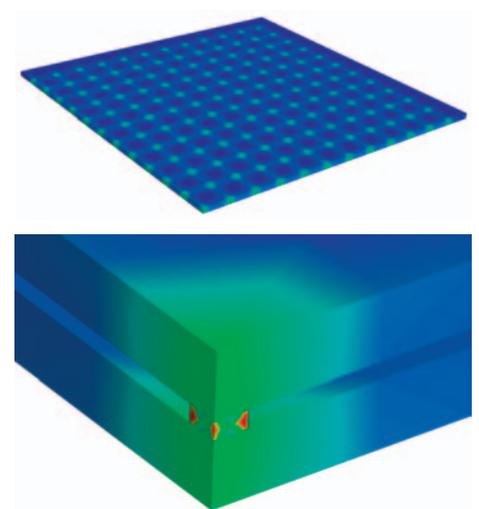
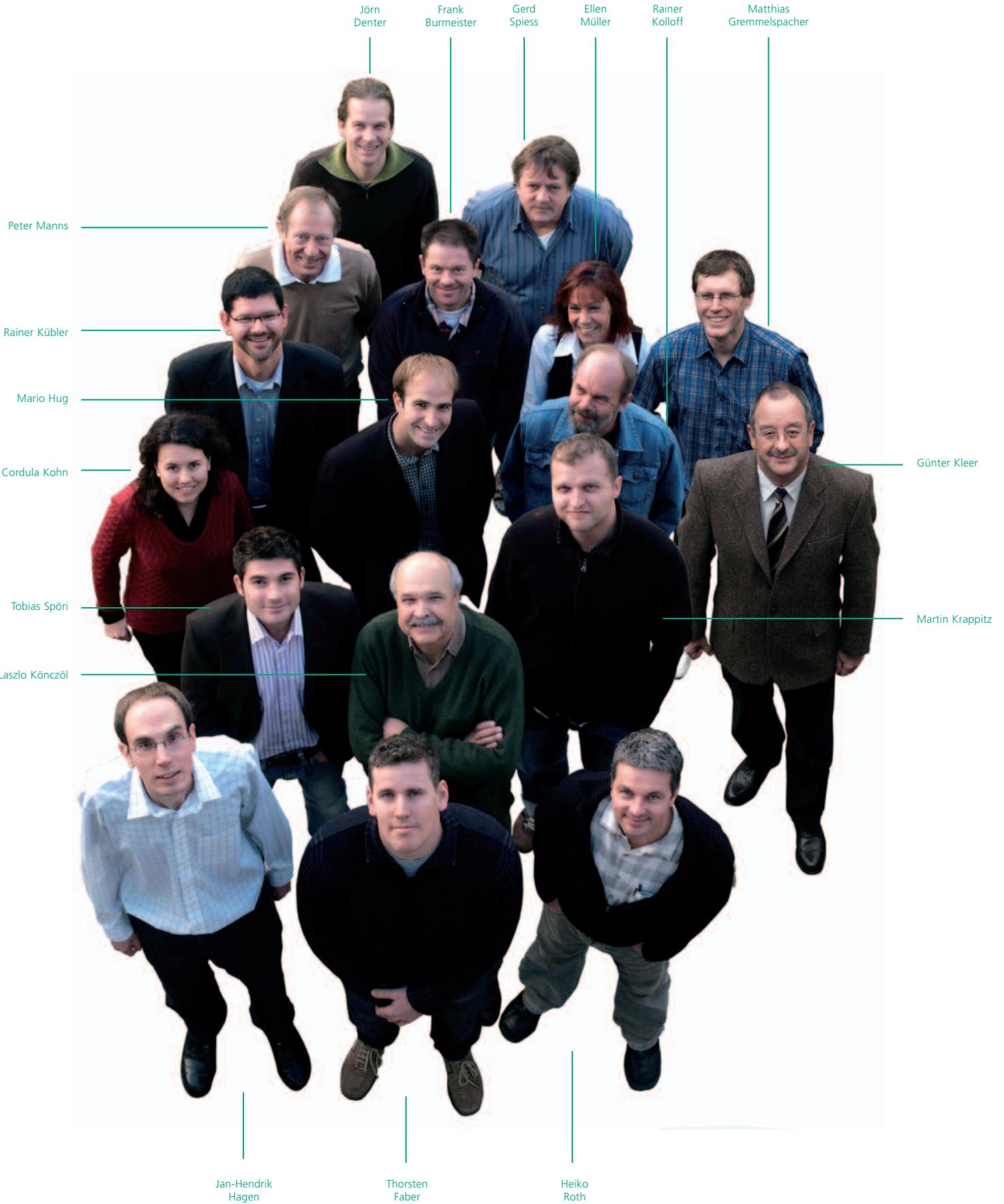


Abb. 1
Berechnete Spannungsverteilung (Vergleichsspannung) in einer Variante der Vakuum-Isolierglasscheibe unter Atmosphärendruck (höchste Spannungen hellgrün bzw. rot). Die obere Scheibe ist auf 60 °C erwärmt, die untere Scheibe auf 20 °C. Der Ausschnitt ist auf den Abstandshalter und seine Umgebung fokussiert.



Komponenten mit funktionalen Oberflächen

Beschichtung, Formgebungs- und Bearbeitungsverfahren für neue Komponenten mit optimierten Oberflächeneigenschaften

Die Bewertung, Erzeugung und Optimierung von Oberflächeneigenschaften neuer Komponenten, vornehmlich aus Gläsern und Halbleitermaterialien, stehen im Mittelpunkt der Tätigkeiten des Geschäftsfeldes. Dabei kommen neue Beschichtungsverfahren genauso zum Einsatz wie Präzisionsbearbeitungsverfahren und schädigungsarme Trenntechniken. Ebenfalls entwickelt werden modernste Heißformgebungsverfahren für Komponenten mit sphärischen und asphärischen Freiformflächen. In neuen Prägverfahren werden funktionale Strukturen mit Dimensionen bis herab in den Nanometerbereich erzeugt.

»Der zunehmenden Forderung der Industrie nach kostengünstigen und gleichzeitig hochwertigen, multifunktionalen Komponenten tragen wir Rechnung durch den Einsatz und die Weiterentwicklung modernster Beschichtungstechnologien, innovativer thermischer Trenntechniken sowie hochpräziser Heißformgebungsverfahren.«

Dr. Günter Kleer

Ultrapräzisionsdrehen von Formwerkzeugen zum Heißumformen optischer Gläser

Bei der Fertigung von Linsen bietet die Heißumformung von optischen Gläsern den großen Vorteil, dass für die Herstellung einer großen Anzahl von Linsen gleicher Kontur der sehr aufwändige Bearbeitungsvorgang nur ein einziges Mal erforderlich ist, und zwar bei der Herstellung der Pressform.

Hohe Anforderungen an das Formenmaterial

Die bei der Heißformgebung auftretenden hohen Prozesstemperaturen von 500 °C bis 700 °C und die zu erfüllenden optischen Qualitätsanforderungen stellen an das Formenmaterial extrem hohe Anforderungen. Als geeignete Materialien kommen nur wenige, meist einkristalline oder amorphe Materialien in Frage, da sich bei polykristallinen Materialien die Kornstruktur meist nachteilig auswirkt. Als Formenmaterial geeignetes Material wie einkristallines Silicium bereitet jedoch große Schwierigkeiten bei der Mikrozerspanung.

Duktiles Bearbeiten glasartig spröder Materialien

Um bei der Bearbeitung des spröden Materials Silicium die erforderliche Oberflächenqualität in wenigen Bearbeitungsschritten zu erreichen, muss sichergestellt sein, dass die zum Abtrag notwendigen Trennrise ausschließlich im abgetragenen Silicium und nicht im verbleibenden Grundmaterial auftreten. Dies ist mit der duktilen, spanenden Oberflächenbearbeitung mit Einkorn-Diamantschneiden möglich. Hierzu nutzt man die Plastifizierung des Materials durch die Einwirkung der lokal sehr hohen Druckkräfte unter der Diamantschneide, die eine duktile Bearbeitung des glasartig spröden Materials erlauben.

Ultrapräzisionsdrehmaschine

Die am Fraunhofer IWM aufgebaute und in Kooperation mit Industriepartnern modifizierte und angepasste Ultrapräzisionsdrehmaschine wurde in den vergangenen Jahren durch eine Vielzahl von maschinen- und steuerungstechnischen Verbesserungen ständig erweitert. So konnte schließlich, wie in Abb. 2 exemplarisch gezeigt, erreicht werden, dass maschinen- und drehgeometriespezifische Abweichungen im Nanometerbereich kompensiert und reproduzierbar Silicium-Pressformen mit optischer Oberflächengüte für den Einsatz beim Heißumformen von anorganischem Glas hergestellt werden konnten.

Leistungsbereich Trenntechniken, schädigungsarme Bearbeitung

Für spröde Werkstoffe werden spezielle Bearbeitungsverfahren entwickelt und optimiert: konturgenau und schädigungsarm für Halbleitermaterialien, für anorganische Gläser sogar verlustfrei. Weitere Schwerpunkte sind Untersuchungen zu Auswirkungen von Schädigungen auf die Festigkeit sowie Schadensanalysen.

Ansprechpartner

Dr. Rainer Kübler
rainer.kuebler@iwm.fraunhofer.de



Abb. 1
Duktil bearbeitete Silicium-Werkzeuge mit optisch funktionalen Oberflächen für die Heißumformung von Glas.

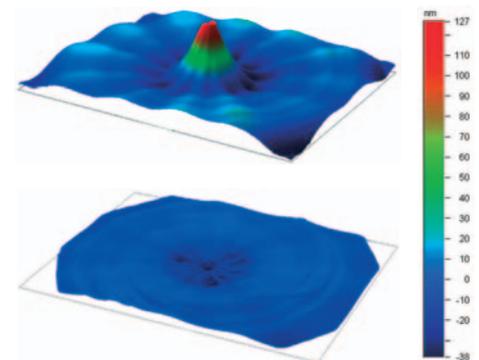


Abb. 2
Gemessene Topographie des Mittensbereichs eines duktil bearbeiteten Silicium-Werkzeugs. Oben: ohne Korrektur
Unten: mit Korrektur maschinenspezifischer Abweichungen

Neue Beschichtungstechnologie zur Inline-Kombination verschiedener Quellentechniken bei der Herstellung funktionaler Schichten

Aufgabenstellung

Eine kostengünstige Methode zur Erzielung hochwertiger, funktionalisierter Oberflächen ist das PVD-(physical vapor deposition) Verfahren. Hierdurch ist es beispielsweise möglich, optisch dekorative und gut auf dem Substratmaterial haftende Schichten zu erzeugen. Oftmals gefordert wird zusätzlich eine hohe Gebrauchsbeständigkeit der beschichteten Komponenten. Daher wird nach dem Stand der Technik in einem separaten Schritt eine chemische Funktionalisierung (z.B. Lackierung) vorgenommen, um der Beschichtung eine höhere mechanische Beständigkeit und schmutzabweisende Eigenschaften zu verleihen.

Ein weiterer Anwendungsbereich für Schichten auf PVD-Basis ist die Erhöhung der Standzeiten von Werkzeugen in der Heißformgebung von Gläsern und Kunststoffen, wo je nach Anwendung die Zusammensetzung und der Aufbau der Schicht variiert werden.

Vorgehensweise

Dem Fraunhofer IWM steht eine deutschlandweit einmalige Beschichtungsanlage zur Inline-Kombination verschiedener Quellentechniken zur Verfügung (Abb. 1). Hiermit werden in situ hybride organisch/anorganische Schichtsysteme abgeschieden, die dekorativ (z.B. farbig) und zusätzlich wasserabweisend (z.B. teflonartig) sind, eine Kombination, die z.B. bei der Automobilinnenraumausstattung (Schalter, Zierleisten, Griffe, etc.) gefordert wird. Dabei wird die organische Schicht über Plasmapolymersation (ebenfalls ein Vakuumverfahren) erzeugt. Der Vorteil gegenüber bisherigen zweistufigen Verfahren liegt darin, dass das Vakuum während der Beschichtung nicht unterbrochen werden muss, so dass eine deutlich höhere Schichtqualität und insgesamt wesentlich kürzere Prozesszeiten erzielt werden.

Die eingesetzten Abscheidungsverfahren wie die so genannte DC-Puls-Technologie, die hohe Depositraten bei geringer thermischer Belastung des Substrats ermöglicht, sind auch für Kunststoffe geeignet. Mit zwei Sputterquellen in einer Co-Depositionsordnung können mehrkomponentige Schichtsysteme dargestellt werden, wobei die Stöchiometrie der Schicht veränderbar ist. Abb. 2 zeigt Hartstoffschichten auf Basis der Elemente Zr, Ti, Al und Cr. Die Farbanmutung und Korrosionsbeständigkeit dieser Schichten kann über die relativen Elementanteile gezielt gesteuert werden.

Ergebnisse

Im Rahmen der von der Fraunhofer-Gesellschaft geförderten WISA »Tailored Optics« werden Beschichtungen für Hartmetallwerkzeuge zum Einsatz in der Glasheißformgebung von optischen Präzisionskomponenten entwickelt und eingesetzt. Aussichtsreiche, in Co-Sputtertechnik dargestellte Schichtsysteme sind ternäre und quaternäre Verbindungen aus Übergangsmetallnitriden (z.B. Ti:N:Zr:Cr:N), die selbst nach vielfachem Kontakt mit einer Glasschmelze keine Veränderung der Oberfläche aufweisen und somit eine deutlich erhöhte Werkzeugstandzeit ermöglichen.

Dr. Frank Burmeister
frank.burmeister@iwm.fraunhofer.de

Leistungsbereich Beschichtungen, Oberflächenstrukturierung

Für Anwendungen in den Bereichen Glas- und Kunststoffverarbeitung sowie Medizintechnik und Optik werden mechanisch hochbelastbare, funktionale Beschichtungen entwickelt und Beschichtungsprozesse optimiert.

Ansprechpartner

Dr. Günter Kleer
guenter.kleer@iwm.fraunhofer.de



Abb. 1
Blick auf die Mehrquellen-Beschichtungsanlage.

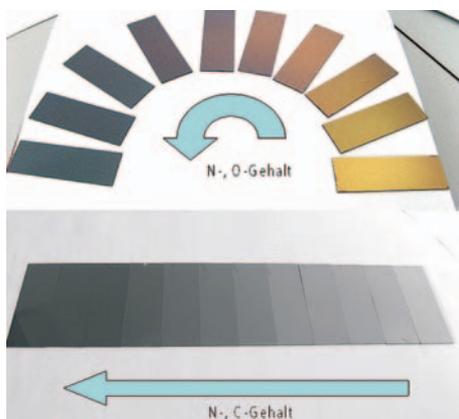


Abb. 2
Harte, wasserabweisende und korrosionsbeständige Schichten unterschiedlichster Farbanmutung: $Zr_xO_yN_z$ -Schichten (obere Bildhälfte) und $(TiAl)_aCr_bN_xC_y$ -Schichten (untere Bildhälfte).

Präzisions-Warmformung optischer Komponenten

Aufgabenstellung

Großformatige optische Komponenten aus anorganischen Gläsern mit asphärischer oder Freiformkontur der optischen Wirkflächen können durch Präzisions-Warmformung (Absenken) kostengünstig in Serie produziert werden. Anwendung findet dieses Verfahren z.B. in der Produktion von Gleitsicht-Brillengläsern und Kfz-Rückspiegeln mit asphärischer Kontur. Bei diesem Formgebungsprozess werden die Glasrohlinge auf Matrizen mit der gewünschten Kontur aufgelegt und erhitzt, bis sich das erweichte Glas vollflächig auf die Oberfläche der Matrize abgesenkt hat, wobei zusätzlich ein Unterdruck (Vakuum) zwischen Glas und Absenkform angelegt wird. Die Prozessführung muss für jede Geometrie optimiert werden bezüglich höchster Genauigkeit der zu replizierenden Makrokontur und minimaler Abformung von störenden Feinstrukturen der Matrizenoberfläche. Durch numerische Simulation soll die Prozessoptimierung schneller und kostengünstiger erreicht werden.

Vorgehensweise

Für die Quantifizierung des Einflusses der Prozessparameter wurde ein numerisches Modell entwickelt, parallel dazu wurden experimentelle Untersuchungen am Beispiel einer rotationsymmetrischen sphärischen Modelllinse durchgeführt (Abb. 1). Die experimentellen Absenkversuche wurden auf einer Absenkform aus poröser Al_2O_3 -Sinterkeramik durchgeführt, und die erzielte Oberflächenkontur und Oberflächengüte der abgesenkten Glasscheiben als Funktion der Prozessparameter erfasst. In den Simulationen wurde das thermomechanische Verhalten des Glases als Maxwell-Modell mit temperaturabhängiger Scherviskosität und temperaturabhängigem Schermodul in das Finite-Elemente-Programm ABAQUS® implementiert.

Ergebnisse

Experiment und numerische Simulation zeigen, dass die erweichte Glasscheibe zunächst weit in die Kavität der Form einsinkt, ohne die Formenoberfläche zu berühren. Erst nach ca. 70 Prozent der insgesamt erforderlichen Absenkdauer berührt das Glas die Oberfläche der Absenkform, und zwar in einer schmalen ringförmigen Zone in Randnähe der Kavität (Abb. 2). Von dort aus legt sich das Glas rasch bis zur Mitte der Absenkform an (Abb. 3). Die Zeitdauer des Absenkvorgangs skaliert linear mit der Viskosität des Glases. Die Ergebnisse der numerischen Simulation stimmen mit den experimentellen Ergebnissen qualitativ und quantitativ sehr gut überein und ermöglichen eine schnelle Prozessoptimierung durch geeignete Einstellung der Prozessparameter (zeitlicher Verlauf und räumlicher Gradient der Temperatur, zeitlicher Verlauf des Ansaugdrucks, Glasdicke, geometrische Gestalt des Formenrands zur Kavität). Zusätzlich liefert die Simulation durch die Einbeziehung der thermischen Schrumpfung des Glases genaue Daten zum »Vorhalten« der Formenkontur, so dass bisher erforderliche, kostspielige Iterationsschritte für die Bearbeitung der Formflächenkontur eingespart werden können.

Leistungsbereich

Heißformgebung Glas

Für die Serienproduktion von Präzisionsbauteilen aus Gläsern werden Heißformgebungsverfahren und -werkzeuge entwickelt. Schwerpunkte sind Verfahren zum Blankpressen präzisionsoptischer Linsen und zum Heißprägen von Mikrostrukturen.

Ansprechpartner

Dr. Peter Manns
peter.manns@iwmm.fraunhofer.de

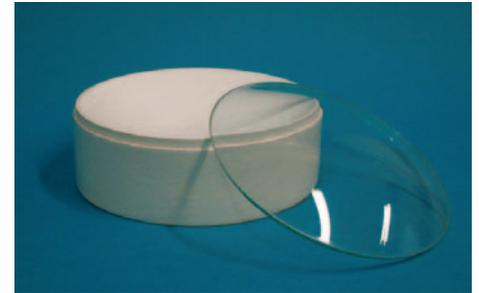


Abb. 1 Durch Präzisions-Warmformung hergestellter sphärischer Spiegelträger aus Glas (Durchmesser 85 mm) und die dabei eingesetzte keramische Absenkform (Bildquelle: LINOS Photonics GmbH & Co. KG, München).

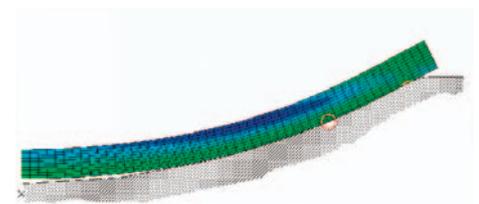


Abb. 2 Numerische Simulation des Präzisions-Warmformungsprozesses: Schnitt durch die abgesenkte Glasscheibe im Augenblick des ersten Kontakts mit der Formenoberfläche; der Kontaktpunkt ist markiert.

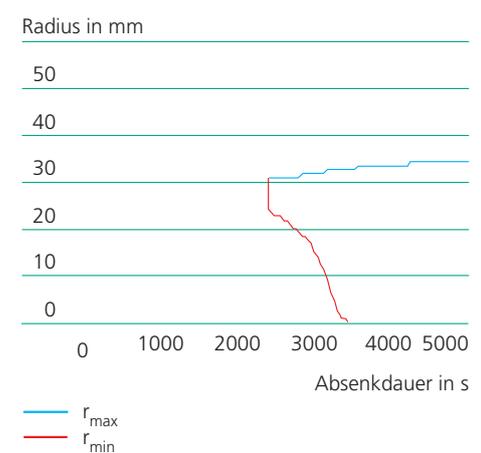


Abb. 3 Numerische Simulation des Präzisions-Warmformungsprozesses: Zeitlicher Verlauf des inneren (rot) und äußeren (blau) radialen Anlegepunkts der abgesenkten Glasscheibe an die Formenoberfläche.



Polymeranwendungen

Faserverstärkte Thermoplaste, polymerbasierte Hochleistungsverbundmaterialien, High Performance-Folien

Das Geschäftsfeld Polymeranwendungen stellt die komplette Wertschöpfungskette im Bereich der Polymerverarbeitung dar: Extrusion und Spritzguss von faserverstärkten Thermoplasten im Labor-, Miniplant- und Pilotanlagenmaßstab in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Pilotanlagen-Zentrum in Schkopau, Weiterverarbeitung von Polymeren und Veredlung von Polymeroberflächen sowie mechanische Prüfung und Simulation der mechanischen Eigenschaften von Polymerkompositen und -verbundwerkstoffen. Im Geschäftsfeld werden Methoden zur mechanischen und morphologischen Bewertung von bioabbaubaren Polymeren und biologischen Materialien entwickelt. Biokompatible und grenzflächenbestimmte Materialien für das Tissue Engineering werden zur Einsatzreife gebracht.

»Nur wenn die Forschungstiefe im Bereich der Polymerverarbeitung bis auf die mikrostrukturelle Ebene geht, können zukünftig innovative Lösungen im Bereich der Composite und Verbunde erzielt werden.«

Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn

Möbel aus Hanf-Compositen

Aufgabenstellung

Neben ihrer begrenzten mechanischen Leistungsfähigkeit ist das visuelle Erscheinungsbild von Naturfaser-Verbundwerkstoff-Bauteilen oft stark verbesserungswürdig. Diese werden bisher aus optischen und Emissionsgründen oft oberflächenkaschiert oder gänzlich versteckt. In einem FuE-Projekt sollten Beispiellösungen für Möbel- und Raumausstattungen aus emissionsarmen, ästhetisch anmutenden Compositen mit hohen Anteilen pflanzlicher Rohstoffe wie zum Beispiel Hanf entwickelt werden.

Vorgehensweise

Bei der Hanfaufbereitung fallen neben den gewünschten Fasern in erheblichen Mengen Schäben an, die meist als Tiereinstreu genutzt werden. Sie sollten als Rohstoff für die zu entwickelnden thermoplastischen Composite dienen. Am Fraunhofer IWM wurden die Materialzusammensetzungen und Verarbeitungsbedingungen optimiert, um Bauteile mit hoher mechanischer Leistungsfähigkeit und ansprechender Oberfläche zu erzielen. Weiterhin wurden in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Holzforschung WKI die durch Rohstoff und Prozess bedingten Ursachen der Emissionsbildung untersucht.

Ergebnisse

Die während der Verarbeitung und aus dem gefertigten Bauteil austretenden geruchsbildenden Substanzen wurden nach Art, Menge und Ursprung bestimmt. Hauptemissionsquelle ist die Naturfaser, wobei der Erntezeitpunkt (»Röstgrad«) des Hanfes sowie die bei Faseraufbereitung, Compoundierung und Profilextrusion/ Spritzguss auftretenden Temperaturbelastungen die entscheidenden Einflussgrößen sind. Auf der Extrusionslinie des Fraunhofer IWM (Abb. 1) ist es gelungen, emissionsarme Profile mit ansprechenden Oberflächen herzustellen. Dazu wur-

den die Rohstoffe gezielt ausgewählt, die Aufbereitungstechnologie weiterentwickelt und mit einer chemischen Vorbehandlung des Pflanzenmaterials kombiniert, um geruchsbildende Begleitsubstanzen zu eliminieren. Es wurden verarbeitungstechnische Parameter und der Einsatz von Verarbeitungshilfsmitteln optimiert. Die Vorteile einer Direktverarbeitung der Naturfaserrohstoffe, Compoundierung und Formgebung durch Extrusion oder Spritzguss in einem Arbeitsgang mit nur einmaliger Temperaturbelastung gegenüber mehrstufigen Prozessen mit einem Composite-Granulat als Zwischenprodukt konnten im Rahmen des Projektes herausgearbeitet werden.

