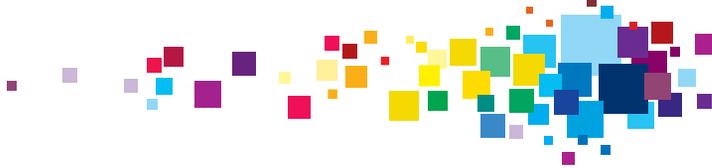




**JAHRESBERICHT
2008 / 2009**

60 Jahre im Auftrag der Zukunft.



Die Fraunhofer-Gesellschaft

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

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit mehr als 80 Forschungseinrichtungen, davon 57 Institute. 15 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 1,4 Milliarden Euro. Davon fallen 1,2 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Zwei Drittel dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. 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.

Mit ihrer klaren Ausrichtung auf die angewandte Forschung und ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien spielt die Fraunhofer-Gesellschaft eine zentrale Rolle im Innovationsprozess Deutschlands und Europas. Die Wirkung der angewandten Forschung geht über den direkten Nutzen für die Kunden hinaus: Mit ihrer Forschungs- und Entwicklungsarbeit tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Sie fördern Innovationen, stärken die technologische Leistungsfähigkeit, verbessern die Akzeptanz moderner Technik und sorgen für Aus- und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

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

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

JAHRESBERICHT 2008/2009

VORWORT

**Krise ist ein produktiver Zustand.
Man muss ihr nur den Beigeschmack der
Katastrophe nehmen.**

Max Frisch

Sehr geehrte Damen und Herren,

die jüngeren wirtschaftlichen Entwicklungen haben auch im Automobil- und Maschinenbausektor ihre Spuren hinterlassen. Wir schauen mit Spannung, aber auch mit Selbstvertrauen und Zuversicht den kommenden Monaten entgegen. Unser Institut, dessen wissenschaftliche Exzellenz national und inzwischen auch international wahrgenommen wird, hat in den fast 18 Jahren seines Bestehens maßgebliche Innovationen auf dem Gebiet der Produktionswissenschaften auf den Weg gebracht und sich zu einem kompetenten und verlässlichen Forschungspartner insbesondere der Automobil- und Maschinenbauindustrie entwickelt. Wir sehen auch zukünftig unsere Aufgabe darin, Prozess- und Produktinnovationen mit unseren Projektpartnern voranzutreiben, die es ermöglichen, ihre Position im globalen Wettbewerb zu festigen und auszubauen.

In Anlehnung an Max Frisch verstehen wir in Zusammenarbeit und Vernetzung mit unseren Partnern die derzeitige Entwicklung als Chance, aus der die deutsche Produktionstechnik gestärkt hervorgehen wird. Entscheidende Bedeutung haben dabei die Entwicklungen zu Effizienztechnologien, insbesondere für die Aspekte Zeit, Energie und Material.

Das Thema Ressourceneffizienz ist der zentrale Forschungsschwerpunkt des Fraunhofer IWU. Ausgehend von ersten Studien und Analysen wurden die Arbeiten zu diesem Thema kontinuierlich ausgebaut und konkrete Projekte gestartet. Zielstellung aller Aktivitäten ist es, im Rahmen unserer Forschungsfabrik Ressourceneffiziente Produktion die Vision einer energieautarken und emissionsfreien Produktion der Realisierung ein Stück näher zu bringen.



Ein herausragendes Ereignis in diesem Zusammenhang war der im Juni letzten Jahres geschlossene Kooperationsvertrag zwischen der Volkswagen AG und der Fraunhofer-Gesellschaft zur Gründung des Exzellenzzentrums Automobilproduktion am Fraunhofer IWU Chemnitz. Diese langfristig angelegte strategische Zusammenarbeit für eine nachhaltige Produktion bietet die Möglichkeit, ressourcensparende Fertigungstechnologien für das Automobil zu entwickeln und entscheidende Technologien und Anlagentechnik realitätsnah bis zur Serienreife zu entwickeln und zu testen. Die Bedeutung des Themas Ressourceneffizienz zeigt sich auch in den zwölf Zukunftsthemen der Fraunhofer-Gesellschaft. Im Thema Green Powertrain Technologies werden unter Führung unseres Instituts neue Konzepte, Werkstoffe und technologische Lösungen für den Antriebsstrang von Kraftfahrzeugen untersucht. Im Rahmen des Wettbewerbs der Sächsischen Landesexzellenzinitiative hatten wir mit dem Spitzentechnologiecluster »Energieeffiziente Produkt- und Prozessinnovationen in der Produktionstechnik« Erfolg. Gemeinsam mit Wissenschaftlern der Technischen Universität Chemnitz werden in den nächsten fünf Jahren innovative Konzepte zur Verlustminimierung und Energierückführung in Produktionsprozessen sowie die Energieeinsparpotentiale im gesamten Produktlebenszyklus untersucht.

Aufgrund der erfolgreichen Entwicklung verzeichnete das Fraunhofer IWU auch im vergangenen Jahr einen weiteren Zuwachs an Ertrag und Personalkapazität. Folgerichtig setzen wir den strategischen Ausbau des Instituts kontinuierlich fort. In diesem Jahr konnten wir den ersten Bauabschnitt unseres Technikums zur Darstellung von Prozessketten und Fertigungseinrichtungen in der Virtuellen Realität fertigstellen. Parallel dazu beginnt der Ausbau unseres Standortes in Dresden, um auf den Arbeitsgebieten Adaptronische Werkstoffe und Aktive Systeme und Komponenten für den Fahrzeug- und Maschinenbau sowie der Medizintechnik der positiven Entwicklung der vergangenen Jahre Rechnung zu tragen und den Herausforderungen der Zukunft gewachsen zu sein.

Neu hinzugekommen ist ebenfalls unsere Projektgruppe Ressourceneffiziente Mechatronische Verarbeitungsmaschinen RMV in Augsburg. Die Wissenschaftler nutzen unter anderem Verfahren der weißen Biotechnologie und entwickeln neuartige mechatronische Maschinen, Komponenten und Bauteile für Papier-, Textil-, Lebensmittel-, Druck- oder Verpackungsmaschinen. Die Projektgruppe steht unter Leitung meines Kollegen Prof. Reinhardt von der Technischen Universität München.

Grundlage unseres Erfolges ist die vertrauensvolle Zusammenarbeit mit unseren Partnern aus Industrie und Wissenschaft sowie den Zuwendungsgebern aus Bund und Ländern und den Projektträgern. Ohne sie und ihr Vertrauen in die wissenschaftliche Exzellenz und das Engagement unserer Mitarbeiter wäre dieser Erfolg nicht möglich. Ihnen allen gilt an dieser Stelle mein besonderer Dank.

Auf den folgenden Seiten finden Sie eine Auswahl der Forschungs- und Projektergebnisse unseres Instituts. Ich wünsche Ihnen eine spannende Lektüre und danke Ihnen für Ihr Interesse an unserem Institut.

Chemnitz/Dresden im Mai 2009

Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E.h. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c.
Reimund Neugebauer

INHALT

VORWORT	2
DAS INSTITUT IM PROFIL	6
GEMEINSAM ERFOLGREICH Ressourceneffiziente Produktion Going Global: Das Fraunhofer IWU international	16
KERNKOMPETENZ TECHNOLOGIEN FÜR FAHRZEUGKOMPONENTEN Temperierte Umformung höchstfester Stähle Hybride Nanomaterialien schützen vor Korrosion Dickblechclinchen – Potenzial einer ökonomischen Clinchtechnologie Akustisches Verhalten im Powertrain – Möglichkeiten der Vorhersage	26
KERNKOMPETENZ PRODUKTIONSSYSTEME Zustandsüberwachung an Werkzeugmaschinen Aktiv gedämpfte Motorspindel Fließfertigung für zivile Großflugzeuge Leistungskennzahlen flexibler Montageanlagen	32

KERNKOMPETENZ MECHATRONIK UND LEICHTBAU	38	
Positionsabhängige Kompensation thermischer Verlagerungen Maschinenbaugruppen in Metallschaumbauweise Umgeformte und lasergeschweißte Magnesium-Tailored-Blanks Prothesen – Von der Biomechanik zum adaptiven Implantat		
KERNKOMPETENZ PRÄZISION IN MIKRO UND MAKRO	44	
Simulation und Bearbeitung hartstoffhaltiger Schichten Größeneffekte bei der spanenden Mikrobearbeitung Fräsbearbeitungsstrategien für Mikrostrukturwerkzeuge aus Stahl Lasermikrobearbeitung von Keramik		
EREIGNISSE 2008	50	
VERÖFFENTLICHUNGEN 2008	56	
IMPRESSUM	64	



DAS INSTITUT IM PROFIL

Das Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU ist eins von insgesamt 57 Instituten der Fraunhofer-Gesellschaft, Deutschlands größter Organisation für angewandte Forschung.

Anwendungsorientierte Auftragsforschung für den Automobil- und Maschinenbau

»Innovation durch Forschung« lautet das Credo des Fraunhofer-Instituts für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU. Im Fokus stehen dabei die anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Produktionstechnik für den Automobil- und Maschinenbausektor.

Schwerpunkte unserer Forschung sind die Entwicklung intelligenter Produktionsanlagen zur Herstellung von Karosserie- und Powertrain-Komponenten sowie die Optimierung der damit verbundenen umformenden und spanenden Fertigungsprozesse.

Wir schaffen innovative Lösungen zu durchgängigen Prozessketten – von Komponenten über Baugruppen bis hin zu komplexen Maschinensystemen und völlig neuen Kinematiken. Leichtbaustrukturen und der Einsatz neuer Werkstoffe spielen dabei eine wesentliche Rolle. Mechatronik und Adaptronik sind Kernarbeitsgebiete zur Integration der Informations- und Kommunikationstechnologien in die Produktionstechnik. Auf dem Gebiet der Mechatronik im Maschinen- und Automobilbau sowie der Umformtechnik nehmen wir eine führende Stellung ein. Das Arbeitsgebiet Präzisions- und Mikrotechnik ergänzt und erweitert den Anwendungsbereich unserer Kompetenzen.

Ressourceneffiziente Produktion als Thema der Zukunft

In den vergangenen Jahren ist die weltweite Rohstoffnachfrage stark gestiegen, Rohstoffe werden zunehmend knapper und teurer. Vor diesem Hintergrund ist ein möglichst effizienter Einsatz von Rohstoffen und Energie im produzierenden Gewerbe essentiell. Die Optimierung der produktionstechnischen Prozessketten unter dem Gesichtspunkt der Ressourceneffizienz steht daher im Mittelpunkt unserer Forschung.

Wissenschaftliche Exzellenz sichert Forschungserfolg

Mit mehr als 330 hochqualifizierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sowie Laboratorien für Werkzeugmaschinen, Umformtechnik, Mechatronik, Präzisionstechnik und Virtuelle Realität in Chemnitz, Dresden und Augsburg zählen wir deutschlandweit zu den bedeutendsten Auftragsforschungs- und Entwicklungseinrichtungen unserer Fachgebiete.

Unsere Kunden stammen hauptsächlich aus dem Automobilbau, dessen Zulieferindustrie, dem Maschinenbau, der Elektrotechnik, der Feinwerk- und Mikrotechnik sowie der Medizintechnik. Die mit der wissenschaftlichen Exzellenz der Mitarbeiter und dem hochmodernen technischen Equipment gegebenen Voraussetzungen ermöglichen umfassende und komplexe Untersuchungen und Entwicklungen von Maschinen, Baugruppen, Technologien und Verfahren. Unter einem Dach sind Forschung, Beratung und Ausbildung vereint.

Universitäre Vernetzung

Das Fraunhofer IWU kooperiert eng mit der Technischen Universität Chemnitz. Professor Reimund Neugebauer ist in Personalunion Leiter des Fraunhofer IWU und geschäftsführender Direktor des Instituts für Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse IWP der Technischen Universität Chemnitz.



Kooperationen

Wir kooperieren in den verschiedensten Formen mit Partnern aus Industrie und Forschung:

- Auftragsforschung mit oder ohne Zufinanzierung durch öffentliche Geldgeber,
- gemeinsame Beteiligung mit Unternehmen und Hochschulen an öffentlich geförderten Verbundprojekten, vor allem im Bereich der Grundlagen- und Vorlaufforschung,
- Bereitstellung neuester Maschinen- und Anlagentechnik durch Unternehmen für Versuchs- und Forschungszwecke im Institut,
- Mitnutzung der modernen technischen Ausstattung des Instituts durch Fremdfirmen, um sich mit neuen Technologien vertraut zu machen

Bei fachübergreifenden Aufgabenstellungen arbeiten wir eng mit anderen Forschungseinrichtungen (hauptsächlich mit Instituten der Fraunhofer-Gesellschaft) und spezialisierten Unternehmen zusammen und sind so in der Lage, Problemlösungen aus einer Hand anzubieten.

Dienstleistungen

Unser Dienstleistungsangebot auf dem Gebiet der Produktionstechnik wird ständig den Wünschen und Erfordernissen unserer Kunden und Projektpartner angepasst und reicht von Machbarkeitsstudien über Technologieoptimierungen bis zur Maschinenentwicklung – ganz nach Ihrem Bedarf.

Sie möchten sich zunächst einen Überblick über technische Möglichkeiten und die aktuelle Marktlage verschaffen? – Wir erstellen Machbarkeitsstudien, Markt- und Trendanalysen sowie Wirtschaftlichkeitsberechnungen.

Sie wollen ein neues Produkt entwickeln? – Wir übernehmen für Sie nicht nur die Entwicklung und Optimierung von Produkten und Anwendungen, sondern kümmern uns auch um die Konstruktion und Fertigung des Prototypen, ganz gleich, ob es sich um ein einzelnes Bauteil, eine Baugruppe oder ein Komplettsystem handelt.

Sie wollen die Produktivität Ihres Unternehmens und die Qualität Ihrer Produkte verbessern? – Wir optimieren Produktionsabläufe, entwickeln neue Technologien und Produktionsverfahren und helfen Ihnen bei deren Einführung.

Sie benötigen technische Kennwerte für Ihre Produkte und Verfahren? – Wir bieten Ihnen eine Vielzahl der fortgeschrittensten messtechnischen Serviceleistungen von der Werkstoffprüfung bis zur Maschinendiagnose.

Sie wollen, dass Wissen und Können Ihrer Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen immer auf dem neuesten Stand sind? – Wir organisieren regelmäßig internationale Fachtagungen und Workshops zu allen Bereichen unserer Forschungstätigkeit.



Ausstattung

Der Auf- und Ausbau des Fraunhofer IWU wurde seit der Institutsgründung stetig vorangetrieben, um den Bedürfnissen der Forschungs- und Industriepartner noch besser zu entsprechen.

Der produktionstechnische Versuchsfeldkomplex in Chemnitz umfasst auf mehr als 6 500 m² Fläche Hallen für Umformtechnik und Werkzeugbau, ein Metallschaumzentrum sowie ein Versuchsfeld Präzisionstechnik. Für die Forschungs- und Entwicklungsarbeit stehen am Institut außerdem Büros, Schulungs- und Tagungsräume zur Verfügung. Zur umfangreichen technischen Ausstattung gehören Labore für Werkstoffprüfung, Längenmesstechnik und optische Prüftechnik, ein Elektroniklabor, ein hochmodernes Demonstrationszentrum für Simulation sowie eine Vielzahl von Maschinen und Geräten, die zum Teil von Partnern aus der Industrie zur Verfügung gestellt werden.

Im Frühjahr 2008 wurde mit den Bauarbeiten für das Virtual Reality-Technikum begonnen, das in 2009 seinen Betrieb aufnehmen wird. Das neue Gebäude beherbergt einen Hörsaal mit Sitzplätzen für 189 Personen und modernster interaktiver 3D-Rückprojektionstechnik sowie einen Eventbereich.

Seit November 2005 ist das Fraunhofer IWU auch mit einem modernen Institutsteil in Dresden vertreten. In unmittelbarer Nähe zur Technischen Universität Dresden entstand ein Komplex mit Büros, Laborräumen und einem 1 000 m² großen Technikum für adaptronische und fügetechnische Forschungsarbeiten. Das Highlight im Technikum ist der reflexionsarme Halbraum, in dem akustische Untersuchungen an Maschinen, Fahrzeugen und Anlagen mit einem 105-kanaligen Arraymesssystem durchgeführt werden können.

Im Januar 2009 wurde in Augsburg mit dem Aufbau einer Projektgruppe Ressourceneffiziente Mechatronische Verarbeitungsmaschinen begonnen.



Das Kuratorium

Die Mitglieder des Kuratoriums fördern die Verbindung des Instituts zu Partnern aus Industrie, Wissenschaft und öffentlichem Bereich. Mitglieder des Kuratoriums waren im Berichtszeitraum:

- Prof. Jochem Heizmann, Volkswagen AG, Kuratoriumsvorsitzender
- Günter Bachmann, Gildemeister AG
- Dr. Frank Brinken, StarragHeckert Holding AG, Schweiz
- Siegfried Bülow, Porsche Leipzig GmbH
- Dr. Gunnar Grosse, KOMSA Kommunikation Sachsen AG
- Dr. Ferdinand Hollmann, Deutsche Forschungsgemeinschaft e.V.
- Wilfried Jakob, Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e.V.
- Reinhard Jung, SKODA AUTO a.s., Tschechien
- Prof. Wolfgang Leese, Salzgitter AG
- Peter Leibinger, Trumpf GmbH + Co. KG
- Dr. Gyula de Meleghy, Tower Automotive Asia, Japan
- Dr. Franz Mních, Nemak Europe GmbH
- Dr. Wolfram Mörsdorf, ThyssenKrupp Technologies AG
- Prof. Hans J. Naumann, NILES-SIMMONS Industrieanlagen GmbH
- MinRat Peter Nothnagel, Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft und Arbeit
- MinRat Hermann Riehl, Bundesministerium für Bildung und Forschung
- Jürgen Tonn, Schuler AG
- Prof. Konrad Wegener, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Schweiz
- MinRat Dr. Reinhard Zimmermann, Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst

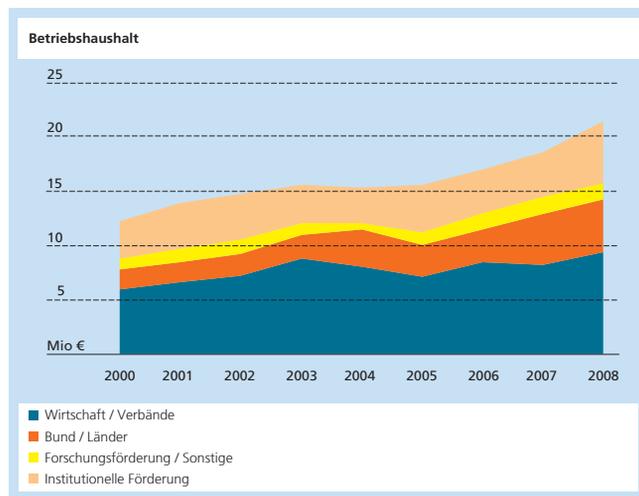
Wir bedanken uns ganz herzlich bei allen Kuratoren und Förderern für ihren Einsatz zur erfolgreichen Entwicklung des Instituts.

Die 14. Kuratoriumssitzung fand am 27. Juni 2008 in Dresden statt.

Betriebshaushalt

Die Betriebsausgaben des Jahres 2008 beliefen sich auf 21,3 Mio €, wobei 12,4 Mio € als Personalaufwand und 8,9 Mio € als Sachaufwand entstanden. Die Finanzierung des Betriebshaushalts stellt sich wie folgt dar:

- Bearbeitung von Aufträgen aus der Industrie bzw. von Wirtschaftsverbänden: 9,3 Mio €,
- Vertragsforschung für die öffentliche Hand: 6,3 Mio €, wobei auf Bund und Länder 4,8 Mio € sowie auf Forschungsförderung und Sonstige 1,5 Mio € entfallen,
- Zuschuss aus der institutionellen Förderung des Bundes und der Länder: 5,7 Mio €.



Zur weiteren technischen Ausstattung des Instituts wurden im Jahr 2008 Investitionsmittel in Höhe von 3,6 Mio € aufgewendet. Diese wurden über die institutionelle Förderung des Bundes und der Länder sowie über Projekte finanziert. Im Jahr 2008 sind insgesamt 454 Projekte bearbeitet worden.

Mitarbeiterentwicklung

Die hochqualifizierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter stellen für das Institut als anwendungsorientiertem Dienstleister das wichtigste Kapital dar. Zum Stichtag 31. Dezember 2008 waren am Fraunhofer IWU 334 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter beschäftigt.



ARBEITSGEBIETE UND ANSPRECHPARTNER

Institutsverbund Produktionstechnik Chemnitz – Dresden					
Institut für Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse IWP der Technischen Universität Chemnitz	Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU Chemnitz und Dresden				
Professuren	Hauptabteilungen				
Werkzeugmaschinenkonstruktion und Umformtechnik	Werkzeugmaschinen und Automatisierung	Mechatronik und Werkstofftechnologien	Zerspanung	Umformtechnik	Systemtechnologie und Prototypen
Mikrofertigungstechnik	Automatisierung	Adaptronik und Akustik	Zerspanungstechnologie	Blechumformung	Umformtechnisches Fügen
Virtuelle Fertigungstechnik	Werkzeugmaschinen	Metallschaum und Generative Verfahren	Präzisions- und Mikrofertigung	Grundlagen und Sonderverfahren	Montagetechnik
	Projektgruppe Ressourceneffiziente Mechatronische Verarbeitungsmaschinen Augsburg			Massiv- und Präzisionsumformung	Produktionsplanung und Ressourcenmanagement

Ressourceneffiziente Produktion				
Forschungsfabrik Ressourceneffiziente Produktion	eniPROD	Innovationsallianz Green Carbody Technologies	Fraunhofer Zukunftsthema Green Powertrain Technologies	TRIBOMAN

Industrienetzwerk			
Exzellenzzentrum Automobilproduktion	Maschinen- und Automobilbauinitiative Next Economy (MAINE)	Verbundinitiative Maschinenbau Sachsen (VEMAS)	Innovationscluster Mechatronischer Maschinenbau (IC MecPro)
	Kompetenzzentrum Maschinenbau Chemnitz/Sachsen e.V. (KMC)	Arbeitskreis Werkzeugmaschinen in Sachsen/Thüringen e.V. (AK WZM)	

Fraunhofer IWU

Institutsleitung

Institutsleiter:

Prof. Reimund Neugebauer
Telefon +49 371 5397-1400
reimund.neugebauer@iwu.fraunhofer.de

Oberingenieur Chemnitz:
Dr. Andreas Sterzing
Telefon +49 371 5397-1403
andreas.sterzing@iwu.fraunhofer.de

Oberingenieur Dresden:
Dr. Eberhard Kunke
Telefon +49 351 4772-2104
eberhard.kunke@iwu.fraunhofer.de

Oberingenieur Forschungs-
management und Internationales:
Dipl.-Ing. Angela Göschel
Telefon +49 371 5397-1408
angela.goeschel@iwu.fraunhofer.de

Hauptabteilungen

Werkzeugmaschinen und
Automatisierung:
Dipl.-Ing. Peter Blau
Telefon +49 371 5397-1109
peter.blau@iwu.fraunhofer.de

Mechatronik und Werkstoff-
technologien:
Dr. Welf-Guntram Drossel
Telefon +49 351 4772-2300
welf.drossel@iwu.fraunhofer.de

Zerspanung:
Dr. Christian Harzbecker
Telefon +49 371 5397-1434
christian.harzbecker@iwu.fraunhofer.de

Umfarmtechnik:
Dr. Hans Bräunlich
Telefon +49 371 5397-1210
hans.braeunlich@iwu.fraunhofer.de

Systemtechnologie/Prototypen:
Prof. Matthias Putz
Telefon +49 371 5397-1349
matthias.putz@iwu.fraunhofer.de

**IWP der Technischen
Universität Chemnitz**

Geschäftsführender Direktor:
Prof. Reimund Neugebauer

**Werkzeugmaschinenkonstruk-
tion und Umformtechnik**

Professur:
Prof. Reimund Neugebauer
Telefon +49 371 531-23500
wzm@mb.tu-chemnitz.de

Geschäftsführender
Oberingenieur:
Dr. Hans-Joachim Koriath
Telefon +49 371 531-23500
koriath@mb.tu-chemnitz.de

Mikrofertigungstechnik

Prof. Andreas Schubert
Telefon +49 371 531-34580
andreas.schubert@mb.tu-chemnitz.de

Virtuelle Fertigungstechnik

Prof. Birgit Awiszus
Telefon +49 371 531-23520
vif@mb.tu-chemnitz.de

Ressourceneffiziente Produktion

**Forschungsfabrik
Ressourceneffiziente Produktion**
Dr. Andreas Sterzing
Telefon +49 371 5397-1403
andreas.sterzing@iwu.fraunhofer.de

eniPROD
Dr. Hans-Joachim Koriath
Telefon +49 371 531-23500
koriath@mb.tu-chemnitz.de

Innovationsallianz
Green Carbody Technologies
Prof. Matthias Putz
Telefon +49 371 5397-1349
matthias.putz@iwu.fraunhofer.de

**Fraunhofer Zukunftsthema
Green Powertrain Technologies**
Prof. Andreas Schubert
Telefon +49 371 5397-1922
andreas.schubert@iwu.fraunhofer.de

TRIBOMAN
Prof. Andreas Schubert
Telefon +49 371 5397-1922
andreas.schubert@iwu.fraunhofer.de

Industrienetzwerk

**Exzellenzzentrum Automobil-
produktion**

Dr. Andreas Sterzing
Telefon +49 371 5397-1403
andreas.sterzing@iwu.fraunhofer.de

**Maschinen- und Automobilbau-
initiative Next Economy (MAINE)**

Dipl.-Ing. Angela Göschel
Telefon +49 371 5397-1408
angela.goeschel@iwu.fraunhofer.de

