



Fraunhofer Institut
Werkstoffmechanik

Jahresbericht 2008

Die Fraunhofer-Gesellschaft

Forschen für die Praxis ist die zentrale Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft. Die 1949 gegründete Forschungsorganisation betreibt anwendungsorientierte Forschung zum Nutzen der Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit mehr als 80 Forschungseinrichtungen, davon 57 Institute. 14 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 1,4 Milliarden Euro. Davon fallen 1,2 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Zwei Drittel dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Ein Drittel wird von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute zukunftsweisende Lösungen für die Probleme erarbeiten können, die 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.

Mit ihrer klaren Ausrichtung auf die angewandte Forschung und ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien spielt die

Fraunhofer-Gesellschaft eine zentrale Rolle im Innovationsprozess Deutschlands und Europas. 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 Leistungsfähigkeit, verbessern die Akzeptanz moderner Technik und sorgen für Aus- 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, an Hochschulen, in Wirtschaft und Gesellschaft. Studentinnen und Studenten eröffnen sich an Fraunhofer-Instituten wegen der praxisnahen Ausbildung und Erfahrung hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

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.

Titelbild

Nanostrukturierte Schichtoberfläche für die elektrophysiologische Funktionalisierung von vaskulären Implantaten.

Jahresbericht 2008

**Fraunhofer-Institut
für Werkstoffmechanik IWM**

Institutsteil Freiburg
Wöhlerstraße 11
79108 Freiburg
Telefon 0761 5142-0
Telefax 0761 5142-110

Institutsteil Halle
Walter-Hülse-Straße 1
06120 Halle
Telefon 0345 5589-0
Telefax 0345 5589-101

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



Das Fraunhofer IWM arbeitet nach
einem Qualitätsmanagementsystem,
das nach ISO 9001:2000 zertifiziert ist.
(Zertifikat D07 / 2316 / 3361)



Institutsleiter und Sprecher der Institutsleitung
Prof. Dr. Peter Gumbsch



Institutsleiter und Leiter Institutsteil Halle
Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn

Sehr geehrte Damen und Herren,

das ist Ihnen sicher nicht fremd: Im Leben sind Ziele dann und wann zu überprüfen. Habe ich meine Ziele erreicht? Bin ich mit den Ergebnissen zufrieden? Das Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik hat diese Ziele in seiner Mission festgehalten. Diese Mission haben wir im vergangenen Jahr gründlich überarbeitet. Wir wollen sicherstellen, dass sie aktuell ist und unsere derzeitigen Forschungs- und Entwicklungslinien widerspiegelt. Und damit legen wir auch die Messlatte hoch, um Ihnen, unseren Partnern, maßgeschneiderte Lösungen bieten zu können: Das Fraunhofer IWM stellt an sich selbst höchste wissenschaftliche Anforderungen, es ist in seinen Kernkompetenzen Werkstoff- und Bauteilcharakterisierung, Werkstoffmodellierung und Simulation sowie Grenzflächen- und Oberflächentechnologie führend. Dadurch leisten wir wichtige Beiträge zur Wirtschaftlichkeit, Ressourcenschonung und zur Energieeffizienz und tragen somit zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei.

Die Umsetzung unserer Mission lässt sich anhand einiger ausgewählter Highlights aus dem Jahr 2008 belegen.

Dass Werkstoffmechanik Konjunktur hat, zeigt das stetige finanzielle und personelle Wachstum des Instituts an seinen Standorten in Freiburg und

Halle. Diese Fakten sind aber nur Indikatoren dafür, dass wir wissenschaftlich auf die richtigen Themen setzen und kundenorientiert mit unseren Auftraggebern zusammenarbeiten.

Charakteristisch für unser Geschäft ist, wie grundlegendes Wissen um Werkstoffe in anwendungsnahe Lösungen einfließt. Dieser Ansatz wurde im Mai 2008 bei der Jahrestagung der Fraunhofer-Gesellschaft in München prämiert. Dort wurde Dr. Rainer Kübler für die Entwicklung eines Spannungstrennverfahrens für Flachglas mit dem renommierten Joseph von Fraunhofer-Preis 2008 ausgezeichnet. Bei diesem Verfahren wird mittels eines thermisch erzeugten Spannungsfeldes entlang einer gewünschten Kontur ein Trennriss in Glas erzeugt. Das Verfahren, welches sich im Gegensatz zum konventionellen Glastrennverfahren durch eine sehr hohe Kantenqualität auszeichnet, wird industriell bereits erfolgreich eingesetzt.

Dass wir auch im Bereich der Vorlaufforschung den richtigen Kurs eingeschlagen haben, belegt die Berufung von Dr. Michael Moseler zum Professor für Modellierung und Simulation funktionaler Nanosysteme an die Universität Freiburg. Schwerpunkte seiner Arbeit sind Nanokatalyse und Nanotribologie. Insbesondere freut es uns, dass die Berufung von Herrn Moseler die Verbindungen zur heimischen Universität weiter stärkt.



Leiter Institutsteil Freiburg
Dr. Thomas Hollstein



Stellvertretender Leiter Institutsteil Halle
Prof. Dr. Matthias Petzold

In Freiburg starten Anfang 2009 die Arbeiten für den lang ersehnten Erweiterungsbau. Im September letzten Jahres kam zudem die erfreuliche Nachricht, dass das Land Baden-Württemberg weitere Mittel für Neubauinvestitionen in Aussicht stellt. Damit steht dem Wachstum des Instituts in Freiburg mit einem weiteren Bauabschnitt auch kapazitätsseitig nichts entgegen. Ebenso rückt der Bau eines Zentrums für Mikrotribologie in Karlsruhe, das in enger Zusammenarbeit mit der Universität betrieben werden soll, in greifbare Nähe.

Auch in Halle reißt die Serie von Erfolgsmeldungen nicht ab. Nachdem wir 2007 den Bezug des neuen Institutsgebäudes und den Start des Fraunhofer-Centers für Silizium-Photovoltaik CSP vermeldeten, können wir nun berichten, dass die Initiative Solarvalley Mitteldeutschland, unter maßgeblicher Beteiligung des Fraunhofer CSP, einer der fünf Sieger des BMBF-Spitzencluster-Wettbewerbs ist. Besonders profitieren wir hier von den Impulsen, die aus der engen Vernetzung zwischen Wissenschaft und Wirtschaft hervorgehen.

Während dieser Bericht noch die aktuelle Struktur des IWM widerspiegelt, werden wir im Jahr 2009 unsere Organisationsstruktur verändern. Bis dato führen wir unsere Simulationsaktivitäten als eigenes Geschäftsfeld. Mittlerweile ist die Simulation ein so integraler Bestandteil der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten aller Geschäftsfelder des

Fraunhofer IWM geworden, dass wir nun Simulationsgruppen in allen Geschäftsfeldern etabliert haben. Die Einbindung der Simulationsaktivitäten in die Geschäftsfelder wird dort die Projekte bereichern und neue Chancen ermöglichen. Wir möchten mit der neuen Struktur die enge Kopplung von Experiment und Simulation, die auch von unseren Partnern als IWM-Wettbewerbsvorteil gesehen wird, ausbauen und neue Impulse in allen Bereichen der Werkstoffmechanik setzen.

Unser Dank gilt allen, ohne die diese Erfolge nicht möglich gewesen wären: unseren Projektpartnern für die Zusammenarbeit und das Vertrauen in das Fraunhofer IWM, den Zuwendungsgebern für die Unterstützung, den Kolleginnen und Kollegen der Hochschulen und Universitäten für die gemeinsame Forschung und unseren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern für ihre kompetente und engagierte Arbeit. Gemeinsam möchten wir auch künftig die neuesten Erkenntnisse aus Materialwissenschaft und Werkstofftechnik zur nachhaltigen Lösung von Fragestellungen unserer Auftraggeber einsetzen.

Wir freuen uns auf spannende zukünftige Herausforderungen und den weiteren Dialog mit Ihnen.

Freiburg im Dezember 2008,

Die Institutsleitung

Mission des Fraunhofer IWM.....	6	Komponenten der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik	36
Unsere Ansatzpunkte, Unsere Arbeitsweise	7	Gefügeanalyse bleifreier Lötkontakte mittels Elektronen-Rückstreubeugung (EBSD) ..	38
Organisation und Ansprechpartner.....	8	Simulation und Auslegung eines Infrarot-Strahlers auf Basis der Silizium- Mikrosystemtechnik	39
Das Institut in Zahlen	10	Entwicklung eines neuartigen Schlitzgreif- systems für die Entnahme und Halterung elektronentransparenter Proben	40
Kuratorium	11	Werkstoffbasierte Prozess- und Bauteilsimulation.....	42
Fraunhofer-Preis 2008 »Riss als Werkzeug«.....	12	Strömungsmechanische Simulation des Siebdrucks.....	44
Werkstoffmechanikpreis, gestiftet von der PMG Füssen GmbH.....	13	Auslegung von Bauteilen aus Formgedächtnislegierungen	45
»Gemeinsam sind wir stark« – Vernetzung, Kooperation und Nachwuchsentwicklung	14	Thermomechanische Ermüdung von Eisengusswerkstoffen	46
Kernkompetenzen des Fraunhofer IWM	17	Warum kann man Diamant polieren? Die Lösung eines alten Rätsels.....	47
Werkstoff- und Bauteilcharakterisierung.....	18	Transparente, leitfähige Oxide für die Photovoltaik und die Optoelektronik.....	48
Werkstoffmodellierung und Simulation	20	Crimpen von elektrischen Steckverbindungen..	49
Grenzflächen- und Oberflächentechnologie ...	22	Komponenten mit funktionalen Oberflächen.....	50
Ausgewählte Forschungsergebnisse	25	PVD-Schichten mit funktionalen Strukturen durch Steuerung von Nukleation und Schichtwachstum.....	52
Hochleistungswerkstoffe und Tribosysteme	26	Prozessentwicklung und Modellierung für das Heißpressen präzisionsoptischer Komponenten.....	53
Flüssigkristalle für tribologische Anwendungen.....	28	Solarzellenfertigung: Prozessgrundlagen für den Einsatz dünner Drähte zum Sägen von Siliziumblöcken	54
Mikrostrukturbasierte Werkstoffsimulation für Verbundwerkstoffe.....	29		
Mechanische Eigenschaften resorbierbarer Implantate	30		
DLC-Triboschichten für Kunststoffe	31		
Sicherheit und Verfügbarkeit von Bauteilen	32		
Fehlerbewertungsprogramm IWM VERB 8.0....	34		
Versagensverhalten einer Hybridverbindung unter Crashbelastung.....	35		

Polymeranwendungen und biokompatible Materialien.....	56	Gemeinschaftsforschung in der Fraunhofer-Gesellschaft.....	80
Qualitätssicherung bei Wood Plastic Compounds.....	58	Fraunhofer-Innovationscluster	82
Strukturverhalten von CFK-Schaumsandwichbauteilen unter Temperatureinwirkung.....	59	Fraunhofer-Attract-Projekte.....	83
Untersuchungen der Grenzflächenwechselwirkungen in Mikronadel-Biosensoren.....	60	Kooperationen mit Instituten der Max-Planck-Gesellschaft	84
Bewertung von Zahnpflege-Testprodukten zur Inhibierung schmelzerosiver Mineralverluste....	61	Anhang	85
Mikrostrukturbasierte Bauteilbewertung ..	62	Personen, Ereignisse, Ausbildung	87
Charakterisierung gradierter Hartchromschichten.....	64	Seminare des Fraunhofer IWM	90
Bewertung von dünnen flächigen Strukturen unter biaxialer Belastung.....	65	Projektübersicht	92
Fraunhofer-Center für Silizium-Photovoltaik CSP	66	Mitarbeit in Gremien, Ausschüssen, Beratertätigkeiten	96
Ionenpolieren in der Querschnittspräparation..	68	Veröffentlichungen in referierten Zeitschriften.....	98
Up- und down-conversion in Glaskeramiken für hocheffiziente Solarzellen	69	Sonstige Veröffentlichungen	100
Material- und mechanische Optimierung von Photovoltaikmodulen	70	Veröffentlichte Konferenzbeiträge.....	101
Fraunhofer-Pilotanlagenzentrum für Polymersynthese und -verarbeitung PAZ....	72	Eingeladene Vorträge zu internationalen Workshops und Konferenzen	103
Innovative Verarbeitungstechnologien für Polymer- und Cellulosefasern.....	74	Vorträge, Poster.....	104
Das Fraunhofer IWM in der Fraunhofer-Gesellschaft: Kooperation und Vernetzung	77	Broschüren des Fraunhofer IWM 2008	109
Der Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile	78	Anfahrt.....	110
Themenverbände und Zentren	79	Impressum	111

Mission des Fraunhofer IWM

Die Fraunhofer-Gesellschaft fördert und betreibt international vernetzt anwendungsorientierte Forschung zum unmittelbaren Nutzen für die Wirtschaft und zum Vorteil für die Gesellschaft.

Das Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM charakterisiert, simuliert und bewertet das Verhalten von Werkstoffen, Bauteilen und Systemen unter dem Einfluss äußerer Kräfte in unterschiedlichen Umgebungen. Für Unternehmen und öffentliche Auftraggeber erarbeitet das Fraunhofer IWM Lösungen, die die Sicherheit, Zuverlässigkeit, Lebensdauer und Funktionalität von technischen Bauteilen und Systemen verbessern. Damit leistet das Fraunhofer IWM wichtige Beiträge zur Wirtschaftlichkeit, Ressourcenschonung und Energieeffizienz und trägt somit zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei.

Das Fraunhofer IWM stellt an sich selbst höchste wissenschaftliche Anforderungen und ist in seinen Kernkompetenzen Werkstoff- und Bauteilcharakterisierung, Werkstoffmodellierung und Simulation sowie Grenzflächen- und Oberflächentechnologie führend. Seinen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bietet das Fraunhofer IWM ein hohes Maß an Gestaltungsspielraum und fördert sie in ihrer persönlichen Entwicklung und wissenschaftlichen und unternehmerischen Qualifizierung.



Unsere Ansatzpunkte

Steigende Anforderungen an Qualität und Wirtschaftlichkeit bestimmen das Geschehen am Markt und in der industriellen Produktion. Dabei sind immer weniger Schwachstellen und Fehler in der Fertigung und im Einsatz von Bauteilen erlaubt. Die Auswirkungen vielfältiger externer Belastungen und deren Rückwirkung auf das funktionale Verhalten von Werkstoffen und Bauteilen müssen praxisgerecht und genau beschrieben werden können.

Schneller werdende Entwicklungsprozesse erfordern in stärkerem Maße den »virtuellen Bauteileinsatz«. Das Entwickeln und Testen von Bauteilen im Computer gewinnt zunehmend an Bedeutung.

Ressourceneffizienz, Leichtbau und Energieeinsparung erfordern, dass Werkstoffe und Bauteile näher an ihren Belastungsgrenzen eingesetzt werden. Die Reserven bei Materialien und Beanspruchbarkeit müssen besser ausgeschöpft und Verluste vermieden werden.

Die Herstellung immer kleinerer Strukturen muss kontrollierbar und steuerbar gemacht werden. Bei deren Bewertung wird die Berücksichtigung der Mikrostruktur und der molekularen Struktur von Werkstoffen immer wichtiger.

Unsere Arbeitsweise

Allen thematischen Herausforderungen, denen sich das Fraunhofer IWM stellt, liegt der Zugang über den Werkstoff zugrunde, ebenso die Frage, wie sich die Werkstoffeigenschaften und das Bauteilverhalten durch technologie- oder einsatzbedingte mechanische, thermische, chemische oder elektrische Belastungen verändern.

Wir suchen Schwachstellen und Fehler in Bauteilen und klären ihre physikalischen Ursachen auf, um sie bereits in der Designphase zu vermeiden beziehungsweise in ihren Auswirkungen zu beherrschen.

Wir verknüpfen die Mikrostruktur von Werkstoffen mit den Werkstoffeigenschaften und der Anisotropie, um ein besseres Werkstoffverständnis zu bekommen.

Wir untersuchen, wie sich die Miniaturisierung von Bauelementen auf Funktionalität und Herstellbarkeit auswirkt. Dafür entwickeln wir die nötigen Testverfahren, Prüf- und Diagnosetechniken, Modellierungskonzepte und Simulationswerkzeuge.

Wir modellieren Werkstoffeigenschaften und berechnen diese via Multiskalensimulation.

Wir simulieren Eigenschaftsveränderungen im Werkstoff während der Fertigung und erarbeiten Vorschläge für eine verbesserte Prozessführung.

Wir sagen in experimentellen und virtuellen Prüflabors das Einsatzverhalten hergestellter Bauteile vorher und bestimmen, ausgehend vom Einsatzverhalten, »rückwärts« ein optimiertes Werkstoff- und Bauteildesign.

Wir entwickeln Beschichtungen, Beschichtungsprozesse und Bewertungsmethoden für die Oberflächen von Werkzeugen und Bauteilen.



Organisation und Ansprechpartner

Institutsleiter und Sprecher der Institutsleitung

Prof. Dr. Peter Gumbsch
0761 5142-100
peter.gumbsch@iwmm.fraunhofer.de

Leiter Institutsteil Freiburg

Dr. Thomas Hollstein
0761 5142-121
thomas.hollstein@iwmm.fraunhofer.de

Institutsleiter und Leiter Institutsteil Halle

Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn
0345 5589-100
ralf.wehrspohn@iwmm.fraunhofer.de

Stellvertretender Leiter Institutsteil Halle

Prof. Dr. Matthias Petzold
0345 5589-130
matthias.petzold@iwmm.fraunhofer.de

Geschäftsfelder

Leistungsbereiche

Hochleistungswerkstoffe und Tribosysteme

Dr. Thomas Hollstein
0761 5142-121
thomas.hollstein@iwmm.fraunhofer.de

Verschleißschutz, Technische Keramik

Dr. Andreas Kailer
0761 5142-247
andreas.kailer@iwmm.fraunhofer.de

Verbundwerkstoffe

Dr. Bärbel Thielicke
0761 5142-192
baerbel.thielicke@iwmm.fraunhofer.de

Biomedizinische Materialien und Implantate

Dr. Raimund Jaeger
0761 5142-284
raimund.jaeger@iwmm.fraunhofer.de

Sicherheit und Verfügbarkeit von Bauteilen

Dr. Dieter Siegele
0761 5142-116
dieter.siegele@iwmm.fraunhofer.de

Anlagensicherheit, Bruchmechanik

Dr. Dieter Siegele
0761 5142-116
dieter.siegele@iwmm.fraunhofer.de

Crashsicherheit, Schädigungsmechanik

Dr. Dong-Zhi Sun
0761 5142-193
dongzhi.sun@iwmm.fraunhofer.de

Komponenten der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik

Prof. Dr. Matthias Petzold
0345 5589-130
matthias.petzold@iwmm.fraunhofer.de

Bewertung mikroelektronische Systemintegration

Prof. Dr. Matthias Petzold
0345 5589-130
matthias.petzold@iwmm.fraunhofer.de

Charakterisierung Mikrosysteme

Prof. Dr. Matthias Petzold (komm.)
0345 5589-130
matthias.petzold@iwmm.fraunhofer.de

Komponenten der Photovoltaik

Dr. Jörg Bagdahn
0345 5589-129
joerg.bagdahn@iwmm.fraunhofer.de

Werkstoffbasierte Prozess- und Bauteilsimulation

Prof. Dr. Hermann Riedel
0761 5142-103
hermann.riedel@iwmm.fraunhofer.de

Pulvertechnologie

Dr. Torsten Kraft
0761 5142-248
torsten.kraft@iwmm.fraunhofer.de

Formgebungs- und Umformprozesse

Dr. Dirk Helm
0761 5142-158
dirk.helm@iwmm.fraunhofer.de

Hochtemperaturverhalten Metalle

Dr. Thomas Seifert
0761 5142-170
thomas.seifert@iwmm.fraunhofer.de

Komponenten mit funktionalen Oberflächen

Dr. Günter Kleer
0761 5142-138
guenter.kleer@iwmm.fraunhofer.de

Beschichtungen, Oberflächenstrukturierungen

Dr. Günter Kleer
0761 5142-138
guenter.kleer@iwmm.fraunhofer.de

Heißformgebung Glas

Dr. Peter Manns
0761 5142-135
peter.manns@iwmm.fraunhofer.de

Trenntechniken, Schädigungsarme Bearbeitung

Dr. Rainer Kübler
0761 5142-213
rainer.kuebler@iwmm.fraunhofer.de

Polymeranwendungen und biokompatible Materialien

Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn
0345 5589-100
ralf.wehrspohn@iwmm.fraunhofer.de

Polymercompounds

Dr. Michael Busch
0345 5589-111
michael.busch@iwmm.fraunhofer.de

Polymerbasierte Hochleistungsverbundwerkstoffe

Dr. Ralf Schäuble
0345 5589-151
ralf.schaeuble@iwmm.fraunhofer.de

Biologische Materialien und Grenzflächen

Prof. Dr. Andreas Heilmann
0345 5589-180
andreas.heilmann@iwmm.fraunhofer.de

Mikrostrukturbasierte Bauteilbewertung

Dr. Wulf Pfeiffer
0761 5142-166
wulf.pfeiffer@iwmm.fraunhofer.de

Mikrostruktur- und Schadensanalyse

Dr. Wulf Pfeiffer (komm.)
0761 5142-166
wulf.pfeiffer@iwmm.fraunhofer.de

Ermüdungsverhalten, Eigenspannungen

Dr. Michael Luke
0761 5142-338
michael.luke@iwmm.fraunhofer.de

Verwaltung

Wolfgang Thielicke
0761 5142-111
wolfgang.thielicke@
iwm.fraunhofer.de

Personal

Kerstin A. Drüsedau
0761 5142-140
kerstin.druesedau@
iwm.fraunhofer.de

Qualitätsmanagement

Christina von der Wehd
0761 5142-258
christina.von.der.wehd@
iwm.fraunhofer.de

Marketing, Öffentlichkeitsarbeit

Thomas Götz
0761 5142-153
thomas.goetz@
iwm.fraunhofer.de

Jasmine Ait-Djoudi
0345 5589-213
jasmine.ait-djoudi@
iwmh.fraunhofer.de

Randschichttechnologien

Dr. Sven Meier
0761 5142-233
sven.meier@iwm.fraunhofer.de

Mikro- und Nanotribologie

Prof. Dr. Matthias Scherge
0761 5142-206
matthias.scherge@iwm.fraunhofer.de

Diagnostik Halbleitertechnologie

Frank Altmann
0345 5589-139
frank.altmann@iwmh.fraunhofer.de

Physikalische Werkstoffmodellierung

Prof. Dr. Christian Elsaesser
0761 5142-286
christian.elsaesser@iwm.fraunhofer.de

Prof. Dr. Michael Moseler
0761 5142-332
michael.moseler@iwm.fraunhofer.de

Kompetenzzentrum für Bauteilsimulation SimBAU

Dr. Winfried Schmitt
0761 5142-104
winfried.schmitt@iwm.fraunhofer.de

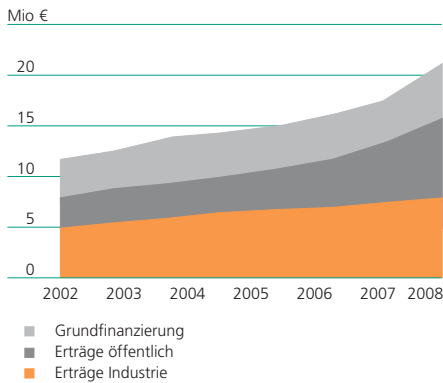
Fraunhofer-Forschungszentren

**Fraunhofer-Center für
Silizium-Photovoltaik CSP**
gemeinsame Einrichtung des
Fraunhofer IWM und des
Fraunhofer ISE

Dr. Jörg Bagdahn
0345 5589-129
joerg.bagdahn@iwmh.fraunhofer.de

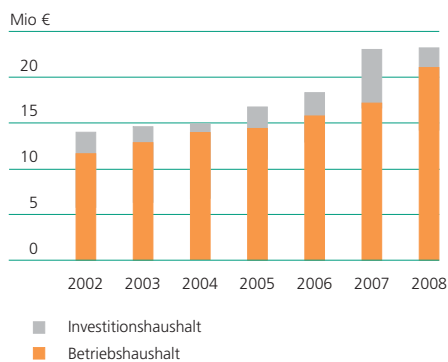
**Fraunhofer-Pilotanlagenzentrum
für Polymersynthese und
-verarbeitung PAZ**
gemeinsame Einrichtung des
Fraunhofer IWM und des
Fraunhofer IAP

Dr. Michael Busch
0345 5589-111
michael.busch@iwmh.fraunhofer.de



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

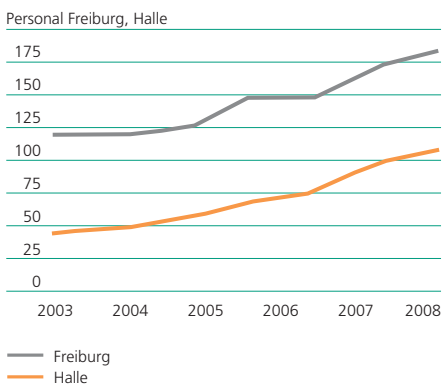
Im Betriebshaushalt sind alle Personal- und Sachaufwendungen enthalten. Diese werden finanziert durch externe Erträge und institutionelle Förderung (Grundfinanzierung).



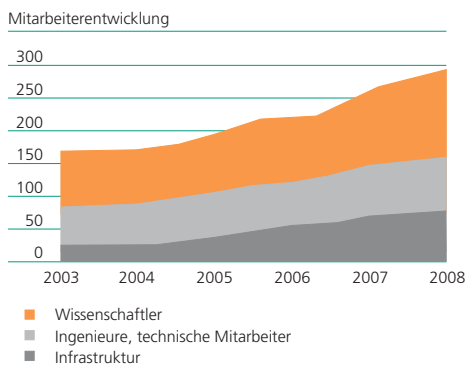
Der Anteil der Industrieerträge zur Finanzierung des Betriebshaushaltes liegt bei 40 Prozent.

Der Betriebshaushalt des Fraunhofer IWM ist weiter gewachsen. Die Zahlen belaufen sich für das Jahr 2008 auf 19,6 Millionen Euro (Plan). Davon entfallen 13,2 Millionen Euro auf den Institutsteil Freiburg und 6,4 Millionen Euro auf den Institutsteil Halle.

Der Investitionshaushalt umfasst Normal-, strategische und Projektinvestitionen. Der Investitionshaushalt betrug 2008 insgesamt 2,2 Millionen Euro.



Ende 2008 waren am Fraunhofer IWM 294 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter beschäftigt, davon 185 in Freiburg und 109 in Halle. Die Gesamtzahl setzt sich zusammen aus 135 wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, 85 Ingenieurinnen, Ingenieuren und technischen Beschäftigten sowie 74 Angestellten im Bereich Infrastruktur.



Inklusive der 65 wissenschaftlichen Hilfskräfte, Diplomandinnen und Diplomanden sowie Praktikantinnen und Praktikanten waren Ende 2008 insgesamt 359 Personen beschäftigt.

Stand: November 2008

Das Kuratorium setzt sich aus Persönlichkeiten aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft zusammen, die dem Fraunhofer IWM fachlich nahestehen. Gemeinsam mit dem Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft beraten und unterstützen sie das Institut mit ihrer Expertise bei strategischen Themen, Weichenstellungen im Institut und der Entwicklung von Zukunftsperspektiven.

Prof. Dr. Rudolf Stauber (Vorsitzender)
BMW Group, München

Dr. Florian Holzapfel
Q-Cells AG, Thalheim

Dr. Gerhard Benz
Robert Bosch GmbH, Gerlingen

Dr. Roland Langfeld
Schott AG, Mainz

Prof. Dr. Christina Berger
Technische Universität Darmstadt

Prof. Dr. Detlef Löhe
Technische Universität Karlsruhe

Dr. Ingward Bey
Forschungsmanagement, Karlsruhe

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

Siegfried Glaser
*Glaser FMB GmbH & Co. KG,
Beverungen*

Dr. Christoph Mühlhaus
*DOW Olefinverbund GmbH,
Merseburg*

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

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

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

Dr. Lorenz Sigl
Plansee SE, Reutte (Österreich)

Hans Joachim Hennings
*Ministerium für Wirtschaft und Arbeit
des Landes Sachsen-Anhalt,
Magdeburg*

Dr. Joachim Wekerle
*Wirtschaftsministerium
Baden-Württemberg, Stuttgart*



Dr. Rainer Kübler entwickelte das LiST-Verfahren – ein Laser-induziertes Spannungstrennverfahren für Flachglas.

Dr. Rainer Kübler hat den Joseph-von-Fraunhofer-Preis 2008 für die Entwicklung eines neuen, wirtschaftlichen Trennverfahrens für Glas erhalten. Bei dem von ihm und seinem Team entwickelten laserinduzierten Spannungstrennverfahren (LiST-Verfahren) wird mit einem oszillierenden CO₂-Laserstrahl ein fortschreitendes Wärmefeld auf die Glasscheibe gelegt und in kurzem Abstand danach die Scheibe lokal gekühlt. Die entstehende Temperaturdifferenz induziert ein Spannungsfeld, das ausgehend von einer zuvor eingebrachten Verletzung im Glas den »thermischen Anritz« erzeugt. Anschließend wird der in die Oberfläche eingebrachte thermische Anritz durch Biegebruch geöffnet. Die Innovation besteht darin, durch einen optimalen Mix von Laserleistung, Laserfleckdurchmesser und Bestrahlungsdauer das Glas schnellstmöglich und schädigungsfrei zu erwärmen. Dies ist Voraussetzung für die in der Praxis geforderten hohen Bearbeitungsgeschwindigkeiten und die Anpassung an unterschiedlich dicke Floatgläser.

Konventionelles »Schneiden« geschieht durch maschinelles Anritzen des Glases entlang der Soll-Linie und nachfolgenden Biegebruch. Die Erzeugung des Anrisses durch das Ritzrädchen ist allerdings mit Mikrorisseintrag und Abplatzungen längs der Ritzspur verbunden. Dies mindert die Produktqualität und limitiert den Einsatzbereich des Werkstoffes Glas durch die festigkeitsmindernde Wirkung der Mikrorisse. Eine Nachbearbeitung der Glaskante reduziert die Auswirkungen, behebt die Problematik aber nicht. Mit bisher am Markt verfügbaren thermischen Trennverfahren werden die notwendigen Bearbeitungsgeschwindigkeiten zum Bearbeiten von Floatgläsern im Dickenbereich von 1-28 mm nicht erreicht.

Das neue Verfahren entwickelte Rainer Kübler gemeinsam mit seinem fünfköpfigen Team. Das Projekt wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF gefördert und gemeinsam mit der Firma Grenzebach, einem Global Player im Glasmaschinenbau, durchgeführt.

Seit 30 Jahren verleiht die Fraunhofer-Gesellschaft jährlich Preise für herausragende wissenschaftliche Leistungen ihrer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. 2008 wurden drei jeweils mit 20 000 € dotierte Preise vergeben.

Für hervorragende wissenschaftliche Leistungen auf dem Gebiet der Werkstoffmechanik im Rahmen von Diplomarbeiten und Promotionen beziehungsweise für Arbeiten von besonderem innovativem Charakter wird anlässlich der Kuratoriumssitzung des Fraunhofer IWM der Werkstoffmechanikpreis verliehen. Die drei nominierten Themen in 2008 waren:

- Mechanische Charakterisierung und Simulation von elektrostatisch gesponnenen Polymervliesen (Dominik Jaeger)
- Mechanische Bewertung der Kraftentwicklung von chemo-mechanischen Proteinen (Stefan Schwan)
- Rechnerische Methoden zur Lebensdauervorhersage von Hochtemperaturbauteilen in Verbrennungsmotoren und Abgasanlagen (Thomas Seifert)

Der Werkstoffmechanikpreis 2008 wurde an Stefan Schwan verliehen.

Mechanische Charakterisierung und Simulation von elektrostatisch gesponnenen Polymervliesen

Es ist allgemein bekannt, dass das mechanische Verhalten von Vliesen abhängig ist von der Orientierungsrichtung und der Orientierungsverteilungsbreite der Fasern (Courtney, 2006). Im Rahmen der Diplomarbeit wurden daher Vliese mit unterschiedlichen Faserorientierungsverteilungen hergestellt und auf ihr mechanisches Verhalten hin geprüft. Zur Bestimmung der inneren Vliesstruktur wurde ein Verfahren angewandt, welches aus Rasterelektronenmikroskop-Aufnahmen mittels 2D-FFT die Faserorientierungsverteilungsbreite ermittelt. Anschließend wurde ein mathematisches Modell hergeleitet, das erstmals die mechanischen Eigenschaften von elektrostatisch gesponnenen

Vliesen in Abhängigkeit der Verteilungsbreite und der Materialcharakteristik einer einzelnen Faser beschreibt.

Mechanische Bewertung der Kraftentwicklung von chemo-mechanischen Proteinen

Die vorliegende Arbeit beschreibt experimentelle Untersuchungen, die die Aktuatorwirkung von Forisomen unter in-vitro-Bedingungen bewerten. Forisome verändern unter dem Einfluss von Erdalkalitionen reversibel ihre Form und sind in der Lage, Kraftwirkungen auszuüben. Basis für die Untersuchungen der Kraftwirkung waren umfangreiche morphologische Untersuchungen durch Licht- und Rasterelektronenmikroskopie. Für die Ermittlung der Kraftwirkung wurde ein spezieller Versuchsaufbau mit einem partiell offenem Fluidsystem entwickelt und realisiert. Die Quantifizierung der Kraftwirkungen erfolgte über vier im Rahmen der Arbeit etablierte Sensorsysteme.

Rechnerische Methoden zur Lebensdauervorhersage von Hochtemperaturbauteilen in Verbrennungsmotoren und Abgasanlagen

Die als Dissertation eingereichte Arbeit beschäftigt sich mit rechnerischen Methoden zur Lebensdauervorhersage von Hochtemperaturbauteilen in Motoren und Abgassystemen. Ziel ist es, verlässliche Lebensdauervorhersagen zu treffen, so dass die Anzahl notwendiger Bauteilversuche reduziert werden kann. Die entwickelte Methodik umfasst mechanismenbasierte Modelle für Wechselflastigkeit und Lebensdauervorhersage sowie ein effizientes Versuchsprogramm zur Bestimmung der Modellparameter. Ein weiterer zentraler Aspekt der Arbeit ist die effiziente Umsetzung der Modelle in Finite-Elemente-Programmen.



Von links: Prof. Dr. Rudolf Stauber (Vorsitzender des Kuratoriums), Dr. Stefan Schwan, Dr. Thomas Seifert, Dr. Dominik Jaeger, Prof. Dr. Peter Gumbsch.



Prof. Dr. Peter Gumbsch mit Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern seines Instituts.

Sichere Fahrzeuge, alternative Energielösungen, innovative Medizintechnik – die Werkstoffmechanik liefert zukunftsorientierte Lösungen für zuverlässige und langlebige Bauteile. Voraussetzung hierfür sind Menschen, die sich den Aufgaben stellen, die aus Wirtschaft und Wissenschaft an uns herangetragen werden. Daher arbeiten wir eng mit Universitäten und Hochschulen zusammen und engagieren uns mit großem Einsatz in der Qualifikation wissenschaftlichen Nachwuchses. Die enge Kooperation mit Universitäten und Hochschulen bringt Vorteile für alle Beteiligten: Mit einer breiten Kompetenzbasis erschließen wir wirtschaftlich und gesellschaftlich relevante Themen. Dabei werden die theoretischen Grundlagen an Hochschulen und Universitäten mit der praktischen Umsetzung am Fraunhofer IWM verbunden. Studierenden können wir eine fundierte und praxisnahe Ausbildung anbieten.



Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn und Prof. Dr. Hubertus Milke, Rektor der HTWK Leipzig, bei der Unterzeichnung des Kooperationsvertrages.

Im Süden des Landes unterhalten wir besonders enge Beziehungen zu den traditionsreichen Universitäten in Karlsruhe und Freiburg: In Karlsruhe leitet Professor Peter Gumbsch das Institut für Zuverlässigkeit von Bauteilen und Systemen (IZBS). Viele grundlagenorientierte Simulationsmethoden, die am IZBS entwickelt werden, fließen in anwendungsnahe FuE-Projekte am Fraunhofer IWM ein und tragen so zu erfolgreichen Projektergebnissen für viele industrielle Auftraggeber bei. DFG-geförderte Sonderforschungsbe-

reiche und Forschungsgruppen sowie EU-Projekte am IZBS bieten Anknüpfungspunkte für angewandte Forschungs- und Entwicklungsprojekte am Fraunhofer IWM. Ein wichtiger Meilenstein, um die enge Verbindung weiter voranzubringen, wird 2009 der Start der Bauplanungen für das neue Mikrotreibologiezentrum in Karlsruhe sein, an dem Fraunhofer IWM und IZBS gleichermaßen beteiligt sind. Darin werden Fragen der Reibung und des Verschleißes in technischen Systemen experimentell und numerisch behandelt. Auch zur Universität in Freiburg gibt es mittlerweile sehr enge Verbindungen. Christian Elsässer hält dort als außerplanmäßiger Professor Vorlesungen zur Struktur von Materialgrenzflächen am Physikalischen Institut. Seit Oktober 2008 bekleidet Michael Moseler die Professur für Modellierung und Simulation funktionaler Nanosysteme und baut eine fünfköpfige Arbeitsgruppe auf. Mit seinem Team wird der Physiker untersuchen, was auf mikroskopischer oder atomarer Skala bei Reibungs- und Verschleißprozessen geschieht.

In den neuen Bundesländern sind wir ebenfalls mit mehreren Hochschulen eng vernetzt: So sorgt Professor Ralf Wehrspohn seit 2006 – in Personalunion als Leiter des Fraunhofer IWM in Halle sowie als Leiter des Lehrstuhls für Mikrostrukturbasiertes Materialdesign an der Martin-Luther-Universität (MLU) in Halle – für grundlagenorientierte Projektarbeit rund um Optik, Sensorik,

Polymere und Photovoltaik. Sachsen-Anhalt ist einer der wichtigsten Standorte der Solarindustrie und die Photovoltaik ein bestimmendes Thema: Jüngst schloss das Fraunhofer IWM in Halle mit der Hochschule Anhalt (FH) in Köthen einen Kooperationsvertrag und will damit seine Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Photovoltaik und Solartechnik vertiefen. Im Wintersemester 2008/2009 startete an der Hochschule Anhalt (FH) der duale Studiengang Solartechnik. Hier werden mathematische und naturwissenschaftliche Grundlagen der Photovoltaik ebenso wie alle Aspekte der Fertigung von Silizium über Wafer und Zelle bis zum Solarmodul und der Anwendung der Solartechnik vermittelt. Das Besondere an diesem Studiengang ist die Verbindung von fachtheoretischen Grundlagen an der Hochschule Anhalt (FH) und der praktischen Anwendung dieser Kenntnisse in Unternehmen oder im industrienahen Forschungsinstitut. Dabei wird auch eine gemeinsame Professur für Solartechnik eingerichtet. In eine ganz andere Richtung geht die Kooperation mit der Hochschule für Kunst und Design Burg Giebichenstein: Hier arbeiten die Partner daran, neue Werkstoffkenntnisse in das Design von Produkten einfließen zu lassen und umgekehrt Designanforderungen mit neuen Werkstoffen umzusetzen. Die innerhalb der Kooperation geplanten Forschungsprojekte beschäftigen sich mit der Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen, photovoltaischen Anwendungen sowie künstlerischen und gestalterischen Entwicklungsvorhaben auf den Gebieten innovativer Werkstoffe und Solartechnologien. Last but not least besteht seit 2008 auch mit der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur in Leipzig (FH) eine Kooperationsvereinbarung. Hier wird die praxisbezogene Ausbildung von Studierenden, der Berufseinstieg von Absolventen sowie die anwendungsorientierte Forschung gefördert und ausgebaut. Die Schwerpunkte der

Forschungsvorhaben liegen in den Gebieten der Strukturmechanik, Werkstoff- und Kunststofftechnik, Mikrosystemtechnik, Medizintechnik sowie in der Biomechanik.

Eine besondere Art der wissenschaftlichen Zusammenarbeit soll hier nicht unerwähnt bleiben: Peter Gumbusch ist seit 2008 Mitglied der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina in Halle. Die Leopoldina ist die älteste ununterbrochen existierende naturwissenschaftlich-medizinische Akademie der Welt mit einer 355-jährigen Tradition und mit mehr als 1250 Mitgliedern in aller Welt.

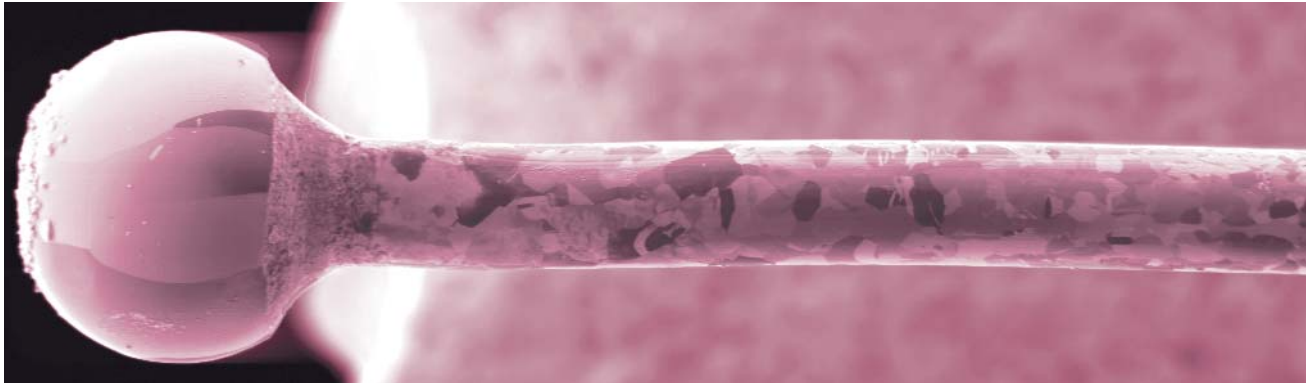
Neben vielen herausragenden Projekten betreuen IWM-Wissenschaftler ständig Diplomarbeiten und Dissertationen von Studierenden aus ganz Europa. Die Studierenden integrieren auf diese Weise praxisorientierte Forschung an den Universitäten. Daneben betreut das Fraunhofer IWM Doktoranden in enger Kooperation mit Industrieunternehmen. Sie verbinden anwendungsorientierte Grundlagenforschung mit Zukunftsthemen der Partnerunternehmen. Neben unserer engen Zusammenarbeit mit Universitäten, Hochschulen und Unternehmen sind für unsere Arbeit auch enge Verbindungen zu verschiedenen Max-Planck-Instituten wichtig. Die einzelnen Projekte werden detaillierter im hinteren Teil des Jahresberichts vorgestellt.



Michael Krause, Bereich Halbleiter/Diagnostik in Halle (Saale), erklärt Schülern des Cantorgymnasiums ein technisches Gerät.

Kernkompetenzen des Fraunhofer IWM

Werkstoff- und Bauteilcharakterisierung



- Werkstoffcharakterisierung und Ermittlung mechanischer Kennwerte
- Bauteilprüfung und Schadensanalyse
- Mikrostrukturanalyse und Fehlerdiagnostik in Mikro- und Nanosystemen

Zur Werkstoff- und Bauteilcharakterisierung untersuchen wir die Reaktion von Werkstoffen und Bauteilen auf mechanische, thermomechanische und elektromechanische Belastungen und klären Verformungs- und Versagensmechanismen auf. Wir ermitteln die Grenzen der Beanspruchbarkeit von Werkstoffen und Bauteilen und schätzen die Lebensdauer und Betriebssicherheit von Bauteilen ab. Es werden Schadensanalysen durchgeführt und Lösungen erarbeitet, um zukünftig Schäden zu vermeiden.

Die benötigten Werkstoffkennwerte werden in Korrelation zur Mikrostruktur und zu strukturellen Prozessen auf allen Größenskalen erfasst und bewertet. Bei der Bauteilprüfung werden lokal variierende Werkstoffeigenschaften berücksichtigt. Für mikroskalige Bauteile beschreiben wir Werkstoffstruktur und Werkstoffverhalten bis in den Bereich der atomaren Auflösung. Bei der Bewertung von Bauteilen berücksichtigen wir die Fehlercharakteristik und Umgebungseinflüsse.

Ansprechpartner

Dr. Michael Luke
Telefon 0761 5142-338
michael.luke@iwm.fraunhofer.de

Andreas Krombholz
Telefon 0345 5589-153
andreas.krombholz@iwmh.fraunhofer.de

Ausstattung

Maschinen und Anlagen zur statischen, dynamischen und zyklischen Prüfung unter Zug-, Druck-, Schub-, Biege- und Innendruckbelastung

- Servohydraulische und elektromechanische Prüfmaschinen für Prüfkraft von 10 N bis 8 MN mit Prüfkammern von 80 K bis 2 500 K
- Servohydraulische Torsionsprüfanlage bis ± 4 kNm und ± 50 Grad
- Schnellzerreißmaschinen bis 100 kN und Abzugsgeschwindigkeiten bis 20 m/s
- Pendelschlagwerke von 1 J bis 750 J
- Fallgewichtsanlagen und Pendelschlagwerke bis 7 000 J
- Dauerfestigkeitsprüfanlagen
- Innendruckprüfeinrichtungen und Triaxialpressen bis 7 000 bar und 1 000 K
- Spannungsfelder für Bauteilprüfungen
- Solarmodulprüfstand
- Zeitstandlabor
- Dynamische mechanische Analyse (DMA)
- Miniaturprüfmaschine für dynamische und statische Messungen bis zu 50 Hz bei 100 N

Mikroskopische Verfahren für die Materialcharakterisierung

- Transmissionselektronenmikroskop (TEM 200 kV) mit Röntgenanalysesystem (Nanospot-EDX)
- HR-, LV- und UHV-Rasterelektronenmikroskope (REM) mit kombinierter energie- und wellenlängendispersiver Röntgenanalyse (EDX, WDX) und Elektronenstrahlbeugungsanalyse (EBSD)
- Analytisches Rasterelektronenmikroskop mit EDX/EBSD
- Atmosphärisches Rasterelektronenmikroskop (ESEM)
- Lichtmikroskope
- Rasterkraftmikroskope (AFM)
- Konfokalmikroskop
- Fokussierende Ionenstrahlanlage (Einstrahl-FIB)
- Fokussierende Ionenstrahlanlagen mit REM (Zweistrahlf-FIB) und kombinierter EBSD- und EDX-Analytik
- Fokussierende Ionenstrahlanlage mit atmosphärischem REM und adaptierter Cryo-Technik
- 2-D-Röntgen-Inspektionsanlage
- IR-Thermokamera mit Lock-in-System
- UV/VIS-Spektrometer
- Infrarot-Spektrometer
- Mikro- und Makrohärteprüfer (vollautomatisch u. manuell)
- Nanoindenter mit Temperierung bis zu 300 °C
- Dynamische Widerstandsmessung für hochohmige dünne Schichten (piezoresistive Effekte messbar)
- Time-of-Flight-Sekundärionenmassenspektrometer (TOF-SIMS)
- Tiefenprofil-Glimmentladungsspektroskop (GDOES)
- Röntgenografische und interferometrische Eigenspannungsmessung

Verfahren zur Wärmebehandlung, zur thermophysikalischen Charakterisierung und zur Bewertung von Schweißverbindungen

- Jominy-Versuchsstand
- Dilatometer bis 2 000 °C
- Laserflash-Apparatur
- Dynamische Differenzkalorimetrie
- Differential-Thermoanalyse
- Gleeble (Thermomechanische Umformanlage)
- Nano-, Mikro- und Makrohärteprüfer
- Registrierender Eindruckversuch bis 600 °C
- Mobile Härtemessung

Einrichtungen zur Prüfung unter Temperatur- und Medieneinfluss

- Rohrprüfstände für Langzeit- und Innendruckversuche bis 750 °C, mit Wechsellasteinrichtungen zur Überlagerung von axialem Zug und Druck
- Versuchsstände zur thermomechanischen Ermüdung bis 1 800 °C
- Versuchsstände zur thermomechanischen Ermüdung von Folien und Blechen
- Versuchsstände zur Untersuchung des Kriechverhaltens von Kunststoffen und Verbundwerkstoffen
- Vakuum-, Klima- und Temperaturprüfkammern
- Induktive Erwärmungsanlagen
- Korrosionsprüfstände für wässrige und gasförmige Medien
- Wasserstoffanalysator mit Temperierkammer
- Stickstoff- und Sauerstoffkatalysatoren
- Rotationsrheometer
- Hochdruckkapillarviskosimeter
- Schmelzfestigkeits-Messgerät
- Schmelzindex-Messgerät
- Temperaturschockkammer

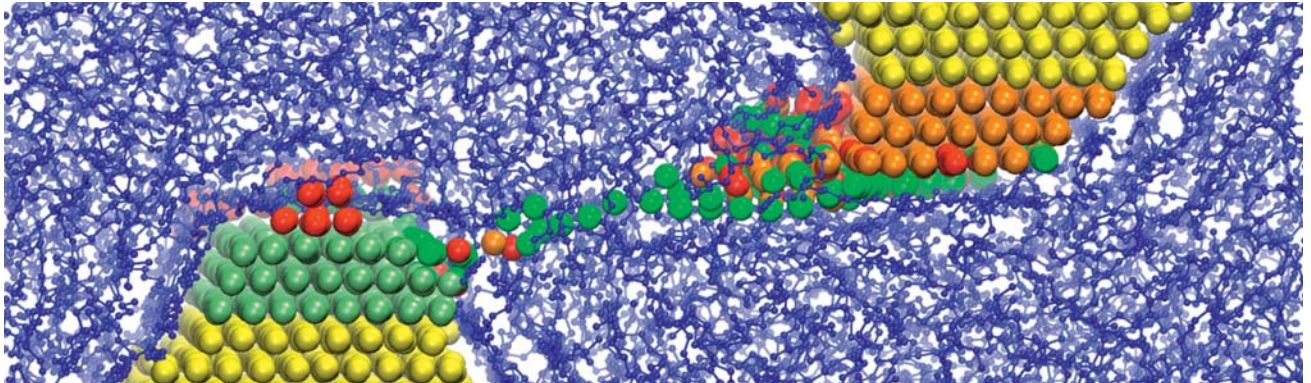
Verfahren zur Struktur-, Verformungs- und Eigenspannungsanalyse

- Quantitative Bildanalysesysteme
- Hochgeschwindigkeits- und IR-Kameras
- ARAMIS-System zur optischen, dreidimensionalen Dehnungsmessung
- Speckle-Interferometer zur berührungslosen Verformungs- und Vibrationsanalyse
- Zweistrahll-Laserextensiometer zur berührungslosen Verformungsmessung
- Röntgenbeugungsanlagen für Spannungsmessung, Phasen- und Texturanalyse und Teilchengrößenbestimmung mit Hochtemperatureinrichtung bis 2 300 K und Dünnschichtanalyseeinrichtung
- Mobiles Diffraktometer
- Mikrodiffraktometer (laterale Auflösung von 50 μm)
- Bohrlochverfahren für tiefenauflösende Eigenspannungsanalysen
- Dynamische Differenzkalorimetrie (DSC, DTA)
- Temperatur- und Wärmeleitfähigkeitsmessung (Laser-Flash-Methode)
- Wasserstoffanalysator inkl. Auslagerungsöfen
- Dichte- und Porositätsmessenrichtungen
- Karl-Fischer-Titrator (Feuchtemessung)

Prüfeinrichtungen für Mikrosysteme und mikroelektronische Bauelemente

- Pull- und Schertester für die Verbindungstechnik
- In-situ-Verformungseinrichtungen für Raster- und Transmissions-Elektronenmikroskope
- Mikrooptischer Kraftmessplatz mit Manipulations-einrichtungen
- Versuchsstände zur Festigkeits- und Lebensdauerermessung
- Mikrosystemanalysator (MSA) zur berührungslosen Verformungs- und Vibrationsanalyse
- Automatischer elektrischer Messplatz für Messungen im Picoamperebereich
- Rückseitenpräparation
- Waferbondanlage mit Plasmaaktivierung
- Mikrotribometer
- Nanoindenter mit Temperierung bis zu 300 °C

Werkstoffmodellierung und Simulation



- Entwicklung und Anpassung von Werkstoffmodellen
- Numerische Methoden
- Simulation von Bauteilen und Fertigungsprozessen

Werkstoffmodellierungen und Simulationen helfen, Belastungsszenarien und Prozesse für reale und noch zu entwickelnde Werkstoffe und Bauteile im Rechner abzubilden. Damit können Werkstoffe und Bauteile wirtschaftlich entwickelt und Prozesse verbessert werden. Wir beschreiben das Verformungs-, Schädigungs- und Bruchverhalten von Werkstoffen unter verschiedenen Belastungen und sagen das Einsatzverhalten voraus. Die Bauteilsimulation liefert Aussagen zu deren Sicherheit und Lebensdauer. Die Ergebnisse der Prozesssimulation fließen in die Auslegung von Werkzeugen und die Prozessführung ein.