Die Hochschule für Kunst und Design Halle hat im Rahmen des Projektes verschiedene Entwürfe für Möbel aus diesen Profilen erarbeitet (Beispiel in Abb. 2).

Das Vorhaben wurde mit Mitteln des BMBF unter dem Förderkennzeichen 03I1517D unterstützt.

Steffen Meinicke
steffen.meinicke@iwmh.fraunhofer.de

Leistungsbereich

Polymerverarbeitung

Die gezielte Auswahl und Kombination von polymeren Rohstoffen, Additiven und Verstärkungsfasern sowie optimierte Verarbeitungstechnologien in Extrusion und Spritzguss führen zu neuen wettbewerbsfähigen Werkstoffen.

Ansprechpartner

Dr. Michael Busch
michael.busch@iwmh.fraunhofer.de



Abb. 1
Blick auf die Profilextrusionsanlage und ein »Hanf-Profil«.

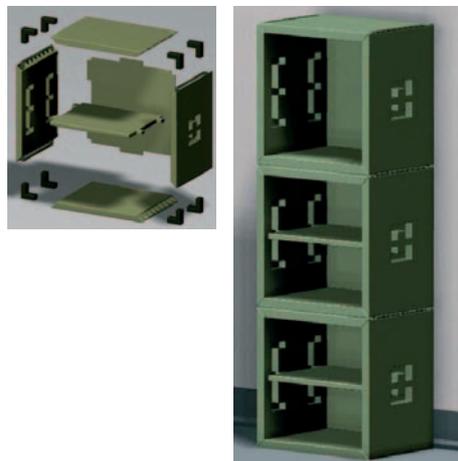


Abb. 2
Entwürfe der Hochschule für Kunst und Design Halle.

Verbesserte Lebensdauerabschätzung von Kunststoffbauteilen

Aufgabenstellung

Die Lebensdauer von Bauteilen aus thermoplastischen Kunststoffen für den Langzeiteinsatz wird in der Praxis durch Risswachstum unter Ermüdungs- und Dauerbeanspruchung begrenzt. Im Falle einer Dominanz der Dauerbeanspruchung kann die Dauerfestigkeit der verwendeten Materialien anhand von Zeitstandsexperimenten ermittelt werden. Wird die Bewertung dieser Kriechexperimente an Proben mit Rissen um bruchmechanische Konzepte erweitert, lassen sich die eingesetzten Prüfverfahren qualifizieren.

Vorgehensweise

Für Zeitstandsversuche an Proben unter Medieneinfluss wird in der Regel der Full Notch Creep Test (FNCT) eingesetzt. Die Experimente werden an allseitig gekerbten Vierkantstäben mit variierenden Abmessungen durchgeführt (Abb. 1).

Mittels parallel durchgeführter Simulationsrechnungen wurde der etablierte Full Notch Creep Test bruchmechanisch untersetzt, abgesichert und dadurch in seinem Anwendungspotenzial aufgewertet.

Die Simulation des Risswachstums beim FNCT erfolgte auf der Basis der Gleichung von Paris und Erdogan $da/dt=AK^m$. Entsprechend dieser Beziehung wird die lokale Risswachstumsgeschwindigkeit da/dt durch den lokalen Spannungsintensitätsfaktor K an der Rissfront gesteuert. Der Risswachstumskoeffizient A und der Risswachstumsexponent m sind materialtypische Konstanten. Die Analysen der Simulationsergebnisse zeigen zum einen, dass der kritische Spannungswert als erster erreicht wird, so dass – in Übereinstimmung mit fraktographischen Befunden – das endgültige Versagen zähplastisch erfolgt. Dies ist jedoch generell erst am Ende der »Kriechlebensdauer« der Fall. Das bedeutet, dass die mit FNCT ermittelte Lebensdauer weder von der Festigkeit

noch von der Zähigkeit des Materials, sondern ausschließlich von den Parametern A und m der Kriechrissausbreitung abhängt.

Ergebnisse

Durch die Kombination der Ergebnisse von Simulationsrechnungen mit der experimentell ermittelten Lebensdauer aus Zeitstandsversuchen können Materialparameter wie die Risswachstumskoeffizienten A und Risswachstumsexponenten m bestimmt werden (Abb. 2). Auf Grund dieser Werkstoffkennwerte – und nicht mehr ausschließlich basierend auf der gemessenen Lebensdauer – können nun unterschiedliche Materialsysteme verglichen werden.

Die Untersuchungen liefern den Herstellern von Kunststoff-Bauteilen bei der Auslegung und der Bewertung der Zuverlässigkeit und Lebensdauer eine höhere Sicherheit. Materialien können gezielter ausgewählt und ihr Design kann den Belastungen besser angepasst werden.

Andreas Krombholz
andreas.krombholz@iwmh.fraunhofer.de

Leistungsbereich Einsatzverhalten von Polymerwerkstoffen und Bauteilen

Verbesserte Lebensdauerabschätzung von Kunststoffbauteilen durch Experimente und Simulation.

Ansprechpartner

Prof. Dr. Peter Holstein
peter.holstein@iwmh.fraunhofer.de

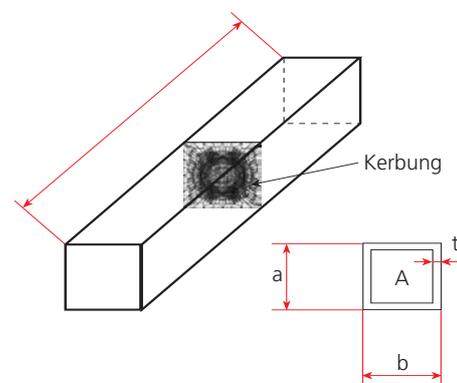


Abb. 1 Geometrieparameter der Full Notch Creep Probe mit Darstellung der Vernetzung im Ligamentbereich (Simulation mittels Boundary-Elementemethode).

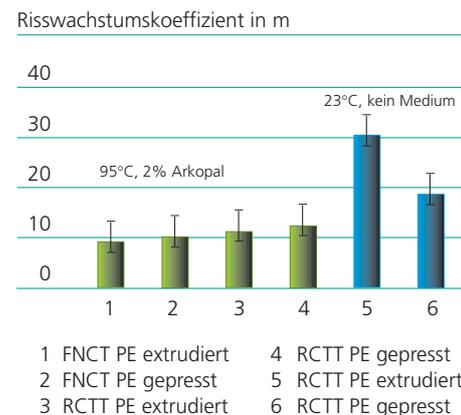


Abb. 2 Vergleich von aus Zeitstandsexperimenten und der neuen Auswertemethodik bestimmten Risswachstumskoeffizienten bei Full Notch Creep Tests (FNCT) und Rounded Compact Tension Tests (RCTT), Messungen bei unterschiedlichen Umgebungsbedingungen an Polyethylen (PE)100.

Entwicklung eines in vitro-Versuchsmodellsystems zur Untersuchung der Penetrationskompetenz pflanzenpathogener Pilze

Aufgabenstellung

Der Infektionsvorgang pflanzenpathogener Pilze stellt einen komplexen biophysikalischen bzw. biochemischen Vorgang dar. Für die Penetration der Epidermiszelle der Wirtspflanze werden mechanische Prozesse in Verbindung mit einem enzymatisch gesteuerten Abbau der Zellwand angenommen. Unklar ist, zu welchen Anteilen beide Prozesse an der Penetration bei unterschiedlichen Pilzen beteiligt sind.

Ziel des Projektes ist es, das Verständnis des ersten Schrittes einer Pilzinfektion zu verbessern. Dazu werden mikroskopische und mikromechanische Untersuchungsmethoden neu- bzw. weiterentwickelt und mechanische Modellierungen einbezogen.

Vorgehensweise

Die pflanzlichen Oberflächen wurden biophysikalisch charakterisiert. Auf dieser Basis werden unterschiedliche Polymer- und Metallmembranschichten hergestellt, die den Penetrationsexperimenten mit den verschiedenen Pilzen dienen.

In Kooperation mit der Arbeitsgruppe Phytopathologie (Prof. Holger B. Deising) von der Landwirtschaftlichen Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg wird das Penetrationsverhalten auf verschiedenen Polymer- und Metallmembranen mit Schichtdicken ab 50 nm untersucht. Dabei werden Dicke, Dichte, Härte, Hydrophobizität und chemische Zusammensetzung der Membranen variiert, um die Penetrationskompetenz unterschiedlicher Pilze zu testen. Neben mikromechanischen, licht- und elektronenmikroskopischen Untersuchungen und der Ermittlung mechanischer Kennwerte der Membran ist auch die rechnergestützte Modellierung der mechanischen Penetration mittels Finite-Elemente-Methode ein Schwerpunkt dieses Projektes.

Ergebnisse

Ein funktionsfähiges Versuchsmodellsystem mit reproduzierbaren, inerten Dünnschichtmembranen aus Teflon-ähnlichem Material wurde entwickelt. Hieran zeigte sich, dass die untersuchten Pilze ihre Infektionsstrukturen (Appressorien) vorzugsweise auf hydrophoben Oberflächen ausbilden und, dass die Penetration auch ohne biochemische Lysis, also rein mechanisch abläuft. Dabei hängt der Penetrationserfolg eindeutig reziprok von der Schichtdicke der Membran ab.

Ziel ist es, mit diesem relativ wenig störanfälligen, gut reproduzierbaren in vitro-System Kandidatensubstanzen in großem Umfang im Rahmen von Fungizid-Screening-Programmen zu testen. Dies könnte zu einer aus ökologischer und ökonomischer Sicht verbesserten Fungizid-Entwicklung führen.

Dr. Andreas Kiesow
andreas.kiesow@iwmh.fraunhofer.de

Stefan Küster
stefan.kuester@iwmh.fraunhofer.de

Leistungsbereich Biologische Materialien und Grenzflächen
Biologische Materialien und biokompatible Oberflächen werden morphologisch und mechanisch bewertet. Nanostrukturierte funktionelle Materialien für das Tissue Engineering werden entwickelt.

Ansprechpartner
Prof. Dr. Andreas Heilmann
andreas.heilmann@iwmh.fraunhofer.de

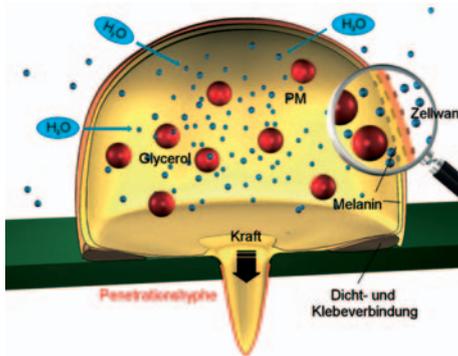
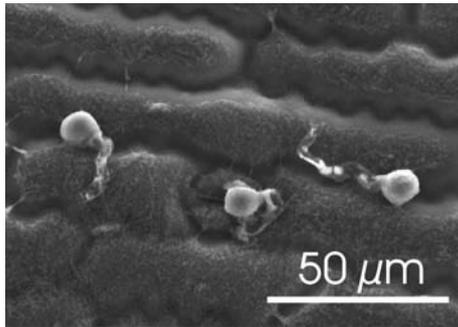


Abb. 1
Oben: ESEM-Aufnahme (Environmental Scanning Electron Microscope) des *Colletotrichum graminicola* mit seinen runden Appressorien auf einem Maisblatt.
Unten: Modell eines Appressoriums beim Penetrationsvorgang.

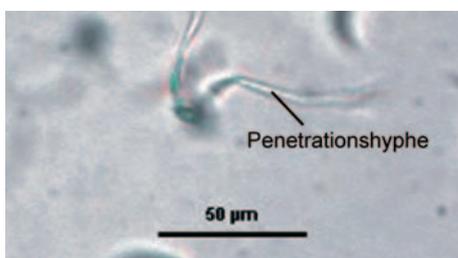
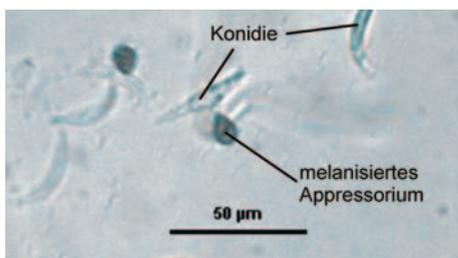


Abb. 2
Lichtmikroskopische Aufnahmen des *C. graminicola* auf einer 150 nm dicken Teflon-ähnlichen Membran mit Fokusebene auf der Membranoberseite (oben) und -unterseite (unten). Die Penetrationshypha ist durch die Membran gedrungen (Aufnahmen von Nancy Eicher, MLU Halle).

Polymerverarbeitung im Fraunhofer-Pilotanlagenzentrum für Polymersynthese und -verarbeitung PAZ

Das Fraunhofer IWM betreut die Polymerverarbeitung im Fraunhofer PAZ. Ziel ist es, die im Synthesebereich des PAZ hergestellten Polymere auf ihre Verarbeitungseigenschaften hin zu untersuchen, so dass Kunden nicht nur die Rezeptur für den maßgeschneiderten Polymerwerkstoff, sondern zugleich eine ausgereifte Anleitung für die Verarbeitung erhalten.

Dazu verfügt die Polymerverarbeitung am Fraunhofer PAZ über Compounder, Extruder und eine Spritzgießmaschine (Injection Molding Compounder IMC, Abb.1).

Nicht nur Polymere, die am Fraunhofer PAZ selbst hergestellt wurden, werden auf ihre Verarbeitungseigenschaften hin untersucht, auch Kunden die eigene Compounds weiterentwickeln wollen oder eine Erstbemusterung eines Werkzeuges für den Spritzguss durchführen wollen, wenden sich an das PAZ.

Um die optimalen Werte bzw. Einstellungen für die Verarbeitung der jeweiligen Werkstoffe zu ermitteln, werden Proben zu unterschiedlichen Einstellungen hergestellt und auf ihre mechanischen und strukturellen Eigenschaften hin untersucht. So wird bei der Compoundierung von Glasfasern die Abhängigkeit der Faserlänge und -gestalt von der Schneckenengeometrie, Drehzahl und Temperatur untersucht und ihre Auswirkung auf die daraus resultierenden Werkstoffeigenschaften bewertet.

Bei Naturfasern interessiert vor allem der Einfluss der Betriebstemperatur auf die Fasern, der Einfluss von Drehzahl und Schneckenengeometrie auf Fasern und Prozesstemperatur und wie beides sowie das Fließverhalten sich auf die mechanischen Kennwerte des Materials auswirken.

Im Spritzguss bzw. Extrusion werden zum einen Probekörper für die Ermittlung der mechanischen Kennwerte hergestellt. Zum anderen werden auf der IMC natürlich die optimalen Prozessparameter für den Werkstoff ermittelt: Fließverhalten, Viskosität und Temperatur, um v.a. die Naturfasern nicht zu beschädigen. Hierzu wurde eigens ein Online-Rheometer entwickelt (Abb. 2). Außerdem werden die Einspritzparameter (Nachdruckzeit, Nachdruckhöhe, Kühlzeit, Werkzeugtemperatur, Einspritzgeschwindigkeit), die Schneckenengeometrie und die Einzugsorte der Fasern in die Maschine und damit ihre Zeit im Verarbeitungsprozess variiert. Der Einfluss dieser Prozessparameter, aber auch der der Faserorientierung auf die mechanischen Kennwerte, wird hernach bewertet.

Pilotanlagenzentrum für Polymersynthese und -verarbeitung PAZ
»Vom Monomer zum fertigen Bauteil« werden Forschungsleistungen zur Entwicklung maßgeschneiderter Polymerwerkstoffe durchgeführt.

Ansprechpartner
Dr. Michael Busch
michael.busch@iwmh.fraunhofer.de



Abb. 1
Spritzgießanlage (Injection Molding Compounder IMC).

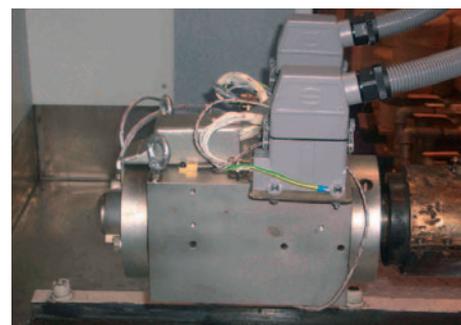


Abb. 2
Für die IMC entwickeltes Online-Rheometer.



Mikrostrukturbasierte Bauteilbewertung

Schadensanalyse, zyklisches Werkstoffverhalten,
Mikrostrukturdesign, Eigenspannungen

Die Belastungsgrenzen von Werkstoffen und Bauteilen sind wesentlich von ihrer Mikrostruktur, der inneren Belastung durch Eigenspannungen und den Betriebsbeanspruchungen bestimmt. Zur Klärung der damit verbundenen technologischen Fragestellungen werden experimentelle und numerische Bewertungsmethoden eingesetzt. Lösungsvorschläge zur Optimierung der Herstellungsprozesse durch Design der Mikrostruktur und zur gezielten Beeinflussung des Eigenspannungszustandes in der Prozesskette werden erarbeitet.

»Die treffende Charakterisierung der Mikrostruktur und die Analyse des Einflusses von Herstellungs- und Betriebsbedingungen, das ist unsere Basis für die Ableitung effizienter Maßnahmen zur Erweiterung der Einsatzgrenzen von Werkstoffen und Bauteilen.«

Dr. Wulf Pfeiffer

Prozesssicheres Elektropolieren

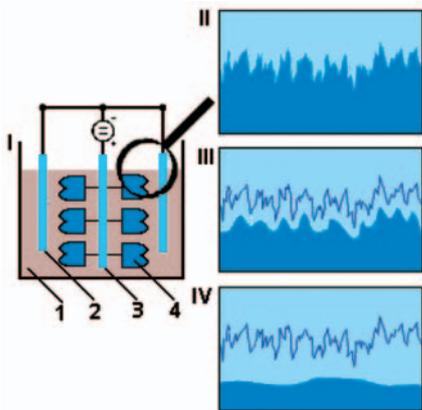


Abb. 1
Prinzip des Elektropolierens: I Elektropoliereinrichtung; II Werkstück vor dem Polieren; III Einseitige Kantenverrundung; IV Elektropolierte Oberfläche. 1 Elektrolytbad, 2 Kathode, 3 Anode, 4 Werkstücke

Quelle: http://www.tecnologix.net/technology/show?technology_id=336

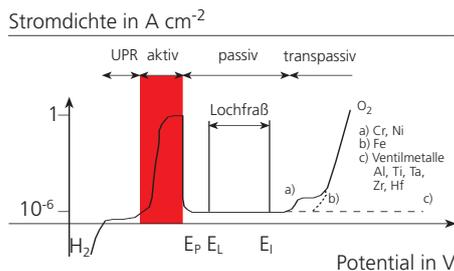


Abb. 2
Schematische Darstellung einer Stromdichte/Potenzialkurve von Metallen mit folgenden Bereichen: H₂=Wasserstoffentwicklung, UPR=Unterpotenzialbereich, aktiv=Materialauflösung bis zum Erreichen des Fladepotenzials, passiv=Bereich mit möglichem Lochfraß, a) mit transpassivem Bereich, b) ohne Transpassivbereich mit Sauerstoffentwicklung, c) Ventilmetalle ohne Sauerstoffentwicklung im transpassiven Bereich

Quelle: P.Keller, »Elektrochemische und oberflächenanalytische Untersuchungen zur anodischen Deckschichtbildung auf Zinn und Kupfer/Zinn-Legierungen«, Düsseldorf, 2006.

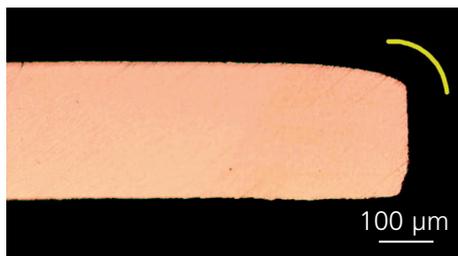


Abb. 3
Einseitige Kantenverrundung an Elektroden von Hochspannungs-Vakuumbauteilen; keine optimierten Elektropolierparameter.

Aufgabenstellung

Das Elektropolieren ist eine in der Industrie etablierte Methode, um Unebenheiten von Metalloberflächen zu reduzieren (Abb. 1).

Beim gut beherrschten Standardelektropolierprozess befinden sich das anodisch gepolte und zu polierende Werkstück sowie eine Gegenelektrode (z.B. aus Platin) in einer auf den Werkstoff abgestimmten Elektrolytlösung. Die für das Polieren optimalen Stromdichten und Temperaturen werden aus entsprechenden Stromdichte-Potenzialkurven entnommen (Abb. 2) und auf die Prozessparameter abgestimmt.

Der Bereich Mikrostruktur und Schadensanalyse des Fraunhofer IWM erarbeitet zurzeit auf der Basis vorliegender Stromdichte-Potenzialkurven ein neues Modell. Mit diesem soll es möglich sein, Kanten geometrien nach dem Elektropolierprozess vorzuberechnen. Im Fokus stehen Polierprozesse, bei denen beide Elektroden aus dem gleichen Material bestehen und mehrmals während des Polierens umgepolst werden müssen.

Vorgehensweise

Ausgangspunkt für die Modellentwicklung ist wie beim herkömmlichen Elektropolieren die Bestimmung der Stromdichte-Potenzialkurve. Die für die Berechnung dieser Kurve notwendigen Parameter werden am Fraunhofer IWM an einem speziell angefertigten Elektropolier-Demonstrator gemessen. An diesem Demonstrator ist es möglich, alle für das Elektropolieren notwendigen Parameter zu variieren und aufzuzeichnen.

Hintergrund für die Untersuchungen sind nicht reproduzierbare Probleme, die z.B. beim Elektropolieren von Hochspannungs-Vakuumbauteilen auftreten. Bei diesen Bauteilen liegen die oben erwähnten Elektropolierbedin-

gungen, bei der beide Elektroden aus dem gleichen Werkstoff bestehen, vor. Hauptziele des Elektropolierens, das hier erst nach dem kompletten Zusammenbau des Bauteils erfolgen kann, sind neben sehr glatten Elektrodenoberflächen vor allem die definierte Verrundung der Elektrodenkanten.

Ergebnisse

Im ersten Abschnitt der Untersuchungen wurden alle an Hochspannungs-Vakuumbauteilen aufgetretenen Elektropolierfehler erfasst. Dabei zeigte sich, dass nur wenige Fehler beim Polieren der Elektrodenoberfläche zu beobachten waren. Die Hauptprobleme lagen dagegen bei reproduzierbaren Elektropolierergebnissen der Elektrodenkanten. Hier kam es bei gleichen Stromdichten zu starken Unterschieden bei der Kantenverrundung, Abb. 3.

Die für eine optimale Kantenausbildung entscheidenden Parameter werden momentan im Rahmen eines Projektes mit Hilfe des Elektropolier-Demonstrators bestimmt und in ein Elektropolier-Modell eingearbeitet.

Dr. Lutz Reißig

lutz.reissig@iwm.fraunhofer.de

Leistungsbereich Mikrostruktur und Schadensanalyse

Fragestellungen, denen sich die Mikrostruktur- und Schadensanalyse widmet, betreffen die Qualitätssicherung von Prozessen in der Zulieferindustrie, Probleme der Serienfertigung oder Einzelfragen zu auftretenden Schäden. Lösungsvorschläge für deren Vermeidung bzw. zur Prozessoptimierung werden erarbeitet.

Ansprechpartner

Dr. Simone Schwarz

simone.schwarz@iwm.fraunhofer.de

Eine neue Bohr- und Auswertestrategie zur Bestimmung von Messunsicherheiten bei der Eigenspannungsermittlung nach dem inkrementellen Bohrlochverfahren

Aufgabenstellung

Das Bohrlochverfahren ist als ökonomische Methode zur teilzerstörenden Eigenspannungsermittlung bekannt. Es beruht auf der Bestimmung von Dehnungsänderungen an der Oberfläche des Bauteils durch definierten Eingriff in das Eigenspannungsgleichgewicht (Bohren eines Sackloches), Abb. 1. Ein wesentlicher Nachteil des Verfahrens ist, dass die Angabe der Messunsicherheit nur durch (meist nicht machbare) Wiederholungsmessungen möglich ist.

