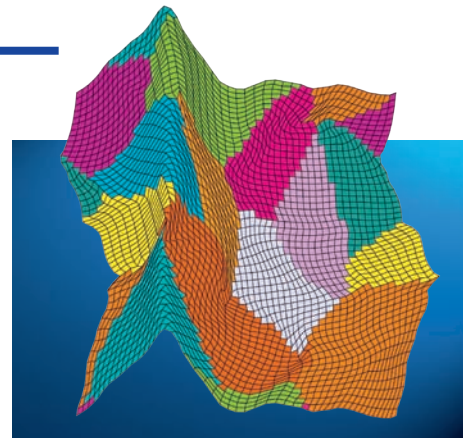
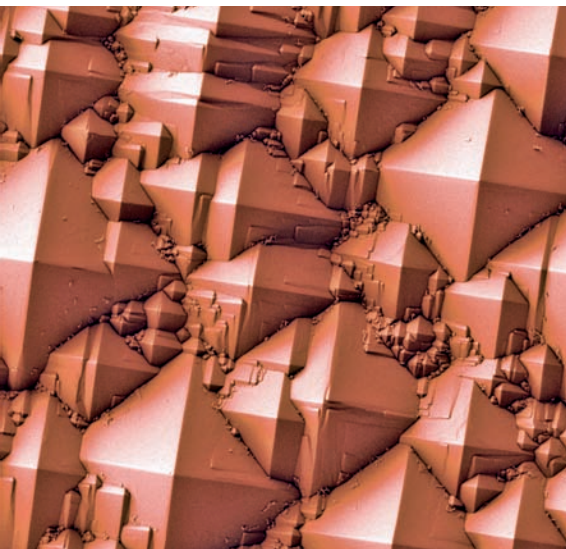




Fraunhofer Institut
Werkstoffmechanik

Jahresbericht 2007



Die Fraunhofer-Gesellschaft

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

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

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

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt derzeit mehr als 80 Forschungseinrichtungen, davon 56 Institute, an 40 Standorten in ganz Deutschland. 13 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 1,3 Milliarden Euro. Davon fallen mehr als 1 Milliarde Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Zwei Drittel dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Nur ein Drittel wird von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen erarbeiten können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

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

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

links

1000fach vergrößerte texturierte Oberfläche eines Siliziumwafers.

Mitte

Querschnitt durch einen Lotkontakt. Die Gefügestruktur wurde mit Elektronenstrahlbeugung sichtbar gemacht.

rechts

Simulation der Mikrostruktur beim Umformen von Metallen.

Jahresbericht 2007

**Fraunhofer-Institut
für Werkstoffmechanik IWM**

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

Institutsteil Halle
Walter-Hülse-Straße 1
06120 Halle
Telefon +49 (0) 3 45 / 55 89-0
Telefax +49 (0) 3 45 / 55 89-1 01

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



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



Die Institutsleitung des Fraunhofer IWM:
Dr. Thomas Hollstein, Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn, Prof. Dr. Peter Gumbsch und Prof. Dr. Matthias Petzold (von links).

Sehr geehrte Kunden und Partner, liebe Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter,

das Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM mit seinen Standorten in Freiburg und Halle blickt mit dem Jahr 2007 auf das sechste Jahr in Folge mit einer positiven Geschäftsentwicklung zurück. Der Betriebshaushalt ist um über eine Million Euro auf 17,3 Millionen Euro gestiegen, die Mitarbeiterzahl des Instituts ist im Vergleich zum Vorjahr um rund 50 auf 337 gewachsen. Dabei freut es uns besonders, dass das Wachstum relativ gleichmäßig auf alle unsere Geschäftsfelder verteilt ist. Zur erfolgreichen Geschäftsentwicklung der letzten Jahre haben viele Faktoren beigetragen.

Der Großteil unserer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter steht permanent im Kontakt mit unseren Geschäftspartnern, um Projektfortschritte, Projektergebnisse und neue Fragestellungen auszutauschen. Mit der Beteiligung am Fraunhofer-Innovationscluster »Technologien für den hybriden Fahrzeugleichtbau« in Karlsruhe und dem

Fraunhofer-Innovationscluster »Polymertechnologie Halle/Leipzig« konnten in diesen beiden Feldern zusätzliche langfristige Partnerschaften etabliert werden.

Seit 2003 führen wir bei allen abgeschlossenen FuE-Projekten eine systematische Kundenzufriedenheitsanalyse durch. Unsere Partner und Auftraggeber bescheinigen uns hier ein hohes Maß an Zufriedenheit mit unseren Leistungen. Wir sind auch dankbar für Kritik, denn nur so bekommen wir Ansatzpunkte, um uns weiter zu verbessern.

Unsere Aufgabe besteht darin, für Industriekunden und öffentliche Auftraggeber im Bereich des Einsatzverhaltens von Werkstoffen und Bauteilen Innovatives zu schaffen, neue Einblicke zu ermöglichen sowie Erklärungsmodelle für das Verhalten von Werkstoffen und Bauteilen im Einsatz und in der Fertigung aufzustellen.

Ein Beispiel, das hier unsere Marktnähe belegt, ist die Weiterentwicklung des Verfahrens der Lock-In-Thermographie zur Defektlokalisierung in mikroelektronischen Bauelementen. Gemeinsam mit einem Gerätehersteller und den Herstellern mikroelektronischer Bauelemente wurde das Verfahren in die Anwendung überführt.

Ein Highlight, das zeigt, wie wichtig langer Atem ist, stellt ein Projekt zur Leistungssteigerung professioneller Gesteinsbohrer dar. Mit dem vom Fraunhofer IWM zum Patent angemeldeten und über Jahre entwickelten Kugelstrahlprozess für sprödharte Materialien kann die Standzeit von Bohrern mit entsprechend oberflächenmodifizierten Hartmetallköpfen um über 100 Prozent gesteigert werden.

Viel Neues soll künftig unter der Leitung von Professor Matthias Scherge im neuen Leistungsbereich Mikro- und Nanotribologie entstehen. Dieser ergänzt unsere bereits vorhandenen Aktivitäten in den Bereichen der Tribosimulation und des Verschleißschutzes in idealer Weise.

In Halle hat das Fraunhofer-Center für Silizium-Photovoltaik CSP unter der geschäftsführenden Leitung von Dr. Jörg Bagdahn seine Arbeit aufgenommen. Als gemeinsame Forschungseinrichtung mit dem Fraunhofer-Institut für solare Energiesysteme ISE arbeiten wir an verschiedensten Fragestellungen, wie der Entwicklung neuer Kristallisationsprozesse für Silizium oder der Verbesserung und Bestimmung der mechanischen Eigenschaften von dünnen Siliziumwafern.

Dass wir auch künftig in der Lage sind, Neues zu schaffen, verdanken wir nicht zuletzt der Auszeichnung von Professor Peter Gumbsch mit dem Gottfried-Wilhelm-Leibniz-Preis 2007 der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Mit dem Preisgeld in Höhe von 2,5 Millionen Euro möchte der Preisträger wichtige Beiträge zur Erforschung der Entstehung von Materialdefekten und von Reibungs- und Verschleißprozessen leisten.

Wir begreifen das Fraunhofer IWM nicht als Institut, das an den Eingangstüren endet, sondern als lebendiges Netzwerk mit Forschungspartnern innerhalb und außerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft. Basierend auf unserer langjährigen guten Zusammenarbeit mit dem Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik in Halle wurde das Koopera-

tionsprojekt »Nanostress«, das sich mit Belastungen in Werkstoffen und Bauteilen auf der Nanoskala befasst, formuliert und von den Vorständen der Max-Planck-Gesellschaft und der Fraunhofer-Gesellschaft im Frühjahr 2007 bewilligt. Damit konnten wir neben der bereits etablierten Kooperation zum Thema Vielkristallplastizität bei der Metallumformung bereits die zweite Allianz mit einem Max-Planck-Institut starten.

Die Werkstoffmechanik ist kein Geschäft kurzer Innovationszyklen. Daher ist es besonders wichtig, dass wir eine ausgewogene Mitarbeiterstruktur, bestehend aus Erfahrungsträgern und Nachwuchskräften, im wissenschaftlichen wie im technischen Bereich haben. Derzeit befinden wir uns inmitten eines spürbaren Generationswechsels. Wir unternehmen große Anstrengungen, junge und talentierte Nachwuchskräfte aus den eigenen Reihen zu fördern und auch von extern zu gewinnen.

Ein wichtiger Erfolgsfaktor ist unsere Ausstattung an Geräten und Anlagen, aber auch an Simulationswerkzeugen. In den letzten fünf Jahren haben wir ein durchschnittliches Volumen von circa 15 Prozent unseres Betriebshaushalts für Reinvestitionen und Neuinvestitionen aufgewendet. Ein besonderer Meilenstein in der nun 36-jährigen Institutsgeschichte ist sicherlich die Einweihung und Inbetriebnahme des neuen Institutsgebäudes in Halle mit einem erneuerten und erweiterten Anlagen- und Gerätepark.

Ihnen, verehrte Auftraggeber und Projektpartner, danken wir für das entgegengebrachte Vertrauen und die Aufgaben, bei deren Lösung wir unsere Kompetenz unter Beweis stellen konnten. Unseren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern danken wir für ihr Engagement und ihre Treue.

Wir freuen uns auf ein spannendes Geschäftsjahr 2008 und auf viele neue werkstofftechnische Herausforderungen.

Die Institutsleitung

Prof. Dr. Peter Gumbsch
Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn
Dr. Thomas Hollstein
Prof. Dr. Matthias Petzold

Inhalt

Institutsprofil, Werkstoffmechanik	6	In situ Strukturierung von DLC-Schichten	36
Geschäftsfelder und Kernkompetenzen, Auftraggeber und Kooperationspartner	7	Mikro- und Nanotribologie – eine neue Facette des Fraunhofer IWM	37
Organisation und Ansprechpartner	8	Sicherheit und Verfügbarkeit von Bauteilen	38
Das Institut in Zahlen	10	Numerische Berechnung von Eigenspannungen in schweißplattierten Komponenten	40
Kuratorium des Fraunhofer IWM	11	Werkstoffmodellierung und Crashsimulation bei langfaserverstärkten Thermoplasten	41
Die Weichen auf Wachstum gestellt	12	Komponenten der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik	42
Gottfried Wilhelm Leibniz-Preis 2007 für Professor Peter Gumbsch	14	Bewertung der mechanischen Eigenschaften von Drahtbondkontaktierungen	45
Werkstoffmechanikpreis, gestiftet von der PMG Füssen GmbH	15	Untersuchungen zur Ausbildung von Bleiausscheidungen in Glaslotverbindungen	46
Entwicklungsmöglichkeiten für Führungskräfte im Fraunhofer IWM	16	Fehlerlokalisierung in vergossenen Bauteilen	47
Spitzenforscher am Fraunhofer IWM	17	Werkstoffbasierte Prozess- und Bauteilsimulation	48
Im Dienste der Mitarbeiter und der Kunden: die Servicebereiche des Fraunhofer IWM	18	Dichteverteilungen beim Matrizenfüllen	51
Kernkompetenzen des Fraunhofer IWM	21	Mikrostrukturentwicklung beim Umformen von Magnesiumlegierungen	52
Werkstoff- und Bauteilcharakterisierung	22	Bauteilentwicklung leicht gemacht	53
Werkstoffmodellierung und Simulation	24	Thermodynamische und mechanische Stabilität von dünnen Kupfer-Filmen auf Tantal	54
Grenzflächen- und Oberflächentechnologie	26	Mikrostrukturbasierte Simulation von Dualphasen-Stählen	55
Ausgewählte Forschungsergebnisse	29	Komponenten mit funktionalen Oberflächen	56
Hochleistungswerkstoffe und Tribosysteme	30	Minimierung der Verwölbung dünner Solarzellen	59
Tribologisch beanspruchte Oberflächen optimal anpassen	33		
Aktive Verbundwerkstoffe für peristaltische Mikropumpen	34		
Abrasions- und Polierwirkung von zahnmedizinischen Prophylaxepasten	35		

Schichtentwicklung für die Heißformgebung optischer Komponenten	60	Das Fraunhofer IWM in der Fraunhofer-Gesellschaft: Kooperation und Vernetzung	81
Mikrooptische Bauteile aus optischen Spezialgläsern	61	Der Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile	83
Polymeranwendungen und biokompatible Materialien	62	Themenverbünde und Zentren	84
Naturfasern und kalthärtende Bioharze als Komponenten eines innovativen Verbundwerkstoffes	65	Gemeinschaftsforschung in der Fraunhofer-Gesellschaft	86
Untersuchung des Versagensverhaltens von CFK-Schaumsandwichstrukturen	66	Fraunhofer-Innovationscluster	88
Bestimmung der Kraftwirkung von chemo-mechanischen Proteinaggregaten (Forisomen)	67	Kooperationen mit Instituten der Max-Planck-Gesellschaft	89
Mikrostrukturbasierte Bauteilbewertung	68	Anhang	91
Neue Bewertungsmethoden für Kaltrisse	70	Personen, Ereignisse, Ausbildung	93
Ableitung von Inspektionsintervallen für Radsatzwellen auf Basis bruchmechanischer Untersuchungen	71	Seminare des Fraunhofer IWM	96
Fraunhofer-Center für Silizium-Photovoltaik CSP	72	Projektübersicht	98
Festigkeitsauslegung von Solarmodulen	74	Mitarbeit in Gremien, Ausschüssen, Beratertätigkeiten	102
Festigkeitsuntersuchungen an Siliziumwafern	75	Veröffentlichungen in referierten Zeitschriften	104
Fraunhofer-Pilotanlagenzentrum für Polymersynthese und -verarbeitung PAZ	76	Sonstige Veröffentlichungen	106
Material- und Kostenersparnis durch die »Direktverschäumung« von Thermoplasten	78	Veröffentlichte Konferenzbeiträge	107
Optimierung der Verfahrensparameter am Injection Moulding Compounder für celluloseregeneratfaserverstärktes Polyethylen	79	Eingeladene Konferenzvorträge	109
		Vorträge, Poster	110
		Broschüren des Fraunhofer IWM 2007	117
		Anfahrt	118

Als wissenschaftlich und wirtschaftlich expandierendes Forschungsinstitut hilft das Fraunhofer IWM mit seinen Standorten in Freiburg und Halle seinen Auftraggebern seit 1971, technische Bauteile und Systeme sicherer, zuverlässiger und langlebiger zu machen.

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.

Der werkstoffmechanische Ansatz wird fachgebietsübergreifend und für verschiedenste Werkstoffe eingesetzt und verfolgt die Ziele

- Schwachstellen und Fehler in Bauteilen aufzufinden, ihre Ursache aufzuklären, sie zu vermeiden beziehungsweise in ihren Auswirkungen zu beherrschen,
- die dafür benötigten Testverfahren, Prüf- und Diagnosetechniken, Modellierungskonzepte und Simulationswerkzeuge zu entwickeln,
- Bauteile und Fertigungsprozesse zu bewerten, zu simulieren und zu verbessern
- und letztendlich die Eigenschaften der Werkstoffe und Bauteile für die im Einsatz auftretenden Belastungen optimal einzustellen und die Leistungsfähigkeit der Werkstoffe möglichst vollständig auszuschöpfen.

Die Leistungen des Fraunhofer IWM umfassen die Werkstoffcharakterisierung und Bauteilprüfung, die Modellierung von Werkstoffeigenschaften unter verschiedensten Belastungen, die Simulation von Bauteilen und Fertigungsprozessen, die einsatzgerechte Beschichtung von Werkzeugen und Bauteilen, Verfahrensentwicklungen zur Formgebung von Gläsern und Kunststoffen und zum Trennen von Gläsern und Silizium sowie Mikrostruktur- und Schadensanalysen. Die Kopplung der Mikrostruktur des Werkstoffs mit seinen makroskopischen Eigenschaften ist ein wesentlicher Forschungsschwerpunkt. Das Spektrum der in den Projekten behandelten Bauteile reicht von Mikrosensoren über Maschinenbauteile bis zu Kraftwerkskomponenten.

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

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

Neben der Bauteilbewertung unter Einsatzbedingungen kommt der werkstoffmechanischen Bewertung von Fertigungsprozessen eine entscheidende Rolle zu. Denn in der Fertigung wird die Mikrostruktur des Werkstoffs festgelegt und verändert, z.B. durch Umformen, Sintern oder Gießen. Ebenso werden durch Bearbeitung oder Beschichtung die Eigenschaften der Bauteiloberflächen verändert. Und schließlich bestimmen die Fertigungsausbeute und die Herstellbarkeit eines neuen Produkts die Wirtschaftlichkeit des gesamten Prozesses.

Geschäftsfelder und Kernkompetenzen

Die Projektbearbeitung im Fraunhofer IWM findet in sieben Geschäftsfeldern statt:

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

Die Kernkompetenzen des Instituts sind

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

Auftraggeber und Kooperationspartner

Das Spektrum der Forschungs- und Entwicklungsleistungen des Fraunhofer IWM umfasst

- Machbarkeitsstudien, Beratungsgespräche,
- Projekte in der anwendungsorientierten Grundlagenforschung,
- bilaterale Industrieprojekte oder
- die Koordination von größeren Projekten, an denen mehrere Industriepartner beteiligt sind.

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

Die öffentlichen Auftraggeber des Fraunhofer IWM sind

- verschiedene Bundesministerien,
 - die Länder Baden-Württemberg und Sachsen-Anhalt,
 - die Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG,
 - die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungseinrichtungen AiF,
 - die Europäische Union
- sowie viele Industrieverbände, Stiftungen oder andere Forschungsgemeinschaften.

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

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

Organisation und Ansprechpartner

Institutsleiter und Sprecher der Institutsleitung
Prof. Dr. Peter Gumbsch
07 61 / 51 42-1 00
peter.gumbsch@iwmm.fraunhofer.de

Leiter Institutsteil Freiburg
Dr. Thomas Hollstein
07 61 / 51 42-1 21
thomas.hollstein@iwmm.fraunhofer.de

Institutsleiter und Leiter Institutsteil Halle
Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn
03 45 / 55 89-1 00
ralf.wehrspohn@iwmm.fraunhofer.de

Stellvertretender Leiter Institutsteil Halle
Prof. Dr. Matthias Petzold
03 45 / 55 89-1 30
matthias.petzold@iwmm.fraunhofer.de

Geschäftsfelder

Hochleistungswerkstoffe und Tribosysteme
Dr. Thomas Hollstein
07 61 / 51 42-1 21
thomas.hollstein@iwmm.fraunhofer.de

Sicherheit und Verfügbarkeit von Bauteilen
Dr. Dieter Siegele
07 61 / 51 42-1 16
dieter.siegele@iwmm.fraunhofer.de

Komponenten der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik
Prof. Dr. Matthias Petzold
03 45 / 55 89-1 30
matthias.petzold@iwmm.fraunhofer.de

Werkstoffbasierte Prozess- und Bauteilsimulation
Prof. Dr. Hermann Riedel
07 61 / 51 42-1 03
hermann.riedel@iwmm.fraunhofer.de

Verschleißschutz, Technische Keramik
Dr. Andreas Kailer
07 61 / 51 42-2 47
andreas.kailer@iwmm.fraunhofer.de

Anlagensicherheit, Bruchmechanik
Dr. Dieter Siegele
07 61 / 51 42-1 16
dieter.siegele@iwmm.fraunhofer.de

Bewertung mikroelektronischer Systemintegration
Prof. Dr. Matthias Petzold
03 45 / 55 89-1 30
matthias.petzold@iwmm.fraunhofer.de

Pulvertechnologie
Dr. Torsten Kraft
07 61 / 51 42-2 48
torsten.kraft@iwmm.fraunhofer.de

Verbundwerkstoffe
Dr. Bärbel Thielicke
07 61 / 51 42-1 92
baerbel.thielicke@iwmm.fraunhofer.de

Crashsicherheit, Schädigungsmechanik
Dr. Dong-Zhi Sun
07 61 / 51 42-1 93
dongzhi.sun@iwmm.fraunhofer.de

Charakterisierung Mikrosysteme
Prof. Dr. Matthias Petzold (komm.)
03 45 / 55 89-1 30
matthias.petzold@iwmm.fraunhofer.de

Formgebungs- und Umformprozesse
Dr. Dirk Helm
07 61 / 51 42-1 58
dirk.helm@iwmm.fraunhofer.de

Biomedizinische Materialien und Implantate
Dr. Raimund Jaeger
07 61 / 51 42-2 84
raimund.jaeger@iwmm.fraunhofer.de

Diagnostik und Halbleitertechnologie
Frank Altmann
03 45 / 55 89-1 39
frank.altmann@iwmm.fraunhofer.de

Hochtemperaturverhalten Metalle
Prof. Dr. Hermann Riedel
07 61 / 51 42-1 03
hermann.riedel@iwmm.fraunhofer.de

Randschichttechnologien
Dr. Wulf Pfeiffer
07 61 / 51 42-1 66
wulf.pfeiffer@iwmm.fraunhofer.de

Mikro- und Nanotribologie
Prof. Dr. Matthias Scherge
07 61 / 51 42-2 06
matthias.scherge@iwmm.fraunhofer.de

Physikalische Werkstoffmodellierung
Prof. Dr. Christian Elsässer
07 61 / 51 42-2 86
christian.elsaesser@iwmm.fraunhofer.de

Priv.-Doz. Dr. Michael Moseler
07 61 / 51 42-3 32
michael.moseler@iwmm.fraunhofer.de

Kompetenzzentrum Bauteilsimulation SimBAU
Dr. Winfried Schmitt
07 61 / 51 42-1 04
winfried.schmitt@iwmm.fraunhofer.de

Verwaltung

Wolfgang Thielicke
07 61 / 51 42-1 11
wolfgang.thielicke@
iwm.fraunhofer.de

Personal

Kerstin A. Drüsedau
07 61 / 51 42-1 40
kerstin.druesedau@
iwm.fraunhofer.de

Qualitätsmanagement

Christina von der Wehd
07 61 / 51 42-2 58
christina.von.der.wehd@
iwm.fraunhofer.de

Marketing, Öffentlichkeitsarbeit

Thomas Götz
07 61 / 51 42-1 53
thomas.goetz@
iwm.fraunhofer.de

Jasmine Ait-Djoudi
03 45 / 55 89-2 13
jasmine.ait-djoudi@
iwmh.fraunhofer.de

Komponenten mit funktionalen Oberflächen

Dr. Günter Kleer
07 61 / 51 42-1 38
guenter.kleer@iwm.fraunhofer.de

Beschichtungen, Oberflächenstrukturierungen

Dr. Günter Kleer
07 61 / 51 42-1 38
guenter.kleer@iwm.fraunhofer.de

Heißformgebung Glas

Dr. Peter Manns
07 61 / 51 42-1 35
peter.manns@iwm.fraunhofer.de

Trenntechniken, schädigungsarme Bearbeitung

Dr. Rainer Kübler
07 61 / 51 42-2 13
rainer.kuebler@iwm.fraunhofer.de

Polymeranwendungen und biokompatible Materialien

Prof. Dr. Ralf. B. Wehrspohn
03 45 / 55 89-1 00
ralf.wehrspohn@iwmh.fraunhofer.de

Polymercompounds

Dr. Michael Busch
03 45 / 55 89-1 11
michael.busch@iwmh.fraunhofer.de

Polymerbasierte Hochleistungsverbundwerkstoffe

Dr. Ralf Schäuble
03 45 / 55 89-1 51
ralf.schaeuble@iwmh.fraunhofer.de

Biologische Materialien und Grenzflächen

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

Mikrostrukturbasierte Bauteilbewertung

Dr. Wulf Pfeiffer
07 61 / 51 42-1 66
wulf.pfeiffer@iwm.fraunhofer.de

Mikrostruktur- und Schadensanalyse

Dr. Simone Schwarz
07 61 / 51 42-1 17
simone.schwarz@iwm.fraunhofer.de

Ermüdungsverhalten, Eigenspannungen

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

Fraunhofer-Forschungszentren

Fraunhofer-Center für Silizium- Photovoltaik CSP

gemeinsame Einrichtung des
Fraunhofer IWM und des
Fraunhofer ISE

Dr. Jörg Bagdahn
03 45 / 55 89-1 29
joerg.bagdahn@iwmh.fraunhofer.de

Fraunhofer-Pilotanlagenzentrum für Polymersynthese und -verarbeitung PAZ

gemeinsame Einrichtung des
Fraunhofer IWM und des
Fraunhofer IAP

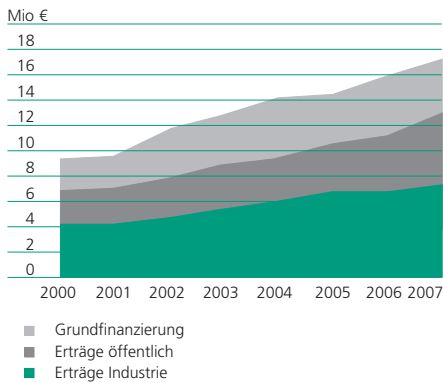
Dr. Michael Busch
03 45 / 55 89-1 11
michael.busch@iwmh.fraunhofer.de

Freiburger-Zentrum für crash- relevante Werkstoffcharak- terisierung *crashMAT*

gemeinsame Einrichtung des
Fraunhofer IWM und des
Fraunhofer EMI

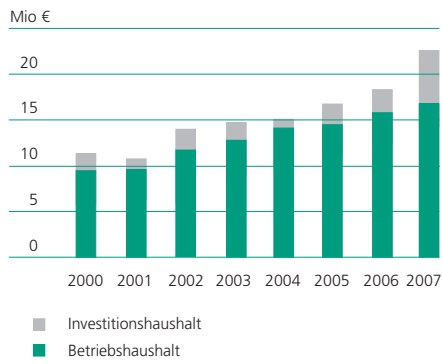
Dr. Dieter Siegele
07 61 / 51 42-1 16
dieter.siegele@iwm.fraunhofer.de

Stand 01.01.2008

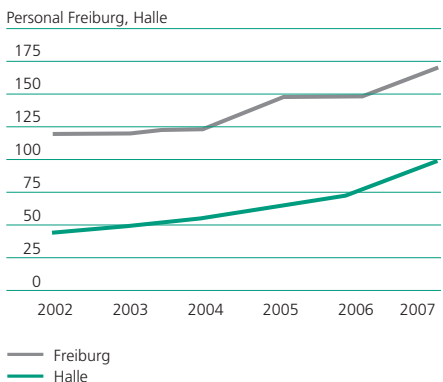


Der Betriebshaushalt des Fraunhofer IWM ist weiter gewachsen. Er beläuft sich Ende 2007 auf 17,2 Millionen Euro. Davon entfallen 11,3 Millionen Euro auf den Institutsteil Freiburg und 5,9 Millionen Euro auf den Institutsteil Halle.

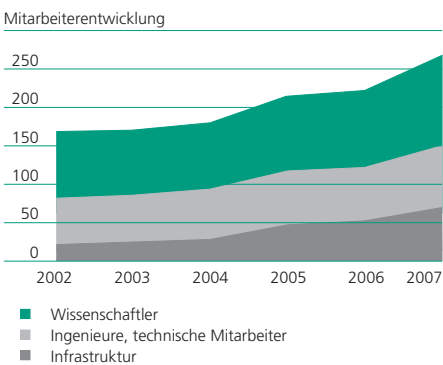
Der Anteil der Industrieerträge zur Finanzierung des Betriebshaushaltes liegt bei 42 Prozent.



Der Investitionshaushalt betrug 2007 5,8 Millionen Euro. Im Zuge des Institutsneubaus wurden in Halle 2007 insgesamt weitere 8,5 Millionen Euro für Erstausrüstungsinvestitionen aufgewendet.



Ende 2007 waren am Fraunhofer IWM 271 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter beschäftigt, davon 172 in Freiburg und 99 in Halle.



Die Beschäftigtenzahl setzt sich zusammen aus 120 Wissenschaftlern, 81 Ingenieuren und technischen Mitarbeitern sowie 70 Beschäftigten im Bereich Sekretariat und Infrastruktur.

Inklusive der 66 wissenschaftlichen Hilfskräfte, Diplomanden und Praktikanten waren Ende 2007 insgesamt 337 Personen am Fraunhofer IWM tätig.

Kuratorium des Fraunhofer IWM

Kuratoren

Dr. Rudolf Stauber (Vorsitzender)
BMW Group, München

Prof. Dr. Christina Berger
Technische Universität Darmstadt

Dr. Ingward Bey
Forschungsmanagement, Karlsruhe
Bis 31.10.2007 Projektträger
Forschungszentrum Karlsruhe GmbH,
Eggenstein-Leopoldshafen

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

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

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

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

Dr. Florian Holzapfel
Q-Cells AG, Thalheim

Dr. Roland Langfeld
Schott AG, Mainz

Prof. Dr. Detlef Löhe
Technische Universität Karlsruhe

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

Dr. Christoph Mühlhaus
DOW Olefinverbund GmbH,
Merseburg

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

Dr. Lorenz Sigl
Plansee SE, Reutte, Österreich

Dr. Joachim Wekerle
Wirtschaftsministerium
Baden-Württemberg, Stuttgart

Die Weichen auf Wachstum gestellt



Vorderansicht:
ganz in Weiß.



Innenansichten:
offene Atmosphäre im Institut.



Neubau mit See:
Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn und
Prof. Dr. Dieter Katzer.



Brücke in die Zukunft:
Technikum.

Es zeugt von der Erfolgsgeschichte des Fraunhofer IWM und schafft zugleich die Basis für ihre Fortsetzung: das neue Forschungsgebäude des Fraunhofer IWM am Standort *weinberg campus* in Halle/Saale. Eine hochwertige technische Ausstattung und hervorragende Arbeitsbedingungen ermöglichen es, den wachsenden Anfragen aus der Industrie Rechnung zu tragen, neuen Forschungstrends zu folgen und auf die damit verbundene Erweiterung der Zahl der Mitarbeiter zu reagieren.

Die Gesamtinvestitionssumme betrug 19,4 Millionen Euro, davon entfallen 5,6 Millionen auf die wissenschaftlich-technische Ausstattung. Gefördert wurde der Neubau aus Mitteln des Europäischen Fonds für Regionalentwicklung (EFRE), des Bundes und des Landes Sachsen-Anhalt.

Initiiert von Professor Dieter Katzer, ehemaliger Leiter des Institutsteils Halle, und kreiert vom Münchner Architektenteam Beeg-Geiselbrecht-Lemke steht heute ein multifunktionales Gebäude zur Verfügung: Auf 3 200 m² sind Speziallabore, ein Reinraum und technische Geräte auf dem neuesten Stand der Forschung sowie Büros für etwa 80 Mitarbeiter angesiedelt.

Im angrenzenden Technikum wird eine Brücke in die Zukunft geschlagen: Hier entsteht im Rahmen des Aufbaus des Fraunhofer-Centers für Silizium-Photovoltaik CSP ein prototypischer Anlagenpark zur Herstellung und Bearbeitung von Silizium für Solarzellen inklusive Kristallisationsanlagen, verschiedene Prozessschritte der Silizium-Waferproduktion und Handlingsysteme. Der Neubau trägt damit in großem Maße dazu bei, die boomende Photovoltaik-Industrie in der Region und die Verbindung zwischen den halleischen Forschungseinrichtungen zu stärken.

Im vormaligen Hauptgebäude des Instituts gegenüber dem Neubau liegt der Schwerpunkt nun auf den Bereichen, in denen das Fraunhofer IWM seine Arbeit in Halle begonnen hat: der Mikrosystemtechnik und der Mikroelektronik. Vor allem die hochauflösende Mikroskopie und die Analytik kommen hier zum Einsatz.

Für Professor Dr. Ralf B. Wehrspohn sind mit dem Bezug des neuen Institutsgebäudes seit April 2007 die Weichen des Instituts weiter auf Wachstum gestellt und mit der Verbesserung der Arbeitsbedingungen die Voraussetzungen für wissenschaftliche Spitzenleistungen in den Zukunftsmärkten für Werkstoffwissenschaften geschaffen. »Die verbesserten Arbeitsbedingungen erlauben uns, die mikrostrukturbasierte Werkstoffmechanik in der Siliziumtechnologie, den Polymeranwendungen und den biologischen Materialien strategisch weiterzuentwickeln.«

Offiziell eingeweiht wurde der Neubau am 26. September 2007 im Rahmen eines Festaktes: Ministerpräsident Professor Wolfgang Böhmer, der Parlamentarische Staatssekretär Ulrich Kasparick aus dem Bundesverkehrsministerium, die Oberbürgermeisterin der Stadt Halle, Dagmar Szabados, und der Präsident des Instituts für Wirtschaftsforschung Halle, Professor Ulrich Blum, freuten sich zusammen mit den Mitarbeitern aus Freiburg und Halle sowie 350 Gästen über die neuen Forschungsmöglichkeiten.

Ministerpräsident Professor Wolfgang Böhmer sagte anlässlich der Eröffnung: »Das neue Forschungsgebäude und die international beachteten wissenschaftlichen Kompetenzen des Fraunhofer-Instituts für Werkstoffmechanik Halle machen den *weinberg campus* zu dem, was einen Top-Technologiestandort

kennzeichnet: Ausgezeichnete Forschungsbedingungen und kluge Köpfe am Ort verhelfen neuesten Forschungsergebnissen zur raschen und erfolgreichen industrienahen Anwendung.«

Für den Parlamentarischen Staatssekretär Ulrich Kasparick stellt der Neubau ein positives Vorzeichen für die Zukunft des Instituts dar: »Das Fraunhofer IWM wird in den neuen Räumen seine guten Potenziale noch weiter ausbauen können. Ich bin sicher, dass es nicht zuletzt durch seine Forschung im Bereich der Photovoltaik seine Position als regionaler Innovationsanker stärken wird.«

Die Bundesregierung sieht im Ausbau von Forschung und Entwicklung den zentralen Ansatz für eine gute und wettbewerbsfähige wirtschaftliche Entwicklung der neuen Bundesländer. »Wir danken ganz besonders der Fraunhofer-Gesellschaft für ihr Engagement in den neuen Bundesländern.«

Für Oberbürgermeisterin Dagmar Szabados liegt der Schlüssel für die weitere Entwicklung und die Zukunftsfähigkeit der Stadt Halle in der erfolgreichen Symbiose von Wissenschaft und Wirtschaft, wie sie am *weinberg campus* praktiziert wird. »Die Wachstumszahlen des Fraunhofer IWM, die einen Erweiterungsbau notwendig und möglich gemacht haben, sind zudem Ausdruck des zukunftsfähigen, unternehmerfreundlichen Klimas unserer Stadt.«

Professor Ulrich Blum, Präsident des Instituts für Wirtschaftsforschung Halle, attestiert der Wissenschaftslandschaft Ostdeutschlands eine herausragende Rolle für die Entwicklung der neuen Bundesländer. Da der Osten Deutschlands nur wenige Konzernzentralen großer Unternehmen aufweist, müssen die Impulse aus den Forschungseinrichtungen kommen.

Auf den offiziellen Teil der Veranstaltung folgte ein abwechslungsreiches Fest. Originelle Führungen, die einen Einblick in die Arbeit des Instituts gaben, Musik und eine molekulare Kochshow rundeten die Einweihung des Neubaus ab.

Molekulare Kochshow:
Prof. Dr. Wolfgang Böhmer,
Ministerpräsident Sachsen-Anhalt;
Dagmar Szabados,
Oberbürgermeisterin der Stadt Halle;
Prof. Dr. Dieter Katzer;
Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn
(von links).



Staunen über molekulare Delikatessen.



Gottfried Wilhelm Leibniz-Preis 2007 für Professor Peter Gumbsch



Leibniz-Preisträger Prof. Dr. Peter Gumbsch mit dem Präsidenten der Deutschen Forschungsgesellschaft Prof. Dr. Matthias Kleiner.

Für seine herausragenden Forschungsleistungen auf dem Gebiet der Verformungs- und Bruchprozesse erhielt Professor Peter Gumbsch, Leiter des Fraunhofer-Instituts für Werkstoffmechanik IWM, am 13. März 2007 den renommiertesten und mit 2,5 Millionen Euro höchst dotierten Forschungspreis der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Das Fraunhofer IWM beschäftigt damit als erstes Fraunhofer-Institut nach Professor Hermann Riedel, der den Preis 1991 erhielt, zwei Leibniz-Preisträger.

Forschung in Grenzgebieten, darin liegt die Herausforderung für Preisträger Gumbsch. Sein Engagement gilt den Belastungsgrenzen von Materialien, das Grenzgebiet liegt zwischen der Physik und den Ingenieurwissenschaften. Ziel ist es, zu einem besseren Verständnis und einer besseren Beschreibung des Verhaltens von Werkstoffen und deren Belastbarkeit beizutragen. Hierbei nimmt die Simulation von Werkstoffen, insbesondere die Multiskalen-Materialmodellierung, also die mathematische Beschreibung über mehrere Größen- und Zeitskalen, von der atomaren Ebene über die Kristalle bis hin zum ganzen Werkstück, eine zentrale Rolle ein.

Gumbsch, zugleich Inhaber des Lehrstuhls für Werkstoffmechanik und Leiter des Instituts für Zuverlässigkeit von Bauteilen und Systemen izbs an der Universität Karlsruhe, ist international anerkannt und gefragt – bei internationalen Konferenzen und Workshops und in einschlägigen Berufungskommissionen. Er leitet EU-Netzwerke und -Projekte zu größenabhängigen mechanischen Phänomenen sowie der Multiskalensimulation von Funktionskeramiken. Auch die deutsche Forschungslandschaft ist durch den 45-Jährigen geprägt. So ist es Gumbsch 2005 erstmalig gelungen, zusammen mit Professor Dierk Raabe vom

Max-Planck-Institut für Eisenforschung eine gemeinsame Arbeitsgruppe der Max-Planck-Gesellschaft und der Fraunhofer-Gesellschaft aufzubauen. Das Team arbeitet an neuartigen, präzisen Simulationsmodellen für die Umformung von Metallen.

Der Leibniz-Preis würdigt aber nicht nur Gumbschs bisherige Forschungsleistungen, sondern ebnet zugleich den Weg in unbesiedelte Forschungsgebiete, genauer, ins »Niemandland der Plastizitäts- und Bruchforschung«. Denn dort investiert der Leiter des Fraunhofer IWM das für sieben Jahre angesetzte Preisgeld. »Die Entstehungsprozesse von Rissen und Versetzungen sind – obgleich zentral für das Ermüdungsverhalten von technischen Bauteilen, deren Festigkeit und den Verschleiß – bislang nur ungenügend beschrieben«, erläuterte Gumbsch bei der Preisverleihung 2007, »hierfür müssen Modelle entwickelt werden.« Diese Modelle werden in den nächsten Jahren zunehmend konkrete Formen annehmen.

Das Leibniz-Programm wurde 1985 mit dem Ziel eingerichtet, die Arbeitsbedingungen herausragender Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zu verbessern, ihre Forschungsmöglichkeit zu erweitern, sie von administrativem Arbeitsaufwand zu entlasten und ihnen die Beschäftigung besonders qualifizierter Nachwuchswissenschaftler zu erleichtern. Mit der Preisverleihung am 13. März 2007 erhöhte sich die Zahl der bisher im Leibniz-Programm vergebenen Preise auf 249. Davon kommen 54 aus den Geisteswissenschaften, 70 aus den Biowissenschaften, 89 aus den Naturwissenschaften und 36 aus den Ingenieurwissenschaften.



Die Leibniz-Preisträger 2007 mit Bundesforschungsministerin Annette Schavan.

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 in einer Auswahl nominierten drei Themen in 2007 waren:

- Ersatzmodellierung für Punktschweißverbindungen in der Crashsimulation (Silke Sommer)
- Eine neue Bohrstrategie zur Ermittlung von Messunsicherheiten bei der Eigenspannungsanalyse nach dem Bohrlochverfahren (Johannes Wenzel)
- Gefügeentwicklung und lokale mechanische Kennwerte von Lotkontaktierungen mikroelektronischer Bauelemente (Michael Krause)

Der Werkstoffmechanikpreis 2007 wurde an Silke Sommer verliehen. Johannes Wenzel und Michael Krause wurden mit einer Anerkennungsprämie ausgezeichnet.

Ersatzmodellierung für Punktschweißverbindungen in der Crashsimulation

Die Crashsimulation benötigt ein zuverlässiges und anwendbares Werkzeug, mit dem bereits in der virtuellen Entwicklungsphase belastbare Aussagen über die Tragfähigkeit von Schweißpunkten gemacht werden können. Im Rahmen der Arbeit von Frau Sommer wurde als Ersatzmodell für einen Schweißpunkt ein Volumenelement, ein Hexaeder, verwendet. Zur Verifikation des aufgestellten Ersatzmodells wurden Versuche mit punktgeschweißten T-Stoßproben durchgeführt. Dabei wurden die Reihenfolge und Zuordnung des Schweißpunktversagens zu den Lastabfällen gemessen und mit der Simulation verglichen. Zwischen ge-

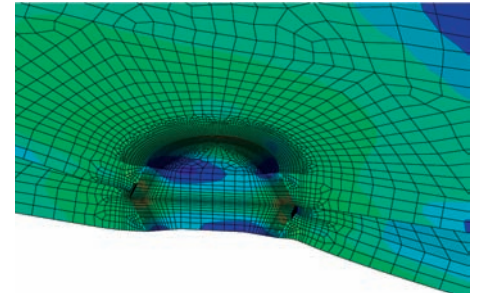
messener und berechneter Bruchverschiebung gibt es Unterschiede, aber sowohl die berechneten Tragfähigkeiten als auch die Versagensreihenfolgen stimmen sehr gut mit den experimentellen Ergebnissen überein.

Eine neue Bohrstrategie zur Ermittlung von Messunsicherheiten bei der Eigenspannungsanalyse nach dem Bohrlochverfahren

Ein bedeutender Nachteil der inkrementellen Bohrlochmethode besteht darin, dass es derzeit noch keine Möglichkeit gibt, für eine einzelne Messstelle eine ausreichend abgesicherte Angabe der Messunsicherheiten angeben zu können. Im Rahmen der Diplomarbeit von Herrn Wenzel wurde durch eine neue Bohrstrategie die Möglichkeit geschaffen, diesen Nachteil weitestgehend zu eliminieren. Für jede Tiefe wurden hierzu mehrere Eigenspannungsmessungen an einer Messstelle realisiert, indem das Bohrloch schrittweise lateral erweitert wurde.

Gefügeentwicklung und lokale mechanische Kennwerte von Lotkontaktierungen mikroelektronischer Bauelemente

Für die Zuverlässigkeitsbewertung von Werkstoffen muss die Wechselwirkung zwischen Diffusionsprozessen und Kriechverformung möglichst genau bekannt sein. Dies trifft in besonderem Maße auf die gegenwärtig neu eingeführten bleifreien Lotwerkstoffe zu. In der Arbeit von Herrn Krause wurde der Zusammenhang zwischen der Mikrostruktur bleifreier Zinn-Kupfer-Lote mit elektronenmikroskopischen Verfahren bewertet und mit dem Verformungsverhalten korreliert. Die mechanischen Eigenschaften wurden durch lokale Nanoindentationsmessungen charakterisiert.