**Verbundinitiative Maschinenbau
Sachsen (VEMAS)**

Prof. Dieter Weidlich
Telefon +49 371 5397-1808
dieter.weidlich@vemas-sachsen.de

**Innovationscluster Mechatroni-
scher Maschinenbau (IC MecPro)**

Dr. Welf-Guntram Drossel
Telefon +49 351 4772-2300
welf.drossel@iwu.fraunhofer.de

**Kompetenzzentrum Maschinen-
bau Chemnitz / Sachsen e.V. (KMC)**

Dipl.-Kffr. Kathrin Köhler
Telefon +49 371 5397-1471

**Arbeitskreis Werkzeugmaschinen
in Sachsen / Thüringen e.V.**

(AK WZM)
Dipl.-Ing. Peter Blau
Telefon +49 371 5397-1109
peter.blau@iwu.fraunhofer.de



GESCHÄFTSFELDER

Werkzeugmaschinen und Automatisierung

- Entwicklung rechnergestützter Entwurfswerkzeuge
- Prozessmonitoring und Prozessführung bei spanenden und umformenden Verfahren
- Steuerungstechnische Integration komplexer Antriebssysteme
- Integration neuer Funktionalitäten in NC-Steuerungen
- Systeme für multisensorielle Prozessüberwachung
- Entwicklung und Konstruktion von spanenden und umformenden Werkzeugmaschinen und deren Baugruppen
- Fluidtechnische Anlagen- und Antriebsprojektierung
- Hydraulik-Simulation einschließlich Softwareentwicklung
- Projektierung elektromechanischer Antriebe
- Analyse und Simulation des statischen, dynamischen und thermischen Verhaltens von Fertigungseinrichtungen

Mechatronik und Werkstofftechnologien

- Modellierung und Auslegung mechatronischer Systeme
- Adaptronische Komponenten
- Aktive Werkzeuge zum Umformen, Zerspanen und Fügen
- Akustik und Schwingungstechnik
- Mechatronische Medizintechnik
- Innovative Prothesen und Implantate
- Entwicklung und Berechnung von Leichtbaustrukturen
- Metallschaum: Technologie, Prototypen, Kleinserien
- Generative Fertigungstechnologien – 3D-Laserstrahlschmelzen und 3D-Printing

Zerspanungstechnik

- Modellierung und Simulation von Zerspanungsprozess und Gratbildung
- Fräsen (3- und 5-achsig, Mikro und Makro, Parallelkinematiken)
- Wirkmedienunterstütztes Spanen (Ultraschall)
- Prozesskettenentwicklung für den Werkzeug- und Formenbau sowie für Präzisionsteile im Fahrzeugbau (Antriebsstrang, Einspritztechnik)
- Auslegung, Simulation und Test von Zerspanungswerkzeugen
- Mikrostruktur- und Oberflächentechnologien (Mikroumformen, Heißprägen, Glattwalzen, Rollieren)
- Entwicklung von Werkzeugen und Werkzeugsystemen für die Mikro- und Oberflächentechnik
- Entwicklung abtragender Verfahren (ECM, EDM, Laser)
- Entwicklung tribologisch optimierter Oberflächen und Systeme



Umformtechnik

- Prozessketten und Methodenplanung für die Blech- und Massivumformung (Karosserie, Antrieb, Fahrwerk)
- Blechbearbeitungstechnologien, auch für Sonderwerkstoffe und -verfahren (z. B. adiabatisches Trennen)
- Wirkmedienbasierte Umformung (Innenhochdruck-Umformung inkl. Temperierung, elektromagnetische Umformung, Gasgeneratorortechnik)
- Kalt- und Halbwarm-Massivumformung (Fließpressen, Verzahnungs- und Profilwalzen, Bohrungsdrücken)
- Warmmassivumformung (Querwalzen, Axialgesenkwalzen, Schmieden)
- Werkzeugkonstruktion und -konzepte
- Simulation des Umformprozesses
- Materialphysikalische Grundlagen (Kennwertermittlung)
- Prozess-, Belastungs- und Ablaufsimulation
- Technologien, Werkzeuge und Prüfmethode zur Reibleistungsminimierung

Systemtechnologie / Prototypen

- Umformtechnische, thermische, chemische und hybride Fügeverfahren
- Prüfung, Kennwertermittlung und Simulation in der Füge-technik (Fügewerkstoff, Fügeverbindung)
- Montagesysteme und Entwicklung von Montagetechnologien
- Anlagen und Spannvorrichtungen für den Karosseriebau
- e-Services: Simulation und webbasierte Dienste für Inbetriebnahme und Teleservice
- Planung und Optimierung von Geschäftsprozessen, Fabrik- und Logistiksystemen
- Energieeffizienz/Ressourceneffizienz in Fertigungs- und Fabrikssystemen



GEMEINSAM ERFOLGREICH

Die internationale Konkurrenz ist groß auf den weltweiten Märkten und wirkt sich immer mehr auf die Wirtschaftsstrukturen aus. Seit einigen Jahren zeigt sich deutlich, dass die Globalisierung nicht nur die Konkurrenz zwischen den Unternehmen verschärft, sondern vor allem die Konkurrenz zwischen Standorten, Ländern und Kontinenten. Infolgedessen entwickelte sich die Wirtschaftsförderung weiter – das Einzelunternehmen verlor an Bedeutung, die Unternehmen verbündeten sich – Netzwerke und Kooperationen entstanden. In diesem Beziehungsgeflecht lernt man sich nicht nur gegenseitig kennen, sondern informiert, fördert und unterstützt sich.

Kleine und mittelständische Unternehmen verfügen oft nicht über ausreichende finanzielle Mittel, um eigene Forschung und Entwicklung effektiv betreiben zu können. Gleichzeitig verkürzen sich die Produktzyklen und neue Trends erreichen schneller den Markt. Für die Unternehmen ist es heute wichtiger denn je, sich den immer neuen Herausforderungen auf dem Weltmarkt zu stellen – innovationsfähig, schnell, flexibel und kostengünstig. Um dem Wettbewerb gewachsen zu sein, schließen sich Forschungseinrichtungen und Unternehmen zusammen, gründen erfolgreich Netzwerke und Kooperationen, forschen und entwickeln gemeinsam. Solche leistungsstarken Netzwerke beeinflussen maßgeblich die wirtschaftliche Stärke einer Region und eines Landes. Sie erzeugen ein günstiges Klima für erfolgreiche Innovationen und damit leistungsfähige und international wettbewerbsfähige Unternehmen. Der wirtschaftliche Erfolg gibt ihnen Recht – Innovationen gelingen dann am Besten, wenn Wirtschaft und Wissenschaft Hand in Hand arbeiten. Denn nur gemeinsam ist man stark!

Das Fraunhofer IWU arbeitet federführend in Verbänden verschiedener Ebenen mit dem Ziel, die am Institut vorhandenen Potenziale mit den Ideen der Unternehmen sowie den Anforderungen des Marktes zu verbinden. Die langjährige Erfahrung der Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen des Instituts trägt unter anderem dazu bei, die Innovationskraft und Leistungsfähigkeit der Unternehmen zu stärken und bei der Erschließung neuer, auch internationaler Märkte zu unterstützen. Die Unternehmen profitieren von dieser Zusammenarbeit: Neben einem Zugewinn an wissenschaftlicher Erfahrung steigt auch die Attraktivität am heimischen Markt.

Ein wesentlicher Schwerpunkt der Verbundarbeit ist die Entwicklung material- und energieeffizienter Technologien und Produkte, denn das 21. Jahrhundert führt die Produktionstechnik an ihre natürlichen Rohstoffgrenzen. In gemeinsamer Arbeit vor allem mit Partnern aus der Maschinenbau- und Automobilindustrie werden innovative Lösungen zur Verbesserung der Ressourceneffizienz erarbeitet und für die industrielle Umsetzung vorbereitet.

Auf den folgenden Seiten werden ausgewählte Kooperationen vorgestellt.



Exzellenzzentrum Automobilproduktion

Im Juni 2008 wurde ein Kooperationsvertrag zwischen der Volkswagen AG und der Fraunhofer-Gesellschaft zur Gründung eines Exzellenzzentrums »Automobilproduktion« geschlossen. Das Exzellenzzentrum ist integrativer Bestandteil der Forschungsfabrik »Ressourceneffiziente Produktion« des Fraunhofer IWU.

Die Anforderungen an die Automobilhersteller sind hoch. Die Fahrzeuge sollen mit geringem Kraftstoffverbrauch zuverlässig und sicher fahren und den individuellen Wünschen der Kunden gerecht werden. In Zukunft soll das Auto aber nicht nur im Betrieb wenig Kraftstoff verbrauchen – bereits bei der Produktion müssen Energie und Rohstoffe gespart werden.

Im neuen Exzellenzzentrum entwickeln Wissenschaftler und Ingenieure von Volkswagen und Fraunhofer IWU gemeinsam Lösungen für eine ressourcensparende Produktion.

Die Zusammenarbeit zur nachhaltigen Produktion ist eine langfristig angelegte strategische Partnerschaft mit dem Ziel, eine Vielzahl an innovativen Forschungsthemen zur ressourceneffizienten Produktion umzusetzen. So wird das geplante Forschungszentrum etwa die wesentlichen Fertigungseinheiten einer Karosserieproduktion abbilden. Dies bietet Experten die Möglichkeit, neue Technologien, Anlagen und Werkzeugkomponenten unter realen Bedingungen bis hin zur Serienreife zu testen und vor dem Alltagseinsatz in der Fabrik zu optimieren. Gearbeitet wird in Themenbereichen wie der Minimierung von Materialverlust, High-Performance-Presswerken sowie Niedrigenergie-Umformmaschinen. Ein weiterer wesentlicher Bestandteil des Kooperationsvertrags ist die Aus- und Weiterbildung von Nachwuchsführungskräften der Volkswagen AG.

Maschinen- und Automobilbauinitiative Next Economy (MAINE)

Der Forschungsverbund MAINE wurde 2001 auf Initiative des Sächsischen Staatsministeriums für Wirtschaft und Arbeit, des Volkswagen-Konzerns und des Fraunhofer IWU gegründet. Die gemeinsame Arbeit der Partner in diesem Verbund, in dem mehrere Volkswagen-Werke, Automobilzulieferer und Maschinenbauunternehmen mitwirken, soll insbesondere den sächsischen Firmen einen Technologievorsprung verschaffen und damit die Wettbewerbsfähigkeit entscheidend verbessern.

In bereits zwei Etappen, von 2002 bis 2005 und danach bis 2007, arbeiteten unter Federführung der Volkswagen Sachsen GmbH und koordiniert durch das Fraunhofer IWU mehr als zwanzig Unternehmen an verschiedenen Verbundprojekten zu Themen wie Rückstandsfreie Motorenfertigung, Vollautomatisierter Laserschweißprozess, Leichtbaukomponenten für Karosserie und Antriebsstrang, Optimierung des Laserschweißprozesses im Karosseriebau und Komplette Trockenbearbeitung von Präzisionsbauteilen.

Nunmehr befindet sich MAINE in der dritten Projektphase. Bis 2010 wird der Volkswagen-Konzern gemeinsam mit sächsischen Unternehmen und dem Fraunhofer IWU umfangreiche Mittel in die Technologieforschung für den Automobilbau investieren. Insbesondere kleine und mittelständische Verbundpartner erhalten dabei finanzielle Unterstützung über die Technologieförderung des Freistaats Sachsen.

Ein sehr komplexes Forschungsthema befasst sich mit der Verarbeitung höchstfester Stähle. Ausgehend von der Untersuchung materialphysikalischer Grundlagen über die Entwicklung innovativer und kostengünstiger Trenn- und Fügeverfahren sollen die neu entwickelten Technologien bis zur Serienreife geführt werden.

Am Fraunhofer IWU wurden Fertigungstechnologien entwickelt, um Nockenwellen leichter und den Herstellungsprozess kostengünstiger zu gestalten.

Verbundinitiative Maschinenbau Sachsen (VEMAS)

Die Verbundinitiative Maschinenbau Sachsen ist seit 2003 im Auftrag des Sächsischen Staatsministeriums für Wirtschaft und Arbeit tätig und wird in Trägerschaft des Fraunhofer IWU geführt. Als strategisches Netzwerk arbeitet sie im Interesse der sächsischen Maschinen- und Anlagenbauer sowie deren Zulieferern und produktionsnahen Dienstleistern. Die Potenziale und das Know-how der sächsischen Maschinen- und Anlagenhersteller werden beispielsweise zusammengeführt, um komplette Wertschöpfungsketten mit Entwicklungskompetenz in Sachsen herauszubilden.

Kernaufgaben der Verbundinitiative sind die Verbesserung der Innovationskraft sächsischer Unternehmen durch Technologietransfer, die Initiierung von Kooperationsprojekten, die Unterstützung bei der Erschließung neuer Märkte sowie die Gewinnung und Sicherung von hochqualifizierten Fachkräften.

Zur Unterstützung bei der Verbesserung von Innovationskraft und Leistungsfähigkeit der sächsischen klein- und mittelständischen Unternehmen organisiert die VEMAS beispielsweise Messen und themenspezifische Workshops. Durch die Initiierung und Begleitung von Kooperationsprojekten wird die technologische Kompetenz der Unternehmen gestärkt. Der Fokus bei der Erschließung neuer Märkte ist vor allem auf die Länder Russland und Indien gerichtet. Neben der Begleitung der sächsischen Unternehmen in den Zielmärkten vor Ort trägt auch die Betreuung ausländischer Delegationen in Sachsen zur Anbahnung konkreter Kooperationsvorhaben bei. VEMAS initiierte im Jahr 2008 im Rahmen des Programms »Research in Germany – Land of Ideas« das BMBF-Projekt »Biomass Technology made in Germany – BIOMATEG«, das in Indien die deutsche Kompetenz im Bereich des Anlagenbaus zur Biomasse-Nutzung präsentiert. Die konkreten Chancen und Potenziale für sächsische Maschinen- und Anlagenbauer in dieser Branche wurden mit einer im Auftrag des Sächsischen Ministeriums für Wirtschaft und Arbeit vergebenen Studie ermittelt.

Innovationscluster Mechatronischer Maschinenbau (IC MecPro)

Das am Fraunhofer IWU eingerichtete Innovationscluster Mechatronischer Maschinenbau wurde 2005 als bundesweit erstes regionales Innovationscluster der Fraunhofer-Gesellschaft gestartet. Gemeinsam mit den Hochschulen haben Wirtschaft und angewandte Forschung in Sachsen Exzellenzschwerpunkte im Bereich des mechatronischen Maschinenbaus eingerichtet. Die intensive Kooperation von Partnern aus Forschung und Industrie soll zu einer höheren Wirksamkeit der Entwicklungsarbeit führen.

Die Mechatronik stellt die Schnittmenge der Disziplinen Maschinenbau, Elektrotechnik und Informatik dar. Die interdisziplinäre Forschung in diesem Themenfeld, verbunden mit wissenschaftlicher Exzellenz, lässt hochklassige Produkt- und Prozessinnovationen erwarten. Die Einrichtung des Innovationsclusters soll die technischen und organisatorischen Kompetenzen konzentrieren und für alle Beteiligten verfügbar machen.

Ziel des Clusters ist es, mechatronische Fertigungsmittel zu entwickeln und damit zur Realisierung anspruchsvollster Produkte und Prozesse beizutragen. Ein typisches FuE-Beispiel: Forscher und Unternehmer in Sachsen entwickeln gemeinsam höchstpräzise Montageanlagen für mechatronische Produkte und hybride Erodiertechnologien für Präzisionskomponenten der Piezoeinspritztechnik.

**DFG-Sonderforschungsbereich / Transregio 39
(PT-PIESA)**

Der Nutzen aktiver Systeme wird angesichts der Diskussion um den Klimawandel und der Forderung nach Ressourcen- und Energieeffizienz besonders deutlich. Aktive Systeme ermöglichen es, Eigenschaften mechanischer Strukturen wie zum Beispiel Steifigkeit und Dämpfung örtlich und zeitlich zu steuern und so im Sinne des Leichtbaugedankens auf große Materialquerschnitte und hohe Massen zu verzichten. Ein entscheidendes Defizit für die industrielle Umsetzung ist der Mangel an Fertigungstechnologien zur Herstellung derartiger Bauteile in Serie. Erreicht werden muss sowohl eine ökonomische Marktfähigkeit als auch eine positive Gesamtbilanz des Ressourcenverbrauchs nicht nur in der Anwendung, sondern auch bei der Herstellung aktiver Strukturbauteile. Für den Erfolg im Leichtbau gilt es, das mechatronische Systemkonzept in die Werkstoff- und Bauteilebene zu überführen und für die Serienfertigung aktiver Strukturbauteile grundsätzliche Fragen in der Werkstoffwissenschaft, Fertigungstechnologie und Qualitätssicherung zu beantworten.

Forschungsziel des SFB/TR 39 »Großserienfähige Produktionstechnologien für leichtmetall- und faserverbundbasierte Komponenten mit integrierten Piezosensoren und -aktoren« ist die Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen für serienfähige Produktionstechnologien aktiver Strukturbauteile, speziell für Leichtbaukomponenten mit stofflich integrierten piezokeramischen Fasern und Laminaten.

**Grundlagenforschung für den Stoffleichtbau –
SFB 692 (HALS)**

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft fördert seit 2006 den Sonderforschungsbereich 692 »Hochfeste Aluminiumbasierte Leichtbauwerkstoffe für Sicherheitsbauteile«. Das Fraunhofer IWU ist mit wesentlichen Schwerpunktthemen daran beteiligt. Gemeinsam mit dem Institut für Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse der Technischen Universität Chemnitz werden gegenwärtig fünf der 13 Teilprojekte bearbeitet. Schwerpunkte der Forschungsarbeiten sind

- die Herstellung von Verbundhalbzeugen aus Aluminium und Magnesium,
- das Engineering der Oberflächen für Umform- und Zerspaltungswerkzeuge,
- die Kennwertermittlung, Simulation und Modellbildung,
- die Prozessentwicklungen für hochfeste Werkstoffe.

Die Gemeinschaftsforschung zielt durch die Kopplung moderner Werkstoffentwicklungen mit der Technologie- und Verfahrensentwicklung für die Bearbeitung hochfester Werkstoffe auf den ressourcenschonenden Leichtbau für Sicherheitsbauteile. Die bisher erreichten Ergebnisse ermöglichen die Erweiterung der Forschungsaktivitäten im nächsten Antragszeitraum. Bis 2013 werden dann in sechs Teilprojekten Prozessketten zur umformenden Verbunderzeugung, Verfahren zur lokalen Erzeugung eines besonders feinkörnigen Gefüges an Bauteilen und Halbzeugen und zur Weiterverarbeitung von partikelverstärkten Werkstoffen erforscht. Die Untersuchungen werden durch gezielte Werkzeugentwicklungen, spezielle Material- und Prozessmodelle und die Entwicklung numerischer Verfahren, mit denen Mehrstoffsysteme und Schichtübergänge abgebildet werden können, unterstützt.

Aus den Ergebnissen des SFB werden sich künftig nicht nur für den Automobilbau, sondern auch für die Luft- und Raumfahrtindustrie oder die Medizintechnik anspruchsvolle Einsatzfälle ableiten lassen.



RESSOURCENEFFIZIENTE PRODUKTION

In Europa werden im produzierenden Gewerbe jährlich von 34 Millionen Beschäftigten 1 500 Milliarden Euro Umsatz erwirtschaftet. Die Produktion ist an vorderster Stelle direkt an natürliche Ressourcen gebunden und von deren Verknappung unmittelbar betroffen. Aus dieser Abhängigkeit – und unter Beachtung der wachsenden Konkurrenz in den Schwellenländern – resultiert die Notwendigkeit, bei steigendem Produktausstoß die Menge der eingesetzten Ressourcen zu senken und somit die Ressourcenproduktivität zu steigern.

Um diese Ziele zu erreichen, ist ein Paradigmenwechsel notwendig: An die Stelle von »maximaler Gewinn aus minimalem Kapital« muss »maximaler Gewinn aus minimalen Ressourcen« treten. Was in einem Prozess Abfall oder Wärme ist, muss in einem anderen Herstellungsverfahren sinnvoll eingesetzt werden. Voraussetzung für die Steigerung der Ressourceneffizienz sind technologische Innovationen sowie langfristige Investitionen. Unternehmen, die sich durch Effizienztechnologien heute einen Kostenvorteil erarbeiten, werden diesen in Zukunft überproportional weiter ausbauen. Ebenso sind klare und international abgestimmte politische Rahmenbedingungen notwendig, denn die erforderliche drastische Steigerung der Ressourceneffizienz ist nur in Kombination von politischen und gesetzlichen Vorgaben, Anreizen und Anregungen zu erreichen.

Die Produktionstechnik ist einer der wichtigsten Wirtschaftszweige in Deutschland. Eine Steigerung der Produktivität, die eine Schlüsselrolle im Ringen um Wettbewerbsfähigkeit einnimmt, kann jedoch nur erreicht werden, wenn mit den zur Verfügung stehenden Ressourcen wie Energie, Material und Personal intelligent und effizient umgegangen wird. Die entstehende Lücke zwischen notwendiger Produktivitätssteigerung und einer zunehmenden Ressourcenverknappung muss durch Effizienzsteigerung geschlossen werden.

Energie- und Materialeffizienz durch Steigerung der Prozessstabilität

Der wohl wichtigste Faktor im Hinblick auf Ressourcenschonung ist die Einsparung von Material: Zum einen bringt der Materialeinsatz immer Materialverluste mit sich. Ebenso wichtig ist der durch den Werkstoff eingebrachte kumulierte Energieaufwand, also die Energie, die zur Gewinnung und Herstellung des Materials aufgewendet wurde.

Gelingt es, durch »Null-Ausschuss-Produktion« die Herstellung fehlerhafter Teile zu vermeiden, kann ein bedeutender Beitrag zu Ressourcenschonung gelingen. Das rechtzeitige Erkennen von Prozessabweichungen und die entsprechend frühzeitige Reaktion darauf ermöglichen in allen Ressourcenbereichen deutliche Einsparungen. Der entstehende Mehraufwand durch Investitionen kann sich innerhalb kürzester Zeit amortisieren.

Ein besonders hoher Ausschussanteil entsteht in allen Bereichen des Maschinen- und Anlagenanlaufs. Forschungsarbeiten und Entwicklungen zum schnellen und sicheren Hochfahren von Fertigungsprozessen sowie Methoden zur Steigerung der Prozessstabilität dienen wesentlich der Schonung der Ressourcen Zeit, Material und Energie. Je nach Komplexität der Maschine und Art des Prozesses divergieren die Einsparpotenziale deutlich. Aufgrund der Einsparungen in allen Ressourcenbereichen sind sie jedoch in Summe ausgesprochen hoch.



Geschlossene Ressourcenkreisläufe / Ressourcenvernetzung in Prozessketten und Systemen

Die Nutzung von Energie und Material in möglichst geschlossenen Ressourcenkreisläufen ist weiterhin ein wichtiges Thema. Neben den bisher erreichten Verbesserungen im Bereich des Recyclings und der Medienbereitstellung kommt es zunehmend auf eine Vernetzung der Ressourcenkreisläufe innerhalb der Prozessketten und übergreifend innerhalb von Produktionsgemeinschaften an. Letzteres gewinnt insbesondere dadurch an Bedeutung, dass die Spezialisierung der Unternehmen zu einer geringeren Fertigungstiefe bezüglich des Endproduktes und damit zu einer Zergliederung möglicher Kreisläufe führt. Forschungsthemen der Energiebereitstellung, -übertragung, -wandlung, und -rückgewinnung sowie der Energiespeicherung müssen im Bereich der Produktion zukünftig neben den bislang bearbeiteten Gebieten der Medienversorgung näher an Maschinen und Prozesse gekoppelt werden. Dabei ist eine Betrachtung und Vernetzung über Prozessketten hinweg eminent wichtig.

Im Rahmen einer vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Studie zur »Energieeffizienz in der Produktion« wurde unter Federführung des Fraunhofer IWU von Fraunhofer-Instituten und weiteren Forschungseinrichtungen das Potenzial zur Ressourceneinsparung, insbesondere zur Energieeinsparung, analysiert und Handlungsbedarf für die Produktionsforschung abgeleitet.

Die Studie zeigt, dass mittelfristig in der gesamten industriellen Produktion in Deutschland ein Energiesparpotenzial von 30 Prozent besteht. Diese Menge entspricht etwa der Hälfte des privaten Stromverbrauchs.

Das Fraunhofer IWU ist Initiator und Partner einer Reihe von Forschungsvorhaben und -projekten, deren Ziel innovative Lösungen für die energie- und ressourceneffiziente Produktion von morgen sind. Eine Auswahl dieser Vorhaben wird im Folgenden vorgestellt.

Forschungsfabrik Ressourceneffiziente Produktion

Wie das Einsparpotenzial bei der Herstellung und dem Betrieb hochwertiger Konsum- und Investitionsgüter am besten ausgeschöpft werden kann, untersucht das Fraunhofer IWU über die gesamte Prozesskette hinweg gemeinsam mit Partnern aus der Maschinenbau- und Automobilindustrie. Die Fraunhofer-Gesellschaft investiert dazu am Standort Chemnitz in eine Forschungsfabrik »Ressourceneffiziente Produktion«, in der innovative Herstellungsverfahren einschließlich der Anlagen- und Werkzeugtechnik bis hin zur Serienreife entwickelt und optimiert werden können.

Ein strategisches Ziel der Forschungsfabrik ist die Entwicklung wirkungsgradoptimierter Fertigungstechnologien und Anlagentechnik. Im nächsten Schritt wird sich das Fraunhofer IWU dem Total Energy Management zuwenden. Dabei werden alle energierelevanten Daten der Gebäude-, Versorgungs- und Produktionstechnik erfasst, bewertet und die Systeme intelligent verknüpft. Damit lassen sich neue Produktionsstätten künftig ganzheitlich energieeffizient planen und betreiben.

