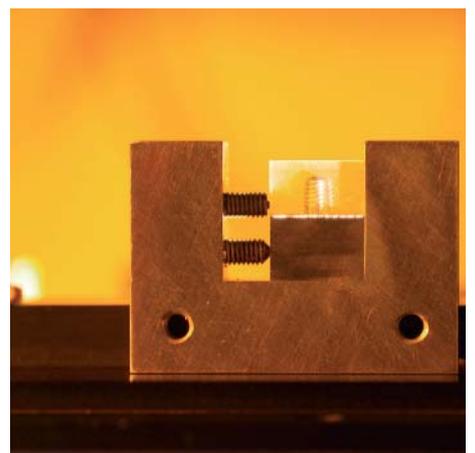
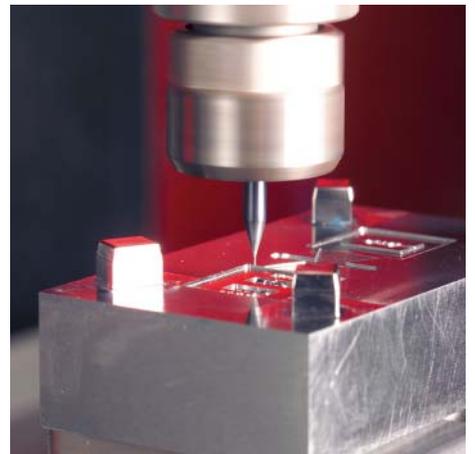
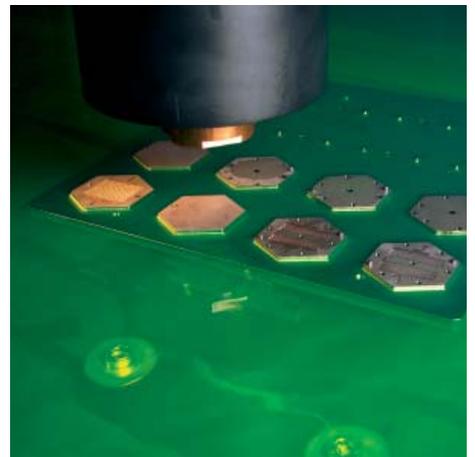




Fraunhofer Institut
Produktionstechnologie

Jahresbericht 2004



Jahresbericht 2004

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT



Sehr geehrte Damen und Herren,

der zunehmende Wettbewerb macht auch vor der Forschung nicht halt und erschwert die Akquisition öffentlicher Fördergelder. Die Erfolgsquoten bewegen sich derzeit bei weniger als zehn Prozent. Doch allen ungünstigen Rahmenbedingungen in der Forschungsförderung zum Trotz konnten wir im vergangenen Jahr wieder einen sehr guten Jahresabschluss verzeichnen. Unser positives operatives Ergebnis spricht vor diesem Hintergrund für sich: Es ist einmal mehr der Beweis für die Anwendungsnähe unserer Arbeit. Denn wir haben unseren Fokus im Jahr 2004 verstärkt auf Industrieprojekte gelenkt, um unsere ausgewogene Finanzierung beizubehalten. Mein Dank gilt deshalb ganz besonders allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, die das ganze Jahr über außerordentlich engagiert dazu beigetragen haben, dieses gute Resultat zu erzielen.

Selbstverständlich ist das Fraunhofer IPT nicht ganz alleine mit seinem Erfolg: Auch das Fraunhofer Center for Manufacturing Innovation CMI, unsere Niederlassung in Boston/USA, hat sich positiv weiter entwickelt. Indem sich das Fraunhofer CMI noch stärker als bisher auf die Präzisions-Automatisierungstechnik konzentrierte, schärfte es sein Profil und trug dadurch zu unserem erfreulichen Jahresabschluss bei.

Von besonderer Bedeutung ist für uns immer auch der Dialog mit unseren Partnern in den Unternehmen. Denn ihre Reaktion auf unsere Arbeit hilft uns, den gegenwärtig eingeschlagenen Kurs laufend zu überprüfen und zu verbessern. Äußerst spannend war für uns aus diesem Grund die Resonanz auf die beiden großen Kolloquien in diesem Jahr:

Das 4. Internationale Kolloquium »Werkzeugbau mit Zukunft«, das wir in zweijährlichem Rhythmus gemeinsam mit dem WZL der RWTH Aachen veranstalten, war in diesem Jahr ein Erfolg wie nie zuvor. Mehr als 300 Gäste aus der Branche des Werkzeug- und Formenbaus konnten wir für zwei ereignisreiche Tage im Aachener Eurogress und bei uns in den Instituten Willkommen heißen. Neben einer Fülle an Vorträgen von hochkarätigen Referenten aus Industrie und Forschung präsentierten wir unseren Besuchern auch die strahlenden Sieger unseres Werkzeugbau-Wettbewerbs »Excellence in Production«. Gemeinsam mit dem WZL der RWTH Aachen sowie Vertretern von Industrie, Presse und Fachverbänden werden wir auf diese Weise ab sofort jährlich die besten Unternehmen der Branche auszeichnen.

Beinahe genauso erfolgreich wie mit unseren Bemühungen um den Werkzeugbau waren wir auch mit unserem ersten Kolloquium für die optische Industrie: So versammelte sich im November bei uns in Aachen erstmals ein großer Teil der wichtigsten Vertreter aus der Optik-Branche, um eine Vielzahl an Themen aus anwendungsbezogener Forschung und industrieller Praxis zu diskutieren. Das überaus positive Feedback von Referenten und Publikum ist für uns ein Zeichen, dass wir bei beiden Kolloquien die relevanten Fragen der jeweiligen Branche erkannt haben.

Eine der ganz großen Konferenzen zur Produktionstechnik erwarten wir im Juni 2005: Bereits im vergangenen Sommer starteten die ersten Vorbereitungen für das traditionsreiche Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquium, in die fast alle Mitarbeiter des Fraunhofer IPT und des benachbarten WZL eingebunden sind. Wir freuen uns schon jetzt sehr darauf, unseren Besuchern wieder einen fundierten Überblick über die Trends in Forschung und Industrie rund um die Produktionstechnik bieten zu können.

Nachdem wir im vergangenen Jahr Professor Manfred Weck in den Ruhestand verabschiedet haben, folgt ihm nun auch Professor Tilo Pfeifer, der anlässlich seines 65. Geburtstages mit einem großen Fachkolloquium geehrt wurde. Mit ihm verließ uns zum Ende des Jahres ein weiterer Pionier: Tilo Pfeifer trug während der vergangenen 30 Jahre maßgeblich zur weltweiten Entwicklung der Fertigungsmesstechnik und des Qualitätsmanagements bei. Wir sind sehr stolz darauf, ihn als fachlich äußerst kompetenten und auch persönlich höchst engagierten Menschen kennen gelernt zu haben. Die nationale und internationale Wertschätzung seiner Arbeit zeigt sich nicht zuletzt in den zahllosen Preisen und Ehrungen, die er in seiner bisherigen Laufbahn erhalten hat. Mit Tilo Pfeifer geht nun auch der letzte der »Gründungsväter« des Fraunhofer IPT in den Ruhestand. Sein Nachfolger Professor Robert Schmitt, der selbst bei Tilo Pfeifer promovierte und danach lange Jahre Führungspositionen in der Industrie innehatte, übernahm am 1. Januar 2005 die Leitung der Abteilung »Mess- und Qualitätstechnik«. Wir begrüßen ihn sehr herzlich in unseren Reihen und freuen uns auf eine gute Zusammenarbeit.

Selbst wenn sich unser Direktorium in den vergangenen Jahren Schritt für Schritt verjüngt hat, so möchte doch niemand von uns auf den guten Rat und die tatkräftige Unterstützung unserer ehemaligen Kollegen ganz verzichten. Wir sind froh darüber, dass wir auch in Zukunft auf ihr Wissen und ihre Erfahrung bauen können.

Aachen, im Januar 2005



Prof. Dr.-Ing. Fritz Klocke



Vorwort	2
Das Fraunhofer IPT 2004	6
Das Fraunhofer IPT im Profil	8
Prozesstechnologie	9
Produktionsmaschinen	10
Mess- und Qualitätstechnik	11
Technologiemanagement	12
Fraunhofer Center for Manufacturing Innovation CMI	13
Unsere Geschäftsfelder	14
Mitarbeiter 2004	15
Das Institut in Zahlen	18
Ausstattung	20
Kuratorium	21
Ergebnisse 2004	22
Highlights	24
Replikation von Glasoptiken mit Freiformflächen	24
Multifunktionale, minimal-invasive Operationsnadel aus kohlenstofffaser- verstärktem Kunststoff mit integrierter Messtechnik	25
Einzigartigkeit im Werkzeug- und Formenbau	26
Dienstleistungsqualität – die Kunst den Kunden zu begeistern	27
Konsortialbenchmarking Einkauf: Erfolgsmuster in führenden Unternehmen identifiziert	28
Studien des Fraunhofer IPT im Jahr 2004	29
Aus unserer Forschung und Entwicklung	30
Schleifen, Läppen, Polieren	30
Drehen, Fräsen, CAx	33
Lasermaterialbearbeitung	37
Neue Konzepte und Bauweisen	40
Präzisions- und Ultrapräzisionsbearbeitung	43
Sondermaschinenbau	45
Maschinenmesstechnik	48
Optische Messtechnik	50
CAD-basierte Messstrategien	51
Organisationsqualität	52
Effizienz in der Entwicklung	54
Technologie- und Marktpotenzialanalyse	55
Technologiemanagement	56
Fraunhofer CMI	58

Kooperationen	61
Werkzeugbau zum Präzisionsglaspressen	61
Arbeitskreis »Hartmetall«	62
Das Fraunhofer IPT in Demonstrationszentren der Fraunhofer-Gesellschaft	63
aachener initiative modell-, werkzeug- und formenbau	64
Forschungsgemeinschaft für Ultrapräzisionstechnik e.V.	65
euspen: Europäisches Netzwerk für die Präzisions-, Mikro- und Nanotechnologie	66
Rückblick 2004	68
Messen, Konferenzen, Seminare	70
Personen und Ehrungen	75
Veröffentlichungen, Dissertationen	78
Kundenreferenzen	85
Glossar	86
Die Fraunhofer-Gesellschaft	87
Informationsservice	89

Das Fraunhofer IPT 2004



Das Fraunhofer IPT im Profil	8
Prozesstechnologie	9
Produktionsmaschinen	10
Mess- und Qualitätstechnik	11
Technologiemanagement	12
Fraunhofer Center for Manufacturing Innovation CMI	13
Unsere Geschäftsfelder	14
Mitarbeiter 2004	15
Das Institut in Zahlen	18
Ausstattung	20
Kuratorium	21





Das Fraunhofer IPT im Profil

Systemlösungen für die Produktion

Wir vereinen in unserem Haus Kompetenz in allen Bereichen der Produktionstechnik. Unsere Abteilungen Prozesstechnologie, Produktionsmaschinen, Mess- und Qualitätstechnik sowie Technologiemanagement liefern das Fachwissen, um individuelle Speziallösungen für Unternehmen aus der produzierenden Industrie anzubieten.