Ein am Fraunhofer IWM entwickeltes Modell für Punktschweißverbindungen ermöglicht, die Vorhersagekraft von Crashsimulationen zu steigern.

Entwicklungsmöglichkeiten für Führungskräfte im Fraunhofer IWM

Das Fraunhofer IWM befindet sich seit Jahren in der erfreulichen Situation stabilen wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Wachstums. Basis hierfür sind unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die dieses initiieren, indem sie Gestaltungsspielräume in FuE-Märkten und neuen Technologien ausmachen und sie ausfüllen. Unsere Aufgabe als Institut besteht darin, sie dabei zu unterstützen und ihnen persönliche Wachstumschancen zu ermöglichen, ganz gleich, ob durch formale Weiterbildung, informelles Coaching, Führung, die Bereitschaft, in neue Themen zu investieren, oder einfach dadurch, dass Menschen zusammenarbeiten können, die Spaß miteinander haben.

Dank unseres Wachstums suchen wir in Freiburg und Halle kontinuierlich nach wissenschaftlichem Nachwuchs und nach Führungskräften.

Herkunft

Solides Handwerkszeug ist die Grundvoraussetzung für wissenschaftliches Arbeiten. Die Fachrichtungen, die im Fraunhofer IWM vertreten sind, decken das gesamte natur- und ingenieurwissenschaftlich-technische Spektrum ab: Physik, Werkstoffwissenschaft, Chemie, Mathematik, Ingenieurwesen, Mineralogie, etc. Unsere Führungskräfte von extern kommen von Hochschulen oder aus Industrieunternehmen.

Thema

Die Entwicklungschancen innerhalb des Instituts sind so vielfältig wie die Themen des Fraunhofer IWM. Unser Geschäft besteht darin, Neues zu schaffen. Dazu gehört, neue Themen anzugehen und wissenschaftlich zu erschließen und mit unseren Geschäftspartnern industriell umzusetzen. Manche unserer Führungskräfte haben ihr »eigenes« Thema mitgebracht und treiben dieses jetzt im Fraunhofer IWM

erfolgreich voran. Manche Themenfelder, die wir »in der Pipeline« haben, warten nur auf die »Macher«, die sie bestellen.

Startbedingungen

Forschung braucht einen langen Atem und ist mit Risiken verbunden. Wir loten neue Themen sorgfältig aus und stellen diese dann mit den erforderlichen finanziellen Ressourcen aus, damit Erfolg möglich wird. Mit neuen Führungskräften erarbeiten wir einen Geschäftsplan, der je nach Situation auch Mittel für Eigenforschung und Investitionen vorsieht. Natürlich suchen wir auch Verstärkung für gut ausgestattete Bereiche. Mit dem Thema wachsen auch die Personalverantwortung und die Möglichkeit, eine eigene Arbeitsgruppe aufzubauen.

Einbindung

Alle unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sind in die Fraunhofer IWM-Geschäftsfelder und damit auch in entsprechende industrielle Netzwerke eingebunden. Das Engagement in der Wissenschaftsgemeinde und die Kooperation mit anderen Forschungsinstitutionen sind Garanten für Inspiration und Benchmarks. Über die Anbindung an die Universitäten in Karlsruhe, Freiburg und Halle bestehen auch die Möglichkeiten im Lehrbetrieb aktiv zu werden.

Herausforderung Fraunhofer

Forscher – Erfinder – Unternehmer. Das sind die Schlagworte, mit denen sich alle unsere Mitarbeiterprofile charakterisieren lassen. Im Spannungsfeld von wissenschaftlichem Arbeiten und industriellem Umsetzen tätig zu sein, zeichnet die Arbeit in der Fraunhofer-Gesellschaft aus. Dies gilt gleichermaßen für Berufseinsteiger und Führungskräfte.

Effizientere Solarzellen

Im Rahmen des Förderprogramms »Fraunhofer Attract« konnte Dr. Stefan Schweizer für ein Forschungsvorhaben in Halle an der Saale gewonnen werden.

In seinem Projekt will der habilitierte Physiker die Effizienz von Solarzellen durch den Einsatz spezieller Deckgläser und reflektierender Unterschichten steigern. Die Wellenlänge des einfallenden Lichtes soll hierbei so verändert werden, dass ein breiteres Spektrum für die Energiegewinnung genutzt werden kann. Schweizers Gruppe wird am Fraunhofer-Center für Silizium-Photovoltaik CSP in Halle angesiedelt.

Die Fraunhofer-Gesellschaft bietet mit dem Förderprogramm »Fraunhofer Attract« externen Wissenschaftlern die Möglichkeit, ihre Ideen innerhalb eines optimal ausgestatteten Fraunhofer-Instituts marktnah in Richtung Anwendung voranzutreiben. Der Förderzeitraum beträgt fünf Jahre und die Forschungsgruppe wird mit max. 2,5 Millionen Euro unterstützt.

Ansprechpartner:
Dr. Stefan Schweizer
stefan.schweizer@iwmh.fraunhofer.de

Reibung auf der Nanoskala

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) hat Dr. Martin Dienwiebel vom Fraunhofer IWM eine Emmy-Noether-Nachwuchsgruppe zugesprochen. Das Projekt »Dynamics of sliding metal surfaces as case study for complex systems« will die Dynamik von Metalloberflächen beim Reibvorgang auf der Nanoskala untersuchen.

Gleitbeanspruchte Oberflächen finden sich sowohl in der Natur (z.B. in menschlichen Gelenken) als auch in technischen Systemen, die von Mikro-Elektro-Mechanischen Systemen (MEMS) bis hin zu Schiffsmotoren mit der Größe eines Einfamilienhauses reichen. Hauptziel der Emmy-Noether-Nachwuchsgruppe ist es, Oberflächen unter Reibbeanspruchung direkt zu verfolgen und Topographieveränderungen von Metallen mit deren Reib- und Verschleißverhalten zu verbinden. Dadurch erhofft sich die Gruppe, die im Bereich Mikro- und Nanotribologie am Fraunhofer IWM angesiedelt ist, neue Ansätze zur Reduktion von Reibungsverlusten und damit zur Einsparung von wertvollen Rohstoffressourcen.

Ansprechpartner:
Dr. Martin Dienwiebel
martin.dienwiebel@iwm.fraunhofer.de

Im Dienste der Mitarbeiter und der Kunden: die Servicebereiche des Fraunhofer IWM



Das Fraunhofer IWM lebt von seinen Auftraggebern und den Aufgaben, die für sie gelöst werden. Hinter jeder einzelnen externen Kunden-Beziehung stecken gut und gerne 100 interne Kunden-Lieferanten-Beziehungen, die erforderlich sind, um alle Projekte im Institut erfolgreich bearbeiten zu können.

Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der kaufmännischen Verwaltung sorgen für den Durchblick bei Kosten. Sie kümmern sich um die Vertragsgestaltung und behalten den Überblick über mehrere hundert Projekte, die pro Jahr im Institut bearbeitet werden.

Die Vernetzung mit der Außenwelt wird von den Mitarbeitern der IT gewährleistet. Sie sind es, die das IWM-Rechenzentrum in Schwung halten und sicherstellen, dass Tag und Nacht und von überall her an den Projekten gearbeitet werden kann.

Dass die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter mobil bleiben, ist Sache der Reissekte. Dort werden für beide Institutsstandorte über 3 000 Dienstreisen pro Jahr abgewickelt.

Versuche sind zentraler Bestandteil fast jeden Projektes. Probenfertigung, der Bau von Werkzeugen und Vorrichtungen und das Erfüllen von Sonderwünschen aller Art sind die Aufgaben der Werkstatt.

Dass neue Geräte im Institut ihren Platz und Anschluss finden und dass gute (Druck-)Luft nicht nur bei technischen Versuchen herrscht, ist die Leistung der Technischen Dienste. Sie planen und projektieren, damit das Institut im Zuge des starken personellen Wachstums nicht aus allen Nähten platzt.

Projektleiter, Projektbearbeiter, Hilfskräfte und Praktikanten – alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Hauses gleichermaßen – werden von den Personalreferaten in Freiburg und Halle unter die Fittiche genommen und in punkto Arbeitsverträge, Erholungsurlaub und vielem mehr betreut.

Die Sekretariate wiederum terminieren und organisieren Projektsitzungen, wirbeln hinter den Kulissen und sehen zu, dass in den Geschäftsfeldern nichts anbrennt.

Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Marketings geben den Leistungen und Kompetenzen des Instituts in der Öffentlichkeit ein Gesicht und sorgen dafür, dass das Fraunhofer IWM im Gespräch bleibt.

Ziele der Servicebereiche des Fraunhofer IWM sind es, die Rahmenbedingungen zu schaffen, in denen alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter hervorragende Ergebnisse für unsere Projektpartner erbringen können.

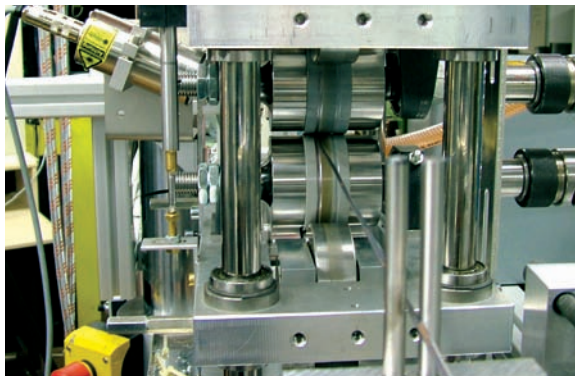
Kernkompetenzen des Fraunhofer IWM

Werkstoff- und Bauteilcharakterisierung

Werkstoffcharakterisierung und Ermittlung mechanischer Kennwerte

Bauteilprüfung und Schadensanalyse

Mikrostrukturanalyse und Fehlerdiagnostik in Mikro- und Nanosystemen



Die Werkstoff- und Bauteilcharakterisierung untersucht die Reaktion von Werkstoffen und Bauteilen auf mechanische, thermomechanische und elektromechanische Belastungen und klärt Verformungs- und Versagensmechanismen.

Wie kommt die Kompetenz zum Einsatz?

- Die Grenzen der Beanspruchbarkeit werden ermittelt
- Die Lebensdauer und die Betriebssicherheit von Bauteilen werden abgeschätzt
- Schadensanalysen werden durchgeführt, und Lösungen für die Schadensvermeidung werden erarbeitet

Themen

- 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 werden Werkstoffstruktur und Werkstoffverhalten bis in den Bereich der atomaren Auflösung beschrieben
- Bei der Bauteilbewertung werden Fehlercharakteristik und Umgebungseinflüsse berücksichtigt

Ansprechpartner

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

Prof. Dr. Matthias Petzold
Telefon: 03 45 / 55 89-1 30
matthias.petzold@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
- Schnellzerreißmaschinen bis 100 kN und Abzugsgeschwindigkeiten bis 20 m/s
- Pendelschlagwerke von 1 J bis 750 J
- Fallgewichtsanlagen 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)

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
- Vakuum-, Klima- und Temperaturprüfkammern
- Induktive Erwärmungsanlagen
- Korrosionsprüfstände für wässrige und gasförmige Medien
- Wasserstoffanalysator mit Temperierkammer
- Rotationsrheometer
- Hochdruckkapillarviskosimeter
- Schmelzefestigkeits-Messgerät
- Schmelzindex-Messgerät

Mikroskopische Verfahren für die Materialcharakterisierung

- Transmissionselektronenmikroskop (TEM 200 kV) mit Röntgenanalyse-system (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 und manuell)
- Nanoindenter mit Temperierung

Verfahren zur Struktur-, Verformungs- und Eigenspannungsanalyse

- Quantitative Bildanalyse-systeme
- Hochgeschwindigkeits- und IR-Kameras
- ARAMIS-System zur optischen, dreidimensionalen Dehnungsmessung
- Speckle-Interferometer zur berührungslosen Verformungs- und Vibrationsanalyse
- Zweistrahlf-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. Auslagerungs-Ofen
- Dichte- und Porositätsmessen-richtungen
- Karl-Fischer-Titratoren (Feuchtemessung)

Prüfeinrichtungen für Mikrosysteme und mikroelektronische Bauelemente

- Pull- und Schertester für die Verbindungstechnik
- In situ Verformungseinrichtungen für Raster- und Transmissions-Elektronenmikroskope
- Mikrooptischer Kraftmessplatz mit Manipulationseinrichtungen
- Versuchsstände zur Festigkeits- und Lebensdauervorhersage
- Mikrosystemanalysator (MSA) zur berührungslosen Verformungs- und Vibrationsanalyse
- Automatischer elektrischer Messplatz für Messungen im Picoamperebereich
- Rückseitenpräparation
- Waferbondanlage mit Plasmaaktivierung

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

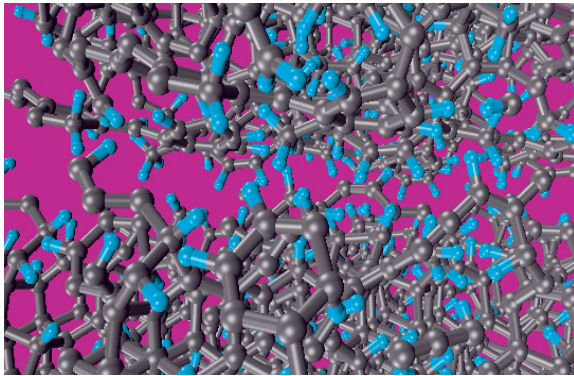
- Wärmebehandlungs- und Schweißsimulationsanlage (Gleeble 2000)
- Jominy-Versuchsstand
- Dilatometer bis 2 000 °C
- Nano-, Mikro- und Makrohärteprüfer
- Registrierender Eindruckversuch bis 600 °C
- Mobile Härtemessung

Werkstoffmodellierung und Simulation

Entwicklung und Anpassung von Werkstoffmodellen

Numerische Methoden

Simulation von Bauteilen und Fertigungsprozessen



Werkstoffmodellierung und Simulation helfen, Belastungsszenarien und Prozesse für reale und zu entwickelnde Werkstoffe und Bauteile im Rechner abzubilden und diese darauf aufbauend einsetzgerecht zu entwickeln und zu verbessern.

Wie kommt die Kompetenz zum Einsatz?

- Das Verformungs-, Schädigungs- und Bruchverhalten von Werkstoffen unter verschiedensten Belastungen wird beschrieben und vorhergesagt
- Die Simulation von Bauteilen liefert Aussagen zu deren Sicherheit, Lebensdauer und Optimierungspotenzial
- Die Ergebnisse der Prozesssimulation fließen in die Werkzeugauslegung und die Prozessführung ein

Themen

- Werkstoffe werden über verschiedene Skalen modelliert (Multiskalenmodellierung)
- Modellspezifische Eigenschaften werden gemessen (Design of Experiments)
- Verschiedene Simulationsmethoden werden gekoppelt
- Aufwändige Versuche werden im »Virtuellen Labor« durchgeführt
- Im »Virtuellen Mikroskop« werden die Eigenschaften von Werkstoffen vorhergesagt und verändert

Ansprechpartner

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

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

Ausstattung

Hardware

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

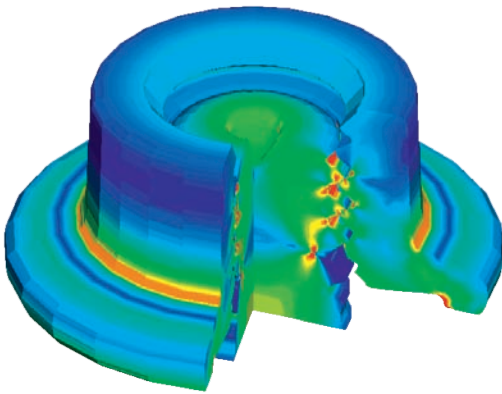
Software

- 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
- Modelle zur statistischen Festigkeits- und Lebensdauerbeschreibung für Siliziumkomponenten
- 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 klassischen Mehrkörper-Kraftfeldern

Werkstoffmodelle

- Werkstoffmodelle, basierend auf atomistischen, mikromechanischen, phänomenologischen oder statistischen Konzepten zur Anwendung in den Softwarepaketen
- Beschreibung von duktiler Schädigung
- Beschreibung nicht isotroper Verfestigung in Metallen
- Beschreibung von Verformung und Versagen von Kunststoffen
- 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

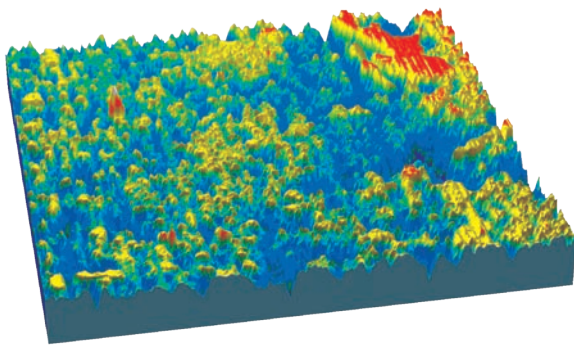


Grenzflächen- und Oberflächentechnologie

Randschichtbewertung und Tribologie

Beschichtung und Funktionalisierung

Bio- und Grenzflächenanalytik



Mit Grenzflächen- und Oberflächentechnologie werden Beanspruchungen, die an Oberflächen von Komponenten angreifen, aufgeklärt und diese für mehr Funktionalität und Leistungsfähigkeit modifiziert.

Wie kommt die Kompetenz zum Einsatz?

- Modernste Beschichtungstechnologien werden eingesetzt, um kundenspezifische und anwendungsgerechte Beschichtungslösungen zu entwickeln
- Grenzflächen und Oberflächen werden mit modernsten Analysetechniken bewertet, mögliche Versagensursachen erkannt und Verbesserungspotenziale aufgezeigt
- Die Eigenschaften von Randschichten werden zum Zweck einer erhöhten Leistungsfähigkeit modifiziert

Themen

- Beschichtungsverfahren werden entwickelt und durch oberflächenanalytische Bewertungen unterstützt
- Schichtentwicklung wird durch die Simulation von Schichtwachstum, Tribokontakten und Adhäsionsphänomenen unterstützt
- Die Oberflächen von Bauteilen werden hinsichtlich Reibung, Optik, Benetzung, Leitfähigkeit, Topographie und Adhäsion eingestellt
- Für spröde Werkstoffe werden schädigungsarme Trenntechniken und festigkeitssteigernde Kugelstrahlverfahren entwickelt

Ansprechpartner

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

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

Ausstattung

Anlagen für Beschichtungs- und Oberflächentechnologie

- Plasma-CVD-Beschichtungsanlagen (CCP/ICP)
- Sputteranlagen
- DC-Trioden-Beschichtungsanlage
- DC-Puls-Beschichtungsanlage
- Hochfrequenz-Magnetron-Bias-Beschichtungsanlage
- Ionenstrahlbeschichtungsanlage
- Ionenstrahlunterstützte Elektronenstrahlverdampfungsanlage
- PVD-Beschichtungsanlagen
- Mehrquellenbeschichtungsanlage
- Bedampfungs-/Sputteranlagen
- Flammsspritzeinrichtung
- Plasmaätzenanlage
- Reinraum der Klasse 1000
- Nasschemische Beschichtungsanlagen (Spin-Coating, Rakelbeschichtung)
- Ionenätzenanlage 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)
- UV/VIS-Spektrometer
- Infrarot-Spektrometer
- 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
- Rauigkeits-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 Verschleißmeseinrichtungen
- 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.

Geschäftsfeld

Hochleistungswerkstoffe und Tribosysteme

Herstellung und Bewertung von glatten und strukturierten diamantähnlichen Kohlenstoffbeschichtungen für hohe Gleit- und Wälzbelastungen

Kennwertermittlung für Werkstoffe, Werkstoffverbunde und Schichten unter einsatzrelevanten Belastungsbedingungen

Kontaktmechanische und kontinuumsmechanische Beanspruchungsanalysen

Bewertung und Optimierung des Einsatzverhaltens von Verschleißschutzschichten und Reibkontakten

Belastungsanalysen, Erprobung und Versagensbewertung von Bauteilen aus Keramiken und Verbundwerkstoffen

Entwicklung und Anwendung von Lebensdauervorhersagemethoden für Funktionswerkstoffe, Implantate und Verbundbauteile

Für moderne Materialien und diamantähnliche Beschichtungen erschließen wir wettbewerbsrelevante neue Anwendungen und verbessern mit unseren Projektpartnern deren Gebrauchseigenschaften für die jeweiligen Einsatzbedingungen. Die Herausforderungen sind meistens Leistungssteigerungen oder neue Funktionen.

Da die meisten Werkstoffe und Beschichtungen in einem weit entwickelten Stadium vorliegen, können sie in solchen Anwendungen Vorteile bringen, in denen ihre Eigenschaften auch richtig genutzt werden. Einerseits zielt die Verbesserung des Einsatzverhaltens auf eine Erhöhung der Lebensdauer von Komponenten und Systemen, andererseits erlauben angepasste Hochleistungswerkstoffe oder Beschichtungen Werkstoffsubstitutionen, durch die höhere Belastungen erreicht und neue Einsatzgebiete erschlossen werden können.

Für den optimalen Werkstoffeinsatz müssen die auf den Werkstoff einwirkenden relevanten 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 (statische, dynamische oder wechselnde Belastung, korrosive Umgebung, hohe oder tiefe Temperaturen) Rechnung.

Mit der Einrichtung des neuen Leistungsbereichs »Mikro- und Nanotribologie« und der Erweiterung unseres »Tribolabors« wird das Angebot zum Forschungsthema Verschleißschutz mit Keramiken, Metallen, Verbundwerkstoffen und Beschichtungen signifikant verstärkt. Reibung und Verschleiß in Motoren, Getrieben, Lagern und Dichtungen zu verstehen und mit geeigneten Maßnahmen wie Oberflächenbehandlungen, Beschichtungen oder modifizierten Werkstoffen bzw. Randschichten zu reduzieren, wird die Aufgabe der nächsten Jahre sein.



Dr. Thomas Hollstein, Geschäftsfeldleiter

Tribologisch beanspruchte Oberflächen optimal anpassen

Aufgabenstellung

Die Beschaffenheit von Oberflächen spielt in tribologischen Anwendungen eine herausragende Rolle, da diese unmittelbar den Reibwert, den Verschleiß und demzufolge auch die Lebensdauer von Bauteilen und Werkzeugen in verschiedensten Anwendungen entscheidend beeinflussen. In den meisten Fällen ist von technischen Oberflächen auszugehen, deren Eigenschaften sich aus der Endbearbeitung im Fertigungsprozess ergeben. Je nach Bearbeitungsverfahren kann eine solche Oberfläche regelmäßige oder zufällige Strukturen aufweisen. Die hierbei eingestellte bzw. sich einstellende Struktur ist für die spätere Leistungsfähigkeit des Bauteils mit entscheidend. Am Fraunhofer IWM werden die Auswirkungen von verschiedenen Oberflächen auf die tribologischen Eigenschaften in unterschiedlichen Gleit- und Wälzanwendungen experimentell und numerisch untersucht.

Vorgehensweise

Zur numerischen Untersuchung von technischen und strukturierten Oberflächen werden am Fraunhofer IWM verschiedene Werkzeuge entwickelt. Hierbei werden die Auswirkungen von Rauheiten und Oberflächenstrukturierungen auf das tribologische Verhalten in verschiedenen Gleit- und Wälzanwendungen untersucht. Es wird ein so genannter Top-Down-Ansatz verwendet: In einem makroskopischen Modell wird das gekoppelte Kontaktproblem mit Hilfe von Finiten Elementen (Festkörperkontakt) und Finiten Volumen (Strömungssimulation) unter Vernachlässigung der Rauheit berechnet. Die Randbedingungen des makroskopischen Modells werden dann auf ein lokales Modell unter Berücksichtigung von Oberflächenstrukturen und Rauheiten übertragen (siehe Abbildung 1). Technisch raue Oberflächen können dabei entweder eingelesen und halbautomatisch in Simulationsmodelle über-

führt werden, oder es können mit einem Strukturgenerator künstliche Oberflächenstrukturen modelliert werden.

Ergebnisse

Aus molekulardynamischen Rechnungen am Fraunhofer IWM ist bekannt, dass die den Simulationsrechnungen zu Grunde liegenden Modelle auch auf sehr kleinen Größenskalen und Spaltbreiten verwendet werden können. Dies bestätigt sich auch in dem Vergleich zwischen den numerischen Vorhersagen und den experimentellen Verifikationen. Abbildung 2 zeigt zum Beispiel den Reibwert in einem Überrollversuch mit in situ strukturierten DLC-Schichten in Wasser (Mangelschmierung). Das Reibwertverhalten der Schicht während der Überrollung wird von den Simulationen sehr gut wiedergegeben. Durch Kopplung der vorhandenen Simulationstechniken können somit wichtige Anhaltspunkte erarbeitet werden, wie durch Oberflächenstrukturen das tribologische Verhalten in verschiedenen Anwendungen optimiert werden kann.

Bernhard Blug
bernhard.blug@iwf.fraunhofer.de

Leistungsbereich Verschleißschutz, Technische Keramik

Gleitringdichtungen, Gleitlager, Kugel- und Wälzlager werden für extreme Anforderungen ausgelegt und optimiert. Anhand von Experimenten und numerischer Simulation werden Hochleistungswerkstoffe und Schichten untersucht und hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit in verschiedenen Tribosystemen bewertet.

Ansprechpartner

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

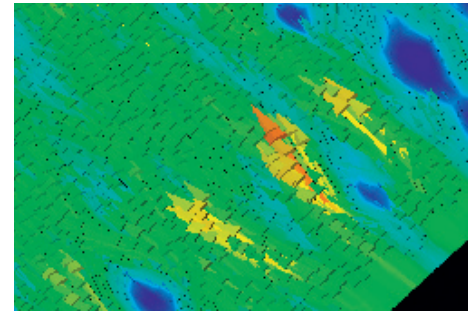


Abb. 1
Geschwindigkeitsprofil einer umströmten rauen Oberfläche in Kontakt. Blau entspricht niedriger und rot hoher Geschwindigkeit.

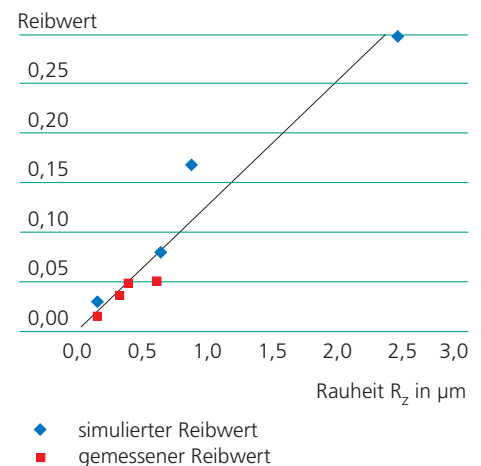


Abb. 2
Vergleich von gemessenen und simulierten Reibwerten von strukturierten DLC-Oberflächen in Wasser.

Aktive Verbundwerkstoffe für peristaltische Mikropumpen

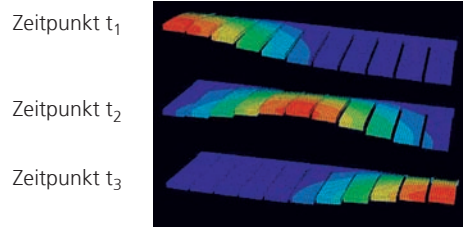


Abb. 1
Finite-Elemente-Simulation der Verformung des Pumpenarrays, Achtel-Modell, Verformung überhöht dargestellt.

Aufgabenstellung

Ziel des Projekts ist die Entwicklung einer nach dem peristaltischen Prinzip operierenden Mikropumpe, die als Kernkomponente in implantierbaren Infusionspumpen sowie auch in Dosiereinrichtungen für Mikrofertigungsprozesse einsetzbar sein soll. Das peristaltische Prinzip weist Vorteile auf (z.B. selbstansaugend, blasentolerant, in beiden Richtungen zu betreiben, flexible Dosierbarkeit, kein Totvolumen und keine Ventile), die geringen Verschleiß, gute Durchlässigkeit von Partikeln und Luftblasen sowie einfache Sterilisierbarkeit erwarten lassen. Die Arbeiten werden vom BMBF gefördert und sollen mit einem prototypischen Funktionsmuster abgeschlossen werden.

Vorgehensweise

Anhand numerischer Parameterstudien wurde das Aktor- und Pumpendesign konzipiert und im Zusammenspiel mit den Kooperationspartnern, deren Aufgaben in der Fertigung der Werkstoffe und Komponenten sowie im Bereich Ansteuerelektronik und Biokompatibilität liegen, optimiert. An den gefertigten Bauteilen werden fortlaufend experimentelle Untersuchungen zu Einsatzgrenzen und Lebensdauer der entwickelten Verbundmaterialien durchgeführt.

Die Herausforderung

Für den Einsatz im menschlichen Körper müssen mit nur 60 Volt Ansteuerung ein Hub von mindestens 20 μm erreichbar und sehr kleine, kontinuierliche Flussraten (0,2 bis 2 ml/Tag) regelbar sein.

Werkstoff- und Bauteildesign

Das Design basiert auf zwei seitlich miteinander verbundenen, aktiven Platten. Die peristaltische Verformung wird durch sukzessive elektrische Ansteuerung von in Reihen angeordneten piezoelektrischen Biegeelementen erzielt. Der dabei genutzte Bimorph-Biege-

Effekt ergibt sich durch einen Aktoraufbau aus passivem Faserverbund-Substrat und aktiven PZT-Schichten. Zur Entwicklung dieses Aktoraufbaus und Pumpendesigns wurden verschiedene Finite-Elemente-Modelle erstellt (s. z.B. Abbildung 1). Gezielt wurden Materialeigenschaften und -aufbau sowie Anzahl und Abmessungen der Biegeaktoren variiert, bis die geforderte Pumpen-Performance erreicht wurde. Das am Rechner optimierte Design wurde schließlich von den Projektpartnern als Versuchsmuster gefertigt.

Qualifizierung der Werkstoffe

Die in der Peristaltikpumpe eingesetzten Werkstoffe, Verbunde und Komponenten werden am Fraunhofer IWM im Hinblick auf ihre mechanische Zuverlässigkeit geprüft. Aufgrund der kleinen Abmessungen der Bauteile wurden miniaturisierte Tests, insbesondere Zug- und Biegeversuche (s. Abbildung 2), eingerichtet und unter quasistatischer und zyklischer Belastung durchgeführt.

Stand der Arbeiten

Mit den einzelnen Biegeelementen sowie den ersten Pumpen-Versuchsmustern wurden die vorherberechneten Biegungen erreicht und mit laseroptischen Methoden nachgewiesen. Dabei bleiben die erreichten Verformungen jeweils deutlich unterhalb der Bruchdehnungen der verwendeten Materialien.

Leistungsbereich Verbundwerkstoffe

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

Ansprechpartner

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

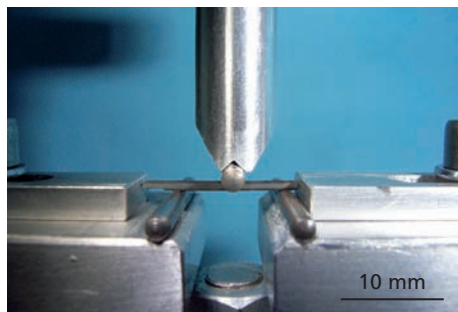


Abb. 2
Miniaturisierte 3-Punktbiegeanordnung zur Ermittlung von Bruchdehnung und Lebensdauer der Bimorph-Elemente.

Abrasions- und Polierwirkung von zahnmedizinischen Prophylaxepasten

Aufgabenstellung

Prophylaxepasten werden eingesetzt, um nach den ersten Schritten einer Zahnreinigung die verbliebenen Zahnbeläge zu entfernen, eine eventuelle Verfärbung der Zähne zu beseitigen und die Zahnoberfläche zu glätten. Damit soll das Anhaften von Bakterien und die Neubildung des Zahnbelags erschwert werden. Während der Entwicklung neuartiger Prophylaxepasten werden unter anderem ihre Abrasivität und Polierwirkung untersucht.

Vorgehensweise

Der Zahnarzt verwendet ein schnell rotierendes Applikationsinstrument (einen Gummikelch oder eine Kelchbürste), um Zahnoberflächen mit Prophylaxepasten zu behandeln. Am Fraunhofer IWM wurde eine Messanordnung entwickelt, mit der natürliches Zahnmaterial und Dentalersatzmaterialien bei definierten Anpresskräften und Umdrehungsgeschwindigkeiten des Applikationsinstruments mit Prophylaxepasten behandelt werden können. Der durch Prophylaxepasten erzielte Abrieb wird gravimetrisch ermittelt. Ihre Polierwirkung kann quantitativ durch Profilometrie und qualitativ durch lichtmikroskopische Aufnahmen im Nomarsky-Phasenkontrast charakterisiert werden. Vor den Politurversuchen werden die Probenoberflächen durch eine zahnmedizinische »air polishing«-Behandlung identischer Dauer aufgeraut. Weichere Materialien (z.B. Dentin) erfahren auf diese Weise – ähnlich wie durch die Kaubelastung – eine stärkere Aufrauung als härtere Materialien (z.B. Schmelz oder Dentalkeramiken).

Ergebnisse

Abbildung 1 zeigt, dass die Behandlung von menschlichem Dentin mit verschiedenen Prophylaxepasten zu qualitativ deutlich unterschiedlichen Ergebnissen führen kann. In Abbildung 2 sind die Oberflächenprofile von menschlichem Dentin vor und nach der Behandlung

mit sechs unterschiedlichen Prophylaxepasten dargestellt. Charakterisiert man die Prophylaxepasten anhand der Verringerung der Oberflächenrauigkeit R_a durch die Politur, zeigen Pasten 1 und 6 eine schwächere Polierleistung als die anderen Pasten. Sowohl Pasten 2 und 3 als auch Pasten 4 und 5 zeigen eine ähnliche Polierleistung. Pasten 4 und 5 bewahren nach der Politur jedoch eine relativ plane Oberfläche. Die Behandlung mit Pasten 2 und 3 führt zu einer »Welligkeit« der Oberfläche, was auf einen stärkeren Materialabtrag durch diese Pasten deutet. Dies wird durch Abrasionsmessungen bestätigt: Pasten 2 und 3 sind deutlich abrasiver. Die Untersuchungen ergeben somit wertvolle Hinweise über die Funktionsweise und für die Indikation der Pasten: Die Anwendung der abrasiveren Pasten 2 und 3 ist sinnvoll, wenn neben einer Politur die Entfernung eines hartnäckigen Belags oder einer intensiven Verfärbung des Zahnmaterials notwendig ist.

Neben vergleichenden Untersuchungen an Prophylaxepasten kann die vorgestellte Methodik auch zur Untersuchung von Füllungswerkstoffen herangezogen werden. Die Polierfähigkeit eines Füllungswerkstoffes ist aus ästhetischen und zahnhygienischen Gründen eine wichtige Eigenschaft.

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

Ansprechpartner

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

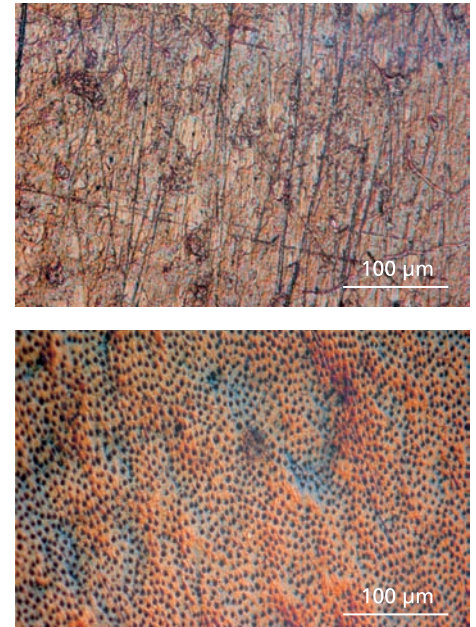


Abb. 1 Menschliche Dentinoberflächen nach einer Politur mit Paste 1 (oben) und Paste 5 (unten).

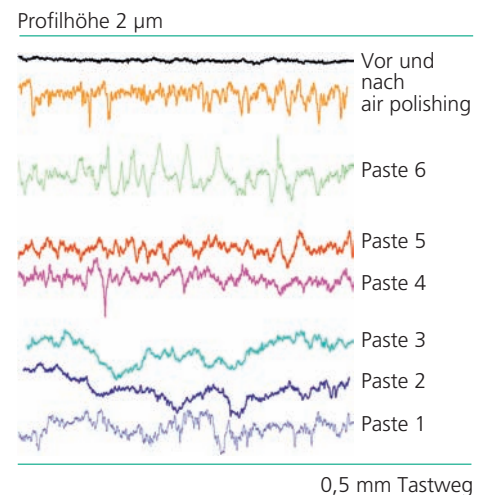


Abb. 2 Oberflächenprofile von menschlichem Dentin vor und nach der anfänglichen Aufrauung durch eine »air polishing«-Behandlung und nach der daran anschließenden Politur durch Prophylaxepasten.

In situ Strukturierung von DLC-Schichten

Aufgabenstellung

Wasserstoffhaltige diamantartige Kohlenstoffschichten (DLC) kommen durch den geringen Reibkoeffizienten und die hohe Verschleißbeständigkeit bei tribologischen Anwendungen wie Lagern, Ventilen oder Schneidwerkzeugen zum Einsatz. Am Fraunhofer IWM werden DLC-Schichten mittels plasmaunterstützter CVD-Technik (PACVD) hergestellt. Die Entwicklungen im Bereich der Anlagentechnik erlauben die Beschichtung komplexer Bauteilgeometrien mit einer großen Bandbreite von Schichttypen.

Ein besseres Verständnis für die Wachstumsvorgänge bei der Abscheidung der DLC-Schichten bildet eine wichtige Grundlage für die weitere Optimierung der Beschichtungstechnik am Fraunhofer IWM. Das im Beschichtungsprozess verwendete Precursor-Gas stellt den bedeutendsten Faktor für die Strukturentwicklung der Oberfläche bei der Beschichtung dar. Die toluolbasierten Schichten zeichnen sich im Vergleich mit Schichten, die auf anderen Gasen wie z.B. Methan basieren, durch eine hohe Wachstumsrate und eine deutlichere Eigenstrukturentwicklung aus.

Vorgehensweise

Zur Untersuchung des Wachstumsverhaltens wurden verschiedene Substrattypen mit unterschiedlichen Ausgangstopographien beschichtet. Durch Veränderung der Beschichtungsdauer können verschiedene Stadien der Schichtentwicklung untersucht werden.

Mittels Rasterkraftmikroskopie wird die Oberfläche vor und nach der Beschichtung über einen weiten Größenskalenbereich, vom Nanometerbereich bis zu mehreren Mikrometern, untersucht. Statistische Auswertungsverfahren ermöglichen eine repräsentative Quantifizierung der vermessenen Strukturen.

Basierend auf diesen Messergebnissen werden mesoskopische Modelle für das Schichtwachstum entwickelt, deren Simulation ein besseres Verständnis der Strukturentwicklung und wertvolle Anhaltspunkte für die Prozessentwicklung verspricht.

Ergebnisse

Die Bewertung der Topographien der verschiedenen Stadien des Schichtwachstumsprozesses mit unterschiedlichen Ausgangstopographien zeigt insbesondere die Fähigkeit der toluolbasierten Schichten, bestehende Strukturen des Substrates aus der mechanischen Bearbeitung zu überdecken. Bei polierten Bauteilen konnte festgestellt werden, dass der Einfluss der Ausgangsstruktur auf die Oberflächenform nach der Beschichtung bereits bei Schichten von 5 - 10 µm Dicke stark reduziert ist, wie Abbildung 1 zeigt. Unabhängig von der Topographie vor der Beschichtung bilden sich kappenförmige Strukturen, deren Höhe und laterale Dimensionen mit wachsender Schichtdicke zunehmen (Abbildung 2). Die Entwicklung der Wachstumsmodelle zur Abbildung des Übergangs von der Substrat- zur Schicht-Eigenstruktur sowie die Modellierung der Strukturentwicklung sind aktuelle Forschungsthemen am Fraunhofer IWM.

Sven Meier
sven.meier@iwm.fraunhofer.de

Leistungsbereich

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

Ansprechpartner

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

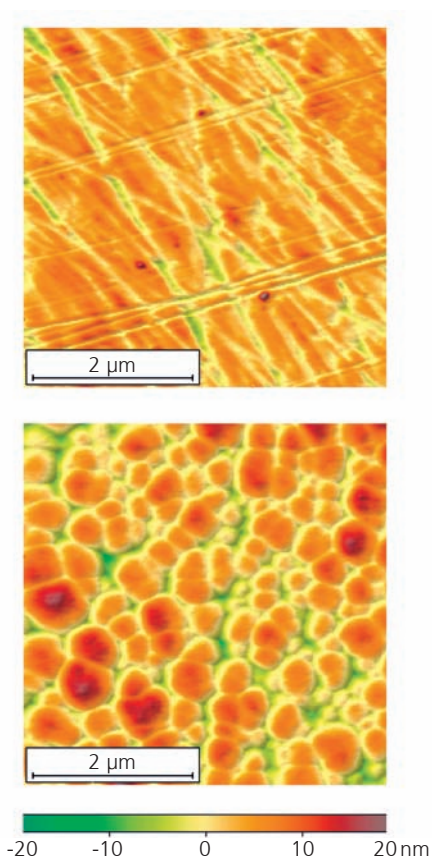


Abb. 1
Rasterkraftmikroskopaufnahmen von oberflächentopographienpolierten Substraten vor (oben) und nach der Beschichtung (6 µm Schichtdicke, unten).

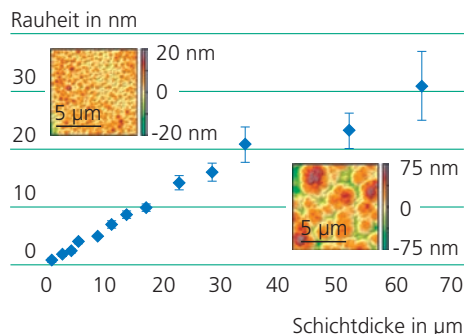


Abb. 2
Entwicklung der Rauheit (R_a) der Schichtoberfläche in Abhängigkeit von der Schichtdicke mit exemplarischen Oberflächenstrukturen bei 8,8 µm und 52 µm Dicke.