In der Forschungsfabrik haben Experten die Möglichkeit, neue Herstellungsverfahren bis hin zur Serienreife in den Produktionsstraßen zu testen und zu verbessern. Sie arbeiten an der Minimierung der Materialverluste in der Fertigung, an High-Performance-Presswerken, Niedrigenergie-Umformmaschinen und vielem mehr.

Innovationsallianz Green Carbody Technologies

Die Innovationsallianz ist eine Initiative produktionstechnischer Automobilhersteller, Zulieferer von OEMs und der Stahlindustrie sowie von Fraunhofer-Instituten. Ziel ist es, die Fertigungsprozesskette am Beispiel der Fahrzeugkarosserie so zu optimieren, dass zukünftig Produktionsabläufe bei gleichem Output mit einem weit geringeren Energieeinsatz und Ressourcenverbrauch realisiert werden können als dies bisher möglich und Realität ist.

Die Fertigung von Fahrzeugkarosserien ist ein wesentlicher wertschöpfender Bestandteil der Automobilproduktion. Zwar definiert die Karosserie in Bezug auf den Energie- und Ressourcenverbrauch allein durch ihre funktionsbedingte Masse wesentlich den späteren Treibstoffverbrauch und somit den CO₂-Ausstoß, jedoch bietet deren Fertigung in der Prozesskette Halbzeug Blech – Werkzeugbau – Umform- und Maschinentechnik im Presswerk – Karosseriebau – Lackierung ein zusätzliches und erhebliches, bisher ungenutztes produktionstechnisches Effizienzsteigerungspotenzial. Der zirka alle fünf Jahre stattfindende automobiltypische Modellwechsel erzwingt und appliziert produktionstechnische Innovationen entlang der Fertigungsprozesskette.

Im Rahmen der Innovationsallianz sollen Methodenwissen erarbeitet und neue Technologien, Verfahrensabläufe, Komponenten und Werkzeuge qualifiziert und getestet werden, die dem Anspruch einer energieeffizienten und ressourcenschonenderen Produktionstechnik Rechnung tragen. Die an einem Demonstrator »Karosriefertigung« entwickelten Innovationen zielen auf neue fertigungstechnische Angebote, die anschließend in der industriellen Praxis breiten Einsatz finden sollen.

Energieeffiziente Produkt- und Prozessinnovationen in der Produktionstechnik (eniPROD)

Das Forschungsvorhaben »Energieeffiziente Produkt- und Prozessinnovationen in der Produktionstechnik« (eniPROD) ging im Jahr 2008 als Sieger aus dem Sächsischen Landesexzellenzwettbewerb hervor. In den nächsten fünf Jahren werden an der Technischen Universität Chemnitz und am Fraunhofer IWU insgesamt 75 wissenschaftliche Mitarbeiter, darunter zehn internationale Nachwuchswissenschaftler, gemeinsam Energieeinsparungspotenziale im gesamten Produktlebenszyklus von der Produktentwicklung bis hin zum Recycling erarbeiten.

Anliegen des Spitzentechnologieclusters ist es, durch die Bündelung der am Wissenschaftsstandort Chemnitz vorhandenen exzellenten Forschungsbereiche einen national und international sichtbaren Beitrag zur Umsetzung der Vision einer nahezu emissionsfreien Produktion bei gleichzeitiger Reduzierung des Energiebedarfs und Erhöhung der Ressourceneffizienz zu leisten. Mit innovativen Konzepten zur Wirkungsgraderhöhung/Verlustminimierung bis hin zur Energierückführung in geschlossene Energiekreisläufe in Produktionsprozessen soll diese übergeordnete wissenschaftliche Zielstellung erreicht werden.

Die Forschungsthemen fokussieren auf fünf interdisziplinäre Handlungsfelder:

- Virtuelle, energiesensitive Produktentwicklung
- Energieeffiziente Wirkprinzipien und Strukturen von Produktionssystemen
- Hochintegrative, energiearme Prozessketten
- Ressourcenschonende Werkstoffe und Strukturen
- Energiesparende Logistik und Fabrikplanung

Fraunhofer Zukunftsthema Green Powertrain Technologies

Die Fraunhofer-Gesellschaft hat Forschungsfelder identifiziert, die in Zukunft eine verstärkte Rolle spielen werden, um Herausforderungen wie Klimawandel, Ressourcenwandel oder Gesundheitsvorsorge zu begegnen. Mit insgesamt zwölf Zukunftsthemen will die Fraunhofer-Gesellschaft aktiv zu Lösungen beitragen. Dazu werden eigene Mittel in die Vorlaufforschung investiert und die an verschiedenen Fraunhofer-Instituten vorhandenen Kompetenzen vernetzt.

Ein Fraunhofer-Zukunftsthema ist »Green Powertrain Technologies«. Unter Federführung des Fraunhofer IWU betrachten Forscher aus sieben Fraunhofer-Instituten den Powertrain von Kraftfahrzeugen – den Antriebsstrang mit allen Komponenten für die Drehmomenterzeugung und -übertragung.

Die Wissenschaftler des Fraunhofer IWU entwickeln in diesem Forschungsverbund ressourceneffiziente Fertigungstechnologien zur Herstellung von Leichtbaukomponenten wie beispielsweise hohlen Nocken- und Getriebewellen. Die Verfahren sollen die Wellen nicht nur leichter machen, sondern auch den Herstellungsprozess kostengünstiger gestalten. Die Herstellungsverfahren werden zudem so weiterentwickelt, dass zukünftig auch neue Werkstoffe für diese Antriebsstrangkomponenten Verwendung finden könnten.

Fertigungsintegrierte Reduzierung von Reibung und Verschleiß in Verbrennungsmotoren (TRIBOMAN)

Die Ressourceneinsparung und die Reduktion von CO₂-Emissionen stehen im Mittelpunkt der Entwicklungsanstrengungen der Automobilindustrie. Einen wesentlichen Beitrag dazu kann die Reduzierung reibungsbedingter Verluste im Verbrennungsmotor und mittelfristig in weiteren Anwendungsbereichen leisten.

Das Projekt »Fertigungsintegrierte Reduzierung von Reibung und Verschleiß in Verbrennungsmotoren (TRIBOMAN)« ist Bestandteil des Fraunhofer Zukunftsthemas Future Green Powertrain Technologies und wird im Rahmen der marktorientierten Vorlaufforschung (MAVO) der Fraunhofer-Gesellschaft von mehreren Fraunhofer-Instituten und unter Koordinierung durch das Fraunhofer IWU bearbeitet. Gemeinsames Forschungsziel ist die Entwicklung von Werkstoffen, Fertigungsverfahren und Werkzeugen zur Erzeugung definierter, tribologisch optimierter Oberflächeneigenschaften in der Fertigung als Basis für neue Generationen von reibungsarmen Verbrennungsmotoren. Diese neuen Motorengenerationen werden zunehmend den aktuellen und zukünftigen Anforderungen hinsichtlich Leichtbau und Leistungsdichte bei geringerem Kraftstoff- und Ölverbrauch sowie CO₂-Ausstoß gerecht.

Durch die fertigungsintegrierte Vorwegnahme des Einlaufprozesses und die gezielte Bildung nanoskaliger Randschichten während der Präzisionsbearbeitung von Motorenkomponenten können die Reibung und der Verschleiß dauerhaft reduziert werden. Darüber hinaus werden Strukturierungs- und Beschichtungsverfahren zur Einstellung der Mikrostruktur von Oberflächen der Tribopartner entwickelt. Die Verfahren werden an Komponenten von Ottomotoren erprobt. Die Einsatzmöglichkeiten der Verfahren werden in einer strukturierten Wissensbasis zusammengeführt.



GOING GLOBAL

Das Fraunhofer IWU International

Der Markt für Forschungs- und Entwicklungsdienstleistungen wird verstärkt von globalen Einflüssen geprägt. Wer mithalten will, muss sich dem internationalen Wettbewerb stellen, Kontakte knüpfen sowie technologische Strömungen und Marktentwicklungen aufgreifen.

Mit der Auftragsforschung für internationale Kunden möchte das Fraunhofer IWU seine Position als professioneller Anbieter für Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Produktionstechnik stärken. Die Zusammenarbeit mit internationalen Kunden ermöglicht zudem einen Zugewinn an wissenschaftlicher Erfahrung und eine Steigerung der Attraktivität am heimischen Markt.

Vor allem die Bedeutung europäisch geförderter Verbundforschung hat im Vergleich zu national geförderten Forschungsvorhaben zugenommen. Die zur Verfügung gestellten Mittel haben sich jeweils mit der Neuauflage der europäischen Forschungsrahmenprogramme kontinuierlich erhöht, während nationale Mittel weiter zurückgehen. Die Forschungsprojekte werden im Rahmen internationaler Universitäts- und Industriepartnerschaften bearbeitet. Dazu gehört auch der Austausch von Wissenschaftlern und Studenten. Die Projekte werden hauptsächlich von der Europäischen Kommission, der Deutschen Forschungsgemeinschaft DFG und der Fraunhofer-Gesellschaft gefördert.

Nicht erst seit der Öffnung Europas und dem Beitritt der neuen Mitgliedsstaaten zur Europäischen Union pflegt das Fraunhofer IWU enge Kontakte zu Partnern in Russland. Seit vielen Jahren bestehen zum Beispiel im Rahmen des Wissenschaftleraus-tausches sehr gute Beziehungen zu russischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen vor allem aus dem Bereich des

Werkzeugmaschinenbaus. Die Erfahrungen und Kontakte des Fraunhofer IWU konnten kürzlich zur Erarbeitung einer gemeinsam mit VEMAS durchgeführten Studie (RuDeF) genutzt werden, in der Kooperationsmöglichkeiten und Themen der Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Forschung und Entwicklung in Deutschland und Russland für die Branchen Maschinen- und Automobilbau sowie für die Eisenbahnindustrie ausgearbeitet wurden.

Das Know-how des Fraunhofer IWU und die Ergebnisse aus den Industriefaufträgen mit Automobilisten und Werkzeugmaschinenherstellern waren letztlich auch Wegbereiter für eine Reihe von Projekten, die derzeit mit Firmen in China und Indien, aber auch in Südafrika bearbeitet werden. Die Universität Stellenbosch in Südafrika beispielsweise ist seit 2006 Kooperationspartner des Fraunhofer IWU. Mit dem Global Competitiveness Center dieser Universität werden verschiedene Vorhaben bearbeitet. Im Fokus stehen vor allem Projekte mit der Automobil- und Luftfahrtindustrie, insbesondere die Forschung auf dem Gebiet der Präzisionsbearbeitung von Leichtmetallen. 2007 wurde das erste von Südafrika finanzierte Projekt bewilligt.

Bei einer engen Zusammenarbeit mit europäischen Nachbarn ist eine gewisse räumliche Nähe von Vorteil. So sind vor allem Firmen und Hochschulen aus der Schweiz, hier speziell die Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, aus Österreich, Tschechien, der Slowakei, Slowenien und Italien wichtige Partner des Fraunhofer IWU.

KERNKOMPETENZEN



TECHNOLOGIEN FÜR FAHRZEUGKOMPONENTEN

Kundenforderungen nach höherer Sicherheit und zunehmender Individualisierung sind neben dem permanenten Kostendruck und knapper werdenden Rohstoffen die Haupttreiber produktspezifischer Veränderungen am Automobil. Unter diesem Gesichtspunkt sind Leichtbau und effizientere Technologien gefragt.

Leichtbau bedeutet, eine optimale Funktionalität von Bauteilen, Baugruppen und Systemen nicht nur bei minimalem Gewicht, sondern auch bei vertretbaren Kosten zu realisieren. Wirkungsvolle Lösungsansätze sind zum Beispiel ein sparsamer Materialeinsatz oder ein leichtbauorientiertes Bauteildesign in Verbindung mit kostengünstigeren Fertigungsverfahren.

Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten des Fraunhofer IWU sind daher auf die konsequente Betrachtung der gesamten umformtechnischen Prozesskette in der Blech- und Massivumformung ausgerichtet – angefangen beim Bauteildesign, rechentechnischen und experimentellen Machbarkeitsanalysen, der Werkzeugkonstruktion und -fertigung, der Herstellung einzelner Komponenten einschließlich Überwachungsstrategien für Werkzeug und Prozess bis zum Fügen und der finalen Prüfung.

Neben der Machbarkeit einer Technologie steht unter Berücksichtigung geeigneter Werkzeug- und Anlagentechnik stets eine Aussage zur Wirtschaftlichkeit und Ressourceneffizienz im Fokus. Durch den Vergleich unterschiedlicher Technologie- und Werkzeugkonzepte, des erforderlichen Materialeinsatzes sowie der finalen Bauteileigenschaften kann unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit entlang der gesamten Prozesskette eine sichere Empfehlung für eine geeignete Serientechnologie gegeben werden. Forschungsschwerpunkte sind vor allem Komponenten der Karosserie und des Antriebsstrangs.

Dem verstärkten Trend zu individuellen Produkten Rechnung tragend, entwickelt das Fraunhofer IWU auch neue Technologien und Werkzeugkonzepte zur Herstellung kleiner bis mittlerer Stückzahlen. Flexible, modular aufgebaute Werkzeugbaukästen bewirken eine Verkürzung von Prozessketten und einen geringeren Ressourcenverbrauch und sollen zukünftig zur Serienreife geführt werden. Kürzere Prozessketten und eine größere Geometrievielfalt können auch durch den zielgerichteten und werkstoffbezogenen Einsatz erhöhter Prozesstemperaturen, zum Beispiel bei der Wirkmedienumformung, erreicht werden, da dadurch die umformtechnischen Grenzen verschoben werden.

Das Fraunhofer IWU verfügt außerdem über ein umfangreiches technisches Equipment und Know-how auf dem Gebiet der Kalt-, Halbwarm- und Warmmassivumformung. Unsere Kompetenz umfasst Umformverfahren wie beispielsweise Gesenkschmieden, Querwalzen, Fließpressen, Axialgesenkwalzen, Bohrungsdrücken und Oberflächenprofilwalzen. Neben der Entwicklung und Herstellung von Werkzeugen und Spanntechnik wird auch der Simulation und tribologischen Betrachtung des Umformprozesses Beachtung geschenkt.

Aufgrund der ausgezeichneten Möglichkeiten zur Werkstoffcharakterisierung können auch innovative und schwer umformbare Werkstoffe wie zum Beispiel hoch- und höchstfeste Stähle, Magnesium und Titan verarbeitet werden.

Die Entwicklung innovativer Lösungen unter anderem für Komponenten der Fahrzeugkarosserie ist ein Forschungsschwerpunkt des Instituts.



TEMPERIERTE UMFORMUNG HÖCHSTFESTER STÄHLE

Neben dem Design, Komfort und Leistungsvermögen bestimmen vor allem Sicherheitsanforderungen und zunehmend auch ökologische Gesichtspunkte die automobilen Entwicklungstrends. Steigende Sicherheitsanforderungen und sinkender Kraftstoffverbrauch sind dabei potenziell gegenläufige Entwicklungsrichtungen. Eine Möglichkeit zur Senkung des Kraftstoffverbrauchs ist die Reduzierung des Fahrzeuggewichts. In der aktuellen Automobilgeneration werden für hochbeanspruchte, crashrelevante Baugruppen pressgehärtete Bor-Mangan-legierte Stahlwerkstoffe eingesetzt. Sie erreichen durch eine in den Umformprozess integrierte Wärmebehandlung Festigkeiten bis zu 1500 MPa. Crashanforderungen im Karosseriebau können so gewährleistet werden, ohne die Wanddicke der Baugruppen zu vergrößern.

Stand der Technik ist das Presshärten ebener Bleche. Für Rohre und geschlossene Profile gibt es nur ein sehr eingeschränktes Anwendungsspektrum, da auf Basis mechanischer Umformtechnologien nur eine geringe Bauteilkomplexität darstellbar ist. Demgegenüber bietet die wirkmedienbasierte Umformung gute Voraussetzungen zur Herstellung komplexer und hochgenauer Profilbauteile. Der Vergleich typischer Anwendungsbereiche im Automobilbau für pressgehärtete und innenhochdruck-umgeformte Bauteile zeigt in vielen Bereichen Übereinstimmung.

Das klassische Innenhochdruck-Umformen mit flüssigen Wirkmedien wurde inzwischen weiterentwickelt. Durch die Nutzung gasförmiger Wirkmedien kann auch die Temperatur als aktiver Prozessparameter eingesetzt werden. Die Kombination der wirkmedienbasierten Umformung mit einem integrierten Presshärteprozess ermöglicht die Herstellung hochkomplexer, geschlossener Profilbauteile mit hohem Leichtbaupotenzial.

Dazu muss die Halbzeug-Eintrittstemperatur in das Werkzeug auf über 900 °C erhöht und gleichzeitig ein der Umformung überlagerter Abkühlprozess mit einer genau definierten Abkühlgeschwindigkeit gewährleistet werden.

Am Fraunhofer IWU wurde auf Basis thermomechanisch gekoppelter Umformsimulationen ein modulares Werkzeug mit integrierter Kühlung entwickelt und gefertigt. Der modulare Aufbau ermöglicht die Umsetzung unterschiedlicher Versuchsbauteilgeometrien und eine variable Werkzeugkühlung zur definierten Einstellung lokal verschiedener Abkühlgeschwindigkeiten. Die Untersuchungen wurden auf einer konventionellen Anlage zum Innenhochdruck-Umformen (IHU) mit einer Schließkraft von 50000 kN durchgeführt. Als Wirkmedium kam Stickstoff zum Einsatz. Die entsprechende Gasdruckerzeugereinheit wurde hard- und softwareseitig in die IHU-Versuchsanlage integriert. In den Versuchsbauteilen konnten bei gleichzeitig guter Konturausformung gezielt lokal veränderliche Härtewerte zwischen 1100 und 1600 MPa erzielt werden.

Es ist geplant, die Untersuchungsergebnisse auf ein seriennahes, flanschloses Strukturbauteil zu übertragen. Dabei sollen die Potenziale des Verfahrens aufgezeigt und Grenzen sowie Rahmenbedingungen für einen möglichen Serieneinsatz ermittelt werden.

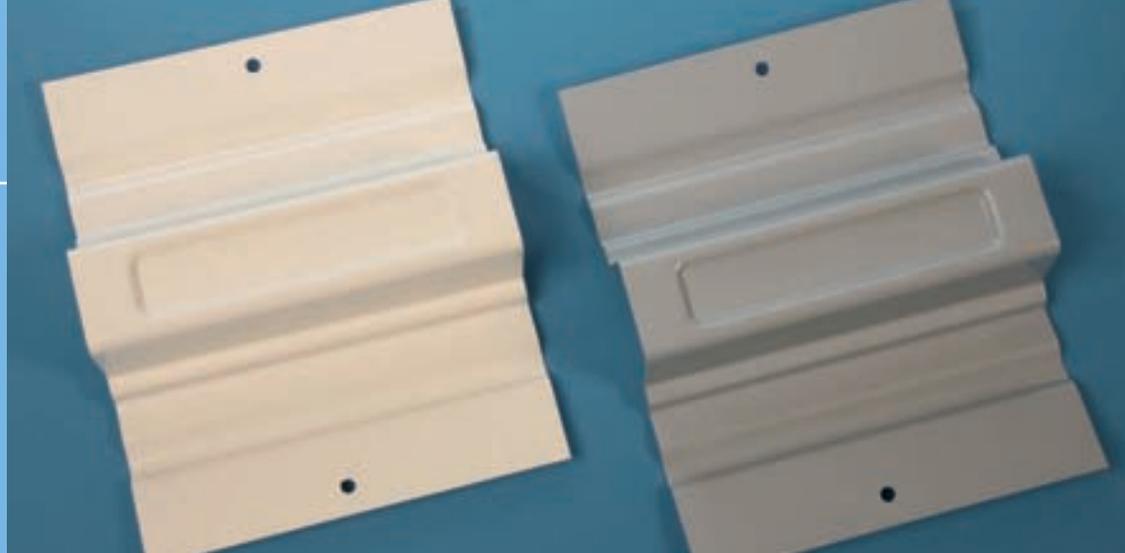
Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Frank Schieck

Telefon +49 371 5397-1202

frank.schieck@iwu.fraunhofer.de

Die mit Sol-Gel-Materialien auf Silan-Aluminium-Basis vorbehandelten elektrolytisch verzinkten Bleche konnten problemlos umgeformt werden.



HYBRIDE NANOMATERIALIEN SCHÜTZEN VOR KORROSION

Das Verzinken ist ein bewährtes Verfahren zum Schutz von Stahl und Eisenwerkstoffen. Im Automobilbau werden für die Außenhaut überwiegend elektrolytisch verzinkte Stahlbleche, für innenliegende Bereiche feuerverzinkte Stahlbleche eingesetzt. Im Bauwesen und in der Haushaltindustrie sind es hauptsächlich elektrolytisch verzinkte Stahlbleche. Bisher wurden verzinkte Bleche mit einer Chrom(VI)-haltigen Schicht und anschließend mit einem Pulver- oder Nasslack überzogen. Seit Mitte 2007 ist der Einsatz dieser toxischen und krebserregenden Verbindungen verboten. Neue, Chrom(VI)-freie Schichten müssen auf den elektrolytisch oder feuerverzinkten Blechen jedoch ebenso gut haften und dem Decklack einen guten Haftgrund liefern.

In einem gemeinsamen Projekt der Fraunhofer-Institute IWU und ISC sowie dem Institut für Korrosionsschutz Dresden GmbH wurden unterschiedlich verzinkte Stahlbleche getestet. Das Fraunhofer ISC entwickelte Chrom(VI)-Ersatzwerkstoffe auf Basis hybridpolymerer Nanokomposite, die über einen organischen Anteil und einen Kunststoffanteil verfügen und sich durch eine gute Haftfestigkeit auf den verschiedenen Metalloberflächen auszeichnen. Die Nanokomposite wurden im Tauchverfahren auf die verzinkten Stahlbleche aufgetragen und mit einem industrieüblichen Pulverlack beschichtet. Anschließend wurde ausgehärtet. In den Belastungstests zeigte sich bei allen Schichtsystemen – unabhängig von der Art der Verzinkung – die gute bis sehr gute Haftfestigkeit zwischen Zinkschicht, hybridem Nanokomposit und Decklack. Allerdings traten im Salzsprühnebeltest Probleme auf. Besonders beständig gegen Korrosion waren Sol-Gel-Materialien mit einem hohen Anteil anorganischer Komponenten. Dabei bewährten sich vor allem Sol-Gel-Materialien auf Basis von Silan-Aluminium und Silan-Aluminium/Zirkonium.

Am Institut für Korrosionsschutz in Dresden wurden die Beschichtungssysteme einschlägigen Korrosionsschutzsystemen gegenübergestellt und zusätzlichen standardisierten Belastungstests unterzogen. Die mit den Sol-Gel-Materialien vorbehandelten Probenbleche zeigten ein vergleichbares Leistungsvermögen zu Proben mit einer kommerziellen Gelbchromatierung und einer Chrom(III)-Passivierung. Die Nanomaterialien wiesen ein tolerantes Verhalten gegenüber den unterschiedlichen Substratoberflächen auf.

Ob die pulverbeschichteten Probebleche auch einer Umformung standhalten, wurde am Fraunhofer IWU getestet. Dazu wurden die für die Automobilbranche typischen Umformverfahren Biegen und Tiefziehen gewählt. Inwiefern sich die Haftung der Schichten verändert hat oder sich Mikrorisse gebildet haben, erbrachte die Untersuchung der Schichtbeschaffenheit. Auch hier zeigten die neu entwickelten Nanokomposite ein gegenüber kommerziellen Produkten vergleichbares Umformvermögen.

Die Herstellung der hybridpolymeren Nanokomposite ist im Labormaßstab bereits möglich. Nun gilt es zu untersuchen, wie sich diese Systeme auch in großen Chargen fertigen und lagern lassen. Im Folgeprojekt wird die Multimetallfähigkeit der entwickelten Systeme im Mittelpunkt stehen, das heißt deren Umsetzung auf verschiedenen Substratoberflächen (verzinkter Stahl, Aluminium-Legierung, Magnesium-Legierung).

Ihre Ansprechpartnerin

Dipl.-Ing. Patricia Weigel

Telefon +49 371 5397-1114

patricia.weigel@iwu.fraunhofer.de



DICKBLECHCLINCHEN – POTENZIAL EINER ÖKONOMISCHEN CLINCHTECHNOLOGIE

Seit der industriellen Einführung vor über 25 Jahren hat sich das Clinchen als Umformfügeverfahren vor allem in der Automobil-, Geräte- und Elektroindustrie etabliert. Gründe dafür sind die Universalität und Wirtschaftlichkeit, eine einfache Handhabbarkeit sowie die gute Automatisierbarkeit.

Das Clinchen wurde bisher hauptsächlich zum Fügen dünner Bleche mit einer Einzelblechdicke von ein bis zwei Millimetern eingesetzt. Im Gegensatz zu anderen mechanischen Fügeverfahren wird hier kein Hilfsfügeteil benötigt, was einen wirtschaftlichen Vorteil mit sich bringt. Zudem besitzen Clinchverbindungen oft eine höhere Dauerfestigkeit als thermisch gefügte Bleche. Diese Gründe sprechen dafür, das Clinchen nicht nur auf Anwendungen im Feinblechbereich zu beschränken. Auch für die Dickblech verarbeitenden Industriezweige wie Schienen-, Schiffs-, Nutzfahrzeug- oder Stahlbau ist dieses Verfahren zur Effizienzsteigerung in der Produktion geeignet.

Die Systemanbieter für Clinchtechnologien bieten keine standardisierten Fügwerkzeuge für Verbindungsaufgaben mit Einzelblechdicken von vier bis zehn Millimeter an, außerdem fehlen entsprechende Erfahrungswerte. Eine numerische Beschreibung des Setzprozesses ist daher sehr hilfreich. Wichtig für die genaue FEM-Berechnung sind vor allem Kennwerte, die das Werkstoffverhalten bei den auftretenden starken Verformungen exakt abbilden. Die erforderlichen Fließkurven bis zu Umformgraden von zum Teil $\varphi \geq 2,5$ werden am Fraunhofer IWU durch spezielle Verfahren zur Kennwertermittlung bei größeren Umformgraden ermittelt.