Wir modellieren Werkstoffe über verschiedene Skalen hinweg (Multiskalenmodellierung) und messen modell-spezifische Eigenschaften (Design of Experiments). Wir koppeln und kombinieren dabei verschiedene Simulationsmethoden. Im »Virtuellen Labor« finden aufwändige numerische Simulationen statt, und durch das »Virtuelle Mikroskop« sind wir in der Lage, Eigenschaften von Werkstoffen vorherzusagen.

Ansprechpartner

Dr. Dirk Helm
Telefon 0761 5142-158
dirk.helm@iwm.fraunhofer.de

Dr. Matthias Ebert
Telefon 0345 5589-117
matthias.ebert@iwmh.fraunhofer.de

Ausstattung

Hardware

- Linux-Serverfarmen und Linux-Cluster mit 32-Bit- und 64-Bit-Prozessoren, Parallel-Rechner auf IA64-Basis mit Shared-Memory (SMP)

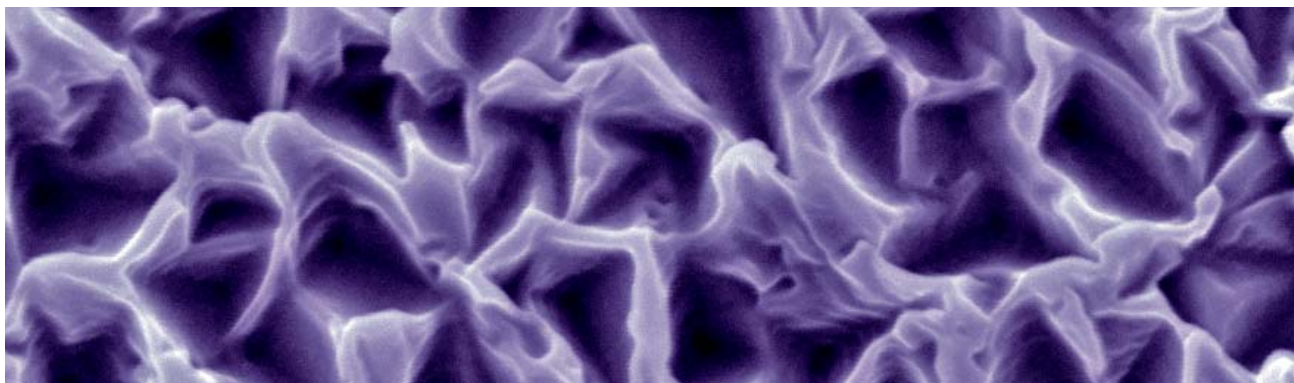
Software

- Software-Pakete ABAQUS, ANSYS, MSC PATRAN/ NASTRAN, MSC MARC, PAM-CRASH, PAMStamp, LS-Dyna, FEAP, SYSWELD zur FE-Simulation von Bauteilverhalten und Herstellungsprozessen
- Software »Gvect« zur Erzeugung von FE-Modellen aus Messungen von Kornorientierungen mit der »Electron Back Scatter Diffraction«-Methode (ANSYS und ABAQUS)
- Software »Fitit®« zur Parameteridentifikation
- Software »OpenFOAM« zur Beschreibung von Strömungsprozessen in der Tribologie
- Software-Entwicklungen zur Anwendung der Randelementmethode (BEM): ATHENE, OREAS, Algorithmen zur Simulation von Mikrorissfeldern
- FE-Postprocessing-Tools zur Schädigungssimulation und Festigkeitsvorhersage in Faserverbundlaminate mit Bohrungen und Kerben (ANSYS, PATRAN/NASTRAN)
- Programme für quantenmechanische Berechnungen und atomistische Simulationen von Werkstoffeigenschaften: ab-initio-Dichtefunktionaltheorie, semiempirische tight-binding-Elektronenstrukturmethoden, Molekularstatik- und Molekulardynamik-Methoden mit Bond-Order-Potenzialen und mit klassischen Mehrkörper-Kraftfeldern

Werkstoffmodelle

- Werkstoffmodelle, basierend auf atomistischen, mikro-mechanischen, phänomenologischen oder statistischen Konzepten zur Anwendung in den Softwarepaketen
- Beschreibung von duktiler Schädigung
- Beschreibung nicht isotroper Verfestigung in Metallen
- Beschreibung von Verformung, Eigenspannungsverhalten bzw. mechanischem Verhalten und Versagen von Kunststoffen auch während der Härtung oder Alterung
- Beschreibung von Piezoeffekten
- Beschreibung von Verschleißprozessen
- Lebensdauervorhersage bei Ermüdung von Hochtemperaturwerkstoffen
- Ersatzmodelle zur Simulation von Fügeverbindungen (Punktschweiß-, Stanzniet-, Laserstrahlschweiß-, Kleb- und Hybridverbindungen) unter Crashbelastung
- Zellmodelle zur Berücksichtigung der Morphologie bei mehrphasigen Werkstoffen
- Modelle zur Simulation von Fertigungsschritten: Pulverschütten, Matrizenpressen, Trocknen, Entbindern, Sintern, Walzen, Umformen, Schweißen, Trennen
- Beschreibung des Ionentransports in porösen Elektroden: Be- und Entladezeitskalen von Supercaps, CNT-Aktoren und Li-Ionen-Batterien
- Mesopartikelmodelle für fluidische Prozesse in der Tribologie und beim Foliengießen
- Modelle zur statistischen Festigkeits- und Lebensdauerbeschreibung für Siliziumkomponenten

Grenzflächen- und Oberflächentechnologie



- Randschichtbewertung und Tribologie
- Beschichtung und Funktionalisierung
- Bio- und Grenzflächenanalytik

Wir bewerten Grenzflächen und Oberflächen mit modernen Analysetechniken, erkennen mögliche Versagensursachen und zeigen Verbesserungspotenziale auf. Wir setzen moderne Beschichtungstechnologien ein, um kundenspezifische und anwendungsgerechte Beschichtungslösungen zu entwickeln. Zudem modifizieren wir die Eigenschaften von Randschichten, um eine bessere Leistungsfähigkeit der Oberflächen zu erhalten.

Wir entwickeln fortschrittliche Beschichtungsverfahren. Durch Simulationen von Schichtwachstum, Tribokontakten und Adhäsionsphänomenen optimieren wir die Schichtentwicklung. Die Oberflächen von Bauteilen werden hinsichtlich Reibung, Optik, Benetzung, Leitfähigkeit, Topografie und Adhäsion eingestellt. Zudem werden schädigungsarme Trenntechniken und festigkeitssteigernde Kugelstrahlverfahren für spröde Werkstoffe entwickelt.

Ansprechpartner

Prof. Dr. Andreas Heilmann
Telefon 0345 5589-180
andreas.heilmann@iwmh.fraunhofer.de

Dr. Frank Burmeister
Telefon 0761 5142-244
frank.burmeister@iwmh.fraunhofer.de

Ausstattung

Anlagen für Beschichtungs- und Oberflächen-technologie

- Plasma-CVD-Beschichtungsanlagen (CCP/ICP)
- Sputteranlagen
- DC-Trioden-Beschichtungsanlage
- DC-Puls-Beschichtungsanlage
- Hochfrequenz-Magnetron-Bias-Beschichtungsanlage
- Ionenstrahlbeschichtungsanlage
- Ionenstrahlunterstützte Elektronenstrahlverdampfungsanlage
- PVD-Beschichtungsanlagen
- Mehrquellenbeschichtungsanlage
- Bedampfungs-/Sputteranlagen
- Flamspritzeinrichtung
- Plasmaätzanlage
- Reinraum der Klasse 1000
- Nasschemische Beschichtungsanlagen (Spin-Coating, Rakelbeschichtung)
- Ionenätzanlage zur Probenpräparation und Oberflächenbearbeitung

Einrichtungen für Oberflächenanalytik

- Lichtmikroskope
- Rasterkraftmikroskope (AFM)
- Konfokalmikroskop
- Laser-Scanning-Mikroskop
- Konfokales Raman-Mikroskop, Mikro-Raman-Spektrometer
- Analytisches Rasterelektronenmikroskop mit EDX/EBSD
- Digitalmikroskop
- Fokussierende Ionenstrahlanlagen
- Time-of-Flight-Sekundärionenmassenspektrometer (TOF-SIMS)
- Tiefenprofil-Glimmentladungsspektroskop (GDOES)
- Röntgenografische und interferometrische Eigenspannungsmessung
- Weißlichtinterferometer
- Kontaktwinkelmessung

Verfahren für Oberflächen- und Härteprüfung

- Mikro- und Makrohärteprüfer (vollautomatisch und manuell)
- Nanoindenter mit Temperierung
- Registrierender Eindruckversuch bis 600 °C
- Rücksprunghärte Equotip
- Rauheits-Messeinrichtung
- Profilometer

Verfahren für Verschleißuntersuchungen und tribologische Charakterisierung

- Stift-Scheibe-Prüfanlagen
- Wälz- und Gleitverschleißprüfstände
- Kugellagerprüfstand
- Hochgeschwindigkeits-Gleitringdichtungsprüfstand
- Mikrotribometer
- Verschleißmessanlage mit Radionuklidtechnik für kleinste Verschleißraten (1-5 nm/h)
- Reibungs- und Verschleißmesseinrichtungen
- Scanning-Scratch-Test
- Rauheits-Messeinrichtung

Anlagen für Glasformgebung, Glastrennen

- Blankpressanlage für präzisionsoptische Bauteile aus anorganischem Glas
- Pressanlagen für Heißprägen von Glas
- Laserschneidanlage zum thermischen Trennen von Glas

Spezielle Verfahren

- Präzisionsdreh- und -fräsmaschinen
- Kugelstrahlanlagen zur Verfestigung und Strukturierung von Oberflächen
- Elektrostatische Spinneinrichtung

Ausgewählte Forschungsergebnisse

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

Hochleistungswerkstoffe und Tribosysteme

Für moderne Materialien und diamantähnliche Beschichtungen erschließen wir wettbewerbsrelevante neue Anwendungen und ermitteln deren Grenzen, oder wir verbessern mit unseren Projektpartnern deren Gebrauchseigenschaften für die jeweiligen Einsatzbedingungen. Zunehmend liegt dabei der Fokus auf tribologischen Fragestellungen. Die meist weit entwickelten Werkstoffe und Beschichtungen können in solchen Anwendungen Vorteile bringen, in denen ihre Eigenschaften optimal genutzt werden.

Methoden

Für den optimalen Werkstoffeinsatz müssen die einwirkenden Belastungen genau ermittelt werden. Eine neue Werkstoff-Anwendungskombination erfordert die genaue Kenntnis der Werkstoffeigenschaften, die mit an die Praxisfälle angepassten mechanischen, tribologischen und elektronenmikroskopischen Untersuchungsverfahren ermittelt werden. Sie tragen den unterschiedlichen Beanspruchungssituationen Rechnung.

Bemerkenswertes aus 2008 und Ausblick auf 2009

Mit dem in 2008 erreichten bemerkenswerten Wachstum auf dem Gebiet der Tribologie und mit den für dieses Gebiet in den nächsten Jahren in Aussicht gestellten Bau- und Investitionsmitteln des Landes Baden-Württemberg und des Bundes können die Tribologieaktivitäten des Geschäftsfeldes signifikant verstärkt werden. Reibung und Verschleiß in Motoren, Getrieben, Lagern und Dichtungen zu verstehen, zu modellieren und zu simulieren und mit geeigneten Maßnahmen wie Oberflächenbehandlungen, Beschichtungen oder modifizierten Werkstoffen bzw. Randschichten zu reduzieren und die Tribologie auf allen Größenskalen berechenbar zu machen, werden die Aufgaben der nächsten Jahre sein.

Leistungsspektrum

- Herstellung und Bewertung von glatten und strukturierten diamantähnlichen Kohlenstoffbeschichtungen für hohe Gleit- und Wälzbelastungen
- Kennwertermittlung für Werkstoffe, Werkstoffverbunde und Schichten unter einsatzrelevanten Belastungsbedingungen
- Bewertung und Optimierung des Einsatzverhaltens von Verschleißschutzschichten und von Reibkontakten
- Belastungsanalysen, Erprobung und Versagensbewertung von Bauteilen aus Keramiken und Verbundwerkstoffen
- Entwicklung und Anwendung von Lebensdauer vorhersagemethoden für Funktionswerkstoffe, Implantate und Verbundbauteile



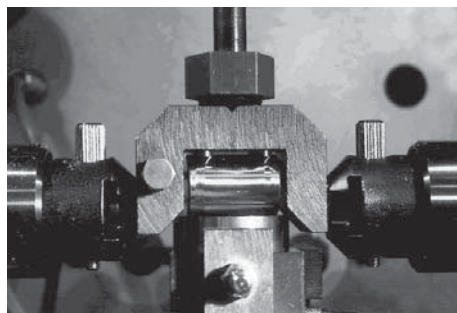
Von links: Prof. Dr. Matthias Scherge, Dr. Andreas Kailer, Dr. Bärbel Thielicke, Dr. Raimund Jaeger, Dr. Thomas Hollstein, Dr. Sven Meier.

Leistungsbereich Versleißschutz, Technische Keramik

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

Werkstoffe werden für den Anwendungsfall geprüft, bewertet und ausgewählt, um eine Leistungssteigerung oder einen sicheren Betriebseinsatz zu gewährleisten.

Flüssigkristalle für tribologische Anwendungen



15 mm

Abb. 1
Tribometer SRVIII, Firma Optimol, oszillierende Gleitreibung, Probengeometrie: Zylinder-Scheibe (Stahl 100Cr6).

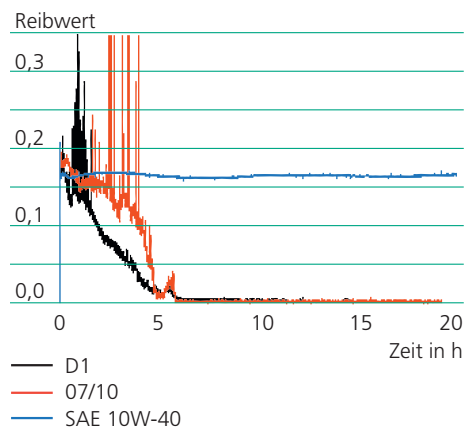


Abb. 2
Reibdiagramm: Vergleich des Reibwertverlaufs von zwei flüssigkristallinen Stoffen (schwarz und rot) mit einem Standard-Schmiermittel (Motoröl, blau).

Die Reibung zwischen beweglichen Materialteilen ist die Hauptursache für verringerte Energieeffizienz und Materialverlust durch Verschleiß. Schmierstoffe vermeiden dies. Zur Darstellung ihres Potenzials werden am Fraunhofer IWM im Rahmen einer Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IAP und der Firma Nematel flüssigkristalline Substanzen tribologisch untersucht. Um die Wirtschaftlichkeit von technischen Prozessen zu verbessern, müssen Wartungsintervalle verlängert und der Energieverbrauch durch die Realisierung niedriger Reibwerte minimiert werden.

Vorgehensweise

Die Bildung flüssigkristalliner Phasen und die damit verbundene Anisotropie der physikalischen Eigenschaften sollen für tribologische Anwendungen genutzt werden. Oberflächeneigenschaften der Reibpaarung und Scherbeanspruchung führen zu spezifischen Orientierungen der Moleküle im Reibkontakt. Durch diese Orientierungsphänomene an der Grenzfläche zwischen Festkörper und Fluid kann sich eine geordnete Nanostruktur ausbilden, die zu dem makroskopisch messbaren Effekt eines extrem niedrigen Reibwerts führt.

Die tribologischen Versuche wurden unter oszillierender Gleitreibung mit einem Tribometer durchgeführt, mit dem der zeitliche Verlauf des Reibwerts von verschiedenen Schmierstoffen aufgezeichnet und verglichen werden kann (Abbildung 1).

Ergebnisse

Tribologische Untersuchungen an bestimmten flüssigkristallinen Stoffen führten zu extrem niedrigen Reibungs- und Verschleißwerten (Abbildung 2). Dieser Effekt tritt sehr gut reproduzierbar über einen weiten Bereich von

tribologischen Beanspruchungen auf und erscheint selbst bei Mischungen mit anderen Kohlenwasserstoffen wie Hexadekan.

Es ist davon auszugehen, dass die tribologisch induzierte Ordnung in den Reibkontakten sowohl zu einer Reibminimierung (minimale Viskosität in Gleitrichtung) als auch zu einer wirkungsvollen Trennung der Oberflächen (maximale Viskosität senkrecht zur Gleitrichtung) führt.

Aufgrund der Ergebnisse wird erwartet, dass die untersuchten flüssigkristallinen Stoffe als Schmierstoffe oder Schmierstoffadditive von immenser Bedeutung sein können.

Bisherige Ergebnisse zeigen, dass die minimalen Reibwerte bei flächigen Gleitkontakten mit mäßigen Kontaktdrücken bis rund 10 MPa erreicht werden können. Außerdem ist zurzeit noch der hohe Preis für die flüssigkristallinen Fluide hinderlich. Es ist allerdings zu erwarten, dass im Rahmen weiterer Arbeiten die Synthese flüssigkristalliner Substanzen für tribologische Anwendungen deutlich kostengünstiger gestaltet werden kann. Außerdem sind die Einsatzbereiche durch die gezielte Entwicklung flüssigkristalliner Schmierstoffe noch wesentlich zu erweitern. Diese Ziele werden in nächster Zukunft weiter verfolgt.



Tobias Amann

Leistungsbereich Verbundwerkstoffe

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

Unterschiedliche Matrices, Grenzflächen und Gefüge von Verbundwerkstoffen können im Modell beliebig kombiniert werden. Die Ergebnisse der Werkstoffsimulation liefern so wichtige Hinweise für die zielgerichtete Entwicklung von Verbundwerkstoffen mit optimierten Eigenschaften.

Mikrostrukturbasierte Werkstoffsimulation für Verbundwerkstoffe

Die Steifigkeit, Festigkeit und die tribologischen Eigenschaften von Leichtmetalllegierungen können durch keramische Verstärkung verbessert werden. Die mechanischen Eigenschaften von solchen Metallmatrixverbundwerkstoffen (MMC, Metal Matrix Composite) hängen von der Form und Verteilung der Verstärkungskomponente (Partikel, Fasern, Preforms) sowie der Haftung der Metall-Keramik-Grenzfläche ab. Am Fraunhofer IWM wurde im Rahmen eines Verbundprojekts mit vier Partnern eine Methodik entwickelt, mit der das Spannungs-Dehnungs-Verhalten von MMC mit unterschiedlichen Gefüge- und Grenzflächeneigenschaften durch Finite-Elemente-Analyse vorausgesagt werden kann. Mit im Verbund ist das Institut für Keramik im Maschinenbau der Uni Karlsruhe (IKM) und die Werkstofftechnik der Hochschule Aalen (WTAA).

Untersuchte Werkstoffe

Untersucht wurden MMC-Werkstoffe, welche aus einer Vielzahl von Domänen mit jeweils parallel angeordneten Keramikplättchen aufgebaut sind. Diese MMC wurden von den Projektpartnern durch Metallinfiltration keramischer Preforms mit einer speziellen lamellaren Struktur hergestellt. Dabei wird das Gefüge durch die Herstellungsbedingungen der Preforms und die Eigenschaften der Metall-Keramik-Grenzfläche durch Innenbeschichtung der Keramikpreforms variiert.

Charakterisierung der Metall-Keramik-Grenzfläche

Die für die Modellierung notwendigen Informationen zur Grenzflächenbruchmechanik müssen experimentell ermittelt werden. Für die Bestimmung der Bruchenergie wird eine scharfe Kerbe so in eine kleine Werkstoffprobe einge-

bracht, dass am Kerbgrund eine parallel zur Kerbrichtung verlaufende Lamelle zu liegen kommt. Anschließend wird der Rissfortschritt unter Belastung beobachtet. Durch unterschiedliche Beschichtungen der keramischen Preform kann die Grenzflächenhaftung in Al/Al₂O₃-MMC in einem weiten Bereich variiert werden (Abbildung 1).

Simulation des Werkstoffverhaltens

Für die Werkstoffsimulation werden digitale Abbilder der Verteilung der Verstärkungsphase in ein Finite-Elemente-Netz überführt. Bei der Netzerstellung werden mittels einer speziell entwickelten Routine Grenzflächenelemente zwischen den Metall- und Keramikelementen eingebaut, denen eine bestimmte Grenzflächenfestigkeit und Bruchenergie zugeordnet werden.

Das modellierte Versagensverhalten einer einzelnen Domäne des MMC-Werkstoffs ist in Abbildung 2 oben dargestellt. Die vorhergesagte Bruchdehnung unter Zugbelastung senkrecht zu den Domänen nimmt durch eine starke Grenzfläche zu (Abbildung 2, unten).

Die Ergebnisse aus der Modellierung einzelner Domänen fließen in einen zweiten Modellierungsschritt (Homogenisierung) ein. Als Ergebnis der Simulation erhält man neben der Spannungsverteilung in den einzelnen Domänen das Spannungs-Dehnungs-Verhalten einer makroskopischen, aus vielen Domänen mit unterschiedlicher Lamellenausrichtung aufgebauten Probe.



Dr. Achim Neubrand

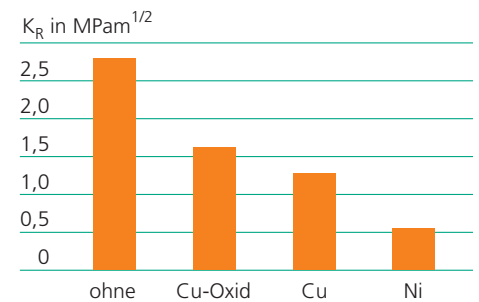


Abb. 1
Grenzflächenbruchzähigkeit für Al/Al₂O₃-MMC. Von links nach rechts: Preform ohne Beschichtung, Cu-Oxid-, Cu- und Ni-Beschichtung.

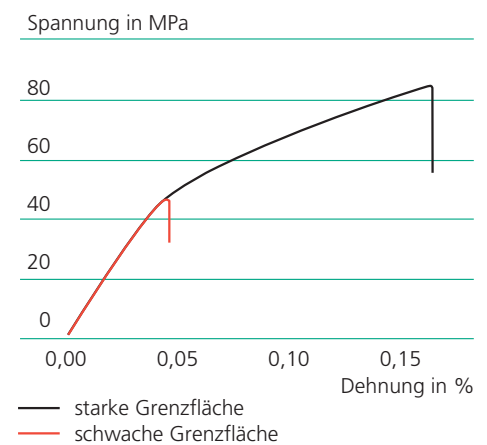
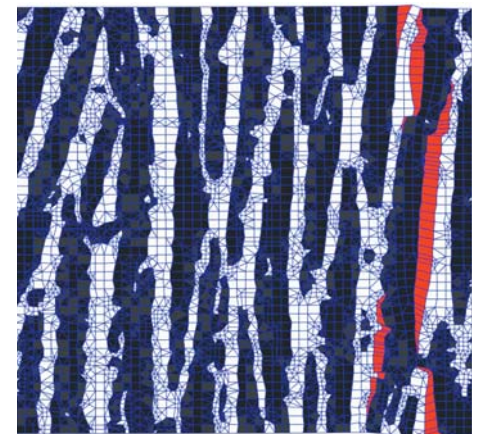


Abb. 2
Oben: FE-Modellierung einer Einzeldomäne unter hoher Belastung senkrecht zu den Lamellen. Grenzflächenelemente beginnen sich abzulösen (rot dargestellt). Unten: Simulierte Spannungs-Dehnungs-Kurve für eine starke und schwache Metall-Keramik-Grenzfläche.

Leistungsbereich Biomedizinische Materialien und Implantate

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

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.

Mechanische Eigenschaften resorbierbarer Implantate

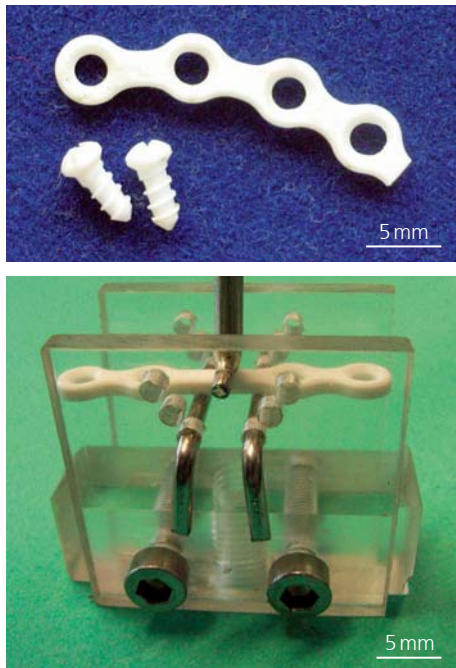


Abb. 1
 Oben: Explantiertes resorbierbares Implantat.
 Unten: 3-Punkt-Biegeanordnung zur Prüfung der mechanischen Eigenschaften der Implantate.

Resorbierbare Implantate, die in der Kiefer- und Gesichtschirurgie eingesetzt werden, bieten Patienten mehrere Vorteile. Eine Operation zur Entfernung des Implantats entfällt, da es im Körper abgebaut wird. Im Verlauf der Resorption des Implantats nimmt dessen Steifigkeit ab, so dass das neugebildete Gewebe stärker mechanisch belastet wird. Dieser mechanische Stimulus kann den Heilungsprozess fördern, vorausgesetzt, dass das neugebildete Gewebe nicht mechanisch über- oder unterfordert wird.

Die Bewertung des Einsatzverhaltens und der Zuverlässigkeit resorbierbarer Osteosyntheseplatten erfordert die Untersuchung der mechanischen Eigenschaften der Implantate in Abhängigkeit von ihrem Resorptionsgrad. Eine Kooperation mit dem Universitätsklinikum Frankfurt, PD Dr. Dr. Constantin Landes, ermöglichte die Prüfung von explantierten resorbierbaren Implantaten (Abbildung 1, oben), deren Position und Verweildauer *in situ* genau dokumentiert war.

dem neue Implantate die maximale Zyklenzahl $n_{max} = 150\,000$ ohne Versagen überstanden hatten.

Ergebnisse

Das Treppenstufenverfahren ergab einen Median der Dauerschwingfestigkeitsverteilung von $F_{MFL} = 49\,N$ (Abbildung 2). Auf dem Kraftniveau $F = 38\,N$ überlebten die neuen Implantate. Die Explantate versagten jedoch auf diesem Niveau, wobei deren Lebensdauer umso kürzer war, je länger die Verweildauer der Implantate im Körper des Patienten war. Die geringere Lebensdauer der Explantate hat mehrere Ursachen. Zum einen unterliegen die Implantate im Körper des Patienten und während der Implantation und Explantation mechanischen Belastungen, die in der experimentellen Bestimmung der Lebensdauern nicht berücksichtigt werden konnten. Zum anderen setzt im Körper tatsächlich die Resorption der Implantate ein, deren Effekte für längere Verweildauern der Explantate im Patienten in elektronenmikroskopischen Untersuchungen deutlich zu beobachten waren: Es bilden sich Risse und Poren im Implantat, die dessen Festigkeit herabsetzen. Die Untersuchung der mechanischen Eigenschaften von Explantaten ermöglicht eine praxisnahe Bewertung resorbierbarer Implantate. Die Ergebnisse helfen Verfahren zu validieren, mit denen der Resorptionsprozess im Labor nachvollzogen wird.

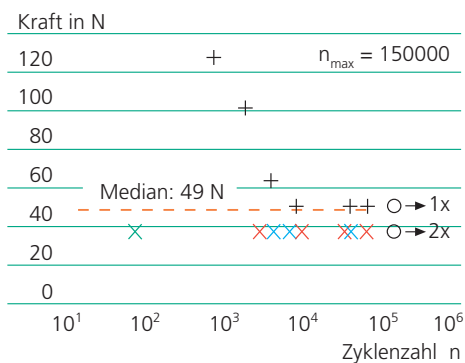


Abb. 2
 Ergebnisse der Ermüdungsprüfungen in einem Wöhlerdiagramm. Neue Implantate: + Brüche, O Durchläufer ($n_{max} = 150\,000$). Brüche von Explantaten: X 6 Monate *in situ*, X 4 Monate *in situ*, X 3 Monate *in situ*.

Vorgehensweise

Bisher nicht implantierte »neue« Osteosyntheseplatten und Explantate des gleichen Implantattyps wurden einer Ermüdungsbelastung unterworfen. Da in vielen Fällen nur Fragmente der Implantate explantiert werden konnten, wurde die Ermüdungsfestigkeit von Verbindungsstegen mit einer 3-Punkt-Biegeanordnung untersucht (Abbildung 1, unten). In einem ersten Schritt wurde der Median der Dauerschwingfestigkeitsverteilung von neuen Implantaten mit dem Treppenstufenverfahren nach Dixon und Mood ermittelt. Anschließend wurde die Lebensdauer der Explantate auf einem Kraftniveau unterhalb des Medians ermittelt, auf



Dr. Raimund Jaeger

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

Leistungsbereich Randschichttechnologien

Dr. Sven Meier
sven.meier@iw.fraunhofer.de

DLC-Triboschichten für Kunststoffe

Kunststoffe dringen zunehmend in Anwendungen vor, die bisher Metallen vorbehalten waren. Hauptgründe dafür sind Gewichtersparnis sowie stark gestiegene Metallpreise. Allerdings sind Metallkomponenten – beispielsweise Gleitlager – oft langlebiger und zuverlässiger als Polymerkomponenten. Bei hochdrehenden Kugellagern wie Hybridlagern mit Keramikugeln hängen die erreichbaren Drehzahlen vor allem von den thermischen Bedingungen im Lager ab. Das Hybridlager hat wegen der geringeren Reibung weniger Verlustleistung. Dadurch wird die Drehzahlgrenze deutlich erhöht. Je nach Anwendung lassen sich Drehzahlsteigerungen bis zu 30 Prozent gegenüber Lagern mit Stahlkugeln realisieren. Die Rollreibung wird reduziert, da die Fliehkraft der leichteren Keramikugeln kleiner ist und die Druckellipse, bedingt durch den höheren E-Modul, kleiner wird.

Um weitere Leistungssteigerungen des Hybridlagers zu erzielen, müssen die Gleitanteile an der Reibung im Lager herabgesetzt werden. Zu diesem Zweck wurden die tribologischen Eigenschaften von Käfigen aus Polyetheretherketon (PEEK) verbessert.

Vorgehensweise

Diamantähnliche Kohlenstoffschichten (DLC-Schichten) können die Lebensdauer und Zuverlässigkeit der Kunststofflager und anderer Komponenten erheblich verbessern. Sie weisen ein ausgezeichnetes Gleitverhalten und eine hohe Verschleißfestigkeit auf. Dadurch kann das Leistungs- und Anwendungsspektrum der Basispolymere beträchtlich erweitert werden. Bisher wurden einige Kunststoffe auf ihre Beschichtbarkeit hin untersucht. Sehr gute Ergebnisse wurden auch auf PEEK

erzielt. Dies bestätigten auch die durchgeführten Beschichtungsversuche auf Spindellagerkäfigen aus PEEK. Die komplexe Bauteilgeometrie der Lagerkäfige stellte hierbei erhebliche Anforderungen an das Elektroden- und Beschichtungsprozessur. Am Werkzeug- und Maschinenlaboratorium der RWTH Aachen und am Fraunhofer IPT fanden die anschließende Erprobung der modifizierten Spindellager im Prüfstand statt.

Ergebnisse

Die durchgeführten Untersuchungen an DLC-beschichteten Käfigen zeigen ein deutlich verbessertes Laufverhalten des Lagers. Im Vergleich zu unbeschichteten Käfigen werden mit einem DLC-Polymerschichtcompound deutlich höhere Drehzahlen und Lagerstandzeiten erreicht (siehe Abbildung 1). Bezüglich der Trockenlaufleistung zeigten sich bei der Komplettbeschichtung von Käfigen der Firma Cerobear beste Versuchsergebnisse. Vor allem das Notlaufverhalten der untersuchten Spindellager konnte noch einmal deutlich verbessert werden. Eine Beschichtung der gleitbeanspruchten Kontaktzonen konnte zudem die Laufleistung des Lagers beträchtlich erhöhen. Für den hier geforderten Einsatzfall konnte die Vorteilhaftigkeit eines DLC-Polymerschichtcompounds damit nachgewiesen werden.



Dr. Sven Meier

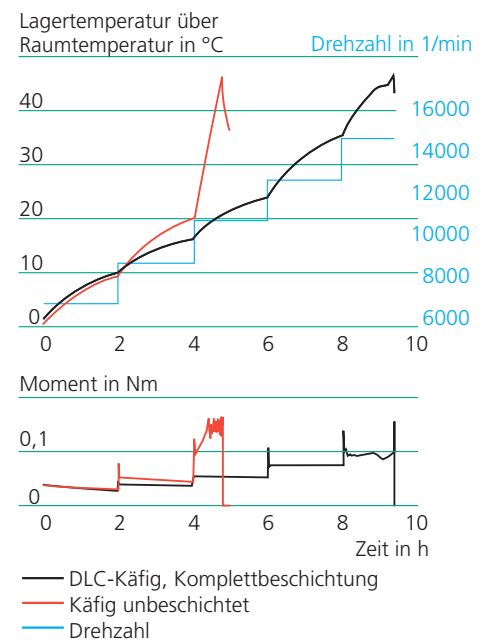


Abb. 1
Spindellagerversuchslauf mit einem DLC-beschichteten PEEK-Käfig.

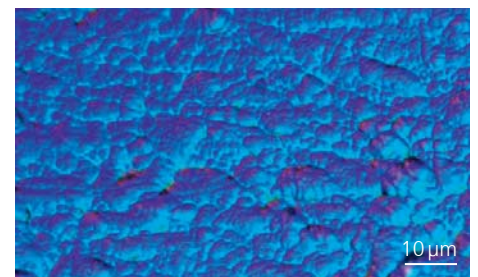


Abb. 2
Oben: Strukturwachstum von DLC auf Polyetheretherketon (PEEK).
Unten: DLC-Käfig Komplettbeschichtung.

Sicherheit und Verfügbarkeit von Bauteilen

Die Bewertung der Sicherheit und der Gebrauchseignung von Bauteilen mit hohen sicherheitstechnischen Anforderungen unter betriebsrelevanten quasistatischen bis schlagartigen Beanspruchungen stehen im Mittelpunkt unseres Aufgabenspektrums. Die Palette der Anwendungen reicht von Sicherheitsnachweisen von Kraftwerkkomponenten über den Nachweis der Fehlertoleranz von Bauteilen der Raumfahrt bis zur Crashanalyse von Automobilen, wobei neben dem Einsatzverhalten moderner Werkstoffe auch Fügeverbindungen und Hybridbauweisen von zentraler Bedeutung sind.

Methoden

Zur Charakterisierung der verschiedensten Werkstoffe und Bauteile bei relevanten Temperaturen und Belastungsgeschwindigkeiten stehen umfangreiche Prüfeinrichtungen zur Verfügung. Die experimentellen Ergebnisse dienen als Basis für die Entwicklung und Verifizierung von Werkstoffmodellen und Versagenskonzepten, mit denen rechnerisch das Bauteilverhalten beschrieben werden kann.

Schwerpunkte

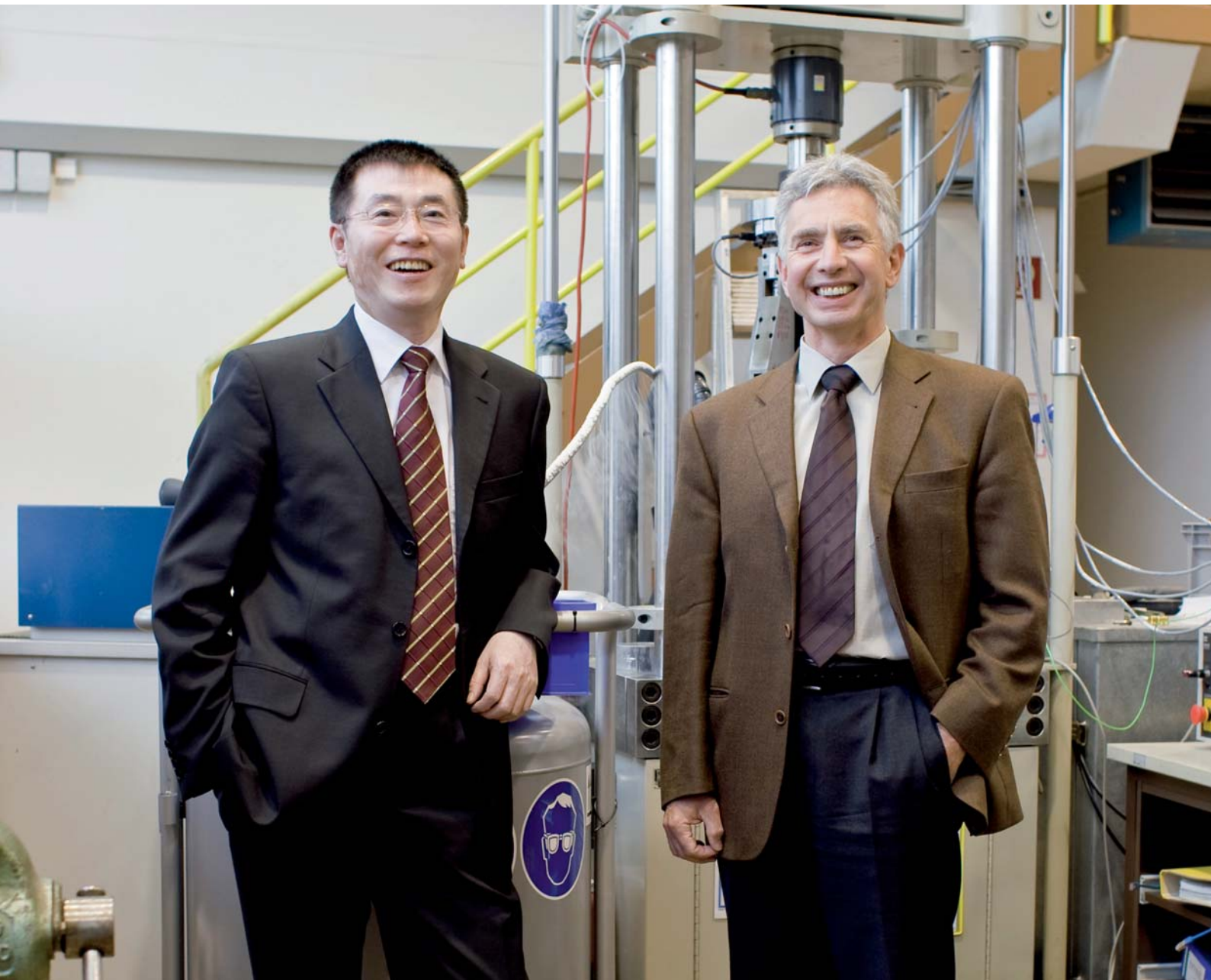
Schwerpunkte der Arbeiten sind zum einen die Weiterentwicklung bruchmechanischer Bewertungskonzepte unter Berücksichtigung der jeweiligen bauteilrelevanten Beanspruchungssituation und der Streuung der Werkstoffeigenschaften und Fehlergrößen. Zum anderen findet der Einfluss des Herstellungsprozesses auf das Verformungs- und Versagensverhalten von Automobilstrukturen zunehmend Berücksichtigung in der Crashanalyse.

Bemerkenswertes aus 2008

Bruchmechanische Fehlerbewertungen an Bauteilen können in vielen Fällen effizient mit analytischen Methoden durchgeführt werden. Hierfür wurde am Fraunhofer IWM das PC-Programm VERB entwickelt, das inzwischen in der Version 8.0 vorliegt und von zahlreichen Firmen in Deutschland für den Sicherheitsnachweis von Bauteilen eingesetzt wird.

Leistungsspektrum

- Entwicklung von Bewertungskonzepten für Kraftwerkskomponenten und Maschinenbauteile
- Bruchmechanische Sicherheitsbewertungen und Traglastberechnungen für hochbelastete und sicherheitsrelevante Bauteile
- Nachweis der Fehlertoleranz für Komponenten aus Raumfahrtindustrie, Maschinen- und Fahrzeugbau
- Lebensdauerbewertungen für Schweißverbindungen
- Charakterisierung von Werkstoffen und Bauteilen unter dynamischer Belastung
- Crashsimulation von Automobilkomponenten mit maßgeschneiderten Werkstoffmodellen
- Bewertung von Schweiß- und Hybridfugeverbindungen unter Crashbelastung
- Charakterisierung und Modellierung von Kunststoffen und Klebverbindungen unter Crashbelastung



Von links: Dr. Dong-Zhi Sun, Dr. Dieter Siegele.

Fehlerbewertungsprogramm IWM VERB 8.0

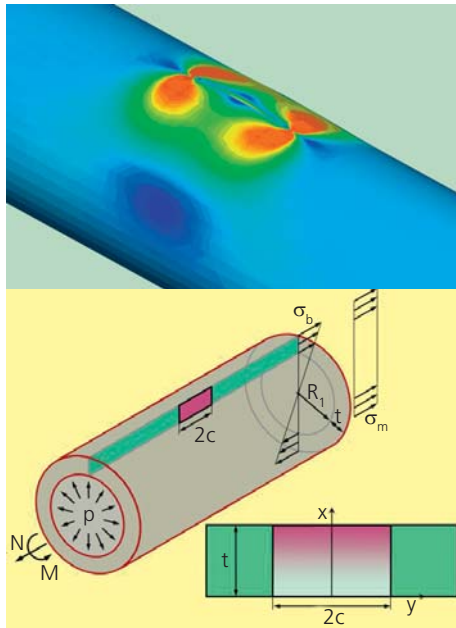


Abb. 1
Oben: Rohr unter Innendruck mit einem Durchriss.
Unten: Berechnungsmodell in VERB.

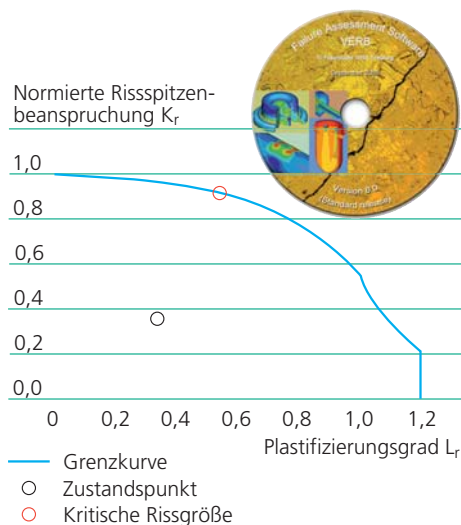


Abb. 2
VERB-Versagensbewertungs-Diagramm mit der Darstellung der Zustandspunkte für die aktuelle und die kritische Risslänge.

Bruchmechanische Analysen sind ein wichtiges Werkzeug zur Bewertung von Fehlern in Bauteilen sowie zur fehlertoleranten Auslegung. Daneben umfassen sie die Spezifikation von Herstellungsverfahren, Festlegung der Qualitätskontrolle und Inspektionsintervalle, Bewertung der Gebrauchseignung von Bauteilen und die Ermittlung von Schadensursachen.

Das seit 1988 am Fraunhofer IWM entwickelte Fehlerbewertungsprogramm VERB ist ein analytisches Tool für die Festigkeitsbewertung von rissbehafteten Bauteilen. Es ermöglicht eine schnelle Bewertung hinsichtlich Sprödbruch, Rissinitiierung, stabiler oder instabiler duktiler Risserweiterung unter statischer Belastung sowie stabilen Rissfortschritts unter zyklischer Beanspruchung. Die verwendeten Bewertungskonzepte sowie Berechnungsmethoden basieren auf internationalen und nationalen Richtlinien. Zu den Einsatzbereichen von VERB zählen folgende Industriezweige:

- Kraftwerk- und Anlagenbau
- Raumfahrt
- Pipeline-Industrie
- chemische Industrie
- Eisenbahntechnik
- Versicherungs- und Gutachtergesellschaften

Die Version 8.0 von VERB enthält folgende neue Möglichkeiten:

- erweiterte Auswahl der Bauteil- und Rissmodelle (Beispiel: Abbildung 1)
- fortgeschrittene Lösungen für Risse unter variabler Spannungsverteilung
- flexiblere Auswahl von Beanspruchungsparametern sowie Werkstoffdaten
- verbesserte Algorithmen für Rissfort-

- schrittberechnungen sowie Ermittlung kritischer Bedingungen
- grafische Tools für Datenkontrolle

In der Basisversion bietet das Programm alle wichtigen Bewertungsmöglichkeiten:

- statische Bewertung mit dem Versagensbewertungs-Diagramm einschließlich der Ermittlung kritischer Zustände (Abbildung 2); je nach Werkstoffzustand werden dabei Riss-Initiierung oder Riss-Instabilität als Versagenskriterien betrachtet
- Berechnung des zyklischen Risswachstums bei konstanten sowie variablen Spannungsamplituden, unter Anwendung verschiedener Rissfortschrittgleichungen
- Berechnung von Spannungsintensitätsfaktoren
- Parameterstudien unter Variation einzelner Eingabegrößen

Die erweiterte Programmversion enthält zusätzlich Leck-vor-Bruch-Analysen für druckbeaufschlagte zylindrische und sphärische Bauteile (Abbildung 1), die Auswahl mehrerer analytischer Lösungen für den Spannungsintensitätsfaktor und die plastische Grenzlast sowie die Anwendung partieller Sicherheitsfaktoren (BS 7910, API 579). Das Programm wird in zahlreichen Projekten mit der Industrie eingesetzt und ist auch als Lizenz erhältlich (www.iwm-verb.de).