Mikro- und Nanotribologie – eine neue Facette des Fraunhofer IWM

Aufgabenstellung

Hochbelastete Tribo-Systeme, dazu gehören Verbrennungsmotoren und Getriebe aber auch Gelenke und Zähne sowie die Gleitflächen von Sportgeräten – z.B. Kufen oder Skibeläge –, verdanken ihre oftmals sehr geringen Reibungs- und Verschleißwerte physikalischen und chemischen Effekten, die auf der Mikro- und Nanoskala ablaufen. In den meisten Fällen ist zusätzlich zu den beiden Reibpartnern noch ein Schmierstoff beteiligt, der mechanisch angeregte chemische Reaktionen mit den Reibmaterialien induziert. In der Folge dieser komplexen Vorgänge verändert sich das Material drastisch und bildet unter optimierten Randbedingungen den in der Fachliteratur bekannten dritten Körper. Dieses neue Material im Interface zeigt neben einer typischen Topographie, einer nanokristallinen Struktur des oberflächennahen Materials sowie einer signifikant veränderten chemischen Zusammensetzung dieses Bereichs deutlich verringerte Reibleistung und kleinen Verschleiß.

Der am 1. Januar 2007 gegründete Leistungsbereich Mikro- und Nanotribologie widmet sich der Erforschung des dritten Körpers für Anwendungen des Maschinenbaus, der Medizintechnik sowie des Sports. Durch die Grundfinanzierung von ca. 1 Million Euro konnte ein beachtlicher Ausrüstungsstand erreicht werden, der Echtzeitreibungs- und Verschleißmessungen sowie umfangreiche begleitende Analytik ermöglicht. Die Grundlagenforschung der Gruppe wird durch ein Emmy-Noether-Stipendium der Deutschen Forschungsgemeinschaft mit einer weiteren Million Euro gefördert. Durch das Wechselspiel von Grundlagenforschung und Auftragsentwicklung werden starke Impulse in Richtung neuer Hochleistungsmaterialien, neuartiger Schmierstoffe sowie tribologisch optimierter Bearbeitungsverfahren erwartet. Starke Verbündete sind

hierbei die Chemiker des Fraunhofer ICT in Pfinztal sowie die Ingenieure des Instituts für Kolbenmaschinen der Universität Karlsruhe. Wegen dieser Synergien wird der Leistungsbereich zunächst auch auf dem Gelände des Fraunhofer ICT angesiedelt.

Leistungsbereich

Mikro- und Nanotribologie

Die Aufgaben liegen in der tribologischen Analyse mit hochauflösenden und kontinuierlich arbeitenden Methoden (Reibung und Verschleiß), in der Entwicklung von neuen Tribowerkstoffen und Schmiermitteln sowie im tribologischen Finetuning bestehender Systeme durch Optimierung der Endbearbeitung, mechano-chemisch bestimmter Additivauswahl und gezielter Einlaufsteuerung.

Ansprechpartner

Prof. Dr. Matthias Scherge
matthias.scherge@iwm.fraunhofer.de

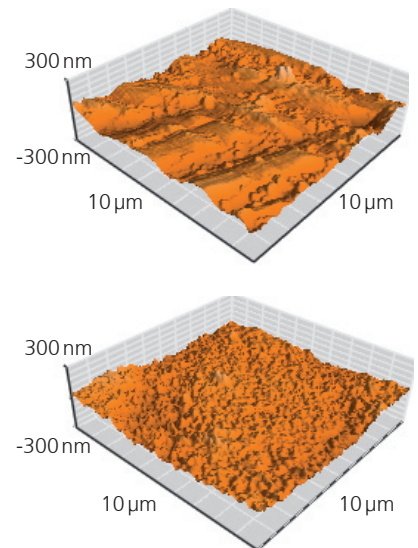


Abb. 1 Mikrotopographie zweier motorischer Proben aus dem Zylinderbereich. Oben erkennt man die Honstruktur einer ungelaufenen Oberfläche, unten die nach dem Einlauf sich bildende Niedrigverschleißoberfläche. Während die Bilder nur die Reaktion der Oberfläche zeigen, laufen komplexe Vorgänge, die die chemische Zusammensetzung sowie die Kristallstruktur betreffen, im oberflächennahen Bereich ab.

Geschäftsfeld

Sicherheit und Verfügbarkeit von Bauteilen

Entwicklung von Bewertungskonzepten für Kraftwerkskomponenten

Bruchmechanische Sicherheitsbewertungen und Traglastberechnungen für hochbelastete Bauteile

Nachweis der Fehlertoleranz für Raumfahrtkomponenten

Lebensdauerbewertungen für Schweißverbindungen

Charakterisierung von Werkstoffen und Bauteilen unter dynamischer Belastung

Crashsimulation von Automobilkomponenten mit maßgeschneiderten Werkstoffmodellen

Bewertung von Schweiß- und Hybridfügeverbindungen unter Crashbelastung

Charakterisierung und Modellierung von Kunststoffen und Klebverbindungen unter Crashbelastung

Schwerpunkt des Geschäftsfelds ist die Bewertung der Sicherheit und der Gebrauchseignung von Bauteilen unter betriebsrelevanten quasistatischen bis schlagartigen Beanspruchungen. Besondere Relevanz gewinnt dabei die Beschreibung des Versagensverhaltens mit bruchmechanischen und schädigungsmechanischen Methoden.

Im Fokus der Untersuchungen stehen Bauteile mit hohen sicherheitstechnischen Anforderungen. Die Palette der Anwendungen reicht von Sicherheitsnachweisen von Kraftwerk-komponenten 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.

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.

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.



Dr. Dieter Siegele, Geschäftsfeldleiter

Numerische Berechnung von Eigenspannungen in schweißplattierten Komponenten

Aufgabenstellung

In kerntechnischen Komponenten aus ferritisch-martensitischen Stählen wird die Innenoberfläche zum Schutz vor Korrosion mit einer austenitischen, zweilagigen Bandplattierung versehen. Durch den Prozess des Schweißplattierens und die unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten der ferritischen und austenitischen Werkstoffe kommt es zu Eigenspannungen in der Plattierung und im benachbarten Grundwerkstoff. Diese Eigenspannungen sind für die Bewertung von angenommenen Fehlern in oder unter der Plattierung von großer Bedeutung. Ziel eines vom BMWi geförderten Vorhabens (RS 1501278) war es deshalb, dieses Eigenspannungsfeld mit rechnerischen und experimentellen Methoden zu bestimmen und Bewertungskriterien für Fehlerpostulate abzuleiten.

Vorgehensweise

Zur Quantifizierung der Eigenspannungen wurden Versuchsplatten entsprechend den anlagenspezifischen Randbedingungen plattiert und alle wesentlichen Informationen wie das Temperaturfeld und der Verzug während des Plattierungsprozesses gemessen. Diese Messergebnisse dienen als Basis für den Abgleich und die Verifizierung von numerischen Analysen des Schweißprozesses. Abbildung 1 zeigt einen Schliff durch die plattierte Platte, in dem die unterschiedlichen Werkstoffzonen von Plattierung, Wärmeeinflusszone und Grundwerkstoff zu erkennen sind. Die für die numerischen Berechnungen erforderlichen temperaturabhängigen Werkstoffkennwerte sowie die Umwandlungseigenschaften wurden für die verschiedenen Werkstoffzonen an Proben ermittelt, die aus einer plattierten Platte funkenerosiv entnommen wurden.

Mit dem FE-Programm Sysweld wurde der Plattierungsprozess simuliert, dabei

wurde das Wärmequellenmodell an die Temperaturmessungen angepasst.

Ergebnisse

Nach dem Plattieren zeigen die berechneten Eigenspannungen Zugspannungen in der Plattierung und im Grundwerkstoff ein Spannungsprofil, das Druckspannungen direkt unter der Plattierung aufweist, gefolgt von geringeren Zug- und Druckspannungen, siehe Abbildung 2, oben. Das Simulationsergebnis zeigt auch, dass die Höhe der Eigenspannungen mit jeder nachfolgenden Plattierungslage weiter reduziert wird. Nach dem Plattierungsprozess werden die Komponenten bei 600 °C spannungsarm gegläht. Dieser Prozess wurde ebenfalls numerisch simuliert. Abbildung 2, unten, zeigt das Eigenspannungsprofil nach dem spannungsarmglühen. In der Plattierung verbleiben Zugspannungen infolge der unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten, im Grundwerkstoff unter der Plattierung liegen in Übereinstimmung mit röntgenographischen Messungen ausschließlich Druckspannungen vor. Die Ergebnisse werden für bruchmechanische Fehlerbewertungen genutzt.

Marcus Brand
marcus.brand@iwf.fraunhofer.de
Dr. Jörg Hohe
joerg.hohe@iwf.fraunhofer.de

Leistungsbereich

Anlagensicherheit, Bruchmechanik
Mit experimentellen und rechnerischen Methoden insbesondere der Bruch- und Schädigungsmechanik wird das Werkstoff- und Bauteilverhalten analysiert und die Sicherheit und Verfügbarkeit von Komponenten bewertet.

Ansprechpartner

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

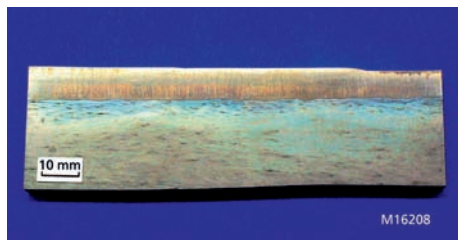


Abb. 1
Schliff der plattierten Platte. Die unterschiedlichen Werkstoffzonen Plattierung (oben), Wärmeeinflusszone (Mitte) und Grundwerkstoff sind deutlich erkennbar.

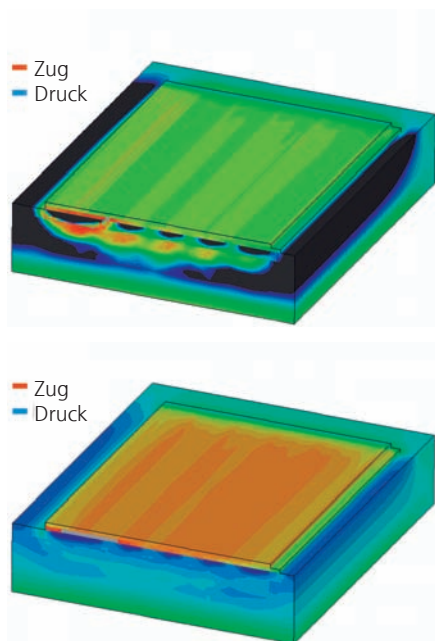


Abb. 2
Berechnete Eigenspannungen in der Versuchsplatte, oben: nach dem Plattieren, unten: nach dem spannungsarmglühen.

Werkstoffmodellierung und Crashsimulation bei langfaserverstärkten Thermoplasten

Aufgabenstellung

Neben ihrer guten Verarbeitbarkeit besitzen langfaserverstärkte thermoplastische Kunststoffe (LFT) ein hohes Leichtbaupotenzial und werden zunehmend in Strukturanwendungen (d.h. lasttragenden Bauteilen) z.B. im Automobilbau eingesetzt. Aufgrund der Orientierung der Glasfasern weisen LFT eine ausgeprägte Anisotropie (Richtungsabhängigkeit) sowohl des elastisch-plastischen Deformationsverhaltens als auch des Versagens (Bruchdehnung) auf. Abbildung 1 zeigt das typische Verhalten unter einachsiger Zugbelastung bis zum Bruch.

Für den Einsatz eines Werkstoffs ist es heute unerlässlich, sein mechanisches Verhalten in theoretischen Materialmodellen abzubilden und das Verhalten von Bauteilen in numerischen Simulationen zuverlässig vorhersagen zu können. Im Fall von LFT wird dies dadurch erschwert, dass aufgrund des Herstellungsprozesses (z.B. Spritzgießen oder Fließpressen) die Orientierung der Fasern im Bauteil von Ort zu Ort variiert. Bei Unkenntnis der realen Faserorientierungsverteilung könnte man sich dadurch behelfen, dass wiederholt Simulationen mit einer jeweils unterschiedlichen fiktiven Faserorientierungsverteilung durchgeführt werden, um das Verhalten des realen Bauteils dadurch einzugrenzen. Wesentlich effizienter ist es, die räumliche Verteilung der Faserorientierung durch die (strömungsmechanische) Simulation des Herstellungsprozesses zu ermitteln und auf das Modell für die Festkörpermechanische Struktursimulation zu übertragen (»mapping«).

Vorgehensweise

Mit dem Ziel einer besseren Simulierbarkeit von LFT-Bauteilen unter Crash-Bedingungen wurde am Fraunhofer IWM sowohl ein entsprechendes Werkstoffmodell als auch eine Methodik zur Übertragung der Faserorientierung und

deren Berücksichtigung in einem kommerziellen Finite-Elemente-Code entwickelt. Zur Verifikation wurden Crash-Versuche und Simulationen an einem kastenförmigen Bauteil durchgeführt und verglichen. Abbildung 2 zeigt im oberen Teil den Versuchsaufbau mit dem eingespannten und unter der Wirkung des vertikalen Laststempels versagenden Bauteil. Im unteren Teil von Abbildung 2 ist die dabei wirkende Kraft als Funktion des Stempelwegs aus dem Experiment und aus Simulationen dargestellt.

Ergebnisse

Es zeigt sich, dass durch Berücksichtigung (»mapping«) der räumlichen Faserorientierungsverteilung eine sehr viel genauere Vorhersage des Bauteilverhaltens möglich ist.

Dr. Thomas Seelig
thomas.seelig@iwm.fraunhofer.de

Leistungsbereich Crashsimulation und Schädigungsmechanik

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

Ansprechpartner

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

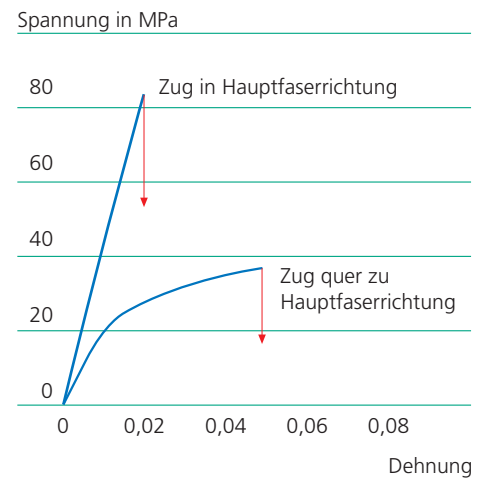


Abb. 1
Anisotropes Verhalten von LFT unter Zugbelastung.

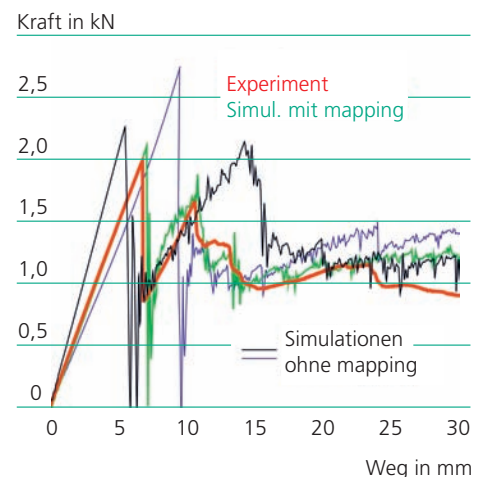
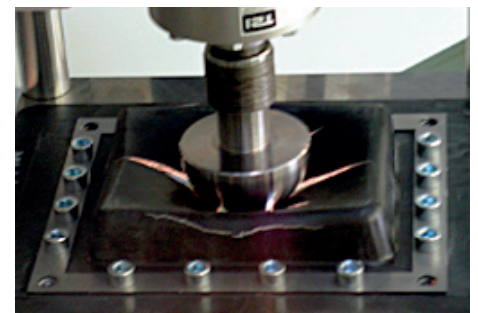


Abb. 2
Crash-Experiment an LFT-Bauteil (oben), Globalverhalten des Bauteils im Experiment (rot) und in Simulationen mit realer übertragener (grün) und fiktiv angenommener Faserorientierung (schwarz) bzw. (blau) (unten).

Geschäftsfeld

Komponenten der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik

Mikrostrukturelle Diagnostik und physikalische Fehleranalyse für die Halbleitertechnologie

Fehlerdiagnostik und Materialbewertung für die mikroelektronische Verbindungstechnik und Systemintegration

Analyse der Materialwechselwirkungen mit Prozessparametern und Einsatzbedingungen, Prozessschrittoptimierung

Entwicklung neuer Verfahren zur Fehlerlokalisierung, Zielpräparation, mikrostrukturellen Analytik sowie Eigenspannungsbestimmung im Nanometer-Bereich

Bewertung der Festigkeit und Zuverlässigkeit von Sensoren und Aktuatoren der Volumen- und Oberflächenmikromechanik sowie wafergebondeter Mikrosysteme

Entwicklung von Prüfverfahren für Silizium-Mikrosysteme auf Waferebene

Der Schwerpunkt des Geschäftsfelds besteht in der Bewertung von Qualität und Einsatzverhalten von Bauelementen der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik in enger Kooperation mit industriellen Herstellern. Die Arbeiten richten sich auf die Aufdeckung potenzieller Schwachstellen und Fehlerursachen bereits während der Entwicklungsphase neuer Produkte. Sie unterstützen die Optimierung der Herstellungstechnologien und tragen dadurch zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit, zur Verbesserung der Ausbeute in der Fertigung, zur Kostensenkung und zur Erhöhung der Zuverlässigkeit in der Anwendung bei.

Das Geschäftsfeld arbeitet dabei mit Firmen der CMOS-Halbleiter- und MEMS-Technologie, mit Herstellern elektronischer Systeme für den Einsatz in Automobiltechnik, Telekommunikation, Sensor- und Medizintechnik, mit Zulieferern elektronischer Materialien sowie mit Geräteherstellern im Bereich der Analyse- und Prüftechnik zusammen. Die Palette der Aufgaben reicht von der Lokalisierung und Charakterisierung von Einzeldefekten in hochintegrierten Schaltkreisen über die mikrostrukturelle Analyse intermetallischer Phasen im Leitbahnsystem, der Bewertung von Grenzflächenreaktionen und Defekten in Drahtbond- oder Lotkontaktierungen bis hin zur Festigkeitsmessung und Lebensdauerprognose von siliziummikromechanischen Druck-, Beschleunigungs- und Drehratesensoren oder Mikrodüsen.

Die dafür eingesetzte komplexe Verfahrenskette umfasst u. a. die Fehlerlokalisierung mittels Röntgenabbildung, akustischer Mikroskopie und thermographischer Verfahren, die artefaktarme präzise Zielpräparation von Fehlstellen mittels Fokussierender Ionenstrahltechnik (FIB), hochauflösende elektronenoptische Analyseverfahren in Verbindung mit der chemischen Analytik (z.B. TEM, SEM/EDX, EBSD) und die Material- und Bauteilbewertung in Kombination von mikromechanischer Prüfung, numerischer Beanspruchungsanalyse und bruchmechanischer Lebensdauermodellierung für Silizium-Komponenten.

Seit Mitte 2007 steht zusätzlich auch eine Time-of-Flight-Sekundärionenmassenspektroskopie-Anlage (ToF-SIMS) zur Verfügung. Dadurch können die bereits verfügbaren mikrodiagnostischen Methoden durch leistungsfähige Untersuchungsverfahren der hochauflösenden Oberflächen- und Spurenanalytik erweitert und neue Lösungsansätze speziell für die Analyse von Kontaminationsproblemen und Grenzflächenreaktionen entwickelt werden.



Prof. Dr. Matthias Petzold, Geschäftsfeldleiter

Bewertung der mechanischen Eigenschaften von Drahtbondkontaktierungen

Aufgabenstellung

Über 90 % der elektrischen Verbindungen mikroelektronischer Schaltkreise und Sensoren mit deren Umgebung werden durch Drahtbondkontaktierungen realisiert. Zunehmende Miniaturisierung und steigende Komplexität führen zu immer höherer mechanischer Beanspruchung der Bonddrähte, deren Durchmesser je nach Einsatzanforderungen im Bereich zwischen 15 μm und 500 μm liegen. Parallel dazu wachsen aber auch die Anforderungen an die Zuverlässigkeit elektronischer Systeme speziell in der Automobil- oder Medizintechnik sehr schnell. Daher werden geeignete Methoden benötigt, mit denen die relevanten Verformungseigenschaften von Bondkontakten zuverlässig bewertet werden können.

Vorgehensweise

Es muss berücksichtigt werden, dass sich die Materialeigenschaften durch den Bondprozess oder die Einsatzbedingungen im Vergleich zum Ausgangsmaterial deutlich ändern. Beispiele hierfür sind die technologiebedingte Bildung einer Kugel durch Anschmelzen des Drahtes und einer anschließenden Wärmeeinflusszone beim Thermosonic-Bonden von Gold- und Kupferdrähten oder Temperatureffekte bei Aluminium-Drähten. Dies macht eine lokale Werkstoffbewertung in den sehr kleinen Drahtabschnitten erforderlich, die die Zuverlässigkeit der Kontaktierung bestimmen. Aus diesen Bereichen werden deshalb mittels Fokussierender Ionenstrahltechnik kleine Zylinderproben heraus präpariert (Abbildung 1), mit einem Nadelmanipulator in einer empfindlichen Prüfeinrichtung positioniert und in einem Mikrodrucktest um ca. 60 % des Drahtdurchmessers gequetscht. Aus den aufgezeichneten Kraft-Verschiebungs-Diagrammen werden nachfolgend die Materialeigenschaften durch inverse Finite-Elemente-Simulationen bestimmt.

Ergebnisse

Abbildung 2 zeigt die im Mikrodruckversuch ermittelten Spannungs-Dehnungs-Diagramme der Wärmeeinflusszone eines 30 μm dünnen Gold-Bonddrahtes im Vergleich zum Ausgangsmaterial. Die Wärmeeinflusszone weist eine deutlich niedrigere Fließspannung aufgrund der durch Rekristallisation vergrößerten Gefügestruktur auf. Durch die Berücksichtigung dieser lokalen Materialeigenschaften werden wesentlich realistischere Simulationen der Verformungen von Bonddrahtbrücken unter Belastung ermöglicht. Hierdurch kann das Kurzschlussrisiko durch den möglichen Kontakt der immer dichter stehenden Bonddrähte bereits im Vorfeld der Fertigung analysiert und minimiert werden. Ein weiteres Anwendungsbeispiel betrifft das Schädigungsrisiko bei den sehr belastungsempfindlichen Schaltkreisen heutiger Technologiegenerationen: Die Chipkontaktierung ist mit einem temperatur- und ultraschallunterstützten Aufpressen der Drahtkugeln auf den Halbleiter verbunden. Für die Auswahl geeigneter Drähte und die Technologieoptimierung werden daher genaue Kenntnisse des lokalen plastischen Verformungsverhaltens der Kugelkontakte benötigt.

Christian Dresbach
christian.dresbach@iwmm.fraunhofer.de

Leistungsbereich Bewertung mikroelektronische Systemintegration
Mit leistungsfähigen Verfahren der Werkstoffanalytik und -prüfung wird das Materialverhalten von Werkstoffen, die für die Verbindungstechnik und Systemintegration eingesetzt werden, analysiert und bewertet. Ziel ist es, Qualität und Einsatzverhalten mikroelektronischer Bauelemente zu sichern.

Ansprechpartner

Prof. Dr. Matthias Petzold
matthias.petzold@iwmm.fraunhofer.de

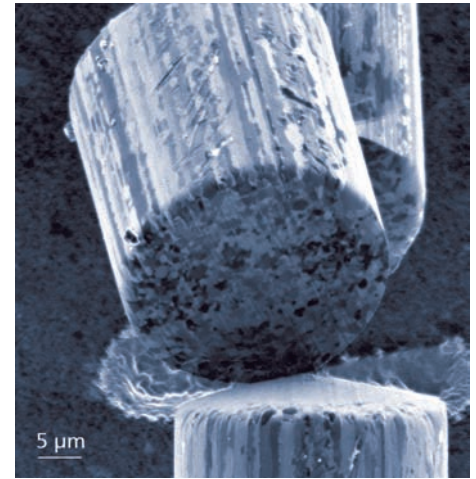


Abb. 1
Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme einer mittels Fokussierender Ionenstrahltechnik (FIB) präparierten Probe eines Gold-Bonddrahtes (Durchmesser 30 μm).

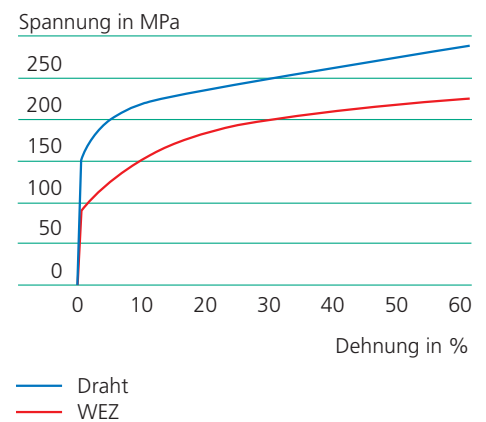


Abb. 2
Mittels inverser Finite-Elemente-Simulationen ermittelte Spannungs-Dehnungs-Diagramme eines 30 μm dünnen Gold-Bonddrahtes und dessen Wärmeeinflusszone (WEZ).

Untersuchungen zur Ausbildung von Bleiausscheidungen in Glaslotverbindungen

Aufgabenstellung

Glaslot-Bonden ist eine Technologie zum Verkappen von elektrischen und mikromechanischen Strukturen sowie für das Verbinden von Komponenten der Mikrosystemtechnik. Dazu werden niedrigschmelzende, bleihaltige Glaslotpasten (Blei-Zink-Borosilikatglaspulver mit keramischen Füllern und Bindern) mittels Siebdruck aufgetragen, thermisch konditioniert und anschließend thermo-kompressiv gebondet. Für Anwendungen im Automobilbau, wie zum Beispiel bei Beschleunigungs- oder Drehratensensoren, müssen derartige Verbindungen hohe Anforderungen bezüglich der mechanischen Zuverlässigkeit und Hermetizität erfüllen.

Unter den herstellungsprozess- und ein-satzbedingten Temperaturbelastungen bilden sich bei Verwendung dieser bleihaltigen Glaslotpasten an der Silizium-Glaslot-Grenzfläche kugelförmige Bleiausscheidungen (Abbildung 1 oben). Derartige Ausscheidungen können die Zuverlässigkeit der Bauteile beeinflussen. Deshalb sind eine Charakterisierung der Mikrostruktur der Glaslot-Silizium-Grenzfläche sowie eine Bewertung des Einflusses der Bleiausscheidungen auf mikromechanische Eigenschaften von signifikanter Relevanz.

Vorgehensweise

An Glaslot-gebondeten Verbindungen wurde die Größe, Anzahl und Verteilung der Bleiausscheidungen in Abhängigkeit von Temperatur und Zeit bewertet. Weiterhin wurde untersucht, welche Eigenschaftsänderungen sich im Zusammenhang mit ausgewählten Substraten sowie aufgetragenen Schichten (thermisches Oxid, Aluminium, Gold) ergeben können. Für das thermisch beeinflusste Bleikugelwachstum wurde mit Hilfe der Arrheniusbeziehung die Aktivierungsenergie für das Bleikugelwachstum bestimmt. In mechanischen Tests wurden die Bruchfestigkeit der Glaslot-gebondeten Ver-

bindungen im Zugversuch und die Risszähigkeit mit Hilfe des Mikro-Chevron-Tests ermittelt.

Ergebnisse

Im Ergebnis eines Line-Scans im TEM an der Grenzfläche Silizium-Glaslot ist eine Erhöhung der Sauerstoffkonzentration am Siliziumsubstrat zu erkennen (Abbildung 2). Die Bleikugelbildung als Reduktion des Bleioxids ist demnach die Folge der Oxidation des Siliziums an der Silizium-Lotglas-Grenzfläche. Die Größe dieser Ausscheidungen ist vom Bondprozess und der jeweiligen thermischen Auslagerung abhängig. Durch den Einsatz von dünnen Zwischenschichten wie thermische Oxid-, Aluminium-, oder Goldschichten können derartige Ausscheidungen vermieden werden (siehe Abbildung 1). Charakteristische Festigkeitsuntersuchungen an Bondrahmenstrukturen zeigen nach einer Temperaturbehandlung für Proben mit größeren Bleikugeln einen Festigkeitsabfall. Als Ursache für die verringerte Festigkeit nach der Temperaturbehandlung ist eine Erhöhung der Defektgröße in Form von größeren Bleikugeln zu sehen. Der ermittelte Spannungsintensitätsfaktor K_{IC} von ca. $0,54 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ zeigte für die Silizium-Lotglas-Proben mit verschiedenen Zwischenschichten keine signifikanten Unterschiede.

Bianca Böttge

bianca.boettge@iwmh.fraunhofer.de

Leistungsbereich

Charakterisierung Mikrosysteme
Mechanische Silizium-Mikrosysteme werden bewertet. Die Zuverlässigkeit wafergebondeter Mikrosysteme wird verbessert.

Ansprechpartner

Prof. Dr. Matthias Petzold

matthias.petzold@iwmh.fraunhofer.de

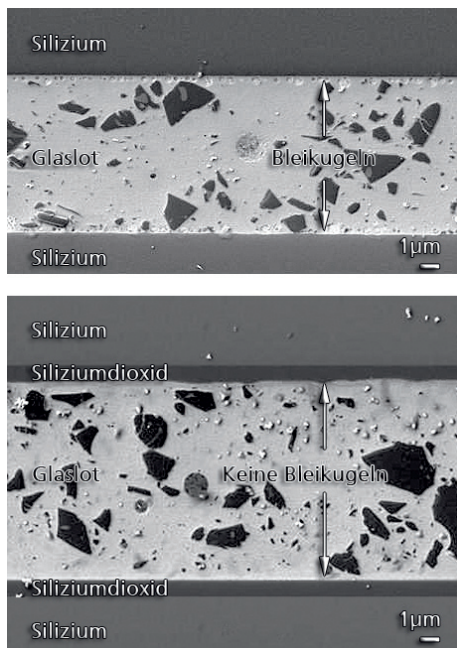


Abb. 1
REM-Aufnahmen von Probenquerschliffen; 15 000fach vergrößert.
Oben: Querschliff einer Si-Glaslot-Si-Probe;
Unten: Querschliff einer Si-Glaslot-Si-Probe mit Siliziumdioxidzwischenschicht.

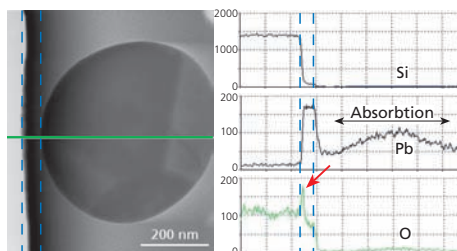


Abb. 2
Oben: EDX-Line-Scan in der Grenzflächenzone Silizium-Lotglas.
Unten: In den Diagrammen entspricht die Y-Achse der jeweils ermittelten Intensität und die X-Achse dem Verlauf des Linescans (entsprechende Stellen zur Orientierung sind durch die blauen Striche und der Verlauf durch den grünen Strich in Abbildung 2 (oben) gekennzeichnet).

Fehlerlokalisierung in vergossenen Bauteilen

Aufgabenstellung

Aus Platz- und Kostengründen werden in mikroelektronischen Bauelementen mehrere Mikrochips sowohl übereinander als auch nebeneinander in einem Bauelementgehäuse integriert. Die Verschaltung der einzelnen Chips erfolgt dabei über mehrere Verdrahtungsebenen mit unterschiedlichen Verbindungstechnologien. Der gesamte Aufbau wird in ein schützendes Plastikgehäuse eingegossen. Herstellungs- bzw. einsatzbedingte elektrische Fehlfunktionen können meist nur mit erhaltener Gesamtfunktionalität des Bauteils aufgefunden und für die anschließende physikalische Fehleranalyse zugänglich gemacht werden. Deshalb müssen elektrische Defekte bereits im vergossenen noch ungeöffneten Bauteil möglichst genau lokalisiert werden. Für die zerstörungsfreie Defektlokalisierung stehen derzeit wenige und meist nur eingeschränkt nutzbare Verfahren zur Verfügung.

Vorgehensweise

Für die zerstörungsfreie Lokalisierung von elektrischen Kurzschlussdefekten in mikroelektronischen Bauteilen wurde die Lock-in-Thermographie weiterentwickelt. Im Standard-Verfahren wird der Fehlerstromkreis mit definierter Frequenz elektrisch angeregt und die resultierende Temperaturerhöhung auf der direkt zugänglichen Chipoberfläche mittels Infrarot-Kamera abgebildet. Bei ungeöffneten Bauteilen sind die Chips und Verdrahtungen für die direkte Infrarotabbildung nicht zugänglich. Um die Fehlstellen dennoch lokalisieren zu können, wird der Fehlerstromkreis bei geringeren Anregungsfrequenzen betrieben, um einen ausreichenden Wärmetransport zwischen Defektstelle und Bauteiloberfläche zu ermöglichen. Die optimale Anregungsfrequenz ist abhängig von den zu durchdringenden Schichtdicken über dem Kurzschluss. Die durch die Wärmeleitung zeitlich verzögerte Erwärmung der Bauteil-

oberfläche wird mittels Infrarot-Kamera und adaptierter Zwei-Phasen Lock-in-Verstärkung detektiert.

Ergebnisse

Mit der Lock-in-Thermographie konnten erstmalig auch Kurzschlussdefekte in der Chip-Verdrahtung aufgefunden werden. Wegen der notwendigen niederfrequenten Lock-in-Anregung und der Wärmeausbreitung im zu durchdringenden Schichtsystem verbreitert sich der »hot spot« an der Bauteiloberfläche. Die Lokalisierungsgenauigkeit ist umso geringer, je dicker die über dem Kurzschlusspfad befindliche Gehäusemasse ist. Nach erfolgter Groblokalisierung der Defektstelle am noch ungeöffneten Bauteil wird deshalb im Anschluss die Gehäusemasse präzise mechanisch zurückpräpariert, ohne die Gesamtfunktionalität des Bauteils zu zerstören. Dadurch kann die Lokalisierungsgenauigkeit deutlich verbessert werden. Bei Defekten im Verdrahtungssystem kann der Kurzschlusspfad anschließend mittels Querschliffpräparation freigelegt und im Rasterelektronenmikroskop analysiert werden. Chipseitige Defektbereiche werden mittels fokussierender Ionenstrahltechnik zielpräpariert und anschließend hochauflösend elektronenoptisch charakterisiert.

Leistungsbereich Halbleitertechnologie und Diagnostik

Für mikroelektronische Bauteile werden Materialwechselwirkungen mit Prozessparametern und Einsatzbedingungen aufgeklärt. Darauf aufbauend werden Herstellungstechnologien optimiert und neue Verfahren zur Fehlerlokalisierung, Zielpräparation und Nanoanalytik entwickelt.

Ansprechpartner

Frank Altmann
frank.altmann@iwmh.fraunhofer.de

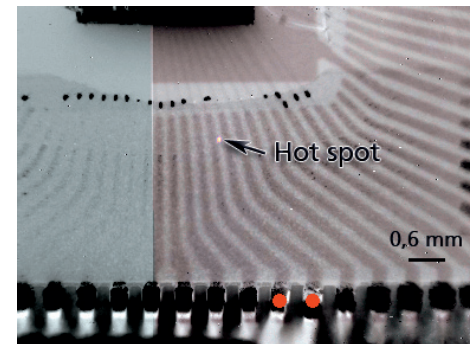


Abb. 1 Rückpräpariertes Bauteil mit lokalisierter Fehlerstelle zwischen benachbarten Leadframe-Fingern. Die beiden roten Punkte sind Positionen der beschalteten Pins (bzw. der elektrischen Kontaktierung) des Bauelements.

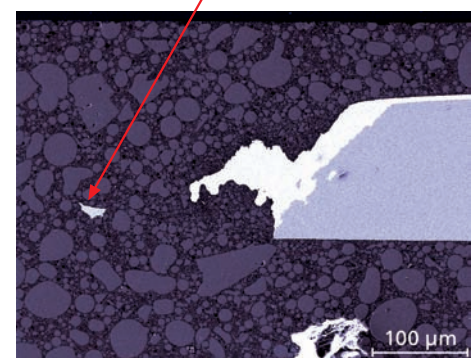
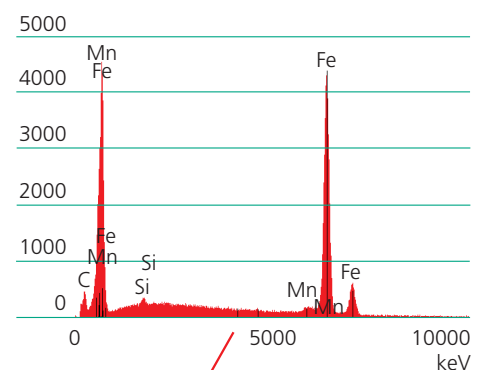


Abb. 2 Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme des zielpräparierten Querschliffs, nachgewiesen wurde ein eingebettetes Stahlpartikel als Ursache für den elektrischen Kurzschluss.

Geschäftsfeld

Werkstoffbasierte Prozess- und Bauteilsimulation

Simulation pulvertechnologischer Prozessschritte und Prozessketten mit mikrostrukturbasierten Modellen

Mikrostruktur-, Textur- und Schädigungsentwicklung 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

Das Geschäftsfeld entwickelt Werkstoffmodelle auf verschiedenen Größenskalen von der quantenmechanischen Beschreibung von Festkörpereigenschaften im Nanometerbereich über mikrostrukturelle Modelle im Mikrometerbereich bis hin zu makroskopischen Werkstoffgesetzen. Die Modelle werden mit der Industrie zur Werkstoffentwicklung und für die Prozess- und Bauteilsimulation eingesetzt.

Das Kundenspektrum ist sehr breit, aber ein Schwerpunkt liegt bei der Automobilindustrie und ihren Zulieferern (Sensorik, Aktorik und Elektronik für Motormanagement, Abgaskrümmen, Katalysatoren, Partikelfilter, Turbolader, hochfeste Karosseriebleche, Sintermetallteile für Motor und Getriebe, Tribologie des Antriebsstrangs).

Eine Stärke des Geschäftsfelds liegt in der methodischen Breite, so dass das Materialverhalten auf der jeweils angemessenen Skala oder auch Skalen übergreifend beschrieben werden kann. In vielen Fällen wird die theoretische Kompetenz durch die Verbindung mit Experimenten weiter gestärkt.

Besonders gefragt ist zurzeit das Konzept zur Lebensdauerberechnung für Komponenten, die hohen thermisch-mechanischen Wechselbelastungen ausgesetzt sind, wie zum Beispiel Abgaskrümmen. Das Paket umfasst Versuche zur Werkstoffcharakterisierung, Modelle für Wechselplastizität und für den dominierenden Schädigungsmechanismus (Mikrorisswachstum) sowie die Implementierung in Finite-Elemente-Programme.



Prof. Dr. Hermann Riedel, Geschäftsfeldleiter

Dichteverteilungen beim Matrizenfüllen

Aufgabenstellung

Das Trockenpressen und anschließende Sintern zur Bauteilformgebung metallischer oder keramischer Pulver zeichnet sich durch hohe Maßgenauigkeit aus, weshalb oftmals auf weitere Bearbeitungsschritte verzichtet werden kann.

Die homogene Befüllung der Matrize vor dem Pressen ist eine wichtige Voraussetzung zur Einhaltung der Formgenauigkeit, da räumliche Dichteunterschiede während des Pressens nicht vollständig ausgeglichen werden und zu Sinterverzug führen können. Weit verbreitet ist die Verwendung eines Füllschuhs zum Matrizenfüllen. Dieser passiert die Kavität einmal oder mehrmals und entlädt dabei das enthaltene Pulver (Abbildung 1).

Optimierungspotenzial im Hinblick auf eine möglichst homogene Dichteverteilung bietet dabei unter anderem die Kinematik des Füllschuhs. Das Ziel ist, den Prozess mit Hilfe von Simulationen besser zu verstehen und zu optimieren, um auf experimentell aufwändige Versuch- und Irrtum-Studien verzichten zu können.

Vorgehensweise

Zur numerischen Beschreibung des Pulvers wird die Diskrete-Elemente-Methode (DEM) verwendet. Im Gegensatz zu Kontinuumsmodellen werden die Körner dabei einzeln erfasst. Somit ist die Abbildung globaler Umordnungen innerhalb des Schüttguts und die Berücksichtigung der Kornform (Abbildung 1, Inset) möglich.

Das Materialverhalten wird durch mikromechanische Parameter innerhalb des Modells kontrolliert. Diese werden für ein gegebenes Pulver an Modellversuche angepasst.

Der Böschungswinkel eines losen Pulverhaufwerks hängt zum Beispiel von der Kornform und der inneren Reibung

im statischen Zustand ab. Gleiches gilt für die Schüttdichte im Volumenmaterial. Messungen in Scherzellen liefern im quasistatischen Zustand den Fließort des Pulvers. Die Analyse des Entladeverhaltens aus einem bewegten Füllschuh rundet die Charakterisierung durch Informationen über dynamische Fließeigenschaften ab. Diese breite Palette von Versuchen ermöglicht eine realistische Beschreibung des Pulvers im dynamisch komplexen Füllvorgang.

Mit dem angepassten Modell werden dann Füllsimulationen für beliebige Bauteilmatrizen durchgeführt.

Ergebnisse

Abbildung 2 zeigt simulierte Dichteverteilungen nach dem Füllvorgang für zwei sehr einfache Matrizen bei unterschiedlichen Schuhgeschwindigkeiten. Zu beobachten sind höhere Dichten bei der niedrigen Geschwindigkeit. Zudem ist das Pulver in Fahrtrichtung der letzten Schuhpassage stärker verdichtet, wobei auch der Einfluss der Matrizengeometrie deutlich wird. Die Simulationen liefern somit Aussagen über kritische Dichteveränderungen und helfen bei der Anpassung der Füllschuhbewegung.

Claas Bierwisch
claas.bierwisch@iwmm.fraunhofer.de

Leistungsbereich Pulvertechnologie

Durch die Simulation pulvertechnologischer Prozessschritte soll der Entwicklungsprozess von Bauteilen effizienter gestaltet werden. Die Diskrete-Elemente-Modellierung greift hierbei auf die Molekulardynamik-Expertise des Leistungsbereichs Physikalische Werkstoffmodellierung zurück.

Ansprechpartner

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

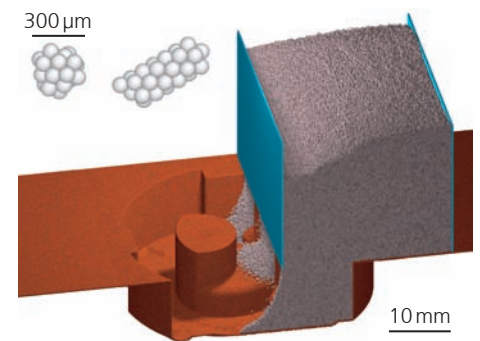


Abb. 1
Simulation des Füllens einer komplexen dreidimensionalen Bauteilmatrize und Beispiele der Kornformen.