Zur Erzeugung einer tragfähigen Clinchverbindung müssen die geometrischen Merkmale von Stempel und Matrize auf die großen Blechdicken angepasst werden. Der Vorteil der FE-basierten

Werkzeuganpassung liegt in der gleichzeitigen Berücksichtigung von limitierenden Faktoren (zum Beispiel Umformvermögen des Werkstoffes) und erforderlichen Verbindungs- beziehungsweise Prozesseigenschaften (zum Beispiel Hinterschnittausbildung). Starke Ausdünnungen des Halses bei geringen Werkzeughdurchmessern sowie hohe Fügekräfte bei großen Dimensionen beschränken das Zielgebiet für die Werkzeugauslegung.

Für die Firma Schindler Fahrtreppen International GmbH wurden funktionsbedingte und versteifende Streben an die Ober- und Untergurte eines Fahrtreppen-Fachwerkes geclincht (Einzelblechdicken acht und vier Millimeter). Eine Festigkeitsberechnung sieht dafür zwei Clinchpunkte je Verbindungsstelle vor. Neben der guten Automatisierbarkeit des Prozesses und der hohen realisierbaren Fügegeschwindigkeit überzeugen vor allem die gegenüber dem konventionellen Fügen durch Schweißen erzielten Deformationsreduzierungen und die Einsparung von Vorarbeit und Zusatzmaterial.

Die neuen Tendenzen in der Clinchtechnologie, nicht nur festere Werkstoffe als bisher, sondern auch Blechdicken oberhalb der bekannten Grenzen zu fügen, sind ein Forschungsschwerpunkt zur mechanischen Füge-technik am Fraunhofer IWU. Das Dickblechclinchen, seine Potenziale und Einsatzgrenzen sowie die erforderliche Werkzeug- und Prozessgestaltung wurden bereits in mehreren Studien systematisch untersucht. Nächstes Ziel ist die Überführung des Verfahrens in die Serienreife.

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. (FH) Markus Israel

Telefon +49 351 4772-2426

markus.israel@iwu.fraunhofer.de



AKUSTISCHES VERHALTEN IM POWERTRAIN – MÖGLICHKEITEN DER VORHERSAGE

Der Powertrain bestimmt maßgeblich die Leistungsfähigkeit und Umweltauswirkungen eines Fahrzeugs. Forschungsarbeiten beschäftigen sich derzeit vor allem mit der Gewichtsreduktion des Antriebsstrangs und der Optimierung des Wirkungsgrades. Diese Veränderungen beeinflussen auch das akustische Verhalten.

Im Fokus der akustischen Betrachtung steht nicht nur das Schwingungsverhalten aller Komponenten und die damit verbundene Geräuschabstrahlung an die Umgebung des Fahrzeugs, sondern auch die für die Komfortanmutung wesentliche Einleitung von hör- und fühlbaren Schwingungen in den Fahrzeuginnenraum.

Derzeit wird der Schlüssel zur Vorhersage des akustischen Verhaltens in experimentell gestützten Verfahren zur Modellierung des Geräuschverhaltens von Fahrzeugen und Maschinen gesehen. Diese Verfahren nutzen die Ergebnisse von Messungen an Prototypen unter künstlicher oder betrieblicher Anregung zur Identifikation des komplexen Eingangs- und Übertragungsverhaltens, um ein mathematisches Modell zur Berechnung sowohl der wirkenden Anregungskräfte als auch der akustischen und schwingungstechnischen Wirkungen zu erstellen. Zu diesen Methoden zählen die Transfer Path Analysis (TPA) und die Operational Transfer Path Analysis (OPA). Mit dem Modell können die Beiträge verschiedener Quellen und Übertragungspfade zum Gesamtgeräusch bewertet werden. Das gesamte und unter Umständen durch konstruktive Maßnahmen zielgerichtet beeinflusste Geräuschverhalten lässt sich im Berechnungsmodell abbilden und hörbar machen, ohne dass dazu Modifikationen am Prototyp oder bestehenden Typen durchgeführt werden müssen.

Eine andere Möglichkeit zur Vorhersage des akustischen Verhaltens wird zukünftig die vollständige Modellierung und Berechnung der Geräuschentstehungskette sein.

Das Fraunhofer IWU hat in den zurückliegenden Jahren erheblich in den Ausbau der Infrastruktur zur Herstellung und Bewertung von Prototypen im Powertrain investiert. Im Ergebnis dieser Maßnahmen stehen heute folgende methodische Kompetenzen bei der Optimierung von Antriebssträngen zur Verfügung:

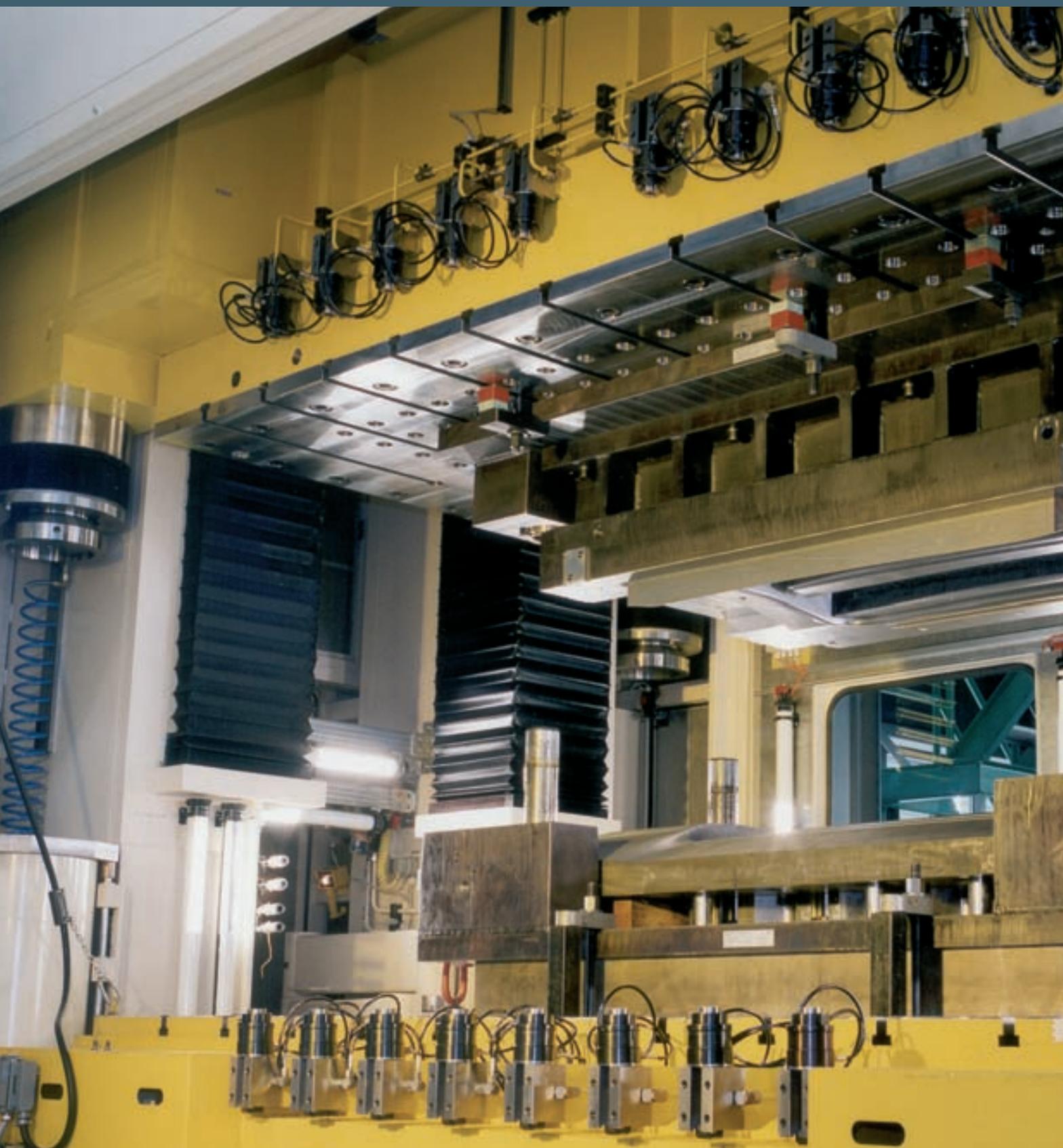
- Schall- und Schwingungsmesstechnik mit extrem hoher Kanalzahl zur Erfassung und Analyse stationärer und beschleunigter Betriebszustände
- Numerische Modellierung schwingungstechnischer und akustischer Berechnungsprobleme mit Mehrkörpersimulation (MKS), Finite-Elemente-Methode (FEM), statistischer Energieanalyse (SEA), Schallabstrahlung mit Boundary Element Method (BEM/WOAN)
- Model Updating (Verifizierung und Verbesserung von FE-Modellen anhand experimenteller Daten)
- Experimentelle Modalanalyse (EMA) und Betriebsschwingungsanalyse sowie Modalanalyse unter Betriebsbedingungen (OMA)
- Drehschwingungsanalyse
- Analyse der Schallübertragungspfade (Transfer Path Analysis – TPA) und Quellenbeiträge (Source Path Contributions – SPC)

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Martin Quickert

Telefon +49 351 4772-2338

martin.quickert@iwu.fraunhofer.de



PRODUKTIONSSYSTEME

Steigende Anforderungen an Produktivität, Fertigungsgenauigkeit, Flexibilität und Energieeffizienz sind nur einige Aspekte, die bei der Entwicklung neuer Produktionsanlagen berücksichtigt werden müssen. Das Fraunhofer IWU gestaltet Innovationen rund um die Werkzeugmaschine und deren Peripherie mit.

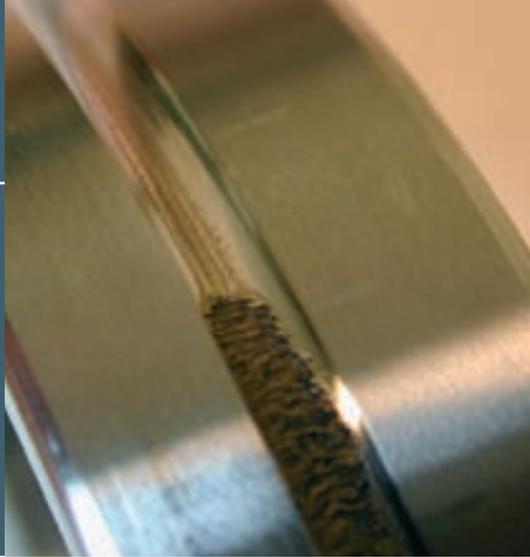
Die Reduzierung der Durchlaufzeiten und die Erhöhung der Fertigungsgenauigkeit sind für die kostengünstige Herstellung von Werkzeugen für die Blech- und Massivumformung von ebenso herausragender Bedeutung wie für die hochproduktive Massenfertigung von Teilen des Fahrzeugantriebsstrangs. Die Ermittlung und Umsetzung der daraus für die Werkzeugmaschinen und deren Hauptbaugruppen entstehenden Anforderungen wie höhere Beschleunigungen und Geschwindigkeiten der Vorschubachsen, Erhöhung der Drehzahl für die HSC-Bearbeitung sowie selbstoptimierende Genauigkeitsregelungen und Rekonfigurierbarkeit stellen zentrale Arbeitsschwerpunkte am Fraunhofer IWU dar.

Zur Erreichung einer hohen Dynamik kommt es vor allem auf geringe bewegte Massen an. Dieses Ziel wird sowohl durch neue Aufbauprinzipien der Maschinen als auch durch die konsequente Anwendung der Leichtbauweise – zum Beispiel durch Nutzung von Metallschäumen als Konstruktionswerkstoff für Baugruppen – erreicht. Schwerpunkte der Forschungsarbeiten sind neben der präventiven Eigenschaftsermittlung durch experimentelle Untersuchungen und FEM-Berechnung auch die Simulation des Bewegungs- und Kollisionsverhaltens von Maschinen, unter anderem mit Hilfe der Virtuellen Realität.

Genauigkeitsbeeinflussende Komponenten können in die Steuerung integriert werden. Das Fraunhofer IWU entwickelt Methoden und Werkzeuge zur systematischen Auslegung und Optimierung von Parallelkinematiken. Elektromechanische Antriebe zur Erzeugung der Haupt- und Vorschubbewegung sind Know-how-bestimmende Baugruppen von Werkzeugmaschinen. Die bedarfsgerechte Auslegung von Antrieben und Strukturen gewinnt unter ressourceneffizienten Gesichtspunkten immer mehr an Bedeutung. Dieser aktuelle Trend wird bei Umformmaschinen durch den Einsatz großer Servoantriebe als Hauptantriebe nachgewiesen.

Die Erhöhung der Fertigungsgenauigkeit und der Wegfall des Kühlschmiermitteleinsatzes bei der Trockenbearbeitung sind Entwicklungstrends, die der Thermoforschung eine große Bedeutung zukommen lassen. Eine thermisch robuste Maschinengestaltung und die Kompensation thermisch bedingter Verlagerungen an Werkzeugmaschinen sind die wichtigsten Aufgaben in diesem Bereich.

Die gemeinsam von Projektpartnern und dem Fraunhofer IWU entwickelte Tryout-Pressen verfügt über eine einzigartige Kombination aller Funktionalitäten, die derzeit für Tryout-Pressen eingesetzt werden.



Lagerschäden, zum Beispiel am Innenring eines Spindellagers, können messtechnisch zuverlässig detektiert werden.

ZUSTANDSÜBERWACHUNG AN WERKZEUGMASCHINEN

Von Werkzeugmaschinen wird eine hohe Verfügbarkeit erwartet. Ungeplante Störungen führen zu hohen Kosten für die Instandsetzung und durch Produktionsausfall. Aus diesem Grund verlangen die Betreiber der Maschinen von den Herstellern langjährige Verfügbarkeits- und Kostengarantien. Die Kaufentscheidung für eine Maschine bzw. Anlage wird heute neben den technischen Parametern und Investitionskosten zunehmend durch die Kosten für das Betreiben der Anlage bestimmt.

Die Instandhaltung ist ein wesentlicher Kostenfaktor und erfolgt heute nach wie vor hauptsächlich reaktiv, also als Folge von Ausfällen. Wartungspläne der Hersteller, die eine vorbeugende Instandhaltung nach Betriebsstunden vorschreiben, werden oft nicht konsequent umgesetzt. Ideal wäre eine zustandsabhängige, vorbeugende Instandhaltung der wichtigsten und kostenintensivsten Baugruppen einer Werkzeugmaschine. Damit lassen sich Reparaturzeiten in produktionsfreie Zeiträume verlagern und Ersatzteile können gezielt beschafft werden. Dies führt letztendlich zu einer Kosteneinsparung.

Am Fraunhofer IWU wurde im Rahmen des vom BMBF geförderten Projektes »Vorausschauende, zustandsabhängige Instandhaltung an Produktionsmaschinen (VIPRO)« ein Condition Monitoring System entwickelt, das die Überwachung der wichtigsten Baugruppen einer Werkzeugmaschine erlaubt. Maschinenhersteller und -betreiber sollten in die Lage versetzt werden, den Zustand von Maschinen anhand von Kennwerten zu verfolgen und die Restlebensdauer der überwachten Baugruppen vorauszusagen. Dazu wurden ausgewählte Maschinenbaugruppen unter maximaler Nutzung vorhandener Signale aus Steuerung und Antrieben sowie mit Hilfe von Sensoren überwacht, anschließend die Messdaten verdichtet und durch

intelligente Mess- und Auswertemethoden der Zusammenhang zwischen Sensordaten und Verschleißzustand der Maschine hergestellt. Die ermittelten Kennwerte sind über eine internetfähige Service-Plattform abrufbar und damit für unterschiedliche Nutzer (Bedienpersonal, Wartungszentrale, Maschinenhersteller) im Sinne der zustandsorientierten Instandhaltung verwendbar. Aufgrund der ermittelten Kennwerte können Wartungs- und Instandhaltungshinweise hinterlegt werden. Im Rahmen des Projektes wurden folgende Baugruppen betrachtet:

- Hauptspindeln (Lager, Werkzeugspannung, Drehdurchführung)
- Antriebe (KGT, Führung)
- Hydraulik (Pumpen, Ölzustand)
- Pneumatik (Ventile, Luftverbrauch)

Die Projektergebnisse konnten durch gezielte Baugruppenuntersuchungen an verschiedenen Prüfständen bei den Projektpartnern und gleichzeitige mehrjährige Messdatenerfassung an Produktionsmaschinen im Volkswagen Motorenwerk Chemnitz erreicht werden. Die erfolgversprechendsten Ergebnisse wurden an mehreren Produktionsmaschinen der Projektpartner umgesetzt. Sie dienen als Vorlage für die Nachrüstung vorhandener bzw. Ausrüstung neuer Maschinen.

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Jochen Fischer
Telefon +49 371 5397-1453
jochen.fischer@iwu.fraunhofer.de



AKTIV GEDÄMPFTE MOTORSPINDEL

Die technologischen Grenzparameter bei der Zerspaltung werden maßgeblich durch die dynamischen Eigenschaften des Systems Spindel-Werkzeug-Prozess bestimmt. Aufgrund ihrer unmittelbaren Nähe zur Bearbeitungsstelle wird die Spindel durch Prozesskräfte und Restunwuchten des Werkzeuges angeregt. Die auftretenden Schwingungen können so groß werden, dass sie sich auf der Werkstückoberfläche als störende Rattermarken abbilden, die erzielbare Bearbeitungsgenauigkeit reduzieren und den Werkzeugverschleiß erhöhen. Solche kritischen Systemzustände werden herkömmlich dadurch vermieden, dass die Bearbeitungsgeschwindigkeit reduziert wird oder je nach Bearbeitungsaufgabe zwischen mehreren Spindeln gewählt wird. Der Fertigungsaufwand erhöht sich.

Um dem entgegenzuwirken, wird eine Spindel benötigt, deren dynamisches Verhalten aktiv beeinflusst und damit stets optimal auf den jeweiligen Prozess abgestimmt werden kann. Es entfallen zeitaufwändige Spindelwechsel und die Bearbeitungsgeschwindigkeit kann wieder erhöht werden. Am Fraunhofer IWU wurde dafür eine neue Spindellager-Anordnung konzipiert, die sowohl zwei konventionelle Wälzlager als auch ein aktives magnetisches Lager enthält.

Die Spulen des Magnetlagers werden elektrisch bestromt. Das sich ausbildende magnetische Feld übt berührungslos eine Lagerkraft auf den Spindelrotor aus. Auf den Spindelrotor wirken zusätzlich auch Prozess- und Fliehkräfte, die den Rotor leicht verbiegen. Diese Durchbiegung wird mit einem hochauflösenden optischen Wegmesssystem in unmittelbarer Nähe des Magnetlagers gemessen, über einen geschlossenen Regelkreis mit Hilfe der aufgebrachten Magnetkraft weitestgehend kompensiert und somit ein ruhiger Lauf der Spindel ermöglicht. Mit ihrer neuen Lageranordnung soll die Spindel zum Beispiel sowohl bei der Grobbearbeitung von Stahl bei niedrigen Drehzahlen und hohen Drehmomenten als auch bei der Feinbearbeitung von Aluminium bei hohen Drehzahlen und kleinen Drehmomenten stabil und produktiv arbeiten und optimale Bearbeitungsergebnisse erzielen.

Die Spindel mit Magnetlager wurde gemeinsam mit den Industriepartnern EAAT GmbH Chemnitz und StarragHeckert AG Rorschacherberg (Schweiz) gebaut. Nach der Inbetriebnahme wird die Spindel zunächst wissenschaftlich untersucht und technologisch erprobt. Im Anschluss an die erfolgreiche Erprobung und weitere Optimierung der Lagerung kann die Spindel industriell umgesetzt werden und zum Beispiel im Werkzeug- und Formenbau Anwendung finden.

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Ralf Böttcher

Telefon +49 371 5397-1451

ralf.boettcher@iwu.fraunhofer.de



FLIESSFERTIGUNG FÜR ZIVILE GROSSFLUGZEUGE

In den nächsten 20 Jahren wird das Transportaufkommen im Luftverkehr rapide steigen. Nach Schätzungen von Airbus sollen in diesem Zeitraum rund 900 neue Flugzeuge allein an die deutschen Fluggesellschaften ausgeliefert werden. Um diesem Zukunftstrend gerecht zu werden, müssen die Flugzeughersteller die Art ihrer Fertigung grundlegend ändern. Unterstützung erhalten sie dabei von der Automobilindustrie.

So ist beispielsweise der Pkw-Karosseriebau im Bereich der Großserienfertigung durch einen zirka 80-prozentigen Automatisierungsgrad und eine getaktete Fließfertigung gekennzeichnet. Im Großflugzeugbau hingegen werden die einzelnen Baugruppen wegen ihrer Größe und Komplexität sowie aufgrund ihrer geringen Stückzahl vorwiegend in Nestfertigung in manueller Arbeitsweise montiert.

Seit Januar 2009 entwickelt eine sächsische Entwicklergemeinschaft bestehend aus sechs Industriepartnern und zwei Forschungsinstituten unter Führung der ThyssenKrupp Drauz Nothelfer GmbH neue Strategien für die Bearbeitung und Montage von Flugzeugbauteilen. Ziel aktueller Forschungen ist die Entwicklung von Konzepten zur Fließfertigung von Flugzeuggroßkomponenten bei gleichzeitiger Erhöhung des Automatisierungsgrades.

Die Herausforderungen des Projektes liegen zum Einen in den geometrischen Dimensionen und den Massen der zu fügenden Baugruppen und zum Anderen in der Kombination von Leichtbauwerkstoffen (kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff, Aluminium, Titan), die derzeit noch nicht mechanisiert gefügt werden.

Das Fraunhofer IWU arbeitet derzeit im Auftrag der ThyssenKrupp Drauz Nothelfer GmbH an der Entwicklung von Robotersystemen, die in geschlossenen Räumen Montageaufgaben übernehmen. Eine weitere Aufgabe wird sein, ein energieautarkes Transportsystem zu entwickeln, das für sehr große Baugruppen geeignet ist. Dieses Transportsystem wird nicht nur aufgrund der Gegebenheiten eine logistische Meisterleistung, sondern muss mit Vorrichtung und Bauteil die sehr hohen Massen prozesssicher aufnehmen. Die Vorrichtung zur Aufnahme der Baugruppe muss wiederum flexibel und adaptiv sein, das heißt auf Umwelteinflüsse wie zum Beispiel Temperaturschwankungen reagieren.

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Marko Pfeifer

Telefon +49 371 5397-1411

marko.pfeifer@iwu.fraunhofer.de

*Beispiel einer komplexen
Montageanlage zur Fertigung
elektrischer Schaltbaugruppen
auf Basis des VARIOMODUL®-
Systembaukastens*



LEISTUNGSKENNZAHLEN FLEXIBLER MONTAGEANLAGEN

Maschinen, Anlagen und Produktionssysteme werden in Aufbau und Funktion immer komplexer. Trotzdem erwarten die Nutzer von Produktionsanlagen eine hohe Verfügbarkeit dieser Anlagen. Die verbindliche Definition der Kenngröße Technische Verfügbarkeit hilft dabei sowohl dem Hersteller als auch dem Anwender, eine einheitliche Sichtweise hinsichtlich der Nutzbarkeit einer Anlage zu erreichen. Für viele der für die Serienfertigung ausgelegten Montageanlagen wird zunehmend die Kennzahl OEE (Overall Equipment Effectiveness) als Maß für die Produktivität genutzt. Sie berücksichtigt neben der Kenngröße Verfügbarkeit zusätzlich die Parameter Qualitätsgrad und Leistungsgrad. Somit lässt sich der Nutzeffekt einer Produktionsanlage besser als mit der Kennzahl Verfügbarkeit allein beschreiben, da der wirtschaftliche Effekt einer Anlage weniger über die Verfügbarkeit als vielmehr über die tatsächlich produzierte Menge pro Zeiteinheit ermittelt wird.

Für viele Produktionsanlagen besteht zunehmend die Forderung, den Herstellungsprozess von Produkten lückenlos rückverfolgen zu können (Traceability). Dazu müssen alle relevanten Herstellungsschritte, Prozessparameter und Umgebungsbedingungen für jedes gefertigte Einzelprodukt dokumentiert werden. Am Fraunhofer IWU wurde eine Lösung entwickelt, die Produktdaten über die Aufgabe der Rückverfolgung hinaus nutzt, um die Verfügbarkeit und die OEE von Montageanlagen zu ermitteln. Durch eine intelligente Auswertung der produktbezogenen Prozessdaten können Rückschlüsse auf den Zustand der Anlage und deren technologische Komponenten gezogen werden.

Auf Grund der anhaltenden Tendenz zu immer kleineren Losgrößen müssen Produktionsanlagen schnell und sicher auf neue Produkttypen umrüstbar sein. Für die Berechnung der

Kennzahl OEE bedeutet das eine Neuermittlung für jeden neuen Produkttyp, da Leistungsgrad, Qualitätsgrad und teilweise auch die Technische Verfügbarkeit produkttypabhängig sein können. Diese Tatsache lässt die Ermittlung der anlagenbezogenen Kennzahlen komplizierter erscheinen, als dies bei Anlagen für einen einzigen Produkttyp der Fall ist. Zur gezielten Bestimmung der Produktivitätskennzahlen müssen folgende Teilaufgaben umgesetzt werden:

- Bereitstellung eines flexiblen Datenmodells zur Abbildung der Produktionsanlage
- Definition eines generischen Produktdatenmodells
- Berechnungsansätze für die drei Faktoren der OEE

Die Bestimmung der OEE erfolgt heute nur für die komplette Montageanlage. Außer Acht bleibt die Betrachtung der einzelnen OEE-Faktoren für die technologischen Komponenten der Anlage. Diese aggregierte Aussage ist jedoch kaum als Entscheidungsgrundlage geeignet, um Optimierungsmaßnahmen am Produktionssystem vorzunehmen und so die Gesamtanlageneffektivität (OEE) zu erhöhen. Die am Fraunhofer IWU umgesetzte differenzierte Überwachung der OEE aller relevanten Anlagenkomponenten bietet die Möglichkeit, Instandhaltungs- und weitere Optimierungsmaßnahmen gezielt für diejenigen Teilanlagen zu veranlassen, welche die Produktivität der Gesamtanlage am günstigsten beeinflussen.