Immer komplexere Produktionsabläufe fordern ganzheitliche Lösungen anstelle einer isolierten Betrachtungsweise. Die disziplinübergreifende Zusammenarbeit in unserem Haus versetzt uns in die Lage, laufend neue Technologien und Methoden einzuführen. Unter dem Motto »Systemlösungen für die Produktion« entstehen aus den Einzelbeiträgen der Prozesstechnologie, maschinenbaulicher und steuerungstechnischer Komponenten, der Messtechnik sowie des Qualitäts- und Technologiemanagements ganzheitliche Lösungen, in denen wir individuelle Unternehmens- und Technologiestrategien umsetzen. In unseren Geschäftsfeldern wird dieser Systemgedanke gelebt: Ausgerichtet an den Bedürfnissen ausgewählter Branchen und Produktgruppen bieten wir gebündelte Kompetenz aus allen Abteilungen.

Auftraggeber und Kooperationspartner

Unsere Forschungs- und Entwicklungsdienstleistungen reichen von strategischer Vorlauforschung über bilaterale Industrieprojekte bis hin zur Koordination industrieller Projektkonsortien, etwa in EU-Verbundprojekten. Dabei stehen für uns praxisgerechte Lösungen und unmittelbar umsetzbare Ergebnisse für die Industrie immer im Mittelpunkt unserer Arbeit.

Die Forschungsvorhaben des Fraunhofer IPT werden vom BMBF, von der AiF, vom Land Nordrhein-Westfalen, in DFG-Schwerpunktprogrammen und Sonderforschungsbereichen sowie durch die Europäische Kommission getragen. Unsere Auftraggeber und Kooperationspartner stammen aus der gesamten produzierenden Industrie mit Schwerpunkten in der Luft- und Raumfahrttechnik, dem Automobilbau und seinen Zulieferern, dabei insbesondere dem Werkzeug- und Formenbau, der feinmechanischen und optischen Industrie sowie dem Werkzeugmaschinenbau.

Kleine und mittlere Unternehmen prägen das Spektrum unserer Auftraggeber. Dies spiegelt sich auch in der Projektstruktur des Instituts wider: Ein großer Teil unserer Kundenaufträge weist ein Projektvolumen unter 50 000 Euro aus. Wir entwickeln hier meist kurzfristig konkrete Systemlösungen für den industriellen Bedarf.



Prozesstechnologie

Prof. Dr.-Ing. Fritz Klocke

Zerspanen mit undefinierter Schneide

Schleifverfahren zur formflexiblen Herstellung dreidimensionaler Bauteile aus sprödharten Werkstoffen prägen die Aufgaben dieser Arbeitsgruppe. Wir untersuchen dazu moderne CAD/CAM-Technologien ebenso wie Technologien zum Polieren, ELID-Schleifen oder Diamantdrehen. Abtrags- und Zerspanmodelle mit hohen Oberflächengüten und Formgenauigkeiten sowie Abformtechnologien dienen zur Herstellung komplexer optischer Komponenten. Für die Waferfertigung arbeiten wir an Technologien zum Multi-Wire-Trennen, zum Rotationsschleifen und zur doppelseitigen Politur flächiger Halbleitersubstrate.

Unsere thematischen Schwerpunkte:

- Formflexible Schleifbearbeitung
- Superfinishing
- Waferbearbeitung
- Präzisionsblankpressen

Zerspanen mit definierter Schneide

Diese Arbeitsgruppe befasst sich mit der Dreh- und Fräsbearbeitung, die den industriellen Ansprüchen an hochpräzise Oberflächen gerecht wird. Wir untersuchen die Herstellung formgebender Freiformflächen und prismatischer Funktionsflächen aus Metall sowie das Drehen rotationssymmetrischer Bauteile auch über die Grenzen von Technologie und Werkstoff hinaus. Technologiewissen und -erfahrung verknüpfen wir mit Ansätzen zur Technologiebewertung und verbessern so Produktionsprozesse und -ketten, z.B. auch bei der simultanen 5-Achs-Bearbeitung schwer zerspanbarer Werkstoffe.

Unsere thematischen Schwerpunkte:

- Mikro- und UP-Zerspanung
- Zerspanung von Sonderwerkstoffen
- Präzisionsbearbeitung rotationssymmetrischer Bauteile
- Simultane 5-Achs-Bearbeitung von Strömungsflächen
- Simulation Prozesskette und Visualisierung der virtuellen Arbeitsvorbereitung
- Technologieorientierte Produktionsgestaltung

Lasermaterialbearbeitung

Im Vordergrund stehen hier direkte Strahl-Stoff-Wechselwirkungen, die Integration von Lasern in Bearbeitungsmaschinen sowie der Aufbau prototypischer Bearbeitungsanlagen und ihr industrieller Einsatz. Für Zerspan- und Umformprozesse schaffen wir Anlagentechnik und verknüpfen Bearbeitungstechnologien wie Drehen, Fräsen oder Metalldrücken mit Lasertechnologie. Prozessintegration erlaubt uns die Herstellung komplexer Bauteile aus anspruchsvollen Werkstoffen in einer Aufspannung. Das »Rapid Manufacturing« entwickeln wir zur Herstellung metallischer und keramischer Werkzeuge und Produkte weiter.

Unsere thematischen Schwerpunkte:

- Laserstrahlfügen
- Laserstrahlstrukturieren
- Laserunterstützte Bearbeitung
- Laseroberflächenbehandlung, Formgebung, Reparatur
- Rapid Manufacturing

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Axel Demmer
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-1 30
axel.demmer@ipt.fraunhofer.de



Produktionsmaschinen

Prof. Dr.-Ing. Christian Brecher

Präzisions- und Ultrapräzisionstechnik

Für die zerspanende und abtragende Präzisions- und Ultrapräzisionsbearbeitung sind besondere Maschinen erforderlich. Die Qualität der produzierten Bauteile und Mikrostrukturen wird durch die Parameter des Bearbeitungsprozesses und besonders durch die Genauigkeit der verwendeten Bearbeitungsmaschine bestimmt. Achsen und Lagerungen, Antriebe und Messsysteme, Steuerungen und die Maschinenstruktur müssen höchsten Anforderungen genügen und aufeinander abgestimmt sein. Wir entwickeln Produktionsmaschinen im Bereich der Präzisions- und Ultrapräzisionstechnik für Bearbeitungsverfahren wie Drehen, Fräsen, Flycutting, Hobeln und Erodieren.

Unsere thematischen Schwerpunkte:

- Konzeption, Konstruktion, Aufbau und Service von Ultrapräzisionsmaschinen
- Vermessung, Charakterisierung und Optimierung von Werkzeugmaschinen
- Bauteilfertigung und Mikrostrukturierung
- Mikromontage und Fügen von hybriden Mikrosystemen
- Replikation

Sondermaschinenbau

Wir entwickeln hochgenaue Sondermaschinen und Komponenten nach den Wünschen unserer Kunden. Entwicklungsschwerpunkte der vergangenen Jahre waren Schleif- und Poliermaschinen zur Verarbeitung sprödharter Materialien wie Keramik oder Silizium, hochdynamische Zusatzachsen zur Handhabung oder dynamischen Werkzeugführung sowie Anlagen und Komponenten für die Laserbearbeitung wie Trennen, Schweißen oder Beschichten.

In Zusammenarbeit mit unseren Auftraggebern, Entwicklungspartnern oder Lizenznehmern können wir nicht nur Prototypen, sondern auch größere Stückzahlen entwickeln und aufbauen.

Unsere thematischen Schwerpunkte:

- Erarbeitung von Prozessketten sowie Maschinen und Anlagen für Sonderanwendungen
- Konzeption, Konstruktion, Aufbau und Service von Sondermaschinen
- Erweiterung und Umbau bestehender Produktionsanlagen

Faserverbundtechnik

Unsere Gruppe »Faserverbundtechnik« bedient die industrielle Nachfrage nach faserverstärkten Leichtbaukomponenten sowie den zugehörigen Produktionsmaschinen. Unser Maschinenpark verfügt über zahlreiche Arten von Fertigungsanlagen und -hilfsmitteln zur Verarbeitung duro- und thermoplastischer Faserverbundkunststoffe (FVK) mittels Laser oder Infrarot-Strahlung.