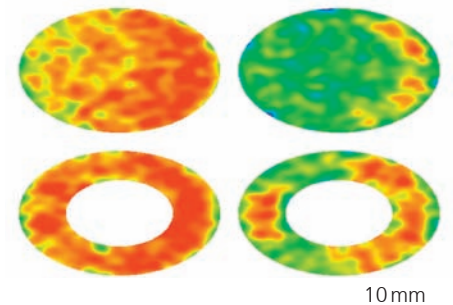


Abb. 2
Simulierte Dichteverteilungen für zwei Matrizengeometrien.
Links: Niedrige Schuhgeschwindigkeit; Rechts: Hohe Schuhgeschwindigkeit.
Der Schuh fährt erst von rechts und anschließend von links über die Matrize.
Grün entspricht niedriger und rot hoher Dichte.

Mikrostrukturentwicklung beim Umformen von Magnesiumlegierungen

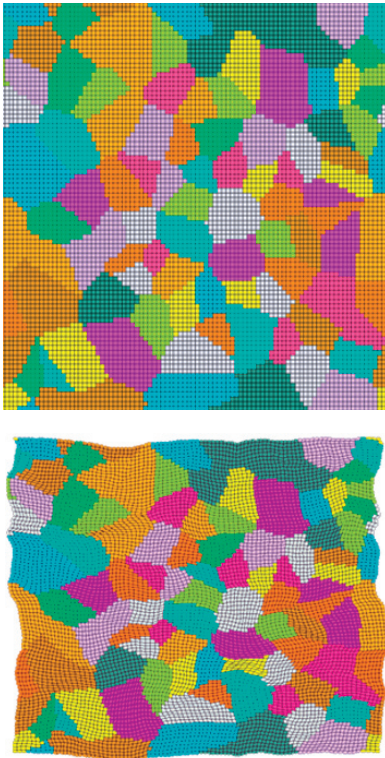


Abb. 1
Mikrostrukturentwicklung.
Oben: vor dem Walzen,
Unten: nach dem Walzen.

Aufgabenstellung

Magnesiumlegierungen besitzen aufgrund ihrer Dichte und den guten Festigkeitseigenschaften ein großes Potenzial für Gewichtseinsparungen im Leichtbau. Allerdings werden Halbzeuge und Bauteile im Allgemeinen mit Warmumformverfahren hergestellt, da Magnesiumlegierungen ab ca. 200 °C deutlich besser umformbar sind. Wesentlich umweltverträglicher und wirtschaftlicher wäre der Einsatz von Kaltumformverfahren.

Im Rahmen des DFG Schwerpunktprogramms InnoMagTec werden an der TU Bergakademie Freiberg fortschrittliche Gießverfahren entwickelt und untersucht, die eine optimierte Textur bewirken, so dass die Herstellung von Magnesiumblechen durch Kaltwalzen möglich ist. Forscher des Fraunhofer IWM entwickeln parallel dazu Modelle zur verbesserten Beschreibung der Verformungs- und Rekristallisationstexturentwicklung.

Vorgehensweise

Die bekannten Modelle zur Beschreibung der Texturentwicklung, wie z.B. das selbstkonsistente Texturmodell (VPSC), stoßen im Fall von Magnesiumlegierungen an ihre Grenzen (vgl. Abbildung 2), da die Wechselwirkung zwischen den Körnern und die Kornform nur sehr eingeschränkt berücksichtigt wird.

Am Fraunhofer IWM wird ein weiterer Weg beschritten: Auf der Basis eines Modells zur Darstellung der Kristallplastizität wird das Verhalten von Magnesiumeinkristallen beschrieben. In diesem Kristallplastizitätsmodell werden die Gleitsysteme und die Zwillingsbildung berücksichtigt. Mit Hilfe der Methode der finiten Elemente wird für einen begrenzten Volumenbereich die polykristalline Mikrostruktur simuliert. Dabei besitzt jedes Korn eine andere Form und Orientierung (vgl. Abbildung

1). Durch diesen Modellierungsansatz (CPFEM) kann die Interaktion zwischen den Körnern wesentlich realitätsnäher beschrieben werden.

Ergebnisse

Abbildung 1 zeigt die seitliche Ansicht einer dreidimensionalen Mikrostruktur. Die unterschiedlichen Orientierungen der Körner werden durch die Farben repräsentiert. In der Simulation wird diese Ausgangsstruktur in Analogie zu einem Walzprozess belastet. Die Ergebnisse sind im unteren Teil der Abbildung 1 dargestellt. Deutlich sichtbar sind die signifikanten Orientierungsänderungen. Abbildung 2 zeigt einen Vergleich zwischen der Simulation und experimentellen Ergebnissen. Deutlich zu erkennen ist, dass der verbesserte Modellierungsansatz (CPFEM) die Texturentwicklung wesentlich besser vorhersagen kann als das selbstkonsistente Texturmodell (VPSC).

Auch wenn mit dieser sehr detaillierten Modellierung nicht der Umformprozess eines Bauteils berechnet werden kann, so tragen die erzielten Ergebnisse zu einem verbesserten Verständnis der Mikrostrukturentwicklung in Magnesiumlegierungen bei.

Aruna Prakash
prakash@iwm.fraunhofer.de

Leistungsbereich

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

Ansprechpartner

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

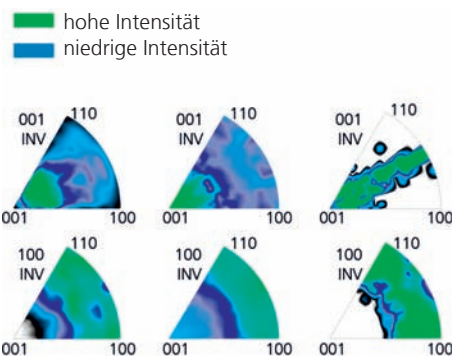


Abb. 2
Darstellung der Texturentwicklung beim Walzen:
Vergleich zwischen Experiment (TU Freiberg),
verbessertem Modellierungsansatz (CPFEM) und
selbstkonsistentem Texturmodell (VPSC).

Bauteilentwicklung leicht gemacht

Aufgabenstellung

Viele Hochtemperaturbauteile, wie z.B. Kolben, Abgasanlagen (Abbildung 1), Kraftwerks- und Turbinenkomponenten, unterliegen scharfen Temperaturzyklen während An- und Abfahrvorgängen. Einspannbedingungen und inhomogene Temperaturverteilungen behindern dabei Wärmedehnungen, wodurch lokal Spannungen und inelastische Dehnungen hervorgerufen werden. Die Kombination von Temperaturübergängen mit mechanischen Dehnungszyklen führt zur thermo-mechanischen Ermüdung des Werkstoffs und letztendlich, nach einer gewissen Zyklenzahl, zum Versagen der Bauteile. Zur Auslegung von Bauteilen sind häufig zahlreiche teure und zeitaufwändige Versuche notwendig. Um eine beträchtliche Reduzierung dieser Bauteilversuche zu erreichen, wird am Fraunhofer IWM die Software ThoMat entwickelt, die es ermöglicht die Bauteilentwicklung größtenteils im Rechner vorzunehmen.

Vorgehensweise

Die Software ThoMat kann als Plug-In für Finite-Elemente-Programme, wie z.B. ABAQUS und ANSYS, verwendet werden. Sie umfasst Modelle zur Beschreibung von Wechsellastigkeit, Dehnratenabhängigkeit, Kriechen und Relaxation und ein Bruchmechanik-basiertes Modell zur Vorhersage der Lebensdauer. Die in ThoMat verwendeten Algorithmen wurden in renommierten Fachzeitschriften publiziert. Die Verformungs- und Lebensdauermodelle können auf verschiedene von Kunden benötigte Werkstoffe angepasst werden. Dazu wurde am Fraunhofer IWM eine effiziente experimentelle und numerische Prozedur zur Bestimmung der Modellparameter entwickelt. Ebenso wird dem Kunden Support angeboten, um ihn bei Bauteilsimulationen zu unterstützen.

Ergebnisse

Das Konzept der Rundumbetreuung von der Untersuchung des Werkstoffs, Durchführung von Versuchen, Modellierung, Simulation bis hin zum Support für die Berechnungsingenieure wird von der Industrie sehr gut angenommen. Die Software ThoMat wird bereits bei vielen namhaften Unternehmen eingesetzt. Abbildung 2 zeigt die an einem gegossenen Abgaskrümmers im Bauteilversuch bei BMW ermittelten kritischen Stellen und die mit der Software ThoMat berechneten kritischen Stellen kurzer Lebensdauer. Es zeigt sich eine gute Übereinstimmung. Die berechneten Anrisslastspielzahlen liegen besser als ein Faktor zwei an den gemessenen Werten. Ausgehend von diesen Berechnungen können nun Optimierungen an der Geometrie durchgeführt und somit die Anzahl an notwendigen Prototypen reduziert werden.

Thomas Seifert
thomas.seifert@iwm.fraunhofer.de
Philipp von Hartrott
philipp.von.hartrott@iwm.fraunhofer.de
Martin Tandler
martin.tandler@iwm.fraunhofer.de

Leistungsbereich

Hochtemperaturverhalten Metalle
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 Ermüdungslebensdauern weiterentwickelt und dem Kunden als Software zur Verfügung gestellt.

Ansprechpartner

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

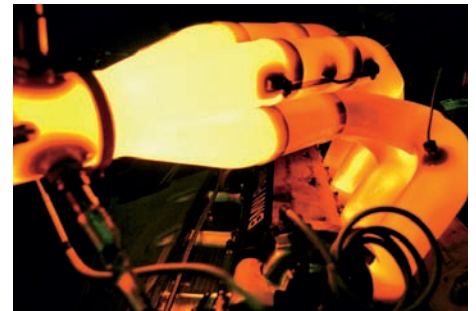


Abb. 1
Abgasanlage im Betrieb. © BMW AG

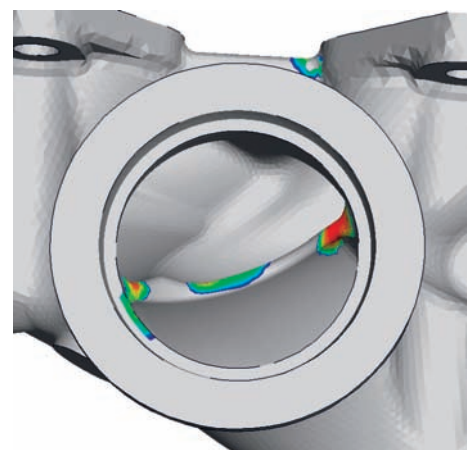


Abb. 2
Oben: Im Bauteilversuch ermittelte kritische Stellen (in hellgrau hervorgehoben) eines gegossenen Abgaskrümmers.
Unten: Mit der Software ThoMat berechnete kritische Stellen (farbig dargestellt).

Thermodynamische und mechanische Stabilität von dünnen Kupfer-Filmen auf Tantal

Aufgabenstellung

Die Verwendung von Kupfer (Cu) für Metallisierungsblöcke in integrierten Halbleiterbauteilen und die Notwendigkeit für eine zuverlässige Vermeidung der Interdiffusion und Reaktion von Cu mit Silizium (Si) führte zur Identifizierung von Tantal (Ta) als geeignete Diffusionsbarriere und zu gesteigertem Interesse an Studien von Cu/Ta-Grenzflächen. Ein fundamentales Verständnis von atomistischen Strukturen und thermodynamischen Stabilitäten von Heterophasen-Grenzflächen zwischen kubisch flächenzentriertem (fcc) Cu und kubisch raumzentriertem (bcc) Ta kann für die Weiterentwicklung von integrierten mikroelektronischen Komponenten hilfreiche Informationen liefern.

Vorgehensweise

Um die atomistischen Strukturen und thermodynamischen Stabilitäten von Cu/Ta-Grenzflächen zu studieren, werden zwei Methoden verwendet. Die erste basiert auf nichtempirischen quantenmechanischen Berechnungen von Gesamtenergien und Kräften mit der Mixed-Basis-Pseudopotential-Methode der ab-initio-Dichtefunktionaltheorie (DFT), die zweite auf atomistischen Molekuldynamik-Simulationen (MD) mit empirischen Wechselwirkungspotentialen, die mit Hilfe von DFT-Daten konstruiert sind. Die MD-Simulationen wurden für atomistische Modelle ausgeführt, in denen eine Anzahl von Cu (111)-Atomlagen auf einer Ta (110)-Substratoberfläche deponiert wurden (Abbildung 1). Für die DFT-Berechnungen wurden Superelementmodelle für kohärente Grenzflächen mit jeweils nur einem Cu- bzw. Ta-Atom pro Einheitszelle parallel zu den Grenzflächen und mit periodischen Randbedingungen verwendet (Abbildung 2).

Ergebnisse

Abbildung 1 zeigt Momentaufnahmen einer MD-simulierten zeitlichen Ent-

wicklung eines anfänglich glatten, nur zwei (111)-Atomlagen dünnen Cu-Films auf Ta bei einer Temperatur von 1400 K. Ein Teil der Cu-Atome bildet zwei Inseln auf die Oberseite der übrigen Cu-Atome, die eine einzelne stabile Monolage auf der (110)-Oberfläche des Ta-Substrats bilden. Wie ein Vergleich mit einer experimentellen Beobachtung (in Abbildung 1 rechts unten) zeigt, gibt die Simulation die Inselbildung durch »dewetting« von Cu auf Ta sehr gut wieder. Allerdings konnte experimentell noch nicht eindeutig festgestellt werden, ob eine einzelne Cu-Atomlage zwischen dem Ta-Substrat und den Cu-Inseln tatsächlich vorhanden ist oder nicht.

Um unterschiedliche experimentelle Befunde besser zu verstehen, wurden weitere DFT-Rechnungen ausgeführt. Die DFT-Ergebnisse zeigen, dass weder eine kohärente Monolage noch ein dünner kohärenter Film von Cu auf Ta (110) stabil ist. Mit einem verallgemeinerten Superelementmodell für inkohärente Grenzflächen ergaben die DFT-Rechnungen, dass eine Monolage von Cu durch eine Inkohärenz der Grenzfläche auf Ta stabilisierbar ist. Außerdem zeigen die DFT-Berechnungen, dass Cu/Ta-Kontakte unter mechanischer Zugbelastung auf atomarer Skala nicht genau an der Grenzfläche zwischen Cu- und Ta-Atomen, sondern im Cu getrennt werden.

Leistungsbereich Physikalische Werkstoffmodellierung

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

Ansprechpartner

Dr. Adham Hashibon
adham.hashibon@iwm.fraunhofer.de

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

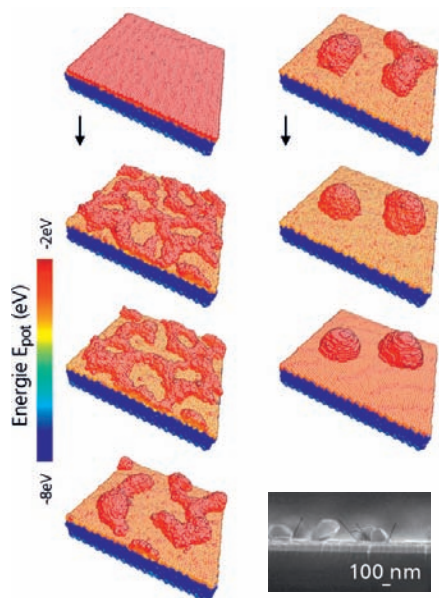


Abb. 1 Molekuldynamik-Simulation von zwei Kupfer (111)-Atomlagen auf einer Tantal (110)-Substratoberfläche. Die Zeitentwicklung ist mit den Pfeilen markiert. Unten rechts ist eine experimentelle Beobachtung abgebildet [Kim et al., J. Electrochem. Soc. 152, 594 (2005)].

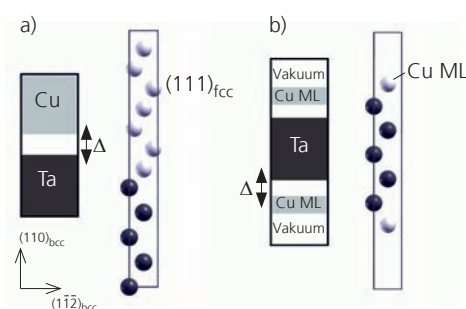


Abb. 2 Schematische Darstellung der für die DFT-Rechnungen verwendeten Superelement-Modelle für kohärente Grenzflächen eines dünnen Kupfer-Films und eine einzelnen Kupfer-Atomlage auf Tantal (110).

Mikrostrukturbasierte Simulation von Dualphasen-Stählen

Motivation

Der Einsatz von hochfesten Stählen gewinnt in der Automobilindustrie zunehmend an Bedeutung. Aus diesem Grund wird am Fraunhofer IWM an Simulationsmodellen gearbeitet, welche die Eigenschaften von Dualphasen-Stählen beschreiben und genauer vorhersagen können. Ein wesentlicher Aspekt ist hierbei die Berücksichtigung von mikrostrukturellen Größen mit Hilfe von geeigneten numerischen Werkzeugen, mit denen die orts- und prozessabhängige Entwicklung der Werkstoffeigenschaften während der Herstellung eines Bauteils und im Einsatz erfasst werden können.

Vorgehensweise

Die zu untersuchenden Dualphasen-Stähle bestehen aus einer duktilen Phase aus Ferritkörnern. Dazwischen ist eine zweite, martensitische Phase angeordnet, die deutlich härter ist. Diese typische Mikrostruktur hat einen wesentlichen Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften des Werkstoffes und ist deshalb in geeigneter Weise bei der Erstellung eines Simulationsmodells zu berücksichtigen. Zu diesem Zweck werden so genannte Einheitszellen-Modelle verwendet, die bis zu 100 Ferritkörner enthalten. Diese Einheitszellen entsprechen einem kleinen repräsentativen Ausschnitt aus dem Werkstoff, in dem beide Materialphasen explizit modelliert werden, wie in Abbildung 1 dargestellt ist. Die numerische Beschreibung der Materialeigenschaften erfolgt mit Hilfe eines Kristallplastizitäts-Modells. Auf diese Weise können auch die Orientierungsänderungen der Ferritkörner infolge von äußeren Belastungen in der Simulation berücksichtigt werden. Die z.B. durch das Walzen auftretenden materiellen Anisotropien lassen sich so mit dem numerischen Modell erfassen.

Ergebnisse

Ausgehend von den entwickelten Einheitszellen-Modellen können nun mikroskopische Größen wie z.B. die Verteilung der Kristallorientierung nach erfolgter Deformation abgebildet werden, wie in Abbildung 2 dargestellt ist. Darüber hinaus können mit Hilfe von Homogenisierungsverfahren auch Aussagen über makroskopische Eigenschaften wie z.B. das Fließverhalten getroffen werden. Diese numerischen Modelle sind geeignet, die Einflüsse verschiedener Material- und Morphologie-Parameter auf die Werkstoffeigenschaften gezielt zu untersuchen.

Ausblick

Infolge des hohen numerischen Aufwands, der mit diesen Simulationen verbunden ist, können die Modelle noch nicht direkt in praxisnahe Finite-Elemente-Berechnungen wie z.B. Umformsimulationen verwendet werden. In einem weiteren Arbeitsschritt werden daher mit Hilfe der entwickelten Einheitszellen-Modelle makroskopische Fließkurven ermittelt, mit denen geeignete kontinuumsmechanische Plastizitätsmodelle kalibriert werden.

Dr. Alexander Butz
alexander.butz@iwm.fraunhofer.de

Das vom BMBF ins Leben gerufene **Kompetenzzentrum SimBAU** trägt dazu bei, die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie auf dem Weltmarkt durch erhöhten Einsatz von Simulationen zu stärken. Dazu bildet SimBAU eine Anlaufstelle in Fragen der numerischen Simulation und der Weiterentwicklung von Werkstoffmodellen für neue Anwendungen.

Ansprechpartner

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

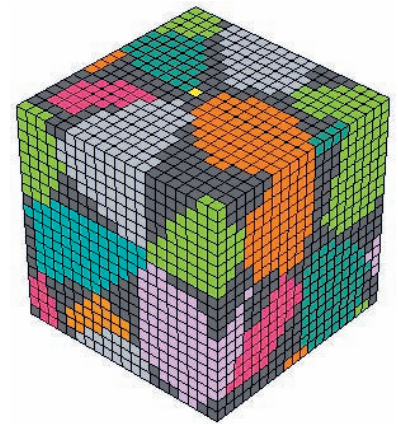


Abb. 1
Periodische Einheitszelle mit neun Ferritkörnern (25 µm). Die einzelnen Ferritkörner sind farblich voneinander abgesetzt, die dazwischen liegenden dunkelgrauen Bereiche entsprechen der Martensitphase.

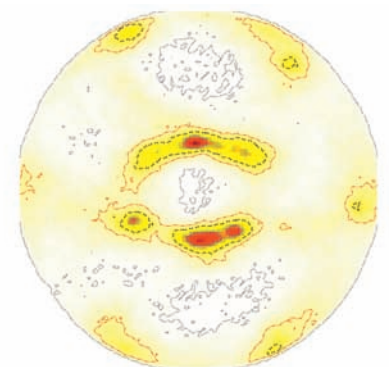
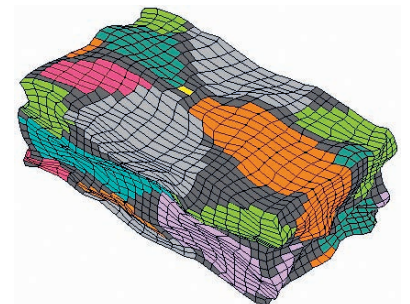


Abb. 2
Oben: Deformierte Einheitszelle.
Unten: Orientierungsverteilung der Ferritkörner als Polfigur. Weiß entspricht niedriger und rot hoher Dichte.

Geschäftsfeld

Komponenten mit funktionalen Oberflächen

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 Lebensdauer vorhersage für sprödbrechende Materialien

Der Schwerpunkt des Geschäftsfelds besteht in Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der mechanischen und funktionalen Eigenschaften von sprödbrechenden Materialien, insbesondere von Gläsern, Halbleitermaterialien und Schichten. Besondere Stärken liegen in Bearbeitungs- und Trennverfahren zur Erzeugung hochwertiger schädigungsarmer Oberflächen, im Heißformen optischer Bauteile sowie in der Beschichtung und Oberflächenstrukturierung.

Das Leistungsangebot richtet sich an Industriefirmen aus den Bereichen Gläser, Optik, Halbleiter- und Solarzellentechnologie, Sensortechnik, Medizintechnik, Anlagen- und Werkzeugbau sowie an den Automobilbau und die Zulieferindustrie.

Für die Arbeiten stehen mehrere Labors mit speziell instrumentierten Vorrichtungen für Untersuchungen und Prozessentwicklungen in den Bereichen Ultrapräzisionsbearbeitung, Laser-gestützte thermische Prozess- und Fügetechnik, Schneiden und Trennen von Glas durch geführte thermische Risse, Drahtsägeprozesse für Silizium sowie zähplastische Formgebung von Gläsern zur Verfügung. Im Beschichtungstechnikum werden für die Entwicklung neuer Schichtwerkstoffe modernste Anlagen, vom thermischen Verdampfungsprozess über Sputter- und Pulstechniken bis hin zur Ionenstrahlbeschichtung, betrieben. Mechanisch relevante Eigenschaften werden in Testapparaturen und in speziell auf die jeweiligen Beanspruchungsfälle hin konzipierten Vorrichtungen ermittelt.

Einen besonderen Schwerpunkt bildet derzeit die Entwicklung eines schnellen Heißpressprozesses zur Herstellung optischer Komponenten aus neuen RoHS-konformen Spezialgläsern. In den Arbeiten gelang es, Prozessfenster hinsichtlich zeitlicher Temperatur-Kraftverläufe, Formenbeschichtungen und Glasviskositäten so festzulegen, dass Konturgenauigkeiten bis in den Bereich von $0,1 \mu\text{m}$ bei einer Presszyklendauer von unter einer Minute erreicht werden.



Dr. Günter Kleer, Geschäftsfeldleiter

Minimierung der Verwölbung dünner Solarzellen

Aufgabenstellung

Aufgrund des Photovoltaik-Booms ist der Bedarf der Solarzellen-Industrie an Silizium größer als die weltweiten Herstellungskapazitäten an Rohsilizium für PV-Anwendungen. Um möglichst viel Silizium-Material bei der Herstellung der Wafer einzusparen, stellen die Waferproduzenten immer dünnere und großformatigere Wafer her. Während 2004 Wafer eine Dicke von 330 μm und eine Kantenlänge von 100 mm hatten, sind Standardsolarzellen heutzutage bei einer Kantenlänge von 156 mm 210 μm dick. Die aktuell dünnsten Wafer in der Solarzellenproduktion liegen bei Waferdicken von 180 bzw. 160 μm .

Solarzellen haben, wie in Abbildung 1 gezeigt, einen Multischichtaufbau aus unterschiedlichen Materialien. Aufgrund unterschiedlicher thermischer Ausdehnungskoeffizienten von Silizium und Schichtmaterialien kommt es zu einer dauerhaften Verwölbung der Solarzelle (Abbildung 2 oben). Die Produktionspraxis zeigt, dass Solarzellen mit Verwölbungen ab etwa 2 mm in den Produktionsmaschinen nicht mehr prozessiert werden können. Es kommt beispielsweise zum Anschlagen der Waferkanten an Handlingeinheiten. Die Folge sind Risse im Silizium, die im Laufe der nachfolgenden Prozessschritte unter Belastung zum Bruch der Solarzelle führen können. Ziel der Arbeiten des Fraunhofer IWM Freiburg war es, das mechanische Verhalten und insbesondere die Verwölbung von Solarzellen mit unterschiedlichem Elektrodendesign numerisch zu beschreiben, um neue Schichtaufbauten bei Solarzellen bewerten und bezüglich minimierter Verwölbung optimieren zu können.

Vorgehensweise

Um Voraussagen über den Grad der Verwölbung bei unterschiedlichem Elektrodendesign treffen zu können, wurde ein anpassbares numerisches

Modell einer Solarzelle erstellt. Für realitätsnahe Werte der Verwölbung müssen die tatsächlichen Materialeigenschaften der Schichtmaterialien nach Durchlaufen der Zellherstellung bekannt sein. Diese wurden in einem speziellen Messaufbau ermittelt.

Ergebnisse

Abbildung 2 unten zeigt beispielhaft das Ergebnis einer numerischen Berechnung. Deutlich ist die gute Übereinstimmung von Modell und Realität zu erkennen. Dies gelingt nur, wenn die zuvor experimentell ermittelten Materialkennwerte Elastizitätsmodul und thermischer Ausdehnungskoeffizient der Schichtmaterialien verwendet werden. Somit steht ein verifiziertes, geometrisch variables numerisches Modell einer Solarzelle zur Berechnung der Verwölbung von Zellen mit neuen oder modifizierten Solarzellendesigns zur Verfügung. Im konkreten Fall konnte im Vergleich zu Solarzellen mit konventioneller Elektrodenkonfiguration bei modifizierter Bedruckungsgeometrie der Rückseite eine Reduzierung der Verwölbung um 50 Prozent erreicht werden.

Cordula Kohn
cordula.kohn@iwmm.fraunhofer.de

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

Ansprechpartner

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

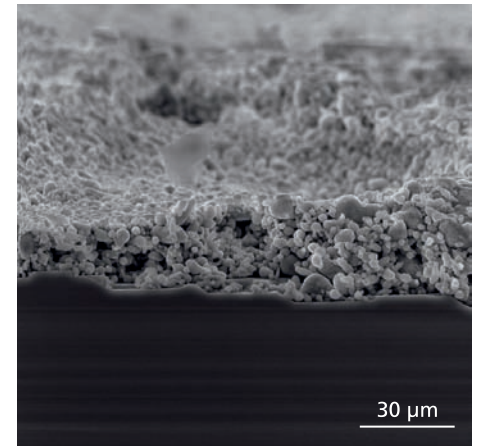
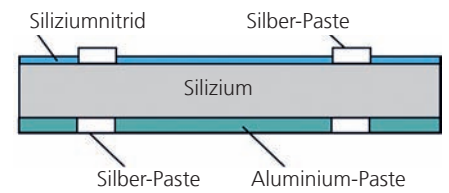


Abb. 1 Schematischer Aufbau einer Solarzelle (oben) REM-Aufnahme einer Solarzelle in Seitenansicht (unten).

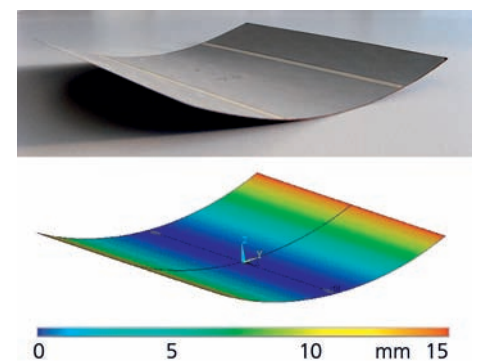


Abb. 2 Foto einer prozessierten 156 x 156 mm² Solarzelle (Waferdicke: 150 μm) sowie Ergebnis der numerisch berechneten Verwölbung einer entsprechenden Zelle.

Schichtentwicklung für die Heißformgebung optischer Komponenten



Abb. 1
Aufnahme von Formwerkzeugen, die mit einer Hartstoffschicht im PVD-Verfahren beschichtet wurden.

Aufgabenstellung

Neue Abbildungsverfahren sowie miniaturisierte Laser erfordern hochintegrierte optische Elemente höchster Präzision aus Glas wie z.B. FAC- oder SAC-Zylinderlinsenarrays oder asphärische Elemente. Um die Herstellungskosten zu senken, wird angestrebt, derartige Komponenten durch schnelle Heißprägeverfahren herzustellen. Die hohen Umformtemperaturen sowie die chemische Aggressivität der Schmelzen der verwendeten optischen Gläser verkürzen die Lebensdauer unbeschichteter Formwerkzeuge erheblich. Zur Gewährleistung von Prozesssicherheit, Standzeit und hoher Oberflächenqualität sind deshalb leistungsfähige Werkzeugbeschichtungen notwendig, die sowohl an den jeweiligen Grundwerkstoff als auch an die verwendete Glasart angepasst werden müssen (Abbildung 1).

Vorgehensweise

Schichtsysteme mit günstigen Eigenschaften sind binäre und ternäre Hartstoffschichten aus den Elementen Titan (Ti), Chrom (Cr), Aluminium (Al) und Stickstoff (N). Diese werden im Fraunhofer IWM im reaktiven Sputterprozess abgeschieden, unter Anwendung von HF- und Biastechniken. Um zunächst deren Schichthaftung auf Werkzeugmaterialien zu untersuchen, wird ein so genannter »Scanning-Scratch-Test« angewendet. Dabei wird eine feine Diamantnadel mit linear ansteigender Auflagekraft über die Probe geführt; gleichzeitig ist senkrecht dazu eine Oszillationsbewegung überlagert. Bei einer bestimmten »kritischen Kraft«, F_{krit} , die mit steigender Schichthaftung ebenfalls ansteigt, bricht die Nadel in die Schicht ein und liefert so ein Maß für die Haftung der Schicht auf dem Substratmaterial (Abbildung 2).

Weitere Verbesserungen in der Schichthaftung werden durch die Wahl geeig-

netter Abscheidebedingungen, insbesondere durch ein Substratbiasing, erreicht. Um die Kontakteigenschaften des Schichtmaterials gegenüber der jeweiligen Glassorte zu charakterisieren, werden zum einen unter isothermen Bedingungen im Hochvakuum Pressversuche mit dem gewählten Glas-Schicht-Werkstoff-System durchgeführt, zum anderen werden an Luft zyklische Glaskontaktversuche durchgeführt. Dabei werden jeweils mehrere tausend Glas-Schichtkontakte realisiert.

Ergebnisse

Für das gewählte Beispiel nitridischer Schichten auf Hartmetall-Grundkörper ist in Abbildung 2 das Ergebnis eines Scanning-Scratch-Tests dargestellt. Danach ist die Haftung einer ternären nitridischen Hartstoffschicht auf dem Hartmetall-Grundmaterial deutlich besser als die einer binären nitridischen Hartstoffschicht. Diese Schicht wies auch gegenüber den getesteten Glasarten ein sehr gutes Kontaktverhalten auf. Durch eine derartige Beschichtung konnte in einem speziellem Anwendungsfall die Werkzeugstandzeit von einigen 1 000 auf bis zu 20 000 Pressungen erhöht werden.

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

Leistungsbereich Beschichtungen, Oberflächenstrukturierung
Für Heißformgebungsprozesse von Gläsern werden maßgeschneiderte Beschichtungslösungen entwickelt. Durch Kontaktexperimente werden Versagensmechanismen aufgedeckt und Abschätzungen zu Standzeiten gewonnen.

Ansprechpartner

Dr. Günter Kleer
gunter.kleer@iw.fraunhofer.de

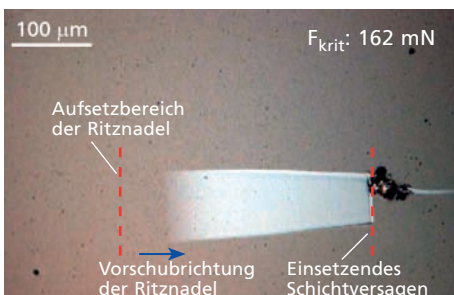
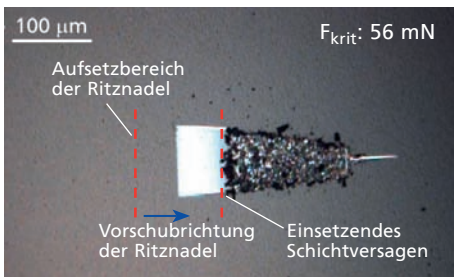
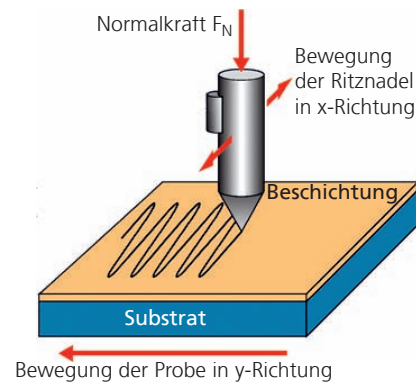


Abb. 2
Prinzipskizze des Scanning-Scratch-Tests (oben), Mikroskopaufnahmen von Ritzspuren einer binären (Mitte) und einer ternären nitridischen Hartstoffschicht.

Mikrooptische Bauteile aus optischen Spezialgläsern

Aufgabenstellung

Von der Lasertechnik bis hin zur bildgebenden optischen Sensortechnik werden für die Miniaturisierung und Leistungssteigerung der Produkte neue kompakte Optiken entwickelt, die einzelne Komponenten aus Gläsern mit speziellen optischen Eigenschaften wie z.B. mit extrem hohem Brechwert, geringer Temperaturabhängigkeit des Brechwerts, hoher Transmission im Infrarot oder Ultraviolett, geringer Dispersion, sehr geringer Wärmedehnung etc. enthalten. Für die Herstellung solcher Optikkomponenten in größeren Stückzahlen bietet die Replikation durch zähplastische Heißformgebung gegenüber konventionellen Schleif- und Polierverfahren das Potenzial für eine kostengünstige Serienproduktion in gleichbleibend hoher Qualität, insbesondere für die Fertigung von komplex geformten optischen Wirkflächen wie z.B. asphärischen oder Freiform-Flächen. Die Schwierigkeit bei der Heißverarbeitung von optischen Spezialgläsern besteht darin, dass sich die Oberflächen solcher Gläser unter der Einwirkung hoher Temperaturen, wie sie für die Erweichung und Umformung erforderlich sind, sehr schnell nachteilig verändern können, z.B. durch Kristallisation, Entmischung, Verdampfung von Glasbestandteilen und Reaktionen mit dem Formenmaterial und der Umgebungsumgebung. Aufgabenstellung für die Heißformgebung von mikrooptischen Bauteilen aus optischen Spezialgläsern ist daher die Identifizierung von geeigneten Glasarten und die Ermittlung von geeigneten Prozessfenstern.

Vorgehensweise

In Pressversuchen bei unterschiedlichen Umgebungsumgebungen (Vakuum, Schutzgas, Luft) wurden verschiedene RoHS-konforme Spezialgläser bezüglich Veränderungen ihrer Oberflächenbeschaffenheit und ihres Kontakt- und Klebeverhaltens gegenüber Formenwerkstoffen und Formenbeschich-

tungen untersucht, der Viskositätsverlauf der Gläser bestimmt und Prozessfenster für hohe Konturgenauigkeit bei minimaler Verweildauer der Gläser auf hoher Temperatur ermittelt. Die Oberflächengüte der heißgeformten Gläser wurde mit licht- und elektronenmikroskopischen Verfahren sowie mittels Weißlicht-Interferometrie charakterisiert. Abbildung 1 zeigt beispielhaft die Oberfläche einer heißgepressten Linse aus einem IR-durchlässigen Spezialglas mit ausgewachsenen Kristallen.

Ergebnisse

Aus den als gut pressbar bewerteten Spezialgläsern wurden Demonstrator-Komponenten wie Einzellinsen, Linsenarrays und Mikrolinsenarrays bis hin zu diffraktiven optischen Elementen (DOE) gepresst und die Prozessparameter für die jeweiligen Glassorten optimiert. Abbildung 2 zeigt ein heißgeprägtes Zylinderlinsenarray für die Strahlformung und das optische Stacking von Hochleistungs-Diodenlasern. Die heißgeformten mikrooptischen Bauteile wurden von den am FuE-Projekt beteiligten Anwendern getestet und positiv bewertet, so dass im nächsten Schritt die Herstellung größerer Stückzahlen mit einer industrietauglichen Pilotanlage angegangen wird.

Leistungsbereich

Heißformgebung Glas

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

Ansprechpartner

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

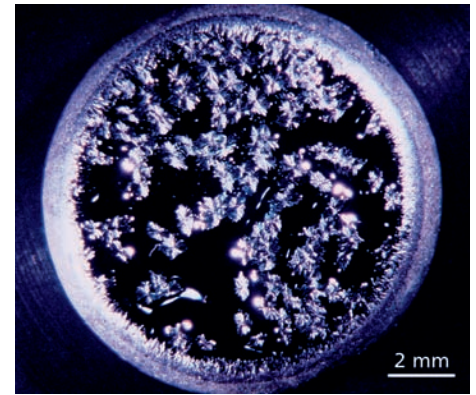


Abb. 1
 Kristallisation an der Oberfläche eines IR-durchlässigen optischen Spezialglases durch Einwirkung hoher Temperaturen.

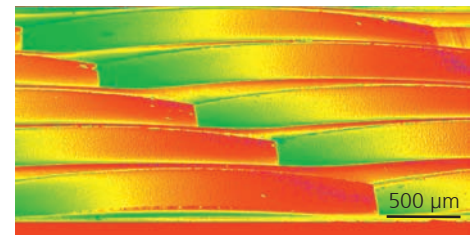


Abb. 2
 Heißgeprägtes Zylinderlinsenarray aus optischem Kronglas (Ausschnitt, Falschfarben).

Geschäftsfeld

Polymeranwendungen und biokompatible Materialien

Materialdesign, Verarbeitung und Bewertung von thermoplastischen Werkstoffen

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)

Im Geschäftsfeld Polymeranwendungen werden Verfahren zur Verarbeitung und Veredlung von Polymeren für deren ressourcenschonenden Einsatz entwickelt und bewertet. Dafür stehen, in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Pilotanlagenzentrum für Polymersynthese und -verarbeitung in Schkopau, entlang der Wertschöpfungskette Labor-, Mini-plant- und Pilotanlagen für Compoundierung, Spritzguss und Extrusion sowie Weiterverarbeitung für Projekte mit Partnern aus der Kunststoffverarbeitung zur Verfügung.

Beginnend bereits bei der Materialentwicklung, erfolgt eine Materialcharakterisierung und -bewertung bis hin zur Bauteilentwicklung und zur numerischen Simulation des Bauteileinsatzverhaltens. 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 aus fluorhaltigen Copolymeren. Werkstoffmechanische Bewertungsmethoden werden sowohl für polymere Hochleistungs-Verbundmaterialien als auch für biomedizinische und biologische Materialien entwickelt.

Für Unternehmen der Biotechnologie und Medizintechnik werden biokompatible und Grenzflächen-bestimmte funktionelle Materialien für das Tissue Engineering entwickelt und zur Einsatzreife gebracht.



Prof. Dr. Ralf B. Wehrspohn, Geschäftsfeldleiter

Naturfasern und kalthärtende Bioharze als Komponenten eines innovativen Verbundwerkstoffes

Aufgabenstellung

Die weltweit begrenzten Ressourcen und die daraus resultierende Forderung nach einer nachhaltigen Wirtschaft treiben den Leichtbaugedanken aus nachwachsenden Rohstoffen voran und führen in vielen Bereichen zu neuen Anwendungen. So haben beispielsweise im Behälterbau die isolierenden Eigenschaften der verwendeten Materialien eine entscheidende Bedeutung. Die Reduktion der Wärmeleitfähigkeit bei gleichzeitiger Erhaltung des mechanischen Potenzials wird durch die Verwendung von regenerativen Werkstoffen erreicht. In einem aktuell durchgeführten Forschungsprojekt soll ein strukturoptimierter Verbundwerkstoff aus nachwachsenden Rohstoffen entwickelt werden, der durch einen hohen Fasergehalt die Wärmedämmung im Vergleich zum glasfaserverstärkten Kunststoff wesentlich verbessert. Ergänzend zum Einsatz der nachwachsenden Faserstoffe werden neue Harzsysteme, welche nicht auf petrochemischer Basis erzeugt werden, evaluiert. Diese auf Leinölen basierenden nativen Epoxide weisen eine Reihe von Vorteilen gegenüber klassischen Duroplasten auf. Sie sind geruchlos, VOC (volatile organic compounds)-frei, nicht toxisch bzw. nicht gentoxisch und bei hoher Vernetzungsdichte ungewöhnlich elastisch. Ein weiterer Vorteil ist die Aushärtung der »Leinölepoxide« bei Temperaturen im Bereich von 23 °C bis 100 °C.

Vorgehensweise

Zur Erfassung der Abhängigkeit der mechanischen und thermischen Eigenschaften der Verbunde von den eingesetzten Komponenten und den technologischen Bedingungen wurden an Proben aus ebenen Platten Kennwerte bestimmt. Die Probenherstellung erfolgte unter Verwendung unterschiedlicher Naturfasermatten (Flachs/Hanf, Flachs/Sisal; Anteile je 50/50) mit variierenden Flächengewichten (1150 g/m²

und 900 g/m²) und Faservolumengehalten sowie bei verschiedenen Temperaturen mittels Pressen. Die mechanischen Kennwerte wurden an einer Universalprüfmaschine mittels Rondentest, die thermischen Kennwerte mittels Laser-Flash-Apparatur bestimmt.