Ihr Ansprechpartner

Dr.-Ing. Dietmar Kreppenhofner
Telefon +49 371 5397-1771
kreppenhofner@iwu.fraunhofer.de



MECHATRONIK UND LEICHTBAU

Durch Mechatronik können Produktionssysteme entwickelt werden, die gleichzeitig flexibel und effizient sind. Besonders in Kombination mit Leichtbaukomponenten eröffnen sich neue Perspektiven. Generative Fertigungsverfahren erweitern die Gestaltungsspielräume bei Geometrie und Werkstoff.

Die Mechatronik ist ein interdisziplinäres Arbeitsgebiet von Maschinenbau, Elektrotechnik und Informatik. In Produktionssystemen werden Sensoren integriert, um den aktuellen Zustand von Prozess und Maschine zu erfassen. Die Daten werden mit Modellen in der Steuerung und Regelung abgeglichen, im Ergebnis stellen Aktoren den optimalen Betriebszustand ein. So ist auch bei wechselnden Prozess- und Umgebungsbedingungen eine hohe Effizienz gewährleistet. Voraussetzung dafür ist eine bis ins Detail abgestimmte Auslegung von mechanischen Bauteilen, Antrieben und der Ansteuer- und Regelungselektronik.

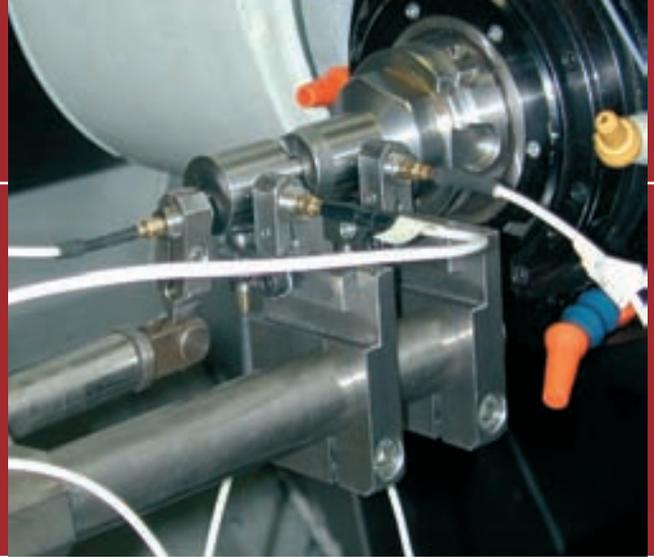
Der Leichtbau bietet ein enormes Potenzial für ressourceneffiziente mechatronische Systeme. Leichtbau bedeutet nicht nur ein geringeres Gewicht bewegter Baugruppen, sondern ist darüber hinaus ein Synonym für den optimalen, belastungsge-rechten Einsatz von Werkstoffen und Konstruktionsprinzipien. Dabei werden Bauweisen der Natur wie zelluläre Strukturen durch Metallschäume oder Verbundbauweisen wie Sandwichstrukturen und Faserverbünde für eine bionische Auslegung mechanischer Baugruppen nachempfunden. Generative Fertigungsverfahren wie das 3D-Laserstrahlschmelzen oder das 3D-Drucken eröffnen dabei neue Spielräume bei Geometrie, Werkstoff und Stückzahl.

Mit einer elektrodynamischen Multiaxial-Schwingprüfanlage können am Fraunhofer IWU in Dresden Road Simulation Tests an einem Gesamtfahrzeug durchgeführt werden.

Die Adaptronik greift die Systemmethodik der Mechatronik auf und zielt auf eine hohe Funktionsverdichtung durch eine Integration der Sensoren und Aktoren in die Werkstoffebene. Genutzt werden dazu Verbunde von so genannten Smart Materials wie beispielsweise Piezokeramik, Formgedächtnislegierungen oder aktiven Polymeren mit Konstruktionswerkstoffen wie Stahl, Aluminium oder Faserkunststoffverbänden. Ziel sind aktive Komponenten für Maschinen und Fahrzeuge, die Störungen wie Verformungen, Schwingungen oder Schallabstrahlung bereits am Ort ihrer Entstehung verhindern. Diese Maßnahmen sind wesentlich wirksamer als rein konstruktive Verbesserungen und, da sie nur zum Zeitpunkt und am Ort der Störung aktiv sind, erheblich energieeffizienter.

Forschungsschwerpunkte des Fraunhofer IWU zur Entwicklung ressourceneffizienter mechatronischer Systeme sind:

- domänenübergreifende, gekoppelte Simulation für den durchgängigen Entwurf mechatronischer Komponenten
- Entwicklung und prototypische Umsetzung von mechatronischen und adaptronischen Komponenten für den Maschinen- und Fahrzeugbau und die Medizintechnik
- Nutzung von Werkstoff- und Designpotenzialen für effizienten Leichtbau, insbesondere durch Metallschaum, Metall-Faserkunststoffverbunde und aktive Strukturbauteile mit integrierten Sensoren und Aktoren
- Einsatz generativer Verfahren zur Bauteilerstellung
- messtechnische Analyse bestehender Systeme, insbesondere auch der Schallabstrahlung, zur Schwachstellenidentifikation
- Umsetzung von Maßnahmen zur Minderung der Schallabstrahlung
- Gestaltung und Umsetzung von Hochleistungsaktoren auf der Basis von Piezokeramik und Formgedächtnislegierungen
- Entwicklung und Realisierung von Elektronik zur Datenerfassung sowie zur Energie- und Informationsübertragung



POSITIONSABHÄNGIGE KOMPENSATION THERMISCHER VERLAGERUNGEN

Thermische Belastungen dürfen keinen Einfluss auf die Genauigkeit von Werkzeugmaschinen haben. Untersuchungen an Bearbeitungszentren haben gezeigt, dass sich thermisch bedingte Verlagerungen, je nach Achsposition der einzelnen Maschinenbaugruppen untereinander, bei identischen thermischen Bedingungen verändern können. Beispielsweise kann sich der Fehler zur linken und rechten Endlage einer Maschinenachse infolge thermischer Aufwölbungen deutlich von dem in der Mittelstellung einer Baugruppe unterscheiden. Auch asymmetrische Bauteilgestaltungen bewirken veränderliche thermische Verlagerungen an unterschiedlichen Maschinenpositionen. Dies erfordert zwingend eine positionsabhängige Kompensation von thermischen Verlagerungen. Eine notwendige Voraussetzung ist die experimentelle Ermittlung dieser bei verschiedenen Betriebszuständen und veränderlichen Umgebungseinflüssen auftretenden Verlagerungen zwischen Werkzeug und Bauteil in Abhängigkeit von der Achsposition. In der Thermozone des Fraunhofer IWU können Maschinen bei definierten Umgebungsbedingungen in einem Temperaturbereich von 10 °C bis 40 °C untersucht werden. Ein umfangreiches Equipment für Temperatur- und Verlagerungsmessungen auf berührender und berührungsloser Basis ermöglicht komplexe Messungen.

Unter definierten Umgebungsbedingungen wurde das thermisch bedingte Verlagerungsverhalten an Bearbeitungszentren mittlerer Baugröße bei unterschiedlichen Spindel- und Achspositionen und definierten Belastungsregimes vermessen. Aus dem ermittelten Temperatur-Verlagerungsverhalten bei festgelegten Maschinenpositionen konnten anschließend positionsabhängige Gleichungssysteme für eine Kompensation abgeleitet werden.

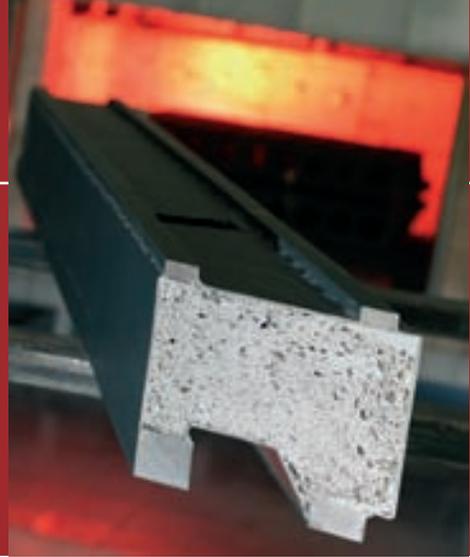
Während eine positionsunabhängige Kompensation durch mehrere Temperaturführungsgrößen wegen der Zeitkonstanten der einzelnen Maschinenbaugruppen im Minuten- bzw. Stundenbereich an sich nicht zeitkritisch ist, erfordert eine positionsabhängige Kompensation eine Berechnung und Verarbeitung der Korrekturwerte in der Zykluszeit der Steuerung.

An einem Fräsbearbeitungszentrum konnten mit der positionsabhängigen Kompensation die thermisch bedingten Verlagerungen über den gesamten Arbeitsbereich bei gleichen Lastbedingungen positionsabhängig um nochmals bis zu 40 Prozent gegenüber der positionsunabhängigen Kompensation verringert werden.

Hohe Genauigkeitsanforderungen bei guter Langzeitstabilität von Werkzeugmaschinen lassen sich mit einer qualifizierten Kompensation des Temperatur-/Verlagerungsverhaltens sichern. Bisherige Lösungen basieren auf einer Vermessung des Verlagerungsverhaltens zwischen Tischmitte und Mitte der Spindelposition. Bei mittleren und größeren Bearbeitungszentren, insbesondere auch in Portalbauweise, bietet eine zusätzliche positionsabhängige thermische Kompensation eine optimale Anpassung an den Maschinenaufbau und damit eine optimierte Kompensation über den gesamten Arbeitsbereich.

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Phys. Klaus Schädlich
Telefon +49 371 5397-1116
klaus.schaedlich@iwu.fraunhofer.de



MASCHINENBAUGRUPPEN IN METALLSCHAUMBAUWEISE

Wir wissen es aus eigener Erfahrung: »Schweres Gepäck bremst«! Bewegte Maschinenbaugruppen unterliegen den gleichen Gesetzmäßigkeiten. Je mehr Masse zu beschleunigen ist, desto mehr Energie wird benötigt. Richtungswechsel bewegter Massen erfordern entsprechend hohe Beschleunigungsenergien. Mit konsequentem Leichtbau und einer damit verbundenen Gewichtsreduktion kann eine höhere Dynamik von Baugruppen erwirkt werden. Leichtbau lässt sich auf verschiedenen Wegen erreichen. Effektiv ist eine Kombination von Struktur- und Stoffleichtbau. Ersterer lässt sich zum Beispiel durch Sandwiches realisieren. Beim Stoffleichtbau setzt man hingegen auf den Einsatz von Materialien mit niedriger Dichte, beispielsweise Aluminiumschäume.

Sandwiches mit einem Aluminiumschaumkern niedriger Dichte in Kombination mit biegesteifen und hochfesten Stahldecklagen stellen die geradlinigste Umsetzung beider Leichtbauweisen in Kombination dar. Gegenüber masseäquivalenten Stahlblechen besitzen solche Sandwiches meist eine bis 40fache Biegesteifigkeit aufgrund ihres hohen Flächenträgheitsmoments und sind somit prädestiniert für Leichtbauanwendungen.

Die zellulare Struktur des Aluminiumschaums erlaubt auch die Ableitung und den Abbau von Schwingungsenergie. Der Schaum ist so für die passive Dämpfung wie geschaffen. Mit Aluminiumschaum hinterfüllte Stahlkonstruktionen helfen, Schwingungen in Maschinenbaugruppen besser zu dämpfen oder aber das Eigenschwingungsverhalten zu beeinflussen. Eine geschickte Auslegung bewegter Maschinenbaugruppen unter Einsatz von Aluminiumschaumhalbeugen trägt dazu bei, die Dynamik und Qualität der maschinellen Bearbeitung zu verbessern.

Im Metallschaumzentrum des Fraunhofer IWU konnten in den letzten Jahren nicht nur Sicherheit und Erfahrung bei der Auslegung und Vorhersage von Baugruppeneigenschaften gesammelt, sondern auch zahlreiche Maschinenbaugruppen prototypisch wie auch in größerer Stückzahl gefertigt werden. Stellvertretend für alle bereits gefertigten Baugruppen steht der Universalschlitten einer Hochleistungs-Fräsmaschine für den Werkzeug- und Formenbau. Die Maschine entstand in einer Kooperation der Schweizer Firma Mikron Agie Charmilles AG und der NILES-SIMMONS Industrieanlagen GmbH. Der Maschinenschlitten ist überwiegend aus zugeschnittenen Aluminiumschaum-Sandwiches mit stark unterschiedlichen Deckblechdicken aufgebaut, die durch Schweißen zur Baugruppe gefügt wurden. Mit diesem individuellen Schichtaufbau konnten die spezifischen Belastungsanforderungen sehr gut erfüllt werden. Gegenüber einer reinen Stahlkonstruktion ist der Sandwich-Schlitten zirka 30 Prozent leichter, so dass sich auch die dynamische Steifigkeit und insbesondere die Dämpfung verbessern. Dies wiederum führt unter anderem zu einem sehr guten dynamischen Verhalten mit optimaler Genauigkeit und Oberflächengüte am Werkstück.

Mit diesem Projekt wurde der Werkstoff Aluminiumschaum erstmals erfolgreich und nutzbringend in einer Serienanwendung im Bereich Werkzeugmaschinenbau eingesetzt.

Ihr Ansprechpartner

Dr.-Ing. Thomas Hipke
Telefon +49 371 5397-1496
thomas.hipke@iwu.fraunhofer.de



UMGEFORMTE UND LASERGESCHWEISSTE MAGNESIUM-TAILORED-BLANKS

Die Verringerung des Energieverbrauchs und der Emission ist eine Kernaufgabe für die Entwicklung mobiler Produkte. Demzufolge wird zum Beispiel bei der Entwicklung neuer Automobilmobile das Karosseriegewicht ständig verringert. Ein großes Potenzial dafür bietet der Einsatz von Magnesium-Tailored-Blanks, auch wenn der Einsatz von Magnesiumfeinblechen bisher nur zögerlich erfolgt. Im Rahmen der Forschungsarbeiten der »Technologieplattform zum Einsatz von Magnesium-Knetlegierungen für den Fahrzeugbau im Produktlebenszyklus (TeMaK)« haben die Hauptfertigungsverfahren Umformen und Fügen eine zentrale Bedeutung.

In Zusammenarbeit mit mehreren regionalen Firmen wurde das Potenzial verschiedener Füge-technologien für die Herstellung von Magnesiumstrukturen untersucht. Dabei sollte geklärt werden, ob die Füge-technologien zur Verarbeitung verschiedenartig umgeformter Teile geeignet sind und ob die Schweißverbindungen die Herstellung von Tailored-Blanks ermöglichen. Als Füge-technologien wurden thermische Verfahren (Strahl-, Lichtbogen-, Plasma- und Pressschweißverfahren) und nichtthermische Verfahren (matrizenloses Clinchen und Impulsfügen) ausgewählt. Dabei zeigte sich, dass das Laserschweißen sowohl für die Herstellung der Rahmenstruktur als auch für die Herstellung der Tailored-Blanks aus fertigungstechnischer Sicht eine herausragende Bedeutung besitzt.

Für die Untersuchungen stand eine Laserbearbeitungszelle zur Verfügung, deren Kernkomponente ein diodengepumpter Scheibenlaser TruDisk 6002 der Firma Trumpf Laser GmbH ist. Neben verschiedenen Schweißoptiken enthält diese Bearbeitungszelle auch eine vollständige Ausrüstung zum Laserhybridschweißen sowie Lichtbogen- und Plasmaschweißen.

Im Projekt wurden das Laserschweißen (ohne und mit Zusatzwerkstoff), das Laserhybridschweißen und das MIG-Schweißen für die Herstellung von Stumpfstoßen und Überlappstoßen (Kehl- und I-Nähte) verglichen. Neben Prozessanalysen, beispielsweise der Auswertung von Hochgeschwindigkeitsaufnahmen zur Analyse der Prozessstabilität und Spritzerbildung sowie des Tropfenübergangs, wurde auch die maximale Spaltüberbrückbarkeit ermittelt. Geprüft wurden ebenso die erzielbare innere und äußere Nahtqualität und die Verbindungseigenschaften (quasistatische und Schwingfestigkeit). Von besonderer Bedeutung waren Untersuchungen zum Einfluss verschiedener Umformgrade umgeformter Magnesiumbleche auf das Schweißergebnis sowie die Betrachtungen zur Energiebilanz der einzelnen Verfahren in Verbindung mit der jeweiligen Fügeaufgabe.

Das Laserschweißen wurde unter anderem zur Herstellung von Magnesium-Tailored-Blanks eingesetzt. Das Innen- und Außen-teil einer aus Magnesium gefertigten Automobiltür (Demonstrator) wird mit lasergeschweißten Magnesium-Tailored-Blanks gefertigt. Es konnte nachgewiesen werden, dass mit dem Laserschweißen reproduzierbare Schweißnähte in hoher Qualität bei großer Schweißgeschwindigkeit fertigbar sind. Die Schweißnähte der Magnesium-Tailored-Blanks schränkten die bisher untersuchten Umformprozesse nicht ein.

Ihr Ansprechpartner:

PD Dr.-Ing. habil. Frank Riedel
Telefon: +49 371 5397-1300
frank.riedel@iwu.fraunhofer.de



PROTHESEN – VON DER BIOMECHANIK ZUM ADAPTIVEN IMPLANTAT

Bei der Weiterentwicklung und Optimierung medizinischer Implantate spielt die realitätsnahe Simulation der biomechanischen Eigenschaften von Knochen und Implantaten eine wesentliche Rolle. In der Knochenchirurgie werden aus Computer-Tomographie-(CT)-Daten realitätsnahe Knochenmodelle generiert und experimentell untersucht. Die Messergebnisse sind wesentlich von der Messmethode und der eingesetzten Technik abhängig. Da vorwiegend biologische Materialien untersucht werden, steht aufgrund von Austrocknungs- und Zersetzungprozessen für Messungen nur eine begrenzte Zeit zur Verfügung.

Am Fraunhofer IWU wurde eine zeit- und aufwandsoptimierte Messmethode entwickelt, die zur Untersuchung biologischer Materialien geeignet ist. Der Einsatz eines 3D-Laservibrometers zur Bestimmung der modalen Parameter eines Beckenknochens ermöglichte erstmals die Messung der räumlichen Schwingungsformen in bisher nicht gekannter Genauigkeit und Auflösung. Die Prozesskette zur Durchführung einer experimentellen Modalanalyse ist zum Beispiel auch für die Analyse von Kieferknochen oder der Wirbelsäule einsetzbar.

Realitätsnahe Knochenmodelle werden den Mediziner zukünftig bei der Planung und Konfiguration künstlicher Gelenke unterstützen. Der Chirurg erhält anhand des Simulationsmodells die Möglichkeit, verschiedene Implantatkomponenten quantitativ zu bewerten und die Auswahl hinsichtlich einer festen Verankerung im knöchernen Umfeld zu optimieren.

Implantate sind heute in Festigkeit und Steifigkeit dem menschlichen Knochen überlegen. Dies führt über die Implantatlebensdauer zu erhöhten Spannungen an der Kontaktstelle und letztendlich zur Lockerung des Implantats und macht eine

Revisionsoperation erforderlich. Durch den Einsatz generativer Herstellungsverfahren wie dem Laserstrahlschmelzen zur individuellen, patientenspezifischen Implantatfertigung mit belastungsabhängig gradierter Struktur und durch die Herstellung von Metallschäumen mit einstellbarer Dichte lassen sich Festigkeit und Steifigkeit der so gefertigten Implantate an die des angrenzenden Knochens anpassen.

Beim Laserstrahlschmelzen werden biokompatible, metallische Werkstoffe direkt aus den 3D-CAD- oder CT-Daten sehr schnell schichtweise durch selektives, vollständiges Aufschmelzen von Pulvermaterial zu Implantaten oder anderen Objekten nahezu beliebiger Komplexität verarbeitet. So lassen sich bionische, topologieoptimierte und mit dem neu entwickelten numerischen Simulationsmodell optimierte Implantatstrukturen praktisch ohne geometrische oder fertigungstechnische Beschränkungen herstellen.

Weitere Arbeiten am Fraunhofer IWU beschäftigen sich mit den Integrationsmöglichkeiten intelligenter Werkstoffe wie Formgedächtnislegierungen (FGL) in Implantatkomponenten, wodurch diese mit adaptiven Eigenschaften versehen und anpassbar gemacht werden können. Dies ist ein weiterer Lösungsansatz, um dem Lockerungsproblem entgegenzuwirken und somit die Notwendigkeit von Revisionsoperationen zu verringern oder gänzlich zu eliminieren.

Ihr Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Martin Quickert

Telefon: +49 351 4772-2338

martin.quickert@iwu.fraunhofer.de

KERNKOMPETENZEN



PRÄZISION IN MIKRO UND MAKRO

Neue Entwicklungen in der Zerspanungstechnik fokussieren – auch im Hinblick auf eine ressourcenschonende Fertigung – auf die Optimierung von Zerspanungstechnologien und Prozessketten, den Einsatz von Leichtbauwerkstoffen oder die konstruktive Veränderung von Bauteilen.

Die Forderung nach ressourcenschonender Fertigung betrifft auch die Zerspanung. So ist hier beispielsweise die Kühlschmiermittelnutzung und -aufbereitung mit einem hohen Energieeinsatz verbunden und Material in Form von Spänen fällt als Abfall an. Logische Konsequenzen daraus sind die Erhöhung der Energieeffizienz durch Übergang auf die durchgängige Trockenbearbeitung und eine Verbesserung der Materialeffizienz durch weitgehenden Einsatz von Near-Net-Shape-Prozessen in Kombination mit Feinbearbeitungsverfahren.

Im Fokus der Forschungsarbeiten am Fraunhofer IWU steht die Entwicklung und Optimierung innovativer Zerspanungstechnologien und Prozessketten sowohl für den Werkzeug- und Formenbau als auch für Powertrainkomponenten. Die Durchführung von Fertigungsanalysen sowie Machbarkeitsstudien, die technologische Spezifikation und Dimensionierung von Fertigungseinrichtungen, die Erprobung von Bearbeitungsstrategien, neuen Werkzeugen und Werkstoffen sowie die Fertigung von Prototypen und Kleinserien sind dabei wesentliche Arbeitsschwerpunkte.

Die energie- und ressourceneffiziente Herstellung von Bauteilen des Antriebsstrangs ist unter anderem ein Zukunftsthema der Fraunhofer-Gesellschaft. Das Fraunhofer IWU fokussiert hier sowohl auf die konstruktive Veränderung von Bauteilen als auch auf die Untersuchung und Weiterentwicklung von Verfahren, die zur Herstellung tribologisch optimaler Funktionsflächen geeignet sind. Dazu gehören unter anderem das Laserstrukturieren, die elektrochemische Bearbeitung sowie das Band- und Steinfinishen. Die Gestaltung und Bewertung der tribologischen Wirksamkeit und Beständigkeit solcher Oberflächen ist in diesem Zusammenhang eine wesentliche Aufgabe.

Eine weitere Möglichkeit zur Energieeinsparung beim Betreiben von Bauteilen ist der Leichtbau. Am Fraunhofer IWU werden zum Teil hochfeste Leichtbauwerkstoffe wie Titan, Inconel und TZM (Titan-Zirkon-Molybdän) sowie Werkstoffverbunde und Verbundwerkstoffe untersucht.

Die Höchstpräzisionsbearbeitung zielt auf die Entwicklung von Verfahren und Technologien einschließlich der erforderlichen Betriebsmittel zur prozesssicheren Fertigung von Bauteilen und Strukturen mit höchster Präzision und teilweise kleinen Abmessungen. Das Arbeitsgebiet Mikro- und Oberflächentechnik ergänzt das Portfolio insbesondere für medizinische und optische Anwendungen mit speziellen Verfahren wie zum Beispiel dem Heißprägen von Metallen, Gläsern und Kunststoffen oder der Hochgeschwindigkeitsumformung und elektrochemischen Bearbeitung.

Unverzichtbar für sichere und wirtschaftliche Prozesse sind die Prozessüberwachung bzw. die Integration von Messverfahren in die Werkzeugmaschine oder auch die Entwicklung von Messstationen.

Eine am Fraunhofer IWU entwickelte Leichtbau-Kurbelwelle erhält den letzten Schliff.



SIMULATION UND BEARBEITUNG HARTSTOFFHALTIGER SCHICHTEN

Umformwerkzeuge sind bei der Verarbeitung hochfester Werkstoffe einer starken thermischen und mechanischen Beanspruchung unterworfen, müssen aber auch einen prozesssicheren Fertigungsablauf und hohe Standmengen garantieren. Während die Massiveigenschaften eines Werkzeugs im Wesentlichen seine Festigkeiten bestimmen, sind es die Grenzflächeneigenschaften der Werkzeugoberfläche, von der die Verschleißfestigkeit und somit die Leistungsfähigkeit abhängt.

Hartmetallschichten bieten eine optimale Kombination von Festigkeit und Verschleißbeständigkeit. Je nach Beanspruchung kommen sowohl Dünn- als auch Dickschichten zum Einsatz. Als mögliche Anwendungsgebiete können die Warm- und Kaltmassivumformung sowie Motoren- und Getriebekomponenten spezifiziert werden. Ein weiteres Entwicklungsziel der Umformtechnik ist die Optimierung der Beschichtung, um eine schmiermittelfreie Fertigung bei wirtschaftlich vertretbaren Standmengen zu ermöglichen. Schichtsysteme zur Reibungsreduzierung in Motorenkomponenten können auch einen großen Beitrag zur Ressourcenschonung und Minimierung der CO₂-Emission leisten.