Dr. Igor Varfolomeev

Für die Crashsimulation werden Werkstoffmodelle entwickelt, implementiert und auf Bauteile angewendet. Werkstoffcharakterisierung und Bauteilprüfung werden mit speziellen Versuchstechniken durchgeführt. Fügeverbindungen werden unter crashrelevanter Belastung charakterisiert und mit Ersatzmodellen simuliert.

Leistungsbereich Crashesicherheit, Schädigungsmechanik

Dr. Dong-Zhi Sun
dong-zhi.sun@iwf.fraunhofer.de

Versagensverhalten einer Hybridverbindung unter Crashbelastung

Die Klebtechnik in Kombination mit mechanischem Fügen oder Punktschweißung findet im Automobilbau immer mehr Anwendung. Viele Untersuchungen zur Charakterisierung und Modellierung der einzelnen Verbindungen wurden bereits durchgeführt. Unklar war bisher, wie sich eine Hybridverbindung unter crashrelevanter Belastung verhält und wie deren Verformungs- und Versagensverhalten in der Crashsimulation modelliert wird.

Vorgehensweise

In einer Kooperation mit der Volkswagen-Konzernforschung in Wolfsburg wurde eine Punktschweißklebverbindung unter verschiedenen Belastungsarten im Vergleich mit reinen Kleb- und reinen Punktschweißverbindungen untersucht. Dabei wurden Scherzug-, Kopfzug- und Schälzugproben zur Charakterisierung von Einzel- und Hybridverbindungen und T-Stoß-Proben zur Verifikation der numerischen Modelle verwendet. Zur Modellierung von Hybridverbindungen wurde ein Werkstoffmodell für Strukturklebstoffe mit Volumenelementen mit einem Schweißpunktmodell (Spring-Beam mit verteilter Multi-Point-Constraint-Anbindung) kombiniert. Im Klebmodell wurde das druckabhängige Fließverhalten des Klebstoffs mit Zug-Druck-Unterschied berücksichtigt. Das Versagensverhalten des Klebstoffs wurde mit einem Schädigungsmodell mit Berücksichtigung der Einflüsse der Mehrachsigkeit beschrieben. Das Versagenskriterium für Schweißpunkte basiert auf kritischen Normal- und Scherkräften und kritischen Biegemomenten. Die Werkstoff- und Versagensparameter wurden durch Simulation von ausgewählten Probenversuchen ermittelt.

Ergebnisse

Bei allen Belastungsarten versagt die Klebschicht vor dem Schweißpunkt. Die maximale Kraft der Hybridverbindung wird unter Schälzug- und Kopfzugbelastung von der Punktschweißverbindung und unter Scherzugbelastung von der Klebverbindung bestimmt. Die absorbierte Energie der Hybridverbindung wird in den drei Belastungsarten hauptsächlich von der Punktschweißverbindung bestimmt. Die Streuung der Tragfähigkeit der Hybridproben ist im Vergleich mit den reinen Punktschweißproben aufgrund der Einflüsse des Klebstoffs beim Punktschweißprozess größer. Ein Versagen der Einzelverbindungen tritt sequentiell auf. Somit stellt der Kraft-Wegverlauf der Hybridverbindung eine Quasi-Einhüllende der Kurven der Einzelverbindungen dar (Abbildung 1).

Die Ergebnisse der T-Stoß-Versuche, zum Beispiel Versagensbilder (Abbildung 2) und Kraft-Verschiebungskurven, wurden mit der verwendeten Simulationsmethode zutreffend wiedergegeben. Die Überprüfung von Unterschieden im Schweißpunktdurchmesser zwischen den geschweißten Proben und Komponenten und die Anpassung des Modells sind für eine zuverlässige numerische Vorhersage von großer Bedeutung.



Dr. Florence Andrieux

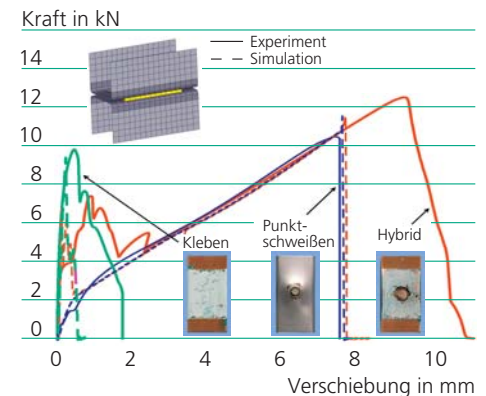


Abb. 1
Tragfähigkeit der Kopfzugproben mit Kleb-, Punktschweiß- und Hybridverbindung aus Experiment und Simulation.

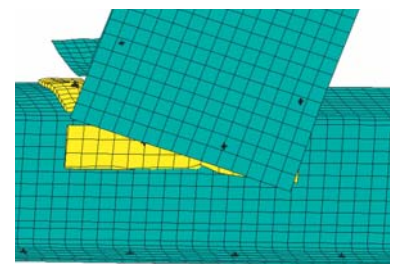
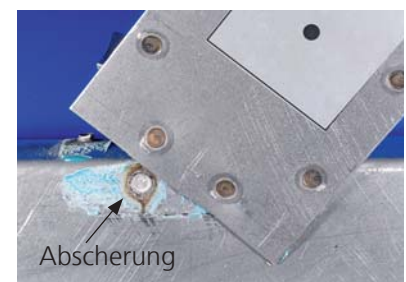


Abb. 2
Punktgeschweißte und geklebte T-Stoß-Probenspitze unter Längsbelastung. Oben: Experiment. Unten: Simulation.

Geschäftsfeld

Komponenten der Mikroelektronik und Mikro-systemtechnik

In enger Kooperation mit industriellen Herstellern bewerten wir Qualität und Einsatzverhalten von Bauelementen der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik, um potenzielle Fehlerursachen und Ausfallrisiken bereits während der Entwicklung weitestgehend auszuschließen. Damit tragen wir dazu bei, Technologien zu optimieren, die Ausbeute in der Fertigung zu verbessern, die Leistungsfähigkeit von Bauelementen und deren Zuverlässigkeit zu erhöhen sowie Kosten zu senken.

Methoden

Für diese Aufgaben setzen wir moderne Verfahren der Fehlerdiagnostik, der mikromechanischen Materialcharakterisierung sowie der Modellbildung und numerischen Simulation ein. Unsere Verfahrenskette in der physikalischen Fehleranalytik umfasst dabei die Fehlerlokalisierung mittels zerstörungsfreier Diagnostik, die Zielpräparation von Defekten mittels fokussierender Ionenstrahltechnik, die Analyse durch hochauflösende Elektronenmikroskopie und Festkörperspektroskopie sowie die Bestimmung lokaler Verformungs- und Festigkeitskennwerte von Mikrokomponenten.

Schwerpunkte

Wir lokalisieren und charakterisieren Einzeldefekte in Schaltkreisen der Halbleitertechnologie (CMOS). Zudem analysieren wir Grenzflächenreaktionen in Kontaktierungen hochintegrierter Systemkomponenten, zum Beispiel WLP und SiP. Weitere Schwerpunkte liegen auf der Festigkeit und Lebensdauer siliziummikromechanischer Sensoren und Aktuatoren (MEMS) sowie der Weiterentwicklung fehleranalytischer Verfahren und mechanischer Tests.

Bemerkenswertes aus 2008

Mit Hilfe von weiterentwickelten Elektronen-Rückstreubeugungsverfahren (EBSD) sind wir in der Lage, die Gefügestruktur von Loten zuverlässig zu quantifizieren, intermetallische Phasen in Grenzflächen zu identifizieren und lokale Eigenstressungen in Siliziumkomponenten zu messen.

Leistungsspektrum

- Physikalische Fehleranalyse für die Halbleitertechnologie (z. B. Einzeltransistor, Leitbahnsystem)
- Fehlerdiagnostik und Materialbewertung für Verbindungstechnik und Systemintegration (z. B. Drahtbond- oder Lotkontaktierungen)
- Analyse der Materialwechselwirkungen mit Prozessparametern und Einsatzbedingungen, Prozessschrittoptimierung
- Verfahrensentwicklung zur Detektion, Zielpräparation und Analytik von Defekten sowie zur lokalen Eigenspannungsbestimmung im Nanometer-Bereich
- Festigkeits- und Lebensdauerbewertung von Sensoren und Aktuatoren der Volumen- und Oberflächenmikromechanik sowie wafergebondeter Systeme
- Entwicklung von Prüfverfahren für Silizium-Mikrosysteme (z. B. Druck-, Beschleunigungs-, Drehratensensoren oder Mikrodüsen) auf Wafer- oder Chip Ebene



Von links: Frank Altmann, Prof. Dr. Matthias Petzold.

Leistungsbereich Bewertung
mikroelektronische SystemintegrationProf. Dr. Matthias Petzold
matthias.petzold@iwmh.fraunhofer.de

Mit leistungsfähigen Verfahren der mikrostrukturellen Diagnostik und mikromechanischen Prüfung wird das Materialverhalten von Werkstoffen der mikroelektronischen Verbindungstechnik und Systemintegration analysiert und bewertet, um Qualität und Lebensdauer mikroelektronischer Bauelemente zu sichern und die Einsatzgrenzen zu erhöhen.

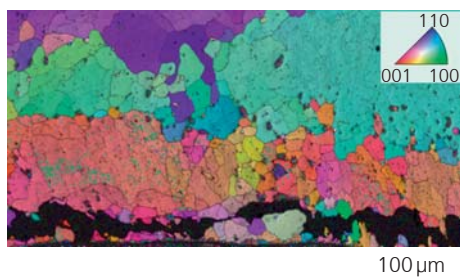
Gefügeanalyse bleifreier Lötkontakte
mittels Elektronen-Rückstreubeugung (EBSD)

Abb. 1
REM-Bild mit EBSD-Auswertung einer Lötstelle mit Riss (schwarz) nahe der Grenzfläche. Die unterschiedlichen Farben zeigen die Orientierung der jeweiligen Kristallite.

Neue bleifreie Weichlotmaterialien ersetzen mittlerweile aus Gründen des Umweltschutzes weitgehend die bisher für den Kontakt mikroelektronischer Komponenten verwendeten bleihaltigen Lote. Diese sind jedoch für viele Anwendungen nur begrenzt ermüdungsbeständig und weisen geringere Schadenstoleranz gegen dynamische Beanspruchung (drop test) auf. Für die zuverlässige Auslegung mikroelektronischer Systeme und für weitere Materialentwicklungen sind Kenntnisse zum Zusammenhang zwischen der Mikrostruktur der Lote und den dadurch beeinflussten Verformungseigenschaften und Schädigungsmechanismen notwendig. Untersuchungen zum Lotgefüge beschränkten sich dabei bisher auf Analysen mittels Polarisationsmikroskopie, welche nur eine qualitative Abschätzung des Gefüges bei geringer Ortsauflösung ermöglicht.

Vorgehensweise

Eine leistungsstarke Methode zur mikrostrukturellen Charakterisierung kristalliner Proben ist die Elektronen-Rückstreubeugung (EBSD) im Rasterelektronenmikroskop. Sie ermöglicht eine genaue Quantifizierung von Kornorientierungen, Korngrößen und Kornverteilungen mit einer Ortsauflösung < 100 nm über größere Bereiche hinweg. Zudem gestattet sie die Unterscheidung verschiedener intermetallischer Phasen, welche in Abhängigkeit von der verwendeten Anschlussmetallisierungen (zum Beispiel Ni-Au, Cu, Sn) an den jeweiligen Grenzflächen ausgebildet werden. Wesentliche Voraussetzung für die Methode ist die artefaktfreie Präparation der zu untersuchenden Probenoberflächen. Hierfür wurden spezielle Präparationsroutinen entwi-

ckelt und für den Einsatz an Flip-Chip-Verbindungen, Chip-Rückseitenkontakten und SMD-Bauelementen optimiert.

Ergebnisse

Abbildung 1 zeigt die Mikrostruktur einer Lötstelle, welche in Folge der wirkenden Beanspruchung nahe der Grenzfläche versagt hat. Mit Hilfe der EBSD kann der Schädigungsprozess detailliert unter Berücksichtigung unterschiedlicher Bereiche mit trans- und interkristallinem Rissverlauf beschrieben werden. Zudem können die Kornorientierungen der jeweiligen Bereiche bestimmt werden. Diese Informationen ermöglichen eine verbesserte Beschreibung des lokalen anisotropen Belastungszustands und unterstützen die Schadensanalyse.

Die Beugungsanalyse ermöglicht die Bestimmung des Gittertyps durch den Abgleich der gemessenen Beugungsbilder mit einer Datenbasis. Dies kann auch zur Identifikation unterschiedlicher intermetallischer Phasen in Lot-Grenzflächen eingesetzt werden, wobei durch eine simultane EDX-Analyse die Genauigkeit der Phasenzuordnung noch weiter gesteigert wird. Abbildung 2 zeigt eine mittels EBSD als Cu_6Sn_5 identifizierte Phase in der Grenzfläche zwischen $\text{SnAg}_{3.5}\text{Cu}_{0.7}$ -Lot und Cu-Metallisierung.

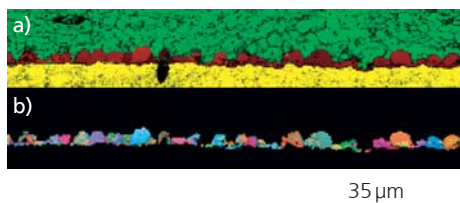


Abb. 2
REM-Abbildung mit EBSD-Phasenidentifikation einer Cu_6Sn_5 -Phase
a) Darstellung der verschiedenen Phasen (grün: $\text{SnAg}_{3.5}\text{Cu}_{0.7}$ -Lot, rot: Cu_6Sn_5 , gelb: Cu)
b) Darstellung der Orientierungen der Cu_6Sn_5 -Phase als inverse Polfigur.



Michael Krause

Das Einsatzverhalten mechanischer und IR-optischer Silizium-Mikrosysteme wird bewertet. Festigkeits- und Lebensdauereigenschaften von Waferbond-Technologien werden analysiert und optimiert. Neue Prüfverfahren für die Qualitätssicherung von Mikrosystemen werden entwickelt.

Leistungsbereich
Charakterisierung Mikrosysteme

Prof. Dr. Matthias Petzold (kommissarisch)
matthias.petzold@iwm.fraunhofer.de

Simulation und Auslegung eines Infrarot-Strahlers auf Basis der Silizium-Mikrosystemtechnik

Für die Analyse der Zusammensetzung von Gasen und Flüssigkeiten werden optische Nachweismethoden eingesetzt. Empfindliche Messverfahren für z. B. CO₂, NH₃ oder C₂H₄ nutzen das Prinzip der Absorptionsspektroskopie, wobei sich die molekülspezifischen spektralen Absorptionsbanden im Infrarotbereich gut zum Nachweis eignen. Zur Messung der Absorptionseigenschaften wird eine, zur Genauigkeitssteigerung modulierbare Strahlungsquelle (Emitter) benötigt. Die Modulation erfolgt hierbei oftmals durch mechanische Chopper über eine Blockade des Strahlengangs. Eine Alternative zu diesen teuren und fehleranfälligen Systemen liefern elektrisch modulierbare thermische Strahlungsquellen. In Kombination mit den Fertigungstechniken der Silizium-Mikromechanik können diese Kosten, Miniaturisierungsgrad und Integrationsfähigkeit deutlich verbessern und eröffnen so ein breites Anwendungsfeld im Automobilbau, in der Sicherheitstechnik und der Umweltsensorik.

Vorgehensweise

Die Herstellung sowie strahlungstechnische Charakterisierung des Emitters erfolgt durch den Projektpartner, Fraunhofer IPM in Freiburg, während am Fraunhofer IWM die Designoptimierung erfolgt. Diese ist notwendig, da die spektrale Leistungsdichte der thermischen Strahlung physikalisch durch die Planckkurve definiert wird. Um eine ausreichende Performance zu erreichen, ist eine Strahlertemperatur von etwa 800 °C erforderlich, was eine besondere technische Herausforderung für die Verwendung von Silizium als Werkstoff darstellt. Weiterhin kann eine hohe Modulationsfrequenz bei maximaler Temperaturdifferenz nur

durch eine minimale thermische Masse realisiert werden. Dies erfordert eine thermische Entkopplung des strahlenden Bereichs vom Trägersubstrat. Um dennoch eine ausreichend mechanische Stabilität zu erfüllen, wurden Finite-Elemente-Simulationen unter Berücksichtigung von mechanischen, thermischen sowie elektrischen Feldgrößen durchgeführt (Abbildung 1). Durch die Kopplung der Berechnungen mit Optimierungsalgorithmen können die Leistungsfähigkeit sowie die Lebensdauer unter Berücksichtigung entstehender thermomechanischer Spannungen im Silizium maximiert werden. Begleitend zu den theoretischen Untersuchungen kommen Focused-Ion-Beam-Technik, Rasterelektronenmikroskopie mit Röntgenspektroskopie sowie Weißlichtinterferometrie in der Prozessschrittbewertung zur Anwendung.

Ergebnisse

Mit Hilfe der Simulation konnte die Geometrie des Emitters (Abbildung 2) im Entwurfsstadium optimiert werden. Die Prozessschritte wurden mit Hilfe der mikrostrukturellen Analytik verbessert und erhöhten somit die Zuverlässigkeit des Emitters. Erste getestete Prototypen erreichen bereits eine Modulationsfrequenz von 10 Hz mit einem Temperaturhub von 650 °C und stellen somit eine kostengünstige sowie leistungsfähige Alternative zu bisherigen Systemen dar.



Falk Naumann

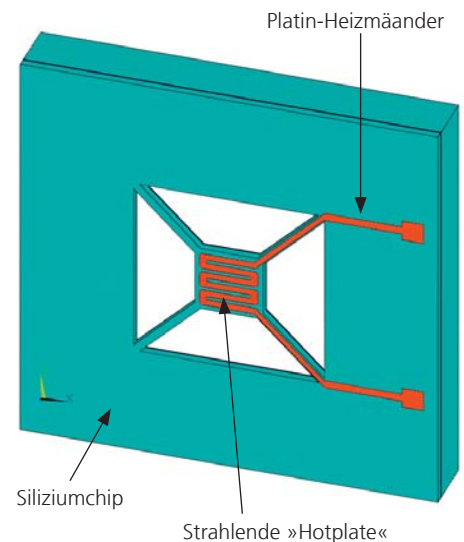


Abb. 1
Finites-Element-Modell des Infrarot-Emitters (Emittergröße: 3000 x 3000 µm; Hotplategröße 500 x 500 µm).

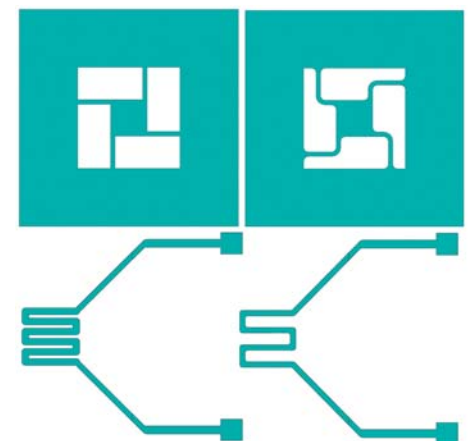


Abb. 2
Varianten der untersuchten Layoutstrukturen (oben: Siliziumchip, unten: Heizmäander).

Leistungsbereich Diagnostik Halbleitertechnologie

Frank Altmann
frank.altmann@iwmh.fraunhofer.de

Ständig werden mikroelektronische Bauteile technologisch weiterentwickelt und müssen trotz Kostendrucks äußerst zuverlässig sein. Durch das Aufklären von Materialwechselwirkungen im Zusammenhang mit Prozessparametern und Einsatzbedingungen werden Herstellungstechnologien gemeinsam mit Industriepartnern optimiert. Zusammen mit Geräteherstellern werden neue Verfahren zur Fehlerlokalisierung, Zielpräparation und Nanoanalytik entwickelt.

Entwicklung eines neuartigen Schlitzgreifsystems für die Entnahme und Halterung elektronentransparenter Proben

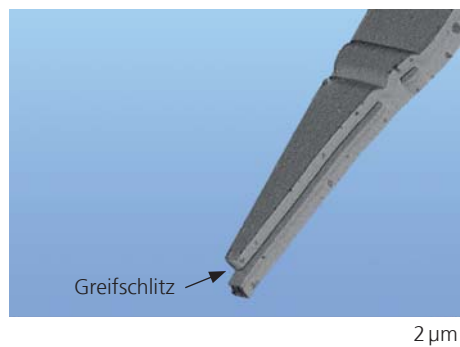


Abb. 1
Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme des Schlitzgreifers, bestehend aus polykristallem Silizium.

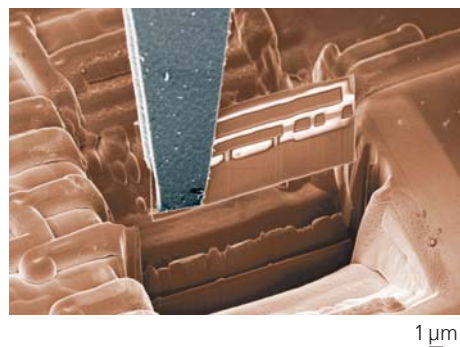


Abb. 2
Entnahme einer TEM-Lamelle mittels Schlitzgreifer.

Mikroelektronische Schaltkreise werden in einem hochkomplexen Prozessablauf hergestellt. Die auf dem Silizium-Wafer erzeugten Strukturen müssen dabei ständig kontrolliert und vermessen werden. Aufgrund der immer kleiner werdenden Einzelstrukturen wird zunehmend die Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) eingesetzt. Die Präparation der dafür erforderlichen elektronentransparenten Proben erfolgt mittels fokussierender Ionenstrahltechnik (FIB). Aus Kostengründen wird die Entnahme von TEM-Lamellen direkt aus dem Wafer angestrebt, wobei diese anschließend weiter prozessiert werden sollen. Besondere Herausforderungen ergeben sich aus der Notwendigkeit eines hohen Probendurchsatzes.

Eine Möglichkeit der Probenentnahme besteht darin, die TEM-Lamellen mittels Transportnadel aus dem Wafer zu entnehmen und an einem geeigneten Probenträger zu befestigen. Die Transportnadel wird dazu an einem Piezo-Manipulator befestigt und unter rasterelektronenmikroskopischer Beobachtung navigiert. Der notwendige Kraftschluss zwischen TEM-Lamelle und Transportnadel beziehungsweise Probenträger wird dabei durch ioneninduzierte Materialabscheidung hergestellt. Nachteile dieser Methode ergeben sich insbesondere durch die zeitintensive Entnahmeprozedur sowie Kontamination der Probe während der Materialabscheidung.

Vorgehensweise

Am Fraunhofer IWM wurde ein neuartiges Verfahren für den Lamellentransport unter Verwendung von Schlitzgreifern entwickelt. Die Schlitzgreifer werden in MEMS-Technologie

gefertigt und bestehen aus strukturierten Poly-Siliziumschichten mit dazwischenliegender Opferschicht (Abbildung 1). Der Greifschlitz hat eine Dicke von rund 700 nm und wird mit Hilfe eines Piezo-Manipulators auf die entsprechend dimensionierte TEM-Lamelle aufgeschoben (Abbildung 2). Der Kraftschluss erfolgt über Haftreibung zwischen den Innenflächen des Greifers und der TEM-Lamelle. Nach Aufnahme in den Greifer wird diese auf ihre Enddicke gedünnt und anschließend ins TEM überführt.

Ergebnisse

Für den Transport und die Befestigung von TEM-Lamellen wurde ein spezielles MEMS-Clipsystem entwickelt, das gleichzeitig als Entnahme- und Probenhaltesystem fungieren kann. Die TEM-Lamelle wird mit einem entsprechend dimensionierten Greifschlitz entnommen und über Haftreibung gehalten. Nach Probenentnahme in der FIB kann der Schlitzgreifer sofort ausgeschleust und ins TEM eingebaut werden.

Die Entnahmeprozedur in der FIB und der Transfer ins TEM konnten so deutlich vereinfacht und beschleunigt werden. Die Schlitzgreiferstrukturen können mit der MEMS-Technologie kosteneffizient hergestellt und als Verbrauchsmaterial zur Verfügung gestellt werden.



Frank Altmann

Geschäftsfeld

Werkstoffbasierte Prozess- und Bauteilsimulation

Das Geschäftsfeld entwickelt Methoden für die Prozess- und Bauteilsimulation und setzt diese für konkrete Fragestellungen aus der Industrie ein.

Methoden

Werkstoffmodelle werden auf verschiedenen Größenskalen entwickelt – von der quantenmechanischen Beschreibung von Festkörpereigenschaften im Nanometerbereich über mikrostrukturelle Modelle im Mikrometerbereich bis hin zu makroskopischen Werkstoffgesetzen für Finite-Elemente-Analysen. Die theoretische Kompetenz wird durch entsprechende experimentelle Möglichkeiten ergänzt.

Schwerpunkte

Das Kundenspektrum ist breit, aber ein Schwerpunkt liegt bei der Automobilindustrie und ihren Zulieferern (Sensorik, Aktorik und Elektronik für Motormanagement, Abgassystem, hochfeste Karosseriebleche, Sintermetallteile, Tribologie des Antriebsstrangs).

Bemerkenswertes aus 2008

Das Geschäftsfeld ist in fast allen Leistungsbe-
reichen beträchtlich gewachsen. Viele Erkennt-
nisse aus Doktor- und anderen Forschungsar-
beiten ließen sich zügig in Industrieprojekte
umsetzen. Besonders erfreulich war die Entwick-
lung im Bereich der Energietechnik, wo Ressour-
cenknappheit und CO₂-Problematik zu einer
großen Entwicklungsdynamik geführt haben. Die
Kompetenzen zur thermomechanischen Ermü-
dung, die bisher vorwiegend für die Autoindustrie
eingesetzt wurden, haben im abgelaufenen Jahr
zu großen Aufträgen von Energieerzeugern und
ihren Werkstofflieferanten geführt.

Leistungsspektrum

- Simulation pulvertechnologischer Prozessschritte und Prozessketten mit mikrostrukturbasierten Modellen
- Mikrostruktur-, Textur- und Schädigungs-entwicklung bei Umformprozessen
- Lebensdauermodelle für Hochtemperaturkomponenten der Fahrzeug- und Kraftwerksindustrie
- Finite-Elemente-Analysen mit speziellen Anforderungen für die Industrie
- Atomistische Methoden von Molekulardynamik bis Dichtefunktionaltheorie
- Anwendungen auf Tribologie, Nanopartikel, Grenzflächen in Festkörpern, Funktionswerkstoffe



Von links: Dr. Winfried Schmitt, Prof. Dr. Christian Elsässer, Dr. Torsten Kraft, Prof. Dr. Michael Moseler, Prof. Dr. Hermann Riedel, Dr. Dirk Helm, Dr. Thomas Seifert.

Leistungsbereich
PulvertechnologieDr. Torsten Kraft
torsten.kraft@iwm.fraunhofer.de

Durch die Simulation pulvertechnologischer Prozessschritte wird der Entwicklungsprozess von Bauteilen effizienter gestaltet. Dazu wird neben Finite-Elemente-Programmen auch ein neu entwickelter, strömungsmechanischer Partikelcode für die Modellierung komplexer Flüssigkeiten eingesetzt.

Strömungsmechanische Simulation des Siebdrucks

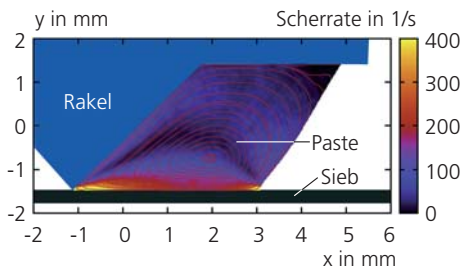


Abb. 1
Simulation des Rakelvorgangs: Vor dem Rakel bildet sich eine Wirbelströmung aus (braune Stromlinien) – die Paste rollt sich auf. An der Auflagefläche der Paste auf dem Sieb ist die resultierende Scherrate am höchsten.

Steigende Integrationsdichten in der Mikroelektronik erfordern ein immer engeres Zusammenrücken der elektrischen Strukturen. Bei keramischen Mehrlagenschaltungsträgern (so genannte Low Temperature Cofired Ceramics, LTCCs) werden die Leiterbahnen, Widerstände und Dielektrika in Form von Edelmetallpasten über eine Siebmaske auf das Substrat gedruckt und danach gesintert. Damit werden Strukturgrößen von etwa 50 μm erreicht.

Am Fraunhofer IWM werden in Kooperation mit Industriepartnern spezielle Siebbeschichtungen erprobt, welche die Pastenablösung von den Sieboberflächen verbessern sollen. Dies ist eine Voraussetzung für eine weitere Miniatürisierung siebgedruckter Bauteile.

Durch den kostensparenden Einsatz numerischer Simulationsmethoden können die Pastenrheologie und die Benetzungseigenschaften der Sieboberfläche gezielt variiert werden. Dies erlaubt exakte Vorhersagen über die Eigenschaften, die die Beschichtung aufweisen sollte. Außerdem ist so eine systematische Optimierung der Prozessparameter möglich.

Vorgehensweise

Die hydrodynamischen Zusammenhänge werden mit der partikelbasierten, strömungsmechanischen Smoothed-Particle-Hydrodynamics-Methode (SPH) beschrieben. Der Einsatz des selbst entwickelten Simulationscodes erlaubt maßgeschneiderte Materialmodelle zu implementieren. Damit werden sowohl die Pastenrheologie, die von der lokalen Strömungssituation abhängt, als auch die Oberflächenspannung und die resultierenden Benetzungsphänomene modelliert.

Für aussagekräftige Simulationsergebnisse wurde das rheologische Verhalten der Paste an der TU Dresden vermessen und so die für die Simulation benötigten Modellparameter bestimmt. Ein Vergleich der numerischen Ergebnisse mit den experimentellen Messwerten zeigt gute Übereinstimmungen.

Die Simulation des Siebdruckprozesses erfolgt in Form vereinfachter (repräsentativer) Geometrien für die verschiedenen Stadien: den Rakelvorgang (Bewegung der Paste über die Sieboberfläche), das Befüllen der Siebmaschen sowie die Ablösung der Paste von den Siebmaschen.

Ergebnisse

Bei der Simulation des Rakelvorganges (Abbildung 1) zeigt sich, dass das Strömungsprofil sowie die Scherrate innerhalb der Paste von den Benetzungseigenschaften der Sieboberfläche kaum abhängen. Hier spielt neben der Pastenrheologie insbesondere die Rakelgeschwindigkeit eine Rolle.

Der Ablösevorgang kann dagegen durch eine geringe Benetzung (hoher Kontaktwinkel ϑ) der Paste auf den Siebmaschen deutlich verbessert werden (Abbildung 2). Weitere Simulationen haben gezeigt, dass außerdem ein geringes Verhältnis von Maschenbreite zu -höhe sowie eine niedrige Pastenviskosität die Pastenablösung verbessern.

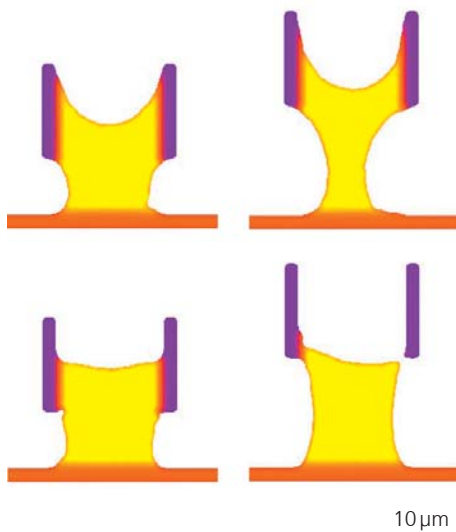


Abb. 2
Modellierung des Ablösevorganges der Paste von den Siebmaschen: Eine stark benetzende Sieboberfläche ($\vartheta = 60^\circ$) führt zur Ausbildung von langen Fäden (obere Bildreihe), während ein deutlich sauberes Ablösen bei einer pastenabweisenden Oberfläche ($\vartheta = 120^\circ$) erreicht wird (untere Bildreihe).



Andreas Wonisch

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

Leistungsbereich
Formgebungs- und Umformprozesse

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

Auslegung von Bauteilen aus Formgedächtnislegierungen

Bei Bauteilen aus Formgedächtnislegierungen treten infolge einer thermomechanischen Belastung sowohl thermische Formgedächtniseffekte (Ein- und Zweibegeeffekt) als auch mechanische Formgedächtniseffekte (Pseudoelastizität) auf.

Beispielsweise wird die Pseudoelastizität in der Medizintechnik eingesetzt. Im Rahmen eines Eigenforschungsprojektes wurde zusammen mit dem Leistungsbereich Biomedizinische Materialien und Implantate ein Mikrogreifer für die Endoskopietechnik unter Ausnutzung der Pseudoelastizität entworfen. Im Bauteileinsatz wird der geschlossene Zustand dadurch erreicht, dass der Mikrogreifer in eine Kanüle gezogen wird. Um diese Belastungssituation im Rahmen der Bauteilprüfung abzubilden, werden Bohrungen zur Lasteinleitung am Mikrogreifer vorgesehen. Die Verwendung von Formgedächtnislegierungen hat den Vorteil, dass Greifer mit kleinen Abmessungen gefertigt werden können, die ohne den Einsatz von Gelenken auskommen und gut sterilisierbar sind.

Vorgehensweise

Mit modernen Simulationsmethoden kann die erforderliche Bauteilfunktion und Bauteillebensdauer während des Einsatzes abgebildet werden. Bei der Verwendung von Formgedächtnislegierungen ist zu berücksichtigen, dass in die Beurteilung der Bauteillebensdauer nicht nur die strukturelle Ermüdung, sondern ebenfalls die funktionale Ermüdung einbezogen werden muss.

Für die Simulation der Werkstoffeigenschaften von Formgedächtnislegierungen werden am Fraunhofer IWM Modelle entwickelt, die über einen großen Temperaturbereich die experi-

mentell beobachteten Materialeigenschaften beschreiben. Dazu werden die Modelle im Rahmen der Thermodynamik formuliert. Sie enthalten zur Darstellung von Energiespeicherungseffekten eine Funktion für die freie Energie, zur Abbildung dissipativer Prozesse werden Evolutionsgleichungen für innere Variable eingeführt.

Ergebnisse

Mit numerischer Simulation konnten die wesentlichen Bauteileigenschaften vorausgerechnet werden: Hierzu zählen die Bauteilfestigkeit, die resultierende Schließkraft und die Bauteilfunktionalität. In Abbildung 1 ist aufgrund der Symmetrie lediglich ein Viertel des Simulationsmodells dargestellt. An der Unterseite treten in der Nähe der Kerbe im geschlossenen Zustand die höchsten Martensitanteile auf. Aufgrund der wirkenden Druckspannung ist dieser Bereich jedoch unkritisch.

Kritischer ist der an der Oberseite vorliegende Belastungszustand, bei dem eine Kombination aus hohen Normalspannungen und hohem Martensitanteil vorliegt, wodurch eine Rissbildung begünstigt wird. Im Rahmen der Bauteilprüfung konnte dies bestätigt werden: Unter zyklischer Belastung wurde eine geringe Abnahme der Schließkraft in jedem Zyklus beobachtet, bis schließlich der Bruch eintritt. Zuvor traten Risse an der Oberseite des Greifers (Abbildung 2) in Erscheinung, die von der Mitte zum Rand laufen.



Dr. Dirk Helm

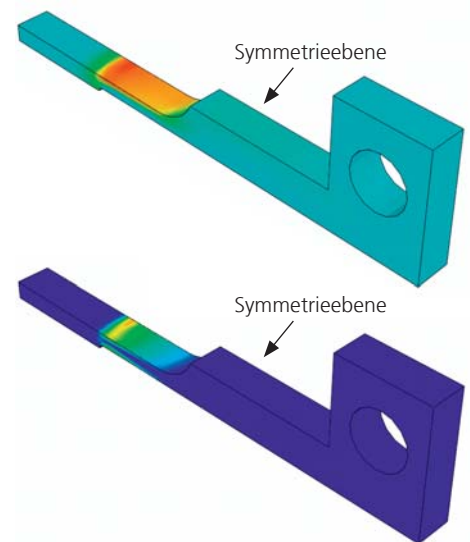


Abb. 1
Simulationsergebnisse: Darstellung der größten Hauptnormalspannung in Rot (oben) und des Martensitanteils (unten, blau 100 % Austenit, rot 100 % Martensit).

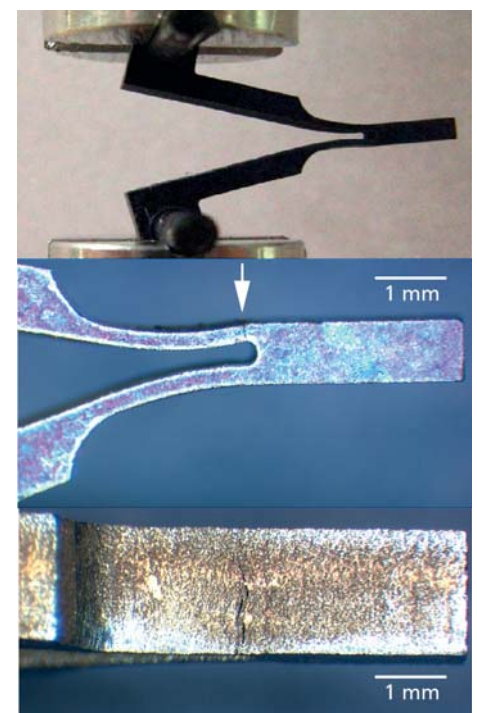


Abb. 2
Bauteilprüfung: Mikrogreifer im Prüfstand und Rissbildung nach zyklischer Belastung.

Leistungsbereich Hochtemperaturverhalten Metalle

Dr. Thomas Seifert
thomas.seifert@iwmm.fraunhofer.de

Hochtemperaturbelastete Bauteile können mit Hilfe numerischer Simulation wesentlich schneller und kostengünstiger ausgelegt werden als durch empirische Methoden. Dazu werden Modelle zur Beschreibung des Verformungsverhaltens und zur Vorhersage von Ermüdungslebensdauer weiterentwickelt und als Software dem Kunden zur Verfügung gestellt.

Thermomechanische Ermüdung von Eisengusswerkstoffen

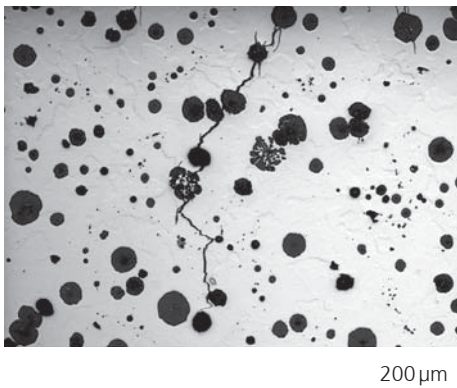


Abb. 1
Von Graphitausscheidungen geführter Ermüdungsriss in einer Probe aus Eisenguss EN GJS 700 (Institut für Werkstoffkunde I, Universität Karlsruhe (TH)).

Die Lebensdauer von Hochtemperaturbauteilen ist durch das Wachstum von früh in der Lebensdauer entstandenen Mikrorissen beschränkt. Um Bauteile schnell und kostengünstig im Hinblick auf Materialeinsatz und Lebensdauer optimieren zu können, werden Modelle für verlässliche Voraussagen der Lebensdauer in Computersimulationen benötigt. So kann die Anzahl an Prüfstandsversuchen deutlich reduziert werden.

Viele Bauteile werden aus Eisengusswerkstoffen gefertigt, wie zum Beispiel Zylinderköpfe. Bei Eisengusswerkstoffen können die Graphitausscheidungen das Verformungs- und Schädigungsverhalten maßgeblich beeinflussen (Abbildung 1). Abhängig von der Graphitmorphologie findet man bereits bei kleinen Dehnungen ein asymmetrisches Verhalten bei Zug und Druck und ein beschleunigtes Risswachstum. Bisher gab es keine Modelle für Eisengusswerkstoffe, die verlässliche quantitative Aussagen zur Bauteillebensdauer erlauben.

Vorgehensweise

In einem Forschungsvorhaben wurden am Fraunhofer IWM mechanismusbasierte Modelle zur Lebensdauervorhersage von typischen Eisengusswerkstoffen entwickelt.

Um den Einfluss der Graphitteilchen auf das Verformungsverhalten zu berücksichtigen, wurde das Chaboche-Modell mit dem mikromechanischen Modell von Gurson kombiniert. Diese Kombination ermöglicht die Beschreibung der zeit- und temperaturabhängigen Wechsellastizität wie auch des

Einflusses der Porosität, die durch die Graphitausscheidungen hervorgerufen wird. Das Lebensdauerverhalten wurde mit einem mechanismusbasierten Modell beschrieben, das davon ausgeht, dass die Rissöffnung das Risswachstum und damit die Lebensdauer bestimmt. Das Modell berücksichtigt den Einfluss der Graphitmorphologie und der Spannungs- und Temperaturgeschichte auf die Lebensdauer. Beide Modelle wurden in ein Finite-Elemente-Programm implementiert.

Ergebnisse

Zur Validierung der entwickelten Modelle wurde die Lebensdauer einer beidseitig gekerbten Probe unter thermozyklischer Belastung vorhergesagt (Abbildung 2). Die beidseitig gekerbte Probe bildet die Belastungssituation im Einlass-Auslass-Ventilbereich in einem Zylinderkopf näherungsweise ab.

Die rechnerische Lebensdauervorhersage ergab 949 Zyklen bis zum Anriss in der Mitte der Kerbe. Die Vorhersage stimmt sehr gut mit Versuchsergebnissen überein. Drei Versuche, die am Institut für Werkstoffkunde I der Universität Karlsruhe (TH) durchgeführt wurden, ergaben einen Mittelwert für die Zyklenzahlen bis zum Versagen von 820 ± 253 Zyklen.

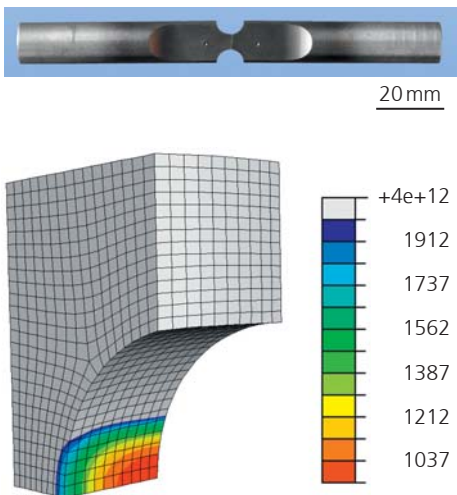


Abb. 2
Oben: Beidseitig gekerbte Probe.
Unten: Berechnete Anzahl der Zyklen bis zum Versagen (Anzahl siehe Farbskala). Aufgrund von Symmetrien wurde nur ein Achtel der Probe modelliert.



Dr. Thomas Seifert

Mit physikalischen Modellen, numerischen Methoden und der Quantenmechanik wird das Werkstoffverhalten modelliert und vorhergesagt. Materialstrukturen und -funktionen werden optimiert. Einflüsse von Defekten im atomaren Maßstab auf das Materialverhalten im Großen lassen sich aufdecken und dazu nutzen, in gezielter Weise Stoffe zu kombinieren und technische Systeme zu verbessern.

Leistungsbereich
Physikalische Werkstoffmodellierung

Prof. Dr. Michael Moseler
michael.moseler@iwm.fraunhofer.de

Warum kann man Diamant polieren? Die Lösung eines alten Rätsels

Nicht erst seit Marilyn Monroes Erfolg »Diamonds are a girls best friend« sind Diamanten der Inbegriff von Perfektion. Auch viele technische Anwendungen verlassen sich auf die Eigenschaften von Diamant. Obwohl in Europa und Indien bereits seit Jahrhunderten Diamanten kunstvoll geschliffen werden, ist immer noch unklar, wie aus den wenig ansehnlichen Rohdiamanten funkelnde Brillanten werden.

Vorgehensweise

Die Technik ist seit Jahrhunderten unverändert: In eine Stahlscheibe, die sog. »Scaife«, wird Diamantpulver eingelassen. Diese Scheibe wird dann in schnelle Rotation versetzt und der Rohdiamant darauf gepresst – Diamant poliert also Diamant. Die Kristalloberflächen lassen sich in bestimmte Richtungen leicht und in andere nur schwer polieren: weiche beziehungsweise harte Richtungen. Polieren in harte Richtungen führt zum Herausbrechen von Diamantsplittern und damit einer schlechten Oberflächenqualität. Der Diamantschleifer erkennt dies an einem unangenehmen Quietschen der Apparatur.

Ergebnisse

Am Fraunhofer IWM konnte dieser Prozess nun durch atomistische Simulationen erklärt werden. Durch eine eigens entwickelte Beschreibung der Wechselwirkung von Kohlestoffatomen wurde zum ersten Mal gezeigt, dass zwei reibende Diamantoberflächen in der Reibebene eine Zone amorphen Kohlenstoffs ausbilden. Die Dicke dieser Zone hängt von den Randbedingungen ab – dem zwischen den Oberflächen herrschenden Druck, der Reibgeschwindigkeit und der Ausrichtung der Oberflächen gegeneinander. Hier ist die Erklärung für die Anisotropie des Polie-

rens zu finden: Kristallographische Richtungen, die zu einer dicken amorphen Schicht führen, stimmen mit den weichen Richtungen überein. Ergibt sich hingegen nur eine dünne amorphe Schicht, so handelt es sich um harte Richtungen (Abbildung 1). Nun stellt sich die Frage, wie das abgeriebene Material von der Oberfläche entfernt wird. Der dahinterstehende Mechanismus ist ein Ätzprozess, wobei als Ätzgas der natürliche Sauerstoff in der Luft dient. Werden die beiden Reibpartner voneinander entfernt, so enthält die oberste Schicht viele Kohlenstoffketten. Diese sind aber instabil gegen Oxidation durch Sauerstoff. Das Edukt dieses Prozesses, Kohlendioxid, ist flüchtig und muss daher nicht aufwändig entfernt werden (siehe Abbildung 2). Mit Hilfe von quantenchemischen Methoden konnte am Fraunhofer IWM die Energiebarriere für die Oxidation dieser Kettenmoleküle bestimmt werden. Diese ist so niedrig, dass die Oxidation bereits bei Raumtemperatur abläuft. Damit kann der Prozess des Polierens von Diamant zusammengefasst werden: Durch den Reibkontakt zweier Diamanten entsteht auf deren Oberfläche eine nanometerdünne amorphe Schicht, welche im Weiteren durch den Luftsauerstoff angeätzt und wegoxidiert wird. Durch wiederholte Reibkontakte kann so der Diamant mit einem Abtrag von etwa einer Atomlage pro Kontakt poliert werden.



Stefan Moser, Lars Pastewka

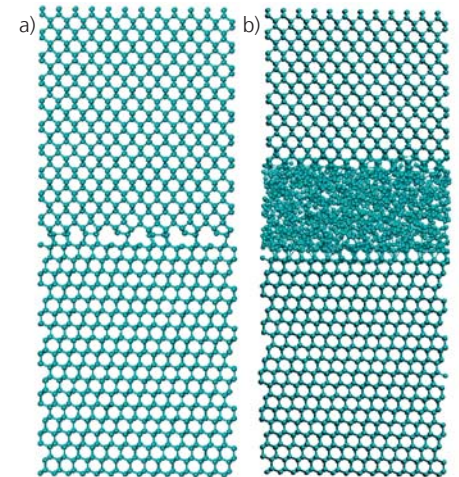


Abb. 1

Die weiche (100)-Oberfläche (oben) wird gegen die harte (111)-Oberfläche gerieben (unten). a) zeigt den Ausgangszustand und b) den stationären Zustand mit einer amorphen Zone zwischen den Reibpartnern. Hierbei ist zu erkennen, dass die gesamte Amorphisierung in der weichen Oberfläche stattfindet.

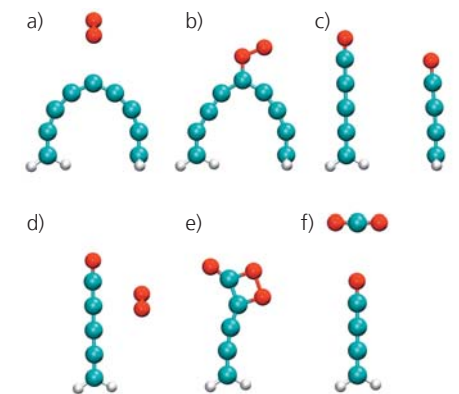


Abb. 2

Vorgeschlagener Reaktionsmechanismus für die Oxidation von Kohlenstoffketten. (a) Der Sauerstoff bindet an die Kette (b) und führt schließlich zu ihrer Aufspaltung (c). Die einzelne Kette mit einem Sauerstoff (d) wird weiter oxidiert (e) und führt schließlich zur Abspaltung eines CO_2 .

Leistungsbereich Physikalische Werkstoffmodellierung

Prof. Dr. Christian Elsässer
christian.elsaesser@iwmm.fraunhofer.de

Mit physikalischen Modellen, numerischen Methoden und der Quantenmechanik wird das Werkstoffverhalten modelliert und vorhergesagt. Materialstrukturen und -funktionen werden optimiert. Einflüsse von Defekten im atomaren Maßstab auf das Materialverhalten im Großen lassen sich aufdecken und dazu nutzen, in gezielter Weise Stoffe zu kombinieren und technische Systeme zu verbessern.