Ergebnisse

Im Ergebnis der Untersuchungen wurde festgestellt, dass der Verbund in Abhängigkeit von den eingesetzten Komponenten auch ein richtungsabhängiges Verhalten zeigt (Abbildung 1). So zeigen die Verbunde mit Flachs/Hanf-Fasermatten anisotropes Verhalten. Es existiert eine Vorzugsorientierung. Im Gegensatz dazu weisen die Flachs/Sisal-Verbunde ein rein isotropes Verhalten auf. In Abbildung 2 sind die im Projekt geforderten Kennwerte mit den mittels Bioverbund erzielten verglichen. Für den hier geforderten Einsatzfall konnte somit die Eignung dieses innovativen, regenerativen Verbundwerkstoffes nachgewiesen werden.

Andreas Krombholz
andreas.krombholz@iwmh.fraunhofer.de

Leistungsbereich Polymercompounds

Die systematische Untersuchung der Einarbeitung von Glasfasern, Cellulose-regeneratfasern und Naturfasern ermöglicht die effiziente Ausnutzung der Eigenschaften von faserverstärkten Kunststoffen.

Ansprechpartner

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

Anisotropes Verhalten im Rondentest Kraft in Newton bei einer Durchbiegung von 0,3 mm

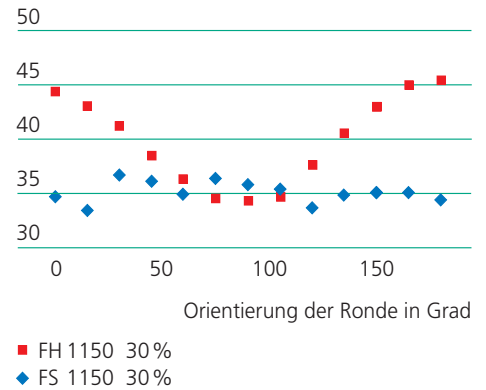


Abb. 1 Abhängigkeit der mechanischen Eigenschaften von der Belastungsrichtung und dem eingesetzten Fasermaterial (Proben ausgelagert bei 30 % relativer Luftfeuchte; F-Flachs, H-Hanf, S-Sisal).

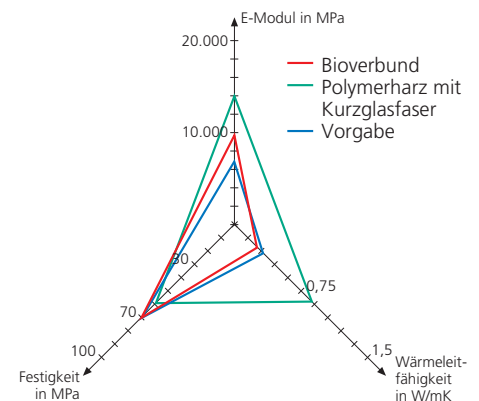


Abb. 2 Vergleich der geforderten Kennwerte mit denen der Bioharzverbunde und eines Referenzsystems.

Untersuchung des Versagensverhaltens von CFK-Schaumsandwichstrukturen

Aufgabenstellung

Sandwichstrukturen besitzen eine hohe Biegesteifigkeit und -festigkeit bei geringem Gewicht. Sie eignen sich deshalb besonders für Leichtbauanwendungen in der Luftfahrt. Allerdings ist das Versagensverhalten von Sandwichstrukturen im Vergleich zu monolithischen Strukturen komplexer und erfordert sowohl die Untersuchung der Einzelkomponenten als auch deren Wechselwirkung im Werkstoffverbund. Ziel der Untersuchungen war, das Versagensverhalten nachzuvollziehen.

Vorgehensweise

Zunächst wurden Biegeversuche (Abbildung 1) durchgeführt. Mit dem Grauwertkorrelationsmesssystem ARAMIS wurden die Probendurchbiegung, die Dehnung der Sandwichdecklagen und die Schubverzerrung des Schaumkerns aufgenommen. Der Probenbruch trat generell durch Schubversagen im Schaumkern auf, da die Zug- bzw. Druckfestigkeiten der Decklagen um Größenordnungen höher sind als die Schubfestigkeit des Kerns. Außerdem fiel ein lokales Druckversagen unter den Lasteinleitungsstellen auf, welches durch zerquetschte Schaumreste an den Decklagen sichtbar wurde (Core-Crushing).

Ergebnisse

Die Berechnungen zeigten, dass die Durchbiegung aus der Finite-Elemente-Methode genau mit der nach der Sandwichtheorie übereinstimmt und etwas geringer ist als gemessen. Die Schubverzerrung des Schaumkerns stimmt mit den theoretischen und den gemessenen Werten überein. Die Anwendung verschiedener Versagenskriterien für den Schaum sollte zeigen, welches das globale und lokale Versagen korrekt anzeigt und wie die somit theoretisch ermittelten Bruchlasten mit den gemessenen übereinstimmen. Als am besten geeignetes Kriterium stellte sich das vom Deutschen Kunststoffinstitut

speziell für den Rohacellschaum entwickelte Kriterium heraus. In Abbildung 2 oben ist die Werkstoffanstrengung bei der im Experiment gemessenen Bruchlast abgebildet. Mit der Finite-Elemente-Berechnung kann sowohl die lokale Schädigung im Lasteinleitungsbereich (sehr große Anstrengungen bei realer Bruchlast) als auch das globale Versagen (Anstrengung um den Wert 1 im schubbelasteten Bereich) vorhergesagt werden.

Eine verbesserte Vorhersage ergibt sich bei Berücksichtigung von Temperatureigenheiten. Diese entstehen bereits bei der Fertigung des Sandwich aufgrund der unterschiedlichen Wärmedehnungseigenschaften von CFK und Schaumkern. Abbildung 2 unten zeigt die Werkstoffanstrengung im nachgerechneten Biegeversuch mit überlagerter Temperaturlast. Es ist zu erkennen, dass die Bruchvorhersagen im schubbelasteten Bereich deutlich verbessert werden. Die Werkstoffanstrengung erreicht genau den Wert 1. Im Bereich der Lasteinleitung, unterhalb des oberen Druckstempels, wird bereits deutlich vor dem Schubversagen der Probe ein lokal begrenztes Core-Crushing angezeigt.

Martin Rinker
martin.rinker@iwmm.fraunhofer.de

Leistungsbereich Polymerbasierte Hochleistungsverbundwerkstoffe
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.

Ansprechpartner
Dr. Ralf Schäuble
ralf.schauble@iwmm.fraunhofer.de

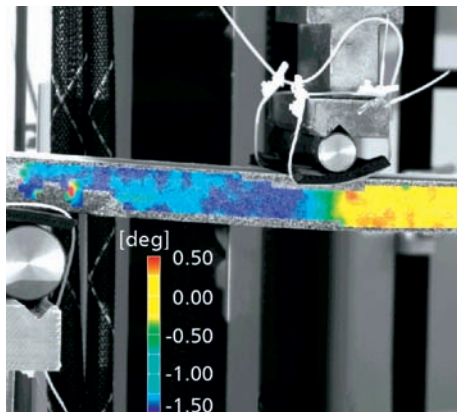


Abb. 1
Versuchs- und Messaufbau beim 4-Punkt-Biegeversuch. Dargestellt ist die gemessene Schubverzerrung im Schaumkern in der linken Hälfte der symmetrischen Probe.

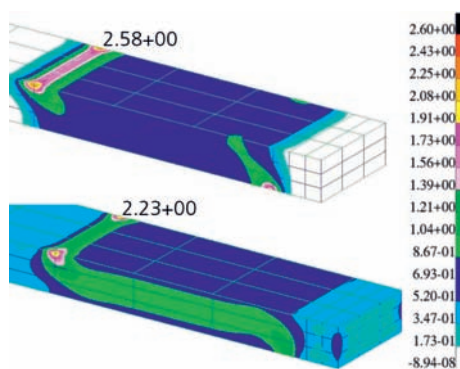


Abb. 2
Finite-Elemente-Plot der Werkstoffanstrengung des Schaumkerns im 4-Punkt-Biegeversuch bei experimentell ermittelter Bruchlast ohne Temperaturlast (oben) und mit Temperaturlast (unten). Die CFK-Decklagen sind im Plot ausgeblendet.

Bestimmung der Kraftwirkung von chemo-mechanischen Proteinaggregaten (Forisomen)

Aufgabenstellung

Zunehmend werden für Bewegungs-, Schalt- und Transportvorgänge Motoren erforderlich, die mit Kräften im nN-Bereich arbeiten. Zur Erzeugung derart kleiner Kräfte werden auch biologische Materialien wie chemo-mechanische Proteinaggregate (Forisome) in Betracht gezogen. Das Einsatzpotenzial dieser Proteinaggregate wurde untersucht.

Vorgehensweise

Forisome sind chemo-mechanisch aktive Pflanzenproteinaggregate von etwa 30 µm Länge, die durch die Wirkung von Erdalkalitionen und durch pH-Wertänderungen ihre Konformation ändern und dabei mechanische Kräfte entwickeln. Diese Kräfte können in vitro mit Hilfe von Cantilevern, z.B. Glasfasern, oder mit MEMS-Strukturen aus Polymermaterialien bestimmt werden. Die Verformung der Messstrukturen wird im Lichtmikroskop verfolgt und mittels Grauwertkorrelation ausgewertet. Unter Einbeziehung der mechanischen Parameter der Messstrukturen werden die durch das Forisom verursachten Kraftwirkungen berechnet.

Ergebnisse

Abbildung 1 zeigt die durch ein Forisom hervorgerufene, zeitabhängige Biegekraft auf eine Glasfaser für Ca²⁺-, Sr²⁺- und Ba²⁺-Ionen gleicher Konzentration. Die gemessenen Haltekräfte nach einer Einschwingzeit von 10 s stimmen nahezu überein. Am gleichen Proteinaggregat wird praktisch unabhängig von der Ionenart eine identische Kraftwirkung gemessen, die durch eine Konformationsänderung der im Forisom enthaltenen Proteinmoleküle in Verbindung mit einer großen Wasseraufnahme verursacht wird. Für einzelne Proteinaggregate unterschiedlicher Herkunft werden Kraftwirkungen zwischen 50 und 140 nN bestimmt.

Eine weitere Möglichkeit zur Bestimmung der Kraftwirkung der Forisome zeigt Abbildung 2. Die Forisome wurden in polymerbasierte MEMS-Messstrukturen (N. Ferrell, D. Hansford, Ohio State University) integriert. Die Messstruktur wurde so ausgelegt, dass Kräfte der Forisome in longitudinaler und in radialer Forisomrichtung aufgenommen werden. Nach Zugabe von Ca²⁺-Ionen drückt das Forisom die radial gelegenen Balken auseinander und zieht die longitudinalen Balken zusammen. Anhand der Verschiebung durch das Forisom und unter Verwendung der mechanischen Parameter der MEMS-Strukturen wurde eine Zugkraft von 105 nN in longitudinaler und von 40 nN in radialer Richtung bestimmt.

Mit der reproduzierbaren Bestimmung der von den Forisomen generierten Kräfte und ihrer Integration in polymerbasierte MEMS-Strukturen wurde ein wesentlicher Schritt zur technischen Anwendung als Bioaktuator getan. Mit der zunehmend gesicherten Protein- und Gensequenzierung wird beim Projektpartner Fraunhofer IME ein entsprechendes Expressionssystem zur Herstellung von chemo-mechanischen Proteinen entwickelt.

Stefan Schwan
 stefan.schwan@iwmh.fraunhofer.de
 Dr. Uwe Spohn
 uwe.spohn@iwmh.fraunhofer.de

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

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

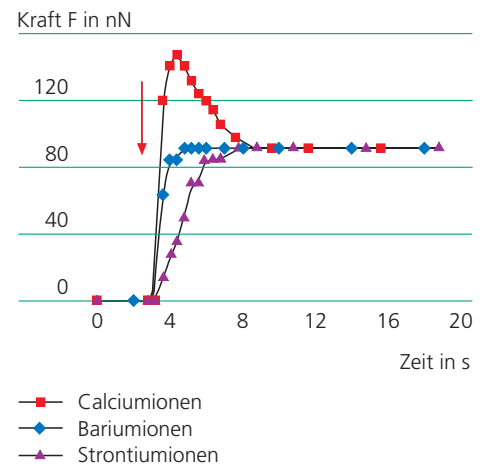


Abb. 1
 Zeitabhängige Kraftentwicklung eines Forisoms unter Einfluss von Ca²⁺-, Ba²⁺- oder Sr²⁺-Ionen.

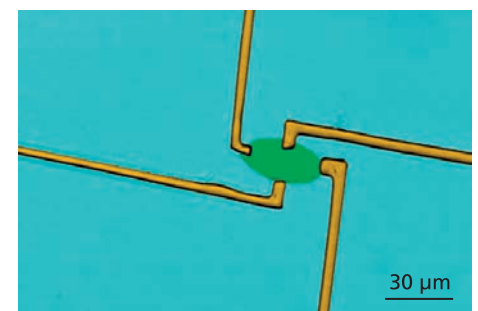
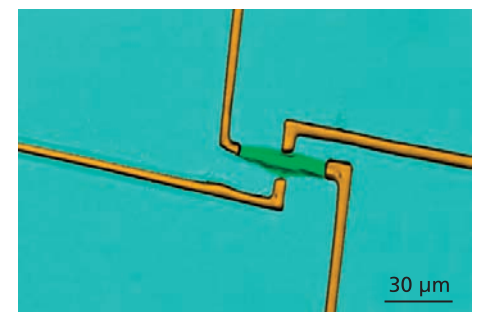


Abb. 2
 Lichtmikroskopische Aufnahme (nachcoloriert) der Verformung von Biegebalken einer polymerbasierten MEMS-Messstruktur durch ein adsorptiv gebundenes Forisom. Ausgangszustand (oben) und geschaltetes For(s)isom und verformte Biegebalken in Gegenwart von Ca²⁺-Ionen (unten).

Geschäftsfeld

Mikrostrukturbasierte Bauteilbewertung

Ganzheitliche Schadensanalysen und Sachverständigen-
gutachten

Gefügebewertung, Bruchflächenanalyse, Härteprüfung
inkl. Nanoindention

ZTA-, ZTU-, SZTU-, SZTA-Schaubilder auch mit über-
lagerten Beanspruchungen

Bewertung und Optimierung von Fertigungsverfahren
und Prozessen

Wasserstoffanalysen und Ermittlung von Diffusions-
koeffizienten auch mit Spannungseinfluss

Experimentelle und numerische Methoden zur Charak-
terisierung und Bewertung des Ermüdungs- und Riss-
fortschrittverhaltens von Werkstoffen und Bauteilen

Simulation und experimentelle Ermittlung von Eigen-
spannungen, Verzug und Mikrostrukturentwicklung
beim Schweißen und der Wärmebehandlung

Steigerung der Randschichtfestigkeit spröder Werkstoffe
durch mechanische Behandlung

Das Verhalten von Werkstoffen und Bauteilen bei der Fertigung und im Einsatz ist wesentlich von der Mikrostruktur, der inneren Belastung durch Eigenspannungen und den äußeren Beanspruchungen bestimmt. Zur Klärung der damit verbundenen technologischen Fragestellungen und der Beschreibung des Einsatzverhaltens werden experimentelle und numerische Bewertungsmethoden eingesetzt.

Wir unterstützen unsere Auftraggeber bei der Auswahl der Werkstoffe, der Bewertung und Optimierung von Fertigungsschritten, der Wärmebehandlung und der Beherrschung von Eigenspannungen und Verzug, z.B. beim Schweißen. Für die numerische Simulation des Schweißens und der Wärmebehandlung ermitteln wir die erforderliche thermophysikalische Datenbasis. Betreiber zyklisch beanspruchter Bauteile unterstützen wir durch experimentelle und numerische Lebensdaueranalysen und durch die Festlegung geeigneter Inspektionsintervalle. Hersteller und Anwender spröder Materialien (z.B. Keramik oder Hartmetall) profitieren von einem unikalenen Randschichtverfestigungsverfahren. Bei Problem- und Schadensfällen stehen Ihnen auch gerichtlich zugelassene Gutachter zur Seite.

Zur Charakterisierung von Werkstoffen und Bauteilen kommen neben den Standardmethoden der Werkstoffprüfung hochauflösende licht- und elektronenoptische Verfahren, Nanoindentoren, Röntgenbeugungsanlagen zur Phasen-, Textur- und Eigenspannungsanalyse und flexible Prüfeinrichtungen zur statischen und zyklischen Festigkeitsermittlung zum Einsatz. Eigenspannungs- und Dehnungsmessungen sowie Mikrostrukturbewertungen können auch vor Ort mittels optischer Methoden, Härteprüfungen, Röntgendiffraktometrie und Bohrlochverfahren ermittelt werden. Definierte Wärmebehandlungszustände werden in Schweißsimulationsanlagen (Gleeble) erzeugt. Die Wirkung von diffusiblem Wasserstoff kann sowohl analytisch nachgewiesen als auch nachgestellt werden.

In 2007 wurde mit dem Aufbau eines Labors für die experimentelle Wärmebehandlungs- und Schweißsimulation begonnen. Dieses Labor soll der Erzeugung von definierten Wärmebehandlungszuständen metallischer Werkstoffe dienen, wie sie beim Schweißen, der Kurzzeitwärmebehandlung und der thermomechanischen Betriebsbeanspruchung auftreten können.



Dr. Wulf Pfeiffer, Geschäftsfeldleiter

Neue Bewertungsmethoden für Kaltrisse

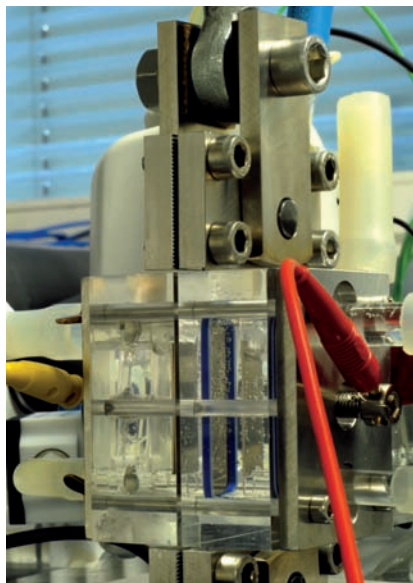


Abb. 1
Permeationsanlage mit überlagerten Zugspannungen.

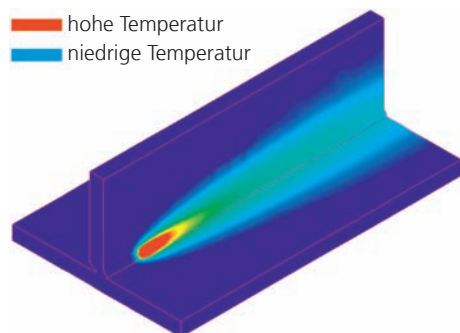


Abb. 2
Temperaturfeld einer Schweißsimulation in Sysweld.

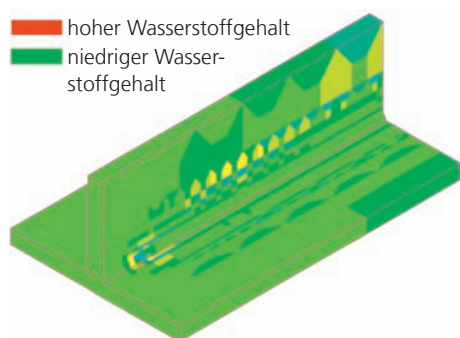


Abb. 3
Sequentiell gekoppelte 3-D-Wasserstoffberechnung in einer Schweißnaht nach dem Schweißen.

Aufgabenstellung

Kaltrisse sind der gefürchtete Feind jeder Schweißverbindung. Sie treten oft unerwartet auf und sind zumeist mit der Einbringung von diffusilem Wasserstoff und den lokalen Spannungsbedingungen verknüpft. Um neue Bewertungsmethoden für derartige Kaltrisse zu entwickeln wurde daher vom Bereich Mikrostruktur und Schadensanalyse des Fraunhofer IWM der Fokus der Arbeiten auf die spannungsinduzierte Wasserstoffdiffusion in Verbindung mit der numerischen Schweißsimulation sowie der thermischen Wasserstoffdiffusion und -effusion beim Schweißen gelegt.

Vorgehensweise

Ausgangspunkt war die Bestimmung von Wasserstoffdiffusionskoeffizienten nach dem DEVANATHAN-Zellenprinzip. Hierzu waren die Abhängigkeiten von Temperatur- und Strömungsverhältnissen von Interesse. Gleichzeitig erfolgten quantitative Untersuchungen zur Löslichkeit. Es wurde eine Permeationsanlage mit überlagerten Zugspannungen konzipiert und aufgebaut. Die erforderlichen Investitionsmittel wurden durch Eigenmittel des Bereiches bereitgestellt. Die Versuchszeiten waren erwartungsgemäß stark werkstoff-, temperatur- und spannungsabhängig. Es konnte dabei auch eine neu entwickelte pneumatische Krafteinleitung (»Muskel«) eingesetzt werden. Diese kann Kräfte bis zu 15 kN durch spezielle Pressluftregelung stufenlos einleiten. Die komplette Versuchssteuerung inkl. Sicherheitsabschaltungen erfolgte über hauseigene LabView-Programmierungen. Die begleitende numerische Simulation in Sysweld erfolgte zunächst über umfangreiche Parameterstudien zur Löslichkeit und Diffusionsgeschwindigkeit gemäß tatsächlich gemessenen Werten. Die Umsetzung der spannungsabhängigen und thermischen Diffusionsgleichungen erfolgte im 3-D-Modell eines T-Stoßes in Sysweld.

Ergebnisse

Bestimmungen von Wasserstoff-Diffusionskoeffizienten an Nickel und einem hochlegierten Stahl reihen sich gut in Literaturangaben und Abschätzungen ein. Die maximale Löslichkeit sank mit zunehmender Zugspannung. Die Streckgrenze wurde in Abhängigkeit vom Wasserstoffdurchtritt angehoben, tw. jedoch aufgrund mangelnder Zähigkeit dann nicht mehr erreicht. Die Berechnung von Wasserstoff in 3-D wurde am T-Stoß gezeigt. Die Abhängigkeit von Temperatur, plastischer Dehnung und Fehlstellen ist in Sysweld gut darstellbar. Die Eingabe von Messdaten erfolgte aus Messverfahren, die im Fraunhofer IWM vorhanden sind. Die Berechnungen erfolgten u.a. auch mit Wasserstoffanfangskonzentration und der Unterscheidung zwischen gelösten/gebundenen Wasserstoff.

Zusammenfassung

Kaltrisse können auf Grundlage eines neuen Simulationsalgorithmus und einer neuartigen Kennwertermittlung für spannungsabhängige Wasserstoff-Diffusionsdaten bewertet und im Vorlauf auch verhindert werden.

Marcus Brand
marcus.brand@iwm.fraunhofer.de

Leistungsbereich

Mikrostruktur- und Schadensanalyse
In vielen Anwendungen geben zumeist Schadensfälle oder Produktionsausfälle den Anstoß, Fertigungstechnologien, Werkstoffeinsatz, Konstruktionen, Fügeverbindungen und tatsächliche Beanspruchungen kritisch zu hinterfragen. Die Bewertung aller Prozesse und die sich daraus ableitenden Maßnahmen zur Prozessoptimierung sind Kernaufgaben des Leistungsbereiches.

Ansprechpartner

Dr. Simone Schwarz
simone.schwarz@iwm.fraunhofer.de

Ableitung von Inspektionsintervallen für Radsatzwellen auf Basis bruchmechanischer Untersuchungen

Aufgabenstellung

Radsatzwellen wurden bisher anhand von historisch gewachsenen, auf Erfahrung basierenden Regelwerken erfolgreich ausgelegt. Trotz dauerhafter Bemessung kann nicht vollständig ausgeschlossen werden, dass beispielsweise durch Steinschlag oder Korrosion rissähnliche Defekte entstehen, die unter Betriebsbelastung wachsen. Defektbehaftete Radsatzwellen werden zwar grundsätzlich ersetzt, dennoch müssen die Inspektionsintervalle für die im Betrieb verbleibenden Bauteile so gewählt werden, dass ein Versagen durch potenziell vorhandene Defekte mit ausreichender Sicherheit ausgeschlossen werden kann. Dazu sind neben der konventionellen Auslegung verifizierte bruchmechanische Bewertungsmethoden notwendig. Vor diesem Hintergrund werden am Fraunhofer IWM im Rahmen von Forschungs- (BMBF, EU) und bilateralen Industrieprojekten verschiedenste Fragestellungen bearbeitet. Übergeordnete Zielstellung ist es, einen Beitrag zur Weiterentwicklung des technischen Regelwerks, auch innerhalb der EU, zu leisten.

Vorgehensweise

Das zugrunde liegende bruchmechanische Konzept stützt sich im Wesentlichen auf drei Säulen ab:

1. den Werkstoffzustand – das Rissfortschrittsverhalten wird unter Berücksichtigung der für das Bauteil relevanten Fertigungs- und Einsatzbedingungen (Spannungsverhältnisse, Umgebungstemperaturen, etc.) ermittelt,
2. den Defektzustand – die zu bewertenden Defekte entsprechen in Form, Größe, Lage und Orientierung weitgehend den Befunden aus dem Betrieb, bzw. werden aus Befunden der zerstörungsfreien Prüfung abgeschätzt,
3. den Belastungszustand – wesentliche Merkmale der Belastung (Höhe, Verteilung, Reihenfolge) werden berücksichtigt.

Ergebnisse

Abbildung 1 zeigt die Bruchfläche einer bauteilähnlichen Probe, deren Rissfortschrittsverhalten unter zyklischer Biegebelastung bestimmt wurde. Zwischen dem künstlich eingebrachten (erodierten) Rissstarter und der durch das Aufbrechen hervorgerufenen Gewaltbruchfläche sind die Bereiche des zyklischen Risswachstums und der Rissfrontmarken deutlich zu erkennen. Während des Versuchs erzeugte Rissfrontmarken helfen die Rissgeschwindigkeiten abschnittsweise zu bestimmen. Mit diesen Versuchsergebnissen können auf bruchmechanischen Werkstoffdaten (da/dN , ΔK_{th}) und Beanspruchungsanalysen (SIF) basierende Lebensdauerberechnungen verifiziert werden. Die hierbei gewonnenen Erkenntnisse gehen in Berechnungsergebnisse für das zu bewertende Bauteil ein. Abbildung 2 zeigt beispielhaft die Rissfortschrittsentwicklung für verschiedene synthetische Belastungsszenarien. Basierend auf dem Rissfortschrittsverhalten unter Betriebsbelastung können damit die erforderlichen Inspektionsintervalle abgeleitet werden. Nicht immer liegen die notwendigen Informationen im gewünschten Detaillierungsgrad vor. Daher besteht die Herausforderung oft darin, dennoch belastbare Teilaussagen abzuleiten.

Leistungsbereich Ermüdungsverhalten, Eigenspannungen

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

Ansprechpartner

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

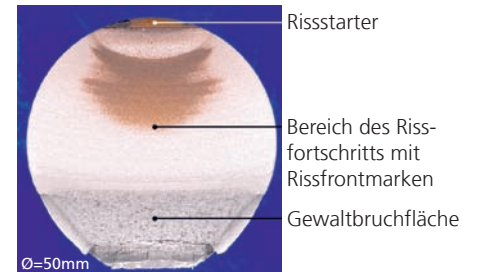


Abb. 1
Bruchfläche einer 1:3 Bauteilprobe aus 25CrMo4.

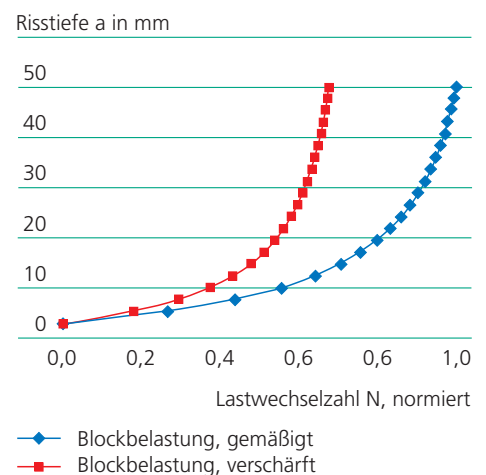
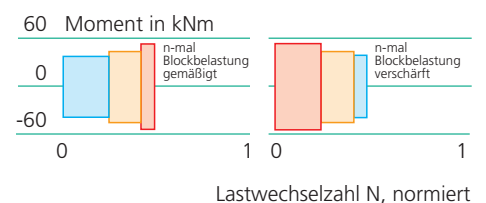


Abb. 2
Vergleich des Risswachstums bei verschiedenen Blockbelastungen.

Fraunhofer-Center für Silizium-Photovoltaik CSP

Kristallisation von Silizium

Elektrische Materialanalyse/Solarzellencharakterisierung

Beschichtung

Mikrostrukturdiagnostik

Mechanische Charakterisierung

Module



Fraunhofer Center
Silizium Photovoltaik

Das Fraunhofer-Center für Silizium-Photovoltaik CSP, das von der Europäischen Union, dem Land Sachsen-Anhalt und der Fraunhofer-Gesellschaft finanziert wird, hat in 2007 seine Arbeit aufgenommen und wird bis 2010 in einen eigens dafür erstellten Neubau ziehen. Am Standort Halle sollen in der Endausbaustufe 60 Mitarbeiter beschäftigt sein. Durch die Partnerschaft von Fraunhofer ISE und Fraunhofer IWM wird in Halle ein weltweit einmaliges Kristallisations- und Materialanalysezentrum für die Silizium-Photovoltaik geschaffen. Involviert sind auch die Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg und das Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik in Halle.

Für das Fraunhofer IWM ist der Solarzellenrohstoff Silizium die Brücke zur Photovoltaik. Silizium ist seit Jahren Gegenstand vieler Forschungsprojekte. Sei es in der Mikroelektronik, wo Fehler im Schaltkreis aufgespürt werden, oder in der Mikrosystemtechnik, wo die mechanischen Eigenschaften beispielsweise von Beschleunigungssensoren untersucht werden, oder in der Optikindustrie, wo es um die Zerspannung von Silizium für Formwerkzeuge geht. Es gibt auffallend viele Parallelen. »Ob man versucht, ein elektrisches Signal durch einen Siliziumwafer zu schicken, oder ob man versucht, daraus Licht in Energie umzuwandeln, spielt aus werkstoffmechanischer Sicht eine eher untergeordnete Rolle. Entscheidend ist das Wissen über den Werkstoff und die Frage, wie sich dieser im Einsatz und bei Bearbeitungsvorgängen verhält«, erklärt Jörg Bagdahn, der die Photovoltaikaktivitäten des Fraunhofer IWM in Halle leitet.

Die geplante Forschungsstrategie »Mehr Solarstrom aus weniger Silizium« konzentriert sich zunächst auf die Entwicklung von kostengünstigen Siliziumwafern. Hierzu werden entsprechende Technologien für die Silizium-Kristallisation installiert. Dabei wird auch die Nutzung von kostengünstigem, metallurgischem Silizium untersucht. Die Nutzung von metallurgischem Silizium erfordert eine gezielte Kontrolle der darin enthaltenen Verunreinigungen. Für dieses »defect engineering« wird das vorhandene Know-how der Mikrostrukturdiagnostik von Silizium am Standort Halle gezielt ausgebaut.

Parallel werden bis 2010 an der Forschungseinrichtung Kompetenzen im Bereich dünner Solarzellen und der Modulfertigung und -bewertung aufgebaut. Alles in allem ein großes Innovationspaket, das das Fraunhofer IWM zusammen mit dem Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE jetzt im Rahmen des Fraunhofer-Centers für Silizium-Photovoltaik schultert.



Dr. Jörg Bagdahn, Geschäftsführender Leiter

Festigkeitsauslegung von Solarmodulen

Aufgabenstellung

Solarmodule müssen über 20 Jahre ihre Funktion unter Umweltlasten wie Wind und Schnee, Hagel, Kälte sowie Hitze erfüllen. Aktuell sind die Module bis zu 2 m² groß, in Zukunft werden die Dünnschichtmodule eine Größe bis zu 6 m² haben. Solarmodule werden auf Dächern von Bauwerken eingesetzt. Der zukünftige Einsatz wird in großen Stückzahlen in Solarparkanlagen erfolgen. Aus Kostengründen sollen die aufwändigen Aluminiumrahmen durch robuste, rahmenlose Lagerungskonzepte abgelöst werden. Im Rahmen des BMBF-Innoprofile-Projektes »SiThinSolar« simuliert und testet das Fraunhofer IWM die Festigkeit und Zuverlässigkeit von Solarmodulen. Dazu werden Versuchstände entwickelt, um Module flächig von beiden Seiten belasten zu können, da der Wind das Modul durch Druck und Sog belastet.

dingungen eingesetzt. Dank der Lasttests können umfangreiche Daten über das Deformationsverhalten und über die Entwicklung von Rissen der verschiedenen Modultypen gewonnen werden. Abbildung 1 zeigt die Deformation eines Moduls sowie ein Detail der Auflagerung. Abbildung 2 vergleicht einen Rissbereich eines rahmenlosen Moduls über dem Auflager und die dazugehörige Simulation. Der Auflagerbereich wird dreidimensional detailliert untersucht, da er bei rahmenlosen Profilen zum entscheidenden Detail wird. Die Modelle werden an den Deformationen der Module kalibriert. So können die Spannungsgrößen und Spannungsrichtungen realistisch erfasst werden. Nichtlinearitäten des Lagermaterials Gummi, Kontaktprobleme im Auflagerbereich und die großen Deformationen der schlanken Glasplatte werden berücksichtigt.

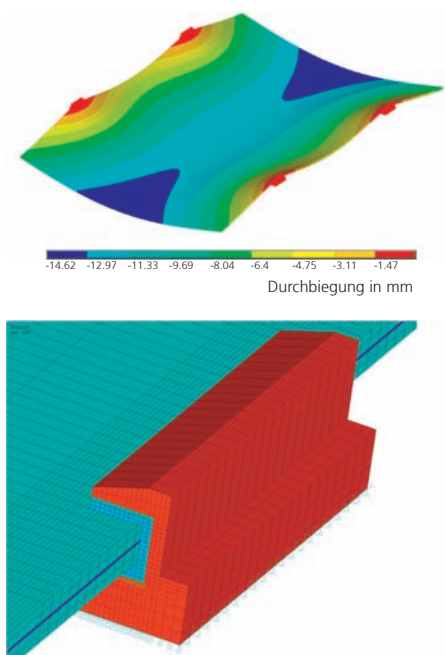


Abb. 1
Finite-Elemente-Modell mit Deformationen unter Flächenlast (10fach überhöht) und Detail der Auflagerung eines Solarmoduls.

Vorgehensweise

Von den Modulen werden zwei- und dreidimensionale Finite-Elemente-Modelle erstellt. Dabei werden Parameter wie die Glasdicke und der Glastype, der Ort, die Anzahl und das mechanische System der Lagerungen sowie die Ausbildung und Anzahl der Aluminiumträger und Unterstützungen variiert, um optimierte Module zu ermitteln. Für Produkte, deren Herstellungsparameter feststehen, fließen Optimierungsrechnungen der Lagerung direkt in die statischen Bruchversuche an den Modulen ein. Die Versuche werden mit steigender Flächenlast durchgeführt, bis es zu deutlichen Rissen bzw. zum Bruch des Moduls kommt. Damit gilt das Modul als nicht mehr funktionsfähig.

Mechanische und funktionelle Untersuchungen zum Temperaturwechsel und Temperaturschockverhalten werden im kommenden Jahr am Fraunhofer IWM ebenfalls möglich sein.

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

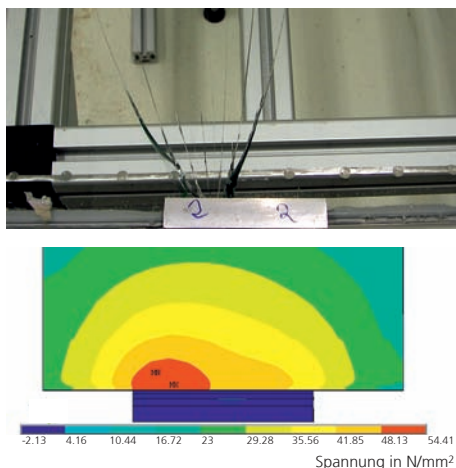


Abb. 2
Riss im Glas und 1. Hauptspannung an der Auflagerung eines Solarmoduls.

Ergebnisse

Durch die numerischen Simulationen kann das mechanische Verhalten mit bestimmten Parametersätzen vorausgesagt und optimiert werden. Für die Versuche werden optimierte Lagerungsbe-

Festigkeitsuntersuchungen an Siliziumwafern

Aufgabenstellung

In der waferbasierten Photovoltaik werden sehr dünne Scheiben (Wafer) aus einkristallinem oder multikristallinem Silizium genutzt, um Solarzellen herzustellen.

Die geringe Dicke der Wafer führt zu großen Verformungen und einer höheren Bruchrate in der Herstellung der Solarzellen. Daher müssen die Bruchursachen aufgeklärt und das Festigkeitsverhalten beschrieben werden, um Prozessschritte bewerten und optimieren zu können. Bis heute gibt es keine standardisierten Testmethoden, um die Festigkeit dünner Solarwafer zu charakterisieren.

Am Fraunhofer IWM werden Testmethoden genutzt und weiterentwickelt (s. Abbildung 1), um unter Berücksichtigung der auftretenden Nichtlinearitäten im Experiment die Festigkeiten zuverlässig zu bestimmen. Weiterhin arbeitet man an der Entwicklung von Methoden, die durch eine mechanische Belastung die schwächsten Wafer zuverlässig vor dem Zellprozess aussortieren können (Proof Testing).

Vorgehensweise

Wafer in der Photovoltaik sind großflächige dünne Strukturen, die in ihrer Gesamtheit in der Festigkeit bewertet werden müssen. Im mechanischen Experiment kommt es dabei zu nichtlinearem Verhalten, verursacht durch große Verformungen und der Veränderung des Kontaktverhaltens auf der Lagerung (s. Abbildung 1). Das nichtlineare Verhalten wird mit Hilfe numerischer Methoden wie der Finite-Elemente-Methode (FEM) berücksichtigt. Die berechneten Bruchspannungen der einzelnen Proben werden statistisch mit der Weibullverteilung ausgewertet. Mit den probabilistischen Methoden können zum einen unterschiedliche Probenchargen verglichen werden. Weiterhin kann für definierte Belastungen im Pro-

zess die Ausfallwahrscheinlichkeit vorhergesagt werden.

Ergebnisse

Es hat sich gezeigt, dass sich die Festigkeiten für mono- und multikristalline Wafer bei gleichen Bearbeitungsschritten unterscheiden (s. Abbildung 2). Dabei sind beim multikristallinen Material neben den Schädigungen durch den Prozess die Korngrenzen Quellen für Defekte oder Spannungsüberhöhungen, die zu einer Festigkeitsreduzierung führen können.

In Untersuchungen zur gezielten Aus-sortierung mechanisch schwacher Wafer zeigen die Ergebnisse, dass der mechanische Test selbst zu keinen weiteren Schädigungen der Wafer führt (s. Abbildung 2). Nach dem Proof Test besitzt die Wafercharge eine minimale Bruchspannung, unterhalb derer kein Wafer bricht.

Mit diesen Ergebnissen werden Testmethoden entwickelt, die den gesamten Wafer bewerten und standardisiert für den Fertigungsprozess zur Verfügung gestellt werden können.

Stephan Schönfelder
stephan.schoenfelder@
iwmh.fraunhofer.de

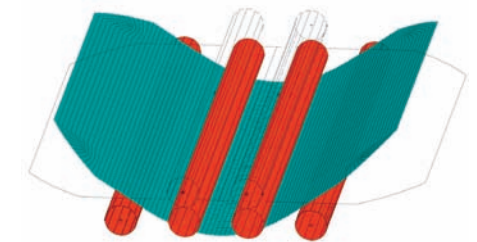
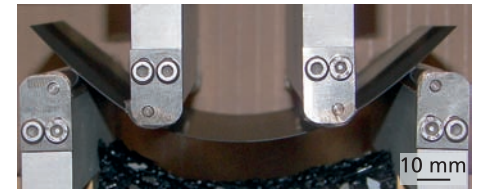


Abb. 1
Der 4-Punktbiegeversuch bei großer Durchbiegung der Probe: (oben) Experiment, (unten) Finite-Elemente-Modell.

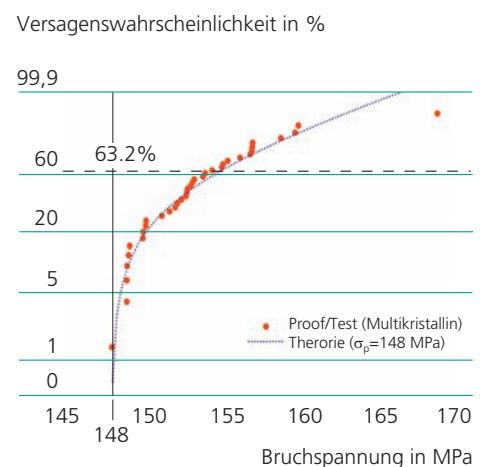
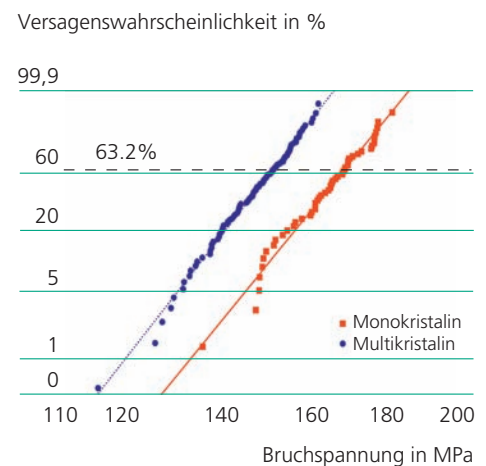


Abb. 2
Statistische Auswertung der Festigkeitsverteilung für Wafer unterschiedlicher Chargen (oben) und nach dem Proof-Testing (unten).

Fraunhofer-Pilotanlagen- zentrum für Polymersynthese und -verarbeitung PAZ

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 faserverstärkter Thermoplastbauteile

Direktes Abmischen und Compoundieren von Polymeren und der erforderlichen Additive

Herstellung langfaserverstärkter Thermoplast-Bauteile auf Basis von Polypropylen und Langglasfasern mit Faserdirekteinarbeitung

Bewertung des Einflusses des Materialsystems und der technologischen Bedingungen auf die Kennwerte des Bauteils



Fraunhofer Pilotanlagenzentrum
Polymere
IAP und IWM

Das 2005 eröffnete Fraunhofer-Pilotanlagenzentrum für Polymersynthese und -verarbeitung PAZ in Schkopau wird gemeinsam vom Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAP in Potsdam-Golm und vom Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM in Halle betrieben. Es befindet sich in direkter Nachbarschaft zu großen und mittleren Unternehmen auf dem Gelände der ehemaligen Buna-Werke in Schkopau bei Halle.

Das Zentrum liefert maßgeschneiderte Lösungen an der Schnittstelle zwischen Synthese und Verarbeitung, vom Syntheserohstoff bis hin zum Hochleistungsbauteil. Pilotcharakter hat diese »Horizontale Entwicklungslinie« insofern, als im Normalfall eine klare Trennung von Polymerherstellung und -verarbeitung existiert, welche den Informationsfluss über Anwendungsprobleme bzw. deren Lösungsansätze erschwert.