Unsere thematischen Schwerpunkte:

- Entwicklung von Maschinen und Maschinenkomponenten zur Verarbeitung von FVK
- Prozessentwicklung für duro- und thermoplastische FVK
- Design und Fertigung von Leichtbaustrukturen

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Sven Lange
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-1 12
sven.lange@ipt.fraunhofer.de



Mess- und Qualitätstechnik

Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Dr. h.c. mult. Tilo Pfeifer

Qualitätsmanagement

Das Qualitätsverständnis moderner Produktionsunternehmen hat sich von der Qualitätsprüfung über die Qualitätssicherung hin zu Qualitätsmanagement und Business Excellence gewandelt. Immer mehr Unternehmen begreifen Qualitätsmanagement als Querschnittsfunktion mit nachhaltigem Einfluss auf den Unternehmenserfolg. Qualitätsziele sind jedoch nur durch konsequente Optimierung aller erfolgsrelevanter Geschäftsprozesse und eine unternehmensweit verinnerlichte Qualitätskultur zu erreichen. Für die Arbeitsgruppe »Qualitätsmanagement« ist diese ganzheitliche Sicht von Qualität selbstverständlich. Wir entwickeln in anwendungsorientierten Forschungsprojekten die Lösungen, die wir in unseren Industrieprojekten umsetzen.

Unsere thematischen Schwerpunkte:

- Prozessorientiertes Qualitätsmanagement
- Qualität im Dienstleistungs- und Kundenmanagement
- Qualitätsmanagement für interdisziplinäre Entwicklungsprojekte mit hohem Softwareanteil
- Qualitätsorientierte Methoden für das Wissensmanagement
- Management von Kunden- und Lieferantenbeziehungen
- Qualitätsorientierte Gestaltung von Kooperationen

Optische Messtechnik

Der Forschungsschwerpunkt der Gruppe »Optische Messtechnik« ist die optische Geometriemessung in allen Bereichen der Produktion. Dabei setzen wir punktuell, linienhaft sowie flächenhaft messende Verfahren ein. Neben gemeinsamer Forschung mit Industriepartnern bieten wir messtechnische Dienstleistungen an. Dazu zählen Technologieberatung, Applikation sowie die Systementwicklung.

Unsere thematischen Schwerpunkte:

- Mikrostrukturprüfung
- Optikprüfung
- Freiformflächenmesstechnik
- In-Prozess-Messtechnik
- Kalibrierung und Rückführung
- Mikrosensorik und Medizintechnik

Ihre Ansprechpartnerin

Dr.-Ing. Sandra Scheermesser
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-1 13
sandra.scheermesser@ipt.fraunhofer.de



Technologiemanagement

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Günther Schuh

Wir unterstützen unsere Kunden in allen Fragen des Technologiemanagements, bei der Früherkennung, Entwicklung, Planung, Auswahl, Integration, Umsetzung und Optimierung von Technologien. Unser Schwerpunkt liegt dabei auf Produktions-, Produkt- und Materialtechnologien, da nur durch integrierte Betrachtung ein abgestimmtes Optimum erreicht werden kann. Auch unterstützende Technologien wie IT-Systeme beziehen wir bei Bedarf mit ein. Die vielfältigen Abhängigkeiten und Wechselwirkungen zwischen Technologien, Unternehmensrandbedingungen, Wettbewerbsumfeld und Marktentwicklungen bilden ein komplexes System. Dieses gilt es, zu analysieren, zu verstehen und systematisch zu bewerten. Gleichzeitig heißt es, individuelle Anforderungen und Interessen aller Beteiligten zu berücksichtigen. Technologiemanagement ist daher Komplexitäts- und Kommunikationsmanagement zugleich. Wir wenden bewährte, standardisierte Vorgehensweisen zielorientiert an und bringen Erfahrungswissen aus zahlreichen Beratungsprojekten mit ein.

Unsere thematischen Schwerpunkte:

- Markt- und Branchenanalysen
- Technologie- und Marktpotenzialbewertung
- Gestaltung und Implementierung von Technologieentwicklungsprozessen (TEP)
- Technologie-Roadmapping
- Wirtschaftlich-technologische Optimierung von Technologien und Technologieketten
- Technologieplanung, z.B. mit dem Technologiekalender
- Interne oder externe Leistungsvergleiche mit Technologie-Benchmarking
- Technologisch-kommerzielle Due Diligence
- Technologiemanagement-Audit

Technischer Einkauf

Bei sinkenden internen Wertschöpfungstiefen nimmt der Einfluss des Einkaufs auf den Unternehmenserfolg zu. Um die Einkaufspotenziale zu erschließen und die Leistungsfähigkeit des Einkaufs zu stärken, ist interne und externe Transparenz entscheidend. Aufbauend auf unserem Erfahrungs- und Methodenwissen unterstützen wir unsere Kunden, gezielt interne und externe Transparenz auf- und auszubauen. Dabei betrachten und optimieren wir die internen Prozesse, Strukturen und IT-Tools. Um die externe Transparenz zu steigern, ermitteln wir Kostentreiber und Vergleichspreise, bewerten alternative Technologien oder Lieferanten und verschaffen unseren Kunden damit eine noch bessere Verhandlungsposition.

Unsere thematischen Schwerpunkte:

- Einkaufs-Audit
- Gestaltung und Optimierung der Prozesse, Strukturen und IT-Tools im Einkauf
- Target Costing und Zielpreisfindung
- Linear Performance Pricing (LPP)
- Cost Regression Analysis (CRA)
- Lieferantenrecherche, -bewertung und -auswahl
- Lieferantenauditierung und -qualifizierung
- Performance Measurement, z.B. über Balanced Scorecard

Ihr Ansprechpartner

Dr.-Ing. Jens Schröder
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-1 14
jens.schroeder@ipt.fraunhofer.de



Fraunhofer Center for Manufacturing Innovation CMI

Prof. Dr. Andre Sharon

Das Fraunhofer Center for Manufacturing Innovation CMI in Boston/USA ist eine Geschäftseinheit des Fraunhofer IPT. Das Center steht in enger Zusammenarbeit mit der Boston University und befindet sich auf deren Campus in unmittelbarer Nachbarschaft des Manufacturing Engineering Departments. Wie auch das Fraunhofer IPT entwickelt das Fraunhofer CMI produktionstechnische Lösungen für nationale und internationale Partner. Der Schwerpunkt der Forschungs- und Entwicklungstätigkeit liegt in Automatisierungsanwendungen für den Hochtechnologiebereich. Daneben bietet das Fraunhofer CMI seinen Kunden eine breite Palette an Ingenieurdienstleistungen bis hin zur vollständigen Übernahme sämtlicher Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten.

Unsere thematischen Schwerpunkte:

- Optoelektronik und Lichtwellenleiter
- Biotechnologie
- Mechanische Mikrobearbeitung
- Halbleiter und Mikro-Elektromechanische Systeme (MEMS)

Unsere Dienstleistungen:

- Produktentwicklung und Prototyping
- Prozesstechnologie
- Entwicklung und Aufbau von Automatisierungsequipment
- Beratung für Produktentwicklung und Fertigung

Ihr Ansprechpartner

Prof. Dr. Andre Sharon
Telefon +1 6 17/35-3 18 88
sharon@bu.edu



Unsere Geschäftsfelder

In unseren Geschäftsfeldern bündeln wir die Kompetenzen aller vier Abteilungen. Unser Leistungsspektrum orientiert sich dabei an den individuellen Aufgaben und Herausforderungen bestimmter Branchen und Produktbereiche. Indem wir uns laufend mit den aktuellen Fragen der industriellen Praxis auseinandersetzen, wächst unser Know-how in den Geschäftsfeldern kontinuierlich. Zudem gewinnen wir wichtige Impulse für unsere Vorlauforschung. Gemäß unserem Motto »Systemlösungen für die Produktion« liefern wir unseren Kunden praxisnahe und ganzheitliche Lösungen.

aachener werkzeug- und formenbau (awf)

- Einführung und Optimierung moderner Fertigungstechnologien
- Auswahl und Bewertung von EDV-Werkzeugen (CAx, PPS, ...)
- Strategische Ausrichtung und Optimierung von Geschäftsprozessen
- Durchführung von Benchmarking – »Von den Besten lernen«

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Kristian Arntz
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-1 21
kristian.arntz@ipt.fraunhofer.de

Optik und optische Systeme

- Entwicklung und Einsatz optischer Messsysteme
- Ultrapräzisionsfertigung und Montage von (Sonder-)Optiken
- Lasermaterialbearbeitung
- Laserintegration in Werkzeugmaschinen

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Dipl. Wirt.-Ing. Karsten Schneefuß
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-1 60
karsten.schneefuss@ipt.fraunhofer.de

Zentrum für Präzisions- und Mikrotechnik

- Technologieentwicklung für die (Ultra-)Präzisions- und Mikrozerspanung
- Entwicklung von Präzisionsmaschinen, Handling- und Montagesystemen
- Auftragsfertigung von Bauteilen und Systemkomponenten
- Entwicklung und Einsatz spezieller Mess- und Prüftechniken

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Christian Wenzel
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-1 52
christian.wenzel@ipt.fraunhofer.de



Mitarbeiter 2004

Stand. 1. Dezember 2004

Telefonnummer des Instituts +49 (0) 2 41/89 04-0

Institutsleitung	Prof. Dr.-Ing. Fritz Klocke	- 1 06
Direktorium	Prof. Dr.-Ing. Christian Brecher	- 1 06
	Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult. Prof. h.c. Tilo Pfeifer	- 1 08
	Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Günther Schuh	- 1 08
	Prof. Dr. Andre Sharon	+1 6 17/35-3 18 88

Geschäftsführung Dr.-Ing. Thomas Bergs - 1 08

Prozesstechnologie Prof. Dr.-Ing. F. Klocke
 Oberingenieur Dipl.-Ing. A. Demmer - 1 30

<u>Zerspanung mit undefinierter Schneide</u>		Dipl.-Ing B. Bresseler	- 2 34
Dipl.-Ing. O. Dambon	- 1 37	Dipl.-Ing. (FH) U. Schneider	- 1 43
Dipl.-Ing. A. Grüntzig	- 1 37	Dipl.-Ing. A. Weber	- 2 48
Dipl.-Ing. S. Huttenhuis	- 2 47	Dipl.-Ing. (FH) B. Faßbender	- 1 38
Dipl.-Ing. D. Pähler	- 2 38	H.-J. Fourné	- 2 35
Dipl.-Ing. G. Pongs	- 4 02		