Im Rahmen dieses Projektes sollte geprüft werden, ob, abweichend von der üblichen Vorgehensweise beim inkrementellen Bohrlochverfahren (schrittweises Einsenken einer Bohrung), das zusätzliche schrittweise laterale Erweitern eines Bohrlochs die Angabe einer Messunsicherheit durch Regressionsanalyse ermöglicht.

Vorgehensweise

Grundidee zur Berechnung von Messunsicherheiten war, für jeden Tiefenschritt das Bohrloch zusätzlich lateral aufzuweiten und so zusätzliche Dehnungsauslösungen zur Verfügung zu haben, die zur Berechnung einer Messwertstreuung herangezogen werden können. Der funktionale Zusammenhang zwischen den Dehnungsumlagerungen an der Bauteiloberfläche und inkrementeller Elimination spannungsbehafteter Volumenelemente wurde durch Finite-Elemente-Modellierung bestimmt. Diese Kalibrierfunktionen können nun zur Berechnung diskreter Eigenspannungswerte für verschiedene Tiefen und Aufweitungen nach den bekannten linear-elastischen Ansätzen differenzieller Verfahren herangezogen werden. Durch Bohrversuche an einer Zugprobe unter bekannten Lastspannungen wurden die Ergebnisse der Finite-Elemente-Berechnungen verifiziert.

Ergebnisse

Die Auswertung der Bohrschritte mittels der numerisch bestimmten Kalibrierkoeffizienten und eines gängigen differentiellen Auswerteverfahrens ist in Abb. 2 für einen bekannten Lastspannungszustand von 200 MPa gezeigt. Die aus den lateralen Aufbohrschritten errechneten Messwertstreuungen entsprechen den Erfahrungen bezüglich der Reproduzierbarkeit von Eigenspannungsermittlungen nach dem Bohrlochverfahren und bilden bekannte Schwächen des Verfahrens – unsichere Messwerte nahe der Bauteiloberfläche und vor allem in größeren Tiefen – quantitativ ab (die geringfügige Differenz zwischen Lastspannung und mittlerem Messergebnis ist durch Eigenspannungen der Probe verursacht).

Damit ist erstmals die Angabe von Messunsicherheiten bei der Eigenspannungsermittlung nach dem inkrementellen Bohrlochverfahren möglich, ohne dass Wiederholungsmessungen an vergleichbaren Bauteilstellen durchgeführt werden müssen.

Wulf Pfeiffer
wulf.pfeiffer@iwmm.fraunhofer.de

Johannes Wenzel
johannes.wenzel@iwmm.fraunhofer.de

Leistungsbereich Ermüdungsverhalten, Eigenspannungen

Der Leistungsbereich entwickelt experimentelle und numerische Methoden zur Festigkeitsbewertung hochbelasteter Werkstoffe und Bauteile und zur Beeinflussung des Eigenspannungszustandes.

Ansprechpartner

Dr. Michael Luke
michael.luke@iwmm.fraunhofer.de

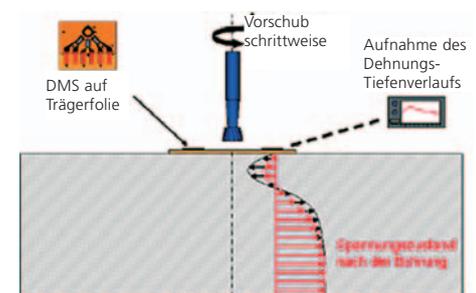


Abb. 1 Prinzip der Eigenspannungsermittlung mittels inkrementellem Bohrlochverfahren.

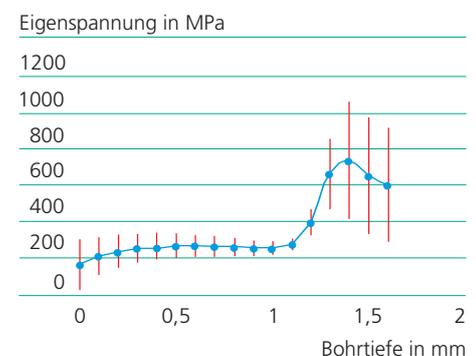


Abb. 2 Gemessener Spannungstiefenverlauf einer Zugprobe unter konstanter Lastspannung. Die ermittelten Messunsicherheiten gestatten die adäquate Bewertung der ermittelten Spannungswerte.

Das Fraunhofer IWM in der Fraunhofer-Gesellschaft:

Kooperationen und Vernetzung

Die Fraunhofer-Gesellschaft

Forschung für die Praxis ist die zentrale Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft. Die 1949 gegründete Forschungsorganisation betreibt anwendungsorientierte Forschung für die Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand. Im Auftrag von Ministerien und Behörden des Bundes und der Länder werden zukunftsrelevante Forschungsprojekte durchgeführt, die zu Innovationen im öffentlichen Nachfragebereich und in der Wirtschaft beitragen.

Die Wirkung der angewandten Forschung geht über den direkten Nutzen für die Kunden hinaus: Mit ihrer Forschungs- und Entwicklungsarbeit tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Sie fördern Innovationen, stärken die technologische Weiterentwicklung, verbessern die Akzeptanz moderner Technik und sorgen auch für Information und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

Ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bietet die Fraunhofer-Gesellschaft die Möglichkeit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung für anspruchsvolle Positionen in ihren Instituten, in anderen Bereichen der Wissenschaft sowie in Wirtschaft und Gesellschaft. Studentinnen und Studenten an Fraunhofer-Instituten eröffnen sich wegen der praxisnahen Ausbildung und Erfahrung hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt derzeit mehr als 80 Forschungseinrichtungen, davon 56 Institute, an 40 Standorten in ganz Deutschland.

12 500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 1,2 Milliarden €. Davon fallen mehr als 1 Milliarde € auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Zwei Drittel dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Nur ein Drittel wird von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen erarbeiten können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

Niederlassungen in Europa, in den USA und in Asien sorgen für Kontakt zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Namensgeber der als gemeinnützig anerkannten Fraunhofer-Gesellschaft ist der Münchner Gelehrte Joseph von Fraunhofer (1787-1826), der als Forscher, Erfinder und Unternehmer gleichermaßen erfolgreich war.

Der Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile

Der Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile bündelt die Kompetenzen der materialwissenschaftlich orientierten Institute der Fraunhofer-Gesellschaft. Fraunhofer-Materialforschung umfasst die gesamte Wertschöpfungskette von der Entwicklung neuer und der Verbesserung bestehender Materialien über die Herstelltechnologie im industriellen Maßstab, die Charakterisierung der Eigenschaften bis hin zur Bewertung des Einsatzverhaltens.

Entsprechendes gilt für die aus den Materialien hergestellten Bauteile und deren Verhalten in Systemen. In all diesen Feldern werden neben den experimentellen Untersuchungen in Labors und Technika gleichrangig die Verfahren der numerischen Simulation und Modellierung eingesetzt. Stofflich deckt der Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile den gesamten Bereich der metallischen, anorganisch-nicht-metallischen, polymeren und aus nachwachsenden Rohstoffen erzeugten Werkstoffe ab.

Sein Know-how setzt der Verbund in den volkswirtschaftlich bedeutenden Handlungsfeldern Energie, Gesundheit, Mobilität, Informations- und Kommunikationstechnologie sowie Bauen und Wohnen ein, um über maßgeschneiderte Werkstoff- und Bauteilentwicklungen Systeminnovationen zu realisieren. Mittelfristige Schwerpunktthemen des Verbundes sind unter anderem:

- Steigerung der Effizienz von Systemen der Energiewandlung und Energiespeicherung,
- Verbesserung der Biokompatibilität und Funktion von medizin- oder biotechnisch eingesetzten Materialien,
- Erhöhung der Integrationsdichte und Verbesserung der Gebrauchseigenschaften von Bauteilen der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik,

- Erhöhung von Sicherheit und Komfort sowie Reduzierung des Ressourcenverbrauchs in den Bereichen Verkehrstechnik, Maschinen- und Anlagenbau.

Die Institute

Fraunhofer-Institut für Kurzzeitdynamik EMI

Leitung: Prof. Dr. Klaus Thoma
79104 Freiburg
Tel. +49 (0) 7 61/27 14-0
Internet: www.emi.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAP

Leitung: Dr. Hans-Peter Fink
Wissenschaftspark Golm
14476 Potsdam
Tel. +49 (0) 3 31/5 68-10
Internet: www.iap.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Leitung: Prof. Dr. Gerd Hauser,
Prof. Dr. Klaus Sedlbauer
Institutsteil Stuttgart
70569 Stuttgart
Tel. +49 (0) 7 11/9 70-00
Institutsteil Holzkirchen
83626 Valley/Oberlaindern
Tel. +49 (0) 80 24/6 43-0
Internet: www.ibp.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT

Leitung: Prof. Dr. Peter Elsner
76327 Pfinztal
Tel. +49 (0) 7 21/46 40-0
Internet: www.ict.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM Bereich Endformnahe Fertigungstechnologien

Leitung: Prof. Dr. Matthias Busse
28359 Bremen
Tel. +49 (0) 4 21/22 46-0
Internet: www.ifam.fraunhofer.de
Bereich Klebtechnik und Oberflächen
Leitung: Prof. Dr. Otto-Diedrich Hennemann
Tel. +49 (0) 4 21/22 46-4 00
Internet: www.ifam.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS

Leitung: Prof. Dr. Alexander Michaelis
01277 Dresden
Tel. +49 (0) 3 51/25 53-5 19
Internet: www.ikts.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Silicatsforschung ISC

Leitung: Prof. Dr. Gerhard Sextl
97082 Würzburg
Tel. +49 (0) 9 31/41 00-0
Internet: www.isc.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

Leitung: Prof. Dr. Eicke Weber
79110 Freiburg
Tel. +49 (0) 7 61/45 88-0
Internet: www.ise.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM

Leitung: Prof. Dr. Peter Gumbsch (Sprecher),
und Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn
Institutsteil Freiburg
79108 Freiburg
Tel. +49 (0) 7 61/51 42-0
Institutsteil Halle
06120 Halle
Tel. +49 (0) 3 45/55 89-0
Internet: www.iwm.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP

Leitung: Prof. Dr. Michael Kröning
66123 Saarbrücken
Tel. +49 (0) 6 81/93 02-0
Internet: www.izfp.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF

Leitung: Prof. Dr. Holger Hanselka
64289 Darmstadt
Tel. +49 (0) 61 51/7 05-1
Internet: www.lbf.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Holzforschung WKI

Leitung: Prof. Dr. Rainer Marutzky
38108 Braunschweig
Tel. +49 (0) 5 31/21 55-0
Internet: www.wki.fraunhofer.de

Vorsitzender des Verbundes:

Prof. Dr. Holger Hanselka, Fraunhofer LBF,
Stellvertreter: Prof. Dr. Peter Elsner, Fraunhofer ICT

Kontakt

Dr. Ursula Eul
Fraunhofer LBF
Bartningstraße 47
64289 Darmstadt
Tel. +49 (0) 61 51/7 05-2 62
E-Mail: ursula.eul@lbf.fraunhofer.de
www.wvb.fraunhofer.de

Fraunhofer-Themenverbund Verkehr

Im Fraunhofer-Themenverbund Verkehr bündeln sechzehn Fraunhofer-Institute ihre verkehrsrelevanten Kompetenzen. Zu den Themenschwerpunkten zählen: Verkehrsmanagement und -systeme; Güterverkehr und Logistik; IT-Systeme für Fahrzeug und Fahrer einschließlich Mikroelektronik-Komponenten; Werkstoffe und Komponenten; Diagnose, Instandhaltung und Sicherheit.

www.verkehr.fraunhofer.de

Ansprechpartner im Fraunhofer IWM:
Dr. Michael Luke

Fraunhofer-Themenverbund Adaptronik

Adaptronik integriert aktuatorische und sensorische Funktionen in Strukturen und verknüpft diese durch adaptive regelungstechnische »Intelligenz«. Hierdurch können Strukturen ihren Zustand selbst erkennen und aktiv auf ihn reagieren. Die Adaptronik hat ein besonderes Einsatzpotenzial in den Bereichen der Fahrzeugtechnik, dem Werkzeugmaschinen- und Anlagenbau, der Medizin-, Luft- und Raumfahrttechnik, der Optik und Wehrtechnik.

www.adaptronik.fraunhofer.de

Ansprechpartnerin im Fraunhofer IWM: Dr. Bärbel Thielicke

Fraunhofer-Themenverbund Nanotechnologie

Nanotechnologie umfasst Querschnittstechnologien mit Werkstoffen, Bauteilen und Systemen, deren Funktion auf den besonderen Eigenschaften nanoskaliger (< 100 nm) Größenordnung beruhen. In der Fraunhofer-Gesellschaft sind mehr als 20 Institute auf diesem Gebiet tätig. Der Themenverbund fokussiert seine Aktivitäten auf zwei Leitthemen: Multifunktionelle

Schichten für den Automobilbereich und das Design spezieller Nanopartikel als Trägersubstanzen für Biotechnik und Medizin.

www.nano.fraunhofer.de

Ansprechpartner im Fraunhofer IWM:
Dr. Michael Moseler, Prof. Dr. Andreas Heilmann

Fraunhofer-Themenverbund Hochleistungskeramik, Fraunhofer- Demonstrationszentrum Hochleistungskeramik

Werkstoffe und Bauteile auf der Basis von Hochleistungskeramik stellen ein ausgewiesenes Kompetenzfeld der Fraunhofer-Gesellschaft dar. Entlang der gesamten Wertschöpfungskette reicht das Forschungsspektrum von der Modellierung und Simulation über die anwendungsorientierte Entwicklung von Werkstoffen, Fertigungsprozessen und Bearbeitungstechnologien bis hin zur Bauteilcharakterisierung, Bewertung und zerstörungsfreier Prüfung unter Einsatzbedingungen.

www.advancer.fraunhofer.de

Ansprechpartner im Fraunhofer IWM:
Dr. Andreas Kailer

Fraunhofer-Themenverbund Numerische Simulation von Produkten, Prozessen

Das Ziel des Themenverbundes ist es, institutsübergreifende Aufgabenstellungen zur Entwicklung und Verbesserung von Simulationsverfahren aufzugreifen und als Ansprechpartner für öffentliche und industrielle Auftraggeber die Interessen der im Verbund zusammengeschlossenen Institute zu vertreten. Die Bündelung der Kompetenzen aus dem IuK-Bereich mit dem Werkstoff- und Bauteil-Know-how sowie mit der Oberflächen- und Produktionstechnik verspricht innovative Ergebnisse.

www.nusim.fraunhofer.de

Ansprechpartner im Fraunhofer IWM:
Prof. Dr. Peter Gumbsch

Das Fraunhofer-Pilotanlagenzentrum für Polymersynthesen und -verarbeitung

Das Fraunhofer Pilotanlagenzentrum für Polymersynthese und -verarbeitung PAZ im ValuePark der Dow Olefinverbund GmbH, Schkopau, ist eine gemeinsame Initiative der Fraunhofer-Institute für Angewandte Polymerforschung IAP und Werkstoffmechanik IWM. Das PAZ entwickelt neue Produkte und Technologien entlang der gesamten Wertschöpfungskette, ausgehend vom Monomer über die Synthese und Verarbeitung bis zum geprüften Bauteile nach Maß. Das Leistungsangebot umfasst Polymersynthesen im Labormaßstab und die verfahrenstechnische Überführung in die Pilotanlagen (bis zu 750 l Reaktorvolumen), die Entwicklung von Kunststoffcompounds und die Optimierung von Compoundier- und Verarbeitungsprozessen.

Ansprechpartner im Fraunhofer IWM:
Dr. Michael Busch

Integrierte Leichtbausysteme (Fraunhofer-Innovationsthema, Koordination Fraunhofer IWM)

Die Institute der Fraunhofer-Gesellschaft stellen in vielen Disziplinen des Leichtbaus ihre Kompetenz zur Generierung fachspezifischer Innovationen und deren Überführung in die Praxis unter Beweis. Zusammen bilden sie darüber hinaus auch die für die Schlüsseltechnologie »Leichtbau« relevanten Kompetenzfelder in ihrer Breite ab. Durch die Bündelung der systemübergreifenden Leichtbaukompetenzen

ihrer Institute und deren Weiterentwicklung ist die Fraunhofer-Gesellschaft in der Lage, sich noch wirkungsvoller für die Erhaltung und den Ausbau der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen und europäischen Fahrzeug- und Maschinenbauindustrie einzusetzen. Mit institutsübergreifenden Projekten und koordinierter Vorlauforschung gehen die Fraunhofer-Institute gemeinsam die Herausforderung »Integrierte Leichtbausysteme« an.

Ansprechpartner im Fraunhofer IWM:
Dr. Thomas Hollstein

Simulierte Realität: Werkstoffe, Produkte und Prozesse (Fraunhofer-Innovationsthema, Koordination Fraunhofer IWM)

Simulierte Realität bezeichnet den Ansatz, naturwissenschaftlich/technische Simulation und Optimierung mit modernen Visualisierungs- und Interaktionsmethoden wie Virtual Reality zusammenzuführen. Schwerpunkt ist die Entwicklung von Softwarewerkzeugen für ein integriertes Design von Werkstoffen, Produkten und Prozessen. Diese gestatten sowohl die simulationsbasierte Abwägung von Varianten (Computational Engineering) als auch eine multikriterielle Optimierung (Reverse Engineering). Simulierte Realität beschleunigt durch Multiskalenmaterialmodellierung die Bauteilentwicklung und verbessert das Verständnis des Bauteilverhaltens. Insbesondere für ein integriertes Design von Produkten und Prozessen werden Virtual-Reality-basierte interaktive Entscheidungswerkzeuge bereitgestellt.

Ansprechpartner im Fraunhofer IWM:
Prof. Dr. Peter Gumbsch

crashMAT, Freiburger Zentrum für crashrelevante Material- und Bauteilcharakterisierung

Zur Vorhersage der Crashsicherheit von Fahrzeugkomponenten werden im Rahmen von crashMAT, einer Kooperation der Fraunhofer-Institute IWM und EMI, validierte Lösungsansätze auf Basis experimenteller und numerischer Bewertungsmethoden entwickelt und angewendet, mit denen in Ergänzung zur Energieaufnahme und zum Verformungsverhalten auch Versagen oder Bruch von Strukturkomponenten vorausberechnet werden können.

Neben der Entwicklung stellt die Standardisierung experimenteller und numerischer Bewertungsmethoden einen wichtigen Bestandteil der crashMAT Arbeiten dar. In einem aktuellen, von der AiF geförderten Projekt, wird zusammen mit Partnern aus der Industrie eine Richtlinie zur Ermittlung gültiger Werkstoffkennwerte für die Crashsimulation erarbeitet. Damit wird ein wesentlicher Beitrag zur Standardisierung und Bewertung von Prüfmethoden und Auswerteverfahren für die Werkstoffgruppen (Stahl, Al- und Mg-Legierungen) und die Produkte (Blech, Strangpressprofil und Guss) geleistet.

Ansprechpartner im Fraunhofer IWM:
Dr. Dieter Siegele

Ansprechpartner im Fraunhofer EMI:
Priv.-Doz. Dr. Stefan Hiermaier
www.crashmat.de

Gemeinschaftsforschung in der Fraunhofer-Gesellschaft

Kontinuierliche Technologie zur Herstellung von Saphirfasern (KonTeSa)

Die Wirtschaftsorientierte Strategische Allianz KonTeSa zielt auf eine neuartige, kontinuierliche Technologie zur Herstellung von sehr dünnen Saphirfasern mit Durchmessern von ca. 12 μm . Die Gefüge der Fasern sollen zur Erreichung einer hohen Kriechfestigkeit zu 80 Volumenprozent aus Einkristallen von 150 μm und länger bestehen. Diesen Part bearbeitet das Fraunhofer ISC in Würzburg.

Die Aufgaben des Fraunhofer IWM bestehen in der numerischen Simulation zum Kornwachstum sowie in der mikrostrukturellen und mechanischen Charakterisierung der zu entwickelnden Fasern und einkristallinen Faserabschnitte.

Ansprechpartner im Fraunhofer IWM: Dr. Bärbel Thielicke, Heiko Knoll

Multifunktionale Membrankonstruktionen – Variable Membrankonstruktionen für den Leichtbau

Ziel der Wirtschaftsorientierten Strategischen Allianz »Multifunktionale Membrankonstruktionen« ist es, die Eigenschaften und die Funktionalität von ETFE-basierten Membranen, Membrankissen und Kissen-Gesamtsystemen (in der Kombination mit anderen Nichtmembran-Systemen) zu verbessern. Aus den bisherigen Möglichkeiten der Kombination verschiedener Membranlagen und Systemkomponenten soll ein bauphysikalisch und

materialtechnisch optimierter Systembaukasten entwickelt werden, mit dem sich einfach und zielgerichtet bestehende Anforderungen an ein membranumschlossenes Gebäude realisieren lassen.

Ansprechpartner im Fraunhofer IWM: Jörg Lucas, Prof. Dr. Andreas Heilmann

Wirtschaftliche Serienproduktion maßgeschneiderter Optikkomponenten aus Glas mit hohem Marktpotenzial (Tailored Optics)

Ziel der Wirtschaftsorientierten Strategischen Allianz »Tailored Optics« ist die Entwicklung, Optimierung und Bewertung der gesamten Technologiekette für die Herstellung hochpräziser Hartmetall-Formwerkzeuge für die Glasheißformgebung. Letztlich soll erreicht werden, marktfähige Optiken aus Glas für zukunftssträchtige Anwendungen in fortschrittlichen Systemen bereitzustellen. Zentrales Ergebnis bildet neben der Werkzeugkonzeption und -konstruktion, die Formwerkstoffherstellung, die Ultrapräzisionsbearbeitung, die Beschichtung sowie der Einsatz der Werkzeuge in der Heißformgebung. Die schnelle und erfolgreiche Umsetzung der zugehörigen FuE-Aktivitäten wird durch die ausgewiesenen Kompetenzen der beteiligten Institute (IWM, IOF, IPT, IKTS und IWU) sichergestellt.

Ansprechpartner im Fraunhofer IWM: Dr. Frank Burmeister, Dr. Peter Manns

Gemeinschaftsforschung in der Fraunhofer-Gesellschaft

Technische Nutzung von Forisomen

Im Rahmen dieses Projektes soll ein erst kürzlich charakterisiertes mechano-chemisches Protein – das Forisom – auf biotechnologischer Basis hergestellt und technische Einsatzmöglichkeiten für Mikro- und Nanosysteme gefunden werden. Am Fraunhofer IWM in Halle werden die biophysikalischen Eigenschaften bewertet (Morphologie, Kraftwirkung, mechanische Einsatzbewertung) und Prototypen für Mikro- und Nanosysteme (z. B. molekulare Pinzetten, mikrofluidische Schalter oder Linearmotoren) konstruiert.

Ansprechpartner im Fraunhofer IWM:
Prof. Dr. Andreas Heilmann

Nano-und Mikrostrukturen in Bauteilen mit hoher Zuverlässigkeit der Funktionseigenschaften – nano Z

Der Schwerpunkt liegt in der Untersuchung elementarer Schädigungsprozesse an elektromechanisch, thermomechanisch, biochemisch-biomechanisch und elektrochemisch beanspruchten Materialverbänden. Sie bestimmen beispielsweise die Funktion und Zuverlässigkeit von mikroelektronischen Bauelementen, keramischen Aktuatoren, Brennstoffzellen oder schaltbaren Polymerschichten. Hierfür werden neue Analyse- und Bewertungsverfahren entwickelt.

Ansprechpartner im Fraunhofer IWM:
Dr. Matthias Petzold, Frank Altmann

Carbon Nanotube Aktoren (Carnak)

Ziel ist die Optimierung der elektrochemischen Aktuation von Papier aus Kohlenstoffnanoröhrchen. Das Fraunhofer IWM ist innerhalb des Konsortiums für die Multiskalendellierung der zugrundeliegenden Mechanismen zuständig.