Transparente, leitfähige Oxide für die Photovoltaik und die Optoelektronik

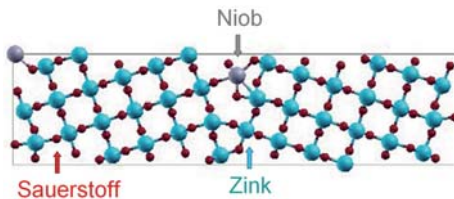


Abb. 1
Sicht auf eine (Korngrenzen-)Superzelle mit 120 Atomen von TiO_2 (Rutil) aus der [001]-Richtung. Zur Modellierung des körnigen TiO_2 -Materialsystems wird diese Superzelle in alle Richtungen periodisch fortgesetzt.

Transparente und elektrisch leitfähige Dünnschichtsysteme finden große Anwendung in der Photovoltaik und Display-technik. Für die Dünnschichtsysteme werden überwiegend dotierte, oxidische Halbleitermaterialien verwendet, welche eine hohe elektrische Leitfähigkeit und eine hohe Transmission im sichtbaren Spektralbereich aufweisen sollten. Das derzeit beste Material, Indium-Zinnoxid, hat das Problem der begrenzten Verfügbarkeit (Preisverzehnfachung seit 2002). Insbesondere ZnO und TiO_2 gelten als vielversprechende Ersatzkandidaten. Ein grundlegendes Verständnis der atomistischen und elektronischen Strukturen kann wichtige Informationen für die Optimierung der Materialeigenschaften liefern.

Vorgehensweise

Um die atomistischen und elektronischen Strukturen zu studieren, werden Dichtefunktionalrechnungen (DFT) für Superzellenmodelle (Abbildung 1) durchgeführt. ZnO und TiO_2 liegen in körniger Struktur und nicht als Einkristalle vor. Deswegen wurden im Experiment beobachtete Korngrenzen als Superzellen nachgebildet. Darüber hinaus wurden einzelne Atome durch Dotieratome ersetzt. In der Superzelle in Abbildung 1 wurde beispielsweise jeweils ein Ti-Atom durch ein Nb-Atom ersetzt. Unser DFT-Code erlaubt die Berechnung der Gesamtenergie und der Kräfte auf die einzelnen Atome. Die konstruierten Superzellen werden relaxiert. Anschließend werden für diese Gleichgewichtsstrukturen die Gesamtenergien und Zustandsdichten berechnet.

Ergebnisse

Aus dem Vergleich der Gesamtenergien verschiedener Superzellen können Rückschlüsse auf bevorzugte Dotieratome gewonnen werden. Der Einbau eines Nb-Atoms in TiO_2 - (Rutil) »kostet« 2,7 eV. Für Al findet man 5,9 eV, für Ga 9,3 eV, für N 2,2 eV und für P 7,1 eV. Zusammenfassend kann man sagen, dass die n-Dotierung am besten mit Nb und die p-Dotierung am besten mit N funktionieren sollte. Um herauszufinden, ob die Dotierung mit einem bestimmten Stoff sinnvoll ist, muss nicht nur der energetische Aufwand für den Einbau, sondern auch die zu erwartende elektronische Struktur untersucht werden. Wünschenswert für eine spürbare Erhöhung der Leitfähigkeit wären zusätzliche Zustände nahe der Bandkanten. Die Berechnung der Zustandsdichte für die Superzellen zeigt eine Verteilung der Niveaus. Das Einbringen von Nb in TiO_2 scheint zu zusätzlichen Niveaus im oberen Bereich der Bandlücke zu führen (Abbildung 2). Es handelt sich um ein vorläufiges Ergebnis, da die hier angewandte Näherung der DFT zu einer Unterschätzung der Bandlücke führt (1,53 eV statt experimentell 3,04 eV).

Ausblick

Momentan arbeiten wir an einer Verbesserung der Näherung der DFT, die die Größe der Bandlücke korrekt reproduziert und damit auch genauere Vorhersagen über die Lage der Störstellenniveaus ermöglicht.



Dr. Wolfgang Körner

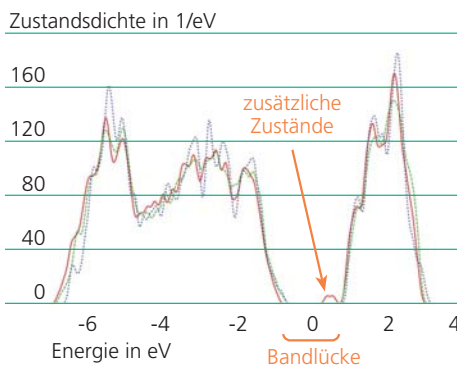


Abb. 2
Die Zustandsdichte für das in Abbildung 1 gezeigte Superzellenmodell mit (rot) und ohne (grün) Niob-Dotierung im Vergleich zur Zustandsdichte des perfekten TiO_2 (Rutil)-Einkristalls (blau). Durch die Dotierung mit Niob entstehen neue Zustände innerhalb der Bandlücke. Diese können je nach energetischer Lage die elektrische Leitfähigkeit verbessern.

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 weiterentwickelt und auf industrielle Prozesse angewendet.

Kompetenzzentrum für
Bauteilsimulation SimBAU

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

Crimpen von elektrischen Steckverbindungen

Beim Crimpen von elektrischen Verbindungen wird das Steckelement durch plastische Verformung mit dem Leiter verbunden. Ziel ist eine mechanisch stabile und elektrisch gut leitende Verbindung. Der Einsatz neuer Materialien für anspruchsvolle Systemlösungen erfordert eine angepasste Prozessgestaltung, insbesondere vor dem Hintergrund, dass eine hohe Prozessstabilität gefordert wird und der Prozess die Verbindungsqualität wesentlich beeinflusst.

In diesem Zusammenhang arbeitet das Fraunhofer IWM gemeinsam mit der Industrie an der Entwicklung geeigneter Simulationsmodelle des Crimpprozesses sowie des nachfolgenden Betriebsverhaltens. Ausgehend davon werden Verfahren entwickelt, die eine Bewertung der Crimpqualität hinsichtlich mechanischer Stabilität und elektrischer Verbindung erlauben.

Vorgehensweise

Der Herstellungsprozess der Crimpverbindung nimmt einen entscheidenden Einfluss auf die entstehende Crimpverbindung. Ausgehend von vorgegebenen Werkstoff-, Geometrie- und Prozessparametern wurde der Crimpprozess für verschiedene Crimphöhen, ein Beispiel zeigt Abbildung 1, vollständig simuliert. Modellspezifische Eigenschaften wie Einflüsse der Finiten-Elemente-Diskretisierung wurden durch eine Reihe von Studien untersucht und bewertet, um ein sicheres Modellverständnis zu erlangen und auch Grenzen der Modelle kennenzulernen. Daraufhin folgte ein Abgleich mit Experimenten, und das Modell wurde auf Einflüsse von Prozess- und Werkstoffparametern wie der Reibung untersucht.

Das numerische Modell erlaubt eine Vielzahl von Analysen, die sogar weit über die experimentell zugänglichen Messgrößen hinausgehen. Als Beispiel ist hier der Kontaktdruck zwischen Leiterlitzen und Crimphülse zu nennen, der neben dem mechanischen Verhalten auch für die elektrische Leitfähigkeit verantwortlich ist. Zurzeit werden weitere Größen und Auswertemethoden erarbeitet, mit denen die Bauteilqualität beurteilt werden kann.

Ergebnisse

Die entwickelten Modelle bilden den Prozess sehr gut ab, wie der Vergleich von Schnittbildern des Modells mit metallographischen Schliffen in Abbildung 2 demonstriert. Mit Hilfe der Simulation kann insbesondere die Crimpkraft, eine wichtige Prozessgröße, zuverlässig ermittelt werden. Die statistische Auswertung der Kontaktdruckverhältnisse gibt Aufschluss über die Qualität des elektrischen Kontakts sowie Hinweise zu einer verbesserten Prozessführung.

Insgesamt lässt sich durch eine konsequente Betrachtung von Prozess und Bauteil die etablierte Verbindungstechnik Crimpen weiter verbessern, und neue Konzepte können mit Unterstützung der Simulation leichter realisiert werden.



Tobias Rist

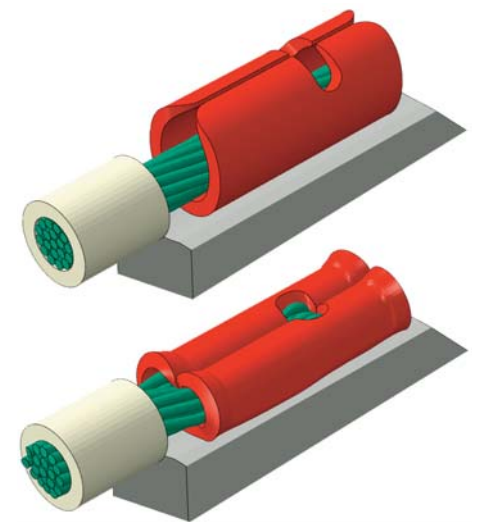


Abb. 1
Prozesssimulation des Crimpvorgangs. Oben: Prozessbeginn, unten: Prozessende. Leiterlitzen sind grün, die Kabelisolierung hellgrau, die Crimphülse rot und das Ambosswerkzeug dunkelgrau dargestellt. Das Stempelwerkzeug wurde ausgeblendet.

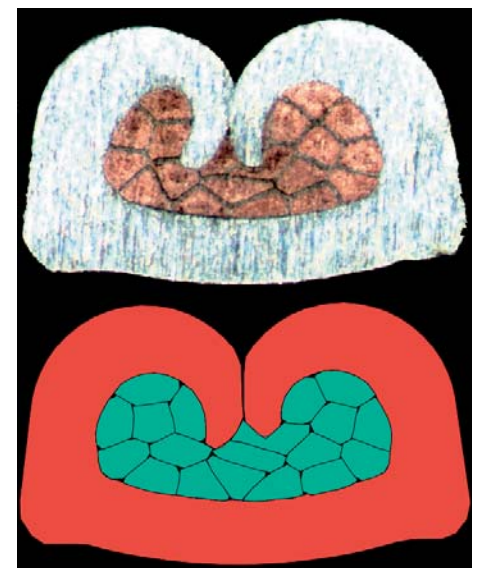


Abb. 2
Vergleich eines Querschnitts einer Crimpverbindung. Oben: metallographischer Schliff, unten: Schnittbild aus der Simulation.

Geschäftsfeld

Komponenten mit funktionalen Oberflächen

Wir erforschen die mechanischen und funktionalen Eigenschaften von sprödbrechenden Materialien, insbesondere von Gläsern, Halbleitermaterialien und Schichten. Unsere Kunden kommen aus den Bereichen Gläser, Optik, Halbleiter- und Solarzellentechnologie, Sensortechnik, Medizintechnik, Anlagen- und Werkzeugbau sowie aus dem Automobilbau und der Zulieferindustrie.

Methoden

Unsere Labors sind ausgestattet für Untersuchungen und Prozessentwicklungen in den Bereichen Ultrapräzisionsbearbeitung, lasergestützte thermische Prozesstechniken, Beschichtungstechniken, Trenn- und Fügeverfahren. Wir schneiden und trennen Glas durch geführte thermische Risse, stellen hochpräzise optische Komponenten aus Gläsern durch Heißformen bei hohen Temperaturen her und erarbeiten prozesstechnische Grundlagen für das Drahtsägen von Siliziumblöcken bei kleinsten Sägeverlusten.

Schwerpunkte

Besondere Stärken liegen in Bearbeitungs- und Trennverfahren zur Erzeugung hochwertiger schädigungsarmer Oberflächen und im Heißformen optischer Bauteile sowie in der Beschichtung und Oberflächenstrukturierung. Hierfür betreiben wir in unserem Beschichtungstechnikum modernste Anlagen für thermische Verdampfungsverfahren sowie für plasma- und ionenstrahlgestützte Abscheideprozesse wie DC- und Pulssputtern, Hf-bias-Sputtern und Ionenstrahlbeschichtung.

Bemerkenswertes aus 2008

Einen besonderen Schwerpunkt bilden derzeit Untersuchungen zum Sägeprozess für die Herstellung von Solarwafern aus Siliziumblöcken. Das Hauptinteresse dabei ist darauf gerichtet, wie Silizium, das Rohstoffmaterial für die Solarzellenherstellung, weiter eingespart werden kann. Der Ansatz besteht darin, die Breite der Sägespalte auf Werte unter 100 Mikrometer zu reduzieren. Zur Erarbeitung der prozesstechnischen Grundlagen

wurden Untersuchungen zu Abtragsmechanismen im Sägespalt sowie zur Wechselwirkung im System Silizium, Sägedraht und Abtragmedien durchgeführt. Durch numerische Modellierung und experimentelle Untersuchungen an einer speziell ausgestatteten Eindrahtversuchsanlage wurden Bedingungen für das Erreichen solcher Sägespaltbreiten erarbeitet. Zukunftsträchtiger Arbeitsschwerpunkt ist das Hochskalieren auf industrielles Vielspaltsägen.

Leistungsspektrum

- Entwicklungen von Verfahren zum schädigungsarmen Trennen insbesondere von Flach- und Spezialgläsern für Architektur und Medizintechnik
- Grundlagenuntersuchungen zur Bearbeitung sprödbrechender Materialien für Anwendungen in Optik, Halbleiterfertigung, Werkzeugbau
- Beschichtung von Präzisionswerkzeugen für neue Fertigungstechnologien: Press-, Gieß- und Prägetechniken, Präzisionsbohrungsbearbeitung
- Funktionalisierung von Oberflächen durch Beschichtung und Strukturierung
- Verfahrensentwicklungen zur Erzeugung hochwertiger Produkte aus Gläsern und Kunststoffen durch schnelle Heißprägetechniken
- Einsatzsicherung, Festigkeitsbewertung und Lebensdauervorhersage für sprödbrechende Materialien



Von links: Dr. Frank Burmeister, Dr. Rainer Kübler, Dr. Günter Kleer, Dr. Peter Manns.

Leistungsbereich Beschichtungen und Oberflächenstrukturierungen

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

Für Anwendungen in den Bereichen Glas- und Kunststoffformgebung, Medizin- und Sensortechnik, Metallbearbeitung und Präzisionsoptik werden mechanisch hoch belastbare Beschichtungen entwickelt und Beschichtungsprozesse optimiert.

PVD-Schichten mit funktionalen Strukturen durch Steuerung von Nukleation und Schichtwachstum

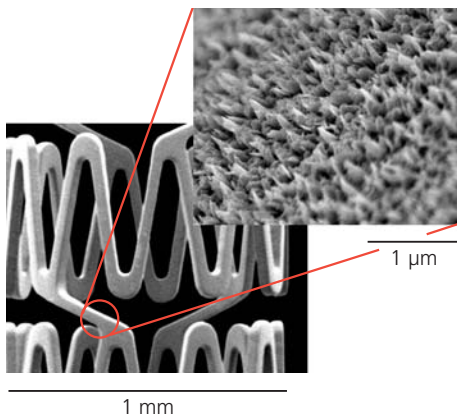


Abb. 1
REM-Aufnahme eines mit nanostrukturiertem Iridiumoxid beschichteten Stents für die Koronar-Angioplastie.

Die Funktion von Bauteilen kann durch eine gezielte Erzeugung strukturierter Oberflächen wesentlich beeinflusst werden. So erfordern bestimmte Anwendungen in der Optik, Medizin- und Werkzeugtechnik unterschiedliche Oberflächentexturen, bezogen auf die Mikro- und Nanoskala.

Diese werden am Fraunhofer IWM durch die Ausnutzung von Selbstorganisationseffekten bei der Abscheidung von PVD-Schichten erzeugt. Entscheidend für deren Ausbildung sind dabei sowohl die Keimbildung während der frühen Phase der Schichtabscheidung als auch das Einstellen bestimmter förderlicher Wachstumsbedingungen.

Vorgehensweise

Experimente zur Schichtdeposition unter verschiedenen Abscheidparametern wurden zusammen mit Arbeiten zur Modellierung der Nukleations- und Wachstumsphase durchgeführt. Je nach Kristallsystem der Schicht wurden als Keime kleine Würfel oder Rauten angenommen und deren Orientierung und mittlere Abstände variiert. Zusätzlich wurde die Lage und Anzahl der Depositionsquellen variiert sowie numerisch untersucht, auf welche Weise sich die Schichtmikrostruktur bei den gegebenen Anfangsbedingungen entwickelt.

Die experimentellen Arbeiten umfassten die Deposition vornehmlich nitridischer und oxidischer Schichtsysteme im reaktiven HF-Magnetron-Prozess mit zusätzlichem HF-Substratbias. Um Lage und Orientierung der Keime zu steuern, wurden während der ersten Sekunden bis Minuten des Schichtabscheidprozesses die Biasbedingungen variiert. In der Wachstums-

phase wurden unter anderem Prozessdruck, Reaktivgasfluss und Substrattemperatur variiert.

Ergebnisse

Abbildung 1 zeigt eine leitfähige, stark texturierte Schicht aus Iridiumoxid, die auf einem Stent aufgebracht wurde. Stents werden zur dauerhaften Gefäß-erweiterung bei koronaren Herzkrankheiten eingesetzt. Für Anwendungen in der Formgebung von Kunststoffen wurden funktionale Schichtsysteme aus Titanoxid, Zirkonoxid und Titanaluminiumnitrid erarbeitet.

Abbildung 2 oben zeigt das Ergebnis einer 3D-Simulation zum Wachstum einer Schicht mit kubischem Kristallsystem. Im unteren Teil ist eine REM-Aufnahme einer im Fraunhofer IWM abgeschiedenen TiAlN-Schicht zu sehen. Sie wird in Replikationsprozessen zur Erzeugung reflexgeminderter Oberflächen eingesetzt. Die Anwendung der »richtigen« Biasbedingungen erwies sich dabei als Schlüssel zur Darstellung kolumnarer, optisch wirksamer Schichtstrukturen. Aus der Simulation konnten dabei weitere wertvolle Hinweise zur Erzielung eines strukturierten Schichtwachstums abgeleitet werden. So ist es speziell bei Schichten mit kubischem Kristallsystem (TiN, TiAlN) günstig, den Abstand zwischen Target und Substrat zu verringern, um so Abschattungseffekte und letztlich eine Strukturbildung in der Schicht zu verstärken.

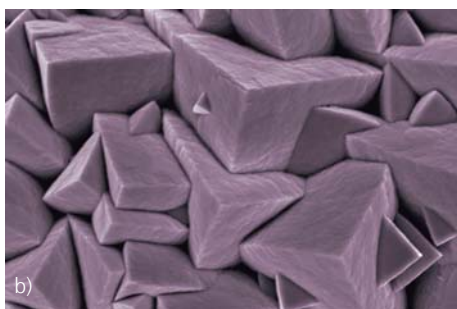
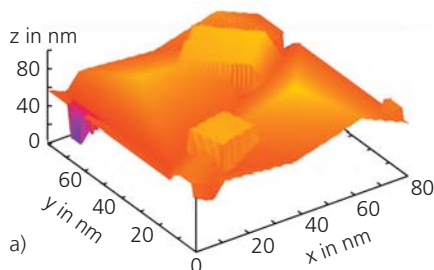


Abb. 2
REM-Aufnahme der Abscheidung von Schichten mit definierter Nanostruktur für die Formgebung und Entspiegelung von Oberflächen. Oben: Simulation von Keimbildung, Schichtwachstum und Ausbildung der Struktur. Unten: hergestellte Schicht.



Dr. Frank Burmeister

Für die Serienproduktion von Präzisionsbauteilen aus Gläsern werden Heißformgebungsverfahren und -werkzeuge entwickelt. Schwerpunkte sind Verfahren zum Blankpressen optischer Linsen und Heißprägen von optischen Komponenten mit mikrostrukturierten optischen Oberflächen.

Leistungsbereich Heißformgebung Glas

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

Prozessentwicklung und Modellierung für das Heißpressen präzisionsoptischer Komponenten

Hochpräzise optische Komponenten aus Glas mit komplexen optischen Funktionsflächen, zum Beispiel für Anwendungen in der industriellen Sensortechnik, können mit klassischen Fertigungsverfahren nicht wirtschaftlich hergestellt werden. Eine große Schwierigkeit bei Heißformgebungsprozessen mit kurzen Umformzeiten ist das Erreichen der geforderten beidseitigen Maß- und Konturgenauigkeit der Optikkomponenten. Von entscheidender Bedeutung dafür sind geeignete Prozessführung und genau angepasste Konturen der Formwerkzeuge.

Vorgehensweise

Die im Prozess auftretende thermische Schrumpfung des Glases, die zu einer Abweichung von der Formwerkzeugkontur führt, wird bisher üblicherweise durch iteratives Nachbearbeiten der Formenkontur ausgeglichen, bis die Soll-Kontur der damit geformten Glas-komponenten hinreichend genau erreicht ist. Dieses Vorgehen ist zeit- und kostenaufwändig und für beschichtete Formwerkzeuge nicht praktikabel. Für die Vorausberechnung des benötigten Vorhaltens der Formwerkzeugkontur wurden in experimentellen Untersuchungen die Wirkungen einzelner Prozessparameter auf die Oberflächengüte und die Größe der Konturabweichungen von gepressten Linsen in verschiedenen Geometrieformen aus unterschiedlichen Glasarten untersucht. Auf der Basis der experimentellen Ergebnisse wurde dann ein numerisches Simulationsmodell entwickelt (Abbildung 2), mit dem das Erstarungs- und Schrumpfungsverhalten von heißen Gläsern beim Press- und Abkühlvorgang simuliert werden kann. Insbesondere beinhaltet das Simulationsmodell Spannungs- und Struktur-Relaxationsvorgänge im Glas, welche

die lokale thermische Schwindung des Glases abhängig von den spezifischen Prozessbedingungen beeinflussen. Hierfür wurden Material-Routinen entwickelt und in das Finite-Elemente-Programm Abaqus™ implementiert.

Ergebnisse

In experimentellen Untersuchungen wurden die Abhängigkeiten der bei der Heißformgebung entstehenden Maßdifferenzen zwischen Pressform und heißgeformten Linsen als Funktion der angewendeten Prozessparameter quantifiziert. Anhand von Musterlinsen mit sphärischen Konturen wurden optimierte Prozessbedingungen im Hinblick auf optische Funktion der Linsen und Prozessstabilität bei möglichst kurzen Prozesszeiten ermittelt (Abbildung 1). Mit dem numerischen Simulationsmodell wurde eine sehr exakte Übereinstimmung der berechneten Linsenkonturen mit den experimentell bestimmten Krümmungsradien nach dem Pressen sowie nach dem Feinkühlprozess erzielt. Der Einsatz numerischer Methoden für die Simulation der Heißformgebung optischer Linsen aus Glas erweitert die experimentellen Methoden zur Optimierung des Pressprozesses und ermöglicht die schnelle Berechnung des Werkzeugvorhalts für komplexe asphärische Linsenkonturen.



Mario Hug

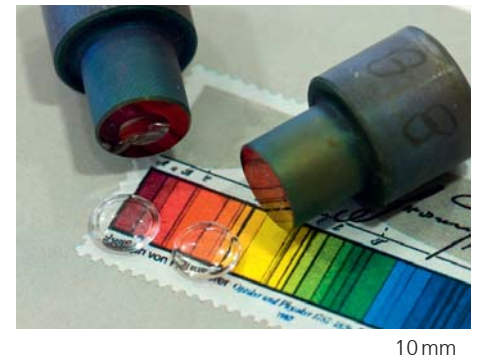


Abb. 1
Formwerkzeuge und heiß geformte optische Linsen aus Glas.

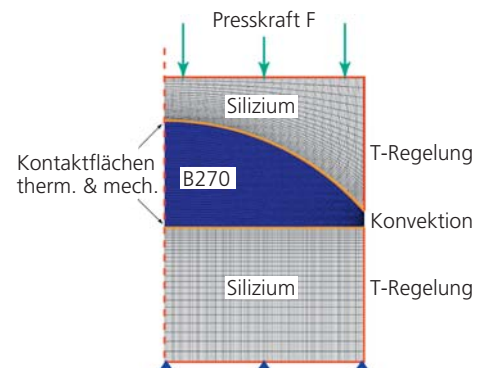


Abb. 2
Simulationsmodell zur Berechnung der thermischen Schrumpfung von heißgepressten Glaslinsen beim Formgebungs- und Abkühlprozess.

Leistungsbereich Trenntechniken,
Schädigungsarme Bearbeitung

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

Für die Solarzellenfertigung werden verlust- und schädigungsarme Prozesse entwickelt und optimiert. Weitere Schwerpunkte sind Untersuchungen zu Auswirkungen von Schädigungen auf die Festigkeit sowie Schadensanalysen.

Solarzellenfertigung: Prozessgrundlagen für den Einsatz dünner Drähte zum Sägen von Siliziumblöcken

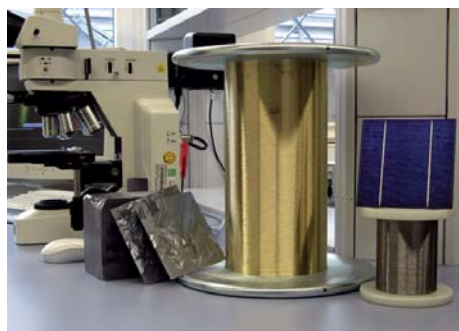


Abb. 1
Drahtmaterialien auf Spulen, gesägte Silizium-Wafer und Rohmaterial, Solarzelle.

Silizium ist heute mit einem Marktanteil von mehr als 95 Prozent das dominierende Basismaterial zur Herstellung von Solarzellen und Solarmodulen. Der Anfangsschritt in der Solarzellenherstellung besteht im Zerteilen von quaderförmigen, aus kristallinem Silizium bestehenden Säulen (Ingots) in dünne quadratische Scheiben (Wafer). Dies geschieht in einem aufwändigen Sägeprozess, bei dem ein sich schnell bewegend, mehrere hundert Kilometer langer Metalldraht in Kombination mit einem abrasiv wirkenden Feststoff-Flüssig-Gemisch (Slurry) durch den Silizium-Ingots vorangetrieben wird. Dabei ist die Drahtführung so gestaltet, dass Hunderte Wafer gleichzeitig entstehen (Vielspalt-Drahtsägeprozess). In Abbildung 1 sind Sägedrahtspulen, Silizium-Wafer und eine fertig prozessierte Solarzelle zu sehen.

Trägermaterialien sowie zu Abtragsmechanismen und Sägeparametern. Untersucht werden Abrieb von Drähten und mechanische Eigenschaften der erzeugten Oberflächen mit dem Ziel der Identifizierung aussichtsreicher Draht-Slurrysysteme für den industriellen 100 µm-Sägeprozess.

Ergebnisse

Zur Untersuchung der Wechselwirkung von Draht mit Slurry und Silizium wurde ein numerisches Modell der Dynamik erstellt. Das partikelbasierte hydrodynamische Simulationstool berücksichtigt dabei unter anderem die Korngrößenverteilung, Viskosität und Drahtgeschwindigkeit. Ein Ausschnitt aus der Simulation ist in Abbildung 2 oben zu sehen. Der Draht bewegt sich senkrecht zur Papierebene und überträgt durch die Siliziumcarbid-Körner in der ihn umgebenden Slurry-Kräfte auf den Silizium-Ingots, wodurch dieser geschnitten wird. Experimentelle Untersuchungen werden an einer instrumentierten Einspalt-Drahtsäge durchgeführt. Die Versuchstechnik erlaubt es, unter Einsatz geringer Mengen an Slurry und Draht die Kräfte unter definierten Bedingungen zu messen, den Sägeprozess direkt zu beobachten und den Draht bis zum Versagen unter Prozessbedingungen zu beanspruchen. Entsprechend konnten inzwischen Sägespaltbreiten von 90 µm am Fraunhofer IWM in Freiburg erreicht werden (Abbildung 2, unten).

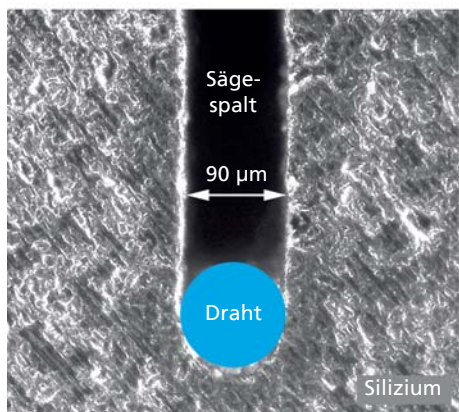


Abb. 2
Sägen von Silizium mit dünnem Draht und 90 µm-Sägespalt am IWM-Sägeversuchsstand. Oben: Numerische Simulation der Partikeldynamik im Drahtsägeprozess, Darstellung der Slurry stark vergrößert. Unten: Versuchsergebnis 90 µm-Sägespalt im Siliziumblock.

Nach dem Stand der Technik liegen die entstehenden Spaltbreiten zwischen den einzelnen Wafers im Bereich um 180 µm. Dies bedeutet bei einer Wafertdicke von 180 µm, dass bei der Herstellung eines Wafers die gleiche Menge des mit hohem Energiesatz gereinigten und kristallisierten Siliziums in Form von nicht recycelbarem Siliziumstaub verloren geht. Um Sägespaltbreiten von unter 100 µm industriell zu realisieren, arbeiten im vom BMU geförderten Verbundprojekt Kerfloss drei große deutsche Waferhersteller mit mehreren Forschungseinrichtungen zusammen.

Vorgehensweise

Das Fraunhofer IWM in Freiburg arbeitet dabei an der Erforschung der Grundlagen des Materialabtrags durch Untersuchungen im Einzelsägespaltprozess. Die Arbeiten beinhalten experimentelle und numerische Untersuchungen zu neuen Draht-, Abrasiv- und



Bernd Weber

Polymeranwendungen und biokompatible Materialien

Wir entwickeln und bewerten Verfahren zur Verarbeitung und Veredelung von Polymeren für deren ressourcenschonenden Einsatz. Dafür stehen Labor-, Miniplant- und Pilotanlagen für Compoundierung, Spritzguss und Extrusion sowie Weiterverarbeitung für Projekte mit Partnern aus der Kunststoffverarbeitung in Zusammenarbeit mit dem Pilotanlagenzentrum in Schkopau zur Verfügung.

Methoden

Bereits bei der Materialentwicklung erfolgt eine Materialcharakterisierung und -bewertung bis hin zur Bauteilentwicklung und numerischen Simulation des Bauteileinsatzverhaltens. Untersucht werden polymere Hochleistungs-Verbundmaterialien, biomedizinische und biologische Materialien sowie biokompatible und grenzflächenbestimmte funktionelle Materialien für das Tissue Engineering bis hin zur Einsatzreife.

Schwerpunkte

Projektschwerpunkte sind die Optimierung der mechanischen Eigenschaften durch ein mikrostrukturelles Design von polymeren Werkstoffen, die Entwicklung von Simulationsmethoden und Prüfkonzepten für höchstbelastete Faserverbund-Leichtbaustrukturen und die Entwicklung von Füge- und Oberflächenmodifizierungsverfahren für Hochleistungsfolien zum Beispiel aus fluorhaltigen Copolymeren.

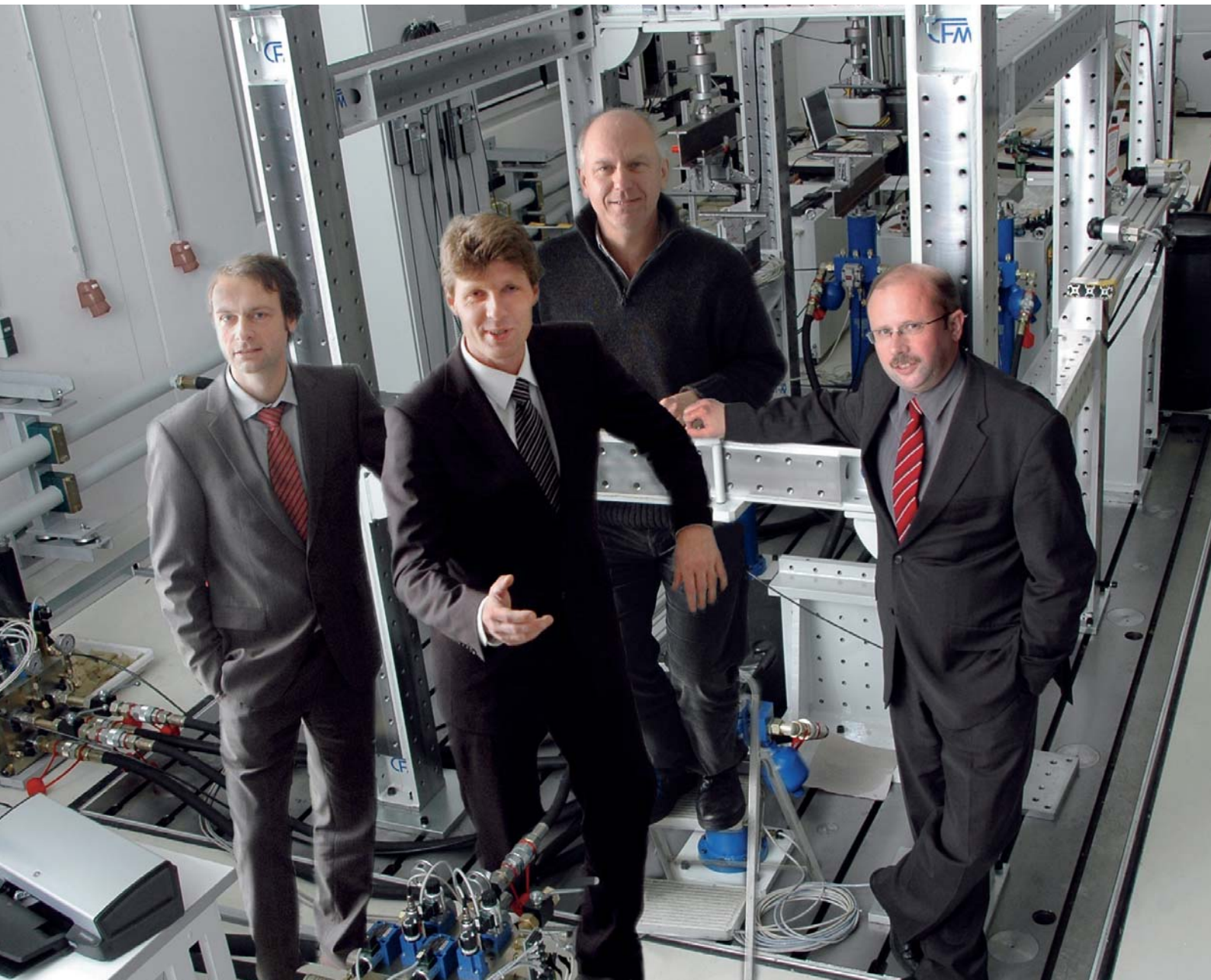
Bemerkenswertes aus 2008

In 2008 wurde der Bereich der Wood-Plastic-Composites (WPC) weiter ausgebaut. So ist das IWM zertifizierte Prüfstelle der Qualitätsgemeinschaft Holzwerkstoffe e.V. im Bereich WPC geworden. Durch den Kooperationsvertrag mit der Hochschule für Kunst und Design Burg Giebichenstein kann das IWM seinen Kunden jetzt von der Materialentwicklung bis zum Industriedesign der Produkte die komplette Wertschöpfungskette im Bereich WPC anbieten. Im Bereich der Polymer-

folien konnte in Zusammenarbeit mit der Industrie eine Anlage zum Laserschweißen von transparenten Kunststofffolien bis hin zur Einsatzreife entwickelt werden. Bei der Entwicklung optimierter Prüf- und Berechnungskonzepte für CFK-Schaum-Sandwichmaterialien für hoch beanspruchte Flugzeug-Primärstrukturen konnte die Kooperation mit Airbus Deutschland und weiteren führenden Unternehmen 2008 signifikant ausgebaut werden.

Leistungsspektrum

- Materialdesign, Verarbeitung und Bewertung von thermoplastischen Komponenten und Bauteilen
- Entwicklung von mikrostrukturbasierten Simulationsmethoden und Prüfkonzepten für höchstbelastete Faserverbund-Leichtbaustrukturen
- Entwicklung von neuen Verfahren zur Weiterverarbeitung und Oberflächenmodifizierung von Polymerfolien
- Entwicklung und Grenzflächenengineering von biokompatiblen Materialien (nanoporöse Membranmaterialien, Scaffolds, Proteinschichten)
- Untersuchungen der Morphologie und Mikrostruktur von Polymeren und biologischen Materialien (z. B. Elektronenmikroskopie) und Weiterentwicklung der Präparations- und Untersuchungstechniken (Cryo-Technologien)



Von links: Dr. Ralf Schäuble, Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn, Dr. Michael Busch, Prof. Dr. Andreas Heilmann.

**Leistungsbereich
Polymercompounds**

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

In enger Zusammenarbeit mit dem FhG-PAZ in Schkopau decken wir die komplette Entwicklungskette inkl. Bewertung von thermoplastischen Komponenten und Bauteilen ab. Schwerpunkte aktueller Entwicklung liegen im Bereich der Naturfaserkomposite (NFK, WPC), der Polymerschäume, der Polymernanocomposite und des funktionellen Leichtbaus.

Qualitätssicherung bei Wood Plastic Compounds



Abb. 1
Prüfung der Rutschfestigkeit eines WPC-Profiles.

Holz-Polymer-Werkstoffe (Wood Plastic Compounds, WPC), Verbundmaterialien aus Kunststoffen und Holzfasern mit Anteilen bis zu 80 Prozent, erobern immer neue Anwendungsgebiete. Über die Art und den Anteil der Verstärkungsmaterialien und zusätzlichen Komponenten (zum Beispiel UV-Stabilisatoren, Brandhemmer) lassen sich gezielt Eigenschaftsprofile einstellen. Damit sind beispielsweise hohe mechanische Steifigkeiten und eine gute Formbeständigkeit erzielbar.

Zur Erlangung eines Gütesiegels werden die folgenden Prüfungen an repräsentativen Bauteilsegmenten durchgeführt:

- Langzeitbelastung unter Medieneinfluss (Wasser)
- Formbeständigkeit unter thermischer Last
- Klimawechselbelastung
- mechanische Belastung
- Bestimmung der Rutschfestigkeit (Abbildung 1)
- Kochwasserlagerung

Die einfache Verarbeitbarkeit mittels klassischer Technologien wie Spritzguss oder Extrusion ermöglicht eine kostengünstige Substitution anderer, häufig rein petrochemisch basierter Werkstoffe. Für eine Absicherung der hohen Qualität der Produkte aus WPC müssen jedoch nicht nur die Ausgangsstoffe hinreichend qualifiziert, sondern auch die Gebrauchseigenschaften der Produkte im Produktionsprozess überprüft werden. Speziell für den Einsatz der Materialien im Außenbereich (beispielsweise für Bodenbeläge beziehungsweise für den Deckingmarkt) werden erhöhte Anforderungen bezüglich der Witterungsbeständigkeit an das Material gestellt.

Ergebnisse

Im Rahmen der Qualitätssicherung von Produkten aus Holz-Polymer-Werkstoffen wurde am Fraunhofer IWM Halle ein Prüflabor zur Überwachung des Qualitätszeichens Holzwerkstoffe aufgebaut (Abbildung 2, unten). Dieses Labor vergibt zur Absicherung einer gleichbleibenden hohen Qualität ein Gütesiegel für Produkte aus dem Deckingmarkt. Somit werden sowohl die Überprüfung der mechanischen und thermomechanischen Eigenschaften der WPC-Produkte als auch die materialgerechte Fertigung sichergestellt. Letztere erfolgt aus nachwachsenden Rohstoffen (Waldholz aus nachhaltiger Forstwirtschaft) und sortenreinen Industriepolymeren.



Abb. 2
Oben: Einflussfaktoren auf Bauteile für den Einsatz im Deckingmarkt.
Unten: Gütesiegel der Qualitätsgemeinschaft Holzwerkstoffe.

Vorgehensweise

Wood Plastic Compounds unterliegen beim Einsatz im Außenbereich einer Reihe von Umwelteinflüssen. Neben der Belastung durch Sonneneinstrahlung und Feuchtbelastungen die dominierenden Einflüsse, die auf die Werkstoffe einwirken (Abbildung 2). Zur Abschätzung des Einflusses dieser Größen und zur Qualitätssicherung müssen die WPC-Bauteile vielfältige Tests bestehen.



Andreas Krombholz

Zur Bewertung des Einsatzverhaltens von verstärkten oder unverstärkten Polymeren werden Struktur-Eigenschafts-Beziehungen untersucht. Mit neu entwickelten Werkstoff- und Schädigungsmodellen können erzielbare Eigenschaften simuliert und das Einsatzverhalten vorhergesagt werden.

Leistungsbereich Polymerbasierte Hochleistungsverbundwerkstoffe

Dr. Ralf Schäuble
ralf.schaeuble@iwmm.fraunhofer.de

Strukturverhalten von CFK-Schaumsandwichbauteilen unter Temperatureinwirkung

Sandwichstrukturen bestehen aus einem leichten Kernmaterial sowie dünnen, steifen Deckschichten. Sie sind bei geringem Gewicht sehr biege- und beulsteif. Ein derzeit intensiv verfolgtes Herstellungskonzept integraler Sandwichkomponenten basiert auf dem Einsatz geschlossenzelliger Polymerschäumwerkstoffe. Damit können komplexe Kerngeometrien generiert werden. In Kombination mit carbonfaserverstärkten Deckschichten (CFK) lassen sich hoch belastbare Primärstrukturen für die Luftfahrt fertigen.

Für derart sicherheitsrelevante Einsatzgebiete muss die Beständigkeit gegenüber allen im Betrieb auftretenden Belastungen sichergestellt werden. Bei der gewählten Materialkombination muss neben der Wirkung statischer und dynamischer Kräfte insbesondere der Einfluss von drastischen Temperaturänderungen analysiert werden.

Der Wärmeausdehnungskoeffizient eines quasiisotropen CFK-Laminats liegt nahe null, derjenige des Schaums beträgt etwa das Dreifache von Stahl. Temperaturänderungen führen daher teilweise zu erheblichen mechanischen Spannungen im Sandwich. Gefährdet sind insbesondere der Kernwerkstoff sowie die Kern-Haut-Anbindung.

Vorgehensweise

Neben dem Einfluss großer Temperaturdifferenzen wurde die Wirkung steiler Temperaturgradienten bei rascher Abkühlung und Aufheizung ermittelt. Dazu wurde das nichtlineare, transiente Verhalten des Werkstoffverbundes unter Berücksichtigung der Zeitabhängigkeit des Wärmetransports sowie der Temperaturabhängigkeit der Material-

eigenschaften abgebildet. Zudem wurde der Wärmeübergang durch Konvektion und Wärmeleitung simuliert.

Ergebnisse

Während sich Temperaturwechsel in flächigen Bereichen wenig kritisch auswirken, zeigen Finite-Elemente-Analysen hohe Spannungen an lokalen Störungen im Bauteil. Diese treten im Bereich von Verstärkungen sowie im Übergang des Verbunds in monolithische Strukturen (Sandwichauslauf) auf. Die stärksten Belastungen entstehen an seitlich geschlossenen Strukturen, da neben der Dehnungsbehinderung in der Ebene die Ausdehnung des Kerns senkrecht dazu behindert wird.

Durch Kopplung des Temperaturverlaufs und der Strukturmechanik lässt sich mittels eines kombinierten Ansatzes das Strukturverhalten unter Temperatureinwirkungen beschreiben (Abbildung 1). Parallel zu den numerischen Untersuchungen laufen experimentelle Versuche, um rechnerische Analysen zu validieren und das Langzeitverhalten bei zyklischen Temperaturlasten zu ermitteln. Abbildung 2 zeigt eine typische CFK-Schaumsandwichprobe vor dem Belastungstest.



Martin Gutwinski

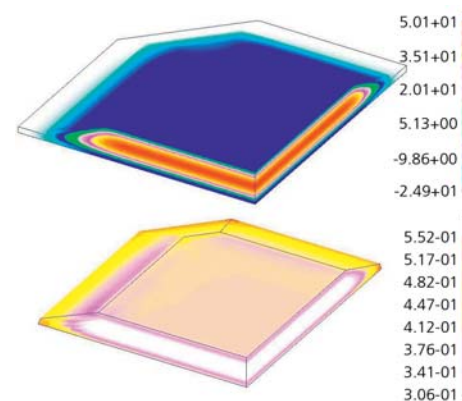


Abb. 1
Oben: Temperaturverlauf einer schockgekühlten Sandwichstruktur wenige Minuten nach Einlagerung in eine Kältekammer (in °C). Die Temperaturdifferenz zwischen Bauteiloberfläche und dem Kerninneren beträgt 75 K.
Unten: Zugehörige Materialanstrengung im Schaumkern (einheitslos, skaliert auf 1), die aufgrund der Temperaturbelastung bis zu 55 % der Belastungsgrenze erreicht.



Abb. 2
Schnitt einer CFK-Schaumsandwichprobe des experimentellen Versuchsprogramms (Kernhöhe 15 mm).

Untersuchungen der Grenzflächenwechselwirkungen in Mikronadel-Biosensoren

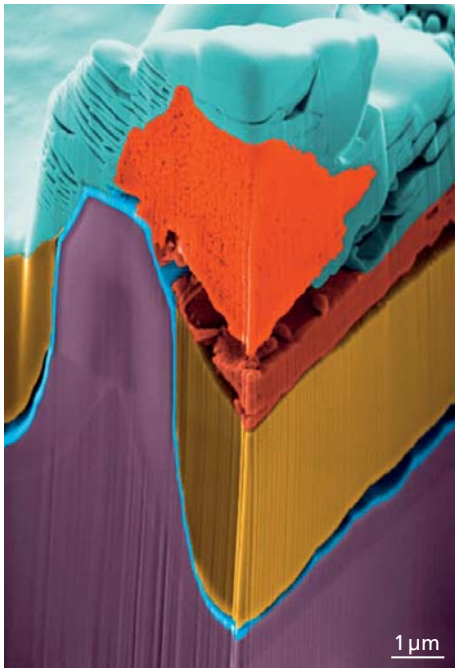


Abb. 1
REM-Aufnahme der Grenzfläche zwischen Silizium und Zellkultur eines Mikronadel-Biosensors nach FIB-Präparation (pie slice). Die nachträglich eingebrachte Färbung zeigt den Silizium-Chip mit Mikronadel (lila), eine Polymer-Isolatorschicht (gelb), die beiden Zellkulturen (orange und rot) sowie die nicht eingefärbte Präparationsschutzschicht (Platin).

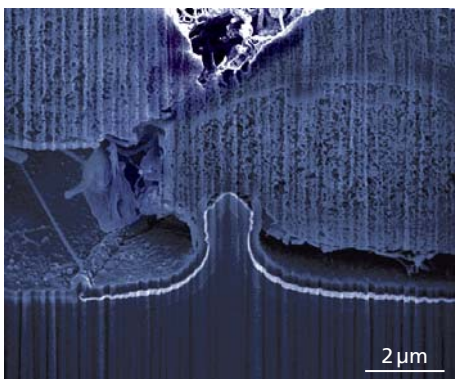


Abb. 2
REM-Aufnahme eines Mikronadel-Biosensors nach FIB-Präparation (slice to slice). Die Mikronadel hat die Zellwand penetriert.

Bei der Entwicklung von neuen pharmazeutischen Wirkstoffen ersetzen Zellkulturen zunehmend Tierversuche. Neue Messmethoden mit neuen Mikrostrukturen müssen entwickelt werden, um die bioanalytische Interaktion von anhaftenden Zellen automatisiert zu messen. Eine Technik ist die Verwendung von miniaturisierten, zellpenetrierenden Mikronadeln, mit denen elektrochemische Potenziale in den Zellen gemessen werden können. Dazu müssen die Mikronadeln die Zellmembran durchdringen. Der morphologische Nachweis der Zellpenetration war bisher weder im Lichtmikroskop noch im Rasterelektronenmikroskop (REM) möglich. Erst die Focused-Ion-Beam (FIB)-Technologie ermöglicht es, die Grenzfläche zwischen Mikronadel und Zelle gezielt zu präparieren und anhand der Abbildungen im REM nachzuweisen, dass die Mikronadel die Zellmembran wirklich durchdrungen hat. Die methodischen Entwicklungen zur Anwendung der FIB-Technologie an Zellkulturen und die Untersuchungen an den Zell-Silizium-Hybridstrukturen sind Bestandteil des Verbundprojektes »Mikrostrukturen und Methoden für die Intrazelluläre Bioanalytik (MIBA)«, das vom BMBF gefördert wird.

Vorgehensweise

Die von den Projektpartnern IMTEK Freiburg entwickelten und an der Universität Rostock mit verschiedenen Zellkulturen besiedelten Mikronadeln auf Siliziumchips werden fixiert, dehydriert und mittels »Kritischer Punkt-Trocknung« für die elektronenmikroskopische Untersuchung vorbereitet. Nach dem Aufbringen einer Platin-Oberflächenmetallisierung werden die Chips im REM (FEI Quanta 3D FEG) abgebildet. Anhand des Layouts der Mikronadeln werden die Positionen für die FIB-

Präparation festgelegt. Für den lokalisierten Materialabtrag mit dem Ionenstrahl werden zwei unterschiedliche Strategien angewendet, um die unter den Zellen befindlichen Mikronadeln freizulegen. Die Zelle und das Siliziumsubstrat werden gleichzeitig in parallelen Scheiben (slice to slice) oder in Tortenstücken (pie slice) abgetragen. Die nach jedem Präparationsschritt erhaltenen elektronenmikroskopischen Abbildungen können für eine dreidimensionale Rekonstruktion der Grenzfläche zwischen Mikronadel und Zellkultur genutzt werden.