<u>Zerspanung mit definierter Schneide</u>		Dipl.-Ing. L. Markworth	- 2 05
Dipl.-Ing. K. Arntz	- 1 21	Dipl.-Ing. I. Kusumah	- 2 43
Dipl.-Ing. A. Bilsing	- 2 79	Dipl.-Ing. M. Meinecke	- 2 31
Dipl.-Ing. (FH) J. von Bodenhausen	- 2 33	P. Burde	- 1 35
Dipl.-Ing. R. Borsdorf	- 1 32	A. Dupont	- 2 77
Dipl.-Ing. J. Helbig	- 1 36	J. Engeln	- 1 35
Dipl.-Ing. M. Heselhaus	- 1 22	F. Mohren	- 2 37

<u>Laserstrahlenwendungen</u>		Dipl.-Ing. S. Bausch	- 2 42
Dipl.-Ing. C. Ader	- 4 03	Dipl.-Ing. M. Kordt	- 1 27
Dipl.-Ing. A. Castell-Codesal	- 1 28	Dipl.-Ing. T. Wehrmeister	- 1 34
Dipl.-Ing. D. Donst	- 2 41	G. Gerst	- 1 31
Dipl.-Ing. J. Frank	- 2 44	J. van Rieth	- 2 40
Dipl.-Ing. C. Freyer	- 1 24	H. Schumacher	- 1 33
Dipl.-Ing. T. Gläser	- 1 29		

<u>CAX-Technologie</u>		Dipl.-Inf. Dipl.-Ing. (FH) L. Glasmacher	- 2 46
K. Lenhard	- 1 46	C. Staemmler	- 2 14

Produktionsmaschinen Prof. Dr.-Ing. C. Brecher
 Oberingenieur Dipl.-Ing. S. Lange - 1 12

<u>Präzisionsmaschinen</u>		Dipl.-Ing. K. Groll	- 1 50
Dipl.-Ing. T. Gerrath	- 2 56	Dipl.-Ing. C. Schäfer	- 2 54
Dipl.-Ing. M. Merz	- 1 48	Dipl.-Ing. G. Schauerte	- 1 42



Dipl.-Ing. R. Schug	- 1 47	Dipl.-Ing. (FH) M. Seidler	- 2 92
L. Beegen	- 4 05	D. Stenzel	- 2 92
T. Hamacher	- 1 93	R. Weber	- 1 83
Dipl.-Ing. (FH) S. Pilgermann	- 2 65		

Faserverbundtechnik		Dipl.-Ing. S. Lange	- 1 12
Dipl.-Ing. P. Kölzer	- 2 69	Dipl.-Ing. S. Schmitz	- 2 51

Ultrapräzisionstechnik		Dipl.-Ing. C. Wenzel	- 1 52
Dipl.-Ing. A. von Klitzing	- 1 42	J. Alberding	- 2 52
Dipl.-Ing. F. Niehaus	- 1 55	A. Dupont	- 2 77
Dipl.-Ing. C. Peschke	- 2 53	W. Niegel	- 2 29
Dipl.-Ing. M. Winterschladen	- 4 00	N. Schatzschneider	- 2 30
Dipl.-Ing. F. Wolf	- 1 54		

Mess- und Qualitätstechnik	Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult. Prof. h.c. T. Pfeifer		
Oberingenieur	Dr.-Ing. S. Scheermesser		- 1 13

Optoelektronische Messtechnik		Dipl.-Ing. Dipl. Wirt.-Ing. K. Schneefuß	- 1 60
Dipl.-Ing. S. Bichmann	- 2 45	Dipl.-Ing. K. Eder	- 2 61
Dipl.-Ing. F. Depiereux	- 2 59	Dipl.-Ing. U. Glaser	- 1 59
Dipl.-Phys. D. Dörner	- 2 49	Dipl.-Ing. I. Krohne	- 1 53

Qualitätsmanagement		Dipl.-Ing. M. Simon	- 1 45
Dipl.-Ing. J. Kukulja	- 1 44	Dipl.-Ing. J. Vinke	- 2 60
Dipl.-Phys. R. Schmidt	- 2 57	Dipl.-Ing. T. Voigt	- 1 50
Dipl.-Ing. M. Tillmann	- 1 58	BBA Y. Zhang	- 2 82

Technologiemanagement	Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. G. Schuh		
Oberingenieur	Dr.-Ing. J. Schröder		- 1 14

Technologie-Früherkennung		Dipl.-Ing. Dipl.-Kfm. S. Schöning	- 2 74
Dipl.-Ing. T. Breuer	- 2 71	Dipl.-Ing. C. W. Neemann	- 1 63
Dipl.-Ing. M. Grawatsch	- 1 69	Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. D. Untiedt	- 2 72
Dipl.-Ing. M. Hilgers	- 2 73	U. Schütt (MA)	- 1 62
Dipl.-Ing. H. Möller	- 2 81		

Technologieplanung		Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. S. Klappert	- 1 64
Dipl.-Ing. K. Knoche	- 2 75	Dipl.-Ing. C. Rosier	- 1 66
Dipl.-Ing. M. Knoche	- 1 68	Dipl.-Ing. M. Wellensiek	- 1 68

Dienstleistungssektor	Dr.-Ing. T. Bergs		
------------------------------	--------------------------	--	--

Administrative Dienstleistung		I. Wenk	- 1 11
J. von Heel	- 1 09	J. Floßdorf	- 2 15
I. Crommen	- 2 17	C. Hannemann	- 2 67
C. Eggers	- 1 00	C. Kenn-Lennertz	- 1 08



K. Keppler	- 1 10	H. Neugart	- 1 40
F. Lohrsträter	- 1 00	D. Otto	- 1 07
D. Meesters	- 1 06	H. Reiners	- 1 23
J. Meesters	- 2 15	S. Weiß	- 2 67

Technische Dienstleistung

M. Artz	- 1 17	Dr.-Ing. T. Bergs	
J. Barby	- 1 17	S. Krause M.A.	- 1 80
R. Charlier	- 1 81	W. Kübler	- 2 00
F. Emonts-holley	- 1 83	M. Lambertz	- 1 17
C. Festjens	- 1 17	J. Lehan	- 1 17
P. Gärtner	- 1 83	D. Maronde	- 1 17
Dipl.-Ing. (FH) J. Gensicke	- 2 12	A. Peters	- 2 03
P. Glasmacher	- 2 07	A. Renn	- 1 17
M. Goebfels	- 1 96	J. Repka	- 2 66
W. Heidbüchel	- 4 01	S. Schudoma	- 1 17
Dipl.-Ing. (FH) R. Hirtz	- 1 39	W. Spellerberg	- 1 19
K. Höfs	- 1 19	H.-C. Thielen	- 1 17
U. Huppertz	- 1 83	S. Trepel	- 1 19
H. Jansen	- 1 49	Dipl.-Ing. (FH) D. Treppe	- 2 39
K.-H. Janson	- 1 83	H. T. Trieu	- 2 64
		P. Voncken	- 2 36

Fraunhofer CMI, Boston

Executive Director Prof. Dr.-Ing. F. Klocke +1 6 17/35-3 18 88

Proj. Mgr. D. Chargin	- 3 18 36	Sr. Eng. S. Shu	- 3 28 37
Sr. Eng. D. Giovanoni	- 3 18 87	Proj. Eng. S. Hobson	- 8 19 89
Proj. Mgr. Sergei Ivanov	- 3 87 45	Proj. Eng. T. Walsh	- 3 86 85
Proj. Mgr. Frank Pretzsch	- 3 00 67	R. Livant	- 3 18 88
Proj. Mgr. H. Wirz	- 3 18 69	T. Paulino	- 8 19 39
Sr. Eng. T. Ha	- 8 25 66	K. Thomas	- 3 04 87

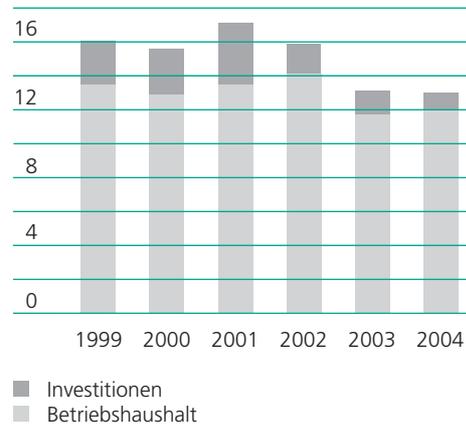


Das Institut in Zahlen

Haushalt

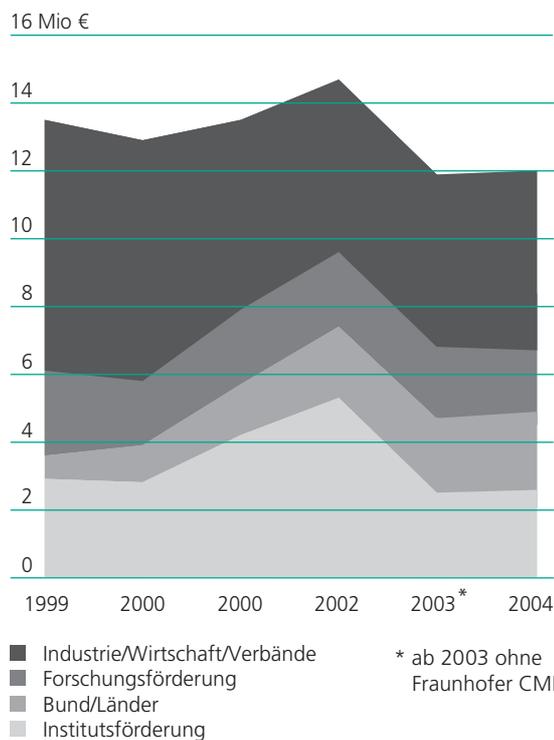
Die Finanzstruktur der Fraunhofer-Gesellschaft unterscheidet zwischen dem Betriebs- und dem Investitionshaushalt. Der Betriebshaushalt umfasst alle Personal- und Sachaufwendungen sowie deren Finanzierung durch externe Erträge und institutionelle Förderung. Der integrierte Finanzplan der Fraunhofer-Gesellschaft erlaubt die Mittelbewegung zwischen beiden Haushalten.