Ansprechpartner im Fraunhofer IWM:
Dr. Michael Moseler

Anhang

Personen, Ereignisse, Ausbildung

Preise und Ehrungen

Verleihung des Hugo-Geiger-Preises der Fraunhofer-Gesellschaft an Frauke Junghans für ihre Diplomarbeit zur »Mikro-mechanischen Charakterisierung von Seidenproteinschichten«. Verliehen anlässlich der Jahrestagung der Fraunhofer-Gesellschaft am 19.10.2006.

Verleihung des Werkstoffmechanikpreises der PMG Füssen GmbH an Christof Koplin am 09.06.2006 anlässlich der Kuratoriumssitzung des Fraunhofer IWM. Anerkennungsprämien für Nominierung zum Werkstoffmechanik-Preis an Frauke Junghans und Andriy Krasowsky.

Verleihung des Diplomandenpreises der »European Powder Metallurgy Association EMPA« an Baris Ahmet Yazici für seine Arbeit »Numerical organisation of a workpiece geometry for PM surface densification process«.

Gäste im Institut Freiburg

Ibrahim Zaed Al-Shami
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
01.09.05-31.12.06

Daniel Cole
Cavendish Laboratory, Cambridge,
United Kingdom
15.05.06-16.06.06

Lucio Colombi Ciacchi
Stipendiat der Alexander-von-
Humboldt Stiftung
01.07.05-31.12.06

Matthias Gurr
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
01.04.06-31.03.07

Mohamed Harraz
German University Cairo, Ägypten
01.07.06-30.09.06

Adham Hashibon
Universität Karlsruhe
01.04.05-31.03.07

Lucy Heady
Cavendish Laboratory, Cambridge,
United Kingdom
04.05.06-10.06.06

Björn Henrich
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
01.11.03-30.06.06

Bernd Huber
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
01.10.05-30.09.06

Iyas Khader
Universität Karlsruhe
15.08.06-14.08.08

Marcin Kniec
Lublin University of Technology,
Polen
27.11.05-27.02.06

Pekka Koskinen
Academy of Finland,
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
01.02.06-31.01.07

Gianpietro Moras
King's College London,
United Kingdom
20.11.06-22.12.06

Mohamed Newishy
German University Cairo, Ägypten
15.09.06-14.09.07

Luigia Pezzi
University of Calabria, Italien
03.10.06-31.10.06

Jisen Qiao
Lanzhou University of Technology,
China
01.05.06-30.09.06

Sergey Rikhert
Fraunhofer IZFP, Saarbrücken
12.12.05-20.02.06

Ben Russell
Cavendish Laboratory, Cambridge,
United Kingdom
05.12.05-20.01.06

Jolanta Sadowska
Lublin University of Technology,
Polen
01.06.06-31.08.06

Tomasz Sadowski
Lublin University of Technology,
Polen
01.06.06-31.08.06

Dieter Stahn
01.09.05-31.12.06

Jiri Svoboda
Universität Brno, Tschechien
24.07.06-04.08.06

Diplomarbeiten

Bianca Böttge
Technische Universität
Bergakademie Freiberg
Untersuchung der mechanischen
und mikrostrukturellen Eigen-
schaften von Silizium-Glaslot-
Silizium und Silizium-Glaslot-Stahl
Verbindung

Frank Dietrich
Fachhochschule Merseburg
Entwicklung und Optimierung
einer laserstrahlbasierten Deh-
nungsmessung (ISDG)

Philipp Dietsche
Fachhochschule Köln
Auslegung und Aufbau eines
Prüfstands für Hochtemperatur-
Rohrversuche

Daniel Ebel
Fachhochschule Furtwangen
Entwicklung und Prüfung einer
Ansteuerung für komplexe mecha-
nische Testungen an biomedizini-
schen Materialien und medizinisch-
technische Komponenten

Daniela Eberl
Fachhochschule Offenburg
Biaxiale Beanspruchung von GFK-
Rohrproben

Sigrun Ebest
Fachhochschule Bonn-Rhein-Sieg
Funktionalisierte Beschichtungen
für die Heißformgebung

Verena Fuhr
Fachhochschule Koblenz
Schädigungsverhalten von
Keramikoberflächen

Birgit Haug
Fachhochschule Furtwangen
Abformverhalten von anorgani-
schem Glas im Kontakt mit neuen
Formenwerkstoffen

Yvonne Jahn
Universität Halle-Wittenberg
Untersuchung des Einflusses tech-
nologischer Parameter bei der
Verarbeitung mit CRF verstärktem
HDPE an der IMC auf die mechani-
schen Eigenschaften

Normen Kilgus
Universität Karlsruhe
Numerische Untersuchung zum Einfluss von Verfestigungen und Eigenspannungen beim instrumentierten Eindruckversuch

Michael Krause
Universität Halle-Wittenberg
Gefügeentwicklung und lokale mechanische Eigenschaften von Lotkontaktierungen mikroelektronischer Bauelemente

Cecile Krebs
Institut Supérieur de Mécanique des Paris, Supméca (Frankreich)
Numerische Untersuchungen zum Sensor- und Aktuatoreinsatz von PZT-Flächenkompositen

Maik Längin
Fachhochschule Offenburg
Herstellung asphärischer Presswerkzeuge für die Glasformgebung durch Hochpräzisionsbearbeitung

Mathias Löffler
Universität Chemnitz
Untersuchungen zur Lebensdauer von PZT-Flächenkompositen für Aktuator- und Sensoranwendungen

Gerhard Maier
Universität Stuttgart
Implementation of a mechanical finite-element for the use with hypoelastic constitutive equations

Pablo Martinez-Rodriguez
Universität Stuttgart
Application of kriging interpolation to parameter identification problems

Naumann Falk
Universität Dresden
Charakterisierung dynamischer Eigenschaften und Parameter-Identifikationen an Silizium-MEMS-Strukturen

Kerstin Oehse
Universität Halle-Wittenberg
Bewertung von Zellkulturen auf funktionalisierten Oberflächen mit elektronenoptischen Verfahren

Christian Probst
Fachhochschule Merseburg
Entwicklung eines Mikrodruckprüfstandes zur Bewertung von Bonddrähten

Christian Retschke
Universität Dresden
Messvorrichtung zur Bestimmung der Abzugsgeschwindigkeit von Rovings

Carsten Sauerbier
Fachhochschule Furtwangen
Elektrostatisches Spinnen biokompatibler Polymervliese

Tobias Schenk
Universität Freiburg
Numerische Simulation des Drahtziehens von Wolfram-Verformungs- und Versagensverhalten

Michael Schlesinger
Fachhochschule Offenburg
Lebensdauervorhersage thermisch und mechanisch belasteter Kraftwerksbauteile

Volker Steier
Fachhochschule Furtwangen
Optimierung der Polymerisationsbehandlung von Polymer-Keramik-Verbundwerkstoffen mit interpenetrierenden Matrices

Markus Vogel
Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig
Messung und Simulation der Verformungseigenschaften von Au-Drahtbondloops

Johannes Wenzel
Universität Karlsruhe
Ermittlung von Messunsicherheiten bei der Eigenspannungsermittlung nach dem Bohrlochverfahren durch Anwendung einer neuen Bohrstrategie

Vorlesungen

WS 2005/2006
Electronic Structure of Condensed Matter 1
Prof. Dr. Christian Elsässer
Universität Stuttgart

Versagensverhalten von Konstruktionswerkstoffen
Prof. Dr. Peter Gumbsch, Prof. Dr. Oliver Kraft und Dr. Daniel Weygand
Universität Karlsruhe

Werkstoffmodellierung und Simulation I
Prof. Dr. Peter Gumbsch
Universität Karlsruhe

Übungen Werkstoffmodellierung und Simulation I
Prof. Dr. Peter Gumbsch, Dr. Daniel Weygand und Astrid Walcker
Universität Karlsruhe

Einführung in das wissenschaftliche Programmieren
Prof. Dr. Peter Gumbsch und Dr. Daniel Weygand
Universität Karlsruhe

Werkstoffmechanik: Aktuelle Themen
Prof. Dr. Peter Gumbsch und Mitarbeiter
Universität Karlsruhe

Surface Modification, Corrosion, Corrosion Protection
Prof. Dr. Andreas Heilmann
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Technologies for Microsystem Fabrication
Prof. Dr. Andreas Heilmann
Hochschule Anhalt, Köthen

Angewandte Mechanik – Plastizität
Priv.-Doz. Dr. Jörg Hohe
Universität Siegen

Werkstoffe und Technologie der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik

Prof. Dr. Dieter Katzer, Dr. Matthias Petzold, Prof. Dr. Andreas Heilmann
Fachhochschule Merseburg

Introduction to Multiscale Modeling of Materials
Priv.-Doz. Dr. Michael Moseler
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Bruchmechanismen
Prof. Dr. Hermann Riedel
Universität Karlsruhe

SS 2006
Electronic Structure of Condensed Matter 2
Prof. Dr. Christian Elsässer
Universität Stuttgart

Anwendung höherer Programmiersprachen im Maschinenbau
Prof. Dr. Peter Gumbsch und Dr. Daniel Weygand
Universität Karlsruhe

Qualitätsmanagement und strukturierte Projektarbeit
Prof. Dr. Peter Gumbsch und Mitarbeiter
Universität Karlsruhe

Mikrostruktur basierte Werkstoffmechanik
Prof. Dr. Peter Gumbsch und Dr. Daniel Weygand
Universität Karlsruhe

Surface Modification, Corrosion, Corrosion Protection
Prof. Dr. Andreas Heilmann
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Mechanik der Verbundwerkstoffe
Priv.-Doz. Dr. Jörg Hohe
Universität Siegen

Technische Akustik
Prof. Dr. Peter Holstein
Technische Universität Ilmenau

Surface growth: from toy models via continuum growth equations to fractal theories
Priv.-Doz. Dr. Michael Moseler
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Numerische Simulation von Fertigungsschritten und Bauteilverhalten
Prof. Dr. Hermann Riedel
Universität Karlsruhe

WS 2006/2007

Superconductivity 1
Prof. Dr. Christian Elsässer
Universität Stuttgart

Versagensverhalten von Konstruktionswerkstoffen
Prof. Dr. Peter Gumbsch,
Prof. Dr. Oliver Kraft und
Dr. Daniel Weygand
Universität Karlsruhe

Werkstoffmodellierung und Simulation
Prof. Dr. Peter Gumbsch
Universität Karlsruhe

Übungen zu Werkstoffmodellierung und Simulation
Prof. Dr. Peter Gumbsch und
Dr. Daniel Weygand
Universität Karlsruhe

Einführung in das wissenschaftliche Programmieren
Prof. Dr. Peter Gumbsch und
Dr. Daniel Weygand
Universität Karlsruhe

Werkstoffmechanik: aktuelle Themen
Prof. Dr. Peter Gumbsch und
Mitarbeiter
Universität Karlsruhe

Technologies for Microsystem Fabrication
Prof. Dr. Andreas Heilmann
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Angewandte Mechanik – Plastizität
Priv.-Doz. Dr. Jörg Hohe
Universität Siegen

Werkstoffmechanik
Prof. Dr. Peter Holstein
Technische Universität Ilmenau

Werkstoffe und Technologie der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik
Prof. Dr. Dieter Katzer,
Dr. Matthias Petzold, Prof. Dr. Andreas Heilmann
Fachhochschule Merseburg

Introduction to density functional theory
Priv.-Doz. Dr. Michael Moseler
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Bruchmechanismen
Prof. Dr. Hermann Riedel
Universität Karlsruhe

Photovoltaik
Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Vom Fraunhofer IWM organisierte Veranstaltungen

2. International Workshop on Wafer Bonding for MEMS Technologies
09.-11.04.06, Halle

CrashMat-Tagung des Freiburger Zentrums für crashrelevante Bauteilcharakterisierung
25.-26.04.06, Freiburg
(Gemeinschaftsveranstaltung von Fraunhofer IWM und Fraunhofer EMI)

»CrossBeam®«-Workshop und Inbetriebnahme der neuen Zeiss 1540EsB CrossBeam®-Workstation
26.-27.04.06, Halle

Festveranstaltung 35 Jahre Fraunhofer IWM
09.05.06, Denzlingen

3. International Conference Multiscale Materials Modeling
18.-22.09.06, Freiburg

Kolloquium »Analytik und Metrology in der Halbleiterindustrie: neue Prozesse, neue Materialien, neue Konzepte« anlässlich Verabschiedung von Prof. Dr. Dieter Katzer in den Ruhestand
28.09.06, Halle

Workshop Keramische Hochleistungswerkstoffe: Werkstoffprüfung, Lebensdauerberechnung
16. und 17. November 2006, Freiburg (Veranstaltung des Fraunhofer Demonstrationszentrums Hochleistungskeramik AdvanCer, Beteiligung Fraunhofer IWM)

Messebeteiligungen

Hannover Messe Industrie
24.-28.04.06, Hannover

Glasstec
24.-28.10.06, Düsseldorf

Composites Europe 2006
20.-22.09.06, Essen

Seminare Freiburg

13.01.2006
 Marcel Berveiller
 Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers (ENSAM), Laboratoire de Physique et de Mécanique des Matériaux (LPMM), Metz, Frankreich
 Modeling martensitic transformation at different length scales

20.01.2006
 Frank Burmeister
 Fraunhofer IWM, Freiburg
 Erzeugung, Eigenschaften und Anwendungen nanostrukturierter Hartstoffschichten

10.02.2006
 Yakiv Brontfeyn
 Fraunhofer IWM, Freiburg
 LABVIEW- Lösungen für komplexe Versuchsaufbauten im IWM, Erfahrungen und Neuigkeiten

24.02.2006
 Uwe Vohrer
 Fraunhofer IGB, Stuttgart
 Aktuatoren aus Kohlenstoffnanoröhrchen

17.03.2006
 Robert Eberlein
 Biomechanics and Implants, Sulzer Innotec, Winterthur (CH)
 Evaluierung von Rückenimplantaten: eine große Herausforderung für die Kontinuumsmechanik

05.05.2006
 Volker Schulze
 Institut für Werkstoffkunde, Universität Karlsruhe
 Simulation von Wärmebehandlungsprozessen an Stählen – Umwandlungsvorgänge, Wärmeübergang und Komplexität der Bauteilgeometrie

12.05.2006
 Volker Steier
 Fraunhofer IWM, Freiburg
 Kunststoff-Keramik-Verbundwerkstoff für die dentale Restauration – Herstellung und Verfahrensoptimierung

09.06.2006
 Yanyao Jiang
 Department of Mechanical Engineering, Univ. of Nevada, Reno, USA, z. Z. TU Darmstadt
 Constitutive modeling and life time prediction on metallic materials

30.06.2006
 Thomas Evertz
 Werkstoffsimulation und -optimierung, Salzgitter Mannesmann Forschung, Salzgitter
 Entwicklungen auf dem Stahlsektor – Eigenschaften von Stahl

07.07.2006
 Matthias Scherge
 IAVF Antriebstechnik AG, Karlsruhe
 Tribologische Nanoeffekte bei Reibung und Verschleiß

14.07.2006
 Lutz Reissig
 Fraunhofer IWM, Freiburg
 Einfluss verschiedener Bearbeitungsverfahren auf die Titanlegierung Ti6Al4V

21.07.2006
 Thomas Speck
 Fakultät für Biologie, Universität Freiburg
 HighTech Labor Natur – von Pflanzen lernen für die Technik

11.08.2006
 Frank Henning
 Fraunhofer ICT, Pfinztal
 Ein Überblick über FuE im ICT und einige interessante Ergebnisse

15.09.2006
 Christof Koplin
 Fraunhofer IWM, Freiburg
 Der Aufbau von Eigenspannungen und die Bestimmung mechanischer Kennwerte während der Lichtpolymerisation von dentalen Kompositen

22.09.2006
 Wolfgang Niessner
 Pfeiffer Vacuum GmbH, Asslar
 Vacuum-Pumpen für die Hartstoffbeschichtung

13.10.2006
 Thomas Böllinghaus, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin
 Werkstoffunterstützte Rissbildung in Rohrleitungsschweißungen

20.10.2006
Thomas Böhlke
Institut für Technische Mechanik,
Universität Karlsruhe
Texturbasierte Werkstoffmodel-
lierung

27.10.2006
Hermann Riedel
Fraunhofer IWM, Freiburg
Entbindern von keramischen Piezo-
aktoren

10.11.2006
Mariya Yurachko
Fraunhofer IWM, Freiburg
Quasikristalle: Die dritte Art der
Festkörper

24.11.2006
Andreas Kailer
Fraunhofer IWM, Freiburg
Grafitschichten auf SiC für tribo-
logische Anwendungen in Dich-
tungen und Lagern

08.12.2006
Silke Sommer
Fraunhofer IWM, Freiburg
Modellierung des Verformungs-
und Versagensverhalten von Punkt-
schweißverbindungen

13.12.2006
Olivier Chauvet, CNRS, IMN,
Universität Nantes, Frankreich
Elaboration, characterization and
physical properties of carbon nano-
tubes/polymer composites

Seminare Halle

12.04.2006
Kevin Turner
University of Wisconsin, Madison
Measurement of the Viscoelastic
Properties of Red Blood Cells

12.04.2006
Ronny Schulz
Lehrstuhl für Zelltechniken und
Angewandte Stammzellbiologie;
Universität Leipzig
Biomechanische Aspekte des
Knorpel Tissue Engineerings

06.07.2006
Franz Faupel
Lehrstuhl für Materialverbunde,
Technische Fakultät der Universität
Kiel
Polymer-Metall-Nanocomposite für
funktionelle Anwendungen

21.08.2006
Derek J. Hansford
The Ohio State University,
Department of Materials Science &
Engineering
Biological micromechanics and bio-
medical microdevices

Projektübersicht

Geschäftsfeld Hochleistungswerkstoffe und Tribosysteme

Verschleißschutz, Tribologie, Technische Keramik

DiaCer: Diamantbeschichtete Keramiken – Werkstoffentwicklung und Anwendungsqualifizierung für Wendeschneidplatten, Ziehsteine und Gleitringdichtungen (BMBF, Industrie)

Neue keramische Werkstoffe für Form- und Profilwalzen und andere Komponenten der Walztechnik (BMBF, Industrie)

Keramische Walzsysteme aus Siliciumnitrid (DFG)

Keramikwerkzeuge für die Glasfertigung (BMW, Industrie)

Demonstrationszentrum »AdvanCer« Systementwicklung mit Hochleistungskeramik (Fraunhofer-Gesellschaft)

Modellierung des tribologischen Verhaltens von Siliciumcarbid in Wasser auf Basis der Korrosionseigenschaften (DFG)

Keramikverschraubungen (Fraunhofer-Gesellschaft)

Entwicklung einer wirtschaftlichen Bearbeitungstechnologie für das Hochgeschwindigkeits- und Hochleistungsplanschleifen mit Planetenkinematik (Fraunhofer-Gesellschaft)

Verbundwerkstoffe

Ermittlung mechanischer Kennwerte von Verbundwerkstoffen (Industrie)

Entwicklung von Prüfkonzepten für kurzfaserverstärkte CMC für Bremsscheibenanwendungen (Industrie)

Bewertungskonzept für C/SiC-Bauteile (Industrie)

Zuverlässigkeit von CFC-Werkstückträgern in der Wärmebehandlung (Fraunhofer-Gesellschaft)

Experimentelle Schädigungsanalysen und Entwicklung numerischer Modelle zur Lebensdauervorhersage von Piezoaktuatoren in Werkzeugmaschinen (DFG)

Entwicklung einer peristaltischen Mikropumpe auf Basis intelligenter Faserverbundstrukturen (BMBF, Industrie)

Mechanische Bewertung von interpenetrierten Metall-Keramik-Verbundwerkstoffen (Land Baden-Württemberg, Land Bayern, DFG, Fraunhofer-Gesellschaft)

Biomedizinische Materialien und Implantate

Bewertung der mechanischen Sicherheit von metallischen und keramischen Hüftgelenkskomponenten im Langzeiteinsatz (Industrie)

Vergleich des Ermüdungsverhaltens von Knochenzementen in unterschiedlichen Belastungsanordnungen (Industrie)

Polymerisationsschrumpfung und Ermüdungsverhalten von Dentalfüllungskompositen und Dentalkeramiken (Industrie)

Untersuchung der Wechselwirkungen von Zahnpflegeprodukten mit humanen Schmelz- und Dentinoberflächen (Industrie)

Randschichttechnologien

Herstellung und Qualifizierung von in situ strukturierten DLC-Schichten (BMBF, Industrie)

Optimales geschmiertes tribologisches System mit Kohlenstoffschichten (BMBF, Industrie)

Entwicklung eines geeigneten Materialsystems für Lagerungen einer Hermetik-Kompaktpumpe (BMW, Industrie)

Entwicklung dicker DLC-Schichten (BMBF, Industrie)

Geschäftsfeld Sicherheit und Verfügbarkeit von Bauteilen

Anlagensicherheit, Bruchmechanik

Weiterentwicklung von Bewertungskonzepten für Risspostulate in plattierten Kraftwerkkomponenten (Gesellschaft für Reaktorsicherheit, BMWi)

Bruchmechanische Sicherheitsbewertungen und Traglastberechnungen von Reaktordruckbehältern (Industrie)

Einsatz von schädigungsmechanischen Methoden zum Nachweis der Fehlertoleranz von Raumfahrtkomponenten (Industrie)

Bewertung von Rohrleitungen und Maschinenbauteilen mit numerischen und bruchmechanischen Methoden (Industrie)

Entwicklung von probabilistischen Berechnungsmethoden zum Strukturverhalten heterogener Werkstoffe (DFG)

Design eines Verbundwerkstoffes für Hochtemperaturanwendungen (FZK)

Lebensdauerbewertung von Schweißverbindungen für zukünftige emissionsarme Kraftwerke (BMW, EU)

Crashesicherheit, Schädigungsmechanik

Entwicklung und Anwendung von Ersatzmodellen zur Modellierung von Klebverbindung unter Crashbelastung (FOSTA)

Charakterisierung und Ersatzmodellierung von Hybridverbindungen (Punktschweißen + Kleben, Stanznieten + Kleben) unter Crashbelastung (Industrie)

Bestimmung von Schädigungsparametern für die Crashsimulation von Aluminiumkomponenten (Industrie)

Durchgängige Modellierung des Versagens bei Umform- und Crashsimulation (Industrie)

Dehnraten- und Mehrachsigeinfluss auf das Bruchverhalten von Gusswerkstoffen (Industrie)

Charakterisierung und Modellierung von Kunststoffen unter Crashbelastung (Industrie)

Numerische Berechnung von CTOD-Werten für Biegeproben und Rohre mit Rissen in der Schweißnaht (Industrie)

Untersuchung des Einflusses mikroskopischer Deformationsmechanismen auf das makroskopische Verhalten gummimodifizierter Thermoplaste (DFG)

Geschäftsfeld Komponenten der Mikrosystemtechnik und Nanotechnologien

Diagnose und Bewertung von Mikrosystemen

Material- und Technologiebewertung für drahtgebundene mikroelektronische Bauelemente (Industrie)

Defekt- und Phasenbildung in bleifreien Lotkontaktierungen (BMBF)

Analyse von Bauelementen der Automobilelektronik (Industrie)

Entwicklung von Prüf- und Diagnoseverfahren für die Aufbau- und Verbindungsbildung (EU, BMBF, Industrie)

Bewertung der mechanischen und strukturellen Eigenschaften von Mikrofräswerkzeugen (BMBF)

Bewertung nanotechnologischer Verfahrensschritte für Pigmente und Lacksysteme (Industrie)

Mikromechanische und mikrostrukturelle Charakterisierung von einkristallinen Fasern bei Belastungen (Fraunhofer-Gesellschaft)

Mikromechanische Komponenten

Festigkeit und Zuverlässigkeit wafergebondeter Bauteile (BMBF, Industrie)

Mechanische Eigenschaften dünner Halbleitersubstrate (BMBF, Industrie)

Charakterisierung der Wechselwirkung von Prozessbedingungen und Strukturverhalten in mikromechanischen Siliciumbauteilen (Industrie)

Lebensdauer von zyklisch belasteten mikromechanischen Bauteilen (Industrie)

Mechanische Prüfung mikro- und nanoskopischer Komponenten (Industrie)