Für eine zielgerichtete Oberflächenoptimierung sind das Verständnis des Schicht-Substrat-Verhaltens und der in der Wirkzone ablaufenden Prozesse von Bedeutung. Dazu sind auch numerische Simulationen zur Bewertung des Schicht-Substrat-Verhaltens erforderlich. Am Fraunhofer IWU wurden numerische Simulationsmodelle zum thermischen und mechanischen Verbundverhalten beschichteter Werkzeuge und Bauteile entwickelt und erprobt. Die Ergebnisse der Simulationsrechnungen wurden mit Resultaten experimenteller Schichtprüfungen verglichen und die Modelle weiter präzisiert. Aktuelle Arbeiten beschäftigen sich mit der Integration des Versagensverhaltens von Schicht-Substrat-Systemen in die Berechnungsmodelle. Auf

Basis dieser Arbeiten können den Anwendern Simulationsmodelle und Gestaltungsrichtlinien zur material- und beanspruchungsgerechten Auslegung beschichteter Umformwerkzeuge und Bauteile zur Verfügung gestellt werden.

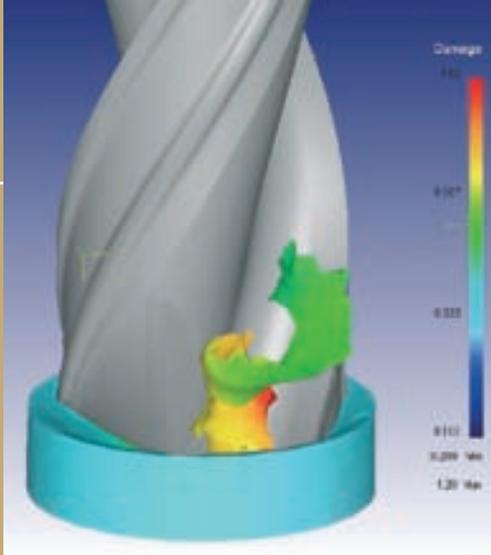
Die Anwendung thermisch gespritzter Dickschichten auf Umformwerkzeugen erfordert wirtschaftliche und flexible Fräsbearbeitungsstrategien. Derzeit können diese beschichteten Formen durch Schleifen oder Funkenerosion bearbeitet werden. Beide Prozesse sind kostenintensiv und haben ökologische, technologische und physikalische Nachteile. Die beim Fräsen eingesetzten Werkzeuge sind extremen Belastungen ausgesetzt. Die Schneidstoffe müssen enormen Wechselbeanspruchungen hinsichtlich auftretender thermischer und dynamischer Belastungen gewachsen sein. Mit den superharten Schneidstoffen CBN, PKD und CVD-Dickschichtdiamant wurden Grundlagenuntersuchungen durchgeführt und optimale Prozessparameter ermittelt. Neben dem wirtschaftlichen Aspekt waren Oberflächenqualität, Bearbeitungskräfte und Verschleißform der Werkzeuge Hauptbestandteile der Untersuchungen. Spezielle Schneidkantengestaltungen in Makro- und Mikroform konnten die erzielten Standwege und die Prozesssicherheit signifikant steigern. Unterschiedliche Kühlschmiermittelstrategien wurden systematisch bewertet. Im direkten Kostenvergleich zur Schleif- und Erodierbearbeitung kann durch Fräsen ein Einsparpotenzial von 20 bis 50 Prozent erschlossen werden. Erste prototypische Anwendungen haben den Praxistest bestanden. In Feldversuchen wird das vorhandene Potenzial mit den Industriepartnern erschlossen.

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Carsten Hochmuth

Telefon +49 371 5397-1811

carsten.hochmuth@iwu.fraunhofer.de



GRÖSSENEFFEKTE BEI DER SPANENDEN MIKROBEARBEITUNG

Mit der zunehmenden Miniaturisierung von Bauteilen wächst die Bedeutung der spanenden Mikrobearbeitung. Diese zeichnet sich im Vergleich zu anderen Mikrobearbeitungsverfahren durch eine hohe Abtragrates und gute Geometriegenauigkeit aus. Die Vorgänge bei der spanenden Mikrofertigung lassen sich aber nicht durch bloße Skalierung aus der konventionellen Makrobearbeitung ableiten. Vielmehr kommt es durch den zunehmenden Einfluss von gefügebedingten Inhomogenitäten des Werkstoffes zu so genannten Größeneffekten. Diese wiederum haben Auswirkungen auf die spezifischen Schnittkräfte sowie die Span- und Gratbildung.

Im Unterschied zur Makrobearbeitung sind für Mikrobohrungen kaum Entgratwerkzeuge verfügbar. Ein manuelles Entgraten ist auf Grund der Größenverhältnisse nur schwer realisierbar, deshalb ist die Gratminimierung während der Bohrungsherstellung noch wichtiger als beim konventionellen Bohren. Am Fraunhofer IWU werden Grundlagenuntersuchungen durchgeführt, um die bisher noch sehr unvollständigen Kenntnisse der Zusammenhänge zwischen Werkzeug, Werkstoff und Prozesskenngrößen beim Mikrobohren zu erweitern. Untersuchungen zur Bohrgratbildung umfassten erstmalig einen Größenordnungsbereich für den Bohrungsdurchmesser zwischen 0,1 und 14 Millimeter. Dazu wurden Versuchseinrichtungen entwickelt, die sowohl die optische in-situ-Beobachtung der Gratbildung beim Bohreraustritt mit Hilfe einer Hochgeschwindigkeitskamera als auch Kraftmessungen ermöglichen. Eine Thermovisionskamera diente zur Aufzeichnung der Temperaturverteilung während der Bohrgratbildung. Zur Herstellung restspannungsfreier, polierter Bohreraustrittsflächen an den Proben und zur Erzeugung definierter Schneidkanten geometrien wurden entsprechende Präparationstechniken entwickelt.

Wie beim konventionellen Bohren kann der Austrittsgrat in verschiedene Grattypen unterschieden werden. Mit abnehmendem Bohrdurchmesser kam es zu Veränderungen bei der Gratbildung. Die relative Grathöhe nahm mit abnehmendem Bohrerdurchmesser im gesamten betrachteten Durchmesserbereich exponentiell zu und wies dabei eine hohe Analogie zum Verlauf der spezifischen Schnittenergie auf. Bestimmend für den sich ausbildenden Grattyp war, sowohl im makroskopischen als auch im mikroskopischen Bereich, das Verhältnis von Schneidvorschub zum Radius der Schneidkantenrundung.

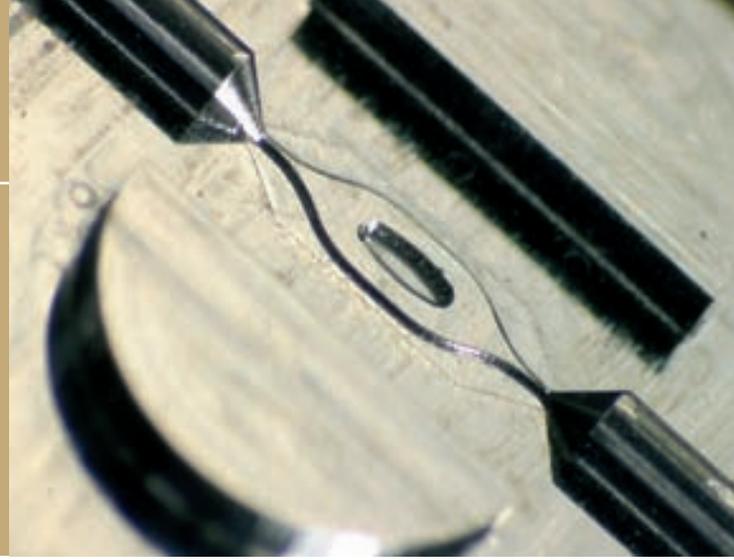
Hochgeschwindigkeitsaufnahmen der Werkstoffverformung während der Gratbildung ergaben deutliche Unterschiede der Gratenstehung beim Bohreraustritt. Simulationsberechnungen mit der Finiten-Elemente-Methode (FEM) zeigten, dass vor dem Durchbruch der Bohrerschneiden der Zerspanvorgang zunehmend durch eine plastische Verdrängung des Werkstückmaterials abgelöst wird. Dadurch werden Art und Größe des entstehenden Grates bestimmt. Maßgebend ist dafür neben den Materialeigenschaften die Schneidengeometrie, vor allem das Verhältnis von Schneidkantenradius zu Vorschub. Zur Minimierung des Grates müssen deshalb sowohl die Prozessparameter als auch die Schneidkantengestaltung betrachtet werden.

Ihr Ansprechpartner

Dr.-Ing. Gerhard Schmidt

Telefon +49 371 5397-1856

gerhard.schmidt@iwu.fraunhofer.de



FRÄSBEARBEITUNGSSTRATEGIEN FÜR MIKROSTRUKTURWERKZEUGE AUS STAHL

Steigende Anforderungen hinsichtlich Oberflächenqualität und Genauigkeit prägen zunehmend die Mikrobearbeitung im Bereich des Werkzeug- und Formenbaus sowie bei der Prototypenfertigung. Zur Gewährleistung der Verschleißbeständigkeit dieser Bauteile sind darüber hinaus hochfeste bzw. hochwärmefeste Werkstoffe erforderlich. Die Berücksichtigung dieser Anforderungen bei der spanenden Bearbeitung von Mikrostrukturwerkzeugen sollte deshalb bereits im Rahmen der CAM-basierten NC-Programmierung erfolgen. Im Rahmen von Untersuchungen wurde der Einfluss von Frässtrategien auf Oberflächenqualität und Genauigkeit an mikrostrukturierten Bauteilen ermittelt.

In Anlehnung an das Anforderungsbild an hochbelastbare Mikrostrukturwerkzeuge wurde eine repräsentative Mikrogeometrie ausgewählt. Dabei handelte es sich um ein Prägewerkzeug für eine medizintechnische Anwendung aus legiertem Kaltarbeitsstahl. Zur Ermittlung einer optimierten Prozessführung wurden verschiedene CAM-basierte Frässtrategien wie Tastfräsen oder Höhenlinienfräsen gegenübergestellt und durchgängig für die komplette Schrupp- und Schlichtbearbeitung des Testwerkstückes genutzt. Besonderes Augenmerk lag dabei auf dem Einfluss der Frässtrategien hinsichtlich Maßhaltigkeit, Formtreue und Oberflächenqualität der komplexen Strukturen, auch unter Berücksichtigung der Maschinenparameter, des Materialabtrags, des Werkzeugverschleißes und der Werkzeugabdrängung sowie der Schnittkräfte. Die Bearbeitungsstrategien wirkten sich unterschiedlich auf die verschiedenen Geometriedetails aus. Bei der spanenden Bearbeitung von Mikrostrukturwerkzeugen ist die Anwendung geometriespezifischer Bearbeitungsstrategien erforderlich, das heißt unterschiedlichen Gruppen von Formelementen sind verschiedene Frässtrategien in der Vor- und Finishbearbeitung zuzuordnen.

Für das zu fertigende komplexe Prägewerkzeug wurde eine Bearbeitungsstrategie entwickelt, die auf unterschiedlichen geometriespezifischen Frässtrategien basiert. Die Untersuchungsergebnisse zeigten, dass die Mikrofräsbearbeitung auch in hochfesten Werkstoffen für den Werkzeug- und Formenbau prozesssicher, reproduzierbar und hochpräzise eingesetzt werden kann. Einzelne Frässtrategien wirken sich bei verschiedenen Geometrieklassen der Mikrostrukturen unterschiedlich aus. Auch die Oberflächenqualität und die Strukturgenauigkeit verhalten sich scheinbar gegenläufig. Keine der getesteten Strategien kann als optimal für eine komplexe 3D-Mikrobearbeitung angesehen werden. Vielmehr ist eine kombinierte Strategie für eine anforderungsgerechte Bearbeitung erforderlich.

Künftig werden diese Untersuchungen für weitere im Formenbau relevante Strukturgeometrien ausgeweitet. Des Weiteren besteht Forschungsbedarf in der Erarbeitung von Mikrofrässtrategien für die simultane 5-Achsbearbeitung. Auch der Einsatz alternativer, neu entwickelter Werkstoffe für Mikrospritzguss- und Mikroheißprägewerkzeuge verlangt eine ständige Weiterentwicklung der Prozessführung.

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Udo Eckert

Telefon +49 371 5397-1932

udo.eckert@iwu.fraunhofer.de



LASERMIKROBEARBEITUNG VON KERAMIK

Die kostengünstige Herstellung von Komponenten für die Mikrofluidtechnik, insbesondere für Anwendungen in der Medizintechnik, stellt hohe Anforderungen an die Fertigung. Durch Reproduktionsverfahren wie zum Beispiel Mikroheißprägen können solche Mikrostrukturen effektiv hergestellt werden. Die Prägewerkzeuge müssen je nach Anforderung sehr feine Strukturen mit Abmessungen unter 50 Mikrometer und hohe Festigkeiten aufweisen. Mit spanenden oder anderen bekannten abtragenden Mikrofertigungsverfahren ist dies kaum möglich. Als Alternative bietet die Laserbearbeitung gegenüber anderen Fertigungsverfahren den Vorteil, dass unterschiedliche Werkstoffe unabhängig von ihrer Härte, Zähigkeit und elektrischen Leitfähigkeit bearbeitet werden können. Durch die gute Fokussierbarkeit des Laserstrahls auf einen geometrisch kleinen Arbeitspunkt können sehr feine Strukturen erzeugt werden.

Der definierte Materialabtrag durch einen Laser setzt die Untersuchung und Klassifizierung der Abtragsraten für unterschiedliche Materialien und Laserparameter voraus. Ein am Fraunhofer IWU erstellter technologischer Katalog hilft bei der materialbezogenen Bearbeitung definierter Strukturen, die durch einen geführten Laserstrahl herausgearbeitet werden. Je nach Laserquelle und Laseroptik lassen sich Strukturen mit Abmessungen von wenigen Mikrometern herstellen. Das Bearbeitungsergebnis wird stark durch die mechanischen und physikalischen Werkstoffparameter sowie durch die Prozessparameter Leistung, Frequenz, Pulsüberlappung und Prozessatmosphäre beeinflusst.

Im Rahmen eines vom BMWi geförderten Kooperationsprojekts wurde die Lasermikrostrukturierung für den Mikrowerkzeug- und Formenbau weiterentwickelt. Ein Arbeitsschwerpunkt war die Erzeugung von Mikrostrukturen mit hohen Aspektverhältnissen in schwer zerspanbaren hochfesten und

keramischen Werkstoffen. Zum Einsatz kam ein frequenzverdoppelter Nd:YAG-Scheibenlaser; eine Messtechnik lieferte genaue Aussagen über Lage und Ausrichtung des Werkstücks. Dadurch konnten in verschiedenen technischen Werkstoffen Mikrostrukturen mit Abmessungen im Bereich von 10 bis 50 Mikrometer eingebracht werden. Die Ergebnisse wurden genutzt, um Werkzeuge aus Siliziumcarbid für das Heißprägen von Mikrofluidsystemen für die Medizintechnik herzustellen. Dazu wurde die benötigte Fluidstruktur mit definierten Mikrostrukturen als Negativ durch Laserabtrag in die Oberfläche des Prägestempels eingebracht. Erste Abformversuche der so hergestellten Werkzeuge in Kunststoffe und anorganischem Glas zeigten sehr gute Ergebnisse und hohe Strukturqualitäten.

Die Lasermikrostrukturierung ermöglicht jedoch nicht nur eine Bearbeitung von Werkzeugen für umformende Verfahren. Der Laser kann auch zum Polieren bzw. Einbringen definierter Rauheitswerte in Oberflächen für die Mikro- und Makrofertigung genutzt werden. Weiterhin konnten durch die gezielte Beeinflussung der Oberflächenstruktur von Prägewerkzeugen unter anderem Haftungseffekte während des Entformvorgangs reduziert werden. Weitere Untersuchungen zum Einsatz der Lasermaterialbearbeitung beschäftigen sich mit der Erzeugung definierter Mikrostrukturen zur Beeinflussung von Reibungseffekten an Oberflächen. Dabei dienen die mit dem Laser eingebrachten Strukturen unter anderem als Schmierstoffreservoir und zur Aufnahme von Schmutzpartikeln.

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Stefan Groß

Telefon +49 371 5397-1973

stefan.gross@iwu.fraunhofer.de



EREIGNISSE 2008



1 Effektive Fertigungsstrategien für den Werkzeug- und Formenbau

Die Werkzeug- und Formenbauer sind angesichts des enormen Zeit- und Kostendrucks gezwungen, ihre technologischen Abläufe innerhalb der mechanischen Fertigung von Werkzeugkomponenten zu optimieren. Einsparungspotenziale können entlang der gesamten Prozesskette erschlossen werden. Der Workshop »Effiziente Bearbeitung im Werkzeug- und Formenbau«, eine am 31. Januar und 1. Februar durchgeführte Veranstaltung der Firmen Hoffmann Nürnberg GmbH Qualitätswerkzeuge, CADsys Vertriebs- und Entwicklungsgesellschaft mbH und Fraunhofer IWU, vermittelte den Teilnehmern durch Präsentationen und praktische Vorführungen Lösungen zur Erhöhung der Produktivität in der spanenden Fertigung bei gesteigerter Wirtschaftlichkeit. Effektive Fertigungsstrategien sowie der Werkzeugeinsatz beim Bohren, Gewinden und Fräsen verschiedenster Bearbeitungsaufgaben unter Nutzung eines durchgängigen CAD/CAM-Systems standen im Fokus, außerdem wurden Fragen der Schneidstoffwahl sowie der Werkzeugspannung behandelt.

Teilnehmer des EUROTECH-Meetings zu Gast am Fraunhofer IWU Dresden

Vom 5. bis 7. April war die Fraunhofer-Gesellschaft Ausrichter des diesjährigen EUROTECH-Meetings in Dresden, bei dem sich die Präsidenten der wichtigsten europäischen Forschungsvereinigungen zum Informationsaustausch treffen. Insbesondere wurde die Zusammenarbeit der außeruniversitären Forschungseinrichtungen mit den Universitäten diskutiert. Prof. Hans-Jörg Bullinger, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, besuchte mit den insgesamt 35 Gästen auch das Fraunhofer IWU Dresden.

2 Fußballer feiern erfolgreiche Titelverteidigung

Als Titelträger des Jahres 2007 war das Fraunhofer IWU im Juni Ausrichter des Fraunhofer-Fußballturniers. Im geschichtsträchtigen Stadion des Chemnitzer Sportforums war die Mannschaft wieder nicht zu schlagen und erkämpfte zum dritten Mal den Turniersieg.

Clinchen – Potenziale einer Fügetechnologie

Neue Werkstoffe und komplexere Verbindungsanforderungen bestimmen das Entwicklungstempo auf dem Gebiet der Fügetechnologien. Der Workshop »Clinchen ohne Formmatrize« fand im Juni 2008 am Fraunhofer IWU in Dresden statt und stellte den Teilnehmern das Anwendungspotenzial und neueste Entwicklungen dieses Verfahrens als Ergebnis eines von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Projektes vor.

Schnelles Trennen von Blechen, Rohren und Profilen

Im Juni stellte das Fraunhofer IWU in Chemnitz in einem Workshop mit der französischen Firma ADIAPRESS die neue Anlage ADIA7, eine hochproduktive Anlage zum adiabatischen Trennen, vor. Die Anlage nutzt die Geschwindigkeit als Prozessparameter zum Schneiden und Trennen und ermöglicht so die Herstellung von Bauteilen mit rechtwinkligen, gratfreien und einzugsarmen Schnittflächen. Die maximale Hubfolge der Anlage beträgt 90 Hub/min. Der Prozess läuft ohne zusätzlichen Schmierstoffeinsatz.

1 An verschiedenen Versuchsfeldstationen konnten die Workshopteilnehmer Maschinenvorführungen verfolgen.

2 Die Mannschaft des Fraunhofer IWU gewann zum dritten Mal den Fraunhofer Fußballpokal.



3 »Exzellenzzentrum Automobilproduktion« gegründet

Am 30. Juni unterzeichneten Prof. Hans-Jörg Bullinger, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, und Prof. Jochem Heizmann, Mitglied des Vorstands der Volkswagen AG, in Wolfsburg den Vertrag zur Gründung des Exzellenzzentrums Automobilproduktion am Fraunhofer IWU. Die Zusammenarbeit zur nachhaltigen Produktion ist eine langfristig angelegte strategische Partnerschaft. Im Exzellenzzentrum werden Forschungsaktivitäten zur flexiblen und ressourceneffizienten Produktion seitens Volkswagen und Fraunhofer IWU gebündelt, die in einer Forschungsfabrik »Ressourceneffiziente Produktion« am Standort Chemnitz umgesetzt werden sollen. Ein weiterer wesentlicher Bestandteil des Kooperationsvertrags ist die Aus- und Weiterbildung von Volkswagen-Mitarbeitern und Nachwuchswissenschaftlern in den Versuchsfeldern der Forschungsfabrik. In den nächsten fünf Jahren werden Arbeitsplätze für 50 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler geschaffen.

4 Dresdner »Lange Nacht der Wissenschaften«

Wozu braucht eine Tankklappe ein Gedächtnis? Kann man mit einer Autotür auch ohne Lautsprecher Radio hören? Wie kann man Schwingungen an einer Karosserie sichtbar machen? Wie fühlt es sich an, mit einer 3D-Brille durch eine virtuelle Fabrik zu laufen? Unter dem Motto »Intelligente Werkstoffe und clevere Verbindungen« stellte das Fraunhofer IWU in Dresden am 4. Juli zur »6. Langen Nacht der Wissenschaften« interessierten Dresdnern einige Forschungsgebiete des Instituts an verschiedenen Versuchsständen vor. Wie man Erkenntnisse aus der Produktionswissenschaft auch in der Medizintechnik nutzt, konnten die Besucher in einem nachgestellten Krankenhauszimmer hautnah erleben. Dort erfuhren sie, wie Ultraschall Wunden heilen lässt, wo beim Liegen im Bett der größte Druck entsteht und wie man den Hauttyp bestimmt. In einem Wissensquiz waren vor allem Kinder eingeladen, die Experimentierstände zu besuchen.

MAINE-Lenkungskreis

Zukunftsthema »Trennen und Fügen höchstfester Stähle«

Am 9. September traf sich der Lenkungskreis, das höchste Steuerungsorgan, der Maschinen- und Automobilbauinitiative Next Economy (MAINE) am Fraunhofer IWU in Chemnitz, um das strategische Vorgehen in der zukünftigen gemeinsamen Projektarbeit abzustimmen. Die rund 30 Teilnehmer diskutierten die Fortschritte laufender und die Anbahnung neuer gemeinsamer Projekte.

Einen bedeutenden Schwerpunkt bildete das im Frühjahr angelaufene Verbundprojekt »Trennen und Fügen höchstfester Stähle«, das aus insgesamt acht Teilprojekten besteht. Bis 2010 werden wichtige Forschungsergebnisse zu innovativen Schneid- und Fügeverfahren für höchstfeste Stähle erwartet, die die Automobilproduktion der Zukunft entscheidend verändern könnten. Die Verwendung höher- und höchstfester Stähle erscheint unter dem Aspekt der Material- und Gewichtsersparung im Karosseriebau sehr attraktiv. Sind die neuen Verfahren wie zum Beispiel das adiabatische Trennen oder das Stechnieten zudem wirtschaftlicher als die bisherigen Technologien, könnten sie bald in der Serienproduktion eingesetzt werden.

Industrietag Russland

Deutsch-russisches Kompetenzzentrum in Tatarstan

Im Rahmen des Industrietags Russland ist im September in Dresden auf Initiative von Prof. Reimund Neugebauer die Gründung eines deutsch-russischen Kompetenzzentrums für Maschinenbau/Produktionstechnik in Tatarstan diskutiert worden. Ziel soll die gemeinsame Forschung, Entwicklung und Ausbildung von Fachkräften zur Förderung des russischen Maschinenbaus sein. Im Fokus stehen dabei nicht nur Großunternehmen, sondern vor allem kleine und mittelständische Betriebe. Prof. Reimund Neugebauer wurde von Prof. Hans-



Jörg Bullinger, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, mit der forschungsseitigen Begleitung des Vorhabens beauftragt. Der nächste Schritt wird die gemeinsame Erstellung einer Roadmap und einer Studie über die wesentlichen Handlungsbedarfe der Wirtschafts- und Forschungsk Kooperation sein.

Zerspanung in Grenzbereichen – 5. Chemnitzer Produktionstechnisches Kolloquium CPK2008

Insgesamt 190 Experten aus dem In- und Ausland sind der Einladung des Fraunhofer IWU zum 5. Chemnitzer Produktionstechnischen Kolloquium CPK2008 im Oktober gefolgt, um sich unter der Überschrift »Zerspanung in Grenzbereichen« über die neuesten Entwicklungen von Fertigungsverfahren, Maschinen, Werkzeugen und Prozessüberwachungssystemen bei der spanenden Fertigung auszutauschen.

Der erste Tag wurde mit strategisch ausgerichteten Plenarvorträgen zu den aktuellen Trends im Maschinen- und Automobilbau eröffnet. Die geladenen Industrievertreter und Wissenschaftler diskutierten im Anschluss über Grenzen der Wirtschaftlichkeit, Produktivität, Qualität, Präzision und Prozesssicherheit. Das Vortragsprogramm wurde durch Präsentationen und praktische Vorführungen im produktionstechnischen Versuchsfeld des Fraunhofer IWU, eine Besichtigung des Virtual-Reality-Centers des Instituts für Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse der Technischen Universität Chemnitz und eine Führung durch das Volkswagen-Motorenwerk Chemnitz ergänzt. Das Thema ressourceneffiziente Maschinen- und Prozessgestaltung stieß auf besonderes Interesse. Das nächste Chemnitzer Produktionstechnische Kolloquium ist für das Jahr 2011 geplant.