20 Mio €



Der Betriebshaushalt

Der Betriebshaushalt hatte im Jahr 2004 ein Volumen von ca. 12 Mio €. Er wies für das Berichtsjahr eine Eigenfinanzierungsquote des Instituts von etwa 78 Prozent auf.



Vertragsforschung

Die Erträge aus Forschungsprojekten, die von Bundes- und Länderministerien gefördert wurden, haben sich nicht verändert und trugen mit 2,3 Mio € bzw. 20 Prozent zur Eigenfinanzierung bei.

Die Erträge aus Projekten mit der EU-Kommission veränderten sich im Vergleich zum Vorjahr nicht und betragen 0,5 Mio €. Da die EU nicht 100 Prozent der Kosten erstattet, sind die Fraunhofer-Institute aufgrund ihrer begrenzten Grundfinanzierung in der Akquisition von EU-Projekten eingeschränkt.

Das Fraunhofer IPT führte gemeinsam mit der Industrie Verbundprojekte durch, die zusammen mit den Erträgen aus der Auftragsforschung für Industrie, Wirtschaft und Wirtschaftsverbände eine Höhe von 5,3 Mio €, also 57 Prozent des Eigenfinanzierungsanteils erreichten.

Die Zahlen geben den vorläufigen Jahresabschluss 2004 an.

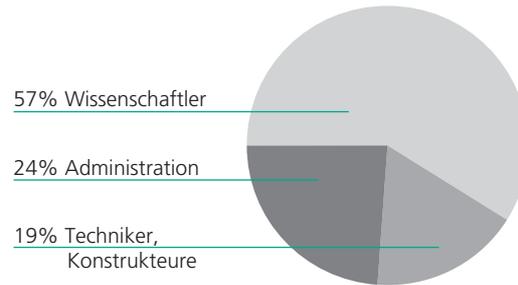


Die Personalstruktur des Fraunhofer IPT

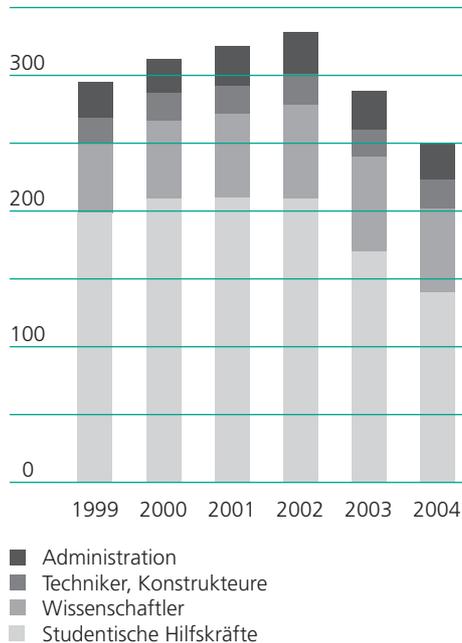
Im Jahr 2004 waren im Schnitt 250 Mitarbeiter am Institut beschäftigt. Der Personalbestand der festangestellten wissenschaftlichen und nicht-wissenschaftlichen Mitarbeiter pendelte leicht um die Größe von 110 Mitarbeitern. Der Anteil der Wissenschaftler lag bei ca. 57 Prozent.

Am Fraunhofer Center for Manufacturing Innovation CMI in Boston, USA, waren in diesem Jahr 38 Mitarbeiter beschäftigt. Die Zahl der festangestellten wissenschaftlichen Mitarbeiter betrug zum 1. Dezember 2004 12 Mitarbeiter. Drei nichtwissenschaftliche Festangestellte unterstützten sie bei der Projektarbeit.

Festangestellte Mitarbeiter



Die Personalentwicklung





Ausstattung

- Schleif-, Dreh- und Fräsmaschinen zur Bearbeitung von Metall, Keramik, Glas, Silizium und Verbundwerkstoffen
- Anlage zur ultraschallunterstützten Schleifbearbeitung
- Anlage zum Ultraschallschwingläppen
- Dreh- und Fräsmaschinen für die keramische Grünbearbeitung
- Multi-Wire-Säge und Präzisionsschleifmaschinen für die Bearbeitung von Wafern bis zu einem Durchmesser von 300 mm
- 5-Achs-Koordinatenschleifmaschine für die Erzeugung von Freiformflächen
- Topfschleifmaschine für die Vor- und Feinbearbeitung sphärischer Optiken
- Schleif- und Drehmaschinen für die Ultrapräzisionszerspanung
- Anlagen zum Präzisionsblankpressen optischer Gläser
- Poliermaschinen für die Endbearbeitung sphärischer Bauteile
- Doppelseiten-Poliermaschine für die Planpolitur
- Präzisionsfräsmaschinen zur HSC- und Hartbearbeitung
- 3- und 5-Achs-Fräsmaschinen für die Hochleistungsbearbeitung
- Großfräsmaschinen zur Sonderbearbeitung
- Verschiedene Hard- und Softwaresysteme für CAD/CAM-Anwendungen, FEM-Simulationen und Virtual-Reality-Visualisierungen
- Virtual-Reality-Labor in Form einer begehbaren Zweiseiten-Projektion
- Hochpräzisionsdrehmaschinen
- Ultrapräzisionsdrehmaschinen zur Herstellung optischer Oberflächen
- mehrere Hochleistungsdiodenlaser mit Leistungen bis zu 3 kW
- Nd:YAG-Festkörperlaser zur Materialbearbeitung mit einer Leistung von bis zu 3 kW
- Nd:YVO₄-Laser zur Laserstrahlstrukturierung
- 6-Achs-Roboter für die 3D-Lasermaterialbearbeitung
- 3- und 5-Achs-Handhabungssysteme für Bauteilgrößen von bis zu 2 x 3 m² und Bauteilgewichten bis 10 t
- Anlagen für das Rapid Prototyping und Rapid Tooling von Kunststoff-, Keramik- und Metallteilen (Stereolithographie, Lasersintern, Laser-generieren, Controlled Metal Build Up)
- vertikales Bearbeitungszentrum mit zwei Spindeln und integriertem Dreh-Schwenkkopf zur Reparatur von Freiformflächen mit Hilfe des Laser-Pulver-Beschichtens
- Drehmaschine zur laserunterstützten Bearbeitung
- Drückmaschine zum laserunterstützten Metall-drücken
- Hochdynamische Präzisions-Unrunddrehmaschine
- 3-Achs-Portalfräsmaschine mit Dreh-Schwenktisch zum laserunterstützten Fräsen
- flexible Fertigungs- und Bearbeitungszelle zur Herstellung und Bearbeitung von Bauteilen aus faserverstärktem Kunststoff mit entsprechenden Aushärteeinrichtungen
- Ultrapräzisions-Bearbeitungsmaschinen (Drehen, Fräsen, Hobeln) zur Herstellung transmittierender und reflektierender optischer Bauelemente bis 1 x 1 m² sowie von Mikrokomponenten
- Großkammer-Rasterelektronenmikroskop mit Vakuumkammer für Bauteile bis ca. 2 m³
- Mikro-Senkerodiermaschine (EDM)
- Messeinrichtungen zur Analyse des geometrischen, kinematischen, dynamischen und thermischen Verhaltens hochpräziser Maschinen
- Laserinterferometer zur Form- und Oberflächenprüfung
- Koordinatenmessgerät mit taktilen und optoelektronischen Messköpfen
- Speckle-Interferometer zur Form- und Deformationsprüfung
- Weißlicht-Interferometer zur Mikrotopographie- und Rauheitsbestimmung
- Rasterkraftmikroskop inkl. Explorer-Kopf
- Streifen- und Mikrostreifenprojektionssysteme
- Chromatischer Sensor zur Oberflächenmessung
- Akustischer Nahfeldsensor zur Oberflächenmessung
- Tastschnittsystem
- Laserscanning-Mikroskop für biologische Proben und Mikrostrukturen



Kuratorium

Die Kuratorien der einzelnen Fraunhofer-Institute stehen der Institutsleitung und dem Vorstand der Gesellschaft beratend zur Seite. Ihnen gehören Persönlichkeiten der Wissenschaft, der Wirtschaft und der öffentlichen Hand an.