Test und Simulation von hybrid montierten Siliciummikrosystemen (BMBF, Industrie)

Messung und Parameteridentifikation an Mikrosystemen auf Waferenebene (BMBF, Industrie)

Halbleitertechnologie und Diagnostik

Charakterisierung der Wechselwirkungen zwischen Prozessbedingungen und Strukturverhalten in mikroelektronischen Bauelementen (Industrie)

Entwicklung innovativer Fehlerlokalisierungs- und Fehleranalyseverfahren für die Halbleitertechnologie (EU, BMBF, Industrie)

Entwicklung innovativer Zielpräparationsverfahren für die Nanoanalytik (Industrie)

Spannungsanalyse im Nanometerbereich an mikroelektronischen Bauelementstrukturen (Land Sachsen-Anhalt)

Sicherung der Zuverlässigkeit von nanostrukturierten Komponenten (Fraunhofer-Gesellschaft)

Geschäftsfeld Werkstoffbasierte Prozess- und Bauteilsimulation

Pulvertechnologie

Anisotropieentwicklung beim Foliengießen, Trocknen und Sintern keramischer LTCC-Substrate (DFG)

Mehrlagige keramische Schaltungsträger mit spannungsminimiertem Layout (BMBF, Industrie)

Entbindern keramischer Grünkörper (BMBF, Industrie)

Desoxidation von Presslingen aus einem hochschmelzenden Metall (Industrie)

Untersuchungen zur Herstellung von Zündkerzen (Industrie)

Rollieren von Sinterstahl-Bauteilen (Industrie)

Sintersimulation von LTCCs (Industrie)

Entwicklung nanotechnologischer Siebbeschichtungen und daran angepasster Pastensysteme für den Fine-Line-Druck von keramischen Schaltungsträgern (BMBF)

Formgebungs- und Umformprozesse

Simulation des Rückfederns nach dem Tiefziehen (AIF, Industrie)

Voraussage von Kantenrissen beim Walzen (Industrie)

Ursachen des Bandratterns beim Warmwalzen (Industrie)

Ziehen von Wolframdrähten (Industrie)

Rissbildung in Wolfram (DFG)

Größenabhängiges Werkstoffverhalten (EU)

Texturentwicklung beim Umformen und bei Rekristallisation, speziell von Magnesium (DFG)

Simulation der Mechanik von Vielkristallen (Fraunhofer-Gesellschaft, Kooperation mit MPIE Düsseldorf)

Hochtemperaturverhalten Metalle

Thermozyklische Ermüdung von Abgaskomponenten (Industrie)

Thermozyklische Ermüdung von Kfz-Kolben (Industrie)

Entwicklung eines Testverfahrens für thermozyklische Ermüdung dünner Metallfolien (Industrie)

Qualifizierung der Gebrauchseigenchaften neuer Kraftwerksstähle (BMWVA)

Lebensdauermodelle für Eisengusswerkstoffe unter thermozyklischer Belastung mit überlagerter hochzyklischer Belastung (Industrie)

Beschreibung des Materialverhaltens in Rohrschweißverbindungen während des Schweißens und des Hochtemperatureinsatzes (BMBF)

Extraktion von Werkstoffgesetzen aus dem Eindruckversuch (Gesellschaft für Reaktorsicherheit)

Messungen und Simulation zur Wärmebehandlung von Aluminium-Coils (Industrie)

Physikalische Werkstoffmodellierung

Atomistische Dynamik der Rissausbreitung in komplexen Legierungsphasen (DFG)

Ab-initio-Berechnung von Energiebarrieren und Elektronenstrukturen an Grenzflächen in elektrokeramischen Dünnschichtsystemen (DFG)

Interfacial Materials – Computational and Experimental Multi-Scale Studies (EU-FP6)

Entwicklung und Validierung eines leistungsfähigen Dissipative-Partikeldynamik-Codes für komplexe Flüssigkeiten und Suspensionen mit freien Oberflächen (Landesstiftung Baden-Württemberg)

Multimethodmodellierung of gold and carbon nanostructures (Finnische Akademie der Wissenschaften)

Carbon Nanotube Aktuatoren (Fraunhofer-Gesellschaft)

Optimales geschmiertes tribologisches System mit Kohlenstoffschichten (BMBF, Industrie)

Kompetenzzentrum Bauteilsimulation SimBAU

Lebensdauer von Piezoaktoren (DFG)

Untersuchungen und numerische Simulation zur Randverbundherstellung für Vakuumisolierverglas (BMW, Industrie)

Simulationstool für Hartstoffschichten (Industrie)

Mikromechanische Modellierung von MMC (BFS)

Numerische Analyse eines Hydraulikmotors (Industrie)

Rissbildung in Klarlack (Industrie)

Materialmodelle für die Umformsimulation (Industrie, AIF)

Geschäftsfeld Komponenten mit funktionalen Oberflächen

Trenntechniken, Schädigungsarme Bearbeitung

Werkstoffcharakterisierung und Schadensanalysen für Fertigungsoptimierung und Qualitätssicherung (Industrie)

Untersuchungen zum hochpräzisen Drehen von Formwerkzeugen (Industrie)

Kantenherstellung hochwertiger Flächen für Medizintechnik (Industrie)

Verbesserungen zum Flachglas-trennen mit Laser (Eigenforschung, Industrie)

Modellierung und Optimierung riss- und lastspannungsrelevanter Prozessschritte in der Silicium-Solarzellentechnologie (BMBF, Industrie)

Untersuchungen und numerische Simulation zur Randverbundherstellung für Vakuumisolierverglas (BMW, Industrie)

Untersuchungen und Simulation zum Verhalten großflächiger und dünner Wafer im Solarzellenprozess

Untersuchungen zu den Grundlagen des $\leq 100 \mu\text{m}$ Drahtsägeprozesses und der Modellierung (BMU)

Beschichtungen, Oberflächenstrukturierung

Entwicklung plasmapolymerer Schichten mit hoher Beständigkeit und leichter Reinigbarkeit (Industrie)

Entwicklung von Schutzschichten auf Werkzeugen für die Präzisionsoptik (BMBF, Industrie)

Verschleißbeständige Gradientenschichten für Cermet-Werkzeuge (Industrie)

Polarisationserhaltende, hochreflektierende Schichten für Laserlenkspiegel (Industrie)

Numerische Untersuchungen zur Schichtbeanspruchung bei unterschiedlichen Bauteilgeometrien (Industrie)

Biokompatible Beschichtungen auf medizinischen Implantaten (Industrie)

Antiadhäsive Beschichtungen für die Kunststoffformgebung (BMBF, Industrie)

Dekorative verschleißbeständige Schichten mit definiertem Farbeindruck für Kunststoffe (Industrie)

Heißformgebung Glas

Blankpressen von innovativen Optikelementen aus anorganischen Gläsern bei kurzen Prozesszeiten (BMBF)

Verfahrensentwicklung für die Heißformgebung von innovativen Komponenten aus Spezialgläsern (BMW-InnoNet, Industrie)

Studie zum Präzisionsprägen von niedrig schmelzenden Gläsern (Industrie)

Untersuchungen zum Korrosionsverhalten ausgewählter Formwerkstoffe im zyklischen Kontakt mit heißen Glasschmelzen (Industrie)

Untersuchungen zum Klebeverhalten von keramischen Formwerkstoffen für Abformwerkzeuge zur präzisen Glasabformung (Fraunhofer-Gesellschaft)

Geschäftsfeld Polymeranwendungen

Verarbeitungstechnologien von Polymerwerkstoffen

Erarbeitung optimaler Extruderkonfigurationen für die Compoundierung und Entwicklung einer Wissens- und Datenbasis für die Realisierung maßgeschneiderter IMC-Bauteile mit dem Schwerpunkt der Verwendung von Naturfasern nach Kundenanforderung (Industrie)

Material- und Verfahrensentwicklung für die Extrusion von Leichtbau-Profilen aus naturfaserverstärkten Kunststoffen (Industrie)

Untersuchungen zur Charakterisierung und Bewertung naturfaserverstärkter Kunststoffe (BMBF)

Entwicklung und Einsatz neuartiger Fahrbahnplatten aus extrudierten innovativen Materialmischungen (BMBF, Nina e.V.)

Entwicklung effizienter Faseraufbereitungs- und Fertigungstechnologien für hochwertige Naturfaser-Verbundbauteile (BMBF, Nina e.V.)

Entwicklung extrudierbarer Composite auf der Basis von Hanfmehl, Technologieentwicklung für Spritzguss mit Hanffasercompounds (BMBF)

Entwicklung von Wood-Plastic-Compositen als Substitut tropischer Hölzer (Investitionsbank Sachsen-Anhalt)

Einsatzverhalten von Polymerwerkstoffen und Bauteilen

Werkstoffmechanische Charakterisierung von CFK-Multiaxialgewirken und verstärkten CFK-Flächengestricken (BMBF)

Mechanische Charakterisierung von CMC-Werkstoffen und Bauteilen (Industrie)

Experimentelle Untersuchungen und Berechnungen zum Delaminationsverhalten von CFK-Strukturkomponenten in der Raumfahrt (Industrie)

Schädigungsverhalten von CFK-Schaum-Sandwich-Materialien für die Anwendung in der Luftfahrt (Industrie)

Lebensdaueruntersuchungen an neuen Metall-Kunststoffverbindungen für die Anwendung in der Automobilelektronik (Industrie)

Charakterisierung extrudierbarer Composite auf der Basis von natürlichen Zuschlagstoffen (BMBF)

Bewertung des Delaminationsverhaltens von CFK-Bauteilen (Industrie)

Charakterisierung von Werkstoffen für innovative Verpackungsmaterialien (Industrie)

Untersuchung des mechanischen Verhaltens von Elastomer-Bauteilen und -Membranen (Industrie)

Biologische Materialien und Grenzflächen

Wechselwirkungen von Zahnpflegeprodukten mit humanen Schmelz- und Dentinoberflächen (Industrie)

Herstellung und Bewertung der mechanischen Eigenschaften von Spinnenseidenproteinschichten (Land Sachsen-Anhalt)

Technische Nutzung von mechanochemischen Proteinaggregaten, z.B. Forisomen (Fraunhofer-Gesellschaft)

Entwicklung und Einsatz eines neuen Schweißverfahrens für Membrankonstruktionen auf Basis von ETFE-Folien (Landesbank Sachsen-Anhalt, Industrie)

Oberflächenmodifizierung und mechanische Bewertung von Hohlfasermembranen für Bioreaktoren zur Leberzellkultivierung unter Einbeziehung der Bioprozesskontrolle (Landesbank Sachsen-Anhalt, Industrie)

Mikrostrukturen und Methoden für die Intrazelluläre Bioanalytik (BMBF)

Entwicklung eines in vitro-Modellsystems zur Untersuchung der Penetrationskompetenz pflanzenpathogener Pilze (DFG)

Mechanical measurements on plant virus derived tubes (Volkswagenstiftung)

Geschäftsfeld Mikrostrukturbasierte Bauteilbewertung**Mikrostruktur- und Schadensanalyse**

Herstellung von Mehrlagen- und Gradientenschichten mit variablen Systemeigenschaften am Beispiel von Hartchromschichten (Fraunhofer-Gesellschaft)

Prozessoptimierung von EB-Schweißverbindungen in Brennkammern (Industrie)

Werkstoffbewertung und Optimierung von Eckverbindern (Industrie)

Schweißnahtcharakterisierungen und bruchmechanische Bewertungen für die Luftfahrt (Industrie)

Schadensbewertung und Risikoabschätzungen von Schraubverbindungen (Industrie)

Schadensanalysen und Prozessoptimierungen (Industrie)

Bewertungen von Hochleistungskondensatoren (Industrie)

Wärmebehandlungsoptimierungen und Verzugsbewertung von verschiedenen Werkstoffen (Industrie)

Ermüdungsverhalten, Eigenspannungen

Charakterisierung und Bewertung des Ermüdungs- und Rissausbreitungsverhaltens von Stählen und verschiedenen Aluminium- und Titanlegierungen (Industrie)

Ableitung von Inspektionsintervallen für Radsatzwellen (BMBF, EU, Industrie)

Flächenhafte Dehnungsmessung (ARAMIS) an Schweißnahtproben bei RT und erhöhter Temperatur (Industrie)

Ermittlung bruchmechanischer Kennwerte (da/dN , Threshold) an Schweißverbindungen (Industrie)

Simulation thermomechanischer Vorgänge beim Laserstrahlschweißen zur Ermittlung der Gefügeentwicklung, des Bauteilverzuges und lokaler Eigenspannungen (BMBF, Industrie)

Oberflächenbehandlung von Hartmetall- und Keramikkomponenten durch Kugelstrahlen (Industrie)

Eigenspannungsanalysen an diversen Komponenten (Industrie)

Beratung zur Entwicklung eines mobilen Diffraktometers (Industrie)

Mitarbeit in Gremien, Ausschüssen, Beratertätigkeiten

Arbeitsgemeinschaft Wärmebehandlung und Werkstofftechnik AWT

FA Härteprüfung: S. Schwarz;
FA Eigenspannungen: E. Reisacher,
W. Pfeiffer

Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik GFal

FA Angewandte Informatik zur
Fügetechnik: D. Katzer, M. Busch;
Forschungsbeirat: P. Holstein

Deutsche Gesellschaft für Chemisches Apparatewesen, Chemische Techniken und Biotechnologie DECHEMA

FA Bauteilverhalten unter mechanischer Beanspruchung: M. Busch;
Molecular Modelling in der
Prozesstechnik: C. Elsässer

Deutsche Gesellschaft für Elektronenmikroskopie DGE

AK Elektronenoptische Direktabbildung und Analyse von Oberflächen (EDO): M. Fütting

Deutsche Gesellschaft für Materialkunde DGM

FA Werkstoffkundliche Probleme der Mikroelektronik: D. Katzer;
FA Magnesium: M. Luke;
FA Werkstoffkundliche Aspekte des Verschleißes und der Zerspannung: T. Hollstein, A. Kailer;
FA Computersimulation: R. Mohrmann;
FA Strangpressen: S. Schwarz;
AK Metal Matrix Composite: A. Neubrand

Deutsche Glastechnische Gesellschaft DGG

AA Glasforum: G. Kleer;
FA I, Physik und Chemie des Glases und der Glasrohstoffe: W. Döll;
FA IV, Glasmaschinentechnik und Formgebung: P. Manns

Deutscher Verband für Materialforschung und -prüfung DVM

AK Bruchvorgänge: W. Böhme;
AK Mikrosystemtechnik: M. Petzold, D. Katzer;
AK Verformungs- und Versagensverhalten bei komplexer thermisch-mechanischer Beanspruchung: R. Mohrmann;
AK Biomaterialien: R. Jaeger;
AK Zuverlässigkeit mechatronischer und adaptiver Systeme: M. Gall

Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren DVS

AG Drahtbonden: M. Petzold;
AG Waferbonden: J. Bagdahn;
FA Konstruktion und Berechnung: D. Siegele, M. Luke, M. Brand;
FA Mikroverbindungstechnik: M. Petzold;
FA Metallurgie und Werkstofftechnik: V. Friedmann; S. Schwarz

DIN-Ausschüsse

DIN-Normenausschuss 291 Prüfung von Hochleistungskeramik: R. Westerheide;
DIN-Normenausschuss Dental: R. Jaeger, R. Schäfer;
DIN-Normenausschüsse NMP 144, Prüfverfahren mit schlagartiger Beanspruchung: W. Böhme

Zeitschriften, Editorial Boards

Advanced Engineering Materials: H. Riedel (Advisory Board);
Micromaterials and Nanomaterials: D. Katzer (Advisory Board);
Modelling and Simulation in Materials Science and Engineering: P. Gumbsch (Editorial Board);
International Journal of Materials Research (vormals Zeitschrift für Metallkunde): P. Gumbsch (Advisory Board);
Acta Materialica Sinica: P. Gumbsch (Co-Editor);
International Journal of Fracture: P. Gumbsch (Regional Editor);
Applied Physics A: R.B. Wehrspohn (Co-Editor);
Photonics and Nanostructures: R.B. Wehrspohn (Mitglied des Advisory Board)

European Structural Integrity Society ESIS

Technical Committee 4, Polymers and Composites: W. Böhme;
Technical Committee 5, Dynamic Testing at intermediate Strain Rates: W. Böhme;
Technical Committee 6, Ceramic Materials: T. Hollstein, R. Westerheide;
Technical Committee 8, Numerical Methods: M. Luke

Gemeinschaftsausschüsse

Plasma-Oberflächentechnologie (DVS, VDI, DGM, DGO, AWT, DAV): S. Meier;
Verstärkung keramischer Werkstoffe (DKG, DGM): R. Westerheide, B. Thielicke;
Pulvermetallurgie (DGM, VDEh, DKG, VDI-W, FPM): T. Kraft, Leiter Expertenkreis Simulation im GA Pulvermetallurgie

Anwendungsnahe Schweißsimulation (DVS, FOSTA, GFal)

M. Brand, W. Pfeiffer, D. Siegele

Forschungskuratorium Maschinenbau e.V. FKM

AK Bauteilfestigkeit: D. Siegele, M. Luke

Gesellschaft für Experimentelle Spannungsanalyse GESA

AG Experimentelle Verfahren zur Bestimmung von Eigenspannungen: W. Pfeiffer

Gesellschaft Mikroelektronik, Mikro- und Feinwerktechnik GMM

FA Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der Mikrosystemtechnik und Nanotechnologie: J. Bagdahn;
FA Aufbau- und Verbindungstechnik: M. Petzold

Informationstechnische Gesellschaft im VDE (ITG)
FG Fehlerlokalisierung in elektronischen Bauelementen: F. Altmann;
FG Fehleranalysestrategien: F. Altmann

International Institute of Welding
IIW Com. X, Structural Integrity and Failure Avoidance: D. Siegele (German Delegate);
IIW Subcommission II-A AG A 4.1 »Wasserstoffinduzierte Rissbildung«: S. Schwarz

International Standard Organization ISO
TC 106/SC8/WG4 Mechanical Testing of Dental Implants: R. Schäfer

Verein Deutscher Eisenhüttenleute VDEh e.V., Fachbereich Werkstofftechnik
AG Prüftechnik: W. Böhme;
AG Hochgeschwindigkeitsversuche: W. Böhme;
AG Warmfeste Stähle: R. Mohrmann

American Society for Testing and Materials
Committee E08 on Fracture Testing of Metals: D. Siegele

Arbeitsgemeinschaft wirtschaftsnaher Forschungseinrichtungen des Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg
AK Europäische Union: G. Kleer

Beratungs- und Informationsservice Nachwachsende Narossa, Sachsen-Anhalt e.V.
A. Heilmann

European Powder Metallurgy Association EMPA
Dienet Thematic Network, Task Group Leader Software Development and Demonstration: T. Kraft

Europäische Fördergemeinschaft Dünne Schichten EFDS
W. Pfeiffer

European Fitness for Service Network FITNET
L. Hodulak, I. Varfolomeyev

Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile
P. Gumbsch, R.B. Wehrspohn

Network for Evaluating Steel Components NESC
TG3 Structural Analysis: D. Siegele

Verailles Project on Advanced Materials and Standards (VAMAS)
TWA 3, Ceramics for Structural Applications: R. Westerheide

Kompetenznetzwerk Adaptronik
B. Thielicke

European Pressure Equipment Research Council (EPERC)
Technology platform: S. Schwarz

Forschungsvereinigung Automobiltechnik eV. FAT
Fachausschuss 27 FZ Sim.; UA Crash & Insassensimulation: S. Sommer, D.-Z. Sun

Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG)
FG Dünne Schichten: A. Heilmann;
FG Oberflächen: F. Burmeister;
AG Metall- und Materialphysik im AK Festkörperphysik: C. Elsässer

Material Research Society, USA
Program Development Subcommittee: R. B. Wehrspohn;
Meeting Quality Subcommittee: R. B. Wehrspohn

Naturstoff Innovationsnetzwerk Altmark NinA e.V.
M. Busch

Fördergemeinschaft für Polymerentwicklung und Kunststofftechnik in Mitteldeutschland (Polykum e.V.)
M. Busch, R.B. Wehrspohn

VGB Power Tech e.V.
FA Werkstoffe und Qualitätssicherung: R. Mohrmann

Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit
Projektkomitee Komponentenverhalten:
P. Gumbsch

Freiburger Materialforschungszentrum (FMF)
Kuratorium: P. Gumbsch, M. Moseler

- M 135/2005
Bagdahn, J.; Bernasch, M.; Petzold, M.
Influence of the frequency on fatigue of directly wafer-bonded silicon
Microsystem Technologies
12 (2006) 430-435
- M 102/2006
Bitzek, E.; Koskinen, P.; Gähler, F.; Moseler, M.; Gumbsch, P.
Structural relaxation made simple
Physical Review Letters
97 (2006) 170201
- M 67/2006
Breitenstein, O.; Altmann, F.; Riediger, T.; Karg, D.
Lock-in IR microscopy with 1.4 μm resolution by using a solid immersion lens
Electronic Device Failure Analysis
8 (2006) 1-8
- M 51/2005
Burmeister, F.; Kohn, C.; Kuebler, R.; Kleer, G.; Bläsi, B.; Gombert, A.
Application for TiAlN- and TiO₂-coatings with nanoscale surface topographies
Surface & Coatings Technology
200 (2005) 1555-1559
- M 140/2005
Dresbach, C.; Krombholz, A.; Ebert, M.; Bagdahn, J.
Mechanical properties of glass frit bonded micro packages
Microsystem Technologies
12 (2006) 473-480
- M 6/2006
Hagelaar, J.H.A.; Bitzek, E.; Flipse, C.F.J.; Gumbsch, P.
Atomistic simulations of the formation and destruction of nanoindentation contacts in tungsten
Physical Review B
73 (2006) 1-14
- M 12/2006
Häkkinen, H.; Moseler, M.
55-atom clusters of silver and gold: symmetry breaking by relativistic effects
Computational Materials Science
35 (2006) 332-336
- M 107/2006
Heady, L.; Fernandez-Serra, M.; Mancera, R. L.; Joyce, S.; Venkitaraman, A.R.; Artacho, E.; Skylaris, C.-K.; Colombi Ciacchi, L.; Payne, M.C.
Novel structural features of CDK inhibition revealed by an ab initio computational method combined with dynamic simulations
Journal of Medicinal Chemistry
49 (2006) 5141-5153
- M 8/2005
Huber, B.; Koskinen, P.; Häkkinen, H.; Moseler, M.
Oxidation of magnesia-supported Pd-clusters leads to the ultimate limit of epitaxy with a catalytic function
Nature Materials
5 (2006) 44-47
- M 9/2005
Huber, B.; Häkkinen, H.; Landman, U.; Moseler, M.
Oxidation of small gas phase Pd clusters: a density functional study
Computational Materials Science
35 (2006) 371-374
- M 57/2006
Jaeger, C.R.; Sauerbier, C.
Mechanical characterisation of bio-compatible, electro-spun non-wovens
Journal of Biomechanics
39 (2006), Supplement 1, 262
- M 116/2006
Jin, Z.-H.; Gumbsch, P.; Ma, E.; Albe, K.; Lu, K.; Hahn, H.; Gleiter, H.
The interaction mechanism of screw dislocations with coherent twin boundaries in different face-centered cubic metals
Scripta Mater.
54 (2006) 1163-1168
- M 149/2005
Junghans, F.; Morawietz, M.; Conrad, U.; Scheibel, Th.; Heilmann, A.; Spohn, U.
Preparation and mechanical properties of layers made of recombinant spider silk proteins and silk from silk worm
Applied Physics A
82 (2006) 253-260
- M 27/2006
Knechtel, R.; Knaup, M.; Bagdahn, J.
A test structure for characterization of the interface energy of anodically bonded silicon-glass wafers
Microsystem Technologies
12 (2006) 462-467
- M 58/2006
Koplin, C.; Jaeger, C.R.
First step FE-modeling of internal composite behaviour during curing dental restorations
Journal of Biomechanics
39 (2006), Supplement 1, 568
- M 8/2006
Koskinen, P.; Häkkinen, H.; Seifert, G.; Sanna, S.; Frauenheim, Th.; Moseler, M.
Density-functional based tight-binding study of small gold clusters
New Journal of Physics
8 (2006) 9