Ergebnisse

Der Siliziumchip und das darauf fixierte Zellmaterial lassen sich ohne Beschädigung der Grenzfläche mittels FIB-Technologie präparieren (Abbildung 1). Es wird deutlich, dass die Nervenzelle überwiegend neben der Mikronadel gewachsen und die Zellmembran nicht perforiert ist. Eine Funktionsfähigkeit dieses Biosensorelements ist nicht gegeben. Durch eine spezielle, an der Universität Rostock genutzte Technik werden die Zellen elektroperforiert. Das Eindringen der Mikronadel in die Zelle demonstriert die REM-Aufnahme von Abbildung 2. Anhand des morphologischen Nachweises der Elektroperforation kann dieses Verfahren optimiert und zellschonend durchgeführt und die Funktion des Biosensors kann gesichert werden.



Andreas Cismak, Frank Altmann

Das Einsatzverhalten von biologischen Materialien und biokompatiblen Oberflächen wird morphologisch und mechanisch bewertet. Nanostrukturierte funktionelle Materialien für das Tissue Engineering werden entwickelt.

Leistungsbereich Biologische Materialien und Grenzflächen

Prof. Dr. Andreas Heilmann
andreas.heilmann@iwmm.fraunhofer.de

Bewertung von Zahnpflege-Testprodukten zur Inhibierung schmelzerosiver Mineralverluste

Der übermäßig häufige Genuss säurehaltiger Lebensmittel, z.B. von Softdrinks, die Einnahme von speziellen Medikamenten, aber auch krankheitsbedingte Faktoren (Reflux von Magensäure, reduzierter Speichelfluss) können zur dentalen Erosion, d.h. zu einem rein chemisch bedingten Verlust an Zahnschmelz oder Dentin in der Mundhöhle führen. Während die Häufigkeit säurebedingter Schäden der Zahnschmelz in der Bevölkerung im stetigen Anwachsen begriffen ist, gibt es bis heute keine zufrieden stellenden, kommerziell verfügbaren Zahnpflegeprodukte zum Schutz gegen Erosion. Dazu trägt bei, dass der Mechanismus potenziell erosionshemmender Wirkstoffe bislang nicht verstanden ist.

Das Ziel der durchgeführten Untersuchungen bestand darin, in Zusammenarbeit mit Prof. Carolina Ganß, Universität Gießen, die Bewertung der Erosionsinhibierung mit geeigneten mikrostrukturellen und werkstoffkundlichen Analyseverfahren zu unterstützen. Dabei wurde die Wirkung verschiedener Testprodukte bildlich dargestellt sowie Beiträge zur Aufklärung der komplexen Wirkmechanismen geleistet. Die Proben zur Durchführung der bildgebenden Experimente und zur Aufklärung des Wirkmechanismus stammen aus Erosionsstudien, die von Prof. Ganß geplant und durchgeführt wurden.

Vorgehensweise

Polierte menschliche Zahnschmelzproben wurden mit verschiedenen vorgegebenen Testprodukten behandelt und nachfolgend einer Exposition in 0,05 molarer Zitronensäure zur Simulation des erosiven Angriffs unterzogen. Behandlung als auch Säureangriff erfolgten zyklisch nach definiertem Zeitregime.

Zur vergleichenden Bestimmung der erzeugten Erosionstiefen wurden verschiedene profilometrische Messverfahren eingesetzt. Die Charakterisierung der Mikrostruktur der erodierten Schmelzoberflächen erfolgte mit Hilfe von elektronen- und lichtmikroskopischen Untersuchungen sowie der Röntgenanalyse (EDX) an geeignet querschnittspräparierten Proben.

Ergebnisse

Ein Vergleich der Erosionstiefen bestimmt durch mechanische Profilometrie, Konfokale Laser-Scanning-Mikroskopie und Weißlichtinterferometrie ergab eine gute Übereinstimmung der Werte untereinander. Unterschiede in der Struktur demineralisierter Bereiche in verschiedenen Proben konnten auf unterschiedliche Prismenorientierungen in den Zahnschmelzproben zurückgeführt werden. Die durch die Behandlungen mit unterschiedlichen Testprodukten bestimmten Resultate korrelierten eng mit den Ergebnissen der mikrostrukturellen Querschnittsanalyse und der chemischen Zusammensetzung der entstehenden Reaktionsprodukte und erlaubten eine zuverlässige Bewertung der Effizienz unterschiedlicher Wirkstoffe für die Zahnpflege.



Dr. Andreas Kiesow

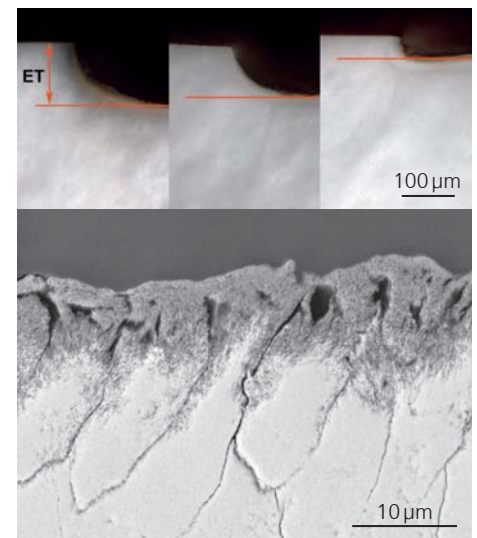


Abb. 1
Oben: Lichtmikroskopische Querschnittsabbildungen von erodierten Zahnschmelzproben, behandelt mit drei verschiedenen Testprodukten. Die Unterschiede in der erosionshemmenden Wirkung sind durch die verschiedenen Erosionstiefen ET erkennbar.
Unten: Rasterelektronenmikroskopische Querschnittsabbildung einer erodierten Oberfläche. Der erosive Angriff erfolgt entlang der Schmelzprismengrenzen.



Abb. 2
Rasterelektronenmikroskopische Bruchflächenabbildung einer Zahnschmelzoberfläche nach erosivem Angriff (rechter Bereich). Der linke Bereich der Abbildung zeigt die Referenzoberfläche, die während des Säureangriffs geschützt war.

Geschäftsfeld

Mikrostrukturbasierte Bauteilbewertung

Wir unterstützen unsere Auftraggeber bei der Auswahl von Werkstoffen, der Bewertung und Optimierung von Fertigungsschritten, der Wärmebehandlung sowie der Beherrschung von Eigenspannungen und schweißbedingten Bauteilverzügen. Die Bewertung des Ermüdungsverhaltens metallischer Strukturen und die Analyse des Verformungs- und Versagensverhaltens hybrider Leichtbau-Komponenten vervollständigen unser Angebot.

Methoden

Neben den Standardmethoden der Werkstoffprüfung stehen hochauflösende licht- und elektro-optische Verfahren, Nanoindentoren, Röntgenbeugungsanlagen zur Phasen-, Textur- und Eigenspannungsanalyse sowie flexible Prüfeinrichtungen zur statischen und zyklischen Festigkeitsermittlung bereit. Mittels Schweißsimulationsanlagen können definierte Wärmebehandlungszustände eingestellt werden. Analyseeinrichtungen zur Ermittlung thermophysikalischer Werkstoffdaten, des Gehalts an diffusiblem Wasserstoff sowie der Diffusionskonstanten ergänzen den Gerätepark.

Schwerpunkte

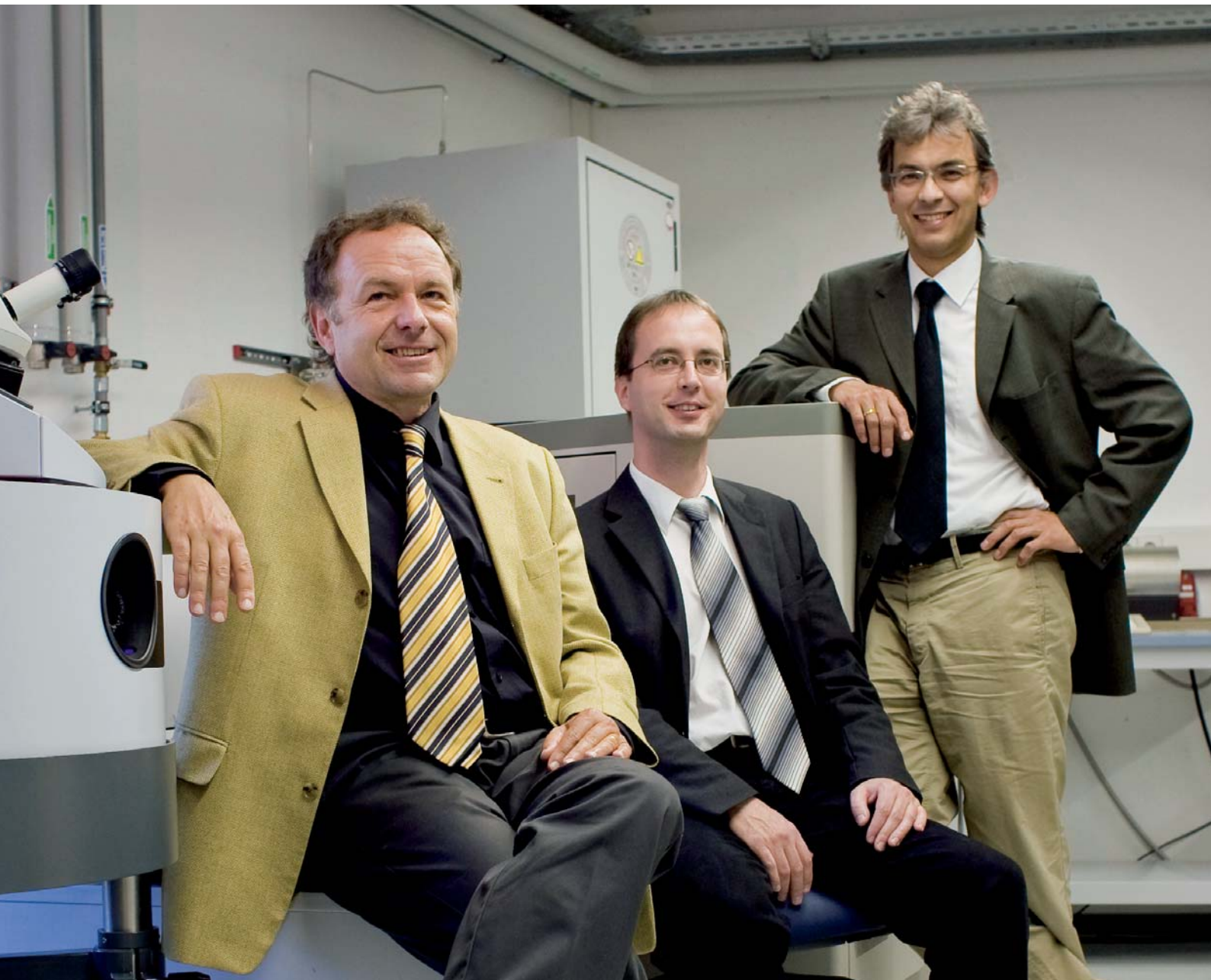
Für zyklisch beanspruchte Bauteile erarbeiten wir experimentelle und numerische Lebensdaueranalysen und unterstützen bei der Ableitung von Inspektionsintervallen. Dank der sich optimal ergänzenden experimentellen Ausstattung und numerischer Modellierung ist es möglich, Eigenspannungen, Verzug, Gefügeausbildung und Wasserstoffbeladung in Folge thermischer Füge- und Wärmebehandlungsverfahren zu beschreiben. Hersteller und Anwender spröder Materialien wie Keramik oder Hartmetall profitieren von einem unikalen Randschichtverfestigungsverfahren. Für die Bewertung von Schadensfällen steht auch ein öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger zur Verfügung.

Bemerkenswertes aus 2008

In 2008 wurde das Thermophysiklabor eröffnet. In diesem Labor stehen modernste Analyseverfahren zur Ermittlung thermophysikalischer Kennwerte zur Verfügung. Im Jahr 2009 wird der Ausbau der experimentellen Wärmebehandlungs- und Schweißsimulation folgen.

Leistungsspektrum

- Ganzheitliche Schadensanalysen und Sachverständigengutachten
- Bewertung und Optimierung von Fertigungsverfahren
- Gefügebewertung, Bruchflächenanalyse sowie Härteprüfung inkl. Nanoindentation
- Ermittlung thermophysikalischer Kennwerte wie lineare thermische Ausdehnung, spezifische Wärmekapazität, Umwandlungstemperaturen, Temperaturleitfähigkeit und Wärmeleitfähigkeit
- Erstellung von ZTA-, ZTU-, SZTU-, SZTA-Schaubildern auch bei überlagerter mechanischer Beanspruchung
- Wasserstoffgehaltsmessungen
- Ermittlung von Diffusionskoeffizienten metallischer Werkstoffe auch unter Einfluss mechanischer Spannung
- Experimentelle und numerische Methoden zur Charakterisierung und Bewertung des Ermüdungs- und Rissfortschrittverhaltens von Werkstoffen und Bauteilen
- Simulation und experimentelle Ermittlung von Eigenspannungen, Verzug und Mikrostrukturentwicklung beim Schweißen und der Wärmebehandlung
- Steigerung der Randschichtfestigkeit spröder Werkstoffe durch mechanische Behandlung



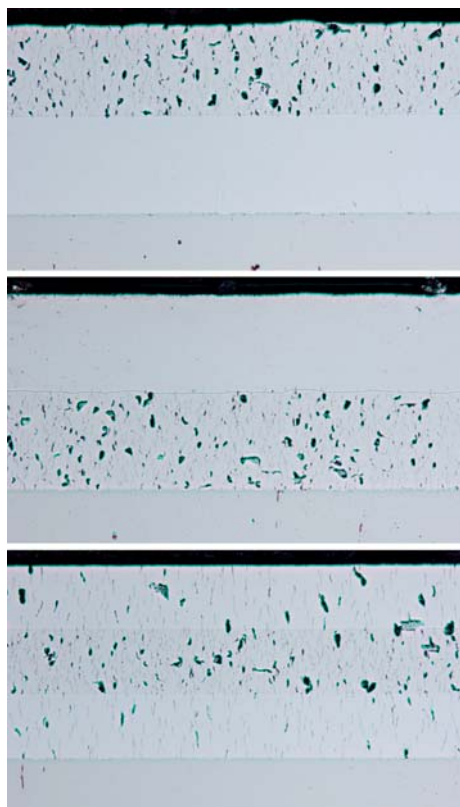
Von links: Dr. Wulf Pfeiffer, Dr. Lutz Reissig, Dr. Michael Luke.

Leistungsbereich Mikrostruktur- und Schadensanalyse

Dr. Wulf Pfeiffer
wulf.pfeiffer@iwm.fraunhofer.de

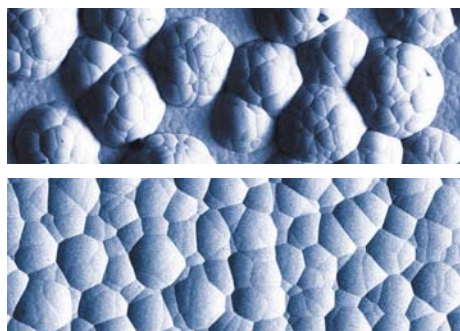
Fragestellungen, denen sich die Mikrostruktur- und Schadensanalyse widmet, betreffen die Qualitätssicherung von Prozessen in der Zulieferindustrie, Probleme der Serienfertigung oder Einzelfragen zu auftretenden Schäden. Lösungsvorschläge zur Prozessoptimierung werden erarbeitet.

Charakterisierung gradiert Hartchromschichten



50 µm

Abb. 1
Lichtmikroskopische Aufnahmen von Querschliffen verschiedener zwei- (oben und Mitte) beziehungsweise dreistufig (unten) gradiert abgeschiedener Hartchromschichten.



200 µm

Abb. 2
REM-Aufnahmen unterschiedlicher Oberflächenstrukturen galvanischer Hartchromschichten.

Galvanisch abgeschiedene Hartchromschichten finden als Verschleiß- und Korrosionsschutzschichten von tribologisch beanspruchten Bauteilen zum Beispiel im Maschinenbau und in der Fahrzeugtechnik breite Anwendung. Allerdings ist die Lebensdauer dieser Schichten bei bestimmten Belastungsszenarien begrenzt, was sich vor allem bei sicherheitsrelevanten Systemen negativ auswirken kann oder zumindest aufwändige Neubeschichtungen nach sich zieht.

Solche Schichtsysteme nachhaltiger zu gestalten, ist Ziel eines vom BMBF geförderten Verbundprojekts in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IPA (Institut für Produktionstechnik und Automatisierung) und verschiedenen Industriepartnern der Galvanik-Branche.

Vorgehensweise

Ein Ansatz zur Erhöhung der Lebensdauer galvanischer Hartchromschichten ist die so genannte gradierte Abscheidung. Bei diesem Verfahren werden die galvanischen Abscheidungsparameter während des Schichtwachstums variiert. Dies kann sowohl stufenweise als auch kontinuierlich erfolgen. Am Fraunhofer IWM werden die Zusammenhänge zwischen den Prozessparametern und den damit erzielbaren mikrostrukturellen Veränderungen, Eigenspannungsverteilungen und tribologischen Eigenschaften untersucht.

Ergebnisse

Im Rahmen einer umfangreichen Parameterstudie hat das Fraunhofer IPA Schichtsysteme mit einer Vielzahl unterschiedlicher gradiert abgeschiedener Schichten hergestellt. Die Ergebnisse der mikrostrukturellen Untersuchungen solcher stufenweise gradiert abgeschie-

denen Hartchromschichtsysteme sind in Abbildung 1 dargestellt. Die Beispiele zeigen die durch bestimmte Parameter erzielten ausgeprägten Schichtabstufungen. Die Abstufungen bedingen unter anderem, dass in Chromschichten stets vorliegende Mikrorisse großteils nicht in der nächsten Schichtlage zu finden sind. Zu einer kompletten Charakterisierung der mikrostrukturellen Eigenschaften gehören neben der mikrostrukturellen Untersuchung des Schichtaufbaus auch die Ermittlung von Mikrorissdichten in den einzelnen Schichten sowie Mikrohärt- und Eigenspannungsverläufe über die Schichtsysteme hinweg.

Durch die Steuerung der Abscheidungsparameter ist es zudem möglich, die Oberflächenstruktur der Schichtsysteme gezielt zu beeinflussen und für gewünschte Anwendungen zu optimieren (Abbildung 2).

Zurzeit wird daran gearbeitet, die durch unterschiedliche Abscheidungsparameter erzielten mikrostrukturellen Veränderungen mit den tribologischen Eigenschaften und den Eigenspannungsverteilungen der Schichtsysteme in einem Modell zusammenzufassen. Mit dessen Hilfe sollen optimale Schichtsystemeigenschaften für eine gewünschte Anwendung durch eine gesteuerte, gradierte Schichtabscheidung ermöglicht werden.



Sabine Oeser, Johannes Wenzel

Der Leistungsbereich entwickelt experimentelle und numerische Methoden zur Festigkeitsbewertung hoch belasteter Werkstoffe, Bauteile und Fügeverbindungen und zur Beeinflussung des Eigenspannungszustandes.

Leistungsbereich
Ermüdungsverhalten, Eigenspannungen

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

Bewertung von dünnen flächigen Strukturen unter biaxialer Belastung

Um weitere Gewichtsreduzierungen im Fahrzeugleichtbau realisieren zu können, werden neben tragenden auch flächige Strukturen höher ausgelastet – ob monolithisch oder hybrid ausgeführt. Die Verringerung von Sicherheitsmargen erfordert im Gegenzug verbesserte Kenntnisse des Verformungs- und Versagensverhaltens der eingesetzten Bauteile. Bei der Vorhersage der Belastungsgrenzen dünner flächiger Strukturen sind biaxiale Belastungsfälle zu berücksichtigen. Um Werkstoffmodelle für verschiedene Werkstoff- und Ausführungsvarianten zeitnah kalibrieren zu können, wurde am Fraunhofer IWM eine biaxiale Belastungsvorrichtung entwickelt.

Vorgehensweise

Abbildung 1 zeigt die biaxiale Belastungsvorrichtung, die zunächst für Kräfte bis zu 12 kN konzipiert und erprobt wurde. Beide Achsen können unabhängig voneinander angesteuert werden, so dass sich beliebige Lastverhältnisse F_x/F_y realisieren lassen. Die Lasteinleitung erfolgt über zwei servohydraulische Prüfzylinder mit entsprechender Lastumleitung. Zur zwei-, oder bei Bedarf auch dreidimensionalen Verformungsanalyse wird ein optisches Messsystem eingesetzt, das auf Grauwertkorrelation basiert.

Ergebnisse und Ausblick

Die erfolgreiche Durchführung von Biaxial-Zugversuchen hängt ausschlaggebend von der Probenkörpergeometrie ab. Diese ist, je nach Verformungsverhalten des zu untersuchenden Werkstoffs, unter Berücksichtigung des vorgegebenen Bauraums von mindestens 150 mm mal 150 mm auszulegen. Dabei sollte die Probendicke so gewählt werden, dass es innerhalb des maximal möglichen Kraftbereichs zu dem ge-

wünschten Beanspruchungszustand beziehungsweise einem Versagen kommt. In Abbildung 2 oben ist beispielhaft ein Aluminium-Probekörper gezeigt, der durch Senkerodieren in der Probenmitte kreisförmig verjüngt wurde. Um maximale Spannungen auftreten und die Probe in Probenmitte versagen zu lassen, muss zudem der Übergang von der Einspannung zur Probenmitte mit einem geeigneten Radius ausgeführt sein. Abbildung 2 unten zeigt den Vergleich zwischen einer mit Hilfe einer Grauwertkorrelation gemessenen (links) und einer mittels Finite-Elemente-Methode (FEM) berechneten (rechts) von-Mises-Vergleichsdehnung für die Aluminiumlegierung EN AW 5083-H111. Die gut übereinstimmenden Ergebnisse zeigen den Beanspruchungszustand für das Kraftverhältnis $F_x/F_y = 1$ unmittelbar vor Probenbruch. Die maximalen Dehnungen betragen in beiden Darstellungen rund 22 Prozent. Leichtbaulösungen werden zunehmend in Hybridbauweise (zum Beispiel polymere Faserverbundwerkstoffe kombiniert mit lokaler Metallverstärkung) entwickelt. Daher ist für diese neue Werkstoffgruppe die Ableitung von Werkstoffmodellen und Versagenkriterien unter biaxialer Zugbeanspruchung Gegenstand laufender Untersuchungen.



Dr. Michael Luke, Christian Eichheimer

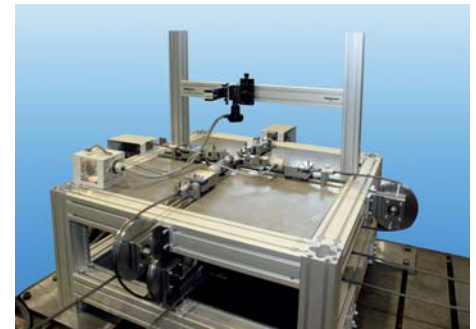


Abb. 1
Biaxiale Belastungsvorrichtung, 1,6 m x 1,6 m.

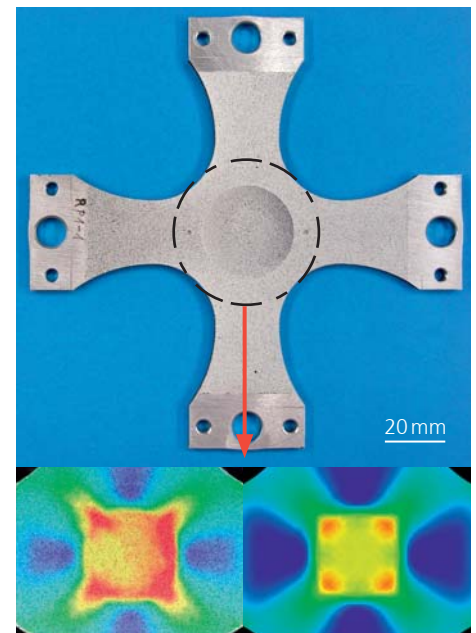


Abb. 2
Biaxial belastete Kreuzprobe, EN AW 5083-H111. Oben: Probenkörper. Unten links: Gemessene von-Mises-Vergleichsdehnung; unten rechts: Mit der Finite-Elemente-Methode berechnete von-Mises-Vergleichsdehnung. Rote Flächen entsprechen der maximalen Dehnung von 22 %, $F_x/F_y=1$.

Fraunhofer-Center für Silizium-Photovoltaik CSP

Das 2007 gegründete Fraunhofer-Center für Silizium-Photovoltaik CSP ist eine gemeinsame Einrichtung des Fraunhofer-Instituts für Werkstoffmechanik IWM und Solare Energiesysteme ISE. Das Fraunhofer CSP ist in Halle lokalisiert und unterhält ein Modultechnologiezentrum in Schkopau.

Methoden

Die Spannweite der Forschungstätigkeiten reicht von der Technologieentwicklung – zum Beispiel im Bereich der Siliziumwafer- und Modulfertigung – bis hin zur Mikrostrukturdiagnostik und Spurenanalytik von Materialien und Komponenten der Photovoltaik. Dazu kommen Tätigkeiten zur Untersuchung der Zuverlässigkeit von Modulen und zur Reduzierung der Bruchrate in der Wafer- und Solarzellenfertigung. Dabei sind entsprechende experimentelle Charakterisierungsverfahren und theoretisch basierte Berechnungsmodelle im Einsatz.

Schwerpunkte

Die Forschungsstrategie konzentriert sich derzeit auf die Entwicklung von kostengünstigen Siliziumwafern und neuen Modultechnologien. Hierzu werden entsprechende Technologien für die Silizium-Kristallisation optimiert und Verfahren zur Fertigung von Solarmodulen entwickelt. Die Technologieentwicklungen werden durch eine hochqualifizierte Mikrostrukturdiagnostik, mechanische Charakterisierung und elektrische Bewertung unterstützt. Das Know-how in der Material- und Bauteilcharakterisierung wird zur Optimierung von Fertigungsprozessen bei Industriepartnern intensiv eingesetzt.

Bemerkenswertes aus 2008

Der vom Fraunhofer CSP koordinierte Spitzenclusterantrag »Solarvalley Mitteldeutschland«, ein Verbund aus etwa 40 Partnern aus Industrie, Forschung und Bildung, gehörte zu den fünf Gewinnern in einem vom BMBF ausgeschriebenen deutschlandweiten Wettbewerb. In den nächsten fünf Jahren soll mit dem Ziel der Netzparität 2015 gemeinsam geforscht werden. Dazu steht ein Gesamtbudget von mehr als 100 Millionen Euro zur Verfügung. Daneben soll eine regionale Ausbildungsstruktur für die Photovoltaik geschaffen werden.

Leistungsspektrum

- Kristallisation von Silizium
- Beschichtung
- Module
- Elektrische Materialanalyse/Solarzellencharakterisierung
- Mikrostruktur/Alytik
- Mechanische Charakterisierung



Dr. Jörg Bagdahn.

Ionenpolieren in der Querschnittspräparation

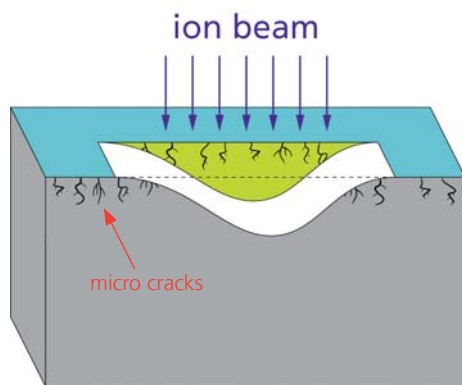


Abb. 1
Schemazeichnung zum Ionenpolieren von Waferkanten.

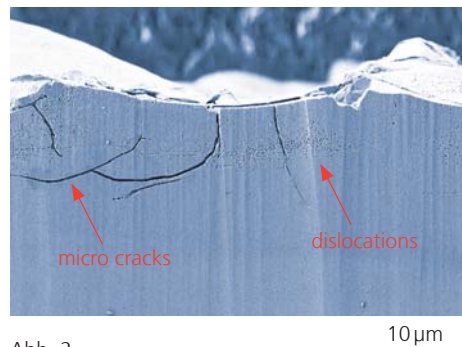


Abb. 2
Materialschäden an lasergeschnittenen Kanten von Siliziumwafern.

Die Anfertigung von metallografischen Präparationen (Querschliffen) ist eine verbreitete Methode zur physikalischen Fehleranalyse (PFA) in mikroelektronischen Komponenten. Bei der Übertragung dieser etablierten Methode auf den Bereich der Silizium-Photovoltaik ergeben sich aus den verschiedenen Spezifika photovoltaischer Komponenten und Aufbauten besondere Probleme.

Kristalline Solarzellen aus Silizium sind im Gegensatz zu den in der Mikroelektronik eingesetzten Siliziumchips nicht in ein Gehäuse eingebettet, das starke Druckspannungen ausübt. Dadurch besteht die Gefahr des Ausplatzens von Silizium bei der mechanischen Bearbeitung. Ein anderes Problem ergibt sich aus der Forderung der Erzeugung planarer Querschnitte mit hoher Qualität an vorgeschädigten, spröden Materialien und Schichtsystemen unterschiedlicher Härte. Durch Anwendung von speziellen Präparationstechniken (zum Beispiel Ionenpolierverfahren) lassen sich jedoch großflächige Querschnitte an Kanten von lasergeschnittenen Siliziumwafern oder Silizium-Metall-Dickschichtsystemen zur Analyse von Mikrorissen, Versetzungen oder Gefügeeigenschaften herstellen.

Vorgehensweise

Zur Heraustrennung relevanter Solarzellenabschnitte aus größeren Aufbauten wie zum Beispiel Modulen werden je nach konkretem Aufbau mechanische Sägeverfahren oder Laserschneidverfahren eingesetzt. Zur Weiterverarbeitung dieser herausgetrennten Abschnitte werden diese kalt eingebettet und anschließend über eine spezielle Schleif- und Polierrezeptur bearbeitet. Für eine weitere Verfeinerung dieser Oberfläche können ionenstrahlbasierte Quer-

schnittspräparationen angewendet werden. Am Fraunhofer CSP wird hierfür der Cross Section Polisher JSM12345 von JEOL eingesetzt. In diesem Gerät wird ein breiter Ar⁺-Ionenstrahl mit einer Energie von 6 keV auf die Probenoberfläche gerichtet. Durch die Abdeckung eines Teils der Oberfläche mit einer Wolframcarbidklinge wird eine scharfe Kante erzeugt, entlang der das Probenmaterial senkrecht zur Oberfläche abgetragen wird (Abbildung 1). Dadurch entsteht ein 1 mm breiter und 0,5 mm tiefer Querschnitt, der eine Rauigkeit im nm-Bereich aufweist.

Ergebnisse

Ein ionenpolierter Querschnitt längs zu einer lasergeschnittenen Silizium-Waferkante wird in Abbildung 2 in einer elektronenmikroskopischen Aufnahme gezeigt. Zuvor wurde die Defektstruktur im Querschnitt angeätzt. Durch den thermischen Energieeintrag eines NdYAG-Lasers werden bis in eine Tiefe von 25 µm Risse erzeugt. Aufgeschmolzenes Silizium wird mit einem Gasstrom entfernt. Linien und Haufen von angeätzten Versetzungen kennzeichnen das thermisch geschädigte, monokristalline Siliziumgitter. Unterhalb dieses Bereiches biegen die Mikrorisse parallel zur Oberfläche ab. Diese Arbeiten werden im Rahmen des Attract-Programms der Fraunhofer-Gesellschaft durchgeführt.



Dr. Christian Hagendorf,
Dr. Steffen Wiese

Die Effizienz von Solarzellen soll durch so genanntes »Photonenmanagement« deutlich verbessert werden. Hierzu soll das Sonnenspektrum durch fluoreszierende Materialien (beispielsweise Glaskeramiken) derart verändert werden, dass es in den für Solarzellen nutzbaren Energiebereich fällt.

Fachgruppe Photonmanagement

Priv.-Doz. Dr. Stefan Schweizer
stefan.schweizer@csp.fraunhofer.de

Up- und down-conversion in Glaskeramiken für hocheffiziente Solarzellen

Die Effizienz von Solarzellen soll durch den Einsatz von down-conversion-Deckgläsern sowie up-conversion-Schichten auf der Rückseite erheblich verbessert werden. Der Teil des einfallenden Lichts, der von einer normalen Solarzelle nicht oder nur ineffizient genutzt werden kann, soll hierbei in den Energiebereich der maximalen Effizienz verschoben werden. Diese »Lichtmanipulation« wird ausschließlich durch Materialien erzeugt, die die eigentliche Solarzelle im Modul umgeben. Eine Steigerung des Wirkungsgrades von Solarmodulen ist somit möglich, ohne die eigentliche Solarzelle modifizieren zu müssen. Es wird dabei zwischen up- und down-conversion-Prozessen unterschieden.

Vorgehensweise

Das down-conversion-Deckglas wandelt ein einfallendes ultraviolettes (UV) Photon in ein oder mehrere Photonen einer Wellenlänge um, die effizienter von der Solarzelle absorbiert werden können. Abbildung 1 zeigt ein Beispiel für einen derartigen »down-converter«.

In der up-conversion-Schicht auf der Rückseite können jeweils zwei oder mehrere, vom Deckglas und der Solarzelle nicht absorbierte Photonen aus dem infraroten (IR) Spektralbereich nach sequentieller Absorption zu einem sichtbaren Photon umgewandelt werden, das daraufhin von der Solarzelle absorbiert werden kann.

Ziel der Arbeiten am Fraunhofer-Center für Silizium-Photovoltaik CSP ist es, fluoreszierende Glaskeramiken durch geeignete Wahl der Fluoreszenzstoffe (Seltene Erden) für Photonen up- und down-conversion-Anwendungen anzupassen. Die Glaskeramiken sind im

sichtbaren Spektralbereich optisch transparent und wären daher ideale Schichten für die up- sowie down-conversion.

Ergebnisse

Ein nach der eigentlichen Glasherstellung durchgeführter Temperschritt führt bei Zirkonfluoridgläsern, die zusätzlich mit Seltenen Erden und Chlor-Ionen dotiert wurden, zu einer bis zu zwei Größenordnungen höheren Fluoreszenzausbeute. Durch die thermische Behandlung wachsen in der Glasmatrix fluoreszierende Nanokristalle heran, deren Größe und Struktur über die Dauer und Temperatur der Behandlung eingestellt werden kann.

Für up-conversion-Anwendungen wurden die Gläser beispielsweise mit Neodym oder Erbium (siehe Abbildung 2) dotiert, während für down-conversion-Anwendungen Europium und Samarium eingesetzt wurden. Diese Arbeiten werden im Rahmen des Attract-Programms der Fraunhofer-Gesellschaft durchgeführt.



Priv.-Doz. Dr. Stefan Schweizer



Abb. 1
Fluoreszierende Calciumfluorid-Einkristalle unter Tageslicht (links) und unter zusätzlichem UV-Licht (rechts).



Abb. 2
Erbium-dotiertes Zirkonfluoridglas: Die up-konvertierte Fluoreszenz der mit 1 mol % Erbium dotierten Glasprobe (Abmessungen: 2 cm x 2 cm) wurde bei 1540 nm mit einer Laserdiode angeregt.

Fachgruppe Module

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

Zuverlässigkeit und Lebensdauer von Photovoltaikmodulen und deren Komponenten sollen erhöht werden. An Modulen werden mechanische Lastversuche durchgeführt. Durch thermo-mechanische Simulation mit der Finite-Elemente-Methode werden neue Designs in Wechselwirkung mit Versuchsergebnissen optimiert. Im Fokus der begleitenden Materialprüfungen stehen die Analytik und die Mechanik der polymeren Zwischenschichten und der Gläser.

Material- und mechanische Optimierung von Photovoltaikmodulen

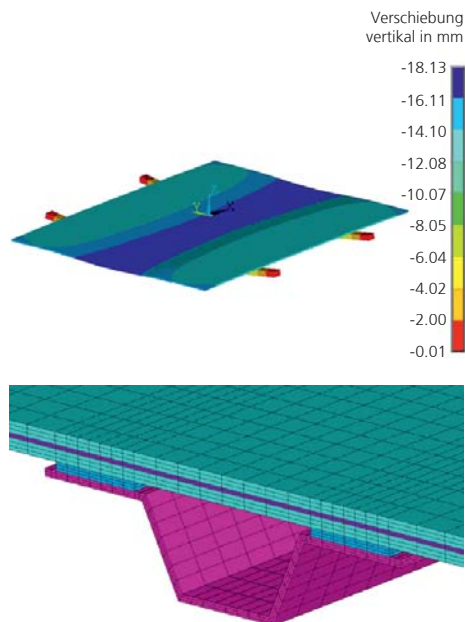


Abb. 1
Oben: Finite-Elemente-Modell mit Deformationen unter Flächenlast (5-fach überhöht) eines Photovoltaikmoduls mit Rückseitenversteifung.
Unten: Detailsicht eines FE-Modells eines Glas/Polymer/Glas-Verbundes mit geklebter Rückseitenversteifung.

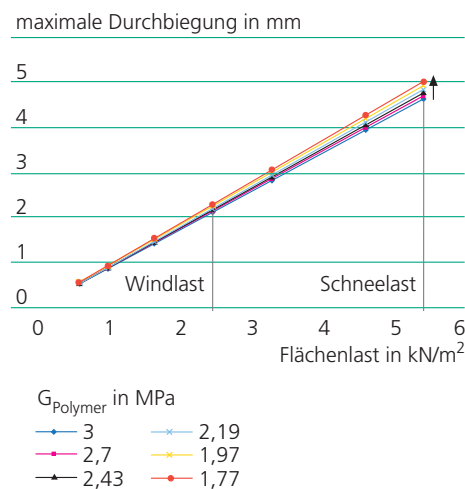


Abb. 2
Berechneter Kraft-Durchbiegungs-Verlauf eines Solarmoduls unter Variation der Steifigkeit des Polymers.

Photovoltaikmodule unterliegen während ihrer Nutzungsdauer unterschiedlichen Umwelteinflüssen wie Schneelast und Windlasten, Hitze, Kälte, Feuchtigkeit oder Sonneneinstrahlung. Deren Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften und das Alterungsverhalten eines Solarmoduls wird umso bedeutender, wenn kostengetriebene Materialeinsparungen beispielsweise durch Verzicht auf einen Aluminiumrahmen, Minimierung der Dicke des polymeren Einbettungsmaterials oder Nutzung neuer kostengünstiger Polymere notwendig werden.

Am Fraunhofer CSP werden Testmethoden der Werkstoffmechanik und Polymeranalytik genutzt und weiterentwickelt, um die mechanischen Eigenschaften und das Alterungsverhalten der polymeren Verkapselungsmaterialien zuverlässig zu bestimmen. Die in den Experimenten gewonnenen Parameter und Zusammenhänge werden mit Hilfe der numerischen Simulation zur Auslegung und Weiterentwicklung von Solarmodulen herangezogen.

Vorgehensweise

Zunächst werden dreidimensionale Finite-Elemente (FE)-Modelle des Solarmoduls und der Tragstruktur erstellt (Abbildung 1, oben). Dabei werden die Deckgläser, die polymere Zwischenschicht, die Rückseitenversteifung und deren Befestigung zum Beispiel durch Klebung an das Solarmodul berücksichtigt (Abbildung 1, unten). Diese Modelle bilden die Basis für Optimierungsrechnungen zur spannungsminimalen Lagerung von Solarmodulen. Mechanische Tests in Kombination mit polymeranalytischen Methoden liefern Materialparameter künstlich bewitterter Verkapselungsmaterialien und Aussagen über die Zusammenhänge struktu-

reller Veränderungen des Polymers mit diesen Parametern. Mit Hilfe dieser Methoden lässt sich das zeitlich veränderte Last-Verformungsverhalten von Solarmodulen extrapolieren. Aussagen über strukturelle Änderungen des Polymers liefern Hinweise für die Gründe polymerseitiger Alterung als Basis für eine optimale Materialauswahl.

Ergebnisse

Es hat sich gezeigt, dass insbesondere die optimierte Lagerung von großflächigen Solarmodulen auf Rückseitenversteifungen zu minimierten Spannungen im Glas bei der Einwirkung von Flächenlasten führt. Eine durch Materialalterung bedingte Änderung mechanischer Eigenschaften des polymeren Einbettungsmaterials führt im Verbund mit Gläsern als Solarmodul zu einem veränderten Last-Verformungsverhalten in Abhängigkeit des polymeren Schubmoduls G (Abbildung 2).

Auf Basis dieser Modelle werden Testmethoden und Prüfabläufe entwickelt, um entsprechende Parameter durch werkstoffmechanische Versuche zu bestimmen und die Ursachen und Folgen von Polymeralterung zu ermitteln. Das Ziel weiterführender Untersuchungen, welche durch entsprechende geräte-technische Ausstattung gestützt werden sollen, ist eine verbesserte Lebensdauervorhersage von Solarmodulen im Einsatz. Diese Arbeiten werden im Rahmen des BMBF-Innoprofile-Vorhabens SiThinSolar durchgeführt.



Stefan Schulze, Matthias Ebert

Fraunhofer-Pilotanlagen- zentrum für Polymersynthese und -verarbeitung PAZ

Das 2005 eröffnete Pilotanlagenzentrum in Schkopau wird gemeinsam vom Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAP in Potsdam-Golm und vom Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM in Halle betrieben. Das Zentrum liefert maßgeschneiderte Lösungen vom Syntheserohstoff bis hin zum geprüften Hochleistungsbauteil.

Methoden

Die Polymersyntheseverfahren werden in Lösung, Masse, Emulsion und Suspension durchgeführt. Verschiedene innovative Verarbeitungsverfahren wie Extrusion, Spritzguss und IMC sind auf den gleichen Durchsatz abgestimmt. Die Anlagen verfügen über Online-Monitoring und sind mit einem modernen Prozessleitsystem (Feldbus-Technik) zur Prozesssteuerung ausgestattet.

Schwerpunkte

Neben der Entwicklung neuer Polymersysteme und ihrer Überführung vom Labor- in den Pilotanlagenmaßstab wird das Verfahren der Polymerisationstechnik optimiert. Zudem werden anwendungsspezifische Thermoplast-Compounds und prototypische Bauteile entwickelt, wobei der Verarbeitungseinfluss auf die Werkstoff- und Bauteileigenschaften besonders berücksichtigt wird. Der Injection Moulding Compounder (IMC) realisiert die Verbindung von Extrudierungstechnik und Spritzgussverfahren »im Kleinen«. Das Pilotanlagenzentrum steht allen Kunden für gemeinsame Entwicklungen im Pilotmaßstab zur Verfügung.

Bemerkenswertes aus 2008

In diesem Jahr konnte die Direkt-Verschäumung bei spritzgegossenen Bauteilen für Leichtbauanwendungen erfolgreich maschinentechnisch umgesetzt werden.

Leistungsspektrum

- Polymersynthese: Entwicklung und Anpassung von Polymersystemen im Labormaßstab
- Verfahrenstechnische Überführung der Laborsynthesen in die Pilotanlagen (bis zu 500 l Reaktorvolumen)
- Physikalisch-chemische Charakterisierung der Polymere; Auftragsynthese: Herstellungen von Klein- und Testchargen
- Polymerverarbeitung: Herstellung von Bauteilen aus thermoplastischen Compounds (LFTP, NFK, WPC, Nanocomposite, Verschäumung etc.) bis max. 5 kg, Abmusterungen mit eigenen Werkzeugen
- Direktes Abmischen und Compoundieren von Polymeren und der erforderlichen Additive
- Bewertung des Einflusses des Materialsystems und der technologischen Bedingungen auf die Kennwerte des Bauteils



Dr. Michael Busch.

Fachgruppe Verarbeitung

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

Das Leistungsspektrum des Teils Verarbeitung umfasst: Entwicklung prototypischer thermoplastischer Bauteile, Optimierung von Verarbeitungstechnologien und Anlagentechnik, Abmusterungen mit Werkzeugen des Kunden, Rezepturenentwicklungen, Entwicklung von Online-Sensorik. Bewertung erfolgt in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IWM.

Innovative Verarbeitungstechnologien für Polymer- und Cellulosefasern



Abb. 1
Zweiwellige Bandfördereinrichtung ZBFE.

Polymer- und Regeneratfasern mit hoher Reißdehnung liefern in Verbundwerkstoffen hohe Schlagzähigkeitswerte und haben somit für verschiedene Anwendungen das Potenzial, Glasfasern in diesem Zusammenhang zu substituieren. Die Verarbeitung in Form von Stapelfasern mit definierter Schnittlänge erfolgt zweckmäßig an einem parallelen, gleichsinnig drehenden Doppelschneckenextruder. Gerade Regeneratfasern wie Celluloseregeneratfasern (CRF) besitzen ein sehr geringes Schüttgewicht und neigen zur Bildung von wirren Faserhaufwerken. Es ergeben sich Probleme bei der Faserdosierung, der gleichmäßigen und ausreichenden Förderung der geschnittenen Fasern bis hin zum Extruder und beim Einzug in die Extruderschnecken. Ziel der Arbeit war die Entwicklung einer effizienten einstufigen und stabilen technologischen Linie für die Einarbeitung geschnittener CRF in Thermoplaste.

Vorgehensweise

Das Förder- und Dosierproblem wurde dadurch gelöst, dass Endlosfasergarne, die ein konstantes Fadengewicht pro Länge (tex) besitzen, mit einer definierten, einstellbaren Abzugsgeschwindigkeit von einer Spule abgezogen und unmittelbar über dem Extruder von einer Schneidanlage (NMC-H 150, Fa. Oerlikon Neumag) auf definierte Länge geschnitten werden. Die geschnittenen Fasern fallen unmittelbar in eine darunter befindliche Faserzufuhreinrichtung. Die Faserzufuhr und der Fasereinzug des Extruders konnten durch eine neu entwickelte und patentierte Faserzufuhrtechnik gelöst werden (Abbildung 1). Diese zweiwellige Bandfördereinrichtung (ZBFE) ist mit als Bandförderung ausgebildeten Behälterwänden und rauer Oberfläche verse-

hen. Im Zentrum des Behälters ist ein gleichsinnig drehendes Förderschneckenpaar mit dicht kämmendem Profil angebracht, welches im Zusammenspiel mit den Förderbändern eine Zwangsförderung der Fasern in den Extruder gewährleistet. Die ZBFE wird vertikal auf den Extruder aufgesetzt und transportiert die von der Schneidanlage zugeführten Fasern von oben in den Wickelbereich der beiden Extruderschnecken.

Ergebnisse

Das Schneiden der Fasern direkt vor dem Compoundierprozess verhindert die Bildung von Faserhaufwerken. Die optimierte Zufuhrtechnologie zum Extruder ermöglicht eine signifikante Erhöhung der Durchsatzmenge geschnittener Fasern im Vergleich zu einer konventionellen Seitenfüttereinrichtung (Abbildung 2). Der an einer ZE40A mit der Prototyp-Anlage erzielte maximale Durchsatz geschnittener Regeneratfasern (Länge 4 mm, Schüttgewicht etwa 30 g/l) lag bei deutlich über 60 kg/h. Mittels konventioneller Seitenfüttereinrichtung kann lediglich ein Durchsatz von circa 8 kg/h erreicht werden. Bei einem Faseranteil von 25 Prozent könnte mit dieser Anlagenkonfiguration ein Composite-Massedurchsatz von 240 kg/h realisiert werden. Durch das Zusammenwirken von Schneidanlage, ZBFE und Doppelschneckenextruder entstand eine einstufige, flexible und produktionstypische Verarbeitungslinie für Polymer- und Regeneratfasern.

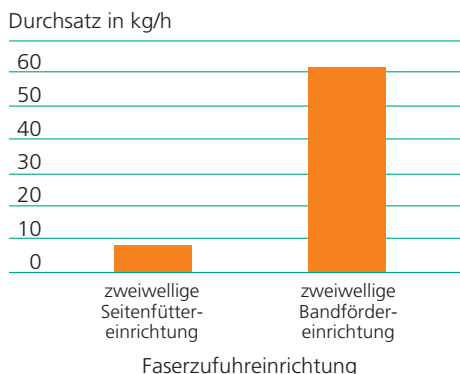


Abb. 2
Maximaldurchsatz von Regeneratfasern mit verschiedenen Faserzufuhreinrichtungen.



Ivonne Jahn

Das Fraunhofer IWM in der
Fraunhofer-Gesellschaft:

Kooperation und Vernetzung

Der Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile

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
Telefon +49 6151 705-262
ursula.eul@lbf.fraunhofer.de

www.vwb.fraunhofer.de

Der Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile bündelt die Kompetenzen der materialwissenschaftlich orientierten Institute der Fraunhofer-Gesellschaft und des Fraunhofer-Instituts für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM als ständigem Gastmitglied.