Kuratorium des Fraunhofer IPT:

Dr.-Ing. Hans-Henning Winkler	Chiron-Werke GmbH & Co. KG, Tuttlingen
Dr.-Ing. Uwe H. Böhlke	Schott Glas, Mainz
RD'in Dipl.-Oec. Susanne Clobes	Bundesministerium für Bildung und Forschung, Berlin
Prof. Dr.-Ing. Ulrich Dilthey	Institut für Schweißtechnische Fertigungsverfahren, RWTH Aachen
Dipl.-Ing. Hans-Dieter Franke	Management Partner GmbH, Stuttgart
Prof. Dr.-Ing. Jobst Herrmann	Aalen
Prof. Dr.-Ing. Horst Kunzmann	Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig
Dr.-Ing. Hans-Robert Meyer	Hollern-Twielenfleth
Dr.-Ing. Stefan Nöken	Hilti AG, Schaan/Liechtenstein
Karl Schultheis	Ministerium für Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf
Dr. rer. nat. Dipl.-Phys. Thomas Sesselmann	Dr. Johannes Heidenhain GmbH, Traunreut
Dr. jur. Michael Stückradt	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule, Aachen
Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. mult. Hans Kurt Tönshoff	Institut für Fertigungstechnik und Spanende Werkzeugmaschinen der Universität Hannover

Ergebnisse 2004

Highlights

Replikation von Glasoptiken mit Freiformflächen	24
Multifunktionale, minimalinvasive Operationsnadel aus kohlenstoffaserverstärktem Kunststoff mit integrierter Messtechnik	25
Einzigartigkeit im Werkzeug- und Formenbau	26
Dienstleistungsqualität – die Kunst, den Kunden zu begeistern	27
Konsortialbenchmarking Einkauf: Erfolgsmuster in führenden Unternehmen identifiziert	28
Studien des Fraunhofer IPT im Jahr 2004	29

Aus unserer Forschung und Entwicklung

Schleifen, Läppen, Polieren	
<i>Entwicklung keramischer Formeinsätze für die Blechumformung</i>	30
<i>Präzisionsblankpressen optischer Gläser</i>	31
<i>Entwicklung innovativer Fertigungstechnologien für die »Super Large Wafer«-Generation</i>	32
Drehen, Fräsen, CAx	
<i>5-Achs-Fräsen von Freiformflächen aus schwerzerspanbaren Werkstoffen</i>	33
<i>Mikrofräsen für den Formenbau</i>	34
<i>Hartdrehen gesinterter Hartmetalle</i>	35
<i>Verketteten von Simulationen deckt Materialhistorie auf</i>	36
Lasermaterialbearbeitung	
<i>Flussmittelfreies Laserstrahlhartlöten von Aluminium</i>	37
<i>Schnelle Herstellung, Reparatur und Modifikation von Werkzeugen durch Controlled Metal Build Up</i>	38
<i>Laserunterstütztes Warmdrückwalzen schwer umformbarer Werkstoffe</i>	39
Neue Konzepte und Bauweisen	
<i>Herstellung von Freiformflächen mit Fast-Tool-Servo-Systemen</i>	40
<i>Hybridlager vereinen Vorteile hydrostatischer und aerostatischer Lager</i>	41
<i>Konstruktion und Berechnung</i>	42
Präzisions- und Ultrapräzisionsbearbeitung	
<i>Großflächige Mikro- und Ultrapräzisionsbearbeitung</i>	43
<i>Vollautomatisierter Werkzeugwechsel für die Ultrapräzisionstechnik</i>	44



Sondermaschinenbau	
<i>Laserintegration zur Prozessoptimierung</i>	45
<i>Leichtbau und Faserverbundtechnik</i>	46
<i>Automatisierbare Anlagen- und Handhabungstechnik für die Mikromontage</i>	47
Maschinenmesstechnik	
<i>Prozessüberwachung ultrapräziser Fertigungsverfahren</i>	48
<i>Charakterisierung von Produktionsmaschinen</i>	49
Optische Messtechnik	
<i>Messsysteme für die biomedizinische Diagnostik</i>	50
CAD-basierte Messstrategien	
<i>Integrierte optische Messsysteme zur 3D-Digitalisierung</i>	51
Organisationsqualität	
<i>Mehr Qualität für interne Dienstleistungen</i>	52
<i>Innovative Prozesskettenoptimierung (IPO)</i>	53
Effizienz in der Entwicklung	
<i>Zielgerichtet entwickeln durch strategische Ausrichtung</i>	54
Technologie- und Marktpotentialanalyse	
<i>Wettbewerbsvorsprung durch gezielte Technologieentwicklung</i>	55
Technologiemanagement	
<i>Transparenz im Einkauf</i>	56
<i>Gestaltung von Entwicklungsprozessen für die Technologieeinsatzplanung</i>	57
Fraunhofer CMI	
<i>Mikrofräsen und Diamantdrehen</i>	58
<i>Maschinenentwicklung und Prototypenfertigung</i>	59
<i>Automatisierung biotechnologischer Anwendungen und Laborprozesse</i>	60

Kooperationen

Werkzeugbau zum Präzisionsglaspressen	61
Arbeitskreis »Hartmetall«	62
Das Fraunhofer IPT in Demonstrationszentren der Fraunhofer-Gesellschaft	63
aachener initiative modell-, werkzeug- und formenbau	64
Forschungsgemeinschaft für Ultrapräzisionstechnik e.V.	65
euspen: Europäisches Netzwerk für die Präzisions-, Mikro- und Nanotechnologie	66



Replikation von Glasoptiken mit Freiformflächen

Die Anforderungen an optische Komponenten sind in den vergangenen Jahren besonders hinsichtlich der Geometrie stetig gestiegen. Mit konventionellen Fertigungsverfahren wie dem Schleifen und Polieren können die geforderten Freiformflächen nicht mehr in angemessenem Preis-Leistungsverhältnis produziert werden. Mit neuen Technologien wie dem Präzisionsblankpressen lassen sich hingegen komplexe Linsengeometrien replikativ herstellen. Voraussetzung ist jedoch die Fähigkeit, Präzisionsformen mit den entsprechenden Freiformflächen zu fertigen.

Die Produktion von Glasoptiken mit Freiformflächen durch das Präzisionsblankpressen stellt hohe Anforderungen an den Werkzeugbau. Die geringe Umformtemperatur einiger optischer Gläser im Bereich von 325 - 400 °C erlaubt die Verwendung von Werkzeugmaterialien, die ihre Eignung bereits im Kunststoffspritzguss gezeigt haben. So lassen sich etwa nickelbeschichtete Stähle für die Abformung dieser niedrig schmelzenden Gläser einsetzen. Chemisch abgeschiedene Nickelschichten mit angepassten Phosphoranteilen können anhand monokristalliner Diamantwerkzeuge spanend zu

optischen Oberflächenqualitäten mit Rauheiten unter 10 nm Ra bearbeitet werden. Durch den Einsatz von Fast-Tool-Servo-Systemen lassen sich auch nicht-rotationssymmetrische Oberflächen auf Werkzeugformeinsätzen zur Abformung von Freiformflächen erzeugen.

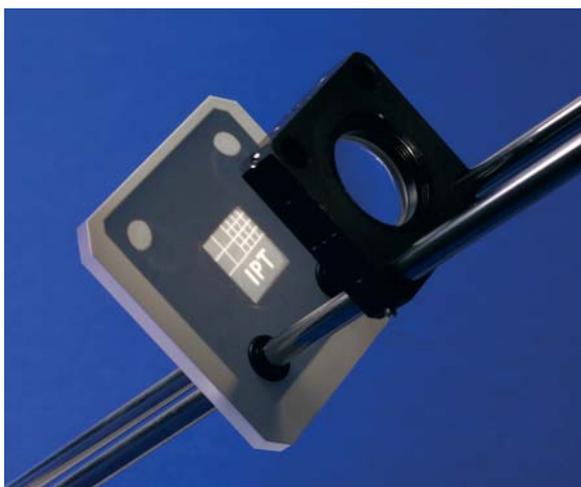
Die Wahl der Werkzeugtechnik beeinflusst den Abformprozess der optischen Bauteile. Der Presszyklus, bestehend aus Aufheizen, Pressen und Abkühlen, muss in den einzelnen Phasen an die Materialeigenschaften der Werkzeugkomponenten und des verwendeten Glases angepasst werden. Nur so lässt sich eine schädigungsfreie Abformung gewährleisten. Typische Zykluszeiten für die Abformung von Linsen mit Durchmessern von 20 - 30 mm liegen zwischen 20 und 30 Minuten.

Das nebenstehende Bild zeigt das Beispiel einer replizierten Glaslinse aus dem Material K-PG 325. Die von der OEC AG entworfene, 3D-maßgeschneiderte Linse weist eine ebene Funktionsfläche und eine Freiformfläche auf. Ziel des dargestellten Aufbaus ist es, einen Teil des Fraunhofer-IPT-Logos auf einer Mattscheibe abzubilden. Paralleles Licht (z.B. Sonnenlicht) wird durch die Freiformfläche so gebrochen, dass es mit einer definierten örtlichen Intensitätsverteilung auf die Mattscheibe trifft und den gewünschten Teil des Logos projiziert. Mit den beschriebenen Methoden ist es zum ersten Mal gelungen, eine solch komplexe Glaslinse mit Freiformfläche kostengünstig herzustellen.

Ihre Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Markus Winterschladen
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-4 00
markus.winterschladen@ipt.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Guido Pongs
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-4 02
guido.pongs@ipt.fraunhofer.de





Multifunktionale, minimalinvasive Operationsnadel aus kohlenstoff-faserverstärktem Kunststoff mit integrierter Messtechnik

Die Miniaturisierung chirurgischer Instrumente senkt das Risiko von Wundinfektionen und Blutungen sowie den Aufwand für die postoperative Regeneration. Mit der minimalinvasiven, multifunktionalen Punktionsnadel entwickelte das Fraunhofer IPT eine neue Instrumentenklasse für so genannte Schlüssellochoperationen. Damit lässt sich das Operationsgebiet über einen kleinen Zugang in der Körperoberfläche erreichen und mit entsprechenden Instrumenten untersuchen sowie therapieren. Die Entwicklung der Nadel wurde im Oktober 2004 mit dem Joseph-von-Fraunhofer-Preis ausgezeichnet.

Die geringere gesundheitliche Belastung des Patienten während und nach einem Eingriff ist Ziel und Hauptmotivation für die Entwicklung minimalinvasiver medizinischer Instrumente und Systeme. Hierzu zählen nicht nur miniaturisierte Instrumente zur schonenden Therapie, sondern auch optische Diagnoseverfahren, wie etwa die spektroskopische Bestimmung der Blutoxygenierung. Diese kann dem Mediziner physiologische oder pathologische Erkenntnisse liefern und die Entnahme von Gewebeproben überflüssig machen.

Bei Schlüssellochoperationen ist dem Mediziner die direkte Sicht auf das Operationsgebiet versperrt. Während des Eingriffes muss der Patient daher durch Kernspin-Tomographie durchleuchtet werden, um die Positionierung der Operationshilfsmittel und das Operationsergebnis zu überprüfen. Heutige Endoskopiesysteme sind für diese Anwendung jedoch viel zu groß und führen aufgrund elektromagnetischer Eigenschaften der metallischen Werkstoffe im Tomographen zu Fehlern bei der Bildwiedergabe, so genannten Artefakten.