- M 29/2006
Kounga Njiwa, A.B.; Aulbach, E.; Rödel, J.; Neubrand, A.
Mechanical properties of dry-pressed powder compacts: case study on alumina nanoparticles
Journal of the American Ceramic Society
89 (2006) 2641-2644
- M 22/2006
Krasowsky, A.; Schmitt, W.; Riedel, H.
Material characterisation for reliable and efficient springback prediction in sheet metal forming
Steel Research International
77 (2006) 747-753
- M 54/2006
Müller, A.; Becker, W.; Stolten, D.; Hohe, J.
A hybrid method to assess interface debonding by finite fracture mechanics
Engineering Fracture Mechanics
73 (2006) 994-1008
- M 96/2006
Müller, S.; Pfannmöller, M.; Teuscher, N.; Heilmann, A.; Rothe, U.
New method for surface modification of nanoporous aluminum oxide membranes using tetraether lipid
Journal of Biomedical Nanotechnology
2 (2006) 1-7
- M 53/2006
Pfeiffer, W.; Frey, T.
Strengthening of ceramics by shot peening
Journal of the European Ceramic Society
26 (2006) 2639-2645
- M 4/2006
Rösch, F.; Trebin, H.-R.; Gumbsch, P.
Fracture of complex metallic alloys: an atomistic study of model systems
Philosophical Magazine
86 (2006) 1015-1020
- M 105/2006
Rösch, F.; Trebin, H.-R.; Gumbsch, P.
Interatomic Potentials and the simulation of fracture: C15NbCr₂
Int. Journal of Fracture
139 (2006) 517-526
- M 106/2006
Seriani, N.; Pompe, W.; Colombi Ciacchi, L.
Catalytic oxidation activity of Pt304 surfaces and thin films
Journal of Physical Chemistry B
110 (2006) 14860-14869
- M 42/2006
Umeno, Y.; Meyer, B.; Elsässer, C.; Gumbsch, P.
Ab initio study of the critical thickness for ferroelectricity in ultrathin Pt/PbTiO₃/Pt films
Physical Review B
74 (2006) 1-4
- M 42/2006
Umeno, Y.; Shimada, T.; Kitamura, T.; Elsässer, C.
Ab initio density functional theory study of strain effects on ferroelectricity at PbTiO surfaces
Physical Review B
74 (2006) 1-9
- M 23/2006
Walde, T.; Gumbsch, P.; Riedel, H.
Finite-Element implementation of a self-consistent texture model with a hardening law based on dislocation densities
Steel Research International
77 (2006) 741-746
- M 26/2005
Walde, T.; Riedel, H.
Interactive texture- and finite-element simulation including the Bauschinger effect
Materials Science Forum
495-497 (2005) 1523-1528
- M 24/2006
Walde, T.; Riedel, H.
Modeling texture evolution during hot rolling of magnesium alloy AZ31
Solid State Phenomena
105 (2005) 285-290
- M 10/2005
Weygand, S.M.; Riedel, H.; Eberhard, B.; Wouters, G.
Numerical simulation of the drawing process of tungsten wires
International Journal of Refractory Metals & Hard Materials
24 (2006) 338-342
- M 60/2006
Wonisch, A.; Kraft, T.; Riedel, H.
Multiscale simulations of rearrangement effects and anisotropic behavior during sintering
Advances in Science and Technology
45 (2006) 530-538

Sonstige Veröffentlichungen

Zeitschriften

- M 64/2006
Altmann, F.; Graff, A.; Simon, M.; Hoffmeister, H.; Gnauck, P.
TEM-Präparation mittels »low-voltage-FIB«
Praktische Metallographie
43 (2006) 8
- M 81/2006
Fehrenbacher, U.; Gombert, A.; Hartwig, A.; Heilmann, A.; Houbertz, R.; Hying, K.; Moseler, M.; Possert, U.; Schilm, J.; Tovar, G.E.M.
Fraunhofer NANO: Aufbruch in die Nanowelt
Bunsenmagazin
5 (2006) 121-129
- M 82/2006
Graff, A.; Simon, M.; Altmann, F.
TEM preparation by FIB for EELS and EFTEM studies
Practical Metallography
43 (8) (2006) 396
- M 95/2006
Heilmann, A.; Kiesow, A.; Fütting, M.; Kleinebudde, P.; Fechner, P.M.; Neubert, R.H.H.
Atmosphärische Rasterelektronenmikroskopie
PRISMA, Pharmazeutische Zeitung,
13 (1) (2006) 26-30
- M 55/2006
Hohe, J.; Friedmann, V.; Siegele, D.
Überprüfung des Mastercurve-Konzepts zur Sprödbuchbewertung ferritischer Stähle
Materialprüfung
48 (2006) 239-249
- M 74/2006
Holstein, P.; Maschke, H.-G.; Krombholz, A.; Busch, M.
Verbesserte Lebensdauerabschätzung von Kunststoffbauteilen
Konstruktion, Zeitschrift für Produktentwicklung und Ingenieurwerkstoffe
10 (2006) IW 8-IW 9
- M 20/2006
Kailer, A.; Blug, B.
Beschichtungen für keramische Gleitlager und Gleitringdichtungen
Konstruktion, Zeitschrift für Produktentwicklung und Ingenieurwerkstoffe
7/8 (2006) IW12-IW13
- M 28/2006
Kailer, A.; Lesniak, C.; Dwars, A.; von Geldern, M.; Berger, W.
Grafit-SiC-Werkstoffverbunde für tribologische Anwendungen in Dichtungen und Lagern
Tagungsband zur GfT-Jahrestagung September (2006) 27/1-27/13
- M 83/2005
Krombholz, A.; Goldstein, A.; Eckardt, J.
Charakterisierung von Bauteilen aus faserverstärkten Kunststoffen
Konstruktion, Zeitschrift für Produktentwicklung und Ingenieurwerkstoffe
(2005) IW14-IW15
- M 89/2006
Neubrand, A.
Metall-Keramik-Verbundwerkstoffe für die Automobilindustrie
Konstruktion, Zeitschrift für Produktentwicklung und Ingenieurwerkstoffe
9 (2006) IW10-11
- M 34/2005
Petrosyan, G.; Kraft, T.
Application of plasticity theory for simulating compaction of metal powder
Proceedings of Engineering Academy of Armenia
2 (4) (2005) 538-543
ISSN 1829-0043
- M 14/2006
Rieger, K.; Koplin, C.; Westerheide, R.
Verschraubungstechniken für keramische Werkstoffe
Konstruktion, Zeitschrift für Produktentwicklung und Ingenieurwerkstoffe
4 (2006) IW15-IW16
- M 97/2006
Siegele, D.; Veneziano, C.; Brand, M.
Numerische Simulation schweißtechnischer Fertigungsschritte
Konstruktion, Zeitschrift für Produktentwicklung und Ingenieurwerkstoffe
1/2 (2006) 69-72
- M 50/2005
Sommer, S.; Sun, D.-Z.
Ersatzmodelle für Punktschweißverbindungen in der Crashsimulation
Konstruktion, Zeitschrift für Produktentwicklung und Ingenieurwerkstoffe
(2005) 1-4
- M 104/2006
Veneziano, C.; Brand M.; Pfeiffer W.; Siegele D.; Gumbsch, P.
Simulation of welded aluminium automotive components
Auto Technology
3 (2006) 60-63
- M 124/2005
Westerheide, R.
Wie können Systemlösungen mit modernen Keramikwerkstoffen geschaffen werden?
cfi ceramic forum international
82 (12) (2005) D14-D15
- M 52/2006
Wötting, G.; Pfeiffer, W.
Bruchzäh durch Verzahnung
KEM
11 (2005) 142

Bücher, Buchbeiträge

M 48/2006

Gross, D.; Seelig, Th.

Fracture mechanics – with an introduction to micromechanics in Series: Mechanical Engineering Series

Springer-Verlag, Berlin

(2006) XII, 321 p., 166 illus.,

Hardcover

ISBN: 3-540-24034-9

M 130/2005

Hug, M., Manns, P. Reichelt, S.,

Zappe, H.

Grundlegende Untersuchungen zur Herstellung hochpräziser Komponenten durch schnelles Heißprägen anorganischer Gläser für Anwendungen in optischen Übertragungstechnologien und Systemen der aktiven Optik in Forschungsprogramm Optische Technologien, Schriftenreihe der Landesstiftung Baden-

Württemberg, Vol 15

ISSN 1610-4269, Stuttgart:

Landesstiftung Baden-

Württemberg GmbH

(2005) 32-33

M 1/2006

Kleer, G.

Grundlegende Untersuchungen zur Erniedrigung der Klebneigung zwischen Kunststoffen und Formmaterialien

in WING – Das Jahrbuch 2005

(2006) 826-835

M 56/2006

Manns, P.; Hagen, J.; Hug, M.;

Richter, F.

Blankpressen von innovativen Optikelementen aus Glas; Präzisionsformung; Formenbau und Formenbeschichtung

in Flexible Prototypen- und reproduzierbare Serienfabrikation innovativer Optikelemente, Ergebnisbericht des BMBF Verbundprojektes FINO

Zänkert, J.P. (Hrsg.),

Bayern Photonics e.V.,

Oberpfaffenhofen

(2006) 77-112

ISBN: 3-9810759-4-3

M 5/2006

Petzold, M.; Altmann, F.; Wilde, J.;

Schneider-Ramelow, M.

Analyseverfahren, zerstörende Analyse und hochauflösende Diagnostik

in J. Wilde et al.: Methoden zur Zuverlässigkeitsqualifizierung neuer Technologien in der AVT.

Aufbau- und Verbindungstechnik

in der Elektronik – aktuelle Berichte

Scheel, W.; Wittke, M.;

Nowotnick, M. (Hrsg.),

Verlag Dr. A. Detert

(2006) 94-134

M 51/2006

Pfeiffer, W.

Residual stresses in bulk ceramics

in Handbook on Residual Stress,

Second Edition, Vol. 1, Soc. for

Exper. Mechanics

J. Lu (Ed.),

(2005) 274-285

ISBN 9780912053912

- M 43/2006
Albina, J.M.; Mrovec, M.; Meyer, B.; Elsässer, C.
A study of the semi-coherent ceramic SrTiO₃/SrZrO₃ interface by first-principles DFT calculations
in Proceedings of 3. International Conference on Multiscale Materials Modeling, P. Gumbsch (Ed.), Fraunhofer IRB, Stuttgart (2006) 819-822
- M 90/2006
Benjeddou, A.; Poizat, Ch.; Gall, M.
The first use of the shear actuation mechanism for valve-less piezoelectric micro-pumps design
in Proceedings of Eighth International Conference on Computational Structures Technology, B.H.V. Topping, G. Montero, R. Montenegro, (Eds.), Civil-Comp Press, Stirlingshire, Scotland (2006) Paper 100 1-16
- M 36/2006
Bennemann, S.; Graff, A.; Schischka, J.; Petzold, M.; Theuss, H.; Dangelmaier, J.; Pressel, K.
A SEM and TEM study of the interconnect microstructure and reliability for a new XFLGA package
in Proceedings of 1st Electronics Systemintegration Technology Conference (ESTC), ESTC in Koop. mit IEEE, Dresden, Germany (2006) 26-34
- M 11/2006
Blauel, J.G.; Brand, M.; Pfeiffer, W.; Varfolomeyev, I.
Bruchmechanische Bewertung von rissbehafteten Schweißkonstruktionen mit Eigenspannungen
in Tagungsband 38. Tagung des DVM-Arbeitskreises Bruchvorgänge »Technische Sicherheit, Zuverlässigkeit und Lebensdauer – Bruchmechanik von Grenzflächen«, M. Kuna (Hrsg.), DVM, Aachen (2006) 25-39
- M 55/2005
Blug, B.; Höfer, M.; Hollstein, T.; Schäfer, L.
Diamantbeschichtete Gleitringe für den Einsatz in wässrigen Medien
in Tagungsband 46. Tribologie-Fachtagung Band 1 GfT Gesellschaft für Tribologie e.V. Bürosysteme Münstermann, Göttingen (2005) 31/1-31/5
- M 86/2006
Cheng, Y.; Mrovec, M.; Gumbsch, P.
Dislocation interaction with the local stress field of a Å9 tilt grain boundary in body centred cubic tungsten
in Proceedings of 3. International Conference on Multiscale Materials Modeling, P. Gumbsch (Ed.), Fraunhofer IRB, Stuttgart (2006) 705-707
- M 70/2006
Cismak, A.; Kiesow, A.; Petzold, M.; Wirth, T.; Stiegler, S.; Schaller H.-G.
A SEM and TOF-SIMS study of CaF₂-like precipitates after in vitro and in situ fluoridation
in Proceedings of 53. ORCA congress, Karger Verlag Basel (Ed.), Glasgow, UK
in Car. Res. 40 (4) (2006) 305
- M 85/2006
Cupelli, C.; Henrich, B.; Glatzel, T.; Moseler, M.; Zengerle, R.; Santer, M.
Capillary impregnation of nanopores studied with fluid particle methods
in Proceedings of 3. International Conference on Multiscale Materials Modeling, P. Gumbsch (Ed.), Fraunhofer IRB, Stuttgart (2006) 37-40
- M 73/2006
Domke, M.; Holstein, P.; Raabe, A.
Messung akustischer Parameter für tomographische Verfahren
in Proceedings of 32. Deutsche Jahrestagung für Akustik (DAGA 2006), Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V. (DEGA) (Hrsg.), Braunschweig, Germany 21.-23.03.2006
CD-ROM
- M 37/2006
Dresbach, C.; Knoll, H.; Schischka, J.; Petzold, M.; Hosseini, K.; Schräpler, L.
Test methods for characterizing the local plastic deformability of bonding wires
in Proceedings of 1st Electronics Systemintegration Technology Conference (ESTC), ESTC in Koop. mit IEEE, Dresden, Germany (2006) 732-740
- M 33/2006
Ebert, M.; Gerbach, R.; Bagdahn, J.; Michael, S.; Hering, S.
Numerical identification of geometric parameters from dynamic measurement of grinded membranes on wafer level
in Proceedings of 7th International Conference on Thermal, Mechanical and Multi-Physics Simulation and Experiments in Micro-Electronics and Micro-Systems (EuroSimE), L.J. Ernst; G.Q. Zhang; P. Rodgers; S. Marco; M. Meuwissen; O. de Saint Leger (Eds.), Como, Italy (2006) 208-213
- M 3/2006
Gall, M.; Thielicke, B.
Lebensdaueruntersuchungen von PZT-Flächenkompositen im Sensor- und Aktuatoreinsatz
in Tagungsband DVM – Arbeitskreis Zuverlässigkeit mechatronischer und adaptiver Systeme M. Kuna (Hrsg.), DVM-Bericht 901, Darmstadt (2006) 53-62
- M 18/2006
Gall, M.; Thielicke, B.; Huart, A.
Development of a peristaltic micro-pump based on PZT bending actuators
in Conference proceedings Actuator 2006, HVG Hanseatische Veranstaltungs-GmbH, Division Messe Bremen, Bremen (2006) 756-759
- M 71/2006
Gerbach, R.; Ebert, M.; Bagdahn, J.; Hering, S.
Identification of geometrical parameters of MEMS from measured resonant frequencies
in Proceedings of 17th MicroMechanics Europe (MME2006), University of Southampton (Ed.), Southampton, UK (2006) 49-52
- M 87/2006
Glatzel, T.; Cupelli, C.; Kuester, U.; Zengerle, R.; Santer, M.
Simulation of aggregation beads in microfluidics on high performance computers with a fluid particle method
in Proceedings of 3. International Conference on Multiscale Materials Modeling, P. Gumbsch (Ed.), Fraunhofer IRB, Stuttgart (2006) 54-56
- M 34/2006
Hauck, T.; Li, G.; McNeill, A.; Knoll, H.; Ebert, M.; Bagdahn, J.
Drop simulation and stress analysis of MEMS devices
in Proceedings of 7th International Conference on Thermal, Mechanical and Multi-Physics Simulation and Experiments in Micro-Electronics and Micro-Systems (EuroSimE), L.J. Ernst; G.Q. Zhang; P. Rodgers; S. Marco; M. Meuwissen; O. de Saint Leger (Eds.), Como, Italy (2006) 203-207
- M 115/2006
Hochrainer, I.; Delonnoy, L.; Kotschenreuther, J.; Schulze, V.; Loehe, D.; Gumsch, P.; Fleischer, J.
An integrated approach to the modeling of size-effects in machining with geometrically defined cutting edges
in Proceedings of 8th CIRP International Workshop on Modeling of Machining Operations, R. Neugebauer (Ed.), Fraunhofer IWU, Chemnitz (2005) 123-129

- M 10/2006
Hohe, J.; Friedmann, V.; Siegele, D.
Untersuchung der lokalen Bedingungen für die Spaltbruchauslösung in ferritischen Stählen in Tagungsband 38. Tagung des DVM-Arbeitskreises Bruchvorgänge »Technische Sicherheit, Zuverlässigkeit und Lebensdauer – Bruchmechanik von Grenzflächen«, M. Kuna (Hrsg.), DVM, Aachen (2006) 71-80
- M 50/2006
Hohe, J.; Friedmann, V.; Siegele, D.
On the local conditions for cleavage initiation in ferritic steels in Fracture of Nano and Engineering Materials and Structures, Proc. of the 16. European Conference of Fracture, E.E. Gdoutos (Ed.), Springer, Alexandroupolis, Griechenland (2006) CD-ROM
- M 98/2006
Hohe, J.; Wenck, J.; Siegele, D.
Assessment of the role of micro defect nucleation in probabilistic modeling of cleavage fracture in Proceedings of the 9th European Mechanics of Materials Conference »Local Approach to Fracture«, J. Besson, D. Moirer, D. Steglich (Eds.), Moret-sur-Loing, Frankreich (2006) 21-26
- M 83/2006
Holstein, P.; Maschke, H.-G.; Krombholz, A.; Busch, M.
Lebensdauer von Bauteilen – Langzeitverhalten und bruchmechanische Aspekte 7. Tagung »Technische Diagnostik« Hochschule Merseburg (Hrsg.), Selbstverlag An-Institut Fluid- und Pumpentechnik Merseburg, Merseburg 3 (2006)
- M 84/2006
Hug, M.; Richter, F.; Manns, P.; Mösbauer, F.
Untersuchungen zum Absenken von optischen Komponenten, Experimente und Simulationsrechnungen in 80. Glastechnische Tagung; CD-ROM: Referate der Vorträge und Poster, Deutsche Glastechnische Gesellschaft e.V., Offenbach/Main (2006) P-11-Hug
- M 151/2005
Hug, M.; Rieser, D.; Manns, P.; Kleer, G.
Investigations on process parameters influencing the quality of optical lenses formed by non-isothermal embossing of inorganic glasses in The International Society for Optical Engineering, September 2005, Jena Vol 5965, 59651X1-10, ISSN 0277-786X, ISBN 0-8194-5983-6
- M 33/2005
Kraft, T.; Riedel, H.
Optimierung von Sinterverzügen durch Computersimulation in Tagungsband 3, Kolloquium SFB 570
- M 143/2005
Krombholz, A.; Busch, M.; Maschke, H.
Verbesserte Bewertung des Einsatzverhaltens von Kunststoff-Bauteilen mit einer erweiterten bruchmechanischen Methodik in Proceedings of Werkstoffprüfung 2005, Herausforderungen neuer Werkstoffe an die Forschung und Werkstoffprüfung, W. Grellmann (Hrsg.), Berlin, Germany (2005) 414-418
- M 141/2005
Lühe, P.; Busch, M.; Meinicke, S.
Langfaserverstärkte Spritzgussteile durch Direktverarbeitung auf einem Injection Moulding Compounder in Proceedings of TECHNOMER 2005, 19. Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren, G. Mennig, Chemnitz; U. Wagenknecht, Dresden; P. Bloß, Leipzig (Hrsg.), Chemnitz, Germany (2005) 40
- M 94/2006
Memhard, D.; Andrieux, F.; Sun, D.-Z.; Feucht, M.; Frank, T.; Ruf, A.
Identifikation von Werkstoffmodellparametern zur Berechnung von Klebverbindungen unter Crashbelastung in Tagungsband 5. LS-DYNA FORUM, DYNAmore GmbH (Hrsg.), Ulm (2006) C-I-21 – C-I-31
- M 21/2006
Mohrmann, R.; Seifert, T.; Willeke, W.; Hartmann, D.
Fatigue life simulation for optimized exhaust manifold geometry in SAE Technical Papers, SAE World Congress & Exhibition, Detroit, MI, USA (2006) Doc.Nr. 2006-01-1249
- M 45/2006
Mrovec, M.; Cheng, Y.; Elsässer, C.; Gumbsch, P.
Atomistic simulations of dislocation-grain-boundary interactions in tungsten in Proceedings of 3. International Conference on Multiscale Materials Modeling, P. Gumbsch (Ed.), Fraunhofer IRB, Stuttgart (2006) 213-216
- M 35/2006
Müller, T.; Schräpler, L.; Altmann, F.; Knoll, H.; Petzold, M.
Influence of intermetallic phases on reliability in thermosonic Au-Al wire bonding in Proceedings of 1st Electronics Systemintegration Technology Conference (ESTC), ESTC in Koop. mit IEEE, Dresden, Germany (2006) 1266-1273
- M 93/2006
Ockewitz, A.; Sun, D.-Z.; Klamsner, H.; Malcher, D.
Damage modeling of automobile components of aluminium materials under crash loading in Tagungsband 5. LS-DYNA FORUM, DYNAmore GmbH (Hrsg.), Ulm (2006) D-II-1 – D-II-11
- M 69/2006
Petzold, M.; Dresbach, C.; Ebert, M.; Bagdahn, J.; Wiemer, M.; Glien, K.; Graf, J.; Müller-Fiedler, R.; Höfer, H.
Fracture mechanical life-time investigation of glass-frit bonded MEMS sensors in Proceedings of ITherm 2006, San Diego, CA, USA (2006) 1343-1348
- M 147/2005
Pyttel, B.; Varfolomeyev, I.; Luke, M.; Berger, C.
FKM guideline »Fracture mechanics proof of strength for engineering components« - overview and extension topics in Fracture of Nano and Engineering Materials and Structures, Proceedings of the 16. European Conference of Fracture, E.E. Gdoutos (Ed.), Springer, Alexandroupolis, Griechenland (2006) Paper 399
- M 114/2006
Rentsch, R.; Zhang, Ch.; Gumbsch, P.; Brinksmeier, E.
Diamond turning of intermetallic single-crystalline NiAl in Proceedings of 5th International Conference of Euspen, Precision Engineering Nanotechnology, Montpellier, Frankreich 1 (2005) 277-280
- M 17/2006
Richter, F.; Hoffmann, H.-J.
Reale und scheinbare Nicht-linearitäten im rheologischen Verhalten von Glas in 80. Glastechnische Tagung, CD-ROM: Referate der Vorträge und Poster, Deutsche Glastechnische Gesellschaft e.V., Offenbach/Main (2006) S3-1040-Richter
- M 15/2005
Riedel, H.; Andrieux, F.; Sun, D.-Z.; Walde, T.
Verbesserte konstitutive Modelle zur Beschreibung von Umformprozessen - Numerische Implementierung, Experimente und Anwendungen Abschlussbericht zum DFG SPP1074, Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bonn (2005) 13-22
- M 148/2005
Schäuble, R.
Schädigungs- und Versagensverhalten von CFK-Bauteilen in Proceedings of SKZ-Fachtagung Hochleistungsverbundwerkstoffe, SKZ – ToP gGmbH, Zweiggstelle Halle (Hrsg.), Halle, Germany (2005) F/1-F/18

M 122/2005

Schmitt, W.; Benevolenski, O.; Walde, T.; Krasowsky, A.
Material characterization for simulation of sheet metal forming
in Proceedings of COMPLAS VIII, VIII International Conference on Computational Plasticity
E. Onate and D.J. Owen (Eds.), Barcelona (2005)

M 77/2006

Schoenfelder, S.; Bagdahn, J.; Baumann, S.; Kray, D.; Mayer, K.; Willeke, D.; Becker, M.; Christiansen, S.
Strength characterization of laser diced silicon for application in solar industry
in Proceedings of 21st European Photovoltaic Solar Energy Conference Wip-renewable energies (Ed.), Dresden, Germany (2006) 588-592 (CD-ROM)

M 49/2006

Seelig, Th.; van der Giessen, E.
Modeling the interaction of crazing and matrix plasticity in rubber-toughened polymers
in Proceedings of the 13th International Conference on Deformation, Yield and Fracture of Polymers,
H. Meijer (Ed.), Kerkrade, Niederlande (2006) 275-278

M 99/2006

Siegele, D.; Friedmann, V.; Hohe, J.
Investigations on damage evolution and cleavage based on combined experimental and numerical methods
in Proceedings of the 9th European Mechanics of Materials Conference »Local Approach to Fracture«, J. Besson, D. Moineau, D. Steglich (Eds.), Moret-sur-Loing, Frankreich (2006) 27-32

M 100/2006

Siegele, D.; Hohe, J.; Friedmann, V.
Experimentelle und numerische Untersuchungen zur Sprödburwbewertung ferritischer Stähle mit dem Masterkurven-Konzept
in Konferenzband 32. MPA-Seminar »Werkstoff- und Bauteilverhalten in der Energie- und Anlagentechnik«, MPA Stuttgart (Hrsg.), Stuttgart (2006) 9.1-9.17

M 46/2006

Sommer, S.; Sun, D.-Z.
Ersatzmodelle für Punktschweißverbindungen in der Crashsimulation
in Tagungsband des VDI-Berechnungstages »Berechnung und Simulation 2006«, VDI-Berichte Nr. 1967, VDI Wissensforum IWB GmbH (Hrsg.), VDI Verlag GmbH, Würzburg (2006) 543-554

M 30/2006

Stubenrauch, M.; Fischer, M.; Bernasch, M.; Bagdahn, J.
Room temperature bonding of nanostructured silicon wafers and mechanical characterization
in Proceedings of 2nd International Workshop on Wafer Bonding for MEMS Technologies,
J. Bagdahn; R. Knechtel (Eds.), Halle, Germany (2006) 37-38

M 92/2006

Sun, D.-Z.; Andrieux, F.; Memhard, D.; Sommer, S.; Feucht, M.; Frank, T.
Damage modeling of automobile components and adhesive joints under crash loading
in Proceedings of the 2006 China International Conference of Automotive Safety Technology, The Society of Automotive Engineering of China, SAE-China (Ed.), Beijing, China (2006) 92-103

M 44/2006

Umeno, Y.; Elsässer, C.; Meyer, B.; Gumbsch, P.; Shimada, T.; Kitamura, T.