Auf einer Technikumsfläche von ca. 1 000 m² und ca. 700 m² Büro- und Laborfläche werden sowohl Polymersyntheseverfahren in Lösung, Masse, Emulsion und Suspension als auch verschiedene Verarbeitungsverfahren durchgeführt, die auf den gleichen Durchsatz abgestimmt sind. Diese Anlagen verfügen über ein hohes Maß an Online Monitoring und sind mit einem modernen Prozessleitsystem (Feldbus-Technik) zur Prozesssteuerung ausgestattet.

Schwerpunkt im Bereich Synthese ist neben der Entwicklung neuer Polymersysteme und ihrer Überführung vom Labor- in den Pilotanlagenmaßstab die Verfahrensoptimierung im Bereich Polymerisationstechnik. Letzteres wird in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl »Polymerisationstechnik« von Prof. Dr. Bartke an der Martin-Luther-Universität Halle durchgeführt.

Die Verarbeitungstechnik, welche vom Fraunhofer IWM betreut wird, widmet sich der Entwicklung anwendungsspezifischer Thermoplast-Compounds und prototypischer Bauteile unter besonderer Berücksichtigung der Einflüsse der Verarbeitung auf die Werkstoff- und Bauteileigenschaften. Ein wichtiges Werkzeug hierbei ist der Injection Moulding Compounder (IMC), der durch die Verbindung von Extrudierungstechnik und Spritzgussverfahren die Idee des Pilotanlagenzentrums im Kleinen realisiert.



Dr. Michael Busch, Leiter Polymerverarbeitung PAZ

Material- und Kostenersparnis durch die »Direktverschäumung« von Thermoplasten

Aufgabenstellung

Einen Schwerpunkt intensiver Forschungsarbeiten im Polymerverarbeitungsbereich des Pilotanlagenzentrums (PAZ) stellte die Generierung mikrozellulärer Schäume mittels physikalischer Verschäumung von Thermoplasten dar. Die Verschäumung von Polymeren bringt neben Materialeinsparungen und Gewichtsreduzierungen auch eine Senkung der Kosten im Verarbeitungsprozess mit sich. Durch die Verwendung physikalischer Treibmittel wird die Viskosität der Schmelze herabgesetzt, was geringere Spritzdrücke und Schließkräfte erfordert. Zykluszeiten zur Generierung des Bauteils verkürzen sich durch geringere Kühlzeiten, Schwundung, Verzug und Einfallstellen am Bauteil werden vermindert bzw. vermieden.

Vorgehensweise

Die Inbetriebnahme der speziellen Verschäumtechnologie OPTIFOAM der Firma Sulzer sowie Untersuchungen zur »Direktverschäumung« erfolgten am Beispiel Polypropylen im einstufigen Compoundier-Spritzgießverfahren am Injection Moulding Compounder (IMC). Die Gaseinbringung in die Schmelze wurde mit Hilfe einer zwischen Plastifizierextruder und Einspritzeinheit geschalteten Fluidinjektionsdüse (Abbildung 1) mit einem speziellen statischen Mischer realisiert. In dieser Mischdüse gelangt das Treibmittel durch ein poröses Sintermetall in die Schmelze. Als Treibmittel wurde Stickstoff eingesetzt. Der Einfluss verschiedener Füllstoffe im Polymer auf die Schaumbildung wurde untersucht. Hierzu wurde die Schmelze im Compoundierprozess zum einen durch die Zugabe von 1 Prozent eines Nukleierungsmittels, zum anderen durch die Einarbeitung von 10 Prozent Talkum modifiziert.

Ergebnisse

Anhand der realisierten Dichtereduktion der mittels Direktverschäumung hergestellten Proben konnte eine erfolgreiche Versuchsdurchführung unmittelbar nachgewiesen werden. Die sich über das Bauteil einstellende Schaumstruktur erwies sich allerdings als relativ inhomogen. Die Bewertung der Schaumstruktur, der Verteilung der Füllstoffe sowie der mechanischen Eigenschaften erfolgte mittels elektronenmikroskopischen (siehe Abbildung 2) und mechanischen Untersuchungen.

Derzeit werden im Fraunhofer PAZ weitere Arbeiten zur Verbesserung der Schaumstruktur, zum Einsatz anderer Treibmittel, insbesondere Kohlendioxid, sowie zur Optimierung der technologischen Parameter durchgeführt. Einen Fokus weiterer Untersuchungen stellt die Einbringung von nanoskaligen Füllstoffen in die Schmelze mit anschließender Verschäumung zur Verbesserung des Eigenschaftsprofils der generierten Bauteile dar.

Ivonne Jahn
ivonne.jahn@iwmh.fraunhofer.de

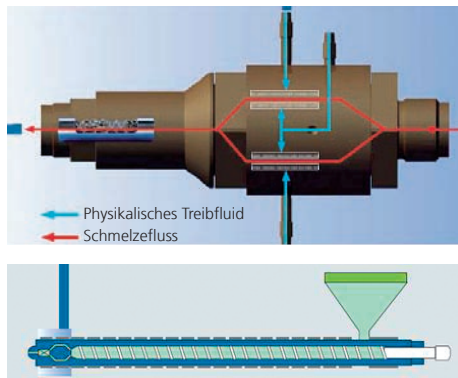


Abb. 1
Oben: Fluidinjektionsdüse
Unten: Verschäumungsprinzip

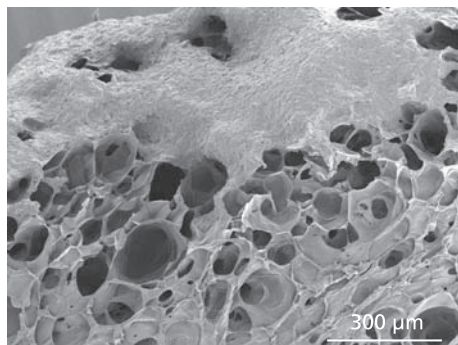


Abb. 2
REM-Aufnahme einer Polypropylen Schaumprobe.

Optimierung der Verfahrensparameter am Injection Moulding Compounder für Celluloseregeneratfaser-verstärktes Polyethylen

Aufgabenstellung

Celluloseregeneratfasern (CRF) als Verstärkungsfasern in Thermoplasten bieten für höherbelastbare Bauteile Vorteile gegenüber den Naturfasern und sind eine interessante Alternative zu Glasfasern. Sie führen zu einer bemerkenswerten Verbesserung der mechanischen Eigenschaften, insbesondere der Schlagzähigkeit. Die Verarbeitung von CRF im Injection Moulding Compounder (IMC) der Firma Krauss Maffei Berstorff GmbH weist sehr viele Vorteile auf. Allerdings stellt die Dispergierung der Fasern derzeit eine besondere Herausforderung dar. In einem FuE-Projekt sollte der Einfluss von Prozessparametern auf die Dispergierung der Fasern und der resultierenden mechanischen Eigenschaften am IMC untersucht werden.

Vorgehensweise

Diese Untersuchungen erfolgten auf Verarbeitungsanlagen des Fraunhofer-Pilotanlagenzentrums (PAZ). Zunächst wurde der Einfluss der Schneckenkonfiguration auf die Dispergierung der Fasern im Polymer an dem Doppelschneckenextruder ZE40A-UTX der Firma Krauss Maffei Berstorff GmbH untersucht. Dafür wurden die Stränge aus dem Anfahrventil gepresst und optisch bewertet. Anschließend wurden mit einer ausgewählten Schneckenkonfiguration und einer Parametergrundeinstellung Bauteile mit dem IMC hergestellt (Abbildung 1). Der Doppelschneckenextruder des IMC ist von einer vergleichbaren Baureihe, so dass beim Up-scaling eine vergleichbare Schneckenkonfiguration verwendet werden konnte. Ausgewählte Prozessparameter wie die Zylindertemperaturen, der Staudruck im Einspritzkolben, die Einspritzgeschwindigkeit und die Werkzeugtemperatur wurden dann variiert und deren Einfluss auf die mechanischen Kennwerte (Zugfestigkeit, Zug-Modul, Charpy-Schlagzähigkeit bei Raumtemperatur) untersucht.

Ergebnisse

Die Variation der Schneckenelemente zeigte einen großen Einfluss auf die Dispergierung der Fasern. Der Versuch der schonenden Einarbeitung der Fasern durch Kämmelemente führte zu einer hohen Anzahl von großen Agglomeraten (Abbildung 2 oben). In der Abbildung 2 Mitte ist zu sehen, dass der Einsatz von Knetblöcken eine bessere Auflösung der Agglomerate bewirkt. Die Erhöhung der Anzahl der Knetblöcke hatte nur eine geringe Verbesserung der Faserclusterlösung, aber eine Erhöhung der Massetemperatur zur Folge. Deshalb wurde eine Schneckenkonfiguration mit zwei Knetblöcken auf den IMC übertragen. Die Zylindertemperaturen hatten nur einen geringen Einfluss auf die mechanischen Kennwerte, allerdings war die Verarbeitung in Bezug auf diese Kennwerte bei 180 °C–185 °C optimal. Die Erhöhung des Kolbenstaudruckes bewirkte eine Verringerung der Kennwerte, wahrscheinlich durch die starke Beanspruchung der Fasern. Bei den Einspritzgeschwindigkeiten zeigte eine mittlere Geschwindigkeit von 30–40 mm/s die besten Kennwerte. Durch die Erhöhung der Werkzeugtemperatur stiegen die mechanischen Kennwerte leicht an, und die Streuung wurde verringert.

Jana Eckardt
jana.eckardt@iwmh.fraunhofer.de

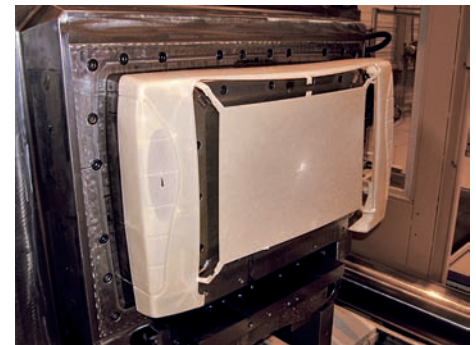


Abb. 1
Spritzgießplatte zur Entnahme von Prüfkörpern.

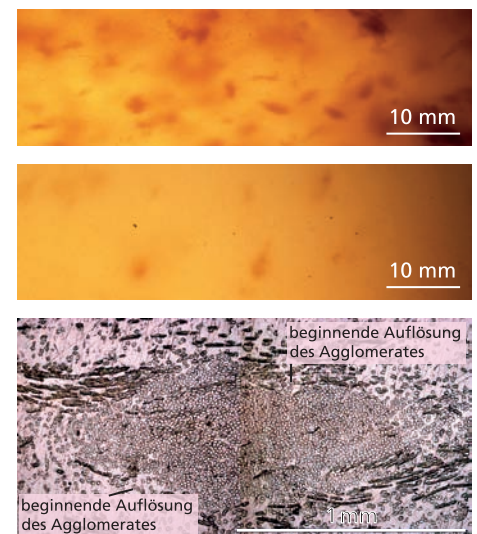


Abb. 2
Oben: Dispergierung mit Kämmelementen
Mitte: Dispergierung mit Knetblöcken
Unten: Faseragglomerat im Kunststoff

Das Fraunhofer IWM in der Fraunhofer-Gesellschaft:

Kooperation und Vernetzung

Der Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile

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

Fraunhofer-Materialforschung umfasst die gesamte Wertschöpfungskette von der Entwicklung neuer und der Verbesserung bestehender Materialien über die Herstelltechnologie im industriellen Maßstab, die Charakterisierung der Eigenschaften bis hin zur Bewertung des Einsatzverhaltens. Entsprechendes gilt für die aus den Materialien hergestellten Bauteile und deren Verhalten in Systemen. In all diesen Feldern werden neben den experimentellen Untersuchungen in Labors und Technika gleichrangig die Verfahren der numerischen Simulation und Modellierung eingesetzt. Stofflich deckt der Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile den gesamten Bereich der metallischen, anorganisch-nichtmetallischen, polymeren und aus nachwachsenden Rohstoffen erzeugten Werkstoffe ab. Mit Schwerpunkt setzt der Verbund sein Know-how in den volkswirtschaftlich bedeutenden Handlungsfeldern Energie, Gesundheit, Mobilität, Informations- und Kommunikationstechnologie sowie Bauen und Wohnen ein, um über maßgeschneiderte Werkstoff- und Bauteilentwicklungen Systeminnovationen zu realisieren.

Mittelfristige Schwerpunktthemen des Verbundes sind unter anderem:

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

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

Die Institute

Fraunhofer-Institut für Kurzzeitdynamik EMI

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

Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAP

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

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

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

Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT

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

Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM

Bereich Endformnahe Fertigungstechnologien
Leitung: Prof. Dr. Matthias Busse
Bereich Klebtechnik und Oberflächen
Leitung: Dr. Helmut Schäfer
28359 Bremen
Tel. +49 (0) 4 21/22 46-0
Internet: www.ifam.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS

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

Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC

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

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

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

Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM

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

Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP

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

Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF

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

Fraunhofer-Institut für Holzforschung WKI

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

Vorsitzender des Verbundes:

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

Kontakt

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

Fraunhofer-Themenverbund Verkehr

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

Ansprechpartner im Fraunhofer IWM:
Dr. Michael Luke
www.verkehr.fraunhofer.de

Fraunhofer-Themenverbund Nanotechnologie

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

Ansprechpartner im Fraunhofer IWM:
Dr. Michael Moseler,
Prof. Dr. Andreas Heilmann
www.nano.fraunhofer.de

Fraunhofer-Themenverbund Numerische Simulation von Produkten, Prozessen

Das Ziel des Themenverbundes ist es, institutsübergreifende Aufgabenstellungen zur Entwicklung und Verbesserung von Simulationsverfahren aufzugreifen und als Ansprechpartner für öffentliche und industrielle Auftraggeber die Interessen der im Verbund zusammengeschlossenen Institute zu vertreten. Die Bündelung der Kompetenzen aus dem

luK-Bereich mit dem Werkstoff- und Bauteil-Know-how sowie mit der Oberflächen- und Produktionstechnik verspricht innovative Ergebnisse.

Ansprechpartner im Fraunhofer IWM:
Dr. Dirk Helm
www.nusim.fraunhofer.de

Fraunhofer-Themenverbund Hochleistungskeramik, Fraunhofer-Demonstrationszentrum Hochleistungskeramik

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

Ansprechpartner im Fraunhofer IWM:
Dr. Andreas Kailer
www.advancer.fraunhofer.de

Fraunhofer-Themenverbund Energie

Im Themenverbund Energie bündeln zehn Fraunhofer-Institute ihre Kompetenzen in Energietechnologien und -forschung, um Industrie und Energiewirtschaft Forschungs- und Entwicklungsarbeiten aus einer Hand anbieten zu können. Die Schwerpunkte liegen in den Bereichen Effizienztechnologien, erneuerbare Energien, Gebäude und Komponenten, Planung und Betriebsführung integrierter Energiesysteme sowie Speicher- und Mikroenergietechnik.

Ansprechpartner im Fraunhofer IWM:
Dr. Jörg Bagdahn
www.energie.fraunhofer.de

Fraunhofer-Allianz Adaptronik

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

Ansprechpartnerin im Fraunhofer IWM:
Dr. Bärbel Thielicke
www.adaptronik.fraunhofer.de

Integrierte Leichtbausysteme (Fraunhofer-Innovationsthema, Gesamtkoordination Fraunhofer IWM)

Die siebzehn Institute der Fraunhofer-Gesellschaft stellen in vielen Disziplinen des Leichtbaus ihre Kompetenz zur Generierung fachspezifischer Innovationen und deren Überführung in die Praxis unter Beweis. Zusammen bilden sie darüber hinaus auch die für die Schlüsseltechnologie »Leichtbau« relevanten Kompetenzfelder in ihrer Breite ab. Durch die Bündelung der systemübergreifenden Leichtbaukompetenzen ihrer Institute und deren Weiterentwicklung ist die Fraunhofer-Gesellschaft in der Lage, sich noch wirkungsvoller für die Erhaltung und den Ausbau der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen und europäischen Fahrzeug- und Maschinenbauindustrie einzusetzen. Mit institutsübergreifenden Projekten und koordinierter Vorlaufforschung gehen die Fraunhofer-Institute gemeinsam die Herausforderung »Integrierte Leichtbausysteme« an.

Ansprechpartner im Fraunhofer IWM:
Dr. Thomas Hollstein
www.leichtbau.fraunhofer.de

Simulierte Realität:

Werkstoffe, Produkte und Prozesse (Fraunhofer-Innovationsthema, Gesamtkoordination Fraunhofer IWM)

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

Ansprechpartner im Fraunhofer IWM:
Prof. Dr. Peter Gumbsch
www.simulierterealitaet.de

crashMAT, Freiburger-Zentrum für crashrelevante Material- und Bauteilcharakterisierung

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

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

Ansprechpartner im Fraunhofer IWM:
Dr. Dieter Siegele
www.crashmat.de

Fraunhofer-Allianz Rapid Prototyping

Generative Fertigungsverfahren sind konventionellen Fertigungstechniken bei der Herstellung von maßgeschneiderten Bauteilen und Kleinserien oder der Fertigung von Bauteilen mit komplexen Geometrien in Flexibilität, Arbeits- und Materialaufwand überlegen. Die Institute der Fraunhofer-Allianz Rapid Prototyping widmen sich intensiv der Entwicklung, Weiterentwicklung und industriellen Nutzbarmachung leistungsfähiger Rapid-Technologien und Prozesse. Die Kompetenzen der in der Fraunhofer-Allianz Rapid Prototyping zusammengefassten Institute umfassen unter anderem die Werkstoff-, Prozess-, Software- und Hardwareentwicklung, die Simulation und die Zuverlässigkeitsbewertung für Rapid-Technologien.

Ansprechpartner im Fraunhofer IWM:
Dr. Raimund Jaeger
www.rapidprototyping.fraunhofer.de

Gemeinschaftsforschung in der Fraunhofer-Gesellschaft

Kontinuierliche Technologie zur Herstellung von Saphirfasern (KonTeSa)

Die wirtschaftsorientierte Strategische Allianz KonTeSa zielt auf eine neuartige, kontinuierliche Technologie zur Herstellung von sehr dünnen Saphirfasern mit Durchmessern von ca. 12 µm. Die Gefüge der Fasern sollen zur Erreichung einer hohen Kriechfestigkeit zu 80 Volumenprozent aus Einkristallen von 150 µm und länger bestehen. Diesen Part bearbeitet das Fraunhofer ISC in Würzburg. Die Aufgaben des Fraunhofer IWM bestehen in der numerischen Simulation zum Kornwachstum sowie in der mikrostrukturellen und mechanischen Charakterisierung der zu entwickelnden Fasern und einkristallinen Faserabschnitte.

Ansprechpartner im Fraunhofer IWM:
Dr. Bärbel Thielicke

Multifunktionale Membrankonstruktionen – Variable Membrankonstruktionen für den Leichtbau

Ziel der wirtschaftsorientierten Strategischen Allianz »Multifunktionale Membrankonstruktionen« ist es, die Eigenschaften und die Funktionalität von ETFE-basierten Membranen, Membrankissen und Kissen-Gesamtsystemen (in der Kombination mit anderen Nichtmembran-Systemen) zu verbessern. Aus den bisherigen Möglichkeiten der Kombination verschiedener Membranalagen und Systemkomponenten soll ein bauphysikalisch und materialtechnisch optimierter Systembaukasten entwickelt werden, mit dem sich einfach und zielgerichtet bestehende Anforderungen an ein membranumschlossenes Gebäude realisieren lassen.

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

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

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

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

Gemeinschaftsforschung in der Fraunhofer-Gesellschaft

Technische Nutzung von Forisomen

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

Ansprechpartner im Fraunhofer IWM:
Dr. Andreas Heilmann

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

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

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

Carbon Nanotube Aktoren (Carnak)

Ziel ist die Optimierung der elektro-chemischen Aktuation von Papier aus Kohlenstoffnanoröhrchen.

Das Fraunhofer IWM ist innerhalb des Konsortiums für die Multiskalenmodellierung der zugrundeliegenden Mechanismen zuständig.

Ansprechpartner im Fraunhofer IWM:
Dr. Michael Moseler

Computer Aided Robust Design (CAROD)

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, z. B. zum Thema Crash, und strebt so eine ganzheitliche Behandlung dieses Themas an.

Ansprechpartner im Fraunhofer IWM:
Dr. Dong-Zhi Sun

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

Ziel dieses Vorhabens ist, grundlegendes Verständnis und Kontrolle der Defektchemie und Morphologie von transparenten, halbleitenden Oxiden zu gewinnen und damit gegenüber dem Stand der Technik kostengünstigere und bandgap-optimierte Materialsysteme (n-dotiertes ZnO mit einer Dotierungseffizienz > 80 Prozent, TiO₂: Nb, Zn-Stannate, ternäre und quaternäre Mischsysteme) sowie stabile p-dotierte transparente, halbleitende Oxide (transparent conductive oxides – TCOs wie p-dotiertes ZnO und Delafossite) 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 (durch transparente p-n-Übergänge) für Displayanwendungen sowie niedrigemittierende, beschlaghemmende und schaltbare Beschichtungen für Architektur- und Fahrzeugverglasungen.

Ansprechpartner im Fraunhofer IWM:
Prof. Dr. Christian Elsässer

Fraunhofer-Innovationscluster

In den Innovationsclustern der Fraunhofer-Gesellschaft wird die Vernetzung zwischen Wirtschaft, Hochschulen und FuE-Einrichtungen in Technologiefeldern mit hohem Innovationspotenzial gefördert. Ziel ist, 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. Der nächste Schritt ist die Erhöhung der Forschungstiefe im Bereich Polymertechnologien, um innovative Produkte im Bereich Synthese und Verarbeitung zu entwickeln. Dies kann nur durch eine Bündelung der Kompetenzen von grundlagen- und anwendungsorientierten Forschungseinrichtungen mit der Wirtschaft gelingen.

Das Innovationscluster Polymertechnologie bringt Großunternehmen der Polymersynthese, mittelständische Unternehmen der Polymerverarbeitung und Forschungseinrichtungen zusammen. Ziel ist es, neue Polymertechnologien für die Synthese wie auch Verarbeitung zu entwickeln. Dabei spielt ein mikrostrukturbasiertes Materialdesign in Zukunft eine immer größere Rolle. Dies beinhaltet sowohl die Verarbeitung von ressourcenschonenden Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen und die Steuerung der Strukturbildungsprozesse während der Verarbeitung als auch die horizontale Vernetzung von Polymersynthese und Polymerverarbeitung, 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.

Themenfelder:

- Polymer-Nanopartikel-Blends
- neue Kautschuktypen
- Biopolymere und Naturfaserkomposite

Ansprechpartner im Fraunhofer IWM:
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.

Themenfelder:

- Entwicklung von Werkstoffsystemen und Produktionstechnologien zur Realisierung funktionsintegrierter Leichtbaulösungen
- Umsetzung in einer ökonomisch realisierbaren Serienfertigung im Bereich Fahrzeugindustrie sowie im Maschinenbau

Ansprechpartner im Fraunhofer IWM:
Dr. Thomas Hollstein

Kooperationen mit Instituten der Max-Planck-Gesellschaft

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. Hierzu muss das Verhalten der Metalle bis hinunter zu den einzelnen Kristalliten verfolgt und verstanden werden. Tiefere Einblicke sind nötig, um verlässliche und genauere Simulationsmodelle entwickeln zu können. Die 2005 gegründete Arbeitsgruppe von Forschern des Fraunhofer IWM in Freiburg und des Max-Planck-Instituts für Eisenforschung widmet sich der Entwicklung neuartiger Simulationsmodelle für Metalle und metallische Bauteile. Dafür führt sie mathematische Beschreibungen von Metallen aus der Grundlagenforschung mit der anwendungsorientierten Simulation von Fertigungsprozessen und Bauteilen zusammen. Ziel ist die Entwicklung von Multiskalen-Modellen, mit Hilfe derer das Fraunhofer IWM und das Max-Planck-Institut für Eisenforschung voraussagen können, warum ein einziges metallisches Bauteil an verschiedenen Stellen völlig unterschiedliches Materialverhalten zeigen kann und 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 und im Automobilsektor oder der Elektrotechnik gleichermaßen gefragt.

Ansprechpartner im Fraunhofer IWM:
Prof. Dr. Hermann Riedel

NanoSTRESS messbar machen

Hohe Anforderungen an die Leistungsfähigkeit, Integrationsdichte und Zuverlässigkeit zukünftiger halbleitertechnologischer Konzepte und Komponenten führen dazu, dass in zunehmendem Maße eine Beherrschung lokaler mechanischer Beanspruchungszustände von Halbleiterbasismaterialien erforderlich wird.

Flexible, ultradünne Halbleiterschichten, definiert verspannte Silizium-Schichten oder der Einsatz hochempfindlicher Materialien im technologischen Prozess erfordern zusätzlich zu den mikro-/nanotechnologischen Kompetenzen ein auf werkstoffmechanischen Konzepten basierendes »Stress-Engineering« sowie geeignete Messverfahren zur Deformations- bzw. Spannungsanalyse mit hoher Ortsauflösung. In der Zusammenarbeit von Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik und Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM in Halle wird das dafür nötige methodische Know-how entwickelt.

Ein Schwerpunkt 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 Zielpreparation durch die Fokussierende Ionenstrahltechnik.

Ansprechpartner im Fraunhofer IWM:
Prof. Dr. Matthias Petzold

Anhang

Preise und Ehrungen

Gottfried Wilhelm Leibniz-Preis der Deutschen Forschungsgemeinschaft an Prof. Dr. Peter Gumbsch am 13.03.07 für »herausragende Forschungsleistungen auf dem Gebiet der Verformungs- und Bruchprozesse von Werkstoffen«.

Verleihung des Werkstoffmechanikpreises der PMG Füssen GmbH an Silke Sommer am 25.04.07 für die »Ersatzmodellierung für Punktschweißverbindungen in der Crashsimulation«. Anerkennungsprämien für Nominierung zum Werkstoffmechanikpreis an Johannes Wenzel und Michael Krause.

Innovationspreis des Nova-Instituts für Designer-Regal aus nachwachsenden Rohstoffen (Holzpolymerwerkstoff – Wood Plastic Composite) an Wissenschaftler des Fraunhofer-Instituts IWM und das Design-Studio »mehrwerk«, Halle.

Gäste im Institut Freiburg

Nicole Benedek
Imperial College London, United Kingdom (Stipendiat HPC-Europa)
16.04.-08.06.2007

Daniel Cole
Cavendish Laboratory, Cambridge, United Kingdom
19.03.-20.04.2007

Lucio Colombi Ciacchi
Stipendiat des Emmy-Noether-Programms
01.07.2005-31.12.2009

Georg Falkinger
Voestalpine AG
01.10.2007-30.09.2009

Mohamed Ghanem
Central Metallurgical Research & Development Institute, Cairo (DAAD), Ägypten
01.07.-30.08.2007

Matthias Gurr
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
01.04.2006-31.03.2007

Dr. Adham Hashibon
Universität Karlsruhe
01.04.2005-31.03.2007

Björn Henrich
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
01.11.2007-31.01.2008

Ivaylo Katzarov
Queens University Belfast, Irland (Stipendiat HPC-Europa)
16.04.-08.06.2007

Ilyas Khader
Universität Karlsruhe
15.08.2006-14.08.2008

Mohammad Koleini
Universität Karlsruhe
01.06.2007-31.05.2010

Pekka Koskinen
Postdoc der Academy of Finland
01.02.2006-31.01.2007

Mohamed Newishy
German University Cairo, Ägypten
15.09.2006-11.11.2007

Joël Peguiron
Universität Karlsruhe
01.07.-30.11.2007

Manel Rodriguez Ripoll
EU Research Training Network SizeDepEN
01.08.2004-31.07.2007

Benjamin Russell
Cavendish Laboratory, Cambridge, United Kingdom
23.01.-03.03.2007

Alena Spielmannova
Universität Karlsruhe
17.09.-16.11.2007

Gianpietro Moras
King's College London, United Kingdom (Stipendiat HPC-Europa)
01.06.-17.06.2007

Dissertationen

Karsten Glien
Universität Karlsruhe (TH)
Dichtheit und Lebensdauer Glas-Frit gebondeter mikromechanischer Inertialsensoren

Ralf Niederlein
Universität Karlsruhe (TH)
Beschleunigung der Festigkeitsberechnung von Metallträger-Katalysatoren

Christoph Koplin
Universität Karlsruhe (TH)
Entwicklung eines Materialmodells für zahnärztliche Füllungen auf Kompositbasis

Filip Siska
Ecole des Mines, Paris
Continuum vs. discrete dislocation dynamics modelling of mechanical behaviour of thin metallic films

Diplomarbeiten

Sturla Aam
NTNU Norwegen (TH Karlsruhe)
A new method to evaluate the accuracy of residual stress measurements using the incremental centre hole drilling method

Benjamin Beck
Hochschule Bremen
Aushärtungsverhalten naturinspirierter, pflanzenölbasierter Epoxidharz-Naturfaser Verbundwerkstoffe

Thomas Blechschmidt
Hochschule Merseburg (FH)
Entwurf und Konstruktion einer Prüfapparatur zum Testen von Elastomeren unter äquibiaxialer Zugbeanspruchung

Alexander Bohne
Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig (HTWK)
Entwicklung eines In-Line Prüfgerätes zur Bewertung der Festigkeit von Wafern

Anne Böse
Hochschule Bremen
Schwingfestigkeitsuntersuchungen an naturfaserverstärkten PLA-Verbänden

Kerstin Breitschuh
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Filtrationseigenschaften von mechanisch stabilisierten und oberflächenfunktionalisierten Aluminiumoxidmembranmaterialien

Sascha Dietrich
Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig (HTWK)
Numerische Zuverlässigkeitsuntersuchungen an Siliziumstrukturen

Florian Diesch
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Entwicklung von Datenstrukturen und Objektmodellen für die durchgängige Prozesskettensimulation

Daniel Ebel
Fachhochschule Furtwangen
Entwicklung und Prüfung einer Ansteuerung für komplexe mechanische Testungen an biomedizinischen Materialien und medizinischtechnische Komponenten

Daniela Eberl
Fachhochschule Offenburg
Biaxiale Beanspruchung von GFK-Rohrproben

Chakib El Mokhi
Hochschule Anhalt (FH)
Methodische Untersuchung zur Bewertung und Charakterisierung mikromechanischer Strukturen mittels dynamischer Messverfahren

Alexander Fleischer
Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig (HTWK)
Herstellung und Charakterisierung von dünnen Legierungsschichten für Bondkontakte

Tobias Gensicke
Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig (HTWK)
Konzeption und Aufbau einer Handlungstation für Solarwafer

Albert Großmann
Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig (HTWK)
Erstellung eines Auswertungstools für die FIB-DAC-Methode zur Bestimmung von Eigenspannungen in dünnen Schichten

Sandra Günther
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Materialwissenschaftliche Bewertung von ETFE-Folien und deren Schweißverbindungen

Thomas Hanke
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Langzeit-Deformationsverhalten von ETFE-Folien für pneumatisch stabilisierte Membrankissen

Volker Hardenacke
Universität Siegen
Probabilistische Homogenisierungsanalyse ungeordneter mikrostrukturierter Werkstoffe

Robby Hofmann
Hochschule Merseburg (FH)
Konstruktion einer Probenhalterung für Mixed Mode Belastungen zur Untersuchung von langfaserverstärkten Kunststofflaminaten

Dominik Jaeger
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Transportprozesse und Spannungszustände in porösen Trägermaterialien für das Tissue-Engineering

Maik Knauf
Hochschule Merseburg (FH)
Technologie der 3D-Visualisierung am Beispiel von Bedienungsanleitungen für das Fraunhofer IWM Halle

Susanne Kneifel
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Beiträge zur Entwicklung von Absorberschichten für das Laserver-schweißen von ETFE-Folien

Andreas Kneist
Fachhochschule Merseburg (FH)
Beiträge zur Automatisierung eines laseroptischen Messplatzes zur Mes-sung kleiner Kräfte in wässrigen Lö-sungen

Daniel Kohn
NTNU Norwegen (TH Karlsruhe)
Influence of model discretisation on residual stresses and distortion calculated by numerical simulation of laser weld processes

Sabrina Luckow
Fachhochschule Bonn
Entwicklung geeigneter Prüftech-niken mittels FE-Analysen

Gerhard Maier (Master Thesis)
Universität Stuttgart
Consistent linearization and finite element implementation of an incre-mentally objective canonical form returning mapping algorithm for large deformation inelasticity

Matthias Merzkirch
Universität Karlsruhe (TH)
Numerische Simulationen zum Ver-halten von Rissen in Wolframdräh-ten beim Ziehen

Thiemo Bastian Müller
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Performancecontrolling von wissen-schaftlichen Projekten

Peter Nolte
Universität Paderborn
Lokale Infiltration von Poren mit op-tisch nichtlinearen Polymeren

Michael Ohme
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Mechanische Charakterisierung von Bonddrähten

Matthias Pander
Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig (FH)
Optimierung der Lagerungssysteme von Solarmodulen bezüglich der mechanischen Belastung

Pablo Rodriguez (Master Thesis)
Universität Stuttgart
Material parameter identification for elasto-plastic and elasto-visco-plastic models using Kriging approximation

Marco Rühl
Hochschule Anhalt (FH)
Aufbau eines FIA-Messsystems mit gasdialytischer und pervaporativer Probennahme zur Bestimmung von Ammonium, NADH und ausgewähl-ter Redoxmediatoren

Sandra Sarembe
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Untersuchungen der Abrasions- und Reinigungsleistung von Zahnpasten am Zahnschmelz

Stefan Schulze
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Einfluss der Schlichte auf die Verar-beitungseigenschaften und mecha-nischen Eigenschaften von Com-pounds aus regenerativen Cellulose-fasern und Polypropylen

Andrea Stäudte
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Untersuchungen zu co-kultivierten Zellen auf nanoporösen Oberflä-chen

Johannes Üpping (Master Thesis)
Universität Paderborn
Ultra light trapping with 3D photo-nic crystals for solar cells

Bernd Weber
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Grundlegende Untersuchungen zum effizienten, schädigungsarmen Drahtsagen von Silizium mit Spalt-breiten unter 100 µm

Guido Willers
Friedrich-Schiller-Universität Jena
Charakterisierung von Polymer-membranen für die Untersuchung des Eindringverhaltens von phytopa-thogenen Pilzen

Vorlesungen

SS 2007

Werkstoffverhalten in Biologischer Umgebung
Dr. Lucio Colombi Ciacchi
Universität Karlsruhe (TH)

Supraleitung, Elektronische Struktur der kondensierten Materie
Prof. Dr. Christian Elsässer
Universität Stuttgart

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

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

Mikrostrukturbasierte Werkstoff-mechanik
Prof. Dr. Peter Gumbsch
Dr. Daniel Weygand
Universität Karlsruhe (TH)

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

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

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

Computergestützte Materialphysik
Priv.-Doz. Dr. Michael Moseler
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Simulationen von Fertigungs-schritten und Bauteilverhalten
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)

WS 2007/2008

Mikrosystemtechnik
Frank Altmann
Fachhochschule Merseburg

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

Plastizität
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)

Werkstoffe und Materialien der
Mikrosystemtechnik
Prof. Dr. Dieter Katzer
Fachhochschule Merseburg

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

Computergestützte Materialphysik
Priv.-Doz. Dr. Michael Moseler
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Einführung in die Mikrosystem-
technik
Prof. Dr. Matthias Petzold
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)

Doktorandenseminar (Physik)
Priv.-Doz. Dr. Stefan Schweizer
Universität Paderborn

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

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

Vom Fraunhofer IWM organisierte Veranstaltungen

Deutsch-Japanisches Seminar
»Materials, Processes and
Components«,
27.-28.06.2007, Freiburg

Sommerschule im Rahmen des
Deutsch-Ägyptischen Jahres der
Wissenschaften und Technologie
»Assessment of Components using
Failure Analysis and Fracture
Mechanics«
29.-31.08.2007, Freiburg

Symposium »Silicon to light –
Light to Silicon«,
9.-10.07.2007, Halle

Einweihung des Institutsneubaus
des Fraunhofer IWM in Halle,
26.09.2007

3. CrossBeam®-Workshop,
24.-25.10.2007, Halle

Symposium »Mechanical Issues in
Manufacturing & Applications of
Solar Cells and Modules«,
05.-06.11.2007, Halle

3. Internationaler Workshop Wafer
Bonding Technologien für MEMS,
9.-11.12.2007, Halle

Workshop
Keramische Hochleistungswerkstoff-
e, Konstruktion, Qualitätssiche-
rung, Betriebseinsatz
15.-16.11.2006, Freiburg
(Workshop des Fraunhofer
Demozentrums AdvanCer)

Internationales Symposium
»Bio meets Nano and IT«,
04.12.2007, Halle

Messebeteiligungen

K – Internationale Messe
für Kunststoff und Kautschuk,
24.-31.10.2007, Düsseldorf

Composites Europe,
6.-8.11.2007, Stuttgart

METEC – Internationale
Metallurgie Fachmesse,
12.-16.06.2007, Düsseldorf

Seminare Freiburg

26.01.2007
 Karsten Albe
 Institut für Materialwissenschaft,
 Materialmodellierung, Technische
 Universität Darmstadt
 Modeling of bcc and fcc iron:
 A challenge for atomic scale simula-
 tion methods

09.02.2007
 Ralph Spolenak
 Lab. for Nanometallurgy,
 ETH Zürich, Schweiz
 Reducing materials inhomogeneity -
 high energy ion bombardment as a
 tool to improve device reliability?