Ziel bei der Entwicklung der neuen Operationsnadel war es daher, konventionelle metallische Instrumentenwerkstoffe zu ersetzen durch solche, die sich artefaktfrei abbilden lassen. Die Lösung boten faserverstärkte Kunststoffe: Das neue

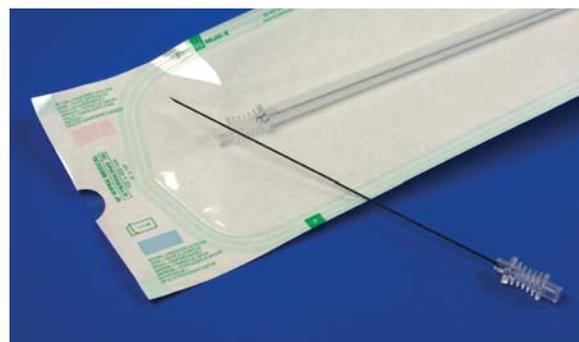
Instrument verfügt bei einer Länge von 200 mm und einem Durchmesser von 1,2 mm über drei Arbeitskanäle. Durch diese lassen sich ein Endoskop mit einer Auflösung von 6000 Pixeln, eine Lichtleitfaser zur Koagulation von Gewebestrukturen sowie Spülflüssigkeiten und Medikamente in das Operationsgebiet einbringen. Die Arbeitskanäle der Nadel werden durch ein eigens entwickeltes Adaptermodul mit Standardschnittstellen an die Operationsumgebung angeschlossen.

Die Produktentwicklung umfasste ein faserverbundtechnisches Fertigungsverfahren für die extrem kleinen und hochgenauen Instrumentenkörper, den Aufbau einer Produktionsanlage, die Integration der optischen Diagnosesysteme sowie umfangreiche Prozessstudien. Im Zulassungsverfahren für Medizinprodukte wurde bereits der Nachweis der Blut- und Gewebeverträglichkeit geführt. Auf diese Weise entstand die Nullserie einer Klasse artefaktfrei abbildbarer, kohlenstofffaserverstärkter Punktionsapplikatoren für die minimalinvasive interventionelle Radiologie. Ihre Markteinführung startet im Jahr 2005.

Ihre Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Sven Lange
Telefon +49 (0) 2 41/89 04 -1 12
sven.lange@ipt.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Klaus Eder
Telefon +49 (0) 2 41/89 04 -2 61
klaus.eder@ipt.fraunhofer.de





Einzigartigkeit im Werkzeug- und Formenbau

Der *aachener werkzeug- und formenbau (awf)* ist eine gemeinsame Initiative des Fraunhofer IPT und des Werkzeugmaschinenlabors (WZL) der RWTH Aachen. Er bündelt die Expertisen der beiden Institute und bietet als Dienstleister ganzheitliche Lösungen für vielfältige Aufgaben im Werkzeug- und Formenbau. Highlights des Jahres 2004 waren die Projekte »OptoRep«, »euro Tooling 21« sowie das Kolloquium »Werkzeugbau mit Zukunft«.

OptoRep

Reparaturen oder Designänderungen an Umformwerkzeugen lassen sich durch Automation und kontinuierlichen Datendurchgang stark beschleunigen. Die automatisierte Reparaturzelle »OptoRep« des Fraunhofer IPT löst diese Aufgabe in einer einzigen Maschine: Sie ermittelt zu bearbeitende Werkzeugbereiche, erfasst die Werkzeuggeometrie mit optischer Messtechnik, generiert CAD-Daten, repariert mittels konturnahen 5-Achs-Pulverlaserauftragschweißens und bearbeitet das Werkzeug schließlich per 5-Achs-Fräsen nach (siehe Seiten 45, 51). Den Grundträger bildet eine Portalfräsmaschine mit integriertem optischem Messsystem, Laserbeschichtungskopf und CAD/CAM-Kopplung.



euro Tooling 21

Ziel des EU-Projekts »euro Tooling 21« ist es, die Wettbewerbsposition kleiner und mittlerer Unternehmen des Werkzeug- und Formenbaus in Europa nachhaltig zu verbessern. Dazu dienen drei Fallstudien, welche die technologisch anspruchsvollen Arbeitsgebiete »Formen für komplexe Mehrkomponenten-Kunststoffspritzgussteile«, »Werkzeuge und Formen für Präzisions- und Mikroanwendungen« und »Formen für variantenreiche Spritzgussteile mit geringen Stückzahlen« untersuchen. Insgesamt beteiligen sich 33 Partner aus Verbänden, Forschung und Industrie aus insgesamt zehn europäischen Ländern.

Werkzeugbau mit Zukunft

Mit dem 4. Internationalen Kolloquium »Werkzeugbau mit Zukunft« (siehe Seite 73) präsentierte der *awf* rund 380 Besuchern im Aachener Eurogress Trends und Innovationen im Werkzeug- und Formenbau. International anerkannte Experten aus Industrie und Forschung berichteten über erfolgreiche Ansätze und Lösungen für aktuelle strategische und operative Herausforderungen der Branche. Mit einer begleitenden Industrieausstellung und der Präsentation laufender Forschungs- und Entwicklungsarbeiten bot die Veranstaltung eine einzigartige Plattform für Innovationen, Kontakte und Diskussionen.

Ein besonderer Höhepunkt war die Prämierung der Sieger im Wettbewerb »Excellence in Production«. Der *awf* ermittelte die Finalisten anhand eines Vergleichs von über 220 deutschen Werkzeug- und Formenbau-Betrieben. Acht Juroren aus Industrie, Politik und Wissenschaft bestimmten die Gewinner in vier Kategorien und den Gesamtsieger.

Ihr Ansprechpartner

Dr.-Ing. Thomas Bergs
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-1 05
thomas.bergs@ipt.fraunhofer.de



Dienstleistungsqualität – die Kunst, den Kunden zu begeistern

Wer die Wertschöpfungspotenziale seiner Produkte nutzen will, muss auch bei der Entwicklung wettbewerbsfähiger Dienstleistungen professionell vorgehen. Mit der systematischen Anwendung leistungsfähiger Methoden und Gestaltungswerkzeuge unterstützt das Fraunhofer IPT produzierende Unternehmen bei der kundenorientierten Konzeption ihrer Dienstleistungen und optimiert diese für den Anwendungsprozess.

Den Kundennutzen zu erhöhen ist die Maxime bei der Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen. Das Fraunhofer IPT entwickelte dazu im Forschungsprojekt »Service Scout« (BMBF-Förderkennzeichen 01HG0086) die Vorgehensweise der »antizipativen Kundenbedarfsanalyse«. Diese erlaubt es, Dienstleistungsbedarfe von Kunden vorausschauend zu erkennen und gezielt für die Entwicklung wettbewerbsstarker Dienstleistungen und Produkte zu nutzen. Die RHIEM Services GmbH aus Voerde integrierte die einzelnen Methodenbausteine in ihre betrieblichen Abläufe und erzielte dabei erhebliche Erfolge in der kundenbezogenen Gestaltung ihrer B2B-Dienstleistungen.

Ausgehend von der Festlegung einer strategischen Entwicklungsrichtung, setzte RHIEM für ausgewählte A-Kunden folgende Methodenschritte um:

- Erfassung und Darstellung von Wertschöpfungsnetzwerken der B2B-Kunden: Ziel war es, deren nachgelagerte Kundenbeziehungen zu analysieren und daraus neue Handlungsfelder abzuleiten sowie die Leistung der eigenen Kundenprozesse zu steigern.
- Analyse der Kundenprozesse von RHIEM: Dies diente dazu, latente Bedarfe jedes Kunden zu identifizieren, um das eigene Leistungsangebot entsprechend zu entwickeln und zu optimieren. Beispiele sind eine reduzierte Prozessdauer oder eine erhöhte Prozesssicherheit bei der Erstmusterherstellung, Farbtreue und Qualität eines Druckprozesses.

- Methodengestützte Analyse von Nutzenkomponenten des betrachteten Leistungssystems: Hier wurden differenzierbare Leistungsmerkmale einer Dienstleistung hinsichtlich ihres Potenzials, Kundenforderungen zu befriedigen, bewertet. Ziel ist es dabei, überzeugende Begeisterungsmerkmale zu ermitteln.

Mit den Ergebnissen der einzelnen Kundenbedarfsanalysen ist es gelungen, nicht nur eine stärkere Kundenbindung zu schaffen, sondern auch den Umsatz mit den Kunden deutlich zu steigern. Ausschlaggebend waren dabei kundenindividuelle Alleinstellungsmerkmale, die RHIEM gemeinsam mit dem Fraunhofer IPT systematisch erarbeitete.

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Michael Simon
Telefon +49 (0) 2 41/89 04 -1 45
michael.simon@ipt.fraunhofer.de





Konsortialbenchmarking Einkauf: Erfolgsmuster in führenden Unternehmen identifiziert

In Zusammenarbeit mit sechs Industrieunternehmen und dem WZL der RWTH Aachen führte das Fraunhofer IPT ein Benchmarking-Projekt zum Einkauf durch. Ziel war es, erfolgreiche Konzepte des Einkaufs bei führenden Unternehmen zu identifizieren. Die Schwerpunkte lagen in den Gebieten des Global Sourcing und der Organisation des Einkaufs im Unternehmen sowie Einkaufsstrategien, Performance-Messung, Lieferantenmanagement, E-Procurement, Marktforschung und Early Purchasing Involvement.

Gemeinsam mit Einkaufsexperten der BASF AG, der Blaupunkt GmbH, der Hilti AG, der Mannesmann Plastics Machinery GmbH, der Rehau AG+Co., der Umicore AG & Co. KG und der Vorwerk & Co. KG untersuchten das Fraunhofer IPT und das WZL der RWTH Aachen Erfolgsmuster im Einkaufsmangement produzierender Unternehmen.