Ab initio DFT study on ferroelectricity on perovskite surfaces and in thin-film capacitors
in Proceedings of 3. International Conference on Multiscale Materials Modeling,
P. Gumbsch (Ed.), Fraunhofer IRB, Stuttgart (2006) 901-904

M 146/2005

Varfolomeyev, I.
Computational modeling of crack initiation in a mixing tee subjected to thermal fatigue load
in Fracture of Nano and Engineering Materials and Structures, Proceedings of the 16. European Conference of Fracture, E.E. Gdoutos (Ed.), Springer, Alexandroupolis, Griechenland (2006) Paper 503

M 101/2006

Varfolomeyev, I.
Probabilistische Bewertung der Rissinitiierung in einer Rohrleitung unter thermischer Ermüdung
in Konferenzband 32. MPA-Seminar »Werkstoff- und Bauteilverhalten in der Energie- und Anlagentechnik«, MPA Stuttgart (Hrsg.), Stuttgart (2006) 44.1-44.17

M 68/2006

Wiese, S.; Krämer, F.; Müller, M.; Röllig, M.; K.-J. Wolter; Krause, M.; Bennemann, S.; Petzold, M.
Compositional effects on the creep properties of SnAgCu solder
in Proceedings of 7th International Conference on Thermal, Mechanical and Multi-Physics Simulation and Experiments in Micro-Electronics and Micro-Systems (EuroSimE),
L.J. Ernst; G.Q. Zhang; P. Rodgers; S. Marco; M. Meuwissen; O. de Saint Leger (Eds.), Como, Italy (2006) 648-653

M 61/2006

Wonisch, A.; Korn, K.; Kraft, T.; Riedel, H.
Anisotropic liquid phase sintering investigated by means of micromechanical and discrete element modeling
in Proceedings of 3. International Conference on Multiscale Materials Modeling,
P. Gumbsch (Ed.), Fraunhofer IRB, Stuttgart (2006) 578-581

- Altmann, F.; Simon, M.; Graff, A.
TEM-Präparation mittels low-voltage-FIB
Seminar »Elektronen- und Ionenoptik«, Universität Tübingen, 26.01.2006
- Altmann, F.; Riediger, T.
Aktueller Stand der Entwicklungen zur thermischen Fehlerlokalisierung
38. Arbeitssitzung der Fachgruppe »Fehlerlokalisierung in elektronischen Bauelementen«, Reutlingen, 08.03.2006
- Altmann, F.; Petzold, M.; Graff, A.; Simon, M.; Schischka, J.
Fehlerdiagnostik und Technologiebewertung an Mikrosystemen
Crossbeam-Workshop, Halle, 26.-27.04.2006
- Altmann, F.; Schischka, J.; Simon, M.
Ausfallanalyse an ASIC-Bauteilen mit Kurzschlüssen im Die-Attach
ITG-Diskussionsitzung der Fachgruppe »Fehlermechanismen bei kleinen Geometrien«, Grainau, 23.-24.05.2006
- Altmann, F.
Einsatz der CrossBeam® für die Fehlerdiagnose an Mikrosystemen
GEMINI User Meeting, Bad Boll, 11.-13.09.2006
- Bagdahn, J.; Petzold, M.
Konzepte für die Sicherung von Festigkeit und Zuverlässigkeit von Komponenten der Siliciummikromechanik
DVM AK »Zuverlässigkeit mechatronischer Systeme«, Darmstadt, 15.-16.03.2006
- Bagdahn, J.; Dresbach, C.; Ebert, M.; Glien, K.; Graf, J.; Müller-Fiedler, R.; Knechtel, R.
Investigation of the mechanical robustness of glass frit wafer-bonded micro packages for automotive applications
4th Annual MEMS Packaging Symposium, San Jose, USA, 17.-18.05.2006
- Bagdahn, J.; Bernasch, M.; Schönfelder, S.; Graf, J.; Mörsch, G.; Müller-Fiedler, R.
Bestimmung von Kennwerten an Materialverbänden für MST-Anwendungen
BMBF Cluster-Meeting »Mess- und Prüftechnik in der Mikrosystemtechnik«, Nürnberg, 31.05.-01.06.2006
- Benevolenski, O.
Modellierung heterogener Werkstoffe mit komplexen Morphologien
Computersimulation der DGM, Düsseldorf, 15.11.2006
- Bierwisch, C.; Kraft, T.; Moseler, M.; Riedel, H.
3d-Modeling of powder flow and application to gravity die filling
DPG Tagung, Dresden, 27.-31.03.2006
- Bitzek, E.; Koskinen, P.; Gumbsch, P.; Moseler, M.
FIRE: Fast inertial relaxation engine for structural optimizations on all scales
3rd International Conference on Multiscale Materials Modeling, Freiburg, 18.-22.09.2006
- Borchert, D.; Riepe S.; Kübler R.; Beinert, J.; Kraft T.; Kleer G.; Petri, S.
Influence of the thermal treatment during the saw damage etching process on the mechanical stability of multicrystalline silicon wafers
2006 IEEE 4th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion, Hawaii, USA, 07.-12.05.2006
- Brand, M.; Siegele, D.
Numerical simulation of distortion and residual stresses of dual phase steel weldments
59th Annual Assembly of the International Institute of Welding, Commission X »Structural Performance of Welded Joints – Fracture Avoidance«, Québec City, Kanada, 27.08.-02.09.2006
- Brand, M.
IIV »Round Robin« 3 dimensional welding residual stress and distortion prediction
59th Annual Assembly of the International Institute of Welding, Commission X »Structural Performance of Welded Joints – Fracture Avoidance«, Québec City, Kanada, 27.08.-02.09.2006
- Burmeister, F.; Hagen, J.; Ebest, S.; Manns, P.; Kleer, G.
Noble metal coatings with high temperature and chemical resistance for glass molding applications
PSE 2006, Plasma Surface Engineering, Garmisch-Partenkirchen, 11.-15.09.2006
- Busch, M.
Trends und Märkte für WPC (Holz-Kunststoff-Verbunde)
Innovationsforum: »Kunststoffverarbeitung – Neue Anwendungsgebiete – Innovative Produkte und Technologien«, Schkopau, 25.-26.01.2006
- Busch, M.; Eckardt, J.
Einfluss der Verarbeitungsbedingungen auf die Eigenschaften von Naturfaserverbunden
Polymerwerkstoffe 2006, Halle, 27.-29.09.2006
- Busch, M.; Eckardt, J.
Innovative Kunststoff-Composites im Automobil
36. Regional-Kolloquium »Kautschuk und Kunststoffe im Automobilbau«, Leipzig, 12.10.2006
- Busch, M.; Eckardt, J.
Erste Erfahrungen zu Naturfaserverstärkten Thermoplasten mit der IMC
Anwender-/Verarbeiter-Workshop, Bayreuth, 19.10.2006
- Cheng, Y.; Mrovec, M.; Gumbsch, P.
Crack nucleation from dislocation-grain boundary interaction in tungsten
3rd International Conference on Multiscale Materials Modeling, Freiburg, 18.-22.09.2006
- Cheng, Y.; Mrovec, M.; Gumbsch, P.
Crack nucleation at the symmetrical grain boundary in tungsten
14th International Conference on the Strength of Materials, Xi'an, China, 04.-09.06.2006
- Cismak, A.; Füting, M.; Heilmann, A.; Katzer, D.
In situ investigation with Environmental Scanning Electron Microscopy (ESEM)
1st International Conference on Mechanics of Biomaterials and Tissues, Hawaii, USA, 11.-15.12.2005
- Cole, D.; Payne, M.; Colombi Ciacchi, L.
Development of a classical force field for the simulation of solvated proteins on oxidised and hydroxylated silicon surfaces
3rd International Conference on Multiscale Materials Modeling, Freiburg, 18.-22.09.2006
- Colombi Ciacchi, L.
Stress-driven chemistry of wet silicon surfaces
Cambridge Electronic Structure Workshop, Cambridge, United Kingdom, 13.01.2006
- Colombi Ciacchi, L.
Entstehungsmechanismen und chemische Aktivität von dünnen Oxidfilmen auf Metalloberflächen
Physikalisches Kolloquium, Universität Freiburg, 16.01.2006
- Colombi Ciacchi, L.
Stress-driven chemistry of wet silicon surfaces
Workshop on reliability of silicon devices, IWM Halle, 28.02.2006
- Colombi Ciacchi, L.
Molecular mechanisms of formation and chemical activity of thin oxide films on metal and semiconductor surfaces
Department of Materials, University of Southampton, United Kingdom, 22.03.2006

- Colombi Ciacchi, L.
Density Functional Theory in practice: computer-aided biomimetic synthesis of nanostructures
Max-Planck Institute for solid state research, Stuttgart, 06.04.2006
- Colombi Ciacchi, L.
Biomimetic fabrication of nanostructures assisted by atomistic modeling
Condensed Matter and Materials Physics Conference 2006, Exeter, United Kingdom, 20.04.2006
- Colombi Ciacchi, L.
Computer-aided biomineralisation: atomistic simulations at the interface between materials science and biology
Physikalisches Kolloquium, Universität Bremen, 08.06.2006
- Colombi Ciacchi, L.
Selective inhibition of CDK proteins by small ligands: the roles of hydrogen bonding, solvation, and dispersion forces
Workshop on Progress in ab initio modeling of biomolecules: methods and applications, Leiden, The Netherlands, 06.07.2006
- Colombi Ciacchi, L.
Atomistic features of selective CDK2 inhibition
CECAM Workshop on Hybrid Atomistic Methods for Materials and Biological Systems, Lyon, France, 12.07.2006
- Ebert, M.
Measurement of strength properties of polysilicon MEMS components
Mechanical Reliability of Silicon MEMS-Recent progress and further requirements, Halle, 27.-28.02.2006
- Ebert, M.; Gerbach, R.; Bagdahn, J.; Michael, S.; Hering, S.; Kurth, S.
Non-destructive determination of membrane thicknesses by measurement of dynamic properties
Memunity-Workshop, Halle, 01.03.2006
- Ebert, M.; Bagdahn, J.; Knechtel, R.
Influence of moulding process on strength of glass frit bonded structures (Poster)
2nd International Workshop on Wafer Bonding for MEMS Technologies, Book of Abstracts, Halle, 09.-11.04.2006
- Eckardt, J.
Untersuchung zum reologischen Verhalten faserverstärkter Thermoplaste
Innovationsforum: »Kunststoffverarbeitung – Neue Anwendungsgebiete – Innovative Produkte und Technologien«, Schkopau, 25.-26.01.2006
- Eichler, N.; Horbach, R.; Floss, D.; Küster, S.; Kiesow, A.; Deising, H. B.
Determinanten der Penetrationskompetenz bei Colletotrichum graminicola (Vortragsnummer: 9681)
55. Deutschen Pflanzenschutztagung, Göttingen, 25.-28.09.2006
- Elsässer, C.
Electronic structures and mechanical stabilities of coherent and semi-coherent interfaces from first-principles
Frühjahrstagung des Arbeitskreises Festkörperphysik der DPG und 21th General Conference of the Condensed Matter Division of the EPS, Dresden, 27.-31.03.2006
- Elsässer, C.
Interfacial electronic structures and mechanical stabilities of electroceramic thin-film heterostructures
TU Chemnitz, 31.03.2006
- Elsässer, C.
Electroceramic perovskite-type thin-film heterostructures – ab-initio theory of interfacial atomistic structures, electronic states, and mechanical stabilities
TU Darmstadt, 08.05.2006
- Elsässer, C.
Electroceramic perovskite-type thin-film heterostructures – ab-initio theory of interfacial atomistic structures, electronic states, and mechanical stabilities
EPSRC meeting, Loughborough, United Kingdom, 12.-13.07.2006
- Graff, A.; Fritzsche, M.; Simon, M.; Altmann, F.
TEM-Präparation mit der CrossBeam
Crossbeam-Workshop, Halle, 26.-27.04.2006
- Graff, A.; Simon, M.; Altmann, F.; Hoffmeister, H.; Gnauck, P.
Reduction of the amorphous layer thickness by low voltage FIB preparation
1. FIB-Workshop Focused Ion Beams in Research, Science and Technology, Dresden, 22.-23.05.2006
- Graff, A.; Fritzsche, M.; Simon, M.; Altmann, F.
Optimierte TEM-Präparation unter Ausnutzung des REM-Transparenzkontrastes
1. FIB-Workshop Focused Ion Beams in Research, Science and Technology, Dresden, 22.-23.05.2006
- Graff, A.; Fritzsche, M.; Simon, M.; Altmann, F.
Zielpräparation mit der CrossBeam
GEMINI User Meeting, Bad Boll, 11.-13.09.2006
- Graff, A.; Simon, M.; Altmann, F.
TEM preparation by FIB for EELS and EFTEM studies
5. Workshop on EELS/EFTEM, Wien, Österreich, 27.-29.09.2006
- Gumbsch, P.
Multiscale materials modeling – bridging from atoms to the continuum
Kolloquium des Max-Planck-Instituts für Eisenforschung MPIE, Düsseldorf, 14.03.2006
- Gumbsch, P.
Dislocation nucleation – plastic deformation, interfaces and crack tips
Mechanical Engineering Seminar, University of California, Santa Barbara, USA, 24.04.2006
- Gumbsch, P.
Improving surface performance – ultrasmooth DLC coatings and sand blasting of ceramics
Materials Science Seminar, University of California, Santa Barbara, USA, 29.04.2006
- Gumbsch, P.
Multiscale Materials Modeling
Ohio State University, Columbus, USA, 19.06.2006
- Gumbsch, P.
Multiscale materials modeling and small scale materials
Medtronic Inc., Minneapolis, USA, 20.06.2006
- Gumbsch, P.
Werkstoffmechanik – sichere Bauteilbewertung durch fortschrittliche Werkstoffmodelle
FAT Beiratssitzung, Frankfurt, 10.10.2006
- Hashibon, A.
Atomistic study of structure and failure of fcc/bcc heterophase boundaries
3rd International Conference on Multiscale Materials Modeling, Freiburg, 18.-22.09.2006
- Hashibon, A.; Gumbsch, P.; Mishin, Y.; Elsässer, C.
Atomistic study of structure and failure of fcc/bcc heterophase boundaries
MRS Fall 2006, Boston, USA, 27.11.-01.12.2006
- Hauck, T.; Li, G.; McNeill, A.; Knoll, H.; Ebert, M.; Bagdahn, J.
Drop simulation and stress analysis of MEMS devices
Mechanical Reliability of Silicon MEMS- Recent progress and further requirements, Halle, 27.-28.02.2006

- Heilmann, A.; Spohn, U.
Elektronenmikroskopische und mikromechanische Untersuchungen von biologischen Materialien: Gewebe, Zellkulturen, Proteinaggregate
Firma ProbioDrug Halle, Halle, 01.03.2006
- Heilmann, A.
Laser-induced diffusion processes on metal nanoparticles
DPG-Frühjahrstagung des Arbeitskreises Festkörperphysik, Dresden, 26.-31.03.2006
- Heilmann, A.
Geometrieanalyse von Nanopartikeln in einer Polymermatrix
Symposium »Electron Microscopy in Materials Science«, Halle, 12.05.2006
- Heilmann, A.
Scanning electron microscopy on biological materials
Biocity Leipzig, Leipzig, 15.05.2006
- Hochrainer, T.
Dislocation interactions and diffusion terms in a 3D continuum theory of dislocations
3rd Interantional Conference on Multiscale Materials Modeling, Freiburg, 18.-22.09.2006
- Holstein, P.
Kunststoffe und Verbundwerkstoffe im Automobilbau
Kolloquium an der TU Ilmenau, Fakultät für Maschinenbau, Ilmenau, 30.05.2006
- Holstein, P.; Schäuble, R.
Schädigungsmodelle für Compositmaterialien – ausgewählte Beispiele
Composites Europe, Essen, 20.-22.09.2006
- Holstein, P.; Krombholz, A.; Maschke, H.; Busch, M.
Bewertung des Einsatzverhaltens von Kunststoff-Bauteilen mit einer erweiterten bruchmechanischen Methodik
Polymerwerkstoffe 2006, Halle, 27.-29.09.2006
- Jaeger, R.; Koplin, C.; Brand, M.; Meiners, W.
Reliability of generatively manufactured implants
Bernd-Spiessl-Symposium, Basel, Schweiz, 17.-19.06.2006
- Jaeger, R.; Sauerbier, C.;
Mechanical characterisation of bio-compatible, electro-spun non-wovens
5th Wold Congress of Biomechanics, München, 29.07.-04.08.2006
- Jaeger, R.
Zuverlässigkeit von Biomedizinischen Materialien und Implantaten
FH Reutlingen, 22.11.2006
- Kailer, A.; Yarim, R.; Berger, W.; van Geldern, M.
Grafit-SiC-Werkstoffverbunde für tribologische Anwendungen in Dichtungen und Lagern
53. Sitzung des DGM-Arbeitskreises Materialkundliche Aspekte des Verschleißes und der Zerspannung, Ruhr-Universität Bochum, 02.03.2006
- Kleer, G.
Bruchmechanik und Langzeitfestigkeit von Glas
19. Sitzung der Arbeitsgemeinschaft Stahl und Glas, Wernberg, 29.-30.05.2006
- Kleer, G.
Bruchmechanische Bewertungskonzepte zur Einsatzsicherung von Komponenten aus Glas
Glass Technology Live, Düsseldorf, 24.-28.10.2006
- Klengel, R.; Knoll, H.; Petzold, M.; Wohnig, M.; Schräpler, L.
Intermetallic compound formation in Au/Al thermosonic wire bonding during high temperature annealing at 150 °C as a function of wire material
1st Electronics Systemintegration Technology Conference (ESTC), Dresden, 05.-07.09.2006
- Knoll, H.
Methoden zur Bestimmung mechanischer Eigenschaften an Bauteilen der Mikrosystemtechnik
1. Tagung des Instituts für Oberflächentechnologien und Mikrosysteme an der Westsächsischen Hochschule Zwickau (FH), Zwickau, 05.-06.10.2006
- Knorr, S.
Consideration of grain structures in Finite Element Analysis
Mechanical Reliability of Silicon MEMS- Recent progress and further requirements, Halle, 27.-28.02.2006
- Koplin, C.
Understanding internal stresses and measuring the mechanical properties during curing of dental composites
Conseuro 2006, Rom, Italien 09.-11.02.2006
- Koplin, C.
First step FE-Modeling of internal composite behaviour during curing dental restorations
5th Wold Congress of Biomechanics, München, 29.07.-04.08.2006
- Koskinen, P.
Density-functional based tight-binding studies of gold nanostructures
Göteborg University, Göteborg, Schweden, 11.02.-15.02.2006
- Koskinen, P.
Dynamic liquid-liquid phase coexistence in small gold nano-clusters: 2D or not 2D?
Physics days in Tampere, Tampere, Finland 09.-11.03.2006
- Kraft, T.; Riedel, H.
Industrial applications of sintering simulations
CIMTEC 2006, Acireale, Italien, 07.06.2006
- Krause, M.; Schischka, J.
Phasenverifikation mittels EBSD von intermetallischen Phasen in Lotverbindungen
5. AK-Treffen »Mikrostrukturcharakterisierung im REM«, Halle, 12.-13.06.2006
- Kray, D.; Schumann M.; Eyer A.; Willeke G.P.; Kübler R.; Beinert J.; Kleer G.
Solar wafer slicing with loose and fixed grains
2006 IEEE 4th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion, Hawaii, USA, 7.-12.05. 2006
- Krombholz, A.
Moderne optische Messmethoden zur Charakterisierung von Langfaserverstärkten Bauteilen
Innovationsforum: »Kunststoffverarbeitung – Neue Anwendungsgebiete – Innovative Produkte und Technologien«, Schkopau, 25.-26.01.2006
- Lieven, E.; Koch, R.; Böhme, W.; Schwarz, S.
Influence of the Microstructure and local mechanical properties of magnesium die cast components made of MgAl₆Mn on the quality of the results of numerical simulation
7th International Conference on Magnesium Alloys and their Applications, Dresden, 06.-09.11.2006
- Löschner, K.; Dyrba, M.; Kiesow, A.; Seifert, G.; Heilmann, A.
Laser-induced formation and characterization of periodic nanostructures in polymer thin films with embedded metal particles
DPG-Frühjahrstagung des Arbeitskreises Festkörperphysik, Dresden, 26.-31.03.2006
- Luke, M.
Einführung in die Bruchmechanik
Vorlesung Schadenskunde, Hochschule Aalen, 06.04.2006
- Löschner, K.
Laser-induced structure formation in plasma polymer films with embedded metal nanoparticles
Workshop SFB 418: »Irradiation-Assisted Methods of Formation and Modification of Metal Nanoparticles in Glasses«, Halle, 12.09.2006

Memhard, D.; Andrieux, F.; Sun, D.-Z.; Feucht, M.; Frank, T.; Ruf, A.

Entwicklung und Anwendung von Material- und Ersatzmodellen zur Simulation von Klebverbindungen

Workshop zum Werkstoff- und Strukturverhalten bei Crashvorgängen, Freiburg, 25.-26.04.2006

Meinicke, S.; Eckardt, J.; Kromholz, A.