Fraunhofer-Materialforschung umfasst die gesamte Kette von der Entwicklung und Verbesserung von Materialien über die Herstelltechnologie, die Charakterisierung der Eigenschaften bis zur Bewertung des Einsatzverhaltens. Entsprechendes gilt für die aus den Materialien hergestellten Bauteile und deren Verhalten in Systemen. Neben den experimentellen Untersuchungen werden die Verfahren der numerischen Simulation und Modellierung gleichrangig eingesetzt. Der Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile deckt den gesamten Bereich der metallischen, anorganisch-nichtmetallischen, polymeren und aus nachwachsenden Rohstoffen erzeugten Werkstoffe ab. Er setzt sein Know-how in den Feldern Energie, Gesundheit, Mobilität, Informations- und Kommunikationstechnologie sowie Bauen und Wohnen ein, um über maßgeschneiderte Entwicklungen 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
www.emi.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAP

Leitung: Dr. Hans-Peter Fink
www.iap.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Leitung: Prof. Dr. Gerd Hauser,
Prof. Dr. Klaus Sedlbauer
www.ibp.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT

Leitung: Prof. Dr. Peter Elsner
www.ict.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM

Bereich Endformnahe Fertigungstechnologien
Leitung: Prof. Dr. Matthias Busse
Bereich Klebtechnik und Oberflächen
Leitung: Dr. Helmut Schäfer
www.ifam.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS

Leitung: Prof. Dr. Alexander Michaelis
www.ikts.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC

Leitung: Prof. Dr. Gerhard Sextl
www.isc.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

Leitung: Prof. Dr. Eicke Weber
www.ise.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM

Leitung: Prof. Dr. Peter Gumbsch,
Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn
www.iwm.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP

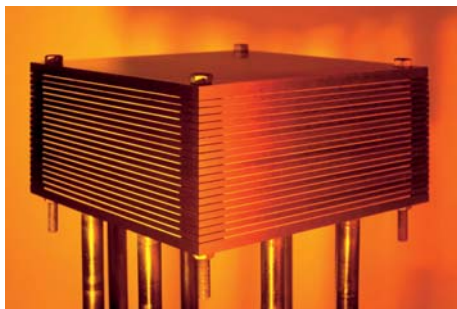
Leitung: Prof. Dr. Christian Boller
www.izfp.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF

Leitung: Prof. Dr. Holger Hanselka
www.lbf.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Holzforschung WKI

Leitung: Prof. Dr. Rainer Marutzky
www.wki.fraunhofer.de



SOFC-Brennstoffzellen-Stack (20 Ebenen).



Zelluläre Strukturen.

Themenverbände und Zentren und ihre Ansprechpartner im Fraunhofer IWM

Fraunhofer-Themenverbund Verkehr

Sechzehn Fraunhofer-Institute arbeiten zu den Themenbereichen: Verkehrsmanagement und -systeme; Güterverkehr und Logistik; IT-Systeme für Fahrzeug und Fahrer einschließlich Mikroelektronik-Komponenten; Werkstoffe und Komponenten; Diagnose, Instandhaltung und Sicherheit.

Dr. Michael Luke
www.verkehr.fraunhofer.de

Fraunhofer-Themenverbund Nanotechnologie

Mehr als zwanzig Fraunhofer-Institute beschäftigen sich mit Nanotechnologie und betrachten dabei Eigenschaften von Werkstoffen, Bauteilen und Systemen in Nano-Größenordnung (< 100 nm). Der Themenverbund fokussiert seine Aktivitäten auf multifunktionelle Schichten für den Automobilbereich und das Design spezieller Nanopartikel als Trägersubstanzen für Biotechnik und Medizin.

Prof. Dr. Michael Moseler,
Prof. Dr. Andreas Heilmann
www.nano.fraunhofer.de

Fraunhofer-Themenverbund Numerische Simulation von Produkten, Prozessen

Der Verbund bearbeitet institutsübergreifende Aufgaben zur Entwicklung und Verbesserung von Simulationsverfahren. Er bündelt zudem die Kompetenzen aus dem IuK-Bereich, das Werkstoff- und Bauteil-Know-how sowie die Oberflächen- und Produktionstechnik.

Dr. Dirk Helm
www.nusim.fraunhofer.de

Fraunhofer-Themenverbund sowie Demonstrationszentrum Hochleistungskeramik

Das Spektrum reicht von der Modellierung und Simulation über die anwen-

dungsorientierte Entwicklung von Werkstoffen, Fertigungsprozessen und Bearbeitungstechnologien bis hin zur Bauteilcharakterisierung, Bewertung und zerstörungsfreier Prüfung unter Einsatzbedingungen.

Dr. Andreas Kailer
www.advancer.fraunhofer.de

Fraunhofer-Themenverbund Energie

Zehn Fraunhofer-Institute bieten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten aus einer Hand an. Die Schwerpunkte liegen bei Effizienztechnologien, erneuerbaren Energien, Gebäude und Komponenten, Planung und Betriebsführung integrierter Energiesysteme sowie Speicher- und Mikroenergie-technik.

Dr. Jörg Bagdahn
www.energie.fraunhofer.de

Fraunhofer-Allianz Adaptronik

Adaptronik integriert aktuatorische, sensorische und regelungstechnische Funktionen in Strukturen. Ihr Einsatzpotenzial besteht in der Fahrzeugtechnik, dem Werkzeugmaschinen- und Anlagenbau, der Medizin-, Luft- und Raumfahrttechnik sowie der Optik und Wehrtechnik.

Dr. Bärbel Thielicke
www.adaptronik.fraunhofer.de

crashMAT, Freiburger-Zentrum für crashrelevante Material- und Bauteilcharakterisierung

Die Fraunhofer-Institute IWM und EMI entwickeln und standardisieren Lösungen auf Basis experimenteller und numerischer Bewertungsmethoden zur Vorhersage des Versagens von Strukturkomponenten und der Crashesicherheit von Fahrzeugkomponenten.

Dr. Dieter Siegele
www.crashmat.de

Fraunhofer-Allianz Rapid Prototyping

Rapid-Technologien sind konventionellen Techniken bei der Herstellung von maßgeschneiderten, komplexen Bauteilen und Kleinserien in Flexibilität, Arbeits- und Materialaufwand überlegen. Die Institute entwickeln entsprechende Werkstoffe, Prozesse, Hard- und Software sowie Simulationen und Zuverlässigkeitsbewertungen.

Dr. Raimund Jaeger
www.rapidprototyping.fraunhofer.de

Fraunhofer-Allianz Bau

Die Fraunhofer-Wissenschaftler arbeiten an neuen und innovativen Technologien rund um Behaglichkeit, Energieeffizienz, Leistungsunterstützung und Nachhaltigkeit. Sie unterstützen Bauunternehmen von der Auswahl der richtigen Planungssoftware bis hin zum Baustoff-Recycling.

Prof. Dr. Andreas Heilmann
www.fraunhofer.de/institute/allianzen/bau.jsp

Die Gemeinschaftsforschung innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft zielt darauf, Synergieeffekte zwischen den Instituten auszunutzen. Dabei werden risikoreiche und unkonventionelle Ideen gefördert und die Forschung für den Mittelstand ermöglicht. Wirtschaftsorientierte Strategische Allianzen (WiSA) fördern entsprechende Eigenforschungsprojekte. Sie sollen die Basis für eine längerfristige Allianz zwischen den beteiligten Instituten bilden. Die Marktorientierte strategische Vorkaufforschung (MaVo) ermöglicht marktorientierte, wissenschaftlich und technisch anspruchsvolle Forschung an Zukunftsthemen im Verbund mehrerer Institute.

Kontinuierliche Technologie zur Herstellung von Saphirfasern (KonTeSa), WiSA

KonTeSa zielt ab auf eine neuartige, kontinuierliche Technologie zur Herstellung von sehr dünnen Fasern mit Durchmessern von ca. 12 μm . Die Gefüge der Fasern sollen aus einkristallinen Abschnitten mit Kristallitlängen von 50 μm und länger bestehen, damit sie eine hohe Kriechfestigkeit erreichen und gleichzeitig gut verarbeitbar sind (Fraunhofer ISC in Würzburg). Das Fraunhofer IKTS stellt aus diesen Fasern keramische Verbundwerkstoffe mit oxidischer Matrix her (OCMC). Die Aufgaben des Fraunhofer IWM bestehen in der numerischen Simulation zum Kornwachstum sowie in der mikrostrukturellen und mechanischen Charakterisierung der Fasern und einkristallinen Faserabschnitte. Zudem wird das Kriechverhalten der OCMC bei Temperaturen bis 1400 $^{\circ}\text{C}$ untersucht.

Dr. Bärbel Thielicke, Dr. Manfred Fütting

Multifunktionale Membrankonstruktionen – Variable Membrankonstruktionen für den Leichtbau, WiSA

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.

Jörg Lucas, Prof. Dr. Andreas Heilmann

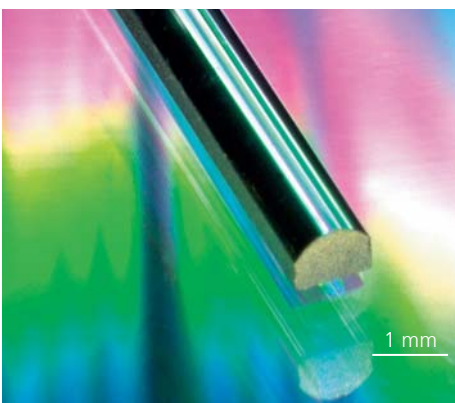
Wirtschaftliche Serienproduktion maßgeschneiderter Optikkomponenten aus Glas mit hohem Marktpotenzial (Tailored Optics), WiSA

»Tailored Optics« entwickelt, optimiert und bewertet die gesamte Technologiekette zur Herstellung von hochpräzisen Heißformwerkzeugen für optische Linsen aus Glas. Arbeitsschwerpunkte der beteiligten Fraunhofer-Institute IWM, IOF, IPT, IKTS und IWU sind neben der Werkzeugkonzeption und -konstruktion die Entwicklung und Herstellung von Hartmetall-Formwerkstoffen, Verfahren zur Ultrapräzisionsbearbeitung der Funktionsflächen und die Beschichtung sowie Einsatztests der Formwerkzeuge mit unterschiedlichen Heißformgebungstechniken. Letztlich sollen Formwerkzeuge zur Produktion von komplexen Optikkomponenten aus Glas zu marktfähigen Kosten bereitgestellt werden.

Dr. Frank Burmeister, Dr. Peter Manns



Kriech-Zugversuche bis 1400 $^{\circ}\text{C}$, Versagen einer unidirektional-verstärkten OCMC-Probe.



Maßgeschneiderte Optikkomponente aus Glas: Heißgepresste FAC-Zylinderlinse mit asphärischer Kontur für die Strahlformung von Diodenlasern.

Entwicklung einer Technologieplattform zur Herstellung multifunktionaler Hybridschäume (HybSch), MaVo

Im Projekt sollen Verfahren entwickelt werden zur Herstellung und Charakterisierung von Werkstoffen aus mehreren geschäumten Materialien. Deren Eigenschaften sollen den entsprechenden Monomaterialschäumen überlegen sein. Anwendung finden solche Verbundwerkstoffe in der mechanischen Energieabsorption in neuartigen Leichtbau-Crashelementen, im multifunktionalen Schallschutz und in leichten, hochsteifen Konstruktionselementen. Neben der Entwicklung von Technologien zur Herstellung dieser neuen Materialklasse und ihrer experimentellen Charakterisierung ist ein wesentlicher Aspekt, numerische Werkzeuge zur Vorhersage der mechanischen und nicht mechanischen Eigenschaften der Werkstoffe zu entwickeln.

Dr. Jörg Hohe, Dr. Michael Busch

Computer Aided Robust Design (CAROD), MaVo

Ziel ist die quantitative und qualitative Erfassung unsicherer Herstellungs- und Einsatzbedingungen und (daraus abgeleitet) ein verbesserter Entwurfsprozess, der Toleranzen in Materialeigenschaften und Produktionsprozessen von Beginn an berücksichtigt. Im Fokus steht nicht die nachträgliche Entdeckung von Fehlern, sondern eine Entwurfsmethodik für das Design robuster Systeme, die die unvermeidbaren Schwankungen von vornherein einbezieht. Neben der Methodenentwicklung umfasst CAROD die Materialcharakterisierung sowie die Auslegung und Entwicklung von Demonstratoren, zum Beispiel zum Thema Crash, und strebt so eine ganzheitliche Behandlung dieses Themas an.

Dr. Dong-Zhi Sun

Machbarkeit und Evaluierung transparenter und elektrisch leitfähiger Dünnschichtsysteme mit oxidischen Halbleiterschichten (METCO), MaVo

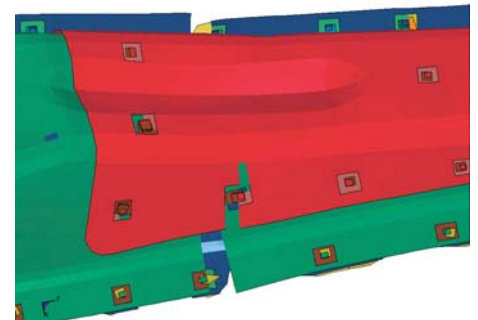
Ziel dieses Vorhabens ist es, grundlegendes Verständnis und Kontrolle der Defektchemie und Morphologie von transparenten, halbleitenden Oxiden zu gewinnen und damit bandgap-optimierte Materialsysteme sowie stabile p-dotierte transparente, halbleitende Oxide zu entwickeln. Mit diesen Materialsystemen, die auf Glas, Kunststoff und Halbleitermaterialien appliziert werden, können deutlich kostengünstigere und effizientere Dünnschicht-Solarzellen und OLED-Displays realisiert werden. Weitere Anwendungen sind die transparente Elektronik für Displayanwendungen sowie niedrigemittierende, beschlaghemmende und schaltbare Beschichtungen für Architektur- und Fahrzeugverglasungen.

Prof. Dr. Christian Elsässer

Carbon Nanotube Aktoren (Carnak), MaVo

Das Gemeinschaftsprojekt von insgesamt acht Instituten zur Optimierung der elektrochemischen Aktuatoren von Papier aus Kohlenstoffnanoröhrchen wurde Mitte des Jahres abgeschlossen. Das Fraunhofer IWM hat für die Multiskalenmodellierung der zugrundeliegenden Mechanismen gesorgt. Innerhalb des Projektes wurde ein Aktuator aus einem Polymer-Nanotube-Komposit entwickelt, welcher bei kleinen Spannungen betrieben werden kann und damit Anwendungsfelder erschließt, welche beispielweise Piezokeramiken vorenthalten sind. Die gewonnenen Erkenntnisse können weiterhin zur Entwicklung von Kondensatoren oder Batterien genutzt werden.

Prof. Dr. Michael Moseler



Crashsimulation einer punktgeschweißten Komponente.

Fraunhofer-Innovationscluster und ihre Ansprechpartner im Fraunhofer IWM

In den Innovationsclustern der Fraunhofer-Gesellschaft wird die Vernetzung zwischen Wirtschaft, Hochschulen und FuE-Einrichtungen in Technologiefeldern mit hohem Innovationspotenzial gefördert. Ziel ist es, Innovationen zu beschleunigen. Die Förderung erfolgt zu je einem Drittel durch Land, Wirtschaft und Fraunhofer-Gesellschaft. Das Fraunhofer IWM ist an zwei Innovationsclustern beteiligt.



Polymertechnologie, Halle Leipzig

Die Region Halle/Leipzig, bekannt auch als mitteldeutsches Chemie-Dreieck, hat sich in den letzten 15 Jahren wieder zu einem internationalen Standort der Polymertechnologie entwickelt. Nun steht an, die Forschung im Bereich Polymertechnologien zu vertiefen. Das Innovationscluster Polymertechnologie bringt Großunternehmen der Polymersynthese, mittelständische Unternehmen der Polymerverarbeitung sowie Forschungseinrichtungen zusammen. Neue Polymertechnologien für Synthese und Verarbeitung werden entwickelt. Dabei spielt zukünftig ein mikrostrukturbasiertes Materialdesign eine große Rolle. Dies beinhaltet die Verarbeitung von ressourcenschonenden Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen und die Steuerung der Strukturbildungsprozesse während der Verarbeitung. Zudem wird Polymersynthese und Polymerverarbeitung horizontal vernetzt, um anwenderspezifische Polymere unter Berücksichtigung der Verarbeitungstechnologien zu entwickeln. Das Fraunhofer-Pilotanlagenzentrum ist als weltweit einzigartige Forschungseinrichtung der horizontalen Integration zentraler Knotenpunkt für die Vernetzung von Synthese und Verarbeitung. Als Schwerpunkte bearbeiten die Wissenschaftler Polymer-Nanopartikel-Blends, neue Kautschuktypen sowie Biopolymere und Naturfaserkomposite.

Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn

Technologien für den hybriden Leichtbau KITE hyLITE, Karlsruhe

Im Karlsruher Innovationscluster Technologien für den hybriden Leichtbau, »KITE hyLITE«, arbeiten die Fraunhofer-Institute ICT, IWM und LBF sowie die Universität Karlsruhe (CART – Center of Automotive Research) und Unternehmen der Automobil- und Zulieferindustrie eng zusammen. Das Ziel von »KITE hyLITE« ist ein ganzheitlicher Ansatz zur Nutzung von Synergien komplementärer Forschungsfelder im Bereich der Verbundwerkstoffe und dem Einsatz gemeinsamer Forschungsergebnisse für den hybriden Leichtbau. Die Schwerpunkte liegen dabei auf der Entwicklung von Werkstoffen, Produktionstechnologien und Methoden zur Realisierung funktionsintegrierter Leichtbaulösungen und deren Umsetzung in einer ökonomisch realisierbaren Serienfertigung im Bereich der Fahrzeugindustrie. Die Themenfelder erstrecken sich von der Entwicklung von Werkstoffsystemen und Produktionstechnologien zur Realisierung funktionsintegrierter Leichtbaulösungen bis zur Umsetzung in einer ökonomisch realisierbaren Serienfertigung im Bereich Fahrzeugindustrie und Maschinenbau.

Dr. Thomas Hollstein



Fraunhofer-Attract-Projekte und ihre Ansprechpartner im Fraunhofer IWM

Die Fraunhofer-Attract-Projekte fördern exzellente externe Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler. Innerhalb von fünf Jahren bauen sie eine drei- bis fünfköpfige Arbeitsgruppe an einem Institut auf und leiten sie. Sie können dadurch ihre Ideen innerhalb eines optimal ausgestatteten Fraunhofer-Instituts marktnah in Richtung Anwendung voranzutreiben.

Silizium-Solarzellen

Bei der Produktion von Solarzellenmodulen entsteht ein nicht unerheblicher Anteil von Ausschuss durch Prozessfehler in der Fertigung. Besonders beim Löten der Kontakte im Tabber/Stringer-Verfahren zerbrechen die Solarzellen häufig. Dieses Kontaktierverfahren wird umso anfälliger, je dünner die Siliziumzellen sind, oder wenn nichttoxische, bleifreie Lote genutzt werden. Im Rahmen des Projektes werden besser geeignete Kontaktierungsprozesse für die Serienverschaltung von kristallinen Solarzellen erarbeitet. Dazu wird ein Simulationstool entwickelt, mit dem die entsprechenden physikalischen Prozesse und werkstofftypischen Reaktionen abgebildet werden können. Gleichzeitig werden experimentelle Prüfstände entwickelt, um beispielsweise die Kriechenschaften der eingesetzten Lote zu bestimmen. Das Projekt läuft bis Mai 2013 am Fraunhofer-Center für Silizium-Photovoltaik CSP in Halle.

Dr. Steffen Wiese

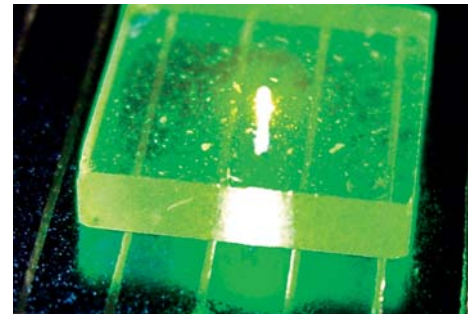


Up- and down-conversion in Glaskeramiken für hocheffiziente Solarzellen

Die Effizienz von Solarzellen soll durch den Einsatz von down-conversion-Deckgläsern sowie up-conversion-Schichten auf der Rückseite von Solarmodulen erheblich verbessert werden. Dabei wird das einfallende Licht so verändert, dass es in den für Solarzellen nutzbaren Energiebereich verschoben wird. Der Wirkungsgrad kann so gesteigert werden, ohne die eigentliche Solarzelle zu modifizieren.

Im Projekt werden optisch aktive Glaskeramiken durch geeignete Wahl des Aktivators (Seltene Erde) für diese Anwendung angepasst. Sie sind im optischen Spektralbereich transparent und somit ideal für die Anwendung geeignet. Neben der optischen Funktionalität der Glaskeramiken sollen auch ihre mechanischen Eigenschaften untersucht und verbessert werden. Das Projekt läuft bis September 2012 am Fraunhofer-Center für Silizium-Photovoltaik CSP und Fraunhofer IWM in Halle.

Dr. Stefan Schweizer



Kooperationen mit Instituten der Max-Planck-Gesellschaft und ihre Ansprechpartner im Fraunhofer IWM

Im Rahmen des Pakts für Forschung und Innovation haben Fraunhofer und Max-Planck sich zu gemeinsamen mehrjährigen Projekten verpflichtet. Die Grundlagenforschung der Max-Planck-Gesellschaft in innovativen Forschungsrichtungen wird durch die anwendungsorientierte Forschung der Fraunhofer-Gesellschaft in die wirtschaftliche Nutzung überführt. Seit 2005 bewilligten die Vorstände der beiden Forschungsorganisationen insgesamt elf Projekte, zwei davon in Kooperation mit dem Fraunhofer IWM.

Dem Stahl auf seinen kristallinen Grund gehen

Bei verschiedenen modernen Leichtmetallen und besonders bei den festen und doch dehnbaren TRIP- und TWIP-Stählen stoßen die bisherigen Simulationsverfahren an ihre Grenzen. Um genauere Simulationsmodelle entwickeln zu können muss das Verhalten der Metalle bis hinunter zu den einzelnen Kristalliten verfolgt und verstanden werden. Die Arbeitsgruppe von Forschern des Max-Planck-Instituts für Eisenforschung und des Fraunhofer IWM in Freiburg führt mathematische Beschreibungen von Metallen aus der Grundlagenforschung mit der anwendungsorientierten Simulation von Fertigungsprozessen und Bauteilen zusammen. Die Wissenschaftler entwickeln Multiskalenmodelle, mit denen sie voraussagen können, warum ein einziges metallisches Bauteil an verschiedenen Stellen völlig unterschiedliches Materialverhalten zeigen kann. Zudem erforschen sie, wie der Herstellungsprozess gesteuert werden kann um dies zu vermeiden oder gezielt einzusetzen. Der Bedarf an solchen Multiskalen-Modellen ist groß: Die präzise Vorhersage des Verhaltens von Bauteilen aus Metall ist in der Mikrosystemtechnik, im Automobilsektor oder der Elektrotechnik gleichermaßen gefragt.

Prof. Dr. Hermann Riedel

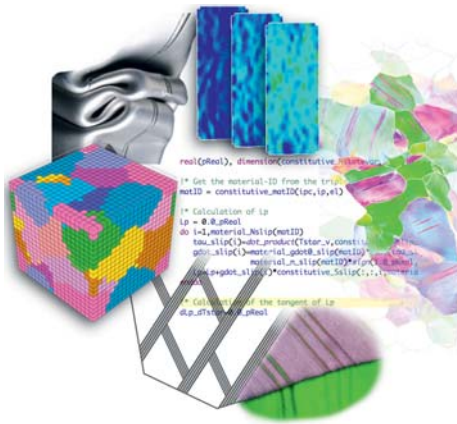
NanoSTRESS messbar machen

Steigende Anforderungen an die Leistungsfähigkeit, Integrationsdichte und Zuverlässigkeit zukünftiger halbleitertechnologischer Konzepte und Komponenten erfordern detailliertes Wissen über lokale mechanische Beanspruchungszustände von Halbleiterbasismaterialien. Zusätzlich zu den mikro- und nanotechnologischen Erkenntnissen ist ein auf werkstoffmechanischen Konzepten basierendes »Stress-Engineering« nötig. Dieses optimiert die technische Prozessierung von flexiblen, ultradünnen Halbleiterschichten, definiert verspannten Silizium-Schichten und hochempfindlichen Materialien. Zudem sind geeignete Messverfahren zur Deformations- bzw. Spannungsanalyse mit hoher Ortsauflösung erforderlich. In der Zusammenarbeit von Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik und Fraunhofer IWM in Halle wird das dafür nötige methodische Know-how entwickelt. Ein Schwer-



punkt im Projekt NanoSTRESS ist die Entwicklung von neuen geeigneten Messverfahren zur Spannungsanalyse mit Auflösungen im Nanometerbereich. Das Fraunhofer IWM konzentriert sich dabei besonders auf die Entwicklung neuer Verfahren der Elektronenstrahlbeugung in Kombination mit der nanometer-genauen Zielpräparation durch die Fokussierende Ionenstrahltechnik.

Prof. Dr. Matthias Petzold



Anhang

Preise und Ehrungen

Für das laserinduzierte Spannungstrennverfahren für Flachglas wurde Dr. Rainer Kübler bei der Jahrestagung der Fraunhofer-Gesellschaft am 28. Mai 2008 in Berlin mit dem Joseph-von-Fraunhofer-Preis 2008 ausgezeichnet.

Für seine Untersuchungen, welche Kräfte in so genannten mechanochemischen Proteinaggregaten in Pflanzen wirken, erhielt Dr. Stefan Schwan den Werkstoffmechanik-Preis 2008. Der von der Plansee Mitsubishi Group Füssen GmbH gestiftete Preis prämiiert Arbeiten von Nachwuchswissenschaftlern im Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM.

Der Gemeinschaftsausschuss Pulvermetallurgie ehrte am 27. November 2008 Professor Hermann Riedel für seine Forschungsarbeiten in der Pulvertechnologie mit dem Skaupy-Vortrag 2008.

Der Hallesche Bezirksverein Deutscher Ingenieure (VDI) zeichnet Sandra Günther für ihre Arbeit zur »Materialwissenschaftlichen Bewertung von ETFE-Folien und deren Schweißverbindungen« mit dem VDI-Förderpreis aus.

Gäste im Institut Freiburg

Coldea, Andrea
VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG
01.03.08-01.08.08

Cole, Daniel
Universität Stuttgart,
Höchstleistungsrechenzentrum
24.01.08-01.02.08

Colombi Ciacchi, Lucio
Universität Bremen
01.10.08-31.12.09

Dietrich, Mathias
Fraunhofer ICT
01.05.08-30.04.11

Falkinger, Georg
Voestalpine AG
01.10.07-30.09.09

Gurr, Matthias
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
01.04.06-31.03.09

Heinonen, Jaakko
Technical Research Centre of
Koskenkylän Saha, Finland, VTT
09.06.08-31.05.09

Henrich, Björn
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
01.11.07-31.03.08

Hiratsuka, Kenichi
Chiba Institute of Technology,
Tsudanuma Narashino-Shi, Japan
06.08.08-30.03.09

Jing, Zheng
University of Science & Technology,
Hefei Anhui, China
01.09.08-31.08.09

Khader, Iyas
Universität Karlsruhe (TH)
15.08.06-31.08.09

Koleini, Mohammad
Universität Karlsruhe (TH)
01.06.07-30.09.09

Komori, Kentaro
Honda R&D Europe (Deutschland)
GmbH
28.07.08-01.08.08

Mayrhofer, Leonhard
Universität Karlsruhe (TH)
15.09.08-14.09.10

Moras, Gianpietro
Universität Karlsruhe (TH)
11.01.08-08.02.08 und
15.09.08-30.09.10

Paxton, Tony
Queen's University Belfast,
Irland
01.10.08-30.09.09

Schneider, Julian
Universität Karlsruhe (TH)
01.01.08-31.12.10

Varnai, Csilla
University of Cambridge,
Großbritannien
20.05.08-31.08.08

Zheng, Li
Chinese Academy of Sciences,
Shenyang, China
01.09.08-31.08.09

Zimmermann, Janina
Universität Bremen
01.10.08-31.12.09

Gäste im Institut Halle

Dr. Mihail Secu
National Institute of Materials
Physics, Bukarest, Rumänien
01.10.08-30.11.08

Dissertationen

Boroch, Robert
Universität Karlsruhe (TH)
Zuverlässigkeit von Mikrosensoren:
Statistische und dynamische Bruch-
festigkeit

Löschner, Katrin
Martin-Luther-Universität
Halle-Wittenberg
Laserinduzierte Strukturverände-
rungen in Plasmapolymerschichten
mit eingelagerten Metallnano-
partikeln

Schwan, Stefan
Martin-Luther-Universität
Halle-Wittenberg
Mechanische Bewertung der Kraft-
wirkung von chemo-mechanischen
Proteinen

Seifert, Thomas
Universität Karlsruhe (TH)
Computational methods for fatigue
life prediction of high temperature
components in combustion engines
and exhaust systems

Diplomarbeiten Freiburg

Amann, Tobias
Hochschule Reutlingen (FH)
Untersuchung des Reibverhaltens
und der Reibmechanismen von
flüssigkristallinen Schmierstoffen

Bienger, Pierre
Universität Ilmenau
Herstellung von F- und Fe-haltigen
DLC-Schichten

Böse, Anne-Sophie
Hochschule Bremen (FH)
Schwingfestigkeitsuntersuchungen
an naturfaserverstärkten PLA-Ver-
bänden

Bourdin, Philippe
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Atomistische Simulation der Deposi-
tion und thermischen Stabilität von
Nanopartikeln

Coldea, Andrea
Hochschule Osnabrück (FH)
Untersuchung verschiedener Ver-
fahren zur Herstellung eines Dental-
Komposits

Dolgykh, Mikhailo
Universität Kiew
Numerische Modellierung der
Anrissbildung unter Reibungs-
ermüdung

Frensemeier, Mareike
Hochschule Bremen (FH)
Potenzialanalyse zur bionischen
Optimierung technischer Hydrogele
nach dem Vorbild bakterieller
fibrillärer Nanocellulose

Jaeger, Dominik
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Transportprozesse und Spannungs-
zustände in porösen Trägermateri-
alien für das Tissue Engineering

Killius, Mario
Hochschule Offenburg (FH)
Etablierung eines Micro-Kugelstrahl-
verfahrens zur gezielten Vorstrukturi-
erung von Substraten

Lacher, Stefan
Universität Karlsruhe (TH)
Mikromechanische Modellierung
von polykristallinen Dualphasen-
Stählen

Maier, Timo
Hochschule Furtwangen (FH)
Aufbau eines pneumatischen
Prüfstands für dynamische Tests
an Biomaterialien und Implantaten

Marton, Flavius
Hochschule Karlsruhe (FH)
Entwicklung eines neuartigen Um-
formlaserschweißprozesses mit inte-
grierter TMB zur Herstellung von
Verbindungen mit höchsten Festig-
keits- und Lebensdauereigen-
schaften

Mogl, Sebastian
Hochschule Kempten (FH)
Etablierung einer dynamischen
Widerstandsmessung für hoch-
ohmige bzw. piezoresistive
DLC-Schichten

Moroz, Sergii
Universität Kiew
Einfluss der lokalen Plastizierung auf
das Ermüdungsverhalten von Rissen
in Radsatzwellen

Paulitsch, Markus
Universität Karlsruhe (TH)
Tribologische Optimierung von Kufenmaterial

Schnakenberg, Stefan
Hochschule Bremen (FH)
Beschichtung von Wälzlagerkugeln mit dicken DLC-Schichten

Schweizer, Christoph
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Zusammenhang zwischen zyklischer Risspitzenöffnung und Rissfortschritt pro Zyklus mit Betrachtungen zur Sauerstoffbelegung an der Risspitze

Stöckl, Quirin
Hochschule Landshut (FH)
Hochtemperatur-Kriechverhalten von oxidischen Faserkeramiken mit partiell einkristallinen Verstärkungsfasern

Winschiers, Patrick
Hochschule Karlsruhe (FH)
Vergleichende Charakterisierung von Al-Blechen unter biaxialer Zugbeanspruchung

Zittlau, Christian
Universität Karlsruhe (TH)
Systematische Untersuchungen zur Tribologie von Skiwachspröben

Diplomarbeiten Halle

Baron, Sebastian
Hochschule Merseburg (FH)
Erstellung, Standardisierung und Qualitätssicherung der Dokumentation einer Laserschweißanlage

Bernhardt, Tino
Hochschule Merseburg (FH)
Optimierung der Anlagentechnik und des Prozessablaufes zum Laserdurchstrahlschweißen von transparenten Fügepartnern

Chai, Chen-Ket
Hochschule Anhalt (FH), Köthen
Untersuchungen zur chemischen Stabilität von nanoporösen Aluminiumoxidmembranen in wässrigen Lösungen

Demir, Seyfettin (Masterarbeit)
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Investigation of the crystallization behaviour of poly(ethylene) terephthalate

Dewenter, Marc
Friedrich-Schiller-Universität Jena
Untersuchungen zum Aushärtungsverhalten von Biopolymeren

Engst, Christiane
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Mechanische Eigenschaften von ETFE-Folien und ETFE-Folienschweißnähten

Goldbach, Robert
Hochschule Anhalt (FH), Köthen
Konstruktion und fertigungstechnische Betreuung einer Prüfmaschine zum Test der mechanischen Verbindungsqualität von Lötverbindungen waferbasierter Photovoltaikzellen

Göckeritz, Robert (Bachelorarbeit)
Technische Universität Ilmenau
Präparation von Multi-Chipmodulen zur Charakterisierung der Lokalisation von Kurzschlussdefekten mittels Lock-In-Thermografie

Hennig, Janine
Hochschule Merseburg (FH)
Mikromechanische Charakterisierung und Herstellung von dünnen Seidenproteinschichten

Höhndorf, Tino
FH Merseburg (Bachelorarbeit)
Charakterisierung der mechanischen Eigenschaften von Bonddrähten nach thermischer Auslagerung

John, Marianne
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Untersuchungen zum Rissfortschritt in CFK-Schaum-Sandwichstrukturen

Jost, Benjamin
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Charakterisierung von Scaffold-Materialien

Just, Michael
Hochschule Anhalt (FH), Köthen
Entwicklung eines Prüfstandes zur einsatznahen Belastung von Photovoltaik-Modulen

Kästner, Christin (Bachelorarbeit)
Hochschule Anhalt (FH), Köthen
Mechanische Charakterisierung von Bonddrähten

Kutschke, Andreas
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Mechanische Bewertung von Lasteinleitungen in verstärkte CFK-Hartschaum-Sandwichstrukturen

Lorenz, Georg (Bachelorarbeit)
HTWK Leipzig
Charakterisierung der Verformungseigenschaften von Free Air Balls

Menzel, Matthias
Hochschule Merseburg (FH)
Rasterkraftmikroskopie zur Charakterisierung von weichen Materialien

Müller, Maik (Bachelorarbeit)
FH Merseburg
Elektrische Leitfähigkeit der Beschichtung von Pigmentpartikeln

Neumann, Ina
Hochschule Anhalt (FH), Köthen
Beiträge zur Entwicklung einer 3D-Kapillargießmembran für die funktionelle Label-Nassbeschichtung

Nowak, Andreas
Hochschule Merseburg (FH)
Wiederaufbau von mikroelektronischen Bauteilen für die physikalische Fehleranalyse

Polymenakos Panagiotis (Masterarbeit)
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Optimisation of online-rheometer measurements for the use in the injection moulding compounder (IMC)

Schmidt, David
Fachhochschule Nordhausen (FH)
Mikroskopische Untersuchungen zur Materialschädigung in Silizium für die Photovoltaik

Vorlesungen

WS 2007/2008

Biotechnologische Anwendungen technischer Werkstoffe
Dr. Lucio Colombi Ciacchi
Universität Karlsruhe (TH)

Elektronenstruktur der kondensierten Materie
Prof. Dr. Christian Elsässer
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

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

Versagensverhalten von Konstruktionswerkstoffen
Prof. Dr. Peter Gumbsch
Prof. Dr. Oliver Kraft
Dr. Daniel Weygand
Universität Karlsruhe (TH)

Atomistische Simulation und Molekulardynamik
Prof. Dr. Peter Gumbsch
Universität Karlsruhe (TH)

Größeneffekte in mikro- und nanostrukturierten Materialien
Prof. Dr. Peter Gumbsch
Dr. Daniel Weygand
Dr. Christoph Eberl
Universität Karlsruhe (TH)

Plastizität
Priv.-Doz. Dr. Jörg Hohe
Universität Siegen

Einführung in die Elektronenmikroskopie
Dr. Paul-Tiberiu Miclea
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Computergestützte Materialphysik
Prof. Dr. Michael Moseler
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Einführung in die Mikrosystemtechnik
Prof. Dr. Matthias Petzold,
Frank Altmann
Fachhochschule Merseburg

Bruchmechanismen
Prof. Dr. Hermann Riedel
Universität Karlsruhe (TH)

Tribologie
Prof. Dr. Matthias Scherge
Technische Universität Ilmenau

Mechanische Wechselwirkungen im Motor
Prof. Dr. Matthias Scherge
Dr. Martin Dienwiebel
Universität Karlsruhe (TH)

Bruchmechanik/Mikromechanik/Technische Mechanik
Dr. Thomas Seelig
Technische Universität Darmstadt

Halbleitertechnologie und Siliziumchemie
Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

SS 2008

Werkstoffverhalten in biologischer Umgebung

Dr. Lucio Colombi Ciacchi
Universität Karlsruhe (TH)

Elektronische Struktur der kondensierten Materie 2

Prof. Dr. Christian Elsässer
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg,
Fachbereich Physik

Werkstoffmodellierung und Simulation: Mikrostrukturbasierte Werkstoffmechanik

Prof. Dr. Peter Gumbsch
Dr. Daniel Weygand
Universität Karlsruhe (TH)

Werkstoffmechanik: Aktuelle Themen

Prof. Dr. Peter Gumbsch
Universität Karlsruhe (TH)

Physik für Ingenieure

Prof. Dr. Peter Gumbsch
Prof. Dr. Volker Saile
Universität Karlsruhe (TH)

Surface Science

Prof. Dr. Andreas Heilmann
Martin-Luther-Universität
Halle-Wittenberg

Prozesssimulation in der Umformtechnik

Dr. Dirk Helm
Universität Karlsruhe (TH)

Tribologie

Prof. Dr. Matthias Scherge
Technische Universität Ilmenau

Mechanische Wechselwirkungen im Motor

Prof. Dr. Matthias Scherge
Dr. Martin Dienwiebel
Universität Karlsruhe (TH)

Medizinische Physik und Technik

Priv.-Doz. Dr. Stefan Schweizer
Universität Paderborn

Kontinuumsmechanik

Dr. Thomas Seelig
Universität Karlsruhe (TH)

Bruchmechanik

Dr. Thomas Seelig
Universität Karlsruhe (TH)

Vom Fraunhofer IWM organisierte Veranstaltungen

Exzellenzakademie Materialwissenschaft und Werkstofftechnik
EAMATWERK
10.-14.03.2008, St. Märgen

NFK – Leistungsstarke Faserverbunde aus regenerativen Rohstoffen
Workshop
19.06.2008, Halle

ESEM Workshop – Inauguration of the 3rd ESEM at the Fraunhofer
10.-11.06.2008, Halle

Keramische Hochleistungswerkstoffe
Schulungsveranstaltung im Rahmen des Fraunhofer-Demonstrationszentrums AdvanCer
13.-14.11.2008, Freiburg

Aluminium im Schienenfahrzeugbau
Workshop
27.-28.10.2008, Freiburg

Full Control – Failure Detection an Analysis for Complex Micro- and Nano-System Applications
Workshop
17.-19.09.2008, Halle

Nanostress Summerschool
30.09.-3.10.2008,
Cargèse, Frankreich

Oberflächenmodifizierung von Kunststoffbahnen mittels Atmosphärendruckplasmen – Plasma-diagnostik und Oberflächenanalyse
18.11.2008, Hamburg
Veranstalter:

SOFTAL electronic Erik Blumenfeld GmbH & Co. KG und Fraunhofer IWM Halle

Messebeteiligungen

Hannover Messe Industrie
21.-25.04.2008, Hannover

JEC Composites
01.-03.04.2008, Paris
Frankreich

Innotrans Berlin
23.-26.09.2008, Berlin

Composites Europe
23.-25.09.2008, Essen

Zulieferertag Automobil
16.10.2008, Stuttgart

Fakuma
14.-18.10.2008, Friedrichshafen

IZB (Zuliefererbörse)
29.10.2008, Wolfsburg

Photovoltaic Solar Energy Conf. and Exhibition, PVSEC
01.-04.09.2008, Valencia
Spanien

Hybridica
11.-14.11.2008, München

Seminare Freiburg

- 10.01.2008
Reinhard Pippan
Dep. Materialphysik, Univ. Leoben, Österreich
Mechanismen, die den Ermüdungsrissfortschritt kontrollieren
- 21.01.2008
Jörg Bagdahn
Fraunhofer IWM, Halle
Das neue Fraunhofer-Centrum für Silizium-Photovoltaik CSP
- 24.01.2008
Igor Altenberger
Deutsche Universität in Kairo, Ägypten
Mikrostruktur und mechanische Eigenschaften laserschockverfestigter Werkstoffe
- 25.01.2008
Joachim Kinder
fem Forschungsinstitut Edelmetalle & Metallchemie, Schwäbisch Gmünd
Zerstören, um zu verstehen – von der MV Estonia zum Glockenstuhl des Ulmer Münsters
- 25.01.2008
Norbert Huber
Inst. for Materials Research, GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH
Fortschritte in der Verschleißsimulation und Verschleißmodell-Identifikation
- 01.02.2008
Ingo Grunwald
Fraunhofer IFAM, Bremen
Erste Hilfe aus dem Meer: Biologische Klebstoffe und deren Anwendungen
- 15.02.2008
Eberhard Kerscher
Institut für Werkstoffkunde I, Universität Karlsruhe (TH)
Bewertung der Schwingfestigkeitssteigerung bei 100 Cr 6 unter Berücksichtigung der Einschlussgröße
- 15.02.2008
Joachim Heierli
School of Engineering and Electronics, University of Edinburgh, Schottland, UK
Die Rolle von Anticracks in der Entstehung von Schneebrettlawinen
- 14.03.2008
Jörg Hohe, Marcus Brand
Fraunhofer IWM, Freiburg
Eigenspannungsfeld in plattierten Komponenten – Bauteilversuche und numerische Simulation
- 28.03.2008
Michael Walter
Department of Physics, University of Jivaskylä, Finnland
An unified view of ligand-protected gold nanoparticles as superatom complexes
- 04.04.2008
Rebecca Janisch
Werkstoffwissenschaft, Universität Erlangen
Mechanical properties of interfaces – ab initio calculation of cohesive zone parameters
- 25.04.2008
Susan Köppen
Universität Greifswald
Simulations of the behaviour of adhesion proteins on biocompatible surfaces
- 25.04.2008
Helmut Kirchner
Universität Paris-Sud, Frankreich
Plastizität und Bruch von Knochen
- 16.05.2008
Luigi Delle Site
Max-Planck-Institut für Polymerforschung, Mainz
The AdResS method (Adaptive Resolution Simulation Scheme) and its application to condensed matter
- 30.05.2008
Adham Hashibon
Fraunhofer IWM, Freiburg
Atomistic study of interface structure and thin film stability in a Cu-Ta heterophase boundary
- 06.06.2008
Christoph Hormann
Fraunhofer IWM Freiburg
Modellierung des Wachstums strukturierter DLC-Schichten
- 16.06.2008
Yonghe Liu
Technische Physik, TU Ilmenau
Application properties of materials: from contact mechanics to microstructures, phase equilibria and processing
- 20.06.2008
Manuela Sander
Angewandte Mechanik, Institut für Mechatronik und Konstruktions-technik, Universität Paderborn
Untersuchungen zu den Auswirkungen von Betriebsbelastungen auf das Ermüdungsrisswachstum
- 20.06.2008
Hans A. Richard, Angewandte Mechanik, Institut für Mechatronik u. Konstruktionstechnik, Universität Paderborn
Risswachstum in Bauteilen und Strukturen bei ein- und mehrachsiger Beanspruchung
- 27.06.2008
Rajendra K. Bordia
Materials Sci. & Eng., University of Washington, Seattle, WA, USA; z. Z. Universität Erlangen-Nürnberg
Crack and pore growth (and healing) in constrained and stress assisted sintering
- 04.07.2008
Uwe Zerbst
GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH
Bruchmechanische Bewertung von Eisenbahnkomponenten
- 11.07.2008
Tobias Ziegler, Achim Neubrand
Fraunhofer IWM, Freiburg
Struktur-Eigenschaftsbeziehungen in Preform-MMC
- 18.07.2008
Lutz Reißig
Fraunhofer IWM, Freiburg
Neue Möglichkeiten zur Bestimmung thermophysikalischer Kennwerte am IWM Freiburg
- 19.09.2008
Jaakko Heinonen
VTT, Espoo, Finnland, z. Z. Fraunhofer IWM, Freiburg
Ice-structure interaction simulation – modelling of ice failure
- 26.09.2008
Paul Bristowe
Dept. Mat. Sci. and Metallurgy, University of Cambridge, England, UK
Atomistic studies of interfacial failure in optical multilayer coatings

10.10.2008
Sandra Meyerhoff
Fraunhofer IWM, Freiburg
Akkreditierung und Qualitätsmanagement nach DIN EN ISO 17025 und DIN EN ISO 9001

17.10.2008
Kenichi Hiratsuka
Chiba Institute for Technology, Japan, z. Z. Fraunhofer IWM, Freiburg
Wear and Tribochemistry

24.10.2008
Bernhard Blug
Fraunhofer IWM, Freiburg
DLC-Schichten unter Wälzbeanspruchungen – Experiment und Simulation

07.11.2008
Johannes Schneider
Inst. f. Werkstoffkunde II, Universität Karlsruhe (TH)
Verschleiß- und Entformungsverhalten metallischer Formeinsätze für das Mikro-Pulverspritzgießen mit keramischen Formmassen

21.11.2008
Jan Hagen
Fraunhofer IWM, Freiburg
Beschichtungen hoher Beständigkeit mit angepassten Entformungseigenschaften

28.11.2008
Matous Mrovec
Fraunhofer IWM, Freiburg
Plastic deformation of bcc transition metals: From atomic to continuum level

05.12. 2008
Yakiv Brontfeyn, Fraunhofer IWM, Freiburg
LabView im IWM – heutiger Stand und neue Herausforderungen

12.12.2008
Michael Vormwald
Institut für Stahlbau und Werkstoffmechanik, Technische Universität Darmstadt
Anrisslebensdauerabschätzung bei mehrachsiger Schwingbeanspruchung auf der Basis eines KurZRisskonzepts

Seminare Halle

13.02.2008
Georg Müller
Universität Erlangen-Nürnberg, Fraunhofer IISB, Erlangen
Kristallzüchtung von Silizium mit dem Czochralski-Verfahren

21.02.2008
Di Xu
University of California, USA
Los Angeles-electronic thin film lab formation mechanism and physical properties of nanotwinned copper by pulse electrodeposition

19.05.2008
Marjam Karlsson Ott
Department of Surface Biotechnology, University of Uppsala, Sweden
Nanotechnology, small science, big deal. Pro-inflammatory characteristics of nano-porous alumina and the effect of surface topography

17.06.2008
Jürgen Rühle
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Institut für Mikrosystemtechnik IMTEK, Freiburg
Maßgeschneiderte Oberflächen für die Mikrosystemtechnik

10.07.2008
Michael Köhler
Fraunhofer ISE, Freiburg
Gebrauchsdaueranalytik und Umweltsimulation Bauartzulassung und Gebrauchsdauerprüfung von PV-Modulen am ISE

23.07.2008
Kurt Busch
Institut für Theoretische Festkörperphysik, Universität Karlsruhe (TH)
Higher-order time-domain simulations for nano-photonic systems

Geschäftsfeld Hochleistungswerkstoffe und Tribosysteme

Verschleißschutz, Technische Keramik

Diamantbeschichtete Keramiken – Werkstoffentwicklung und Anwendungsqualifizierung für Wendschneidplatten, Ziehsteine und Gleitringdichtungen (BMBF)

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

Modellierung des tribochemischen Verhaltens von Siliziumcarbid in Wasser auf Basis der Korrosionseigenschaften (DFG)

Entwicklung flüssigkristalliner Substanzen als Spezialschmierstoffe mit extrem niedrigen Reibwerten (FhG)

Thermomechanische und thermozyklische Untersuchung von Keramiken, Metallen und Verbundwerkstoffen

Tribologische Charakterisierung und Bewertung von Werkstoffen der Biomedizin, Umformtechnik und Energietechnik sowie von DLC-Schichten und Schmierstoffen für Motorkomponenten

Technologie zur Herstellung vollkeramischer Schaftwerkzeuge (BMWl)

Demonstrationszentrum »AdvanCer«, Systementwicklung mit Hochleistungskeramik

Verbundwerkstoffe

Entwicklung einer peristaltischen Mikropumpe auf Basis intelligenter Faserverbundstrukturen (BMBF)

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

Biaxiale Belastung von GFK-Rohrproben (Land Baden-Württemberg)

Mechanische Bewertung von interpenetrierten Metall-Keramik-Verbundwerkstoffen (DFG)

Ermittlung mechanischer und bruchmechanischer Kennwerte von Verbundwerkstoffen
Entwicklung von Prüfkonzepten für kurzfaserverstärkte CMC für Brems Scheibenanwendungen