Karosseriefertigung im Spannungsfeld von Globalisierung, Kosteneffizienz und Emissionsschutz – 5. Chemnitzer Karosseriekolloquium CBC2008

Mit Innovationen die Krise meistern – so könnte man das Credo der über 170 Fachleute zusammenfassen, die sich im November zum 5. Chemnitzer Karosseriekolloquium CBC2008 trafen, um sich über die neuesten Entwicklungen in der Karosseriefertigung auszutauschen. Wie können auch in der gegenwärtig schwierigen Weltwirtschaftslage kosteneffizient und umweltschonend Autos produziert werden? Antworten auf diese Schlüsselfrage gaben unter anderem Skoda-Vorstand Reinhard Jung und der technische Direktor von Shanghai Volkswagen, Michael Oeljeklaus. Das Vortragsprogramm wurde durch Präsentationen und praktische Vorführungen im produktionstechnischen Versuchsfeld ergänzt. Das nächste Karosseriekolloquium findet 2011 statt.

3 Am 30. Juni 2008 wurde in Wolfsburg das Exzellenzzentrum Automobilproduktion gegründet (im Bild v.l.n.r.: Prof. Reimund Neugebauer, Fraunhofer IWU; Herr Waltl, AUDI AG; Prof. Jochem Heizmann, Volkswagen AG; Prof. Hans-Jörg Bullinger, Fraunhofer-Gesellschaft)

4 Zahlreiche Besucher nutzten die Lange Nacht der Wissenschaften zu einem Blick in das Dresdner Versuchsfeld.



5 Fraunhofer IWU gewinnt den Dresden Congress Award für die Ausrichtung der 57. CIRP General Assembly

Reichlich ein Jahr nach der »57. CIRP General Assembly« überreichte die Dresdner Oberbürgermeisterin, Helma Orosz, Prof. Reimund Neugebauer auf der Gala der 7. Professorenveranstaltung »Profession trifft Vision« im November 2008 den Dresden Congress Award für die Ausrichtung dieses international beachteten Weltkongresses der Produktionswissenschaftler. In der Kategorie für Veranstaltungen zwischen 500 bis 1 000 Teilnehmer gewann das Fraunhofer IWU mit deutlichem Abstand vor den Mitbewerbern und erreichte die höchste Wertungspunktzahl aller eingereichten Veranstaltungen.

Mit dem Award werden Dresdner Wissenschaftler geehrt, die sich bei der Durchführung von Tagungen und Kongressen in Dresden als Botschafter der Stadt nicht nur national, sondern auch international verdient gemacht haben. Die Auswahl der Preisträger erfolgt anhand von festgelegten Bewertungskriterien, die sich auf die wirtschaftliche Bedeutung Dresdens als Kongressstandort beziehen. So spielen die Anzahl der gebuchten Übernachtungen und die Organisation des Rahmenprogramms durch PCO's (Professional Congress Organizers) eine wichtige Rolle. Zusätzlich ist entscheidend, inwieweit der Kongress eine nationale, europäische oder außereuropäische Veranstaltung ist und ob diese gezielt nach Dresden geholt wird.

5 Zehn Jahre Kompetenzzentrum Maschinenbau Chemnitz/Sachsen e.V. (KMC)

Im Jahr 2008 blickte das Kompetenzzentrum Maschinenbau Chemnitz/Sachsen e.V. auf zehn Jahre intensive Forschungsarbeit zurück. Grund genug für die Mitglieder, dieses Jubiläum im Dezember im Fraunhofer IWU Chemnitz zu feiern.

Zum Zeitpunkt der Gründung 1998 bestand das Kompetenzzentrum aus 14 Mitgliedern – heute sind es insgesamt 28 Unternehmen, Forschungseinrichtungen und öffentliche Institutionen. Die zusammengeschlossenen Unternehmen beschäftigen derzeit rund 2 500 Mitarbeiter und erwirtschaften einen Umsatz von etwa 400 Millionen Euro.

Der Verbund dient der Vernetzung kleiner und mittelständischer Unternehmen, die gemeinsam größere Auftragsprojekte und Systemlösungen realisieren können. Das hat sich im Getriebe- und Motorenbau bewährt, wo beispielsweise gemeinsame Projekte in Russland realisiert wurden. Nach Meinung von Prof. Reimund Neugebauer, Gründer und Vorstandsmitglied des KMC, hat sich der Verbund sehr positiv entwickelt: Neue Technologien für das Bauwesen und die Forschung für energieeffiziente Werkzeugmaschinen sind Beispiele für den Erfolg des Kompetenzzentrums. Deshalb sprach er vor allem dem Präsidenten des Vereins, Prof. Hans J. Naumann, und den Vorstandskollegen seinen herzlichen Dank für die geleistete Arbeit aus. Zukünftig sollen Forschungsthemen rund um die ressourceneffiziente Produktion noch stärker vorangetrieben werden.

5 Prof. Reimund Neugebauer (re.) nahm den Dresden Congress Award für die Ausrichtung der 57. CIRP General Assembly entgegen.

VORSCHAU 2009

25. Februar 2009, Leipzig

Kongress Ressourceneffiziente Produktion

3.-8. März 2009, Hannover

CEBIT 2009

1. April 2009, Chemnitz

Workshop »Produktivitätssteigerung am Bearbeitungszentrum«

20.-24. April 2009, Hannover

Hannover Messe

27.-28. April 2009, Dresden

2. Wissenschaftliches Symposium des SFB/Transregio 39 »Großserienfähige Produktionstechnologien für leichtmetall- und faserverbundbasierte Komponenten mit integrierten Piezosensoren und -aktoren (PT-PIESA)«

13. Mai 2009, Dresden

Workshop »Neuer regionaler Wachstumskern für den Fahrzeugbau – TeMaK«

13. Mai 2009, Chemnitz

Workshop »Präzisionsfertigung für die Medizintechnik«

10. Juni 2009, Chemnitz

Workshop »Produktionsnahe Dienstleistungen – Potentiale für Hersteller und Betreiber im Maschinen- und Anlagenbau«

10.-12. Juni 2009, Chemnitz

SIT/LIMA

19. Juni 2009, Dresden

7. Lange Nacht der Wissenschaften

24.-25. Juni 2009, Chemnitz

Gemeinsame Abschlussveranstaltung der BMBF-Verbundprojekte zum Thema »Verfügbarkeit von Produktionssystemen«

27. Juni 2009, Dresden

Fraunhofer-Fußballturnier

29. September 2009, Chemnitz

Workshop »Oberflächenmesstechnik«

30. September 2009, Chemnitz

Workshop »Prüfmittelmanagement«

7. Oktober 2009, Chemnitz

Workshop »Hochleistungsbearbeitung Fräsen/Bohren«

8. Oktober 2009, Chemnitz

Workshop »Werkzeug- und Formenbau«

28. Oktober 2009, Chemnitz

Workshop »Neue Wendelplattentechnologie«

10.-11. November 2009, Chemnitz

3rd International Conference on Accuracy in Forming Technology ICAFT 2009 und 16. Sächsische Fachtagung Umformtechnik SFU 2009

1.-4. Dezember 2009, Stuttgart

BlechEXPO



VERÖFFENTLICHUNGEN 2008

BUCH- UND ZEITSCHRIFTENBEITRÄGE

Böhm, A.; Roth, S.; Naumann, G.; Drossel, W.-G.; Neugebauer, R.

Analysis of structural and functional properties of Ni50Mn30Ga20 after plastic deformation

Materials Science and Engineering, A 481-482 (2008), S. 266-270

Dilger, K.; Böhm, S.; Srajbr, C.; Neugebauer, R.; Kühn, T.; Leopold, U.

Einsatz der Thermografie zur zerstörungsfreien Prüfung von Clinchverbindungen

Hannover : EFB, 2008, (EFB-Forschungsbericht, 287), ISBN 978-3-86776-321-9

Edelmann, J.; Rüssel, C.; Worsch, C.

Beschichtungsstrategie für die Heißformgebung von Glas

Mikroproduktion 6 (2008), Nr. 1, S. 40-44

Förster, R.; Glaß, R.; Popp, M.; John, C.; Kitta, D.

Diffusion in Al/Mg-Werkstoffverbunden

Transfer (2008), Nr. 3, S. 9-10

Gantar, G.; Sterzing, A.

Robust design of forming processes

Strojnicki vestnik – Journal of mechanical engineering 54 (2008), Nr. 4, S. 249-257

Gedan-Smolka, M.; Edelmann, M.; Demmler, M.

Advances in Sustainable Coatings Technology

Paint and coatings industry (2008), S. 38-44

Hipke, T.; Hohlfeld, J.

Die Hand aufgelegt

Bänder, Bleche, Rohre 49 (2008), Nr. 10, S. 198-200

Hipke, T.; Lange, G.; Poss, R.

Leichtbau und Dämpfung vereint

Lightweightdesign 1 (2008), Nr. 6, S. 28-32

Hochmuth, C.; Georgi, R.

Fräsen thermisch gespritzter Hartmetalle

wt Werkstattstechnik online (2008), Nr. 11/12, S. 899-902

Hohlfeld, J.; Lies, C.; Höhn, S.; Obenaus, P.

Ionenstrahlpräparation – ein treffliches Werkzeug zur Charakterisierung der Zwischenprodukte des Schmelz-pulvermetallurgischen Aluminiumschäumverfahrens

Praktische Metallographie 45 (2008), Nr. 3, S.122-135

Illgen, A.

Mit Piezoaktoren aktiv gegen Brummtöne

Umwelt (2008), Nr. 3, S. 59-60

Illgen, A.; Schmidt, D.

Windräder laufen ruhig durch »Antischall«

Fraunhofer-Mediendienst (2008), Nr. 8, Thema 3

Jeswiet, J.; Geiger, M.; Engel, U.; Kleiner, M.; Schikorra, M.; Duf-lou, J.; Neugebauer, R.; Bariani, P.; Bruschi, S.

Metal forming progress since 2000

CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology 1 (2008), Nr. 1, S. 2-17

Liu, X.-J.; Wang, J.; Xie, F.; Wabner, M.; Neugebauer, R.

Analysis and kinematic optimization of planar 2-DOF 5R parallel mechanisms considering the force transmissibility

In: Wang, J.; Liu, X.-J.: Parallel Robotics: Recent Advances in Research and Application, Hauppauge NY : Nova Science Publishers, 2008, ISBN 978-1-60456-859-2

Mende, M.

Der Schlüssel zu Qualität, Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit

Polyscope 40 (2008), Nr. 16, S. 66-68

Naumann, G.; Kunze, H.

Wärmeschalter für Tankklappen

Fraunhofer-Mediendienst (2008), Nr. 7, S. 14

Neugebauer, R.

Simulieren geht vor probieren. WZM-Entwicklung: Virtuelle Prototypen verbessern den Einsatz

Industrieanzeiger 130 (2008), Nr. 34/35, S. 18-21

Neugebauer, R.; Blau, P.; Klug, D.

Ressourceneffizienz in der Produktion: Prozessketten ganzheitlich gestalten

VDMA-Nachrichten 87 (2008), Nr. 1, S. 29-30

Neugebauer, R.; Blau, P.; Kuhl, M.; Bergmann, M.

Energieeffizienz in der Produktion: Eine Untersuchung der Fraunhofer-Gesellschaft bringt klare Strategien hervor

Energie-Effizienz Magazin (2008), Nr. 1, S. 18-19

Neugebauer, R.; Bräunlich, H.; Heidl, W.; Michael, D.

Erweiterte Ansätze und Methoden zur Identifikation des plastomechanischen Materialverhaltens von Blechwerkstoffen

In: Steinhoff, K.: Umformtechnik im Spannungsfeld zwischen Plastomechanik und Werkstofftechnik Bad Harzburg : GRIPS media, 2008, ISBN 978-3-937057-17-0, S. 83-88 (GRIPS' sparkling world of steel 2)

Neugebauer, R.; Edelmann, J.; Rüssel, C.

Mikrostrukturierung von Glas durch Heißprägen von beschichteten Glaswafern

Tätigkeitsbericht der Hüttentechnischen Vereinigung der Deutschen Glasindustrie 2008, S. 36

Neugebauer, R.; Friedemann, M.; Riegel, J.; Wenzel, K.

Umformen mit flexiblen Fertigungsstrukturen: Von der Bauteilgeometrie zur produktflexiblen Fertigungsstruktur

Technica (2008), Nr. 11, S. 70-73

Neugebauer, R.; Hartwig, H.; Wagner, A.

Halbwarm-Präzisionsschmieden eines Pleuels mit offenem Steg

Düsseldorf : Verlag und Vertriebsgesellschaft, 2008, (Forschung für die Praxis, P 614), ISBN 3-37567-60-7

Neugebauer, R.; Ihlenfeldt, S.; Leopold, J.; Hoyer, K.; Wabner, M.

Einbeziehung des Bearbeitungsprozesses in die Modellbildung zum Betriebsverhalten von Fertigungsmaschinen mit Parallelkinematiken

In: Heisel, U.: Fertigungsmaschinen mit Parallelkinematiken – Forschung in Deutschland, Aachen: Shaker, 2008, S. 431-454 (Reihe Fertigungstechnik)

Neugebauer, R.; Jesche, F.; Hahn, O.; Wißling, M.

Prüfmethode zur direkten Steifigkeitsmessung von punktförmigen Fügeverbindungen

Hannover : EFB, 2008, (EFB-Forschungsbericht, 276), ISBN 978-3-86776-309-7

Neugebauer, R.; Kraus, C.; Hahn, C.; Leuschen, G.

Anwendungsuntersuchung zum Impulsfügen mit Halbhohlstanziert

Hannover : EFB, 2008, (EFB-Forschungsbericht, 286), ISBN 978-3-86776-320-2

Neugebauer, R.; Kräusel, V.; Weigel, P.

Hochgeschwindigkeitsscherschneiden hält Einzug in die Blechbearbeitung

wt Werkstattstechnik online 98 (2008), Nr. 10, S. 813-814

Neugebauer, R.; Kuhl, M.; Seidel, M.; Zösch, A.

Komplex prüfen, sicher Nähte erzeugen

Blech inForm (2008), Nr. 4, S. 48-50

- Neugebauer, R.; Kurka, P.; Groche, P.; Elsen, A.
**Definierte Oberflächenfein-
gestalt von Rohren und
Profilen für das Innenhoch-
druck-Umformen (IHU)**
Hannover : EFB, 2008,
(EFB-Forschungsbericht, 277),
ISBN 978-3-86776-311-0
- Langer, T.; Neugebauer, R.;
Wenzel, K.
**Konzepte zur flexiblen Daten-
erfassung und -verwaltung bei
Maschinen und Anlagen.
Teil 1: Entwicklung eines quali-
fizierten Anlagenmodells**
ZWF Zeitschrift für wirtschaftli-
chen Fabrikbetrieb 103 (2008),
Nr. 1-2, S. 41-47
- Neugebauer, R.; Langer, T.;
Wenzel, K.
**Konzepte zur flexiblen Daten-
erfassung und -verwaltung bei
Maschinen und Anlagen.
Teil 2: Flexible Erfassung und
Speicherung von Prozessdaten**
ZWF Zeitschrift für wirtschaftli-
chen Fabrikbetrieb 103 (2008),
Nr. 3, S. 151-160
- Neugebauer, R.; Langer, T.;
Wenzel, K.
**Konzepte zur flexiblen Daten-
erfassung und -verwaltung
bei Maschinen und Anlagen.
Teil 3: Komponentenbasierter
Ansatz und Wirtschaftlich-
keitsbetrachtungen**
ZWF Zeitschrift für wirtschaftli-
chen Fabrikbetrieb 103 (2008),
Nr. 4, S. 229-235
- Neugebauer, R.; Lieber, T.
**Experimentelle Untersuchung
von werkzeuggeometrischen
Maßnahmen zur Kompensati-
on der Rückfederung**
Düsseldorf : Verlag und Vertriebs-
gesellschaft, 2008, (Forschung
für die Praxis, P 662) – ISBN
3-937567-62-3
- Neugebauer, R.; Naumann, G.;
Wollina, U.; Heinig, B.
**Die Anwendung niederfre-
quenten Ultraschalls in der
Wundbehandlung**
Wiss. Zeitschrift der Technischen
Universität Dresden 57 (2008),
Nr. 1/2, S. 98-102
- Neugebauer, R.; Schröder, T.
**Steuerungskonzept für Werk-
zeugmaschinen mit unbe-
stimmter Kinematik**
ZWF Zeitschrift für wirtschaftli-
chen Fabrikbetrieb 103 (2008),
Nr. 5, S. 338-342
- Neugebauer, R.; Thümmler, R.;
Hohlfeld, J.; Schubert, R.
**Aluminiumschaumherstellung
mit schäumbarem Schüttgut und
Einfluss der Schüttgutgeometrie
auf grundlegende Eigenschaf-
ten von Aluminiumschaum**
International aluminium journal
84 (2008), Nr. 3, S. 78-82
- Neugebauer, R.; Wabner, M.;
Ihlenfeldt, S.
**Processing with parallel
kinematics – an experimental
analysis**
Journal of Machine Engineering 8
(2008), Nr. 1, S. 54-62
- Neugebauer, R.; Weidlich, D.;
Mejia, A.
**Initialentwicklungsprozess in
kompetenzzellenbasierten
Netzen**
ZWF Zeitschrift für wirtschaftli-
chen Fabrikbetrieb 103 (2008),
Nr. 10, S. 686-690
- Neugebauer, R.; Weidlich, D.;
Scherer, S.; Wabner, M.
**Glyph based representation
of principal stress tensors in
virtual reality environments**
Production Engineering. Research
and development 2 (2008), Nr. 2,
S. 179-183
- Neugebauer, R.; Wittstock, V.
**Piezobasiertes System erhöht
Präzision der Werkzeug-Fein-
positionierung**
MM Maschinenmarkt (2008),
Nr. 17, S. 30-33
- Putz, M.
Spart Watt!
Maschine und Werkzeug (2008),
Nr. 7/8, S. 88-91
- Scherer, S.; Wabner, M.;
Neugebauer, R.; Weidlich, D.
**VR/AR-Visualisierung von FEM-
Daten**
wt Werkstattstechnik online 98
(2008), Nr. 6, S. 504-509
- Schubert, A.; Hackert, M.
Blick in den Elektrolytstrahl
Mikroproduktion 6 (2008), Nr. 4,
S. 44-47
- Schubert, A.; Pohl, R.
**Fließpressen von Mikrostruk-
turen**
wt Werkstattstechnik online 98
(2008), Nr. 10, S. 855-859
- Schubert, A.; Schneider, J.;
Eckert, U.; Schulz, B.
**Prozessintegriertes Messen in
der Mikrozerspanung**
wt Werkstattstechnik online 98
(2008), Nr. 11/12, S. 927-932
- Schubert, A.; Schulz, B.
**Hochgenaue Lagejustierung
von Koppelementen in opti-
schen Übertragungstrecken**
Mikroproduktion (2008), Nr. 2,
S. 52-56
- Seifert, M.
**Umformgrenzen und Voraus-
berechnung der Prozesspa-
rameter beim temperierten
Innenhochdruckumformen bei
Leichtmetallen**
ZWF Zeitschrift für wirtschaftli-
chen Fabrikbetrieb 103 (2008),
Nr. 7/8, S. 494-500
- Sirivedin, K.; Krueger, K.; Thoms, V.;
Suesse, D.; Schatz, M.; Müller, R.
**Investigation of the strain har-
dening and Bauschinger effect
of low and high strength ap-
plication in drawbead-tester
by experiment and numerical
simulation**
Thailand Stafa-Zuerich: Trans
Tech Publications, 2008 (Advan-
ced materials research 55/57),
ISBN 0-87849-356-5, S. 761-764
- Wabner, M.; Grzejszczyk, S.;
Neugebauer, R.
**Potential of manipulating the
damping properties of parallel
kinematic machine tools**
Journal of Machine Engineering 8
(2008), Nr. 1, S. 63-76
- Weiser, M.; Zind, S.
**Messerschneiden genau
gemessen**
Katana 6 (2008), Nr. 2, S. 24-25
- Weiser, M.; Zind, S.; Dültgen, P.
**Was ist scharf? Objektive
Beurteilung der Schärfe einer
Messerklinge**
Büchsenmacher, Messer & Schere
104 (2008), Nr. 7, S. 29-30
- Wielage, B.; Wank, A.;
Rupprecht, C.; Schmidt, G.;
Stark, S.
**Schichtentwicklung für die
schmiermittelfreie Umfor-
mung von hochfesten Alumi-
niumwerkstoffen**
Materialwissenschaft und Werk-
stofftechnik 39 (2008), Nr. 12,
S. 871-875
- Zind, S.; Weiser, M.; Dültgen, P.
**Messerschneiden genau be-
trachtet**
Büchsenmacher, Messer & Schere
112 (2008), Nr. 3, S. 32-33
- Zind, S.; Weiser, M.
**Messerschneiden genau be-
trachtet**
Katana 6 (2008), Nr. 1, S. 22-23

VORTRÄGE UND POSTER

Blank, C.; Thieme, M.; Hein, V.; Worch, H.; Burkhardt, T.; Frenzel, R.; Höhne, S.; Pryce, L.H.; White, A.J. **Corrosion and surface: Superhydrophobic aluminum surfaces**

11th Intern. Conference on Aluminium Alloys ICAA, 22.-26.9.2008, Aachen, Vol.2, ISBN 3-527-32367-8, S. 2131-2138

Böhm, A.; Roth, S.; Gaitzsch, U.; Chulist, R.; Skrotzki, W.; Kunze, H.; Drossel, W.-G.; Neugebauer, R. **Development status of Ni-Mn-Ga ferromagnetic shape memory polycrystals after hot rolling**

11th Intern. Conference on New Actuators, Bremen, 9.-11.6.2008, ISBN 3-933339-10-3, S. 742-745

Dix, M.; Leopold, J.; Neugebauer, R. **Modellierung, Simulation und experimentelle Verifikation von Größeneinflüssen bei der Bohrgratbildung**

Arbeitskreistreffen Werkstoffe und Simulation, Chemnitz, 8./9.5.2008, CD

Drossel, W.-G.; Wittstock, V.; Neugebauer, R. **Adaptive spindle support for improving machining operations**

58th CIRP General Assembly CIRP 2008, Manchester, Großbritannien, 24.-30.8.2008, CIRP Annals 57 (2008), Nr. 1, S. 395-398

Edelmann, J.; Eckert, U.; Burkhardt, T. **Fluidische Mikroreaktionssysteme – Fertigungstechnik für Prototypen und Serien aus Kunststoffen und Gläsern**

14. Heiligenstädter Kolloquium, Heiligenstadt, 22.-24.9.2008, ISBN 978-3-00-025695-0, S. 339-346

Edelmann, M.; Gedan-Smolka, M.; Demmler, M.

Automotive sheet. New processing technology for coated aluminum units – forming of powder pre-coated aluminium sheets

11th Intern. Conference on Aluminium Alloys ICAA, 22.-26.9.2008, Aachen, Vol.2, ISBN 3-527-32367-8, S. 1816-1821

Edelmann, J.; Worsch, C.; Rüssel, C.; Schubert, A.

Isothermes Heißprägen von beschichtetem Glas

82. Glastechnische Tagung 2008, Hameln, 19.-21.5.2008, ISBN 978-3-921089-55-2, S. 1-7

Gedan-Smolka, M.; Edelmann, M.; Demmler, M.

Forming stable polyallophanate powder coatings with excellent weathering stability

35th Annual Intern. Waterborne, High-Solids and Powder Coatings Symposium 2008, New Orleans, Louisiana, USA, 29.1.-1.2.2008

Hackert, M.; Meichsner, G.; Schubert, A.

Generating micro geometries with air assisted jet electrochemical machining

10th EUSPEN Conference 2008, Zürich, Schweiz, 18.-22.5.2008, Vol.2, ISBN 978-0-9553082-5-3, S. 420-424

Hackert, M.; Meichsner, G.; Schubert, A.

Simulation of the shape of micro geometries generated with jet electrochemical machining

COMSOL Conference 2008, Hannover, 4.-6.11.2008, ISBN 978-0-9766792-3-3

Hahn, O.; Neugebauer, R.; Leuschen, G.; Kraus, C.; Mauermann, R.

Research in impulse joining of self pierce riveting

3rd Intern. Conference on High Speed Forming, Dortmund, 11./12.3.2008, ISBN 3-9809535-3-X, S. 173-180

Hellfritzsich, U.; Lahl, M.; Schiller, S. **Eigenschaftsanalyse kaltgewalzter Hochverzahnungen**

2. ICFG-Workshop »Eigenschaften von kaltumgeformten Bauteilen«, Dortmund, 10.7.2008

Hochmuth, C.

Entwicklungstrends in der Hartzerspannung – Fräsen von Hartmetall

Workshop »Effiziente Bearbeitung im Werkzeug- und Formenbau«, Chemnitz, 1.2.2008

Jesche, F.; Wißling, M.

Steifigkeit von punktförmigen Fügeverbindungen korrekt ermitteln

28. EFB-Kolloquium Blechverarbeitung, Dresden, 3./4.4.2008, ISBN 978-3-86776-310-3, S. 307-323 (EFB-Tagungsband T29)

Klug, D.; Hoffmann, M.

Improvement of the overall system efficiency of a flat-jaw cross rolling machine by the retrofitting of the hydraulic drive and control system

6th Intern. Fluid Power Conference 2008, Dresden, 31.3.-2.4.2008, Vol.2, S. 159-170

Kreppenhofer, D.

Ideen und Lösungsansätze für RFID im Maschinen-/Anlagenbau und in der Produktionssteuerung

Workshop »RFID – Potenziale im Maschinen- und Anlagenbau«, Chemnitz, 2.7.2008

Kühn, T.