Leichtbauprofile aus Cellulosefaserverstärktem Polypropylen

TECHNOMER 2005, 19. Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren, Chemnitz, 10.-12.11.2005

Design of tribo-contacts via multiscale simulations

15th International Colloquium Tribology Automotive & Industrial Lubrication (TAE), Technische Akademie Esslingen, 17.01.2006

Multiscale simulations of carbon nanomaterials

Göteborg University, Göteborg, Schweden, 11.02.-15.02.2006

Multiscale modeling of carbon nano-materials: ultrasmoothness of diamond-like carbon

Solid-Seminar at the School of Physics, Georgia Institute of Technology, Georgia, USA, 10.03.2006

Oxidation of magnesia-supported Pd-clusters leads to the ultimate limit of epitaxy with a catalytic function

APS Spring Meeting, Baltimore, USA, 16.03.2006

Multiscale modeling of carbon nano-materials

CAPE Kolloquium, University of Cambridge, United Kingdom, 18.-19.05.2006

Density functional investigations of cluster structure and reactivity

International Conference on Clusters at Surfaces, Rostock-Warnemünde, 28.05.-02.06.2006

Ion beam induced smoothing of surfaces

COSIRES 2006, Richland, USA, 18.-23.06.2006

Dichtefunktionalrechnungen zur Katalyse auf geträgerten Palladium-Nanoclustern

Chemisches Kolloquium, TU München, 05.07.2006

Multiscale modeling of diamond-like carbon formation

Diamond 2006, Estoril, Portugal, 07.09.2006

Multiscale modeling of amorphous carbon

Specialist Meeting on amorphous Carbon, Kreta, Griechenland, 11.09.2006

Multiscale models for ion beam deposition

3rd Int. Conference on Multiscale Materials Modeling, Freiburg, 18.-22.09.2006

Atomistic simulations of extended defects in tungsten

Summer school »Fusion« des IMF-II, Unteröwisheim, 28.-30.06.2006

Bond-order potentials for simulations of phases, interfaces and dislocations in metallic and covalent materials

Psi-k/COST Workshop on multiscale modeling of extended defects and phase transformations at material interfaces, Wroclaw, Poland, 24.-26.09.2006

Atomistic modeling of hydro carbon systems using analytic bond-order potentials

CECAM, Simulations of novel carbon materials, Lyon, Frankreich, 25.-28.10.2006

Atomistic simulations of dislocation-grain boundary interactions in tungsten

MRS Fall 2006, Boston, USA, 27.11.-01.12.2006

Explaining carbon nanotube actuation

Göteborg University, Göteborg, Schweden, 11.02.-15.02.2006

An atomistic-continuum multiscale approach towards technological realization of carbon nanotube actuators

3rd International Conference on Multiscale Materials Modeling, Freiburg, 18.-22.09.2006

Bewertung der Mikroschweißverbindung beim Drahtbunden mikroelektronischer Bauelemente

DVS-Innovationsforum, Essen, 15.09.2005

Werkstoffmechanische Prüfverfahren für Mikrobauerteile

Workshop Messtechnik in der Mikro- und Präzisionstechnik, Berlin, 09.-10.03.2006

Analytical and mechanical methods for material property investigations of SnAgCu-solder

1st Electronics Systemintegration Technology Conference (ESTC) Dresden, 05.-07.09.2006

Distortion and residual stresses in welded Al-structures

German-Egyptian Workshop »Welding of Aluminum Light Weight Structures«, German University Cairo, Ägypten, 20.-21.02.2006

Eigenspannungseffekte bei der Hartbearbeitung von Keramik

Industriearbeitskreis Keramikbearbeitung, Technische Universität Berlin, 04.05.2006

Shot peening of hard chromium coatings: damage or benefit?

Surmat 06, Saint-Étienne, Frankreich, 15.-17.11.2006

A simple model to understand the cleavage of diamond from the bond breaking

3rd International Conference on Multiscale Materials Modeling, Freiburg, 18.-22.09.2006

Untersuchungen zum Einsatzverhalten von keramischen Formenwerkstoffen für das Blankpressen optischer Gläser

Jahrestagung der Deutschen Keramischen Gesellschaft, Stuttgart, 04.04.2006

Texture in magnesium and two-phase materials

GAMM Jahrestagung, Berlin, 27.03.2006

Texturmodelle und Kristallplastizität

Strategiesitzung Max-Planck-Gesellschaft/Fraunhofer Gesellschaft, Düsseldorf, 24.04.2006

Advances in modeling ceramic shaping techniques

Shaping III, Limoges, Frankreich, 11.05.2006

- Riedel, H.
Prozesskettensimulation: vom Walzen bis zum Crash
crashMAT Veranstaltung bei DaimlerChrysler, Sindelfingen, 19.05.2006
- Riedel, H.; Wonisch, A.; Bierwisch, C.; Kraft, T.; Moseler, M.
Simulation von Prozessfolgen mit der Diskrete-Element-Methode
25. Hagener Symposium Pulvermetallurgie, 23.11.2006
- Riediger, T.; Altmann, F.
Einsatz thermischer Abbildungsverfahren zur Fehlerlokalisierung an mikroelektronischen Bauelementen
ITG-Diskussionsitzung der Fachgruppe »Fehlermechanismen bei kleinen Geometrien«, Grainau, 23.-24.05.2006
- Schäuble, R.; Schäfer, R.; Neubrand, A.; Thielicke, B.
Designstudie für kriech- und thermoschock-resistente oxidische Faserkomposite
28. Sitzung des Arbeitskreises AK Verstärkung keramischer Werkstoffe: »Modellierung von keramischen Verbundwerkstoffen«, Bremen, 09.-10.03.2006
- Schmidt, C.; Kawalla, R.; Walde, T.; Riedel, H.
Simulation of texture evolution during rolling of magnesium alloy AZ31
Thermec 2006, Vancouver, Kanada, 06.07.2006
- Schwan, S.; Frizsche, M.; Prüfer, D.; Heilmann, A.; Spohn, U.
Micromechanical investigations of chemomechanical P-Protein aggregates (forisomes) from Vicia Faba
Ohio State University Columbus, USA, 25.04.2006
- Schwan, S.; Cismak, A.; Spohn, U.; Heilmann, A.
Micromechanical measurements on mechano-chemical proteins
mrs spring meeting San Francisco, USA, 20.04.2006
- Schwan, S.; Cismak, A.; Spohn, U.; Heilmann, A.
Mechanochemical plant proteins as artificial muscles?
1st International Conference on Mechanics of Biomaterials and Tissues, Hawaii, USA, 11.-15.12.2005
- Schwarz, S.; Bolch, T.; Muell, K.
Application-optimized system properties by specific designed hard chrom coatings
Surmat 2006, Saint-Etienne, Frankreich, 15.-17.11.2006
- Seelig, Th.; Klamsner, H.; Boschet, B.; Malcher, D.
Experimentelle Charakterisierung und numerische Simulation eines PKW-Gummilagers
CrashMAT-Workshop, Freiburg, 25.-26.05.2006
- Seelig, Th.
Computational modeling of deformation and failure mechanisms in thermoplastic micro-layer composites
International Workshop »Research in Mechanics of Composites 2006«, Bad Herrenalb, 26.-29.11.2006
- Siegele, D.; Brand, M.; Veneziano, C.
Numerical welding simulation of an aluminium automotive component
59th Annual Assembly of the International Institute of Welding, Commission X »Structural Performance of Welded Joints – Fracture Avoidance«, Québec City, Kanada, 27.08.-02.09.2006
- Seelig, T.
Mikromechanische Modellierung von Deformations- und Schädigungsmechanismen in heterogenen amorphen Thermoplasten
Sitzung des Arbeitskreises Bauteilsimulation, Deutsches Kunststoff-Institut, Darmstadt, 10.10.2006
- Siegele, D.; Pyttel, B.; Varfolomeyev, I.; Luke, M.; Berger, C.
New developments in the FKM Guideline »Fracture mechanics proof of strength for engineering components«
59th Annual Assembly of the International Institute of Welding, Commission X »Structural Performance of Welded Joints – Fracture Avoidance«, Québec City, Kanada, 27.08.-02.09.2006
- Siegele, D.; Hohe, J.; Friedmann, V.
Überprüfung des Mastercurve-Konzepts zur Sprödbruchbewertung ferritischer Stähle
4. Workshop Kompetenzverbund Kerntechnik »Komponentensicherheit«, Stuttgart, 04.10.2006
- Siegele, D.; Brand, M.; Veneziano, C.
Numerical welding simulation of aluminium structures
EuroPAM, 16. European Conference and Exhibition on Digital Simulation for Virtual Engineering, Toulouse, Frankreich, 10.-12.10.2006
- Simon, M.; Altmann, F.; Graff, A.
FIB-Milling mit analogem Rastergenerator
Crossbeam-Workshop, Halle, 26.-27.04.2006
- Sommer, S.
Modeling of deformation and damage of spot welds in crash simulations
BT Material Technology Days, Hennigsdorf, 27.-28.06.2006
- Spohn, U.
Micromechanical investigation of chemo-mechanical active protein aggregates - P-protein aggregates (forisomes) and comparison with other protein based materials
Internationales Symposium »Nano meets Bio and IT«, Oulu, Finnland, 06.09.2006
- Sun, D.-Z.
Characterisation and modeling of the damage behaviour of aluminium components under crash loading
BT Material Technology Days, Hennigsdorf, 27.-28.06.2006
- Teuscher, N.; Thormann, A.; Heilmann, A.; Katzer, D.
Mechanical stability of tissues made from nanoporous alumina membranes
1st International Conference on Mechanics of Biomaterials and Tissues, Hawaii, USA, 11.-15.12.2005
- Westerheide, R.; von der Wehd, C.; Albarski, O.; Durschang, B.; Probst, J.; Raether, F.; Stephan, M.; Thiel, N.
CAD/CAM-bearbeitete Infiltrationskeramik für die Anwendung als Brückenmaterial im Seitenzahnbereich
Symposium Hochleistungskeramik DGM/DTG, Stuttgart, 05.-06.04.2006
- Wiemer, M.; Fischer, C.; Bernasch, M.; Bagdahn, J.
Strength characterization of directly bonded silicon
2nd International Workshop on Wafer Bonding for MEMS Technologies, Book of Abstracts, Halle, 09.-11.04.2006

Mechanische Prüfung

- Servohydraulische und elektro-mechanische Prüfmaschinen für Prüfkraft bis 8 MN mit Prüfkammern von 80 bis 2500 K
- Schnellzerießmaschinen bis 100 kN und Abzugsgeschwindigkeiten bis 100 m/s
- Rohrprüfstände für Langzeit- und Innendruckversuche bei Temperaturen bis 750 °C, zum Teil mit Wechsellasteinrichtungen zur Überlagerung von axialem Zug und Druck
- Spannungsfeld für Bauteilprüfungen mit biaxialer Belastungseinrichtung
- Innendruckprüfeinrichtungen bis 1600 bar und 1000 K
- Pendelschlagwerke von 1 J bis 750 J
- Fallgewichtsanlagen bis 7000 J
- Dauerfestigkeitsprüfanlagen
- Keramik-Zeitstandlabor
- Biegevorrichtung zur R-Kurven-Messung
- Korrosionsprüfstände
- Induktive Erwärmungsanlagen
- Kugellagerprüfstand
- Wälz- und Gleitverschleißprüfstände (teilweise temperiert, klimatisiert)
- Hochgeschwindigkeits-Gleitringdichtungsprüfstand
- Reibungsmesseinrichtung
- Dynamische mechanische Analyse (DMA)
- Mikro- und Makrohärteprüfer (vollautomatisch und manuell)
- Mikrohärt-Messeinrichtung
- Scanning Scratch Test
- Klima- und Temperaturprüfkammern
- Triaxialpresse bis 7 000 bar
- Nanoindenter
- Rücksprunghärte Equotip
- Registrierender Eindruckversuch bis 600 °C
- Versuchsstände zur thermomechanischen Ermüdung bis 1100 °C
- Versuchsstände zur thermomechanischen Ermüdung von Folien und Blechen
- ARAMIS-System zur optischen, dreidimensionalen Dehnungsmessung

Strukturanalyse

- Röntgenbeugungsanlagen für Spannungsmessung, Phasen- und Texturanalyse und Teilchengrößenbestimmung mit Hochtemperatureinrichtung bis 2 300 K und Dünnschichtanalyseeinrichtung
- Mobile Diffraktometer für Eigenspannungsanalysen
- Mikrodiffraktometer mit lateraler Auflösung von 50 µm
- Bohrlochverfahren für tiefauflösende Eigenspannungsanalysen
- Hochgeschwindigkeits- und IR-Kameras
- Rasterelektronenmikroskopie mit Röntgenanalyseystemen (EDX)
- Licht- und Stereomikroskopie inkl. Dunkelfeld, DIK und Heiztisch
- Plasmaätzenanlage
- Bedampfungs-/Sputteranlagen
- Dilatometer bis 2000 °C
- Wasserstoffanalysator inkl. Temperierkammer
- Dichte- und Porositätsmeseinrichtungen
- Jominy-Versuchsstand
- Quantitatives Bildanalyseystem (Image C; Matan; IMES)
- Rauigkeitsmeseinrichtung

Verfahrenstechnik

- Plasma-CVD-Beschichtungsanlagen
- Sputteranlagen
- DC-Trioden-Beschichtungsanlage
- DC-Plus Beschichtungsanlage
- Hochfrequenz-Magnetron-Bias-Beschichtungsanlage
- Ionenstrahlbeschichtungsanlage
- Ionenstrahlunterstützte Elektronenstrahlverdampfungsanlage
- PVD-Beschichtungsanlagen
- Reinraum der Klasse 1000
- Blankpressanlage für präzisionsoptische Bauteile aus anorganischem Glas
- Pressanlage für Heißprägen von Glas
- Hochpräzisions-Dreh- und -Fräsmaschinen
- Spezielle Trenntechnik für Faserverbunde, Halbleiterwerkstoffe, Metalle und keramische Werkstoffe
- Laserschneidanlage zum thermischen Trennen von Glas
- Schweiß-Simulationseinrichtung für thermische und thermisch-mechanische Beanspruchung (GLEEBLE 2000)

Numerische Simulation

- Linux-Serverfarmen und Linux-Clusters mit 32-Bit und 64-Bit Prozessoren, Parallel-Rechner auf IA64-Basis mit Shared-Memory (SMP).
- Software-Pakete: ABAQUS, ANSYS, PAM-CRASH, PAM-Stamp, LS-Dyna, FEAP, SYSWELD zur FE-Simulation von Bauteilverhalten und Herstellungsprozessen.
- Eigenentwicklung von Werkstoffmodellen zur Anwendung in den Softwarepaketen zur Berücksichtigung duktiler Schädigung und nicht isotroper Verfestigung in Metallen, Verformung und Versagen von Kunststoffen, Piezoeffekten, Lebensdauer-vorhersage bei Ermüdung von Hochtemperaturwerkstoffen
- Entwicklung und Kalibrierung von Ersatzmodellen zur Simulation von Fügeverbindungen unter Crashbelastung
- Zellmodelle zur Berücksichtigung der Morphologie bei mehrphasigen Werkstoffen.
- Entwicklung und Einsatz von Computerprogrammen für quantenmechanische Berechnungen und atomistische Simulationen von Werkstoffeigenschaften: ab-initio-Dichtefunktionaltheorie, semiempirische tight-binding-Elektronenstrukturmethoden, Molekularstatik- und Molekular-dynamik-Methoden mit klassischen Mehrkörper-Kraftfeldern.

Mechanische Prüfung

- Servohydraulische und elektro-mechanische Prüfmaschinen für Prüfkräfte bis 250 kN mit temperierten Prüfkammern
- 3D-optisches Dehnungsmesssystem (Highspeed)
- Speckle-Interferometer zur berührungslosen Verformungs- und Vibrationsanalyse (ESPI, Vibro-ESPI)
- Zweistrahl-Laserextensometer zur berührungslosen Verformungsmessung
- Pendelschlagwerk
- Zeitstandsapparaturen
- Klima- und Temperaturprüfkammern
- Mikrohärte- und Ultramikrohärte-Messeinrichtungen
- Spezielle Prüftechnik für Mikrosysteme und mikroelektronische Bauelemente
- Pull- und Schertester für die Verbindungstechnik der Mikroelektronik
- Dynamische mechanische Analyse (DMA)
- In-situ-Verformungseinrichtungen für Raster- und Transmissions-Elektronenmikroskope
- Mikrooptischer Kraftmessplatz mit Manipulationseinrichtungen
- Versuchsstände zur Festigkeits- und Lebensdauerbewertung von Mikrosystemen
- Mikrosystemanalyser (MSA) zur berührungslosen Verformungs- und Vibrationsanalyse von Mikrosystemen

Strukturanalyse

- Transmissionselektronen-mikroskop (STEM CM 20) mit Röntgenanalyse-Systemen (EDX)
- HR- und UHV-Rasterelektronen-mikroskope mit Röntgenanalyse-Systemen (EDX)
- Atmosphärisches Rasterelektronenmikroskop (ESEM)
- Rasterkraftmikroskop (AFM)
- Fokussierende Ionenstrahlanlage (FIB) (Single Beam)
- Fokussierende Ionenstrahl-lagen (Cross Beam FIB) mit integriertem Rasterelektronen-mikroskop, Elektronenstrahl-beugungsanalyse (EBSD) und chemischer Analytik (EDX, WDX)
- Ultraschallmikroskop (SAM)
- Laser-Scanning-Mikroskop
- Forschungs-Lichtmikroskope
- Profilometer
- Weißlichtinterferometer
- Quantitatives Bildanalysesystem (Analysis)
- UV/VIS-Spektrometer
- IR-Thermokamera mit Lock-in-System
- Infrarot-Spektrometer
- Optische Interferometer
- Lichtmikroskope mit Heiztisch
- Automatischer elektrischer Messplatz für Messungen im Picoamperebereich
- Rotationsrheometer
- Hochdruckkapillarviskosimeter mit Rund- und Schlitzdüsen sowie Zusatz zur Aufnahme von PVT-Diagrammen
- Schmelzfestigkeits-Messgerät
- Schmelzindex-Messgerät
- Dichtebestimmung nach der Auftriebsmethode
- Temperatur- und Wärmeleit-fähigkeitsmessung (Laser-Flash-Methode)
- Karl-Fischer-Titrator (Feuchtemessung)
- Dynamische Differenzkalorimetrie (DSC)
- Kontaktwinkelmessung

Verfahrenstechnik

- Industriekompatible Profil-Direkt-Extrusionsanlage (konischer Gegenläufer)
- Laborextruder mit Einschnecke und gleichlaufender Doppelschnecke
- Heißabschlag-Granuliersystem
- Schredder und Schnellmischer
- Klimaschränke
- Flammstanzanlage
- Trenntechnik für Faserverbundwerkstoffe
- Rückseitenpräparation für mikroelektronische Bauelemente
- Plasma-CVD-Beschichtungsanlagen
- PVD-Beschichtungsanlagen
- Nasschemische Beschichtungsanlagen (Spin-Coating, Rakelbeschichtung)
- Ionenätzen zur Probenpräparation und Oberflächenbearbeitung
- Präzisionsfräsmaschine
- Laminierpresse
- am Fraunhofer-Pilotanlagenzentrum für Polymersynthese und -verarbeitung (PAZ) in Schkopau verfügbare Technik:
 - gleichlaufender Doppelschneckenextruder
 - Standard-Spritzgießmaschine (200t) einen Zusatz für Zweikomponentenspritzguss
 - Injection-Moulding-Compounder (1300t) mit Online-Rheometer

Numerische Simulation

- Vernetzte Hochleistungs-Workstations
- Software-Pakete: ABAQUS, ANSYS, ATHENE, OREAS, CARES, MATLAB
- Eigenentwicklung der Software »Gvect« zur Erzeugung von Finite-Elemente-Modellen aus Messungen von Kornorientierungen mit der »Electron Back Scatter Diffraction«-Methode (ANSYS und ABAQUS)
- Software-Eigenentwicklungen zur Anwendung der Randelementmethode (BEM): ATHENE, OREAS
- Eigenentwicklung von FE-Post-processing-Tools zur Schädigungssimulation und Festigkeitsvorhersage in Faserverbundlaminate mit Bohrungen und Kerben (ANSYS, PATRAN/NASTRAN)

Anfahrt

Fraunhofer IWM Freiburg

Auto

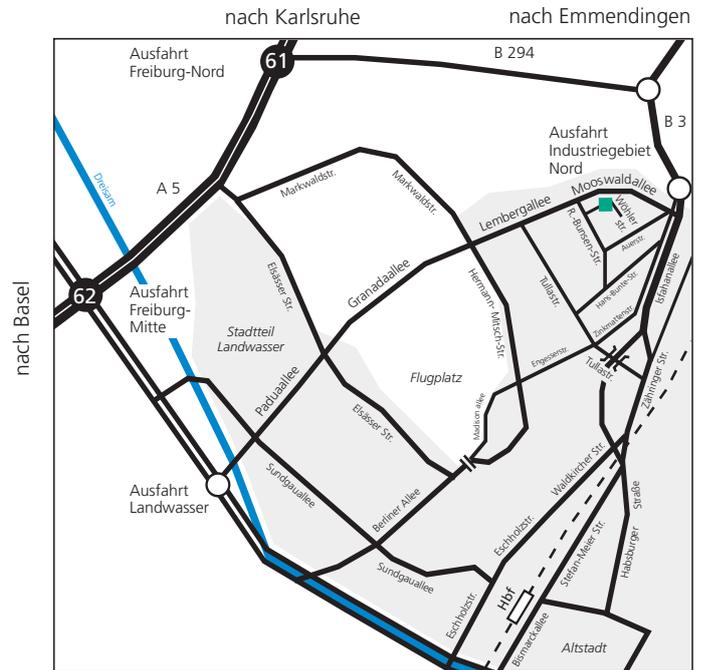
- Autobahnausfahrt Freiburg Mitte, B31 Richtung Freiburg, Donaueschingen, Abfahrt Richtung Offenburg, nach 3 km rechts Richtung »TÜV, Großmarkt«, erste Möglichkeit links, Wöhlerstraße
- Autobahnausfahrt Freiburg Nord, B294 Richtung Freiburg, Abzweigung B3 Richtung Freiburg, nach 1 km rechts Richtung »Lörrach, Industriegebiete« an der Ampelkreuzung geradeaus, Mooswaldallee, nächste Ampel links Richtung »TÜV, Großmarkt« erste Querstraße links, Wöhlerstraße

Bahn

ICE-, IC- und EC-Züge im Stundentakt bis Freiburg-Hbf.; von hier mit dem Taxi, Fahrzeit ca. 10 Minuten

Flugzeug

Flughafen Basel / Mülhausen / Freiburg oder Straßburg; ca. eine Autostunde zum Institut



Freiburg

■ Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM

Fraunhofer IWM Halle

Auto

- von Norden / Osten: von der A14 von der Ausfahrt Halle-Peißen in Richtung Halle-Zentrum fahren, am Riebeckplatz (Kreisverkehr) in Richtung Eisleben abbiegen, auf der Stadtmagistrale (Hochstraße) hinter der Saalbrücke rechts Richtung Universität/ Weinbergweg wählen, der Gimritzer Damm geht über in die Heideallee, das Institut liegt nach der Straßenteilung gleich rechts

- von Süden / Westen: von der A9 am Kreuz Rippachtal über die A38 bis Dreieck Halle-Süd auf die A143 bis zur Ausfahrt Halle-Neustadt/ Halle-Zentrum fahren, dann ca. 8 km auf der B80 in Richtung Halle bis zum Rennbahnkreuz, geradeaus weiter Richtung Peißenitz fahren, weiter gerade aus der Ausschilderung Universität /Weinbergweg folgen, der Gimritzer Damm geht über in die Heideallee, das Institut liegt nach der Straßenteilung gleich rechts

Bahn

ab Halle Hbf. mit der Straßenbahn Linie 5 Richtung Heide (Fahrzeit ca. 20 min)

Flugzeug

Flughafen Halle-Leipzig, mit Intercity oder S-Bahn nach Halle Hbf. dann mit der Straßenbahn Linie 5 Richtung Heide, Haltestelle Weinbergweg (Gesamtfahrzeit ca. 40 min)



Halle

■ Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM

Impressum

Redaktion

Thomas Götz
Franziska Schlesinger

Gestaltung und Produktion

Thomas Götz
Dagmar Wedekind

Bildquellen

Seiten 2, 28, 34, 44, 52, 58, 64
Margrit Müller

Alle übrigen Abbildungen:
Fraunhofer IWM

Druck

Herter Druck GmbH
79312 Emmendingen

Anschrift der Redaktion

Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM
Öffentlichkeitsarbeit
Wöhlerstraße 11
79108 Freiburg
Telefon +49 (0) 7 61 / 51 42-1 53
Telefax +49 (0) 7 61 / 51 42-1 10
info@iwm.fraunhofer.de
www.iwm.fraunhofer.de

Alle Rechte vorbehalten.
Bei Abdruck ist die Einwilligung der
Redaktion erforderlich.