Bewertungskonzept für C-/SiC-Bauteile

Biomedizinische Materialien und Implantate

Experimente und Simulationen zu mechanischen Eigenschaften von elektrostatisch gesponnenen Scaffolds (FhG)

Formgenauigkeit und Zuverlässigkeit in der generativen Fertigung (FhG)

Zuverlässigkeit von chirurgischen Instrumenten aus Formgedächtnislegierungen (FhG)

Mechanische Eigenschaften von explantierten resorbierbaren Implantaten (FhG)

Bewertung der Ermüdungsfestigkeit von Dentalimplantaten, Osteosyntheseplatten, resorbierbaren Implantaten und Knochenzementen

Bewertung von Lebensdauermodellen für keramische Implantate – am Beispiel Dentalimplantate

Kriechverhalten und physikalisches Altern von Knochenzementen

Geruchsinduzierte Detektion der Schädigung vor dem Versagen in Kunststoffen durch Mikrokapseln (FhG)

Randschichttechnologien

Herstellung und Qualifizierung von In-situ-strukturierten DLC-Schichten (BMBF)

Optimales geschmiertes tribologisches System mit Kohlenstoffschichten (BMBF)

Entwicklung dicker DLC-Schichten (BMWA)

Funktionalisierung von Nanosieben (BMBF)

DLC-Beschichtungen für Wälz- und Gleitlager sowie für Motorenkomponenten

Entwicklung abriebtoleranter DLC-BN-Multilayer (BaWü)

Entwicklung elektrisch hochisolierender DLC-Schichten (BMBF)

Mikro- und Nanotribologie

Reibungs- und Verschleißanalytik an automotiven Bauteilen

Sporttribologie

Tribologische Schadensfälle

Nanoverschleiß diamantähnlicher Kohlenstoffschichten

Entwicklung neuartiger Verschleißschutzadditive

Geschäftsfeld Sicherheit und Verfügbarkeit von Bauteilen

Anlagensicherheit, Bruchmechanik

Entwicklung von lokalen probabilistischen Konzepten zur Sprödbuchbewertung bei mehrachsiger äußerer Belastung (Gesellschaft für Reaktorsicherheit, BMWi)

Weiterentwicklung von Rechenmethoden zur probabilistischen Fehlerbewertung von Kraftwerkskomponenten (Gesellschaft für Reaktorsicherheit, BMWi)

Entwicklung eines Software-Tools für probabilistische Bewertungen von Rohrleitungen

Bruchmechanische Sicherheitsbewertungen und Traglastberechnungen von Reaktordruckbehältern

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

Entwicklung von probabilistischen Berechnungsmethoden zum Strukturverhalten heterogener Schaumwerkstoffe (DFG)

Werkstoffcharakterisierung und Bewertung von Bauteilen unter dynamischer Belastung

Entwicklung einer Technologieplattform für die Herstellung multifunktionaler Hybridschäume (FhG)

Crashsicherheit, Schädigungsmechanik

Durchgängige Modellierung des Versagens bei Umform- und Crashsimulation für verschiedene hochfeste Stähle

Charakterisierung und Modellierung des Versagens von Laserstrahlschweißverbindungen von Stahlblechen für die Crashsimulation (AVIF)

Entwicklung und Verifizierung von Ersatzmodellen für MIG-Schweißverbindungen von Aluminiumwerkstoffen für die Crashsimulation

Computer aided robust design – Werkstoffcharakterisierung, Komponentenprüfung und Crashesimulation mit stochastischen Aspekten (FhG)

Sicherheit und Schutz des Fußgängers bei Kollision mit Fahrzeugen (BMBF)

Entwicklung und Verifikation von Materialmodellen und numerischen Methoden zur Vorhersage der Containmentsicherheit beim Bersten von Laufrädern in Abgasturboladern (AiF)

Charakterisierung und Modellierung des Verformungs- und Versagensverhaltens von Kunststoffen unter Crashbelastung

Experimentelle und numerische Untersuchungen des Crashverhaltens von Strukturkomponenten aus Leichtbauwerkstoffen

Geschäftsfeld Komponenten der Mikroelektronik und Mikro-systemtechnik

Bewertung mikroelektronische Systemintegration

Entwicklung einer Prozesskette für beschichtete Bonddrähte (BMBF)

Entwicklung von Prüf- und Diagnoseverfahren für komplexe Mikrosysteme (EU, BMBF)

Mikromechanische und mikrostrukturelle Charakterisierung von ein-kristallinen Fasern bei Belastungen (FhG)

Material- und Technologiebewertung für drahtgebundene mikroelektronische Bauelemente
Analyse von Bauelementen der Automobilelektronik

Bewertung nanotechnologischer Verfahrensschritte für Pigmente und Lacksysteme

Charakterisierung Mikrosysteme

Festigkeit und Zuverlässigkeit wafergebondeter Bauteile (BMBF)

Mechanische Eigenschaften dünner Halbleiterbauelemente (BMBF)

Messung und Parameteridentifikation an Mikrosystemen auf Wafer-ebene (BMBF)

Test und Simulation von hybrid-montierten Siliziummikrosystemen (BMBF)

Charakterisierung der Wechselwirkung von Prozessbedingungen und Strukturverhalten in mikromechanischen Siliziumbauteilen

Lebensdauer von zyklisch belasteten mikromechanischen Bauteilen

Mechanische Prüfung mikro- und nanoskopischer Komponenten

Diagnostik Halbleitertechnologien

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

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

Charakterisierung der Wechselwirkungen zwischen Prozessbedingungen und Strukturverhalten in mikroelektronischen Bauelementen

Entwicklung innovativer Zielpräparationsverfahren für die Nanoanalytik

Geschäftsfeld Werkstoffbasierte Prozess- und Bauteilsimulation

Pulvertechnologie

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

Entwicklung von Methoden zur Prozesssimulation keramischer Folien (BMBF)

Untersuchungen zur Herstellung von Abgassensoren

Sintersimulation von LTCCs

Rissbildung beim Trockenpressen metallischer Pulver (DFG)

Prozesssimulation der Herstellung einatzgehärteter pulvermetallurgischer Zahnräder (DFG)

Formgebungs- und Umformprozesse

Grenzflächenfestigkeit beim Entformen von Kunststoffen (BMBF)

Größenabhängiges Werkstoffverhalten: Rissbildung in dünnen Drähten (EU)

Verformungstexturentwicklung beim Kaltwalzen (DFG)

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

Applikation von Formgedächtnislegierungen in medizintechnischen Produkten (Industrie, Eigenforschung)

Thermodynamik und Kinetik der Phasenbildung in Fügeverbindungen (Eigenforschung)

Simulation der Mechanik von Vielkristallen (FhG, Kooperation mit MPIE Düsseldorf)

Voraussage von Kantenrissen beim Walzen (Industrie, Eigenforschung)

Hochtemperaturverhalten Metalle

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

Qualifizierung der Gebrauchseigenschaften neuer Kraftwerksstähle (BMW A)

Extraktion von Werkstoffgesetzen aus dem Eindruckversuch (Gesellschaft für Reaktorsicherheit)

Thermozyklische Ermüdung von Abgaskomponenten

Thermozyklische Ermüdung dünner Metallfolien

Thermozyklische Ermüdung gerichtet erstarrter Turbinenschaufeln

Thermozyklische Ermüdung von Fügeverbindungen in Brennstoffzellen

Lebensdauermodelle für Eisengusswerkstoffe unter thermozyklischer Belastung mit überlagerter hochzyklischer Belastung

Physikalische Werkstoffmodellierung

Virtuelle Werkstoffentwicklung für hochleistungsfeste Metallisierungen (BMBF)

Computergestützte Multiskalenmodellierung zur virtuellen Entwicklung polykristalliner ferroelektrischer Materialien (BMBF)

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

Interfacial Materials – Computational and Experimental Multi-Scale Studies (EU-FP 6)

Optimales geschmiertes tribologisches System mit Kohlenstoffschichten (BMBF)

Carbon Nanotube Aktoren (FhG)

Carbon Nanotubes in Aluminium, Magnesium und Titan (BMBF)

Konzeptstudien für neuartige Lithium-Ionen-Zellen auf der Basis von Werkstoff-Innovationen (BMBF)

Kompetenzzentrum für Bauteilsimulation SimBAU

Innovative Methoden zur Auslegung von Umformwerkzeugen (BMBF)

Untersuchungen und numerische Simulation zur Randverbundherstellung für Vakuumisolierverglas (BMW A)

Integrale Werkstoffsimulation entlang der Prozesskette (BMBF)

Materialmodelle für die Umformsimulation (AiF)

Simulation von Mehrschichtrohren, Montage und Betrieb

Simulation des Crimpprozesses

Geschäftsfeld Komponenten mit funktionalen Oberflächen

Trenntechniken, Schädigungsarme Bearbeitung

Modellierung und Optimierung riss- und eigenspannungsrelevanter Prozessschritte in der Silizium-Solarzellentechnologie (BMBF)

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

Untersuchungen und numerische Simulation zur Randverbundherstellung für Vakuumisolierverglas (BMW A)

Verbesserungen zum Flachglas-trennen mit Laser (Eigenforschung)

Werkstoffcharakterisierung und Schadensanalysen für Fertigungsop-timierung und Qualitätssicherung

Untersuchungen zum hochpräzisen Drehen von Formwerkzeugen

Verfahrensentwicklung für die Herstellung von Komponenten aus Glas und Silizium mit hochwertigen Kanten und Flächen

Untersuchungen und Simulation zum Verhalten großflächiger und dünner Wafer im Solarzellenprozess

Heißformgebung Glas

Schnelles Heißprägeverfahren für hochwertige mikrooptische Komponenten (BMBF)

Untersuchungen zum Heißprägen von Mikrostrukturen in Glas (FhG)

Untersuchungen zum Heißpressen von optischen Komponenten aus Glas-Gobs (FhG)

Untersuchungen zum Einsatzverhalten ausgewählter Schichtwerkstoffe für Abformwerkzeuge zur präzisen Glasabformung (FhG)

Untersuchungen zur quantitativen Bewertung des Klebeverhaltens von Formenwerkstoffen und Formenbeschichtungen bei der Heißformgebung von Glasschmelzen (AiF)

Verfahrensentwicklung zum beidseitigen Heißprägen von optischen Linsen aus anorganischem Glas

Neue Technologien zum endformnahen Urformen komplexer Bauteile (BMBF)

Untersuchungen zum Festigkeitsverhalten von Gläsern mit modifizierten Oberflächen

Beschichtungen, Oberflächenstrukturierung

Entwicklung temperaturwechselbeständiger Werkzeugbeschichtungen für schnelle Spritzgieß- und Spritzprägeprozesse (BMBF)

Entwicklung lötfähiger Schichten für Komponenten aus Gläsern, Kunststoffen und Silizium (BMBF)

Modellierung und Optimierung eigenspannungsreduzierter Schichtaufbauten für die Herstellung dünner Solarzellen (BMU)

Entwicklung hochtemperaturbeständiger antiadhäsiver Werkzeugbeschichtungen für das Blankpressen neuer umweltverträglicher bleifreier Gläser (FhG)

Entwicklung neuer biokompatibler, strukturierter Schichtmaterialien für medizinische Implantate

Untersuchung von Schichteigenschaften und Schichtfunktionen unter der Wirkung thermischer und mechanischer Belastungen

Geschäftsfeld Polymeranwendungen und biokompatible Materialien

Polymercompounds

Untersuchungen zum Einfluss der Polymerkomponenten und Prozessbedingungen auf die sich ausbildenden Strukturen und die resultierenden Blendeigenschaften (Prinno II)

Transferkonzept zur Übertragung von Bauteilen aus nativen Materialien über Designkonzepte in die Industrie – TransDesign (BMVGS)

Die Entwicklung eines neuen Werkstoffverbundes auf der Basis von Fluorpolymeren (Investitionsbank Sachsen-Anhalt)

NFK-Behälter, Leichtbaustrukturen aus einem strukturoptimierten regenerativen Verbundwerkstoff (Prinno II)

Erforschung der Mikrostruktur-Eigenschafts-Beziehungen von Polymerschäumen zur Ermittlung neuer Anwendungspotenziale (Investitionsbank Sachsen-Anhalt)

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)

Polymerbasierte Hochleistungsverbundwerkstoffe

Auslegung und Optimierung von CMC-Bauteilen für Höchsttemperaturanwendungen (Industrie)

Methodenentwicklung zur mechanischen Charakterisierung von Faserverbundlaminate (Industrie)

Berechnungsmethoden zur Dimensionierung von CFK-Schaum-Sandwichstrukturen für Flugzeugprimärstrukturen (Industrie)

Bewertung von integrierten Sandwichverstärkungselementen (Industrie)

Ermüdung von CFK-Polymer-schaum-Sandwichstrukturen durch thermische Wechsellasten und Bewertung von Temperatureigen-spannungen (Industrie)

Methodenqualifizierung zur bruchmechanischen Bewertung von Delaminationen in CFK-Drucktanks (Industrie)

Mesostruktur-Charakterisierung von Schäumen mittels Röntgen-CT und Simulation des Verformungs- und Versagensverhaltens mit Mikrostruktur-Modellen (Investitionsbank Sachsen-Anhalt)

Modellierung des Knickverhaltens von polymeren Mehrschichtverbundrohren (Industrie)

Biologische Materialien und Grenzflächen

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

Mikrostrukturen und Methoden für die intrazelluläre Bioanalytik (BMBF)

Charakterisierung von ETFE (Ethylen-Tetrafluorethylen)-Folien für multifunktionale Membrankissenkonstruktionen und Entwicklung von innovativen Fügeverfahren (Industrie, Investitionsbank Sachsen-Anhalt, FhG)

Analyse der Corona-Oberflächenmodifizierung von Kunststoffbahnen mittels optischer Emissionsspektroskopie (AiF)

Entwicklung von nanoporösen Membranmaterialien für die funktionelle Nassbeschichtung und Entwicklung von einsatzfähigen Verfahren zur inline-Bewertung von Folienbeschichtungen (BMBF)

Mechanical measurements on plant virus derived tubes (VW-Stiftung)

Mechanical and physicochemical investigation of improved surface modified biomaterials for cartilage and bone tissue engineering – Teilprojekt im Translationszentrum für Regenerative Medizin Leipzig (BMBF)

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

Entwicklung eines effizienten, automatisierbaren Absorberauftrags für das Schweißen von transparenten Hochleistungspolymerfolien (LASABS)

Geschäftsfeld Mikrostruktur- basierte Bauteilbewertung

Mikrostruktur- und Schadensanalyse

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

Prozessoptimierung von EB-Schweißverbindungen in Brennkammern

Werkstoffbewertung und Optimierung von Eckverbindern

Schweißnahtcharakterisierungen und bruchmechanische Bewertungen für die Luftfahrt

Schadensbewertung und Risikoabschätzungen von Schraubverbindungen

Schadensanalysen und Prozessoptimierungen

Bewertungen von Vakuum-Hochleistungskondensatoren

Wärmebehandlungsoptimierungen und Verzugsbewertung von verschiedenen Werkstoffen

Kopplung von Schweiß- und Crashsimulation für Punktschweißverbindungen – Ermittlung thermophysikalischer Kennwerte für die Simulation

Bewertung des Einflusses von Wasserstoff auf mechanische Eigenschaften von Stahl

Analyse von Korrosionsschäden an metallischen Bauteilen

Ermüdungsverhalten, Eigenspannungen

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

Charakterisierung, Modellierung und Qualifizierung von gradierten Verschleißschutzschichten (BMBF)

Ableitung von Inspektionsintervallen für Radsatzwellen (BMBF, EU)

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

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

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

Oberflächenbehandlung von Hartmetall- und Keramikkomponenten durch Kugelstrahlen

Eigenspannungsanalysen an diversen Komponenten

Fraunhofer-Center für Silizium-Photovoltaik CSP

Bewertung der Waferfestigkeit und Reduzierung der Bruchrate (Industrie, BMBF)

Optimierung von Handlungsschritten in der Solarzellenfertigung (Industrie, BMBF)

Mikrostrukturcharakterisierung an Halbleitermaterialien für Solarzellen (Industrie, BMBF)

Mechanische Auslegung und Test von Solarmodulen (Industrie, BMBF)

Innoprofile SiThinSolar (Industrie, BMBF)

Mitarbeit in Gremien, Ausschüssen, Beratertätigkeiten

Alexander von Humboldt-Stiftung AvH

Auswahlausschuss Alexander von Humboldt-Professur: P. Gumbsch

American Society for Testing and Materials

Committee E08 on Fracture Testing of Metals: D. Siegele

Arbeitsgemeinschaft Wärmebehandlung und Werkstofftechnik AWT

FA Härteprüfung: L. Reissig, M. Tandler
FA Eigenspannungen: W. Pfeiffer, E. Reisacher, J. Wenzel
FA Strangpressen: L. Reissig
AK Forschung: L. Reissig
AK Leichtmetall: L. Reissig
Härtere- und Werkstoffkreis, Ortenau-Schwarzwald-Oberrhein-Elsass: L. Reissig

Arbeitsgemeinschaft wirtschaftsnaher Forschungseinrichtungen des Wirtschaftsministeriums Baden-Württemberg

AK Europäische Union: C. Elsässer

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

A. Heilmann

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung BAM

Mitglied im Beirat Werkstoffe und technische Systeme: P. Gumbsch

Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina

Mitglied der Sektion Technikwissenschaften: P. Gumbsch

Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG

FA 405 Werkstofftechnik
Gewähltes Mitglied: P. Gumbsch

Deutsche Gesellschaft für Biomaterialien

A. Heilmann, R. Jäger, C. Koplin, R. Schäfer, B. Thielicke

Deutsche Gesellschaft für Chemisches Apparatewesen, Chemische Techniken und Biotechnologie DECHEMA

Fachausschuss 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, R. Zeller

Deutsche Gesellschaft für Materialkunde DGM

FA Biomaterialien: A. Heilmann
FA Magnesium: M. Luke
FA Mechanische Oberflächenbehandlung: W. Pfeiffer
FA Materialkundliche Aspekte der Tribologie und der Zerspanung: T. Hollstein, A. Kailer, M. Scherge
FA Stangenpressen: L. Reissig
AK Metal Matrix Composite: A. Neubrand

Deutsche Gesellschaft für Zahnerhaltung

R. Jäger

Deutsche Glastechnische Gesellschaft DGG

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

Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG)

FG Dünne Schichten: A. Heilmann
FG Oberflächen: F. Burmeister
AG Metall- und Materialphysik im AK Festkörperphysik: C. Elsässer

Deutscher Stahlbauverband, DSTV

AG Stahl und Glas: G. Kleer

Deutscher Verband für Materialforschung und -prüfung DVM

AK Bruchvorgänge: W. Böhme, M. Luke
AK Mikrosystemtechnik: M. Petzold
AK Verformungs- und Versagensverhalten bei komplexer thermisch-mechanischer Beanspruchung: T. Seifert
AK Zuverlässigkeit mechatronischer und adaptronischer Systeme: M. Gall

Deutscher Verband für Schweißtechnik DVS

AG Drahtbonden: M. Petzold
AG Waferbonden: J. Bagdahn
FA 9 Konstruktion und Berechnung: M. Brand, M. Luke, D. Siegele
FA 10 Mikroverbindungstechnik: M. Petzold
FA 1 Metallurgie und Werkstofftechnik: S. Oeser
FA 12 Anwendungsnahe Schweißsimulation: M. Brand, M. Luke, W. Pfeiffer, F. Schweizer

DIN-Ausschüsse

DIN-Normenausschuss 291 Prüfung von Hochleistungskeramik:
C. von der Wehd
DIN-Normenausschuss Dental:
R. Schäfer
DIN-Normenausschüsse NMP 144, Prüfverfahren mit schlagartiger Beanspruchung: W. Böhme

Europäische Fördergemeinschaft Dünne Schichten EFDS

W. Pfeiffer

European Fitness for Service Network FITNET

L. Hodulak, I. Varfolomeev

European Society for Biomaterials:

R. Jäger, C. Koplin, R. Schäfer, B. Thielicke

European Society of Biomechanics

R. Schäfer

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
Technical Committee 24, Integrity of Railway Structures: M. Luke

Fördergemeinschaft für Polymerentwicklung und Kunststofftechnik in Mitteldeutschland (Polykum e.V.)

M. Busch, R. Wehrspohn

Forschungskuratorium Maschinenbau e.V. FKM

AK Bauteilfestigkeit: M. Luke, D. Siegele

Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V. FAT

AK 27 Simulation, UA Crash & Insassensim., FV4 Modellierung linienförmiger Verbindungen: S. Sommer, D.-Z. Sun
AK 27 Simulation, UA Crash & Insassensim., AG Simulation Kunststoffe: T. Seelig

Fraunhofer-Allianz Adaptronik

B. Thielicke

Fraunhofer-Allianz Bau A. Heilmann, R. Wehrspohn	Gesellschaft für Experimentelle Spannungsanalyse GESA AG Experimentelle Verfahren zur Bestimmung von Eigenspannungen: W. Pfeiffer	Kompetenznetzwerk Adaptronik B. Thielicke	International Journal of Fracture; P. Gumbsch
Fraunhofer-Allianz Nanotechnologie A. Heilmann	Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik GFaI FA Angewandte Informatik zur Fügetechnik: D. Katzer, A. Kromholz, F. Schweizer	Leibniz-Gemeinschaft Mitglied im Senatausschuss Wettbewerb der Leibniz-Gemeinschaft für Institute der Sektion D: P. Gumbsch	International Journal of Materials Research (vormals Zeitschrift für Metallkunde); P. Gumbsch
Fraunhofer-Allianz Optisch-funktionale Oberflächen P. Manns	Gesellschaft Mikroelektronik, Mikro- und Feinwerktechnik GMM FA Werkstoffe und Fertigungsverfahren in der Mikrosystemtechnik und Nanotechnologie: J. Bagdahn FA Aufbau- und Verbindungstechnik: M. Petzold	Naturwissenschaftliches und Medizinisches Institut an der Universität Tübingen NMI Kurator: P. Gumbsch	Modelling and Simulation in Materials Science and Engineering; P. Gumbsch
Fraunhofer-Allianz Rapid Prototyping R. Jäger	Gesellschaft für Tribologie GFT A. Kailer, M. Scherge	Network for Evaluating Steel Components NESC TG3 Structural Analysis: D. Siegele	Micromaterials and Nanomaterials; D. Katzer
Fraunhofer-Gesellschaft, Wissenschaftlich Technischer Rat WTR Mitglied: P. Gumbsch	Informationstechnische Gesellschaft im VDE (ITG) FG Fehlerlokalisierung in elektronischen Bauelementen: F. Altmann FG Fehleranalysestrategien: F. Altmann	Österreichische Akademie der Wissenschaften ÖAW – Erich Schmid Institut für Materialwissenschaft Scientific Advisory Board: P. Gumbsch	Photonics and Nanostructures; R. Wehrspohn
Fraunhofer-Themenverbund Energie J. Bagdahn	Innovationsrat Baden-Württemberg BW 2025 Mitglied in der Arbeitsgruppe »BW 2025: Wirtschaft, Gesellschaft und industrieller Wandel«: P. Gumbsch	Stiftung der Deutschen Wirtschaft SDW, Universität Karlsruhe Vertrauensdozent: P. Gumbsch	
Fraunhofer-Themenverbund Hochleistungskeramik A. Kailer Mitglied Lenkungskreis: P. Gumbsch	Instituto Madrileno de Estudios Avanzados IMDEA Materiales Board of Trustees and Scientific Board: P. Gumbsch	Stiftungsrat der Kunststiftung des Landes Sachsen-Anhalt D. Katzer	
Fraunhofer-Themenverbund Nanotechnologie A. Heilmann, M. Moseler	Interdisciplinary Centre for Advanced Materials Simulation ICAMS, Ruhr-Universität Bochum Mitglied der Gründungskommission und des Scientific and Advisory Board: P. Gumbsch	Verbände Central European Chemical Network (CeChemNet): R. Wehrspohn	
Fraunhofer-Themenverbund Numerische Simulation von Produkten, Prozessen NUSIM D. Helm, Vorsitzender Lenkungskreis: P. Gumbsch	International Conference on the Strength of Materials ICSMA Mitglied im internationalen wissenschaftlichen Ausschuss: P. Gumbsch	Verein Deutscher Eisenhüttenleute VDEh e.V. AG Prüftechnik: W. Böhme AK Hochgeschwindigkeitsversuche: W. Böhme W14 – Kriechriss: P. von Hartrott	
Fraunhofer-Themenverbund Verkehr M. Luke	International Institute of Welding IIW Com. X, Structural Integrity and Failure Avoidance: D. Siegele IIW Subcommission II-A AG A 4.1 »Wasserstoffinduzierte Rissbildung«: F. Schweizer	VGB Power Tech e.V. FA Werkstoffe und Qualitätssicherung: P. von Hartrott	
Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile VWB P. Gumbsch, R. Wehrspohn	International Standard Organization ISO TC 106/SC8/WG4 Mechanical Testing of Dental Implants: R. Schäfer	Zeitschriften, Editorial Boards Acta Materialia Sinica; P. Gumbsch	
Freiburger Materialforschungszentrum FMF Mitglied: C. Elsässer, M. Moseler Kurator: P. Gumbsch		Advanced Engineering Materials; H. Riedel; P. Gumbsch	
Gemeinschaftsausschüsse Plasma-Oberflächentechnologie (DVS, VDI, DGM, DGO, AWT, DAV): S. Meier Verstärkung keramischer Werkstoffe (DKG, DGM): B. Thielicke Pulvermetallurgie (DGM, VDEh, DKG, VDI-W, FPM): T. Kraft		Applied Physics A; R. Wehrspohn	
Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit GRS Projektkomitee Komponentenverhalten: P. Gumbsch			

- M 40/2008
Ahrens, B.; Eisenschmidt, C.; Johnson, J. A.; Miclea, P. T.; Schweizer, S.
Structural and optical investigations of Nd-doped fluorozirconate-based glass ceramics for enhanced up-converted fluorescence
Applied Physics Letters
92 (2008) 061905
- M 36/2008
Ahrens, B.; Henke, B.; Miclea, P. T.; Johnson, J. A.; Schweizer, S.
Enhanced up-converted fluorescence in fluorozirconate based glass ceramics for high efficiency solar cells
Proceedings of SPIE: Photonics for Solar Energy Systems II
7002 (2008) 700206
- M 39/2008
Ahrens, B.; Selling, J.; Eisenschmidt, C.; Engel, A.; Schweizer, S.
Sm-activated barium halide nanocrystals in fluorozirconate glasses
Journal of Physics: Condensed Matter
20 (2008) 295227
- M 68/2007
Bako, B.; Weygand, D.; Samaras, M.; Chen, J.; Pouchon, M. A.; Gumbsch, P.; Hoffelner, W.
Discrete dislocation dynamics simulations of dislocation interactions with Y₂O₃ particles in PM2000 single crystals
Philosophical Magazine
87 (2007) 3645-3656
- M 108/2008
Böhme, W.
FAT-Richtlinie: Dynamische Werkstoffkennwerte für die Crashesimulation
MP Materials Testing
50 (2008) 199-205
- M 76/2008
Boettge, B.; Dresbach, C.; Graff, A.; Petzold, M.; Bagdahn, J.
Mechanical characterization and micro structure diagnostics of glass frit bonded interfaces
ECS Transactions
16/8 (2008) 441-448
- M 82/2008
Boroch, R.; Müller-Fiedler, R.; Bagdahn, J.; Gumbsch, P.
High-cycle fatigue and strengthening in polycrystalline silicon
Scripta Materialia
59 (2008) 936-940
- M 83/2008
Butz, A.; Klinkel, S.; Wagner, W.
A geometrically and materially non-linear piezoelectric three-dimensional-beam finite element formulation including warping effects
International Journal for Numerical Methods in Engineering
76 (2008) 601-635
- M 91/2008
Cheng, Y.; Mrovec, M.; Gumbsch, P.
Crack nucleation at the σ_1 (221) symmetrical tilt grain boundary in tungsten
Materials Science and Engineering A
483-484 (2008) 329-332
- M 92/2008
Cheng, Y.; Mrovec, M.; Gumbsch, P.
Atomistic simulations of interactions between the 1/2 (111) edge dislocation and symmetric tilt grain boundaries in tungsten
Philosophical Magazine
88 (2008) 547-560
- M 75/2007
Colombi Ciacchi, L.
Modelling the onset of oxide formation on metal surfaces from first principles
International Journal of Materials Research
98 (2007) 708-716
- M 71/2008
Colombi Ciacchi, L.; Cole, D.; Payne, M.; Gumbsch, P.
Stress-driven oxidation chemistry of wet silicon surfaces
Physical Chemistry C
112 (2008) 12077-12080
- M 86/2008
Dianat, A.; Seriani, N.; Bobeth, M.; Pompe, W.; Colombi Ciacchi, L.
DFT study of the thermodynamic stability of Pd-Pt bulk oxide phases
Physical Chemistry C
112 (2008) 13623-13628
- M 87/2008
Dianat, A.; Zimmermann, J.; Seriani, N.; Bobeth, M.; Pompe, W.; Colombi Ciacchi, L.
Ab initio study of element segregation and oxygen adsorption on PtPd and CoCr binary alloy surfaces
Surface Science
602 (2008) 876-884
- M 28/2007
Filippov, A. E.; Dienwiebel, M.; Frenken, J. W. M.; Klafter, J.; Urbakh, M.
Torque and twist against superlubricity
Physical Review Letters
100 (2008) 046102 1-4
- M 72/2008
Gonser, F.; Kiesow, A.; Sarembe, S.; Petzold, M.
Bewertung durch Zahnbürstenreinigung hervorgerufener Oberflächenveränderungen bei Prothesenkunststoffen
Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift
63 (2008) 689-696
- M 89/2008
Gumbsch, P.
Foreword: international conference on multiscale materials modelling, MMM 2006
Journal of Computer-Aided Materials Design
14 (2007) 3-4
- M 51/2008
Gurr, M.; Hoffmann, D.; Ehm, M.; Thomann, Y.; Kübler, R.; Mühlhaupt, R.
Acrylic nanocomposite resins for use in stereolithography and structural light modulation based rapid prototyping and rapid manufacturing technologies
Advanced Functional Materials
18 (2008) 2390-2397
- M 3/2008
Hashibon, A.; Elsässer, C.; Mishin, Y.; Gumbsch, P.
First-principles study of thermodynamical and mechanical stabilities of thin copper film on tantalum
Physical Review B
76 (2007) 245434 1-9
- M 35/2008
Hashibon, A.; Lozovoi, A. Y.; Mishin, Y.; Elsässer, C.; Gumbsch, P.
Interatomic potential for the Cu-Ta system and its application to surface wetting and dewetting
Physical Review B
77 (2008) 094131 1-9
- M 97/2008
Hebel, J.; Hohe, J.; Friedmann, V.; Siegele, D.
Experimental and numerical analysis of in-plane and out-of-plane crack tip constraint characterization by secondary fracture parameters
International Journal of Fracture
146 (2007) 173-188
- M 77/2007
Heierli, J.; Gumbsch, P.; Zaiser, M.
Anticrack nucleation as triggering mechanism for snow slab avalanches
Science
321 (2008) 240-243
- M 121/2008
Hohe, J.; Librescu, L.
Recent results on the effect of the transverse core compressibility on the static and dynamic response of sandwich structures
Composites: Part B
39 (2008) 108-119
- M 18/2008
Jin, Z.; Gumbsch, P.; Albe, K.; Ma, E.; Lu, K.; Gleiter, H.; Hahn, H.
Interactions between non-screw lattice dislocations and coherent twin boundaries in face-centered cubic metals
Acta Materialia
56 (2008) 1126-1135
- M25/2008
Jin, Z.; Gao, H.; Gumbsch, P.
Energy radiation and limiting speeds of fast moving edge dislocations in tungsten
Physical Review B
77 (2008) 094303 1-8
- M 103/2006
Kailer, A.; Yarim, R.; Dwars, A.; van Gelder, M.; Berger, W.
Grafit-SiC-Werkstoffverbunde für tribologische Anwendungen in Dichtungen und Lagern
Tribologie und Schmierungstechnik
544 (2007) 27-32

- M 124/2008
Kermode, J. R.; Albaret, T.; Sherman, D.; Bernstein, N.; Gumbsch, P.; Payne, G.; Csányi, M. C.; De Vita, A.
Low-speed fracture instabilities in a brittle crystal
Nature
455 (2008) 1224-1228
- M 29/2008
Kock, H. J.; Huber, F. X.; Hillmeier, J.; Jäger, R.; Volkmann, R.; Handschin, A. E.; Letsch, R.; Meeder, P. J.
In-vitro-Untersuchung unterschiedlicher PMMA-Knochenzemente – ein erster Vergleich neuer Materialien für die Endoprothetik
Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete
146 (2008) 108-113
- M 23/2008
Koplin, C.; Jaeger, R.; Hahn, P.
Kinetic model for the coupled volumetric and thermal behavior of dental composites
Dental Materials
24 (2008) 1017-1024
- M 76/2007
Lingenfelder, M.; Tomba, G.; Costantini, G.; Colombi Ciacchi, L.
Tracking the chiral recognition of adsorbed dipeptides at the single-molecule level
Angewandte Chemie
46 (2007) 4492-4495
- M 18/2007
Meier, S.; König, M.; Hormann, C.
Deposition of in situ surface structured DLC-coatings
Surface & Coatings Technology
202 (2007) 1267-1271
- M 27/2008
Motz, C.; Weygand, D.; Senger, J.; Gumbsch, P.
Micro-bending tests: a comparison between three-dimensional discrete dislocation dynamics simulations and experiments
Acta Materialia
56 (2008) 1942-1955
- M 78/2008
Moutanabbir, O.; Christiansen, S.; Senz, S.; Scholz, R.; Petzold, M.; Gösele, U.
III-V and III-Nitride engineered heterostructures: wafer bonding, ion slicing and more
ECS Transactions
16 (2008) 251-262
- M 54/2007
Ocenasek, J.; Rodriguez, M.; Weygand, S.M.; Riedel, H.
Multi-grain finite element model for studying the wire drawing process
Computational Materials Science
39 (2007) 23-28
- M 17/2008
Pastewka, L.; Moser, S.; Moseler, M.; Blug, B.; Meier, S.; Hollstein, T.; Gumbsch, P.
The running-in of amorphous hydrocarbon tribocoatings: a comparison between experiment and molecular dynamics simulations
International Journal of Materials Research
99 (2008) 1136-1143
- M 81/2008
Pastewka, L.; Pou, P.; Pérez, R.; Gumbsch, P.; Moseler, M.
Describing bond-breaking processes by reactive potentials: Importance of an environment-dependent interaction range
Physical Review B
78 (2008) 161402 1-4
- M 96/2008
Pfeiffer, W.; Wenzel, J.
The multiple-incremental hole drilling method
MP Materials Testing
50 (2008) 495-499
- M 57/2008
Prakash, A.; Hochrainer, T.; Reisacher, E.; Riedel, H.
Twinning models in self-consistent texture simulations of TWIP-steels
Steel Research Int.
79 (2008) 645-652
- M 77/2008
Reiche, M.; Moutanabbir, O.; Himcinschi, C.; Christiansen, S.; Erfurth, W.; Gösele, U.; Mantl, S.; Buca, D.; Zhao, Q. T.; Loo, R.; Nguyen, D.; Muster, F.T.; Petzold, M.
Strained silicon on wafer level by waferbonding: materials processing, strain measurements and strain relaxation
ECS Transactions
16 (2008) 311-320
- M 1/2008
Rieser, D.; Spieß, G.; Manns, P.
Investigations on glass-to-mold sticking in the hot forming process
Journal of Non-crystalline Solids
354 (2008) 1393-1397
- M 102/2008
Seelig, Th.
Computational modeling of deformation mechanisms and failure in thermoplastic multi-layer composites
Composites Science and Technology
68 (2008) 1198-1208
- M 13/2008
Seifert, T.; Schmidt, I.
Line-search methods in general return mapping algorithms with application to porous plasticity
International Journal for Numerical Methods in Engineering
73 (2008) 1468-1495
- M 31/2008
Seifert, T.; Maier, G.
Consistent linearization and finite element implementation of an incrementally objective canonical form return mapping algorithm for large deformation inelasticity
International Journal for Numerical Methods in Engineering
75 (2008) 690-708
- M 37/2008
Selling, J.; Bielemeier, B.; Wortmann, G.; Johnson, J. A.; Alp, E. E.; Chen, T.; Brown, D. E.; Johnson, C. E.; Schweizer, S.
Paramagnetic hyperfine splitting in the 151Eu Mössbauer spectra of CaF₂:Eu²⁺
Physical Review B
77 (2008) 224442
- M 19/2008
Senger, J.; Weygand, D.; Gumbsch, P.; Kraft, O.
Discrete dislocation simulations of the plasticity of micro-pillars under uniaxial loading
Scripta Materialia
58 (2008) 587-590
- M 72/2007
Seriani, N.; Jin, Z.; Pompe, W.; Colombi Ciacchi, L.
Density functional theory study of platinum oxides: from infinite crystals to nanoscopic particles
Physical Review B
76 (2007) 155421 1-10
- M 115/2008
Siegele, D.; Varfolomeev, I.; Nagel, G.
Brittle failure assessment of a PWRPV for operating conditions and loss of coolant accident
Journal of Pressure Vessel Technology
130 (2008) 031403 1-7
- M 116/2008
Siegele, D.; Keim, E.; Nagel, G.
Validation of RT(To) for German reactor pressure vessel steels
Journal of Pressure Vessel Technology
130 (2008) 031405 1-6
- M 67/2007
Siska, F.; Forest, S.; Gumbsch, P.
Simulations of stress-strain heterogeneities in copper thin films: texture and substrate effects
Computational Material Science
39 (2007) 137-141
- M 75/2008
Tapily, K.; Baumgart, H.; Gu, D.; Elmustafa, A.; Krause, M.; Petzold, M.
Effect of wafer bonding and layer splitting on nanomechanical properties of standard and strained SOI films
ECS Transactions
16 (2008) 337-345
- M 117/2008
Taylor, N.; Minnebo, P.; Bass, B.R.; Siegele, D.; Wallin, K.; Kytka, M.; Wintle, J.
Use of master curve technology for assessing shallow flaws in a reactor pressure vessel material
Journal of Pressure Vessel Technology
130 (2008) 031407 1-11
- M 5/2008
Umeno, Y.; Elsässer, C.; Meyer, B.; Gumbsch, P.; Weissmüller, J.
Reversible relaxation at charged metal surfaces: an ab initio study
Europhysics Letters
84 (2008) 13002 1-6
- M 84/2008
Vedmedenko, O.; Rösch, F.; Elsässer, C.
First-principles DFT study of phase transformation in NbCr₂ and TaCr₂
Acta Materialia
56 (2008) 4984-4992

- M 8/2008
Wehrspohn, R. B.
Powered by nanowires
ChemSusChem
1 (2008) 173-174
- M 26/2008
Weygand, D.; Poignant, M.;
Gumbsch, P.; Kraft, O.
**Three-dimensional dislocation
dynamics simulation of the
influence of sample size on the
stress-strain behavior of fcc
single-crystalline pillars**
Materials Science and Engineering A
483 (2008) 188-190
- M 30/2008
Wolff, M.; Böhm, M.; Helm, D.
**Material behavior of steel –
modeling of complex pheno-
mena and thermodynamic
consistency**
International Journal of Plasticity
24 (2008) 746-774
- M 101/2008
Yazici, B. A.; Kraft, T.; Riedel, H.
**Finite element modelling of PM
surface densification process**
Powder Metallurgy
51 (2008) 211-216
- M 72/2008
Zimmermann, J.; Pavone, P.;
Cuniberti, G.
**Vibrational modes low-tempera-
ture thermal properties of gra-
phene and carbon nanotubes:
minimal force-constant model**
Physical Review B
78 (2008) 045410 1-13

Zeitschriften

- M 109/2008
Böhme, W.; Luke, M.; Blauel, J. G.;
Sun, D.-Z.; Rohr, I.; Harwick, W.
**FAT-Richtlinie: Dynamische
Werkstoffkennwerte für die
Crashsimulation**
FAT-Schriftenreihe des Verbands
der Automobilindustrie (VDA),
Forschungsvereinigung
Automobiltechnik (FAT)
FAT-Bericht Nr. 211
(2008) 1-69
- M 28/2008
Helm, D.; Hochrainer, T.;
Prakash, A.
**Modellierung und Simulation
höher- und höchstfester Stähle**
Konstruktion
6 (2008) IW 9-10
- M 79/2007
Jaeger, R.; Koplin, C.; Pfeiffer, W.;
Burdack, M.; Jansen, S.
**Eigenspannungen in der
generativen Fertigung**
Konstruktion
11/12 (2007) IW 8-9
- M 22/2008
Kailer, A.; Stromberger, F.; Kohl, J.;
Schubert, J.; Berroth, K.; May, U.
**Schwingfestigkeit keramischer
Kolbenbolzen**
MTZ
5 (2008) 2-8
- M 19/2007
Neubrand, A.; Nagel, A.
**Herstellung von Metall-Keramik-
Verbundwerkstoffen im Druck-
guss**
Gießerei
6 (2007) 156-160
- M 92/2007
Petzold, M.
**Elektronenoptische Unter-
suchungen der Bildung von
CaF₂-Fluoridreservoirs auf der
Zahnoberfläche**
Das Deutsche Zahnärzteblatt
12 (2007) 116
- M 33/2008
Schöll, R.; Thielicke, B.
**Wabentanks zur Erdgasspeiche-
rung aus Faserverbundwerkstoff**
Konstruktion
9 (2008) IW 13

- M 95/2008
Steinau, M.; Gegner, J.;
Travitzky, N.; Hofmann, J.;
Pfeiffer, W.; Faltus, B.; Velde, H.;
Greil, P.; Kötttritsch, H.
**SKF Polycer – New competitive
engineering ceramics for ad-
vanced bearing applications**
Science Report, Development
Centre Steyr, SKF Österreich AG
Science Report 2006-2007
(2008) 111-120

Bücher und Buchbeiträge

- M 66/2007
Riedel, H.; Gumbsch, P.
**Werkstoffmodellierung und
-simulation**
in Technologieführer
Hans-Jörg Bullinger (Hrsg.)
Springer-Verlag Berlin Heidelberg
(2007) 56-59
- M 24/2008
Bitzek, E.; Gumbsch, P.
**Atomistic simulations of
dislocation-crack interaction**
High Performance computing
in Science and Engineering '06
Nagel, W. E.; Jäger, W.; Resch,
M. (Eds.) Springer Verlag Berlin
Heidelberg
(2007) 127-135
- M 104/2008
Böhme, W.
Impact testing and crack arrest
in Comprehensive Structural
Integrity (CSI), Mechanical
Characterisation of Materials,
online-Handbook, Volume 10.04
K.-H. Schwalbe (Ed.)
Elsevier, Oxford, UK
(2007) 88-106

- M 88/2008
Bierwisch, C.; Kraft, T.; Moseler, M.; Riedel, H.
Simulation of die filling in 3D with special emphasis on vibration supported filling
in Proc. of the 2008 World Congress on Powder Metallurgy & Particulate Materials
Lawcock, R.; Lawley, A.; McGeehan, P. (Eds.)
Metal Powder Industries Federation
Princeton, New Jersey, USA
(2008) 1-130 – 1-138
- M 58/2008
Blug, B.; Hörner, M.; Pastewka, L.; Moser, S.; Moseler, M.; Meier, S.
Die Rolle der Phasenumwandlung beim Verschleiß von, DLC-Schichten
in 49. Tribologie-Fachtagung, Bd. I
Gesellschaft für Tribologie e.V., Aachen
(2008) 8/1-8/14
- M 105/2008
Böhme, W.; Memhard, D.; Christlein, J.; Strating, A.
T-Proben zur crashrelevanten Charakterisierung von kehlnahtgeschweißten Bauteilen
in Tagungsband Werkstoffprüfung 2007
Pohl, M. (Ed.)
Stahlleisen GmbH, Düsseldorf
(2007) 127-132
- M 107/2008
Böhme, W.
Charakterisierung des Werkstoffverhaltens bei hohen Beanspruchungsgeschwindigkeiten – Kennwerte, Prüfverfahren
in Tagungsband DVM-Arbeitskreis Bruchvorgänge, Fortbildungsseminar Bruchmechanische Prüfmethode
DVM Berlin
(2008) 83-96
- M 106/2008
Böhme, W.
FAT-Richtlinie: Dynamische Werkstoffkennwerte für die Crashsimulation
in Tagungsband ANSYS Conference & 25th CADFEM Users' Meeting 2007
CADFEM GmbH, Grafing
(2007) CD
- M 14/2008
Brand, M.; Luke, M.
Einsatz der Schweißsimulation in der Bauteil-Konstruktionsphase
in Tagungsband DVM-Tag Leichtbaustrategien
DVM Berlin
(2008) 117-128
- M 74/2008
Brand, M.; Junk, A.; Luke, M.
Prediction of welding distortions and residual stresses considering pre-heating, pre-stress and contact conditions in axial circular laserbeam welds
in Proc. of the International Workshop on Thermal Forming and Welding Distortion
Vollertsen F.; Sakkietitubtra, J. (Eds.) BIAS Verlag, Bremen
(2008) 333-351
- M 123/2008
Butz, A.; Rist, T.; Springub, B.; Roters, F.; Schultz, S.
Virtual processing of dual phase steels – a microstructure based simulation approach
in Proc. of the 4th International Conference on Multiscale Materials Modeling MMM 2008
El-Azab, A. (Ed.)
Department of Scientific Computing, Florida State University
Tallahassee, USA
(2008) 302-305
- M 61/2008
Friedmann, V.; von Hartrott, P.
Investigations on the lifetime behaviour of a P23 pipe under fatigue loading
in Tagungsband 34. MPA-Seminar Werkstoff- und Bauteilverhalten in der Energie- und Anlagentechnik
Staatliche Materialprüfungsanstalt MPA, Stuttgart
(2008) 44.1-44.16
- M 126/2008
Gesemann, B.; Schweizer, S.; Wehrspohn, R. B.
Thermal emission properties of 2D and 3D silicon photonic crystals
in Proc. of 5th IEEE International Conference on Group IV Photonics, 2008
IEEE LEOS
New York, USA
(2008) 320-322
- M 65/2008
Günther, S.; Teuscher, N.; Hänsel, R.; Voigt, H.; Heilmann, A.; Kiesow, A.
Gasphasen- und Oberflächenanalyse von Atmosphärendruck-Plasmen zur Polymerfolienbehandlung
in Proc. of 4. Thüringer Grenz- und Oberflächentage & 1. Thüringer Kolloquium »Dünne Schichten«
Innovent e.V., Jena
(2008) 71-76
- M 127
Hildenbrand, J.; Kürzinger, A.; Moretton, E.; Peter, C.; Naumann, F.; Ebert, M.; Wöllenstein, J.; Korvink, J.
Micromachined mid-infrared emitter for fast transient temperature operation for optical gas sensing systems
IEEE sensors 2008: The 7th IEEE conference on sensors, Lecce, Italy
- M 128
Voigt, F.; Krohs, F.; Gerbach, R.;
The flexural torsional vibration-mode – a resonance of a chip cantilever system
International Conference on Nanoscience + Technology (ICN+T)
(2008)
- M 122/2008
Hochrainer, T.; Gumbsch, P.; Zaiser, M.
A non-linear multiple slip theory in continuum dislocation dynamics
in Proc. of the 4th International Conference on Multiscale Materials Modeling MMM 2008
El-Azab, A. (Ed.)
Department of Scientific Computing, Florida State University
Tallahassee, USA
(2008) 115-118
- M 63/2008
Hohe, J.; Luckow, S.; Siegele, D.
Untersuchung des Verhaltens von Unterplattierungs- und Oberflächenrissen in plattierten Komponenten
in Tagungsband 34. MPA-Seminar Werkstoff- und Bauteilverhalten in der Energie- und Anlagentechnik
Staatliche Materialprüfungsanstalt MPA, Stuttgart
(2008) 52.1-52.19
- M 100/2008
Hohe, J.; Brand, M.; Siegele, D.
Investigation on residual stresses and fracture behaviour of clad plates with defects
in Proc. of the IIV International Conference Safety and Reliability of Welded Components in Energy and Processing Industry
Mayr, P.; Posch, G.; Cerjak, H.; (Eds.)
Verlag der Technischen Universität Graz, Österreich
(2008) 303-308
- M 111/2008
Hohe, J.; Brand, M.; Siegele, D.
Experimental and numerical investigation of sub-clad and surface cracks in clad components
in Proc. of the ASME Pressure Vessels and Piping Division Conference
American Society of Mechanical Engineers (ASME)
Fairfield, USA
(2008)
CD, Paper No. PVP2008-61327
- M 21/2008
Hug, M.; Manns, P.; Gremmlspacher, M.; Spöri, T.; Kleer, G.;
Heißformgebung optischer Linsen aus Chalkogenidglas – experimentelle und numerische Untersuchungen
in 82. Glastechnische Tagung, Referate inkl. Vorträge
Deutsche Glastechnische Gesellschaft e.V.
Offenbach/Main
(2008) CD, 3-0830
- M 15/2008
Kailer, A.; Mauk, P.-J.; Eckardt, C.; Berroth, K.; Kozlowski, J.; Wageman, A.
Ceramic rolling tools for enhanced lifetime and product quality
in Proc. of the 12th International Conference on Metal Forming
Pietrzyk, M.; Kusiak, J.; Majta, J.; Hartley, P.; Lin, J.; Kenichiro, M. (Eds.)
Verlag Stahlleisen GmbH, Düsseldorf
(2008) 401-406