16.02.2007
 Thomas Wallmersperger
 Institut für Statik und Dynamik der
 Luft- und Raumfahrtkonstruktionen
 (ISD), Universität Stuttgart
 Elektro-mechanischer Transport in
 ionischen Polymer-Metall Verbund-
 werkstoffen

23.02.2007
 Yakiv Brontfeyn
 Fraunhofer IWM Freiburg
 LABVIEW für Soft-SPS und
 zerstörungsfreien Materialtest

02.03.2007
 David J. Green
 Department of Materials Science
 and Engineering, Pennsylvania State
 University, USA
 Determination of Densification
 Stresses and Distortions Resulting
 from Green Density Gradients

16.03.2007
 Jörg Neugebauer
 Max-Planck-Institut für
 Eisenforschung, Düsseldorf
 Ab initio Thermodynamik in
 der Materialwissenschaft: Status
 und Perspektiven

19.03.2007
 Dimitriy Ivanov
 National University of Ireland,
 Galway, Irland
 Computational Investigation of
 Short Laser Pulse Surface Modifica-
 tion and Nanostructuring on Metals

23.03.2007
 Dirk Helm
 Fraunhofer IWM Freiburg
 Identifikation, Modellierung und
 Simulation thermomechanischer
 Kopplungsphänomene in metal-
 lischen Werkstoffen

20.04.2007
 Peter Manns
 Fraunhofer IWM Freiburg
 Blankpressen von innovativen
 optischen Komponenten aus
 anorganischen Gläsern bei kurzen
 Prozesszeiten

27.04.2007
 Volker Hardenacke
 Fraunhofer IWM Freiburg
 Probabilistische Homogenisierungs-
 analyse ungeordnet mikrostrukturi-
 erter Werkstoffe

04.05.2007
 Roland Schäfer
 Fraunhofer IWM Freiburg
 Dentalimplantate in Zahnmedizin
 und Werkstoffmechanik

21.05.2007
 Tony Paxton
 Queen's College,
 Belfast, Nordirland, UK
 Segregation embrittlement and co-
 hesion enhancement of grain bound-
 aries in copper

18.06.2007
 Mohammad Koleini
 Technical University of Denmark,
 Lyngby, Dänemark
 Efficient Molecular Spin Filter with
 Graphene based Electrodes

22.06.2007
 Konrad Herrmann
 Physikalisch-Technische Bundes-
 anstalt, Braunschweig
 Methoden zur Bestimmung der
 Unsicherheit von Härtemessungen

29.06.2007
 Hans-Jürgen Christ
 Materialkunde und Werkstoffprü-
 fung, Universität Siegen
 Mikrostrukturelle Aspekte bei der
 Ausbreitung kurzer Ermüdungsrisse:
 Lebensdauerabschätzung auf der
 Grundlage der Mechanismen

06.07.2007
 Dina Brandt
 Fraunhofer IRB, Stuttgart
 Wissenschaftliches Publizieren
 und Open Access in der
 Fraunhofer-Gesellschaft

13.07.2007
 Wulf Pfeiffer
 Fraunhofer IWM Freiburg
 Kugelstrahlen von Hartchrom:
 Schaden oder Nutzen?

20.07.2007
 Daniela Eberl
 Fraunhofer IWM Freiburg
 Biaxiale Beanspruchung von
 Glasfaserverstärkten Rohrproben

24.07.2007
 Yunzhi Wang
 Ohio State University,
 Columbus, OH, USA
 Integrated Experimental and Com-
 putational Study of Microstructural
 Evolution during Phase Transforma-
 tions and Plastic Deformation

14.09.2007
 Mario Hug
 Fraunhofer IWM Freiburg
 Modellierung von Schrumpfung
 und Verzug bei der Heißformge-
 bung optischer Gläser

21.09.2007 Olaf Engler Hydro Aluminium Deutschland GmbH, R&D Center Bonn Through-Process Simulation of Texture and the Resulting Properties during the Thermo-mechanical Processing of Aluminium Sheets	Seminare Halle 08.03.2007 Matthias Scherge Fraunhofer IWM Freiburg Tribologie: Von Makro bis Nano 10.05.2007 Thomas Scheibel Lehrstuhl für Biotechnologie, Technische Universität München Proteinbasierte Materialien 25.06.2007 Mike Stubenrauch Technische Universität Ilmenau Verbindung von Mikrobauanteilen mit Unterstützung durch nanostrukturierte Oberflächen 12.07.2007 Oliver Anspach PV Silicon Erfurt Drahtsägetechnologie für Si-Wafer 16.07.2007 Matthias Keckl Fraunhofer-Venture-Gruppe Vorstellung der Venture-Gruppe und Ausgründungsunterstützung der Fraunhofer-Gesellschaft 01.11.2007 Ingo Steinbach RWTH Aachen Simulation der Mikrostruktur von Halbleitern und Metallen 12.11.2007 Diethelm Johannsmann Institut für Physikalische Chemie, Technische Universität Clausthal Anwendungen von akustischen Resonatoren in Physik, Chemie und den Life Sciences 22.11.2007 Nicola Rauch Max-Planck-Institut für Metallforschung, Stuttgart Development and characterisation of an artificial extra cellular matrix (ECM) with elasticity gradient: cell-matrix
25.09.2007 Giuseppe Pezzotti Kyoto Institute of Technology, Japan Spatially resolved stress analysis in electronic devices using cathodoluminescence piezospectroscopy	
25.09.2007 Gábor Csányi Centre of Micromechanics, Univ. of Cambridge, UK Low Speed Instabilities in Brittle Fracture	
08.10.2007 Ingo Steinbach RWTH Aachen Phase-field simulation of microstructure evolution: Linking processes and properties	
19.10.2007 Lars Pastewka Fraunhofer IWM Freiburg Aktuatoren aus Kohlenstoffnanoröhren: Simulation von der Atomistik bis zum Kontinuum	
09.11.2007 Dominik Jaeger Fraunhofer IWM Freiburg Mechanische Charakterisierung und Simulation von elektrogesponnenen Polymervliesen	
19.11.2007 Qing Zhou Tsinghua Universität, Beijing, China Stand of crash worthiness assessment and occupant protection at Tsinghua University	
26.11.2007 Edoardo Mazza Stuart Holdsworth, EMPA Dübendorf, Schweiz Mechanical Integrity of High Temperature Components	

Projektübersicht

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 tribologischen 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

Hochtemperaturreibungs- und Verschleißverhalten von keramischen Werkstoffen für die Umformtechnik

Verschleiß- und Kontaktschädigung von Keramiksichten

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 (Land Baden-Württemberg, Land Bayern, EU)

Ermittlung mechanischer Kennwerte von Verbundwerkstoffen

Entwicklung von Prüfkonzepten für kurzfaserverstärkte CMC für Bremscheibenanwendungen

Bewertungskonzept für C/SiC-Bauteile

Zuverlässigkeit von CFC-Werkstückträgern in der Wärmebehandlung

Biomedizinische Materialien und Implantate

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

Formgenauigkeit und Zuverlässigkeit in der generativen Fertigung (FhG)

Untersuchung des Eigenspannungsaufbaus und Verbundfestigkeit von Dentalkompositen während der Aushärtung (DFG)

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

Kriechverhalten von Knochenzementen

Untersuchung der Abrasivität und Politureigenschaften von Zahnpflegeprodukten auf Dentalersatzwerkstoffen und humanen Schmelz- und Dentinoberflächen

Einsatzverhalten chirurgischer Stanzen und Ableitung von Designempfehlungen

Einsatzverhalten chirurgischer Mikroknochenschrauben

Leistungsbereich Randschichttechnologien

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

Optimales geschmiertes tribologisches System mit Kohlenstoffschichten (BMBF)

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

Entwicklung dicker DLC-Schichten (BMW)

Funktionalisierung von Nanosieben (BMBF)

DLC-Beschichtungen für Wälz- und Gleitlager sowie für Motorenkomponenten

Leistungsbereich Mikro- und Nanotribologie

Reibungs- und Verschleißanalytik an automotiven Bauteilen

Sporttribologie

Tribologische Schadensfälle

Nanoverschleiß diamantähnlicher Kohlenstoffschichten

Geschäftsfeld Sicherheit und Verfügbarkeit von Bauteilen

Anlagensicherheit, Bruchmechanik

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

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

Entwicklung von probabilistischen Berechnungsmethoden zum Strukturverhalten heterogener Schaumwerkstoffe (DFG)

Bruchmechanische Sicherheitsbewertungen und Traglastberechnungen von Reaktordruckbehältern

Einsatz von schädigungsmechanischen Methoden zum Nachweis der Fehlertoleranz von Raumfahrtkomponenten

Bewertung von Rohrleitungen und Maschinenbauteilen mit numerischen und bruchmechanischen Methoden

Design eines Verbundwerkstoffes für Hochtemperaturanwendungen

Crashsicherheit, Schädigungsmechanik

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

Untersuchung des Einflusses mikroskopischer Deformationsmechanismen auf das makroskopische Verhalten gummi-modifizierter Thermoplaste (DFG)

Werkstoffcharakterisierung, Komponentenprüfung und Crashsimulation mit stochastischen Aspekten (FhG)

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

Bestimmung von Schädigungsparametern für die Crashsimulation von Aluminiumkomponenten

Entwicklung einer Methode zur Charakterisierung der Risszähigkeit von dünnen Blechen aus höchstfesten Stählen

Durchgängige Modellierung des Versagens bei Umform- und Crashsimulation

Charakterisierung und Modellierung von Kunststoffen unter Crashbelastung

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 einkristallinen 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 Waferebene (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)

Sicherung der Zuverlässigkeit von nanostrukturierten Komponenten (FhG)

Charakterisierung der Wechselwirkungen zwischen Prozessbedingungen und Strukturverhalten in mikroelektronischen Bauelementen

Entwicklung innovativer Zielpräparationsverfahren für die Nanoanalytik

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)

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)

Entbindern keramischer Grünkörper (BMBF)

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

Desoxidation von Presslingen aus einem hochschmelzenden Metall

Untersuchungen zur Herstellung von Abgassensoren

Sintersimulation von LTCCs

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 (Eigenforschung)

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

Voraussage von Kantenrissen beim Walzen

Hochtemperaturverhalten Metalle

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

Qualifizierung der Gebrauchseigenschaften neuer Kraftwerksstähle (BMWA)

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)

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

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

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

Carbon Nanotube Aktuatoren (FhG)

Optimales geschmiertes tribologisches System mit Kohlenstoffschichten (BMBF)

Kompetenzzentrum für Bauteilsimulation Simbau

Innovative Methoden zur Auslegung von Umformwerkzeugen (BMBF)

Untersuchungen und numerische Simulation zur Randverbundherstellung für Vakuumisoliervlas (BMWA)

Integrale Werkstoffsimulation entlang der Prozesskette (BMBF)

Materialmodelle für die Umformsimulation (AiF)

Simulation des Schneidprozesses (FhG)

Simulationstool für Mehrschichtrohre

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 Vakuumisoliervlas (BMWA)

Verbesserungen zum Flachglastrennen 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

Verfahrensentwicklung für die Heißformgebung von optischen Komponenten aus Spezialgläsern (BMWA-InnoNet)

Untersuchungen zum Heißprägen von Mikrostrukturen (FhG)

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

Untersuchungen zum Korrosionsverhalten ausgewählter Formenwerkstoffe für Abformwerkzeuge zur präzisen Glasabformung (FhG)

Untersuchungen zum Abrieb-, Verschleiß- und Klebverfahren von ausgewählten Formenwerkstoffen bei der Heißformgebung von Glasmelzen

Verfahrensentwicklung zum beidseitigen Heißprägen von optischen Linsen aus anorganischem Glas

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 zur Charakterisierung und Bewertung naturfaserverstärkter Kunststoffe (BMBF)

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

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

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

Entwicklung von Wood-Plastic-Compositen als Substitut tropischer Hölzer (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

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

Polymerbasierte Hochleistungsverbundwerkstoffe

Mechanische Charakterisierung von CMC-Werkstoffen und Bauteilen

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

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

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

Untersuchung des mechanischen Verhaltens von Hochleistungspolymerfolien

Modellierung des Knickverhaltens von polymeren Mehrschichtverbundrohren

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 Membrankonstruktionen 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)

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

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)

Nanostrukturierte und funktionalisierte Oberflächen an spritzgegossenen Formteilen (FhG)

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 Hochleistungskondensatoren

Wärmebehandlungsoptimierungen und Verzugsbewertung von verschiedenen Werkstoffen

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

Mitarbeit in Gremien, Ausschüssen, Beratertätigkeiten

Arbeitsgemeinschaft Wärmebehandlung und Werkstofftechnik AWT

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

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung BAM

Beirat Werkstoffe und technische Systeme: P. Gumbsch

Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik GFal

FA Angewandte Informatik zur Fügetechnik: D. Katzer, M. Busch

Gesellschaft für Tribologie GFT

A. Kailer, M. Scherge

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

Deutsche Gesellschaft für Materialkunde DGM

FA Werkstoffkundliche Probleme der Mikroelektronik: D. Katzer
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: S. Schwarz
AK Metal Matrix Composite: A. Neubrand

Deutsche Glastechnische Gesellschaft DGG

AA Glasforum: G. Kleer
FA I, Physik und Chemie des Glases und der Glasrohstoffe: W. Döll
FA IV, Glasmaaschinenteknik und Formgebung: P. Manns
Deutscher Stahlbauverband DSTV
AG Stahl und Glas: G. Kleer

Deutscher Verband für Materialforschung und -prüfung DVM

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

Deutscher Verband für Schweißtechnik DVS

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

DIN-Ausschüsse

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

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

Zeitschriften, Editorial Boards

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

European Structural Integrity Society ESIS

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

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

Forschungskuratorium Maschinenbau e.V. FKM

AK Bauteilfestigkeit: D. Siegele, M. Luke

Gesellschaft für Experimentelle Spannungsanalyse GESA

AG Experimentelle Verfahren zur Bestimmung von Eigenspannungen: W. Pfeiffer

Gesellschaft Mikroelektronik, Mikro- und Feinwerktechnik (GMM)

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

Instituto Madrileño de Estudios Avanzados IMDEA
Board of Trustees: P. Gumbsch
Scientific Board: P. Gumbsch

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

Institut für Oberflächen- und Schichtanalytik IFOS
Vorsitzender des wissenschaftlichen Beirats: M. Scherge

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

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

Verein Deutscher Eisenhüttenleute VDEh e.V.
Fachbereich Werkstofftechnik
AG Prüftechnik: W. Böhme
AK Hochgeschwindigkeitsversuche: W. Böhme
W14 – Kriechriss: T. Seifert,
P. von Hartrott

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

Arbeitsgemeinschaft wirtschaftsnaher Forschungseinrichtungen des Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg
AK Europäische Union: C. Elsässer

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

Europäische Fördergemeinschaft Dünne Schichten EFDS
W. Pfeiffer

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

Deutsche Gesellschaft für Biomaterialien
R. Jaeger, C. Koplín, R. Schäfer,
B. Thielicke

European Society of Biomechanics
R. Schäfer

European Society for Biomaterials
R. Jaeger, Ch. Koplín, R. Schäfer,
B. Thielicke

Deutsche Gesellschaft für Zahnerhaltung
R. Jaeger

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

Fraunhofer-Themenverbund Numerische Simulation NuSim
D. Helm

Fraunhofer-Themenverbund Hochleistungskeramik
A. Kailer

Fraunhofer-Allianz Adaptronik
B. Thielicke

Fraunhofer-Themenverbund Nanotechnologie
M. Moseler, A. Heilmann

Fraunhofer-Allianz Optisch-funktionale Oberflächen
P. Manns

Fraunhofer-Themenverbund Verkehr
M. Luke

Fraunhofer-Allianz Rapid Prototyping
R. Jaeger

Fraunhofer-Themenverbund Energie
J. Bagdahn

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

Kompetenznetzwerk Adaptronik
B. Thielicke

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

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

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

Naturstoff Innovationsnetzwerk Altmark NinA e.V.
Mitarbeit im Vorstand: M. Busch

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

VGB Power Tech e.V.
FA Werkstoffe und Qualitätssicherung: P. von Hartrott

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

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

- M 52/2007
Albina, J.-M.; Mrovec, M.; Meyer, B.; Elsässer, C.
Structure, stability, and electronic properties of SrTiO₃/LaAlO₃ and SrTiO₃/SrRuO₃ interfaces
Physical Review B
76 (2007) 165103, 1-8
- M 78/2007
Blauel, J.G.; Pfeiffer, W.; Varfolomeyev, I.; Veneziano, C.
Bruchmechanische Bewertung von rissbehafteten Schweißkonstruktionen mit Eigenspannungen
Materialprüfung in der Fügetechnik
49 (2007) 577-587
- M 82/2007
Brand, M.; Siegele, D.
Numerical simulation of distortion and residual stresses of dual phase steels weldments
Journal of the International Institute of Welding
51 (2007) 56-62
- M 71/2007
Cole, D.-J.; Payne, M.-C.; Csanyi, G.; Spearing S.-M.; Colombi Ciacchi, L.
Development of a classical force field for the oxidized Si surface: Application to hydrophilic wafer bonding
Journal of Chemical Physics
127 (2007) 204704, 1-12
- M 74/2007
Cole, D.-J.; Payne, M.-C.; Colombi Ciacchi, L.
Stress development and impurity segregation during oxidation of the Si (100) surface
Surface Science
601 (2007) 4888-4898
- 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 31/2007
Demiray, S.; Becker, W.; Hohe, J.
Numerical determination of initial and subsequent yield surfaces of open-celled model foams
International Journal of Solids and Structures
44 (2007) 2093-2108
- M 111/2006
Demiray, S.; Becker, W.; Hohe, J.
Analysis of two- and three-dimensional hyperelastic model foams under complex loading conditions
Mechanics of Materials
38 (2006) 985-1000
- M 42/2007
Duffe, S.; Irawan, T.; Bielecki, M.; Richter, T.; Sieben, B.; Yin, C.; von Issendorff, B.; Moseler, M.; Hövel, H.
Softlanding and STM imaging of Ag561 clusters on a C60 monolayer
European Physical Journal D (2007) DOI: 10.1140/epj/d/e2007-11-29, 00201-y
- M 58/2007
González-Díaz, J.B.; García-Martin, A.; Armelles, G.; Navas, D.; Vázquez, M.; Nielsch, K.; Wehrspohn, R.B.; Gösele, U.
Enhanced magneto-optics and size effects in ferromagnetic nanowire arrays
Advanced Materials
19 (2007) 2653-2647
- M 64/2007
Greve, L.; Andrieux, F.
Deformation and failure modeling of high strength adhesives for crash simulation
International Journal of Fracture
143 (2007) 143-160
- M 21/2007
Grimm, S.; Schwirn, K.; Göring, P.; Knoll, H.; Miclea, P.T.; Greiner, A.; Wendorff, J.H.; Wehrspohn, R.B.; Gösele, U.; Steinhart, M.
Nondestructive mechanical release of ordered polymer microfiber arrays from porous templates
Small 3 (2007) 993-1000
- M 91/2006
Hashibon, A.; Elsässer, C.; Rühle, M.
An initio study of electronic densities of states at copper alumina interfaces
Acta Materialia 55 (2007) 1657-1665
- M 80/2007
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 69/2007
Henrich, B.; Cupelli, C.; Moseler, M.; Santer, M.
An adhesive DPD wall model for dynamic wetting
Europhysics Letters
80 (2007) 60004
- M 59/2006
Henrich, B.; Wonisch, A.; Kraft, T.; Moseler, M.; Riedel, H.
Simulations of the influence of rearrangement during sintering
Acta Materialia
55 (2007) 753-762
- M 40/2007
Himcinschi, C.; Singh, R.; Radu, I.; Milenin, A.P.; Erfurth, W.; Reiche, M.; Gösele, U.; Christiansen, S.H.; Muster, F.; Petzold, M.
Strain relaxation in nanopatterned strained silicon round pillars
Applied Physics Letters
90 (2007) 021902
- M 40/2006
Himcinschi, C.; Radu, I.; Muster, F.; Singh, R.; Reiche, M.; Petzold, M.; Gösele, U.; Christiansen, S.H.
Uniaxial strained silicon by wafer bonding and layer transfer
Solid State Electronics 51 (2007) 226-230
- M 16/2007
Hochrainer, T.; Zaiser, M.; Gumbsch, P.
A three-dimensional continuum theory of dislocation systems: kinematics and mean-field formulation
Philosophical Magazine
87 (2007) 1261-1282
- M 113/2006
Hoess, A.; Teuscher, N.; Thormann, A.; Aurich, H.; Heilmann, A.
Cultivation of hepatoma cell line HepG2 on nanoporous aluminum oxide membranes
Acta Biomaterialia 3 (2007) 43-50
- M 25/2007
Hohe, J.; Hebel, J.; Friedmann, V.; Siegele, D.
Probabilistic failure assessment of ferritic steels using the master curve approach including constraint effects
Engineering Fracture Mechanics
74 (2007) 1274-129
- M 109/2006
Hohe, J.; Librescu, L.; Oh, S.Y.
Dynamic buckling of flat and curved sandwich panels with transversely compressible core
Composite Structures
74 (2006) 10-24
- M 22/2007
Hu, H.; Ricken, R.; Sohler, W.; Wehrspohn, R. B.
Lithium niobate ridge waveguides fabricated by wet etching
IEEE Photonics Technology Letters
6 (2007) 417-419
- M 43/2007
Huber, B.; Moseler, M.
Predicting experimental signatures for the oxidation of magnesia supported palladium clusters by density functional theory
European Physical Journal D
45 (2007) 00178-5
- M 3/2007
Koskinen, P.; Häkkinen, H.; Huber, B.; von Issendorff, B.; Moseler, M.
Liquid-liquid phase coexistence in gold clusters: 2D or not 2D?
Physical Review Letters
98 (2007) 015701, 1-4
- M 88/2006
Kostko, O.; Huber, B.; Moseler, M.; von Issendorff, B.
Structure determination of medium-sized sodium clusters
Physical Review Letters
98 (2007) 043401, 1-4
- M 118/2006
Krupp, U.; Ohrndorf, A.; Guillén, T.; Christ, H.-J.; Demiray, S.; Becker, W.; Hohe, J.
Isothermal and thermomechanical fatigue behavior of open-cell metal sponges
Advanced Engineering Materials
8 (2006) 821-827

- M 62/2007
Librescu, L.; Oh, S.-Y.; Hohe, J.
Implication of nonclassical effects on dynamic response of sandwich structures exposed to underwater and in-air explosions
Journal of Ship Research
51 (2007) 83-93
- M 110/2006
Librescu, L.; Oh, S.-Y.; Hohe, J.
Dynamic response of anisotropic sandwich flat panels to underwater and in-air explosions
International Journal of Solids and Structures
43 (2006) 3794-3816
- 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
119 (2007) 4576-4579
Angewandte Chemie International Edition
46 (2007) 4492-4495
- M 73/2007
Moras, G.; Colombi Ciacchi, L.; Csanyi, G.; De Vita, A.
Modelling (100) hydrogen-induced platelets in silicon with a multi-scale molecular dynamics approach
Physica B 401-402 (2007) 16-20
- M 53/2007
Mrovec, M.; Gröger, R.; Bailey, A.G.; Nguyen-Manh, D.; Elsässer, C.; Vitek, V.
Bond-order potential for simulations of extended defects in tungsten
Physical Review B
75 (2007) 104119, 1-16
- M 4/2007
Mrovec, M.; Moseler, M.; Elsässer, C.; Gumbsch, P.
Atomistic modeling of hydrocarbon systems using analytic bond-order potentials
Progress in Materials Science
52 (2007) 230-254
- M 54/2007
Ocenasek, J.; Rodriguez, M.; Weygand, S.; Riedel, H.
Multi-grain finite element model for studying the wire drawing process
Computational Materials Science
39 (2007) 23-28
- M 7/2007
Pfeiffer, W.; Gumbsch, P.
Strengthening of silicon nitride ceramics by shot peening
International Journal of Materials Research
97 (2006) 1673-1678
- M 81/2007
Pyttel, B.; Varfolomeyev, I.; Luke, M.; Berger, C.; Siegele, D.
FKM Guideline »Fracture mechanics proof of strength for engineering components« – overview and extension topics
Journal of the International Institute of Welding
51 (2007) 85-93
- M 16/2006
Richter, F.; Hoffmann, H.-J.
Comment on »Viscosity measurement by cylindrical compression for numerical modeling of precision lens molding process« by A. Jain, G.C. Firestone, and A.Y. Yi
Journal of the American Ceramic Society 90 (2006) 3017-3018
- M 35/2007
Riedel, H.; Andrieux, F.; Walde, T.; Karhausen, K.-F.
The formation of edge cracks during rolling of metal sheet
Steel Research International
78 (2007) 818-824
- M 12/2007
Schönfelder, S.; Ebert, M.; Landesberger, C.; Boch, K.; Bagdahn, J.
Investigations of the influence of dicing techniques on the strength properties of thin silicon
Microelectronics Reliability 47 (2007) 168-178
- M 20/2007
Schwan, S.; Fritzsche, M.; Cismak, A.; Heilmann, A.; Spohn, U.
In vitro investigation of the geometric contraction behavior of chemo-mechanical P-protein aggregates (forisomes)
Biophysical Chemistry
125 (2007) 444-452
- M 46/2007
Seifert, T.; Brehm, H.
A simple analogous model for the determination of cyclic plasticity parameters of thin wires to model wire drawing
Journal of Engineering Materials and Technology
129 (2007) 488-495
- M 27/2007
Seifert, T.; Schenk, T.; Schmidt, I.
Efficient and modular algorithms in modeling finite inelastic deformations: objective integration, parameter identification and sub-stepping techniques
Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering
196 (2007) 2269-2283
- 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 8/2007
Siska, F.; Forest, S.; Gumbsch, P.; Weygand, D.
Finite element simulations of the cyclic elastoplastic behaviour of copper thin films
Modelling and Simulation in Materials Science and Engineering
15 (2007) 217-238
- M 39/2007
Thormann, A.; Teuscher, N.; Pfannmöller, M.; Rothe, U.; Heilmann, A.
Nanoporous aluminum oxide membranes for filtration and biofunctionalization
Small 3 (2007) 1032-1040
- M 70/2007
Tomba, G.; Lingenfelder, M.; Costantini, G.; Kern, K.; Klappenberger, F.; Barth, J.-V.; Colombi Ciacchi, L.; De Vita, A.
Structure and energetics of diphenylalanine self-assembling on Cu (110)
Journal of Physical Chemistry A, 2007 DOI: 10.1021/jp076205c
- M 42/2006
Umeno, Y.; Shimada, T.; Kitamura, T.; Elsässer, C.
Ab initio density functional theory study of strain effects on ferroelectricity at PbTiO surfaces
Physical Review B
74 (2006) 174111, 1-9
- M 23/2007
Umeno, Y.; Elsässer, C.; Meyer, B.; Gumbsch, P.; Nothacker, M.; Weissmüller, J.; Evers, F.
Ab initio study of surface stress response to charging
Europhysics Letters
78 (2007) 3001, 1-5
- M 25/2006
Walde, T.; Riedel, H.
Simulation of earing during deep drawing of magnesium alloy AZ31
Acta Materialia
55 (2007) 867-874
- M 36/2007
Wonisch, A.; Guillon, O.; Kraft, T.; Moseler, M.; Riedel, H.; Rödel, J.
Stress-induced anisotropy of sintering alumina: discrete element modelling and experiments
Acta Materialia
55 (2007) 5187-5199
- M 2/2007
Yoon, B.; Koskinen, P.; Huber, B.; Kostko, O.; von Issendorff, B.; Häkkinen, H.; Moseler, M.; Landmann, U.
Size-dependent structural evolution and chemical reactivity of gold clusters
ChemPhysChem 8 (2007) 157-161

Sonstige Veröffentlichungen

Zeitschriften

- M 10/2007
Brand, M.; Siegele, D.
Welding simulation of aluminium automotive construction using SYSWELD simulation solution
PAM TALK 33 (2007) 8
- M 14/2007
von Rhein, A.; Greulich-Weber, S.; Wehrspohn, R. B.
Multiphysics software gazes into photonic crystals
Fachmagazin Physics Best
March (2007) 38-39
- M 32/2007
Rinker, M.; Zahlen, P.; Schäuble, R.
Herstellung von CFK-Sandwichplatten – Untersuchung des Verformungs- und Versagensverhaltens
Konstruktion
7/8 (2007) IW6-IW9
- M 47/2007
Seifert, T.; Riedel, H.; Pramhas, G.; Bumberger, G.
Lifetime models for high-temperature components
AutoTechnology
7 (2007) 34-38

Bücher, Buchbeiträge

- M 11/2007
Gross, D.; Seelig, Th.
Bruchmechanik – mit einer Einführung in die Mikro-mechanik
in Springer-Verlag, Berlin
4. Aufl. (2006) 335 S.
- M 9/2007
Kleer, G.; Könczöl, L.
Grundlegende Untersuchungen zur Erniedrigung der Klebeneigung zwischen Kunststoffen und Formmaterialien
in WING – Das Jahrbuch 2006
Projekträger Jülich NMT (Hrsg.),
Forschungszentrum Jülich GmbH,
Jülich (2007) 957-970
- M 72/2006
Riedel, H.; Wonisch, A.; Bierwisch, C.; Kraft, T.; Moseler, M.
Simulation von Prozessfolgen mit der Diskrete-Elemente-Methode
in Pulvermetallurgie in Wissenschaft und Praxis, Band 22: Pulvermetallurgie – Kompetenz und Perspektive
H. Kolaska (Hrsg.),
Heimdall Verlag, Witten
(2006) 153-175

Wissenschaftliche Berichte des Instituts

- W 1/2007
Böhme, W.; Luke, M.; Blauel, J.G.; Rohr, I.; Harwick, W.
FAT-Richtlinie Dynamische Werkstoffkennwerte für die Crashsimulation

- M 50/2007
Benevolenski, O.; Rist, T.; Schmitt, W.
From rolling to crash – some aspects of process chain simulations
in Tagungsband 6. LS-DYNA Forum, ISBN 3-9809901-3-3, (2007) 7-12
- M 121/2006
Borchert, D.; Riepe, S.; Kübler, R.; Beinert, J.; Kraft, T.; Kleer, G.; Petri, S.
Influence of the thermal treatment during the saw damage etching process on the mechanical stability of multicrystalline silicon wafers
in Proc. of 4th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion, Vol. 1, IEEE (Ed.), IEEE Operations Center, Piscataway, New Jersey, USA (2006) 1085-1087
- M 65/2006
Breitenstein, O.; Altmann, F.; Riediger, T.; Karg, D.; Gottschalk, V.
Use of a solid immersion lens for thermal IR imaging
in Proc. of 32nd International Symposium for testing and failure analysis
ASM International (Ed.), Austin, Texas, USA (2006) 382-385
- M 66/2006
Breitenstein, O.; Altmann, F.; Riediger, T.; Karg, D.; Gottschalk, V.
Lock-in thermal IR imaging using a solid immersion lens
in Proc. of 17th European Symposium of electron devices failure physics and analysis (ESREF)
L.J. Balk; W.H. Gerlin; E. Wolfgang (Ed.), Elsevier Science Ltd. Wuppertal (2006) 1508-1513
- M 38/2007
Butz, A.; Rodriguez Ripoll, M.; Benevolenski, O.
Modeling the evolution of microstructure in single and dual phase polycrystalline
in Proc. MHM 2007: Modeling of Heterogeneous Materials with Applications in Construction and Biomedical Engineering, Prag, Tschechische Republik (2007) 232-233
- M 49/2007
Ebert, M.; Naumann, F.; Gerbach, R.; Bagdahn, J.
Measurement of dynamic properties of MEMS and the possibilities of parameter identification by simulation
in Proc. of 8th International Conference on Thermal, Mechanical and Multiphysics Simulation and Experiments in Micro-Electronics and Micro-Systems (EuroSimE)
L.J. Ernst; G.Q. Zhang; P. Rodgers; M. Meuwissen; S. Marco; W.D. Van Driel; O. de Saint Leder (Ed.), London, England (2007) 166-171
- M 91/2007
Eckardt, J.; Busch, M.; Jahn, I.
Untersuchung des Verarbeitungsverhaltens von Celluloseergeneratfasern (CRF) verstärkten Thermoplasten,
in Proc. of the 10th International AVK-Conference for reinforced Plastics and Thermosets
AVK, Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe e.V. Frankfurt/M. (Hrsg.), Palatia Kft, Győr Stuttgart (2007) 221-233
- M 15/2007
Gall, M.; Thielicke, B.
Life-span investigations of piezoceramic patch sensors and actuators
in Proc. of SPIE Conference on Smart Structures and Materials, Behavior and Mechanics of Multifunctional and Composite Materials, Volume 6526, Marcelo J. Dapino (Ed.), SPIE, San Diego, USA (2007) 65206P-1-65260P-12
- M 108/2006
Guillen, T.; Ohrndorf, A.; Krupp, U.; Christ, H.-J.; Derimay, S.; Becker, W.; Hohe, J.
Thermomechanical fatigue of open cell aluminium sponge
in Fracture of Nano and Engineering Materials and Structures: Proc. of the 16th European Conference of Fracture, E.E. Gdoutos (Ed.), Berlin: Springer Netherlands (2006) CD-ROM
- M 60/2007
Günther, S.; Lucas, J.; Kiesow, A.; Heilmann, A.
Oberflächenbehandlung und Verarbeitung von ETFE (Ethylen-Tetrafluorethylen)-Folien
in Proc. of »15. Neues Dresdner Vakuumtechnisches Kolloquium« – Beschichtung und Modifizierung von Kunststoffoberflächen
Dresdner Transferstelle für Vakuumtechnik e.V., Prof. Blasek (Hrsg.), Dresden (2007) 120-124
- M 120/2006
Heilmann, A.; Altmann, F.; Cismak, A.; Baumann, W.; Lehmann, M.
Investigation of cell-sensor hybrid structures by focused ion beam (FIB) technology
Materials Research Society 983E (2007) 0983-LL03-03
- M 85/2007
Heilmann, A.; Lucas, J.; Schäuble, R.; Strogies, E.
Entwicklung und Bewertung von Fügeverfahren für ETFE-Folien
in Proc. of Technomer 2007, 20. Fachtagung über Verarbeitung und Anwendung von Polymeren
M. Gehde, Chemnitz; P. Bloß, Leipzig; U. Wagenknecht, Dresden (Hrsg.), Institut für Print- und Medientechnik Technische Universität Chemnitz, Chemnitz (2007) 69
- M 76/2006
v. Hartrott, P.; Schlesinger, M.; Seifert, T.; Mohrmann, R.
Anpassung eines nicht-isothermen Verformungsmodells an X12CrMoWVNbN 10-1-1
in Konferenzband zur 29. Vortragsveranstaltung der AG für warmfeste Stähle der AG für Hochtemperaturwerkstoffe am Stahlzentrum (2007) 129-136
- M 115/2006
Hochrainer, T.; Delonnoy, L.; Kotschenreuther, J.; Schulze, V.; Löhe, D.; Gumbsch, P.; Fleischer, J.
An integrated approach to the modeling of size-effects in machining with geometrically defined cutting edges
in Proc. of 8th CIRP International Workshop on Modeling of Machining Operations, E.H.R. Neugebauer (Ed.), Wissenschaftliche Scripten Zwickau (2007) 123-129
- M 68/2005
Hohe, J.; Librescu, L.
Transient dynamic response of sandwich shells with transversely compressible core
in Proc. of the GAMM Annual Meeting 2005, PAMM, Vol. 5, Wiley-VCH Verlag GmbH, Université du Luxembourg, Luxemburg (2005) 235-236
- M 105/2006
Hollstein, T.; Luke, M.
Entwicklung integrierter Leichtbausysteme
in Tagungsband zum 3. Landshuter Leichtbau-Colloquium, O. Huber, M. Bicker (Hrsg.), LC-Verlag, Landshut (2007) 113-122
- M 48/2007
Kawalla, R. Schmidt, C.; Riedel, H.; Prakash, A.
Experimental and numerical investigation of texture development during hot rolling of magnesium alloys
in Proc. of the 7th International Conference on Magnesium Alloys and Their Applications, K.U. Kainer (Ed.), Dresden (2006) 1048-1054
- M 55/2007
Khader, I.; Gumbsch, P.; Kailer, A.
Keramische Walzensysteme aus Siliziumnitrid
in 3. Statuskolloquium des SFB 483, K.-H. Zum Gahr, J. Schneider (Hrsg.), Karlsruhe (2007) 95-103
- M 57/2007
Khader, I.; Gumbsch, P.; Kailer, A.
Damage mechanisms of silicon nitride rolls in hot rolling of copper wire
in Tribologie Fachtagung 2007 Gesellschaft für Tribologie (Hrsg.), Aachen (2007) 73/1-73/13

- M 86/2007
Kiesow, A.; Meinhardt, J.;
Baumann, H.J.; Heilmann, A.;
In-line Bewertung und Optimierung der Coronabehandlung von Polyethylenfolien
M. Gehde, Chemnitz; P. Bloß, Leipzig; U. Wagenknecht, Dresden (Hrsg.),
Institut für Print- und Medientechnik Technische Universität Chemnitz, Chemnitz (2007) 67
- M 117/2006
Kleer, G.; Beinert, J.; Kübler, R.
Bruchmechanische Bewertungskonzepte zur Einsatzsicherung von Komponenten aus Glas
in Multifunktionale Isoliergläser (Glass Technology Live, Glasstec 2006) CD-ROM part B_Isolierglas, VDMA e.V. Glastechnik, VDMA, Frankfurt (2006) 8_Kleer_FhI/IWM.pdf
- M 88/2007
Krause, M.; Petzold, M.
Identification of intermetallic compounds in microelectronic interconnects using EBSD
in Tagungsband Smart Systems Integration 2007, 1st European Conference & Exhibition on integration issues of miniaturized systems - MEMS, MOEMS, ICs and electronic components
T. Gessner (Hrsg.), VDE Verlag GmbH Berlin/Offenbach, (2007) 523-526
- M 112/2006
Kray, D.; Schumann, M.; Eyer, A.; Willeke, G.P.; Kübler, R.; Beinert, J.; Kleer, G.
Solar wafer slicing with loose and fixed grains
in Proc. of 4th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion, Vol. 1, IEEE (Ed.), IEEE Operations Center, ISBN: 1-4244-0017-1, Piscataway, New Jersey, USA (2006) 948-951
- M 59/2007
Krummhauer, O.; Presser, V.; Kailer, A.; Nickel, K.G.
Comparison of tribological and corrosive behaviour of silicon carbide under water lubrication
in Tribologie Fachtagung 2007 Gesellschaft für Tribologie (Hrsg.), Aachen (2007) 13/1-13/15
- M 44/2007
Löschner, K.; Kiesow, A.; Heilmann, A.
Laser-induced formation of periodic structures in plasma deposited polymer films containing Au, Ag and Cu nanoparticles
Materials Research Society 960 (2007) 0960-N03-01
- M 89/2007
Muster, F.; Fütting, M.; Theumer, T.; Schauer, K.; Petzold, M.
Untersuchung der Biegebruchfestigkeit beschichteter Hartmetall-Mikrofräser
in Tagungsband GMM-Workshop Technologien und Werkstoffe der Mikro- und Nanosystemtechnik, GMM-Fachbericht 53 Karlsruhe (2007) 233-236
- M 62/2006
Pfeiffer, W.; Blug, B.; Wenzel, J.
Shot peening of hard chromium coatings: damage or benefit?
in Proc. of the Conference Surmat 06, Ecole Nationale Supérieure des Mines (Ed.), Saint-Étienne, Frankreich (2006)
- M 1/2007
Pfeiffer, W.; Wenzel, J.
The multiple-incremental hole drilling method for determination of measurement uncertainties of residual stress measurements using the hole drilling method
in Proc. of Symposium Pml-2007 at the DPG Spring Conf. on Condensed Matter, J. Gegner, F. Haider (Eds.), expert Verlag, Regensburg (2007) 34-44
- M 45/2007
Prakash, A.; Hochrainer, T.; Riedel, H.; Helm, D.; Reisacher, E.
Twinning models in self-consistent simulations of TWIP steels
in Proc. of 2th SteelSim Conference, Graz, Austria (2007) 335-361
- M 33/2007
Rinker, M.; Schäuble, R.
Bruchverhalten von hoch belasteten CFK-Schaum-Sandwichstrukturen
in Proc. der 11. Tagung Deformation und Bruchverhalten von Kunststoffen Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (Hrsg.), Merseburg (2007) CD
- M 51/2007
Schönfelder, S.; Bohne, A.; Bagdahn, J.
Comparison of test methods for strength characterization of thin solar wafer
in Proc. of 22nd European Photovoltaic Solar Energy Conference WIP-Renewable Energies (Ed.), Milano, Italy (2007) CD-ROM
- M 119/2006
Schwan, S.; Fritzsche, M.; Cismak, A.; Noll, G.; Prüfer, D.; Spohn, U.; Heilmann, A.
Micromechanical measurements on chemomechanical protein aggregates
Materials Research Society 975E (2007) 0975-DD03-10
- M 26/2007
Schweizer, C.; Seifert, T.; Schlesinger, M.; Riedel, H.
Korrelation zwischen zyklischer Rissspitzenöffnung und Lebensdauer
in Tagungsband DVM-Arbeitskreis Bruchvorgänge, (2007) 237-246
- M 80/2006
Seifert, T.
Ein komplexes LCF-Versuchsprogramm zur schnellen und günstigen Werkstoffparameter-Identifizierung
in Tagungsband DGM, Werkstoffprüfung 2006, Borsutzki, M.; Geisler, S. (Hrsg.), Verlag Stahleisen GmbH, Düsseldorf (2006) 409-414
- M 83/2007
Siegele, D.; Hohe, J.; Nagel, G.
On the correlation of crack resistance curves on upper shelf energy for German RPV steels
in Proc. of the ASME PVP 2007/ Creep 8 Conference, San Antonio, USA (2007) CD
- M 84/2007
Siegele D.; Brand M.
Numerical simulation of residual stresses due to cladding process
in Proc. of the ASME PVP 2007/ Creep 8 Conference, San Antonio, USA (2007) CD
- M 63/2006
Sommer, S.; Sun, D.-Z.
Modellierung des Verformungs- und Versagensverhaltens von Punktschweißverbindungen unter Crashbelastung
in Tagungsband 13. Paderborner Symposium Fügetechnik »Mechanisches Fügen und Kleben«, LWF Universität Paderborn (Hrsg.), Dienstleistung Druck GmbH, Paderborn (2006) 49-63
- M 79/2006
Tandler, M.; Seifert, T.; Mohrmann, R.
Bestimmung von Spannungs-Dehnungskurven bei erhöhter Temperatur aus registrierenden Eindruckversuchen
in Tagungsband DGM, Werkstoffprüfung 2006, Borsutzki, M.; Geisler, S. (Hrsg.), Verlag Stahleisen GmbH, Düsseldorf (2006) 127-132
- M 63/2007
Varfolomeyev, I.; Burdack, M.; Luke, M.
Bruchmechanik als Werkzeug zur Festlegung von Inspektionsintervallen an Eisenbahnfahrwerken (Teil 2)
in Tagungsband 39. Tagung des DVM-Arbeitskreises Bruchvorgänge Bruchmechanik und Bauteilsicherheit, DVM-Bericht 239, DVM, Dresden (2007) 33-42
- M 87/2007
Wehrspohn, R.B.; Eckardt, J.; Stache, P.; Busch, M.;
Untersuchungen zur Optimierung der IMC-Technologie
M. Gehde, Chemnitz; P. Bloß, Leipzig; U. Wagenknecht, Dresden (Hrsg.), Institut für Print- und Medientechnik Technische Universität Chemnitz, Chemnitz (2007) 75

M 24/2007

Wiehler, K.; Kailer, A.; Mauk, P.-J.; Eckardt, Ch.; Berroth, K.; Kozlowski, J.; Wagemann, A.; Danzer, R.

Ceramic rolling tools and components for enhanced lifetime and product quality

in Proc. of 3rd International Steel Conference on New Developments in Metallurgical Process Technologies, VDEh, Steel Institute VDEh, ISBN 978-3-514-00742-0, Düsseldorf (2007) 481-488

M 34/2007

Wiese, S.; Roellig, M.; Mueller, M.; Wolter, K.-J.; Bennemann, S.; Petzold, M.

The size effect on the creep properties of SnAgCu-solder alloys

in Proc. of the 57th Electronic Components & Technology Conference (ECTC 2007) IEEE (Ed.), The Printing House, Inc. Reno, Nevada, USA, CD 548-557

Bagdahn, J.; Petzold, M.

Mechanical reliability of wafer-bonded microsystems

1st International IEEE Workshop on Low Temperature Bonding for 3D Integration, Tokio/Japan, 08.-09.11.2007

Colombi Ciacchi, L.

Atomistic simulations at the interface between science and biology

Max-Planck-Institut für Polymerforschung, Mainz, 18.01.2007

Colombi Ciacchi, L.

Molecular mechanisms of formation and chemical activities of native oxide films on metal and semiconductor surfaces

Max-Planck-Institut für Metallforschung, Stuttgart, 12.02.2007

Colombi Ciacchi, L.

Atomistic modelling of biomolecules on material surfaces

Institut für Mikrosystemtechnik, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, 21.02.2007

Colombi Ciacchi, L.

Atomistic modelling of biomolecules on material surfaces

Workshop on Progress in ab Initio Modelling of Biomolecules: towards Computational Spectroscopy Rom, Italien, 04.04.2007

Colombi Ciacchi, L.

Atomistic modelling of biomaterials interfaces

Institut für Chemie, Universität Bochum, Bochum, 09.07.2007

Colombi Ciacchi, L.

Computational materials chemistry at surfaces and interfaces: applications to silicon-on-insulator fabrication technologies

Kyoto Institute of Technology Kyoto, Japan, 17.08.2007

Colombi Ciacchi, L.

Atomistic modelling of biomimetic nanostructure fabrication

Institute of Industrial Science, University of Tokyo, Tokyo, Japan, 25.08.2007

Colombi Ciacchi, L.

Atomistic simulations of adhesion interactions at bio-inorganic interfaces

Physics Department, King's College London, London, United Kingdom, 10.10.2007

Dresbach, C.; Petzold, M.

Mechanical properties and microstructure of wire bonding interconnects

International Electronics Packaging Symposium, Niskayuna, NY, USA, 30.07.-01.08.2007

Elsässer, C.

Ab initio theory of electronic structures and properties of materials with structural defects on the atomic length scale

Internationaler Workshop on New Trends in Electron Microscopy, Tegernsee, 07.-09.03.2007

Elsässer, C.

First-principles theory of interfacial electronic structures, mechanical and ferroelectric stabilities of electroceramic thin-film heterostructures

The Materials Research Society's Spring Meeting 2007, San Francisco, USA, 08.-14.04.2007

Gumbsch, P.; Bitzek, E.

Atomistic study of dislocation nucleation at crack tips

MRS Fall Meeting, Boston, USA, 26.11.-1.12.2006

Gumbsch, P.; Bitzek, E.

Dislocation nucleation from crack tips and the brittle to ductile transition

8. Tagung Gefüge und Bruch, Bochum, 26.02.2007

Gumbsch, P.; Elsässer, C.

Computational and experimental multi-scale studies on strontium-titanate (STO) interfaces

EMRS Spring Meeting 2007, Strasbourg, France, 31.05.2007

Hohe, J.; Hardenacke, V.

Stochastic analysis of disorder effects in the macroscopic material response of two-dimensional solid foams

ASME, Applied Mechanics and Materials Conference, Austin, USA, 03.-07.06.2007

Riedel, H.

Advances in modelling ceramic shaping and sintering techniques

EUROMAT 2007, Nürnberg, 11.09.2007

Petzold, M.

Fluorides – rare insights in a well-known substance

GABA-Symposium »Caries – An Outdated Disease?«, Helsinki, Finland, 06.06.2007

Schäuble, R.

Mikro- und Mesoschäden in CFK – Funktion, Wirkung und Bewertungsverfahren

Congress: COMPOSITES in Automotive & Aerospace, München, Germany 17.-18.10.2007

Wehrspohn, R.B.