Qualitätssicherung und Prozesskontrolle mittels Thermografie

Füge-Workshop »Clinchen ohne Formmatrize«, Dresden, 6.6.2008

Lachmann, L.; Müller, R.; Heidl, W. **Umfassende Charakterisierung und tribologische Untersuchungen von Blechwerkstoffen**

27. Verformungskundliches Kolloquium 2008, Planneralm/Donnersbach, 8.-13.3.2008, ISBN 978-3-902078-11-7, S. 83-92

Lang, H.; Bruzek, B.; Leidich, E.; Semmler, U.

Investigation into the strength of components made of UFG aluminium alloys

11th Intern. Conference on Aluminium Alloys ICAA 2008, Aachen, 22.-26.9.2008, Vol.2, ISBN 978-3-527-32367-8, S. 1525-1531

Lang, H.; Hoffmann, M.; Kretzschmar, W.

Entwicklung einer hybridkinematischen Schleifmaschine

5. Chemnitzer Produktionstechnisches Kolloquium CPK 2008, Chemnitz, 21./22.10.2008, ISBN 978-3-937524-71-9, S. 383-399 (Berichte aus dem IWU 46)

Lang, Ralf

Praxisorientierte Forschungs-kooperation – Ergebnisse »RuDef«

Industrietag Russland 2008, Dresden, 16.-17.9.2008

Leopold, J.; Poppitz, A.; Klärner, M.; Schmidt, A.-K.; Berger, J.

Interaction between machining and new fixturing principles for aerospace structures

11th ESAFORM Conference on Material Forming 2008, Lyon, Frankreich, 23.-25.4.2008

Lorenz, B.; Hartwig, H.; Wagner, A. **Semi-hot precision forging of connecting rods**

2nd Intern. Conference on Steels in Cars and Truck, Wiesbaden, 1.-5.6.2008, ISBN 978-3-514-00755-0, S. 294-301

Masek, B.; Klauberova, D.; Stankova, H.; Malina, J.; Glass, R.; Meyer, L.W.

Einsatz von preisgünstigen legierten hochfesten Stählen für die unkonventionelle thermomechanische Herstellung von Hohlteilen

27. Verformungskundliches Kolloquium 2008, Planneralm/Donnersbach, 8.-13.3.2008, ISBN 978-3-902078-11-7, S. 255-261

- Mauermann, R.
Entwicklung und Optimierung von Aluminium-Fügeverfahren auf Basis der FE-Analyse
Seminar »Fügen von Aluminiumprofilen und -blechen«, Duisburg, 5./6.3.2008, Kap.14
- Mauermann, R.; Riedel, F.
Matrizenlose mechanische Fügeverfahren – Überblick und Anwendungspotenziale
Füge-Workshop »Clinchen ohne Formmatrize«, Dresden, 6.6.2008
- Naumann, G.; Drossel, W.-G.; Kunze, H.; Bucht, A.; Böhm, A.
Formgedächtnismaterialien für die Anwendung im Kraftfahrzeug
8. Intern. Symposium »Automobil- und Motorentchnik«, Stuttgart, 11./12.3.2008, ISBN 978-3-8348-0511-9, S. 463-474
- Neubert, J.; Ortman, S.; Albert, A.
Jedes Teil wie es sein soll – stabile Bauteilqualität aus sensorbestückten Umformwerkzeugen
9. Karlsruher Arbeitsgespräche Produktionsforschung, Karlsruhe, 11./12.3.2008, ISSN 0948-1427, S. 160-166 (Forschungszentrum Karlsruhe. Wissenschaftliche Berichte FZKA-PFT 214)
- Neugebauer, R.
Ressourceneffizienz in der Produktion – Jetzt!
9. Karlsruher Arbeitsgespräche Produktionsforschung, Karlsruhe, 11./12.3.2008, ISSN 0948-1427, S. 51-58 (Forschungszentrum Karlsruhe. Wissenschaftliche Berichte FZKA-PFT 214)
- Neugebauer, R.
Energieeffizienz in der Produktion
2. Sächsischer Ingenieurtag des Vereins Deutscher Ingenieure, Dresden, 15.5.2008
- Neugebauer, R.
Ressourceneffizienz in der Produktion
3. Deutscher Maschinenbau Gipfel, Berlin, 14./15.10.2008
- Neugebauer, R.; Blau, P.; Harzbecker, C.; Weidlich, D.
Ressourceneffiziente Maschinen- und Prozessgestaltung
5. Chemnitzer Produktionstechnisches Kolloquium CPK 2008, Chemnitz, 21./22.10.2008, ISBN 978-3-937524-71-9, S. 49-67 (Berichte aus dem IWU 46)
- Neugebauer, R.; Blau, P.; Wabner, M.
Energieeffiziente Werkzeugmaschine – Ein Baustein für energieeffiziente Produktion
Seminar »Werkzeuge für die Zerspanung – Entwicklung, Prozesskette, Einsatz«, Hannover, 2008, ISBN 978-3-939026-74-7, S. 149-158 (Berichte aus dem IFW 2008, 3)
- Neugebauer, R.; Bräunlich, H.; Jesche, F.
Komplexe Kennwertermittlung für die numerische Simulation
5. Chemnitzer Karosseriekolloquium CBC 2008, Chemnitz, 11./12.11.2008, ISBN 978-3-937524-72-6, S. 99-111 (Berichte aus dem IWU 48)
- Neugebauer, R.; Bräunlich, H.; Kräusel, V.
Umformen und Schneiden mit Hochgeschwindigkeit: Impuls für die ressourceneffiziente Karosserieteilbearbeitung
5. Chemnitzer Karosseriekolloquium CBC 2008, Chemnitz, 11./12.11.2008, ISBN 978-3-937524-72-6, S. 205-214 (Berichte aus dem IWU 48)
- Neugebauer, R.; Bräunlich, H.; Scheffler, S.
Process monitoring and closed loop controlled process
1st Intern. Lower Silesia-Saxony Conference AutoMetForm 2008, Wrocław, Polen, 6.-9.5.2008, S. 21-41
- Neugebauer, R.; Dietrich, S.; Kraus, C.
Advances in mechanical joining of magnesium
58th CIRP General Assembly CIRP 2008, Manchester, Großbritannien, 24.-30.8.2008, CIRP Annals 57 (2008), Nr. 1, S. 283-286
- Neugebauer, R.; Drossel, W.-G.; Hipke, T.
Leichtbaukonzepte für den Maschinen- und Automobilbau
Symposium Material Innovativ, Nürnberg, 10.4.2008
- Neugebauer, R.; Drossel, W.-G.; Ihlenfeldt, S.; Wabner, M.
Design, modeling and functionality allocation in mechatronic production systems
6th CIRP Intern. Conference ICME2008, Neapel, Italien, 23.-25.7.2008
- Neugebauer, R.; Harzbecker, C.; Bräunlich, H.
Energieeffiziente Produktion – der Werkzeugbau spielt eine Schlüsselrolle
8. Intern. Kolloquium »Werkzeugbau mit Zukunft«, Aachen, 30.9.-1.10.2008
- Neugebauer, R.; Harzbecker, C.; Schmidt, G.; Dix, M.; Schönherr, J.
Simulation of a self-deburring drilling process based on local material modification
11th CIRP Conference on Modeling of Machining Operations, Gaithersburg, USA, 16.-18.9.2008, S. 29-36
- Neugebauer, R.; Harzbecker, C.; Stoll, A.; Schneider, J.; Roscher, H.-J.
Tieflochbohren in hochfesten Guss unter Einsatz von Ultraschallschwingungen und Minimalmengenschmierung
5. Chemnitzer Produktionstechnisches Kolloquium CPK 2008, Chemnitz, 21./22.10.2008, ISBN 978-3-937524-71-9, S. 131-146 (Berichte aus dem IWU 46)
- Neugebauer, R.; Hellfritzschn, U.; Lahl, M.
Advanced process limits by rolling of helical gears
11th ESAFORM Conference on Material Forming 2008, Lyon, Frankreich, 23.-25.4.2008
- Neugebauer, R.; Hellfritzschn, U.; Lahl, M.
Interaction of machine, tool and process by rolling of high gears
1st Intern. Conference on Process Machine Interactions PMI 2008, Hannover, 3./4.9.2008, ISBN 978-3-939026-95-2, S. 191-201
- Neugebauer, R.; Hellfritzschn, U.; Lahl, M.; Schiller, S.
Optimierung des Walzprozesses hoher Laufverzahnungen: Entwicklungstendenzen am IWU Chemnitz
Tagung »Getriebe in Fahrzeugen«, Friedrichshafen, 17./18.6.2008, ISBN 978-3-18-092029-0, S. 793-818 (VDI-Berichte 2029)
- Neugebauer, R.; Hipke, T.
Applications and design guidelines for metal foams constructions in mechanical engineering
2nd Intern. Symposium CELLMET 2008, Dresden, 8.-10.10.2008
- Neugebauer, R.; Ihlenfeldt, S.; Drossel, W.-G.; Wittstock, V.; Rentzsch, H.
Bearbeitung mit redundanten Kinematiken – Fallbeispiele Scherenkinematik und adaptive Spindelhalterung
5. Chemnitzer Produktionstechnisches Kolloquium CPK 2008, Chemnitz, 21./22.10.2008, ISBN 978-3-937524-71-9, S. 365-382 (Berichte aus dem IWU 46)
- Neugebauer, R.; Knüpfer, H.; Wolf, K.; Roscher, H.-J.
Simulation of relevant process variables for electrochemical etching
24th Symposium PIERS 2008, Cambridge, USA, 2.-6.7.2008, ISBN 1559-9450, S. 68-72, CD

- Neugebauer, R.; Kreppenhofer, D.; Langer, T.
A model for product data tracking and tracing in production networks
9th Intern. Conference on Mechanical Design and Production MDP 2008, Kairo, Ägypten, 8.-10.1.2008, S. 1557-1570, CD
- Neugebauer, R.; Kuhl, M.; Zösch, A.; Seidel, M.
Zerstörungsfreie inline-Komplexprüfung von lasergeschweißten Karosseriebauteilen durch ein intelligentes Multisensorsystem
38. Fachtagung Prozesskette Karosserie »Integration moderner Technologie im Fertigungsprozess des Karosseriebaus«, Ludwigsburg, 8.-10.7.2008
- Neugebauer, R.; Lorenz, B.; Steger, J.; Holstein, D.
Modern methods of preforming titanium alloys for forging aero engine vanes
European Conference on Materials and Structures in Aerospace EUCOMAS 2008, Berlin, 26./27.5.2008, ISBN 978-3-18-092028-3, S. 253-260 (VDI-Berichte 2028)
- Neugebauer, R.; Lorenz, B.; Steger, J.; Holstein, D.
Cross wedge rolling used for preforming of titanium aero engine vanes
12th Intern. Conference on Metal Forming 2008, Krakau, Polen, 21.-24.9.2008, ISBN 978-3-514-00754-3, S. 375-381
- Neugebauer, R.; Mauermann, R.
Joining by forming in the body-in-white structure – state of the art and outlook
16. Automotive Body Congress, Vaals, Niederlande, 10./11.6.2008, CD
- Neugebauer, R.; Mauermann, R.; Grütznert, R.
Hydrojoining
11th ESAFORM Conference on Material Forming 2008, Lyon, Frankreich, 23.-25.4.2008
- Neugebauer, R.; Putz, M.; Bergmann, M.; Popp, M.
Creation of ultra-fine grained (UFG) materials by incremental bulk metal forming
Intern. Conference Advanced Processing of Novel Functional Materials, Dresden, 23.-25.1.2008
- Neugebauer, R.; Putz, M.; Riedel, F.
Herstellung von Magnesium Tailord-Blanks mit dem Scheibenlaserschweißen und Rührreißschweißen
5. Chemnitzer Karosseriekolloquium CBC 2008, Chemnitz, 11./12.11.2008, ISBN 978-3-937524-72-6, S. 363-374 (Berichte aus dem IWU 48)
- Neugebauer, R.; Schmidt, G.; Dix, M.; Hoyer, K.
Simulation von Span- und Gratbildung zur Qualitätserhöhung beim Bohren
5. Chemnitzer Produktionstechnisches Kolloquium CPK 2008, Chemnitz, 21./22.10.2008, ISBN 978-3-937524-71-9, S. 215-230 (Berichte aus dem IWU 46)
- Neugebauer, R.; Sterzing, A.
Ressourceneffiziente Produktion in der Umformtechnik
15. Sächsische Fachtagung Umformtechnik SFU 2008, Dresden, 24./25.9.2008, S. 14-26, CD
- Neugebauer, R.; Sterzing, A.
Ressourceneffiziente Umformtechnik
5. Chemnitzer Karosseriekolloquium CBC 2008, Chemnitz, 11./12.11.2008, ISBN 978-3-937524-72-6, S. 81-95 (Berichte aus dem IWU 48)
- Neugebauer, R.; Sterzing, A.; Müller, R.; Silbermann, K.
New approach for the characterisation of sheet materials – a precondition for the use of new sheet materials and forming processes
9th Intern. Conference on Technology of Plasticity, Gyeongju, Südkorea, 7.-11.9.2008, ISBN 978-89-5708-151-8, S. 106
- Neugebauer, R.; Todtermuschke, M.; Mauermann, R.; Riedel, F.
Overview on the state of development and the application potential of dieless mechanical joining processes
Advanced Metal Forming Processes in Automotive Industry AutoMetForm 2008, Wroclaw, Polen, 6.-9.5.2008, S. 107-117
- Neugebauer, R.; Wabner, M.; Liu, X.-J.; Wang, J.
Performance evaluation of parallel manipulators: Force transmissibility of planar parallel manipulators
2nd Intern. Workshop on Fundamental Issues and Future Research Directions for Parallel Mechanisms and Manipulators 2008, Montpellier, Frankreich, 21./22.9.2008, S. 117-122
- Neugebauer, R.; Weidlich, D.; Zickner, H.
Virtual reality in collaborative product development processes
6th CIRP Intern. Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering ICME 2008, Neapel, Italien, 23.-25.7.2008, CD
- Neugebauer, R.; Wittstock, V.; Bucht, A.; Illgen, A.
Active component and control design for torsional mode vibration reduction for a parallel kinematic machine tool structure
Industrial and Commercial Applications of Smart Structures Technologies SPIE 2008, San Diego Bellingham, WA, USA, 9.-13.3.2008, ISBN 978-0-8194-7122-2, Paper 69300F (SPIE Proceedings Series 6930)
- Neugebauer, R.; Wittstock, V.; Illgen, A.; Bucht, A.
Entwurf, Simulation und experimentelle Untersuchung einer Sensor-Aktor-Einheit zur Kompensation von Axial-schwingungen im Antriebsstrang einer Vorschubachse
Bericht zum 3. Berichtskolloquium des DFG SPP 1156 »Adaptronik für Werkzeugmaschinen«, Braunschweig, 13.2.2008, S. 259-278
- Priber, U.; Päßler, T.
Fuzzy-basiertes System zur Optimierung eines Reglersystems für die Niederhalterkraft beim Tiefziehen
18. Workshop Computational Intelligence 2008, Dortmund, 3.-5.12.2008, ISBN 978-386644-282-5, S. 163-173
- Quickert, M.; Foken, W.; Gnauck, M.
Anwendung moderner Arrayverfahren auf die klassische 5-Punkt-Methode der Motorenakustik
8. Intern. Stuttgarter Symposium »Automobil- und Motorentechnik«, Stuttgart, 1./12.3.2008, ISBN 978-3-8348-0511-9
- Quickert, M.; Hank, R.
Active control of cutting shock noise in punching machines
Adaptronik Congress 2008, Berlin, 20./21.5.2008, S. 167-170
- Richter, M.; Weidlich, D.; Neugebauer, R.
VR-basierte Modalanalyse an Werkzeugmaschinen
Seminar »VR² – VR/AR-Technologien für die Produktion«, Chemnitz, 15.5.2008, ISBN 978-300-024677-7, S. 95-103
- Schmieder, K.; Weise, K.; Hoffmann, T.; Kleinig, O.; Edlmann, J.; Burkhardt, T.; Meichsner, G.; Schubert, A.
Prägen von Leiterstrukturen als Beitrag neuartiger Entwärmungskonzepte in der Leiterplattentechnik
4. DVS/GMM-Fachtagung Elektronische Baugruppen und Leiterplatten EBL 2008, Fellbach, 13./14.2.2008, ISBN 978-3-8007-3074-2, S. 133-138 (GMM-Fachbericht 55)
- Schob, U.; Altmann, S.
Automatisierte Maschinenmodellbildung aus CAE-Daten
Fachmesse & Kongress SPS/IPC/DRIVES 2008, Nürnberg, 25.-27.11.2008, ISBN 978-3-8007-3128-2, S. 387-395

Schubert, A.; Edelmann, J.
Method for the compensation of process-immanent form deviation in hot embossing of glass

10th Anniversary Intern. Conference of the European Society for Precision Engineering and Nanotechnology EUSPEN 2008, Zürich, Schweiz, 18.-22.5.2008, Vol. 2, ISBN 978-0-9553082-5-3, S. 44

Schubert, A.; Hochmuth, C.; Nestler, A.; Georgi, R.

Spanende Bearbeitung hartpartikelverstärkter Werkstoffe

5. Chemnitzer Produktionstechnisches Kolloquium CPK 2008, Chemnitz, 21./22.10.2008, ISBN 978-3-937524-71-9, S. 149-167 (Berichte aus dem IWU 46)

Schubert, A.; Nestler, A.

Einfluss der Schneideneckengestaltung und Spanleitgeometrie von CVD-Diamant-Werkzeugen auf den Zerspanungsprozess beim Drehen von partikelverstärkten Aluminiumwerkstoffen

11. Werkstofftechnisches Kolloquium, Chemnitz, 1./2.10.2008, ISBN 978-3-00-025648-6, S. 291-296 (Schriftenreihe Werkstoffe und Werkstofftechnische Anwendungen 31)

Schubert, A.; Schneider, J.; Eckert, U.
Influence of special milling strategies on accuracy and surface quality of microstructured forms and prototypes
3rd Intern. Conference on High Speed Forming, Dortmund, 11./12.3.2008, ISBN 3-9809535-3-X, S. 131-140

Schubert, A.; Schneider, J.; Edelmann, J.; Burkhardt, T.; Groß, S.
High precision laser structuring of micro forming tools
10th Anniversary Intern. Conference of the European Society for Precision Engineering and Nanotechnology EUSPEN 2008, Zürich, Schweiz, 18.-22.5.2008, Vol. 2, ISBN 978-09553082-5-3, S. 49-52

Seeger, M.; Helbig, R.; Lies, C.; Hohlfeld, J.

Gewebe- und gewirkeverstärkter Al-Schaum für Leichtbaukonstruktionen

6. Europäische Automobil-Anbauteile-Konferenz 2008, Bad Nauheim/Frankfurt, 17./18.11.2008

Teti, R.; Segreto, T.; Neugebauer, R.; Harzbecker, C.

Process acceptability in turning of titanium alloys based on cutting force sensor monitoring

3rd Intern. CIRP High Performance Cutting Conference HPC 2008, Dublin, Irland, 12./13.6.2008, ISBN 978-1-905254-32-3

Todtermuschke, M.

Entwicklung und Optimierung von Flach-Clinch-Verbindungen

Füge-Workshop »Clinchen ohne Formmatrize«, Dresden, 6.6.2008

Weigel, P.; Neugebauer, R.; Kräusel, V.

Scherschneiden von Mehrfachblechen bei minimalen Formabweichungen

28. EFB-Kolloquium Blechverarbeitung, Dresden, 3./4.4.2008, ISBN 978-3-86776-310-3, S. 129-144 (EFB-Tagungsband T29)

Zeidler, H.; Schubert, A.

A novel approach to efficiency determination in micro electro discharge machining

10th Anniversary Intern. Conference of the European Society for Precision Engineering and Nanotechnology EUSPEN 2008, Zürich, Schweiz, 18.-22.5.2008, Vol. 2, ISBN 978-09553082-5-3, S. 488-492

Zickner, H.; Weidlich, D.; Neugebauer, R.

VR/AR Konzepte für mobiles und kollaboratives Arbeiten im produktionstechnischen Umfeld
Seminar »VR² – VR/AR-Technologien für die Produktion«, Chemnitz, 15.5.2008, ISBN 978-300-024677-7, S. 67-76

BÜCHER

Neugebauer, R. (Hrsg.)

Zerspanung in Grenzbereichen

5. Chemnitzer Produktionstechnisches Kolloquium CPK 2008, Tagungsband : 21./22.10.2008, (Berichte aus dem IWU, 46), ISBN 978-3-937524-71-9

Neugebauer, R. (Hrsg.)

Energieeffizienz in der Produktion: Untersuchung zum Handlungs- und Forschungsbedarf
Berlin : BMBF, 2008

Neugebauer, R. (Hrsg.)

Karosseriefertigung im Spannungsfeld von Globalisierung, Kosteneffizienz und Emissionsschutz

5. Chemnitzer Karosseriekolloquium CBC 2008, Tagungsband : 11./12.11.2008, Chemnitz, (Berichte aus dem IWU, 48), ISBN 978-3-937524-72-6

DISSERTATIONEN

Gleich, S.

Simulation des thermischen Verhaltens spanender Werkzeugmaschinen in der Entwurfsphase

Dissertation Technische Universität Chemnitz

Hensel, S.

Modellierung und Optimierung von Werkzeugmaschinen mit parallelkinematischen Strukturen

Dissertation Technische Universität Chemnitz, Berichte aus dem IWU, Band 45 (2008), ISBN 978-3-937524-66-5

Ortmann, S.

Herstellung von Blechdurchzügen (Kragen) in IHU-Bauteilen mit Hilfe von flüssigem Druckmedium

Dissertation Technische Universität Chemnitz, Berichte aus dem IWU, Band 43 (2008), ISBN 978-3-937524-62-7

Reinstettel, M.

Laboruntersuchungen zur Prozessstabilität beim Nietclinchen

Dissertation Technische Universität Chemnitz

Schulz, B.

Hochgenaue Lagezuordnung von Mikrobauteilen durch greiferintegrierte Winkelfeinstellung

Dissertation Technische Universität Chemnitz

Seifert, M.

Temperiertes Innenhochdruck-Umformen von Rohren aus Magnesium- und Aluminiumlegierungen

Dissertation Technische Universität Chemnitz

DIPLOMARBEITEN

Altenburger, H.

Bearbeitung von Keramik durch Mikro-EDM

Hochschule Mittweida, Diplomarbeit

Berger, J.

Kopplung von ANSYS und MATLAB

Hochschule Mittweida, Diplomarbeit

Daßler, S.

Konzepte für die Merkmalsextraktion und Klassifikation zur automatischen optischen Analyse des Laserschweißprozesses

Technische Universität Chemnitz, Diplomarbeit

Fischer, U.

Experimentelle Untersuchungen zur Verbundausbildung zwischen Grauguss und Aluminiumschaum

Technische Universität Chemnitz, Diplomarbeit

Fritzsich, M.

Schichtstabilität und Duktilität bei der Mikrostrukturierung technischer Gläser im Heißformgebungsprozess

Westfälische Hochschule Zwickau, Diplomarbeit

Hermsdorf, N.

Optimierung eines FE-Modells auf Grundlage einer Experimentellen Modalanalyse

Technische Universität Chemnitz, Diplomarbeit

Küchler, M.

Konzeption und Realisierung eines elektro-rheologischen Flüssigkeitsprüfstandes mit Strömungswiderständen

Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, Diplomarbeit

Lohse, C.

Entwicklung und Bau von Motorbauteilen in Metallschaum-Bauweise mit dem Ziel verbesserter akustischer Eigenschaften

Westfälische Hochschule Zwickau, Diplomarbeit

Marx, R.

Untersuchungen zum Widerstandspunktschweißen von hoch- und höchstfesten Feinblechen

Hochschule Lausitz, Diplomarbeit

Milbrandt, M.

Visioplastische Untersuchungen beim Walzen von Hochverzahnungen

Technische Universität Chemnitz, Diplomarbeit

Paul, A.

Entwicklung eines Werkzeugkonzeptes zur Fertigung monolithischer Nockenwellen auf Basis des Innenhochdruck-Umformens

Technische Universität Chemnitz, Diplomarbeit

Reinwardt, M.

Topologieoptimierung im Leichtbau

Hochschule Mittweida, Diplomarbeit

Schieck, R.

Konzeption von Einsatzmöglichkeiten der inkrementellen Blechumformung

Technische Universität Chemnitz, Diplomarbeit

Schmidt, A.-K.

Modellierung und Simulation mechanischer Spannprinzipien mittels ANSYS

Hochschule Mittweida, Diplomarbeit

Schönherr, J.

Bohrgratbildung an partiell gehärteten Werkstücken

Technische Universität Chemnitz, Diplomarbeit

Strecker, J.

Untersuchungen des Flach-Clinchens mit überlagerter Stempelbewegung

Technische Universität Chemnitz, Diplomarbeit

Xu, X.

Einfluss von Werkzeugeigenschaften auf das Bearbeitungsergebnis beim Mikrofräsen hochfester Werkstoffe

Technische Universität Chemnitz, Diplomarbeit

IMPRESSUM

Herausgeber

Fraunhofer-Institut für
Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU
Reichenhainer Straße 88
09126 Chemnitz
Deutschland

Telefon +49 371 5397-0
Telefax +49 371 5397-1404
info@iwu.fraunhofer.de
www.iwu.fraunhofer.de

Redaktion

Anja Schmieder
Kathrin Reichold

Gestaltung und Produktion

Anja Schmieder

Druck

druckspecht • offsetdruck & service gmbh

© Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen
und Umformtechnik IWU, Chemnitz 2009

Bildquellen

Seite 16, 25, 56: Fraunhofer-Gesellschaft
Seite 21: aboutpixel.de
Seite 35: StarragHeckert AG
Seite 36: Airbus
Seite 37: SITEC Industrietechnologie GmbH
Seite 50: aboutpixel.de | Rainer Sturm

Alle anderen Abbildungen: © Fraunhofer IWU

Bei Abdruck ist die Einwilligung der Redaktion erforderlich.