- M 64/2008
Koplin, C.; Gurr, M.; Mülhaupt, R.; Jaeger, R.
Shape accuracy in stereolithography: a material model for the curing behavior of photo-initiated resins
in Proc. of the Euro-uRapid 2008
Meyer, R. (Hrsg.)
Fraunhofer IFF, Magdeburg
(2008) 315-318
- M 49/2008
Krause, M.; Müller, M.; Petzold, M.; Wiese, S.; Wolter, K.-J.
Scaling effects on grain size and texture of lead free interconnects – investigations by electron backscatter diffraction and nanoindentation
in Proc. of 58th Electronic Components & Technology Conference (ECTC)
IEEE, New York, USA
(2008) 75-81
- M 56/2007
Lucas, J.; Kromholz, A.; Petersilge, M.; Schäuble, R.; Heilmann; Johlke, S.; Strogies, E.
Einfluss der Materialeigenschaften auf das Einsatzverhalten von pneumatisch stabilisierten ETFE-Membrankissen
in Proc. VDI-Tagung »Bauen mit innovativen Werkstoffen«, VDI-Gesellschaft Bautechnik (Hrsg.)
VDI Verlag GmbH, Leonberg
(2007) 269-274
- M 119/2008
Luke, M.; Varfolomeev, I.; Lütkepohl, K.; Esderts, A.
Einfluss mehrstufiger Zug/Druck-Wechselbelastungen auf das Risswachstum von Radsatzwellenwerkstoffen
in Tagungsband 40. Tagung des DVM-Arbeitskreises Bruchvorgänge
DVM Berlin
(2008) 103-112
- M 79/2008
Merkle, L.; Kaden, T.; Sonner, M.; Gademann, A.; Turki, J.; Dresbach, C.; Petzold, M.
Mechanical fatigue properties of heavy aluminium wire bonds for power applications
in Proc. of the 2nd Electronics Systemintegration Technology Conference
IEEE, New York, USA
(2008) 1363-1367
- M 125/2008
Nolte, P.; Pergande, D.; Schweizer, S. L.; Wehrspohn, R. B.
Local infiltration of individual pores with dyes in 2D macroporous silicon photonic crystals
in Proc. of the 5th International Conference on Group IV Photonics
IEEE LEOS
New York, USA
(2008) 234-236
- M 118/2008
Pyttel, B.; Varfolomeev, I.; Berger, C.
Praktische Anwendung der FKM-Richtlinie »Bruchmechanischer Festigkeitsnachweis für Maschinenbauteile«
in Tagungsband 40. Tagung des DVM-Arbeitskreises Bruchvorgänge
DVM Berlin
(2008) 25-39
- M 41/2008
Rinker, M.; Zahlen, P. C.; Schäuble, R.
Damage and failure progression of CFRP foam-core sandwich structures
in Proc. of the 8th International Conference on Sandwich Structures
Ferreira, A. (Ed.)
Publindustria, Producao de Comunicacao, Lda
Porto, Portugal
(2008) 739-752
- M 43/2008
Rinker, M.; Gutwinski, M.; Schäuble, R.
Experimental and theoretical investigation of thermal stress in CFRP foam-core sandwich structures
in Proc. of the 13th International Conference on Composite Materials
European Society for Composite Materials
Swerea SICOMP AB
43122 Moelndal, Sweden
(2008) CD
- M 45/2008
Salzer, R.; Simon, M.; Graff, A.; Altmann, F.; Pastewka, L.; Moseler, M.
Reducing of ion beam induced surface damaging using low voltage
in Proc. of the 14th European Microscopy Congress
Aretz, A.; Hermanns, B.; Luysberg, M.; Mayer, J.; Richter, S.; Schwedt, A.; Tillmann, K.; Weirich, T. (Eds.)
Springer-Verlag Heidelberg
(2008) 685
- M 44/2008
Schmidt, C.; Altmann, F.; Naumann, F.; Lindner, A.
Application of lock-in-thermography for 3d defect localisation in complex devices
in Proc. of the 2nd Electronics Systemintegration Technology Conference
IEEE, New York, USA
(2008) 1041-1044
- M 90/2008
Schmidt, I.; Kraft, T.; Riedel, H.
Numerical homogenisation of elasto-plastic granule assemblies using discretised particles
in Proc. of EURO PM 2008
European Powder Metallurgy Association
Shrewsbury, UK
(2008) 169-173
- M 52/2008
Schönfelder, S.; Bohne, A.; Bagdahn, J.
Mechanical strength of mono- and multicrystalline wafers
in Proc. of the 18th Workshop on Crystalline Silicon Solar Cells & Modules: Material and Processes
Sopori, B. L. (Ed.)
NREL National Renewable Energy Laboratory
Golden, CO 80401-3393; USA
(2008) 187-190
- M 61/2007
Schönfelder, S.; Bohne, A.; Bagdahn, J.
Strength characterization and proof testing of thin solar wafer
in Proc. of 17th International Photovoltaic Science and Engineering Conference, International PVSEC-17
Fukuoka, Japan
(2007) CD
- M 93/2008
Siegele, D.; Brand, M.; Hohe, J.
Numerische und experimentelle Bestimmung des Eigenspannungszustandes in plattierten Komponenten
in Tagungsband 34. MPA-Seminar Werkstoff- und Bauteilverhalten in der Energie- und Anlagentechnik
Staatliche Materialprüfungsanstalt MPA, Stuttgart
(2008) 29.1-29.18
- M 94/2008
Siegele, D.; Brand, M.; Hohe, J.
Bewertung von Rissen in der Plattierung
in Tagungsband 5. Workshop Kompetenzverbund Kerntechnik »Komponentensicherheit«
Staatliche Materialprüfungsanstalt MPA, Stuttgart
(2008) 5.1-5.12
- M 112/2008
Siegele, D.; Varfolomeev, I.; Nagel, G.
Inherent margin in the brittle failure assessment for RPV
in Proc. of the ASME Pressure Vessels and Piping Division Conference
American Society of Mechanical Engineers (ASME)
Fairfield, USA
(2008)
CD, Paper No. PVP2008-61507
- M 99/2008
Siegele, D.; Varfolomeev, I.
Fracture mechanics based assessment of pipes
in Proc. of the 8th International Symposium of the Japan Welding Society
Japan Welding Society (JWS)
Kyoto, Japan
(2008) CD
- M 98/2008
Siegele, D.; Hohe, J.; Brand, M.
Assessment of flaws in cladded components under consideration of residual stress field
in Proc. of the 8th International Symposium of the Japan Welding Society
Japan Welding Society (JWS)
Kyoto, Japan
(2008) CD
- M 12/2008
Sommer, S.; Andrieux, F.; Memhard, D.; Sun, D.-Z.
Modellierung des Verformungs- und Versagensverhaltens von Punktschweiß- und Klebverbindungen unter Crashbelastung
in Tagungsband DVM-Tag Leichtbastrategien
DVM Berlin
(2008) 27-38

- M 110/2008
Sun, D.-Z.; Ockewitz, A.; Klamser, H.; Malcher, D.
Characterization and modeling of the deformation and damage behavior of aluminum materials for crash simulation
in Proc. of the 11th International Conference on Aluminium Alloys
Hirsch, J.; Skrotzki, B.; Gottstein, G. (Eds.)
WILEY-VCH GmbH & Co. KG, Weinheim
(2008) 1256-1262
- M 48/2008
Theuss, H.; Koller, A.; Kröninger, W.; Schoenfelder, S.; Petzold, M.
Assessment of a lasersingulation process for Si-wafers with metalized back side and small die size
in Proc. of 58th Electronic Components & Technology Conference (ECTC)
IEEE, New York, USA
(2008) 1525-1531
- M 114/2008
Varfolomeev, I.; Beukelmann, D.
Analytical solutions and tools for assessment of surface cracks in cylindrical components
in Proc. of the ASME Pressure Vessels and Piping Division Conference
American Society of Mechanical Engineers (ASME)
Fairfield, USA
(2008)
CD, Paper No. PVP2008-61566
- M 113/2008
Varfolomeev, I.; Pyttel, B.
FKM Guideline »Fracture mechanics proof of strength for engineering components« – procedures, compendiums, examples
in Proc. of the ASME Pressure Vessels and Piping Division Conference
American Society of Mechanical Engineers (ASME)
Fairfield, USA
(2008)
CD, Paper No. PVP2008-61554
- M 120/2008
Varfolomeev, I.; Ivanov, D.
Algorithmen für Rissfortschrittsberechnungen unter Wechselbeanspruchung mit variablen Spannungsamplituden
in Tagungsband 40. Tagung des DVM-Arbeitskreises Bruchvorgänge DVM Berlin
(2008) 261-270
- M 42/2008
Zahlen, P. C.; Rinker, M.; Heim, C.
Advanced manufacturing of large, complex foam core sandwich panels
in Proc. of the 8th International Conference on Sandwich Structures
Ferreira, A. (Ed.)
Publindustria, Producao de Comunicacao, Lda
Porto, Portugal
(2008) 606-623
- Breitenstein, O.; Schmidt, C.; Altmann, F.; Große, C.; Karg, D.
Lock-in thermography A – a new Fa tool
34th International Symposium for Testing and Failure Analysis
Portland, USA
02.-06.11.2008
- Elsässer, C.
Modellierung von Struktur- und Funktionskeramiken auf atomarer Skala mit der ab-initio-Elektronentheorie
DGM-Symposium
Hamburg
26.02.2008
- Elsässer, C.
First-principles modelling of interface-controlled properties of insulating and conducting materials of integrated functional devices
DECHEMA
Frankfurt
10.-11.03.2008
- Elsässer, C.
First-principles theory and atomistic modelling of grain and phase boundaries in materials
Workshop ID0818
Oberwolfach
28.-30.04.2008
- Elsässer, C.
First-principles calculations and atomistic simulations of properties of grain and phase boundaries in transition metals
ADIS 2008 Workshop
Schloss Ringberg am Tegernsee
15.-20.06.2008
- Elsässer, C.
First-principles theory and atomistic modelling of grain and phase boundaries in materials
Int. Workshop on Comp. Mech. of Mat.
Peking, China
05.-11.10.2008
- Gumbsch, P.
Effizienzsteigerung Motor und Antrieb – Reibungsminimierende Beschichtungen
Forschungsvereinigung Automobiltechnik FAT,
Forum Nano,
Frankfurt
22.11.2007
- Gumbsch, P.
An atomistic study of dislocation interaction with a crack tip
8. International Conference on Fundamentals of Fracture ICFF VIII (Plenarvortrag)
Hong Kong, China
04.01.2008
- Gumbsch, P.
Modelling fracture processes: macroscopic consequences of atomistic details
Deutsche Physikalische Gesellschaft DPG, Jahrestagung
Berlin
28.02.2008
- Gumbsch, P.
Plasticity in confined volumes: thin films, pillars, bending bars
Workshop on Limits to Characterization and Modelling of Atomic Scale Processes and Defects
Bernkastel
06.05.2008
- Gumbsch, P.
How things break – simulation of fracture processes
British-German Frontiers of Science Symposium BRIGFOS
Potsdam
13.-16.05.2008
- Gumbsch, P.; Yue, L.; Weygand, D.
Simulation of grain growth with a 3D vertex dynamics model
7th International Workshop on Interfaces New Materials via Interfacial Control
Santiago de Compostela, Spanien
23.06.2008
- Gumbsch, P.
Making and breaking of chemical bonds under mechanical load
The Fourth International Conference on Multiscale Materials Modeling MMM 2008
Plenarvortrag
Tallahassee, USA
27.10.-31.10.2008
- Petzold, M.
Advanced microstructure characterization for current microelectronics materials and systems
In International Materials Forum 2008: Frontiers in Material Science and Technology
Kompetenzzentrum Neue Materialien Nordbayern GmbH, Bayreuth
(2008) CD, II-3

- Schmidt, C.; Altmann, F.; Große, C.
Application of lock-in thermography for defect localisation in complex devices
5th European Workshop on Photonic Failure Analysis
Herrsching
28.04.2008
- Wehrspohn, R. B.
Nanophotonics
Workshop/Institutskolloquium
FORTH Kreta
Kreta, Griechenland
14.05.2008
- Wehrspohn, R. B.
Photovoltaik und Chemieindustrie in Mitteldeutschland – Freund oder Feind? Zukünftige Herausforderungen in der Chemie und PV Industrie
Strategieworkshop Fa. Q-Cells
Leipzig
26.05.2008
- Wehrspohn, R. B.
Kreuz und Quer – Lichtquanten im Labyrinth
Highlights der Physik
Halle
17.09.2008
- Wehrspohn, R. B.
Nanosecurity
Nanostress-Konferenz
Korsika, Frankreich
29.09.-04.10.2008
- Wehrspohn, R. B.
Fraunhofer Futures – Impact of Nanotechnology
NanoEquite
Frankfurt
11.11.2008
- Allen, R. A.; Marshall, J.; Baylies, W.; Read, D.; Delrio, F.; Turner, K. T.; Bernasch, M.; Bagdahn, J.
A standard method for measuring wafer bond strength for MEMS applications
10th International Symposium on Semiconductor Wafer Bonding
Honolulu, Hawaii
12.-17.10.2008
- Altmann, F.
FIB preparation of inorganic and organic materials
ESEM Workshop – Inauguration of the 3rd ESEM at the Fraunhofer IWM
Halle
10.-11.06.2008
- Altmann, F.; Simon, M.; Graff, A.; Pastewka, L.; Moseler, M.
Zielpräparation von nanoskaligen Strukturen
Dreiländer-Workshop »Arbeitskreis FIB« SSOM – DGM/DGE – ASEM
Luzern, Schweiz
03.-04.07.2008
- Altmann, F.; Klengel, R.; Schischka, J.; Petzold, M.
Ausfallmechanismen bei Au-Drahtbondverbindungen
ITG FB 8.5 »Qualität und Zuverlässigkeit integrierter Schaltungen«
Grainau
30.04.2008
- Altmann, F.
Strength investigations on polycrystalline silicon MEMS
Kleindiek Nanotechnik User Meeting,
Kusterdingen
16.-17.04.2008
- Altmann, F.; Petzold, M.
Hochauflösende mikrostrukturelle Fehlerdiagnostik für die Automobilelektronik – Verfahren und Einsatzbeispiele
MicroCar 2008: Mikrowerkstoffe, Nanowerkstoffe für den Automobilbau
Leipzig
27.02.2008
- Bagdahn, J.; Bernasch, M.; Teuscher, N.; Heilmann, A.
Fügen von Halbleitermaterialien mit reaktiven metallischen Zwischenschichten
Microcar – Micro materials and nano materials for automotives
Leipzig
27.02.2008
- Bierwisch, C.; Moseler, M.
Grain coarsening effects in granular statics and dynamics
DPG Conference
Berlin
25.-29.02.08
- Bierwisch, C.; Weber, B.; Kübler, R.; Moseler, M.; Kleer, G.
Contact regimes in the wire sawing process: explicit 3D modeling of PEG/SiC slurry
23th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition
Valencia, Spain
01.-05.09.08
- Blauel, J. G.
Welding mechanics for advanced component safety assessment
Prof. M. Toyoda's Retirement International Symposium
Osaka, Japan
29.06.2008
- Blauel, J. G.; Siegele, D.
Welding mechanics for advanced component safety assessment
61st Annual Assembly and International Conference of the International Institute of Welding
Graz, Österreich
06.-11.07.2008
- Böttge, B.; Dresbach, C.; Graff, A.; Petzold, M.; Bagdahn, J.
Mechanical characterization and micro structure diagnostics of glass frit bonded interfaces
10th International Symposium on Semiconductor Wafer Bonding
Honolulu, Hawaii
12.-17.10.2008
- Burmeister, F.; Hagen, J.; Kleer, G.; Denter, J.; Wirth, M.; Fromm, A.
Hybrid inorganic-organic functional coatings for injection molding applications
PSE 2008
Garmisch-Partenkirchen
15.-19.09.2008
- Cismak, A.; Staeudte, A.; Hoess, A.; Heilmann, A.
Focused ion beam technology and scanning electron microscopy on cell cultures, scaffolds and silicon cell hybride systems
ESEM Workshop – Inauguration of the 3rd ESEM at the Fraunhofer IWM
Halle
10.-11.06.2008
- Csikor, F.; Groma, I.; Hochrainer, T.; Weygand, D.; Zaiser, M.
3D dislocation pair correlation functions from DDD simulations
4th International Conference on Multiscale Materials Modeling
MMM 2008
Tallahassee, USA
27.-31.10.08
- Dienwiebel, M.
Nanoscale effects in ultra-mild wear
Seminar der Kondensierten Materie
Basel, Schweiz
13.10.08
- Eckardt, Jana
Untersuchung zur Optimierung der IMC-Technologie für Naturfaser verstärkte Kunststoffe
Biowerkstoff-Seminar »Industrieller Naturfaser-Spritzguss für Kreative«
Halle
27.-28.03.2008
- Elsässer, C.
First-principles study of hexagonal to cubic phase transformations in laves phases NbCr2 and TaCr2
DPG Conference
Berlin
26.-29.02.08
- Elsässer, C.
Atomic-scale modelling of grain and phase boundaries in materials from first-principles
Workshop Limits to characterization and modeling of atomic scale processes and defects
Bernkastel-Kues
04.-07.05.08
- Elsässer, C.
Atomic-scale modelling of extended defects inside materials from first principles
Fritz-Haber-Institut
Berlin
11.-12.06.2008
- Elsässer, C.
First-principles modelling of structure and function of electro-ceramic materials with extended defects
Workshop
Nantes, Frankreich
28.06.-03.07.2008

- Elsässer, C.
First-principles theory and atomistic modelling of grain and phase boundaries in materials
Int. Workshop on Comp. Mech. of Mat.
Peking, China
13.-17.10.2008
- Faber, T.
Testing of surface strength of solar wafers by application of bending tests
23rd European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition
Valencia, Spanien
01.-05.09.2008
- Gall, M.; Thielicke, B.
Influence of cyclic loading and temperature on integrity of piezoceramic patch transducers
ASME 2008, Conference on Smart Materials, Adaptive Structures and Intelligent Systems
Ellicott City, USA
28.-30.10.2008
- Graff, A.; Krause, M.; Schischka, J.; Dresbach, C.; Altmann, F.; Petzold, M.
Verbesserte Probenpräparation an intermetallischen Phasen für die EBSD-Phasenanalyse
DGM-DVM AK-Treffen
»Mikrostrukturuntersuchungen im REM«
Ilmenau
13.-14.03.2008
- Graff, A.; Hübner, S.; Simon, M.; Altmann, F.
FIB preparation in micro-electronics
ESEM Workshop – Inauguration of the 3rd ESEM at the Fraunhofer IWM
Halle
10.-11.06.2008
- Günther, G.; Kiesow, K.; Teuscher, N.; Heilmann, A.; Hänsel, R.
Atmospheric pressure plasma treatments of polymer foils for tailor-made surface properties
13. International Conference Polymeric Materials 2008
Halle
24.-26.09.2008
- Gumbsch, P.
A multiscale modelling approach to structure and properties of diamond like carbon coatings
Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung IFW
Dresden
07.02.2008
- Gumbsch, P.
Multiscale materials modelling, dislocation-based plasticity
Nonmetallic inorganic materials seminar
ETH Zürich, Schweiz
17.04.2008
- Gumbsch, P.
Modelling materials mechanical properties: Metals, the grand challenge
London, Großbritannien
28.07.2008
- Gumbsch, P.
Modelling of fracture processes: Macroscopic consequences of atomistic detail
Statusseminar, Summer School des SFB 716 »Hybridsimulationen«
Pforzheim-Hohenwart
09.09.2008
- Hagen, J.; Burmeister, F.; Hug, M.; Spiess, G.; Manns, P.; Kleer, G.
Iridium coatings for precision molding of RoHS-compliant glasses
PSE 2008
Garmisch-Partenkirchen
15.-19.09.2008
- Hanke, T.; Lucas, J.; Schäuble, R.; Heilmann, A.
Development of a material model for creep simulation of ethylene-tetrafluoroethylene copolymer foils
13. International Conference Polymeric Materials 2008
Halle
24.-26.09.2008
- Heilmann, A.; Lucas, J.; Schäuble, R.; Strogies, E.
Entwicklung und Bewertung von Fügeverfahren für ETFE-Folien
20. Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren (Technomer)
Chemnitz
15.-17.11.2007
- Heilmann, A.
Optische Eigenschaften von Polymeren mit eingelagerten Nanopartikeln
Kolloquium Neue Materialien, innovative Prozesse und ihre Anwendungen
Dresden
31.01.2008
- Heilmann, A.
Electron microscopy for morphological investigations of cell cultures and scaffolds
Bio meets Nano and IT
Oulu, Finnland
09.-11.12.2008
- Held, J.; Gaspar, J.; Ruther, P.; Cismak, A.; Heilmann, A.; Paul, O.
Systematic characterization of drier-based fabrication process of silicon microneedles
Materials Research Society (MRS), Fall Meeting 2007
Boston, USA
26.-30.11.2007
- Hildenbrand, J.; Kürzinger, A.; Moreton, E.; Peter, C.; Naumann, F.; Ebert, M.; Wöllenstein, J.; Korvink, J.
Micromachined MID-infrared emitter for fast transient temperature operation for optical gas sensing systems
IEEE Sensors 2008: The 7th IEEE Conference on Sensors
Lecce, Italy
26.-28.10.2008
- Hoess, A.; Thormann, A.; Stäudte, A.; Steinhart, M.; Heilmann, A.
Production of highly ordered nanoporous alumina and its application in cell cultivation
Materials Research Society (MRS), Spring Meeting
San Francisco, USA
24.-28.03.2008
- HöB, A.; Thormann, A.; Stäudte, A.; Steinhart, M.; Heilmann, A.
Application of nanoporous alumina membranes as cell culture substrates
Advances in Science and Technology of Nanostructures
Halle
03.-04.06.2008
- Jaeger, R.
Mechanical properties of partially degraded, ex vivo resorbable implants
Bernd Spiessl Symposium
Basel, Schweiz
5.-7.6.2008
- Jaeger, D.; Henrichs, B.; Schischka, J.; Bagdahn, J.; Moseler, M.; Jaeger, R.
Development of a model for simulating stress distributions and transport phenomena in electro-spun scaffolds
World Biomaterials Congress
Amsterdam, Holland
28.5.-1.6.2008
- Junghans, F.; Scheibel, T.; Conrad, U.; Heilmann, A.; Spohn, U.
Micromechanical and FT-IR spectroscopic investigations on films made of recombinant spider silk proteins and silk fibroin
Materials Research Society (MRS), Fall Meeting 2007
Boston, USA
26.-30.11.2007
- Kailer, A.; Amann, T.; Konrath, G.
Ultralow friction and wear of reciprocating systems lubricated by liquid crystalline lubricants
International Symposium on Friction, Wear and Wear Protection
Aachen
9.-11.4.2008
- Khader, I.; Fünfschilling, S.; Kailer, A.; Oberacker, R.
The behavior of silicon nitride tools in hot rolling copper wire
International Symposium on Friction, Wear and Wear Protection
Aachen
9.-11.4.2008
- Kiesow, A.; Sarembe, S.; Petzold, M.; Wetterer, S.; Gonser, F.
Surface changes of dental PMMA related to different cleaning regimes
86th General Session and Exhibition of the International Association for Dental Research
Toronto, Canada
03.-05.07.2008
- Kiesow, A.; Meinhardt, J.; Baumann, H.-J.; Heilmann, A.
In-line-Bewertung und Optimierung der Coronabehandlung von Polyethylenfolien
20. Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren (Technomer)
Chemnitz
15.-17.11.2007

- Kleer, G.
Technologies for fast moulding of micro optical components from inorganic glass
OptoNet Workshop
Jena
24.-25.09.2008
- Kleer, G.
Schnelles Heißprägeverfahren für hochwertige mikrooptische Komponenten
Koordinatorentreffen
Mikrooptikfertigung
MiNaT 2008, Internationale Fachmesse für Feinwerktechnik, Ultrapräzision, Micro- und Nanotechnologien
Stuttgart
07.10.2008
- Klengel, R.; Berthold, L.; Petzold, M.; Milke, E.; Mueller, T.
Micro structure analysis for thermosonic bonded Au wire and ultrasonic bonded Al coated Au wire
Semicon West 2008, Wire Bonding Workshop 2008
San Francisco, USA
14.-17.07.2008
- Kraft, T.; Bierwisch, C.; Moseler, M.; Riedel, H.
Simulation of die filling in 3D
World Congress 2008
Washington, USA
08.-13.06.08
- Kraft, T.
Enhancement of fine line print resolution due to coating of screen fabrics
MiNaT 2008, Internationale Fachmesse für Feinwerktechnik, Ultrapräzision, Micro- und Nanotechnologien
Stuttgart
08.10.08
- Kraft, T.
Simulation of sintering: from grain dimensions to complex parts
Sintering 2008
La Jolla, USA
16.-20.11.08
- Krause, M.
Failure analysis of microelectronic interconnects using EBSD and TEM
Full control European Workshop
Halle
17.-19.09.2008
- Krummhauer, O.; Presser, V.; Kailer, A.; Nickel, K.G.; Hollstein, T.
Corrosion behavior of silicon carbide in tribological and hydrothermal applications
International Symposium on Friction, Wear and Wear Protection
Aachen
9.-11.04.2008
- Kübler, R.; Kleer, G.; Beinert, J.; Manns, P.
Strength behaviour of chemically and thermally treated glass sheets
Conference on thin thermal toughened and chemically resistant glass panes for architecture and solar applications
Freiberg
09.09.2008
- Kübler, R.
Qualifizierung der Festigkeit von Vakuumisoliertglas
Glasstec
Düsseldorf
24.10.2008
- Küster, S.; Kiesow, A.; Eichler, N.; Deising, H.
PTFE-like membranes used as implements for an in vitro modelling system of plant pathogenesis
13. International Conference Polymeric Materials 2008
Halle
24.-26.09.2008
- Löschner, K.; Kiesow, A.; Heilmann, A.
Formation of periodic structures in polymer-metal nanocomposites by irradiation with femtosecond laser pulses
Advances in Science and Technology of Nanostructures
Halle
03.-04.06.2008
- Manns, P.
Strength behavior of chemically and thermally treated glass sheets
Conference on thin thermal toughened and chemically resistant glass panes for architecture and solar applications
Freiberg
09.09.2008
- Manns, P.
Zur Bewertung des Klebeverhaltens von Formenwerkstoffen für die Heißformgebung von Glas-schmelzen
DGG Fachausschuss IV (FA4)
Würzburg
12.03.2008
- Manns, P.
Schnelles Heißprägeverfahren für hochwertige mikrooptische Komponenten
Moderne Optikfertigung
Symposium Moderne Optikfertigung
Wetzlar
08.05.2008
- Meier, S.
Charakterisierung, Bewertung und Simulation von DLC-Schichten
Maßgeschneiderte Oberflächen durch Plasma-Beschichtung;
Industrielle Plasma-Beschichtungen in Theorie & Praxis – illustriert an zahlreichen Beispielen
Seminar des Wirtschaftsverbandes Industrieller Unternehmen Baden WVB
Neuenburg
29.10.2008
- Moseler, M.
Density functional modeling of supported clusters: on the road to an understanding of nanoscale catalysis
DPG Conference
Berlin
25.-29.02.08
- Moseler, M.
The atomistic view of capillary singularities: nanoscale necks and wedges
Microscopic description of singularities Workshop
Paris
17.-21.03.08
- Moseler, M.
Density functional modelling of supported Pd clusters: on the road to an understanding of nanoscale catalysis
ICCS 2008
Rostock
25.-30.05.08
- Moser, S.; Pastewka, L.; Gumbsch, P.; Moseler, M.
Polishing diamond: a molecular dynamics study
19th European Conference on Diamond, Diamond-Liked Materials, Carbon Nanotubes and Nitrides
Sitges, Spain
07.-11.09.08
- Moutanabbir, O.; Christiansen, S.; Senz, S.; Scholz, R.; Petzold, M.; Gösele, U.
Nitride engineered heterostructures: wafer bonding, ion slicing and more
10th International Symposium on Semiconductor Wafer Bonding
Honolulu, Hawaii
12.-17.10.2008
- Pastewka, L.; Moseler, M.
Charging dynamics of carbon nanotube forest electrodes
19th European Conference on Diamond, Diamond-Liked Materials, Carbon Nanotubes and Nitrides
Stiges, Spain
07.09.-11.09.08
- Pastewka, L.; Pou, P.; Gumbsch, P.; Moseler, M.
Towards a reliable reactive potential for carbon: the importance of a dynamic interaction range
19th European Conference on Diamond, Diamond-Liked Materials, Carbon Nanotubes and Nitrides
Stiges, Spain
07.-11.09.08
- Petzold, M.
Micro structure analysis and contact mechanics for oral care products
Piscataway, NJ, USA
15.04.2008
- Petzold, M.
Mit Ultraschall, Laser, Ionen- und Elektronenstrahl – Einsatz physikalischer Techniken für die Fehlerdiagnostik von Mikrosystemen
1. INV-Fachkolloquium der Hochschule Merseburg
06.11.2008

- Petzold, M.
More than More: trends and demands in smart system integration
Full Control Workshop
Halle
17.-19.09.08
- Pfeiffer, W.; Wenzel, J.; Aam, S.
Machbarkeitsstudie zur Erweiterung der Anwendungsmöglichkeiten der Bohrlochmethode für harte Werkstoffe mittels eines Senkerodierverfahrens
Fachausschusssitzung 13 der Arbeitsgemeinschaft Wärmebehandlung und Werkstofftechnik AWT
Dresden
07.11.2007
- Pfeiffer, W.
Reichweite, Lücken und Stand der neuen EU-Norm zur röntgenographischen Eigenspannungsmessung
Fachausschusssitzung 13 der Arbeitsgemeinschaft Wärmebehandlung und Werkstofftechnik AWT
Freiburg
29.-30.04.2008
- Pfeiffer, W.; Blug, B.; Fuhr, V.; Reisacher, E.
Quantifizierung der Randzonenschädigung von Keramik mittels röntgenographisch ermittelter Elastizitätskonstanten
Fachausschusssitzung 13 der Arbeitsgemeinschaft Wärmebehandlung und Werkstofftechnik AWT
Freiburg
29.-30.04.2008
- Pfeiffer, W.
Simulation und neue Werkstoffe
Fraunhofer-Tag bei der WILO AG
Dortmund
25.06.2008
- Pfeiffer, W.; Wenzel, J.
The multiple-incremental hole drilling strategy for determination of uncertainties of residual stress measurements
8th International Conference on Residual Stresses
Denver, USA
06.-08.08.2008
- Prakash, A.
Comparison of twinning modelling approaches with applications to TWIP steels
ICOTOM 15
Pittsburgh, USA
02.-06.06.08
- Prakash, A.
Comparison of two full-field approach for modelling the microstructure evolution in polycrystals
4th International Conference on Multiscale Materials Modeling MMM 2008
Tallahassee, USA
25.10.-01.11.08
- Presser, V.; Krummhauer, O.; Nickel, K.G.; Kailer, A.; Wirth, R.
Corrosion of silicon carbide under hydrothermal conditions: on the p-t conditions of wet silicon carbide tribo-corrosion
International Symposium on Friction, Wear and Wear Protection
Aachen
9.-11.4.2008
- Reiche, M.; Moutanabbir, O.; Himcinschi, C.; Christiansen, S.; Erfurth, W.; Gösele, U.; Mantl, S.; Buca, D.; Zhao, Q. T.; Loo, R.; Nguyen, D.; Muster, F.T.; Petzold, M.
Strained silicon on wafer level by waferbonding: materials processing, strain, measurements and strain relaxation
10th International Symposium on Semiconductor Wafer Bonding
Honolulu, Hawaii
12.-17.10.2008
- Riedel, H.
Bauteile und Verfahren virtuell entwickeln – testen – verbessern
Seminar des Wirtschaftsverbandes Industrieller Unternehmen Baden WWIB im Fraunhofer IWM
Freiburg
20.02.08
- Riedel, H.
TMF-Lebensdauerberechnung Eisenguss
Frühjahrstagung der Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen FVV
Frankfurt
03.04.08
- Riedel, H.
Schädigungsmodelle für die Umformtechnik
Workshop Simulation in der Umformtechnik
Stuttgart
14.03.08
- Riedel, H.
Aktuelle Entwicklungen in der werkstoffbasierten Prozess- und Bauteilsimulation
Material Innovativ
Nürnberg
10.04.08
- Riedel, H.
Simulation keramischer Herstellungsprozesse
DKG-Jahrestagung
Höhr-Grenzhausen
27.05.08
- Riedel, H.
Werkstoffbasierte Prozess- und Bauteilsimulation
Fraunhofer-Technologieforum Neue Werkstoffe und Technologien
Darmstadt
12.09.08
- Riedel, H.
Simulation der Herstellungsprozesse für Hartstoffe
Hagener Symposium
27.11.08
- Rinker, M.; Goldstein, A.; Schäuble, R.
Mechanical behaviour of CFRP foam-core sandwich structures
Aerospace 2008
München
16.04.2008
- Rupf, T.; Schäfer, I.; Pfeiffer, B.; Cismak, A.; Schmelzer, E.; Lorenz, K.; Seibel, P.; Heilmann, A.; Bader, A.
Development of a bioreactor system for cultivation of dermal substitutes
Fraunhofer Life Science Symposium 2008
Leipzig
24.-25.10.2008
- Salzer, R.; Graff, A.; Simon, M.; Altmann, F.
Verfahren für die Endpunkterkennung bei der Herstellung ultradünner TEM-Proben
Dreiländer-Workshop »Arbeitskreis FIB« SSOM – DGM/DGE – ASEM
Luzern, Schweiz
03.-04.07.2008
- Sari, F.; Wiemer, M.; Bernasch, M.; Bagdahn, J.
Laser transmission bonding of silicon-to-silicon and silicon-to-glass for wafer level packaging and microsystems
10th International Symposium on Semiconductor Wafer Bonding
Honolulu, Hawaii
12.-17.10.2008
- Schäuble, R.
Ermittlung von Einzellageneigenschaften aus Zugversuchen an CMC-Laminaten
33. Sitzung des Arbeitskreises Verstärkung keramischer Werkstoffe im DGM/DKG
Bremen
10.10.2008
- Schlimper, R.; Rinker, M.; Goldstein, A.; Schäuble, R.
Mechanical characterization of CFRP foam core sandwich panels for aircraft applications
Composites Europe
Essen
23.-25.09.2008
- Schmidt, C.; Altmann, F.; Große, C.
3D-Defekt-Lokalisierung an komplexen Bauteilen mittels Lock-In-Thermographie
ITG FB 8.5 »Qualität und Zuverlässigkeit integrierter Schaltungen«
Grainau
29.-30.04.2008
- Schmidt, C.; Altmann, F.; Große, C.; Naumann, F.; Lindner, A.
Application of Lock-In-Thermography for three-dimensional localisation of electrical defects inside of complex packaged devices
34th International Symposium for Testing and Failure Analysis
Portland, USA
02.-06.11.2008
- Schmidt, C.
Lock-in-Thermography: a new technique for non destructive failure localization in complex microelectronic devices
Full control Workshop
Halle
17.-19.09.2008

- Schmidt, I.
Numerical homogenisation of elasto-plastic granule assemblies using discretised particles
EURO PM 2008 Congress
Mannheim
29.09.-01.10.08
- Schönfelder, S.; Bohne, A.; Gensicke, T.; Bagdahn, J.
Breakage and strength of silicon solar wafers
Q-Cells Customer Workshop
Mallorca, Spanien
14.-15.02.2008
- Schwan, S.; Cismak, A.; Spohn, U.; Heilmann, A.; Ferrell, N.; Hansford, D.
Measurement of forces generated by chemomechanical protein aggregates using polymer BioMEMS
Materials Research Society (MRS), Spring Meeting
San Francisco, USA
24.-28.03.2008
- Schweizer, F.
Simulation von Spannungszustand, Gefüge und Wasserstoffverteilung zur Vermeidung von Kaltrissen beim Schweißen von Stählen
Fachausschusssitzung 13 der Arbeitsgemeinschaft Wärmebehandlung und Werkstofftechnik AWT
Freiburg
29.-30.04.2008
- Seelig, Th.; Latz, A.; Sanwald, S.
Werkstoffmodellierung und Crash-Simulation bei langfaserverstärkten Thermoplasten
Tagung Kunststoffe + Simulation Fellbach
10.-11.06.2008
- Seelig, Th.; Latz, A.; Sanwald, S.
Modelling and crash simulation of long-fibre-reinforced thermoplastics
7. LS-DYNA Forum
Bamberg
30.09.-01.10.2008
- Siegele, D.
State of the numerical round robin residual stress results
61st Annual Assembly and International Conference of the International Institute of Welding
Graz, Österreich
06.-11.07.2008
- Simon, M.; Altmann, F.
Zielpräparation und Analyse von Defekten in Dünnschichtoxiden
ITG FB 8.5 »Qualität und Zuverlässigkeit integrierter Schaltungen«
Grainau
29.-30.04.2008
- Staedte, A.; Hoess, A.; Heilmann, A.
Scanning electron microscopy and focused ion beam technology on cell cultures for tissue engineering
XXXV Annual Meeting of the European Society for Artificial Organs (ESAO) Congress
Genf, Schweiz
03.-06.09.2008
- Staedte, A.; Cismak, A.; Hoess, A.; Heilmann, A.
Focused ion beam technology on cell cultures and tissue samples
Fraunhofer Life Science Symposium 2008
Leipzig
24.-25.10.2008
- Staedte, A.; Cismak, A.; Hoess, A.; Schulz, R.
Focused ion beam technology on cell cultures for tissue engineering
Materials Research Society (MRS), Spring Meeting
San Francisco, USA
24.-28.03.2008
- Sun, D.-Z.; Andrieux, F.; Blauel, J.G.; Böhme, W.; Ockewitz, A.; Sommer, S.
Charakterisierung und Modellierung des Versagens von Aluminiumwerkstoffen für die Crashsimulation
Workshop Aluminium im Schienenfahrzeugbau, Konstruktion – Fertigung – Einsatz
Freiburg
27.-28.10.2008
- Stender, J.; Schirp, A.; Kruse, D.; Thole, V.; Busch, M.; Nagel, F.
Reinforcement of wood-plastic composites (WPC) using wood fibres (refiner/TMP fibres) and hemp fibres for advanced technical applications,
7th Global WPC and Natural Fibre Composites Congress and Exhibition
Kassel
18.-19.06.2008
- Tapily, K.; Baumgart, H.; Gu, D. Elmustafa, A.; Krause, M.; Petzold, M.
Effect of wafer bonding and layer splitting on nanomechanical properties of standard and strained SOI films
10th International Symposium on Semiconductor Wafer Bonding
Honolulu, Hawaii
12.-17.10.2008
- Thielicke, B.
Mechanische Charakterisierung von CMC-Interpretationen von Testergebnissen
Arbeitskreis Verstärkung keramischer Werkstoffe
Bremen
09.-10.10.2008
- Varfolomeev, I.; Pyttel, B.; Luke, M.
Bruchmechanische Bewertung von großen rotierenden Bauteilen: Grundlagen Anwendungsbeispiele
Workshop »Getriebebestände für den Großgetriebebau«
Husum
09.09.2008
- Varfolomeev, I.; Burdack, M.; Luke, M.
Effect of specimen geometry on fatigue crack growth rates in an A4T material
Workshop »Damage Tolerance of Railway Axles«, ESIS TC 24 Structural Integrity of Railway Components
Milano, Italien
13.-14.10.2008
- Voigt, F.; Krohs, F.; Gerbach, R.
The flexural torsional vibration mode – a resonance of a chip cantilever
International Conference on Nanoscience + Technology (ICN+T)
Keystone, USA
20.-25.07.2008
- Weber, B.
Investigations on the sawing process by application of wires of 100 µm diameter
23rd European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition
Valencia, Spanien
01.-05.09.2008
- Wehrspohn, R. B.
Licht – gestalten
Kolloquium Leibniz-Institut für Oberflächenmodifizierung
Leipzig
24.04.2008
- Wehrspohn, R. B.
Physik des Lichts
Lange Nacht der Wissenschaften
Halle
04.07.2008
- Wehrspohn, R. B.
Nanophotonik
Technische Universität Chemnitz
Chemnitz
16.07.2008
- Wehrspohn, B. R.
Trench etching in macroporous Silicon
10th International Symposium on Semiconductor Wafer Bonding
Honolulu, Hawaii
12.-17.10.2008
- Wonisch, A.
Multiskalen-Simulation der Prozesskette Foliengießen, Bedrucken und Sintern von LTCCS
DGM-Symposium
Hamburg
26.02.08
- Wonisch, A.
Transient behaviour of thixotropic flow studied by smoothed particle hydrodynamics
DPG Conference
Berlin
25.-29.02.08
- Zaiser, M.; Nikitas, N.; Hochrainer, T.
Size dependence in constrained plasticity: discrete and continuous models of 3D dislocation dynamics
4th International Conference on Multiscale Materials Modeling
MMM 2008
Tallahassee, USA
25.10.-01.11.08



Die Broschüren sind erhältlich bei thomas.goetz@iwm.fraunhofer.de

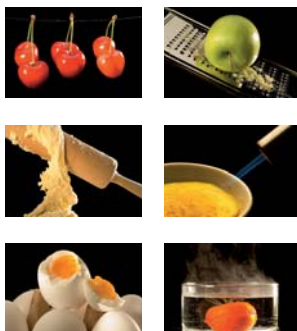
In der Broschüre »**Werkstoffmechanik**« stellt das Fraunhofer IWM seine Kernkompetenzen, die technischen Möglichkeiten sowie die Geschäftsfelder vor.



Mit der Broschüre »**Tribodesign**« präsentiert das Fraunhofer IWM sein Leistungsspektrum zur Analyse, Charakterisierung, Modellierung und Optimierung von Reibkontakten.



Mit dem »**Fraunhofer IWM Report**« informiert das Institut halbjährlich über Forschungsthemen und Veranstaltungen. Die Schwerpunktthemen in 2008 waren Mikroelektronik und Medizintechnik.



»**Werkstoffmechanik im Alltag**«
Wo Alltag draufsteht, ist Werkstoffmechanik drin. Viele Fragen, die uns im Fraunhofer IWM in Forschungs- und Entwicklungsprojekten beschäftigen, spielen auch im täglichen Leben eine Rolle. Die Kartenserie »Werkstoffmechanik im Alltag« illustriert, wie allgegenwärtig Werkstoffmechanik ist.

Fraunhofer IWM Freiburg

Mit dem Auto

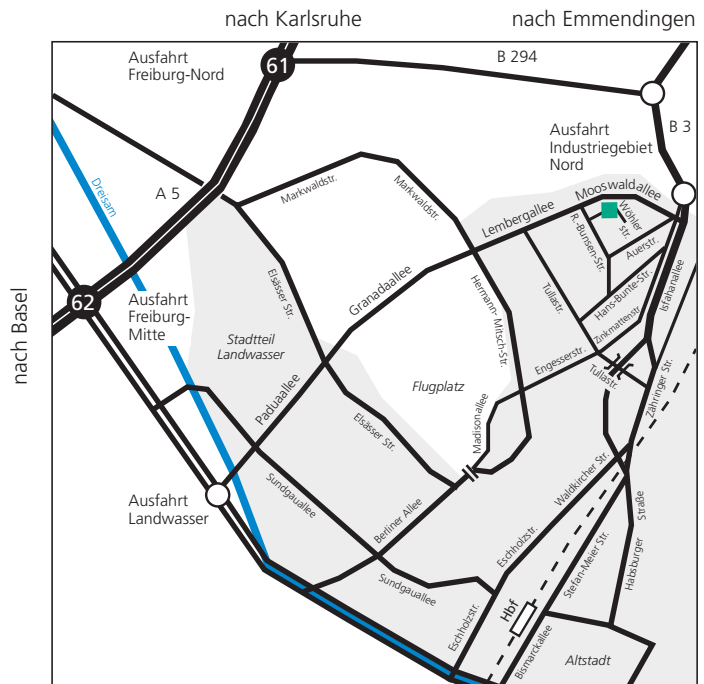
- Autobahnausfahrt Freiburg Mitte, B31 Richtung Freiburg, Donauschingen, Abfahrt Richtung Offenburg, nach 3 km rechts Richtung »TüV, Großmarkt«, erste Möglichkeit links, Wöhlerstraße
- Autobahnausfahrt Freiburg Nord, B294 Richtung Freiburg, Abzweigung B3 Richtung Freiburg, nach 1 km rechts Richtung »Lörrach,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

per Bahn

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

per Flugzeug

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



Freiburg

■ Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM Freiburg, Wöhlerstraße 11
Telefon 0761 5142-0

Fraunhofer IWM Halle

Mit dem Auto

aus Süden

Der A143 bis Ausfahrt Halle – Neustadt/Halle – Zentrum folgen. Anschließend ca. 8 km auf der B80 in Richtung Halle bis zum Rennbahnkreuz fahren. Bei der Stadteinfahrt die linke Spur benutzen, um gerade aus von der B80 in Richtung Kröllwitz/Universität zu fahren. Dieser Straße folgen bis zur Eissporthalle.

aus Norden

(Autobahnen A9, A14) die A9 an der Abfahrt Halle, die A14 an der Abfahrt Halle-Peißen verlassen, der Ausschilderung »Zentrum« und »Halle-Neustadt/Eisleben« (Riebeckplatz) folgen, die Hochstraße nach der Saalebrücke an der Ausfahrt »Gimritzer Damm« verlassen und der Ausschilderung »Magdeburg/Klinikum, Kröllwitz/Universität« (Weinbergweg) bis zur Eissporthalle folgen.

Hauptgebäude Walter-Hülse-Straße 1

An der Eissporthalle links abbiegen und Richtung Finanzamt/TGZ III fahren. Dieser Straße bis zum Ende folgen. Am Ende der Straße nach rechts abbiegen und dem Straßenverlauf ca. 350 m folgen. Jetzt erscheint auf der rechten Seite das Fraunhofer-Institut (Walter-Hülse-Straße 1).

für Besucher der Heideallee 19

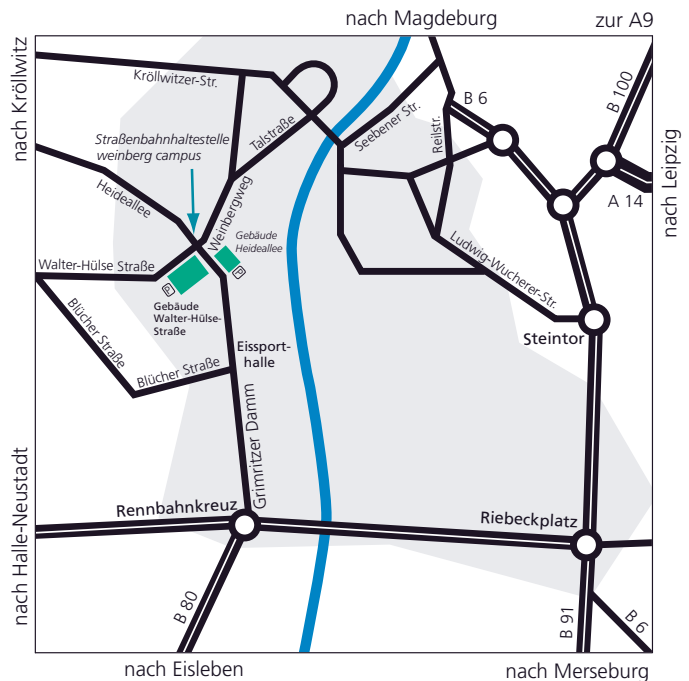
An der Eissporthalle weiter geradeaus bis zum Weinberg Weg. Das Fraunhofer-Institut (Heideallee 19) befindet sich auf der rechten Seite.

per Bahn

Vom Hauptbahnhof Halle (Saale): mit der Straßenbahn Nr. 5 in Richtung »Heide« bis zur Haltestelle »Weinbergweg« (20 min).

per Flugzeug

Vom Flughafen Leipzig/Halle mit der S-Bahn (11 min) zum Hauptbahnhof oder dem Taxi nach Halle (ca. 50 min).



Halle

■ Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM Halle, Walter-Hülse-Straße 1
Telefon 0345 5589-0

Redaktion

Katharina Hien
Thomas Götz

Gestaltung und Produktion

Erika Hellstab
Emanuela Pesché

Bildquellen

Seiten 3, 37-40, 57-58, 60-61, 68-70, 73-74:
Very Barth, Foto- & Grafikdesign, Halle (Saale)
Seite 78: Fraunhofer IKTS
Seite 78: Fraunhofer IFAM
Seiten 2, 52, 57-61, 67: Margrit Müller, Freiburg
Seite 12: Kai-Uwe Nielsen
Seiten 2-3, 27-31, 33-35, 43-49, 51, 53-54,
63-65: Bildtechnik Michael Spiegelhalter,
Merdingen
Seite 82: Volker Steger
Alle übrigen Abbildungen:
© Fraunhofer IWM

Anschrift der Redaktion

Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM
Öffentlichkeitsarbeit
Wöhlerstraße 11
79108 Freiburg
Telefon +49 761 5142-153
Telefax +49 761 5142-110
info@iwm.fraunhofer.de
www.iwm.fraunhofer.de

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