1. Vortrag: **Ultra-compact infrared gassensors**

2. Vortrag: **Photonmanagement in solar cells**

MRS Spring Conference San Francisco, USA 07.-16.04.2007

- Albina, J.; Mrovec, M.; Meyer, B.; Elsässer, C.
Ab-initio DFT calculations of electronic structures and extended structural defects in SrTiO₃
 International Conference Integrated electroceramic functional Structure (IEFS),
 Berchtesgaden,
 13.-14.06.2007
- Altmann, F.; Graff, A.; Simon, M.; Grosse, C.
Advanced focused ion beam techniques for process control of sub 100 nm technologies
 MicroNanoReliability 2007, 1st International Conference and Exhibition on Microreliability and Nanoreliability in Key Technology Applications, Berlin,
 02.-05.09.2007
- Bagdahn, J.; Dresbach, C.; Allen, R.; Marshall, J.; Read, D.; Baylies, W.A.; Turner, K.
Measurement of fracture toughness of wafer-bonded silicon using the new SEMI standard for Micro-Chevron-samples
 MicroNanoReliability 2007, 1st International Conference and Exhibition on Microreliability and Nanoreliability in Key Technology Applications, Berlin,
 02.-05.09.2007
- Bandek, N.; Elsässer, C.; Finnis, M.
Dielectric properties of interfaces in strontium titanate
 EMRS-Tagung, Straßburg, Frankreich,
 28.05.-01.06.2007
- Bennemann, S.; Altmann, F.; Graff, A.; Schischka, J.; Petzold, M.; Theuss, H.; Pressel, K.
High resolution investigation of intermetallic formation and nano-reliability of SnAg_{2.5}Cu_{0.7} solder comparing a Wafer Level Package and a Package-board interconnect application
 MicroNanoReliability 2007, 1st International Conference and Exhibition on Microreliability and Nanoreliability in Key Technology Applications, Berlin,
 02.-05.09.2007
- Berthold, L.
FIB-Anwendungen in der Zahnforschung
 Cross Beam Workshop 2007, Halle,
 24.-25.10.2007
- Bierwisch, C.
Static-dynamic transitions: Role of grain shape and coarse graining
 DPG-Frühjahrstagung, Regensburg,
 28.03.2007
- Bierwisch, C.
Predicting density distributions in die filling
 EuroPAM 2007,
 Toulouse, Frankreich,
 15.10.2007
- Blauel, J.G.; Schwarz, S.; El-Batahy, A.M.; Newishy, M.
Repair welding analysis for an AI ship structure
 Workshop Materials Based Manufacturing Technologies, Cairo, Ägypten,
 07.-09.05.2007
- Blauel, J.G.
Mechanical material characterisation for crash simulation
 3rd Egyptian-German Workshop Material Characterisation, Cairo, Ägypten,
 03.-05.12.2007
- Böhme, W.
T-Proben zur crashrelevanten Charakterisierung von Kehl-naht-geschweißten Bauteilen
 DVM Arbeitsgruppe »Werkstoff- und Bauteilbewertung bei dynamischer Beanspruchung«, Paderborn,
 21.09.2007
- Böhme, W.
FAT-Richtlinie Dynamische Werkstoffkennwerte für die Crashesimulation
 CAD-FEM-Tagung, Dresden,
 21.-23.11.2007
- Böhme, W.; Memhard, D.; Christlein, J.; Strating, A.
T-Proben zur crashrelevanten Charakterisierung von Kehl-naht-geschweißten Bauteilen
 Tagung Werkstoffprüfung, Ulm,
 29.-30.11.2007
- Böttge, B.; Graff, A.; Dresbach, C.; Bagdahn, J.
Untersuchung der Grenzflächenreaktionen Glaslot-gebundeter Mikrosysteme
 GMM-Workshop (VDE/VDI-Gesellschaft Mikroelektronik, Mikro- und Feinwerktechnik), Karlsruhe,
 07.-08.05.2007
- Brand, M.; Veneziano, C.; Siegele, D.
Anwendungsorientierte numerische Schweißsimulation für die industrielle Praxis
 Leichtbau-Kolloquium, Landshut,
 22.-23.02.2007
- Brand, M.
Welding simulation of the cladding process
 5th German-Japan Seminar Materials, Processes and Components, Freiburg,
 27.-28.06.2007
- Brand, M.
Investigations on the transformation behaviour on the residual stress field due to the cladding process
 60th Annual Assembly of the International Institute of Welding, Dubrovnik, Kroatien,
 01.-08.07.2007
- Brand, M.; Siegele, D.
Numerical investigations on the residual stress field in a clad-ded plate due to the cladding process
 60th Annual Assembly and International Conference of the International Institute of Welding, Dubrovnik and Cavtat, Kroatien
 01.-08.07.2007
- Varfolomeyev, I.; Siegele, D.
Probabilistic fatigue analysis of a pipe under thermal mixing
 60th Annual Assembly and International Conference of the International Institute of Welding, Dubrovnik and Cavtat, Kroatien
 01.-08.07.2007
- Brand, M.; Luke, M.
Einsatz der numerischen Schweißsimulation zur Minimierung von Eigenspannungen und Verzug
 GST, Große Schweißtechnische Tagung, Basel, Schweiz,
 17.-18.09.2007
- Butz, A.
Modellierung und Simulation der Mikrostruktur von Dualphasenstählen mit Hilfe von Kristall-Plastizitätsmodellen
 Seminar, Universität Karlsruhe,
 12.11.2007
- Butz, A.; Schmitt, W.; Benevolenski, O.; Rist, T.
Modeling of morphology aspects of dual phase steels
 Euromat 2007, Nürnberg,
 10.-13.09.2007
- Butz, A.; Benevolenski, O.; Rist, T.; Schmitt, W.
Microstructure evolution of dual phase steels for the application within process chain simulations
 2th GACM Colloquium on Computational Mechanics, München,
 10.-12.10.2007
- Cismak, A.; Stäudte, A.; Schwan, S.; Schulz, R.; Spohn, U.; Heilmann, A.
Investigations with scanning electron microscopy and focused ion beam on cartilage tissues
 3rd world congress on regenerative medicine, Leipzig,
 18.-20.10.2007
- Cismak, A.; Stäudte, A.; Schwan, S.; Schulz, R.; Spohn, U.; Heilmann, A.
Investigations with scanning electron microscopy (SEM) and focused ion beam (FIB) on cartilage tissues,
 Sächsischer Biotechnologietag, Dresden,
 28.11.2007
- Cismak, A.; Stäudte, A.; Schwan, S.; Schulz, R.; Spohn, U.; Heilmann, A.
Investigations with Scanning electron microscopy (SEM) and focused ion beam (FIB) on cartilage tissues,
 Research Festival, Leipzig,
 14.12.2007
- Dienwiebel, M.
Mechanical mixing of anti-wear films during running-in
 Science-of-Friction Conference, Irago, Japan,
 09.-13.09.2007

- Dienwiebel, M.
New insights into the superlubricity of graphite
Science-of-Friction Conference, Irago, Japan, 09.-13.09.2007
- Domke, M.; Holstein, P.; Schreiber, A.
Durchführung und Auswertung akustischer Messungen mit MAT-LAB
DAGA 2007 (33. Jahrestagung für Akustik), Stuttgart, 19.-22.03.2007
- Dresbach, C.
Mechanical characterization of bonding wires for microelectronic and automotive applications
SizeDepEn-Workshop, Freiburg, 15.-16.03.2007
- Dresbach, C.; Petzold, M.
Mechanical properties and microstructure of wire bonding interconnects
Seminarvortrag im Small Scale Systems Integration and Packaging Center der Universität Binghamton (NY), Binghamton, NY, USA, 03.08.2007
- Dresbach, C.; Schischka, J.; Knoll, H.; Seifert, T.; Müller, T.; Petzold, M.
Local mechanical deformation properties of gold bonding wires and free air balls
MicroNanoReliability 2007, 1st International Conference and Exhibition on Microreliability and Nanoreliability in Key Technology Applications, Berlin, 02.-05.09.2007
- Ebert, M.; Bagdahn, J.
Numerical reliability assessment of brittle MEMS structures based on experiments, size effect theory and probabilistic sampling
MicroNanoReliability 2007, 1st International Conference and Exhibition on Microreliability and Nanoreliability in Key Technology Applications, Berlin, 02.-05.09.2007
- Elsässer, C.
Bridging scales: from atomistic first-principles theory to virtual development of functional materials
ICAMS, Bochum, 15.05.2007
- Elsässer, C.; Albina, J.; Umeno, Y.; Meyer, B.; Mrovec, M.; Gumbsch, P.
Modelling and simulation of nano-sized functional electroceramic components by first-principles electronic-structure theory
DPG-Frühjahrstagung, Regensburg, 25.-30.03.2007
- Elsässer, C.; Albina, J.
First-principles electronic structure study of planar defect in SrTiO₃, dielectric properties of ideal grain boundaries in strontium titanate: a first
EMRS-Tagung, Straßburg, Frankreich, 28.05.-01.06.2007
- Elsässer, C.; Umeno, Y.; Meyer, B.; Gumbsch, P.
Ab-initio of ferroelectricity in ultrathin lead-titanate films between conduction electronics
IEFS, Berchtesgarden, 13.-14.06.2007
- Elsässer, C.
First-principles theory and atomistic modelling of grain and phase boundaries in materials
Universität Erlangen, Erlangen, 26.06.2007
- Elsässer, C.
First-principles theory of extended structural defects in electroceramic oxid materials
CEI-Seminar, Jülich, 21.09.2007
- Gall, M.; Thielicke, B.
Life-span investigations of piezoceramic patch sensors and actuators
SPIE Conf. on Smart Structures and Materials & Nondestructive Evaluation and Health Monitoring 2007, San Diego, USA, 18.-22.03.2007
- Gerbach, R.; Naumann, F.; Ebert, M.; Bagdahn, J.
Dynamic analysis of membranes and thin films on wafer level
International Conference on Microelectronic Test Structures, Tokio, Japan, 19.-22.03.2007
- Gerbach, R.; Naumann, F.; Ebert, M.; Bagdahn, J.
Fehlerlokalisierung und Ermittlung von Geometrie- und Materialparametern mikromechanischer Systeme mittels dynamischer Messverfahren zu frühen Produktionsschritten
Mikrosystemtechnikkongress, Dresden, 15.-17.10.2007
- Gumbsch, P.
Engineering mechanics based on size-dependent materials properties
MULTIMAT, Multi-scale modelling and characterisation for phase transformations in advanced materials, Antwerpen, Belgien, 22.-25.11.2006
- Gumbsch, P.; Riedel, H.; Walde, T.; Moseler, M.
Multiscale materials modelling of processing and component behaviour at the interface between academia and industry
CADFEM meeting, Fellbach, 25.-27.10.2007
- Gumbsch, P.
Multiscale materials modelling at the interface between academia and industry
Materials Science Seminar Michigan, Ann Arbor, USA, 16.02.2007
- Gumbsch, P.
Multiscale materials modelling at the interface between academia and industry
Exxon Mobil Research, Clinton, USA, 20.02.2007
- Gumbsch, P.; Bitzek, E.; Moseler, M.
Multiscale materials modelling at the interface between academia and industry
28. Adelbodener Werkstoffseminar, Adelboden, Schweiz, 3.-10.3.2007
- Gumbsch, P.
Multiscale materials modelling at the interface between academia and industry
Institute of Materials Research Colloquium, Shenyang, China, 17.-21.09.2007
- Graff, A.
Phasenidentifizierung im REM
DGM-DVM AK-Treffen »Mikrostrukturuntersuchungen im REM«, Zürich, Schweiz 14.-15.05.2007
- Graff, A.; Grosse, C.; Simon, M.; Altmann, F.
New toll for in-situ lift out of TEM samples
Microscopy Conference MC 2007, Saarbrücken, 02.-07.09.2007
- Graff, A.; Simon, M.; Altmann, F.
Using enhanced SE signal in the SEM for TEM sample thickness determination
Microscopy Conference MC 2007, Saarbrücken, 02.-07.09.2007
- Gumbsch, P.
Multiscale materials modelling at the interface between academia and industry
28. Adelbodener Werkstoffseminar, Adelboden, Schweiz, 05.-08.03.2007
- Hahn, P.; Al-Shami, Z.; Koplin, C.; Jaeger, R.
Influence of different composite materials on gap formation
Int. Association for Dental Research, Continental European Division 2007, Thessaloniki, Griechenland, 27.09.2007
- Hardenacke, V.; Hohe, J.
Local stochastic analysis of the effective material response of disordered two-dimensional model foams
GAMM Jahrestagung 2007, Zürich, Schweiz, 16.-20.07.2007
- Heilmann, A.; Cismak, A.; Stäudte, A.; Höß, A.
Implant and cell culture characterization by scanning electron microscopy and focused ion beam technology
3rd world congress on regenerative medicine, Leipzig, Germany, 18.-20.10.2007

- Heilmann, A.
Nanostructured biomaterials – characterization and properties
12th Symposium Electron Microscopy in Materials Science, Lutherstadt Wittenberg, Germany, 10.-11.05.2007
- Heinze, P.; Schönfelder, S.
Chip side healing - the stress relief of the die edges
Forum 2007 »be-flexible« Thin Semiconductor Devices, München, 05.12.2007
- Heilmann, A.
Nanoporöse Membranmaterialien
»Nanotechnologie – Viel Lärm um »nichts?«
Vom ILSA anerkannte Weiterbildung für Lehrer/-innen, Lutherstadt Wittenberg, Germany, 16.11.-18.11.2007
- Helm, D.
Identifikation, Modellierung und Simulation thermomechanischer Kopplungsphänomene in metallischen Werkstoffen
Seminar für Mechanik, Universität der Bundeswehr, München, 02.05.2007
- Helm, D.
Thermomechanics of martensitic phase transitions in shape memory alloys: experiments, modeling, and numerical simulation
GAMM 2007, Zürich, Schweiz, 18.07.2007
- Hochrainer, T.; Gumbsch, P.
Dislocation density based modeling of plastic flow and size-effects in single crystals
MRS Fall Meeting, Boston, USA, 27.11.-01.12.2006
- Hochrainer, T.; Weygand, D.; Gumbsch, P.; Zaiser, M.; Csikor, F.
A statistical continuum theory of dislocations
ICIAM 2007, Zürich, Schweiz, 16.-20.07.2007
- Hochrainer, T.; Gumbsch, P.; Sandfeld, S.; Zaiser, M.
A non-linear theory of multiple slip in continuum dislocation dynamics
IWCM17, Paris, Frankreich, 22.-24.08.2007
- HöB, A.; Stäudte, A.; Thormann, A.; Teuscher, N.; Heilmann, A.
Nanoporous aluminum oxide for cell culture applications
3rd world congress on regenerative medicine, Leipzig, 18.-20.10.2007
- HöB, A.; Stäudte, A.; Teuscher, N.; Thormann, A.; Aurich, H.; Heilmann, A.
Nanoporous aluminium oxide for tissue engineering
EuroNanoForum 2007 – Nanotechnology in Industrial Applications European and International Forum on Nanotechnology, Düsseldorf, 19.-21.06.2007
- Hohe, J.; Librescu, L.
Load-frequency interaction effects in structural sandwich panels with transversely compressible core
ASME, Applied Mechanics and Materials Conference, Austin, USA, 03.-07.06.2007
- Hohe, J.; Hardenacke, V.
Numerical analysis of uncertainties in the effective material behaviour of disorderer structural foams
GAMM Jahrestagung 2007, Zürich, Schweiz, 16.-20.07.2007
- Hohe, J.; Gumbsch, P.
Design of tungsten composites for high temperature application with wide-range thermal operation windows
Euromat 2007, Europ. Congr. Advanced Materials and Processes, Nürnberg, 10.-13.09.2007
- Hohe, J.; Siegele, D.; Varfolomeyev, I.; Windisch, M.
Defect tolerance assessment of aerospace structures using fracture and damage mechanics concepts
Euromat 2007, Europ. Congr. Advanced Materials and Processes, Nürnberg, 10.-13.09.2007
- Holstein, P.; Busch, M.; Wehrspohn R. B.
Polymers containing materials from sustainable resources – a complex approach from modeling to pilot plant scaled development
L2L (Stützbare Nachbarschaft – von Lissabon nach Leipzig mit Forschung), Leipzig, 08.-10.05.2007
- Jaeger, D.; Henrich, B.; Moseler, M.; Jaeger, R.
Experiments and simulations on the mechanical behaviour of electro-spun-non-wovens
21st Conference on Biomaterials, Brighton, England, 09.-13.09.2007
- Jaeger, D.; Henrich, B.; Schischka, J.; Bagdahn, J.; Jaeger, R.; Moseler, M.
Modelling the mechanical properties of electro-spun non-wovens for tissue-engineering starting from a single fibre experiment
Modelling of Heterogeneous Materials with Applications in Construction and Biomedical Engineering Conference, Prag, Tschechische Republik, 25.-27.06.2007
- Jaeger, R.; Jaeger, D.
Mechanical properties of electro-spun polymer fibers for medical applications
3. Bernd Spiessl Symposium, Basel, Schweiz, 14.-16.06.2007
- Jaeger, R.; Koplin, C.; Brand, M.; Wirtz, T.; Meiners, W.
Reliability of generatively manufactured implants
21. Conference on Biomaterials, Brighton, England, 09.-13.09.2007
- Jaeger, R.
Aktuelle Themen der bio-medicinischen Forschung am Fraunhofer IWM Freiburg
Brainstorming 2007: Visionen Forschung, ZMK der Universitätsklinik Freiburg, Freiburg, 19.-20.10.2007
- Janisch, R.; Elsässer, C.
Carbide precipitation at a grain boundary in molybdenum an ab-initio DFT-study
DPG-Frühjahrstagung, Regensburg, 25.-30.03.2007
- Klengel, R.; Petzold, M.
Untersuchung der Verbindungsbildung von Au-Wedgekontakte auf Flash-Au-Metallisierung
DVS-Verband, Arbeitskreis 2.4 Drahtbonden, Berlin, 13.06.2007
- Knoll, H.; Berthold, L.; Schischka, J.; Rudolf, F.; Müller, T.; Petzold, M.
Quality and reliability investigations of Au bonding wires coated with Al nanofilms
MicroNanoreliability 2007, 1st International Conference and Exhibition on Microreliability and Nanoreliability in Key Technology Applications, Berlin, 02.-05.09.2007
- Kohn, C.; Kübler, R.
Analyses of warpage effects induced by passivation and electrode coatings in silicon solar cells
22nd European Photovoltaic Conference, Mailand, Italien, 03.-07.09.2007
- Koplin, C.; Ebel, D.; Jaeger, R.
Development of mechanical properties and residual stresses during the curing of bone cements
21. Conference on Biomaterials, Brighton, England, 09.-13.09.2007
- Krause, M.
Gefügeentwicklung und lokale mechanische Eigenschaften von Lotkontaktierungen mikroelektronischer Bauelemente
DGM-DVM AK-Treffen »Mechanische Charakterisierung in kleinen Dimensionen«, Halle, 25.-26.10.2007
- Krause, M.; Graff, A.; Altmann, F.
Determination of residual stress in silicon using electron backscatter diffraction
MicroNanoreliability 2007, 1st International Conference and Exhibition on Microreliability and Nanoreliability in Key Technology Applications, Berlin, 02.-05.09.2007
- Krombholz, A.
Einsatz von Ultraschall zur Material- und Bauteilcharakterisierung
Innovationsforum bei SONOTEC Ultraschallsensorik Halle GmbH »Neue Möglichkeiten beim Messen und Prüfen mit Ultraschall«, Halle, 06.-07.12.2007

- Kusnezoff, M.; Trofimenko, N.; Mosch, S.; Beckert, W.; Graff, A.; Altmann, F.
Stability of the uLSM/8YSZ-Interface in the composite cathode at high current densities
MicroNanoreliability 2007, MicroNanoreliability 2007, 1st International Conference and Exhibition on Microreliability and Nanoreliability in Key Technology Applications, Berlin, 02.-05.09.2007
- Löschner, K.; Kiesow, A.; Heilmann, A.
Generation of periodic structures in polymer-metal nanocomposites by irradiation with femtosecond laser pulses
EuroNanoForum 2007 - Nanotechnology in Industrial Applications, Düsseldorf, 19.-21. Juni 2007
- Moseler, M.
Density functional modeling of free and supported cluster: On the road to an understanding of nanoscale catalysis
Seminar Quantum Dynamics, Dresden, 31.01.2007
- Mrovec, M.; Elsässer, C.; Gumbsch, P.
Carbide precipitation at a grain boundary in molybdenum an ab-initio DFT-study
DPG-Frühjahrstagung, Regensburg, 25.-30.03.2007
- Mrovec, M.; Elsässer, C.; Gumbsch, P.
Bond-order potential for atomistic modelling of extended defects in tungsten
DPG-Frühjahrstagung, Regensburg, 25.-30.03.2007
- Mrovec, M.; Meyer, B.; Gumbsch, P.
First principles electronic structure study of planar defect in SrTiO₃
EMRS-Tagung, Straßburg, Frankreich, 28.05.-01.06.2007
- Mrovec, M.
Atomistic simulations of tungsten
University of Leoben, Leoben, Austria, 22.10.2007
- Mrovec, M.; Cheng, Y.; Elsässer, C.; Gumbsch, P.
Atomistic simulations of dislocation – grain boundary interactions in tungsten
5th International conference on Materials Structure & Micromechanics of Fracture, Brno, Tschechische Republik, 27.-29.06.2007
- Mrovec, M.; Nguyen-Manh, D.; Els, C.; Gumbsch, P.; Petifor, D.
Bond-order potential for iwm
MRS Fall Meeting, Boston, USA, 26.-30.11.2007
- Neubrand, A.; Ziegler, T.
Struktur-Eigenschaftsbeziehungen in Preform-MMC
Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde 2007, Bremen, 08.03.2007
- Pastewka, L.
An empirical bond-order potential for simulating amorphous (hydro) carbon film formation
DPG-Frühjahrstagung, Regensburg, 25.03.2007
- Petzold, M.
Hochauflösende Fehleranalyse an FlipChip-Kontaktierungen
Deutsches imaps-Seminar 2007: FlipChip – die Alternative zum Drahtbonds?, Ilmenau, 08.02.2007
- Petzold, M.; Altmann, F.; Dresbach, C.; Schischka, J.
Inhalt, Ziele und erste Ergebnisse im Projekt PIDEA »FullControl«
ITG-Workshop Fehlermechanismen bei kleinen Geometrien, Grainau, 15.-16.05.2007
- Petzold, M.; Klengel, R.; Knoll, H.; Schischka, J.; Altmann, F.; Müller, T.; Chung, E.K.
Nanoreliability of current Au-Al wire bonding interconnects
MicroNanoReliability 2007, MicroNanoreliability 2007, 1st International Conference and Exhibition on Microreliability and Nanoreliability in Key Technology Applications, Berlin, 02.-05.09.2007
- Pfeiffer, W.
Shot peening of hard chromium coatings: Damage or benefit?
SGO-SST Fachtagung »Hartstoffschichten, galvanische Beschichtungen und Oberflächenbehandlungen für tribologische Anwendungen«, Solothurn, Schweiz, 15.-16.03.2007
- Pfeiffer, W.
Eine neue Bohr- und Auswertrategie zur Bestimmung von Messunsicherheiten bei der Eigenspannungsermittlung nach dem inkrementellen Bohrlochverfahren
Pml-2007, DPG-Symposium Physics meets Industry, Regensburg, 28.03.2007
- Pfeiffer, W.
Erste Erfolge beim Kugelstrahlen von Hartchromschichten
43. Sitzung des DGM-FA Mechanische Oberflächenbehandlungen, Bochum, 18.04.2007
- Pfeiffer, W.
The multiple-incremental hole drilling strategy for determination of uncertainties of residual stress measurements
5. German-Japan Seminar Materials, Processes and Components, Freiburg, 27.-28.06.2007
- Pfeiffer, W.; Schwarz, S.; Metzner, M.; Holeczek, H.
Strategies for application-optimized hard chromium coatings L[”]L, Sustainable Neighbourhood – from Lisbon to Leipzig through Research, Leipzig, 08.-10.05.2007
- Prakash, A.; Riedel, H.; Weygand, S.
A crystal plasticity finite element model to predict morphological and crystallographic texture evolution during rolling of Mg
Matmodels 2007, Hamburg, 11.-12.06.2007
- Prakash, A.; Riedel, H.; Weygand, S.
Modeling the evolution of texture and grain shape in magnesium AZ31 under plane strain compression
IWCMM17, Paris, Frankreich, 22.-24.08.2007
- Prüfer, D.; Kiesow, A.; Schwan, S.; Gumbsch, P.
Nanoporous aluminum oxide membranes for filtration and biofunctionalization
3rd International Symposium on Complex Materials (VW-Stiftung), Kerkrade, Niederlande, 18.-21.3.2006
- Riedel, H.
Multiscale simulations of powder compaction and sintering
Seminar Technische Akademie der Wissenschaften, Brno, Tschechische Republik, 20.03.2007
- Riedel, H.
Virtual materials in the real world
Seminar Palacki Universität, Fakultät für Naturwissenschaften, Olomouc, Tschechische Republik, 22.03.2007
- Riedel, H.
Application of the discrete element method to sintering and the preceding processing steps
Focused Workshop on Contemporary Topics in Sintering, Coorg District, India, 02.-06.12.2007
- Riedel, H.
Simulation in process and product development
Seminar, Tschechische Akademie der Wissenschaften, Brno, Tschechische Republik, 20.03.2007
- Riedel, H.
Virtual materials in the real world
Seminar, Palacki Universität, Fakultät für Naturwissenschaften, Olomouc, Tschechische Republik, 22.03.2007
- Rinker, M.
Schädigungs- und Versagensverhalten von hoch belasteten CFK-Schaum-Sandwichstrukturen
16. Symposium Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde, Bremen, 14.-16.03.2007
- Rist, T.
Micromechanical modeling of high-strength steels using self-consistent models
EUROMAT 2007, Nürnberg, 13.09.2007

- Schäfer, R.
Ermüdungsfestigkeit und Versagen unter Ermüdung
Brainstorming 2007: Visionen Forschung, ZMK der Universitätsklinik Freiburg, Freiburg, 19.-20.10.2007
- Scherge, M.
Tribometrie
Seminarvortrag, TAE Esslingen Ostfildern-Nellingen, 14.-15.06.2007
- Schicke, K.-D.; Dubiel, M.; Fütting, M.; Hofmeister, H.
Chemical and structural analysis of Ag nanoparticle formation by ion exchange in glass
Autumn School on Materials Science and Electron Microscopy 2007 »Microscopy – advanced tools for tomorrow's materials«, Berlin, 08.-11.10.2007
- Schindler, S.; Dresbach, C.; Wolter, K.-J.; Petzold, M.
The influence of bond process parameters on the microstructure of bonding wires
MicroNanoReliability 2007, Micro-Nanoreliability 2007, 1st International Conference and Exhibition on Microreliability and Nanoreliability in Key Technology Applications, Berlin, 02.-05.09.2007
- Schischka, J.; Knoll, H.; Vogel, M.; Dresbach, C.; Petzold, M.
Grain structure investigation by EBSD down to the nanoscale
MicroNanoreliability 2007, MicroNanoreliability 2007, 1st International Conference and Exhibition on Microreliability and Nanoreliability in Key Technology Applications, Berlin, 02.-05.09.2007
- Schreiner, H.-J.; Baumann, H.; Bindig, R.; Gall, M.; Schmitz, H.; Thielicke, B.
Entwicklung einer implantierbaren peristaltischen Mikropumpe, Herausforderungen in der Medizintechnik
3. WING-Konferenz, Berlin, 22.-24.10.2007
- Schwan, S.; Junghans, F.; Schulz, R.; Spohn, U.; Heilmann, A.
Mechanical testing of a protein based scaffold made by three-phase production process
3rd world congress on regenerative medicine, Leipzig, 18.-20.10.2007
- Schwan, S.; Hughes, A. J.; Städte, A.; Junghans, F.; Schulz, S.; Spohn, U.; Heilmann, A.
A three step production process for a protein based scaffold and possibilities of its mechanical testing
Sächsischer Biotechnologietag Dresden, 28.11.2007
- Schwan, S.; Hughes, A. J.; Städte, A.; Junghans, F.; Schulz, S.; Spohn, U.; Heilmann, A.
A three step production process for a protein based scaffold and possibilities of its mechanical testing,
Research Festival, Leipzig, 14.12.2007
- Siegele, D.
Probabilistic failure assessment of a welded pipe
60th Annual Assembly of the International Institute of Welding, Dubrovnik, Kroatien, 01.-08.07.2007
- Siegele, D.
Effect of cladding on the fracture behaviour of clad plates
60th Annual Assembly of the International Institute of Welding, Dubrovnik, Kroatien, 01.-08.07.2007
- Siegele, D.; Hohe, J.; Nagel, G.
On the correlation of crack resistance curves on upper shelf energy for German RPV steels
ASME PVP 2007 / Creep 8 Conference, San Antonio, USA, 22.-26.07.2007
- Siegele, D.; Brand, M.
Numerical simulation of residual stresses due to cladding process
ASME PVP 2007 / Creep 8 Conference, San Antonio, USA, 22.-26.07.2007
- Sommer, J.-P.; Michel, B.; Petzold, M.; Schönecker, A.; Kusnezoff, M.; Wunderle, B.;
Nano-reliability within the framework of Fraunhofer market-oriented nano-scale activities
MicroNanoreliability 2007, MicroNanoreliability 2007, 1st International Conference and Exhibition on Microreliability and Nanoreliability in Key Technology Applications, Berlin, 02.-05.09.2007
- Sommer, S.; Memhard, D.; Andrieux, F.; Sun, D.-Z.
Modellierung von Fügeverbindungen für die Crashesimulation
GST, Große Schweißtechnische Tagung, Basel, Schweiz, 17.-18.09.2007
- Sommer, S.; Memhard, D.; Andrieux, F.
New methods for modeling spot welds and adhesive joints
Workshop on Characterization and Modelling of Materials and Structures for Crashworthiness Assessment, Beijing, China, 18.09.2007
- Städte A.; Cismak, A.; Schwan S.; Schulz R.; Spohn U.; Heilmann A.
Morphological investigations of native and Artificial Cartilage Tissues with Scanning Electron Microscopy (SEM) and Focused Ion Beam (FIB) Techniques,
International Symposium: Bio meets Nano and IT, Halle, 04.12.2007
- Sun, D.-Z.; Sommer, S.
Modellierung des Verformungs- und Versagensverhaltens von Punktschweißverbindungen unter Crashbelastung
7. Stahl-Symposium Werkstoffe, Anwendung, Forschung, Düsseldorf, 25.04.2007
- Sun, D.-Z.; Andrieux, F.; Memhard, D.; Ockewitz, A.
Characterization and modelling of metallic materials under crash loading
Workshop on Characterization and Modelling of Materials and Structures for Crashworthiness Assessment, Beijing, China, 18.09.2007
- Thielicke, B.; Neubrand, A.
Charakteristische Eigenschaften von Verbundkeramiken
DGM Fortbildungsseminar Keramische Verbundwerkstoffe, Bayreuth, 09.-10.10.2007
- Thormann, A.; Teuscher, N.; Pfannmöller, M.; Rothe, U.; Heilmann, A.
Nanoporous aluminum oxide membranes for filtration and biofunctionalization
3rd International Symposium on Complex Materials (VW-Stiftung), Kerkrade, Niederlande, 18.-21.3.2006
- Varfolomeyev, I.; Beukelmann, D.
Bewertungsprozeduren und analytische Ansätze für die Anwendung in Leck-vor-Bruch Nachweisen
33. MPA-Seminar Werkstoff- und Bauteilverhalten in der Energie- und Anlagentechnik, Stuttgart, 11.-12.10.2007
- Varfolomeyev, I.
Probabilistic fatigue analysis of a pipe under thermal mixing
5th German-Japan Seminar Materials, Processes and Components, Freiburg, 27.-28.06.2007
- Wehrspohn, R.B.
Photovoltaik- und Chemieindustrie in Mitteldeutschland – Freund oder Feind?
Innovationsforum Wolfen Wolfen, 16.11.2007
- Wehrspohn, R.B.
Polymernanoröhren: Herstellung, mechanische Eigenschaften und Anwendungen
Karlsruher Werkstoffkolloquium Karlsruhe, 27.11.2007
- Wehrspohn, R.B.
Argumente für den Standort Weinberg Campus, Halle – Unternehmensnahe Forschungsinfrastruktur sichert Innovationen
Biotechnika 2007 Hannover, 10.10.2007
- Wehrspohn, R.B.
Polymernanoröhren – Herstellung, mechanische Eigenschaften und Anwendungen
Fraunhofer-Institut Angewandte Polymerforschung IAP, Institutskolloquium, Potsdam, 20.03.2007

Wehrspohn, R.B.;
González-Díaz, J.B.;
García-Martín, A.; Armelles, G.;
Navas, D.; Vázquez, M.; Nielsh, K.;
Gösele, U.

**Enhanced magneto-optics and
size effects in ferromagnetic
nanowire arrays**

4th NanoSpain Workshop,
Sevilla, Spain,
12.-15.03.2007

Wiemer, M.; Frömel, J.; Bagdahn, J.;
Knechtel, R.

**Waferbond technologies and
quality assessment**

MicroNanoreliability 2007, MicroNa-
noreliability 2007, 1st International
Conference and Exhibition on
Microreliability and Nanoreliability in
Key Technology Applications, Berlin,
02.-05.09.2007

Wonisch, A.

**Anisotropic sintering behaviour
investigated by discrete element
modelling**

ECerS Conference, Berlin,
20.06.2007

Wonisch, A.

**Multiscale simulation of powder
sintering by discrete element
modelling**

DPG-Frühjahrstagung, Regensburg,
30.03.2007

Wonisch, A.

**Anisotropic sintering behaviour
investigated by discrete element
modelling**

ECerS Conference, Berlin,
20.06.2007

Wonisch, A.

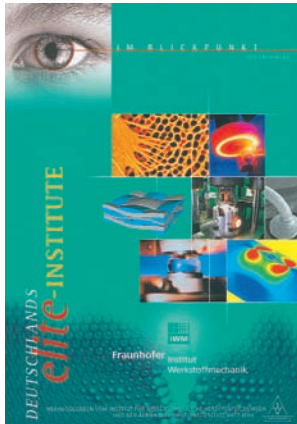
**Multiscale simulations of powder
compaction and sintering**

PM-DK Seminar, FJ Sintermetal,
Odense, Dänemark,
15.03.2007

Ziegler, T.; Neubrand, A.

**Micromechanical modelling of
idealized and real micro-
structures of freeze cast metal
matrix composites with lamellar
microstructure**

Euromat 2007, Nürnberg,
11.09.2007



Deutschlands Elite-Institute: Das Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM

Im Rahmen der Serie »Im Blickpunkt: Deutschlands Elite-Institute« haben wir mit der Alpha-Informationsgesellschaft ein Magazin über das Fraunhofer IWM produziert. An vielen Beispielen werden die Arbeiten des Fraunhofer-Instituts für Werkstoffmechanik IWM in Freiburg und Halle illustriert. Neben Forschungsschwerpunkten und Werkstofflösungen

zeigt das Kapitel »Highlights« besondere Ereignisse und Aktivitäten aus dem Institut. Mit dem Kapitel »Ausbildung und Karriere« möchten wir dokumentieren, wie wichtig uns dieses Thema ist, das im FuE-Wettbewerb eine entscheidende Rolle spielt.



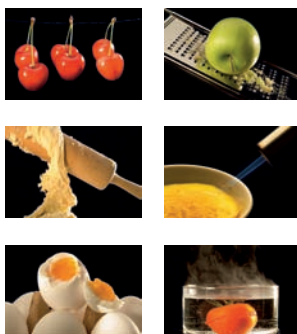
Fraunhofer IWM Report

Mit dem Fraunhofer IWM Report informiert das Institut halbjährlich in Deutsch und Englisch über neue und aktuelle Kompetenzen, Projekte und Veranstaltungen.

In diesem Zusammenhang begleitet es auch den Leibniz-Preisträger 2007, Professor Peter Gumbsch, in seine neue »thematische Freiheit«.

Der Report 01/2007 bietet Einblicke in der Weiterentwicklung unserer Kompetenzen in der Werkstoffmechanik, sei es im Aufbau der Photovoltaik-Forschung oder im Rahmen neuer Koope-

Der Report 02/2007 berichtet über neue Arbeitsbereiche des Instituts wie die Mikro- und Nanotribologie und Physikalische Werkstoffmodellierung, deren Entwicklung und Nutzen für die Industrie.



Werkstoffmechanik im Alltag

Werkstoffmechanik ist allgegenwärtig. Ob beim Trennen von Frühstückseiern, beim Blanchieren von Tomaten, beim Ausrollen eines Pizzateigs oder beim Knacken von Nüssen: Wo Alltag draufsteht, ist Werkstoffmechanik drin. Viele der Fragestellungen, die uns im Fraunhofer-Institut für Werkstoffme-

chanik IWM in Forschungs- und Entwicklungsprojekten beschäftigen, spielen auch im täglichen Leben eine Rolle. Um zu illustrieren, wie allgegenwärtig Werkstoffmechanik à la Fraunhofer IWM ist, haben wir die Kartenserie »Werkstoffmechanik im Alltag« konzipiert.

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

Anfahrt

Fraunhofer IWM Freiburg

Auto

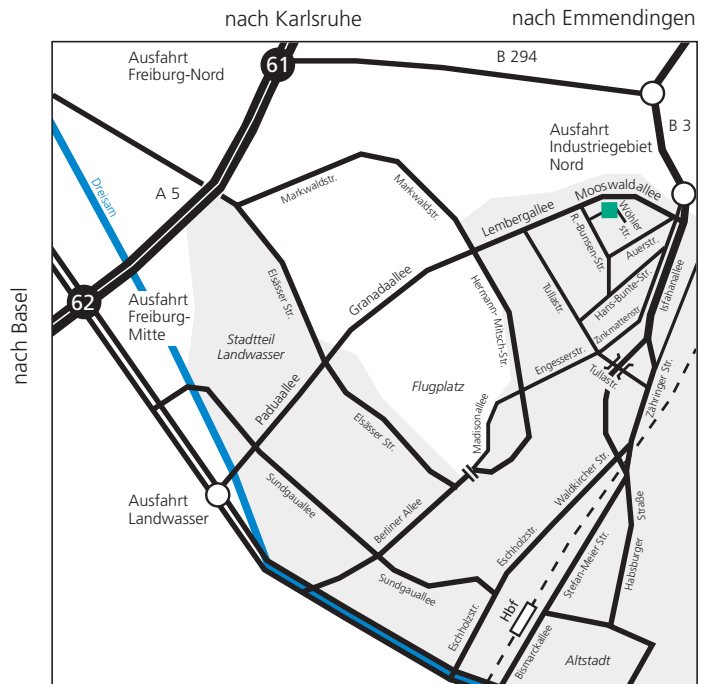
- Autobahnausfahrt Freiburg Mitte, B31 Richtung Freiburg, Donaueschingen, Abfahrt Richtung Offenburg, nach 3 km rechts Richtung »TüV, Großmarkt«, erste Möglichkeit links, Wöhlerstraße
- Autobahnausfahrt Freiburg Nord, B294 Richtung Freiburg, Abzweigung B3 Richtung Freiburg, nach 1 km rechts Richtung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

Bahn

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

Flugzeug

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



Freiburg

■ Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM Freiburg, Wöhlerstraße 11
Telefon 07 61 / 51 42-0

Fraunhofer IWM Halle

Auto

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

- von Süden / Westen: von der A9 am Kreuz Rippachtal über die A38 bis Dreieck Halle-Süd auf die A143 bis zur Ausfahrt Halle-Neustadt / Halle-Zentrum fahren. 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.

Hauptgebäude (Walter-Hülse-Straße 1):

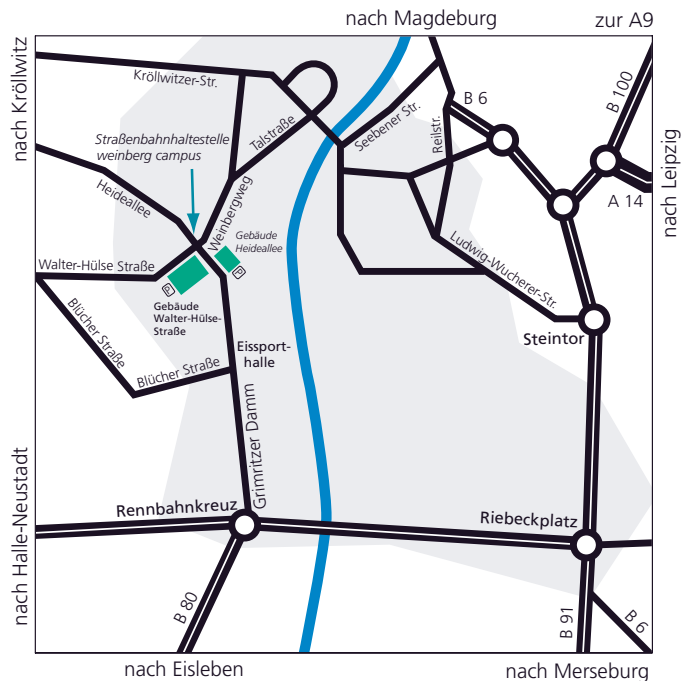
An der Eissporthalle links abbiegen und Richtung Finanzamt / TGZ III fahren. Dieser Straße bis zum Ende folgen. Am Ende der Straße nach rechts abbiegen und dem Straßenverlauf ca. 350 m folgen. Jetzt erscheint auf der rechten Seite das Fraunhofer-Institut (Walter-Hülse-Straße 1)

Bahn

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

Flugzeug

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



Halle

■ Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM Halle, Walter-Hülse-Straße 1
Telefon 03 45 / 55 89-0

Impressum

Redaktion

Thomas Götz

Franziska Schlesinger

Gestaltung und Produktion

Thomas Götz

Erika Hellstab

Bildquellen

Seite 13: Hans-Joachim Kumnow, Bonnewitz

Seite 14: Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG

Seite 18: Foto Faust, Halle

Seite 53: BMW AG

Seite 2, 33, 41, 45, 51, 59, 65, 71, 73:

Margrit Müller, Freiburg

Seite 79: Egbert Schmidt, Halle

Alle übrigen Abbildungen:

© Fraunhofer IWM

Druck

Herter Druck GmbH

79341 Kenzingen

Anschrift der Redaktion

Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM

Öffentlichkeitsarbeit

Wöhlerstraße 11

79108 Freiburg

Telefon +49 (0) 7 61 / 51 42-1 53

Telefax +49 (0) 7 61 / 51 42-1 10

info@iwm.fraunhofer.de

www.iwm.fraunhofer.de

Alle Rechte vorbehalten.

Bei Abdruck ist die Einwilligung der

Redaktion erforderlich.