Die Schwerpunkte der Untersuchung legte das Konsortium zu Projektbeginn gemeinsam fest. Daraus entstand ein detaillierter Fragebogen aus mehr als 100 Unterpunkten, der an Einkaufsleiter von 800 ausgewählten Unternehmen versendet wurde. Die besten 40 von ihnen wurden in Telefoninterviews weiter analysiert. Dabei kristallisierten sich sechs Unternehmen heraus, deren Erfolgskonzepte das Konsortium vor Ort unter die Lupe nahm. In allen Fällen bestätigte sich, dass sie besonders erfolgreiche Konzepte im Einkauf

umgesetzt hatten und als Successful-Practice-Unternehmen bezeichnet werden können. Dies sind in alphabetischer Reihenfolge: die Benteler Automobiltechnik GmbH & Co. KG, die Degussa AG, die Johnson Controls GmbH, die Koenig & Bauer AG, die Volkswagen AG und die ZF Sachs AG.

Auf einer Abschlusskonferenz zeichneten das Konsortium und Professor Günther Schuh die Unternehmen aus. Die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse wurden zu zehn Erfolgsmustern im Einkauf zusammengefasst:

1. Performance-Steigerung durch den »gläsernen Lieferanten«
2. Ganzheitliche Bewertung der Lieferanten
3. Kenntnis der optimalen Lieferantenzahl
4. Frühzeitige Integration der Lieferanten schon in die Produktentwicklung
5. Ganzheitlicher Ansatz für die Messung der eigenen Performance
6. Der Einkäufer hat sich vom Disponenten zum Sourcingstrategen entwickelt
7. Der Einkauf sollte hochrangige Zentralfunktion sein
8. Global Sourcing: Zentral koordinieren – lokal positionieren
9. E-Procurement sollte mehr als nur effizienzsteigernd wirken
10. Tools – keep it simple!

Diese Muster sind belegt durch Beispiele der Siegerunternehmen, die Repräsentanten in Diskussionen detailliert erläuterten. So schufen sich die Konsortialpartner eine hervorragende Grundlage für die Umsetzung im eigenen Unternehmen. Zum weiteren Erfahrungsaustausch verabredete das Konsortium regelmäßige Workshops über die Projektlaufzeit hinaus.

Ihr Ansprechpartner

Dr.-Ing. Jens Schröder
Telefon +49 (0) 2 41/89 04 -1 14
jens.schroeder@ipt.fraunhofer.de



Studien des Fraunhofer IPT im Jahr 2004

Als Forschungsinstitut berät das Fraunhofer IPT seine Kunden in aktuellen Fragen der Produktionstechnologie. Hierzu ist die Kenntnis der aktuellsten Trends und Marktentwicklungen unabdingbar. Als effektives Mittel sind auch in diesem Jahr wieder zahlreiche Studien erarbeitet worden, aus denen hier ein ausgewählter Überblick dargestellt wird.

Produktionsstudie 2004

Top-Thema in deutschen Führungsetagen ist derzeit die globale Optimierung der Wertschöpfungstiefe durch Verlagerung von Produktionsstätten ins Ausland. Aus diesem Grund ermittelte das Fraunhofer IPT gemeinsam mit der Unternehmer-Beratung Droeger & Comp. aktuelle Trends und Erfolgsfaktoren für Produktionsverlagerungen. So planen schon heute 46 Prozent der befragten Unternehmen in den nächsten drei Jahren konkrete Verlagerungen. Die Verlagerungswelle ist ein branchenübergreifender Trend. Weitere Informationen zur Studie stehen im Internet unter www.produktionsstudie2004.de zur Verfügung.

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Dipl.-Kfm. Sebastian Schöning
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-2 74
sebastian.schoening@ipt.fraunhofer.de

VR-Studie

Der Einsatz von Virtual Reality (VR) kann vielen Unternehmen helfen, Kosten zu senken und Durchlaufzeiten zu verkürzen. Er verbessert dadurch ihre Wettbewerbsfähigkeit und Positionierung im Markt. Um den aktuellen Einsatzstatus von Virtual Reality in der Industrie zu ermitteln, führte das Fraunhofer IPT eine Umfrage durch. Die Studie gibt Auskunft über den aktuellen Stand der VR-Technologie im industriellen Einsatz und bietet potentiellen Nutzern Informationen zur Auswahl und Implementierung von VR-Systemen. Weitere Schwerpunkte sind Kundenzufriedenheit

mit Hard- und Software, geplante Investitionen bestehender VR-Nutzer und ein Kosten-Nutzen-Vergleich von VR-Systemen auf Basis industrieller Erfahrungen. Die Studie prognostiziert zudem zukünftige Entwicklungen im VR-Bereich. Sie ist als Management Summary oder als Gesamtstudie beim Fraunhofer IPT erhältlich.

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Indra Kusumah
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-2 43
indra.kusumah@ipt.fraunhofer.de

Studie »Qualität in produzierenden Unternehmen«

Qualitätsmanagementsysteme sind ein Grundpfeiler für langfristigen Unternehmenserfolg. Das Fraunhofer IPT ermittelte in einer Studie Nutzen und Aufwand von QM-Systemen für Unternehmen unterschiedlicher Größe. Als Ergebnis zeigt die Studie die Vor- und Nachteile von QM-Systemen je nach Unternehmensgröße auf und analysiert Erfolgsfaktoren für eine praxisgerechte Nutzung von QM-Methoden. QM-Systeme bieten zwar kein Differenzierungsmerkmal mehr gegenüber Wettbewerbern, sind dafür aber die Voraussetzung für fähige Geschäftsprozesse, überlegene Produkte, exzellente Dienstleistungen und zufriedene Kunden. Die Studie ist am Fraunhofer IPT erhältlich.

Ihr Ansprechpartner

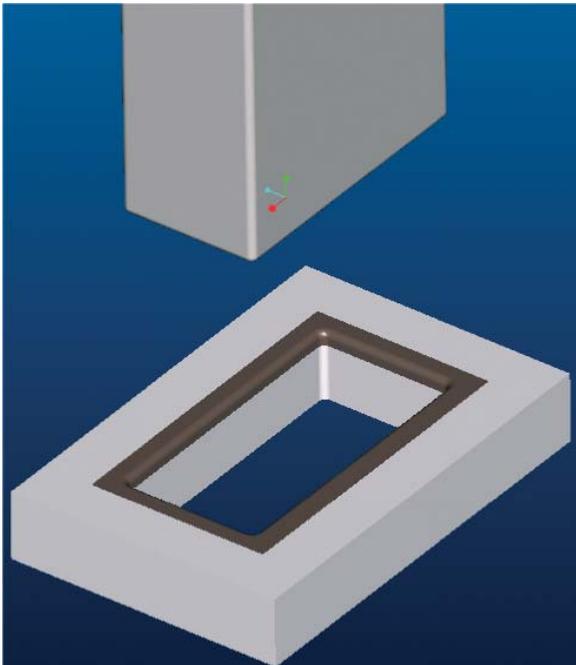
Dipl.-Ing. Janko Kukulja
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-1 44
janko.kukulja@ipt.fraunhofer.de



Entwicklung keramischer Formeinsätze für die Blechumformung

Seit Oktober 2003 erarbeitet das Fraunhofer IPT im InnoNet-Vorhaben »KeraForm – Entwicklung keramischer Hochleistungsformeinsätze für die Blechumformung« (Förderkennzeichen IN-3544) neue Wege zur geometrieflexiblen Schleifbearbeitung sprödharter Materialien.

Ziel dieses Verbundvorhabens ist die Entwicklung eines neuen Werkzeugsystems auf der Basis nicht-rotationssymmetrischer keramischer Werkzeugeinsätze. Das Projekt soll auf diese Weise die bestehenden Grenzen hochbelasteter Bereiche von Umformwerkzeugen für eine kostengünstige Blechumformung hochfester Legierungen erweitern.



Im Zentrum des Interesses steht dabei ein ganzheitlicher Projektansatz: Die werkstoff- und prozessgerechte Werkzeugauslegung wird dazu mit der Entwicklung innovativer Bearbeitungstechnologien verknüpft. Mit Blick auf die Integration des keramischen Formeinsatzes in das Umformwerkzeug und die zu erwartenden Belastungen gilt besondere Aufmerksamkeit der Schnittstellengestaltung sowie dem werkstoffgerechten Werkzeugdesign.

Das Fraunhofer IPT untersucht und bewertet die relevanten Bearbeitungsverfahren wie das Koordinatenschleifen, das laserunterstützte Drehen und Fräsen sowie das ultraschallunterstützte Schleifen. Die erste Projektphase umfasste vor allem die Untersuchung der Prozesse, um den Einfluss und die Wechselwirkungen der einzelnen Prozessparameter auf das Bearbeitungsergebnis zu ermitteln.

Auf Grundlage dieser Ergebnisse sollen zukünftig geeignete Prozessstrategien und -ketten entwickelt sowie keramische Formeinsätze für den Prototypen eines Umformwerkzeug gefertigt werden. Zum Abschluss des Projekts werden diese Ergebnisse genutzt, um konkrete Fallbeispiele der beteiligten Industriepartner zu fertigen.

Ihre Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Andreas Weber
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-2 48
andreas.weber@ipt.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Jörg Frank
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-2 44
joerg.frank@ipt.fraunhofer.de



Präzisionsblankpressen optischer Gläser

Die wachsende Komplexität und die steigenden Anforderungen an die Genauigkeit erhöhen den Aufwand bei der konventionellen Fertigung optischer Komponenten erheblich. Abformende Verfahren wie das Präzisionsblankpressen eignen sich daher ausgezeichnet dazu, komplex geformte Optiken aus Glas in hohen Stückzahlen kostengünstig herzustellen. Das Fraunhofer IPT erforscht seit einigen Jahren grundlegende und anwendungsorientierte Aspekte der gesamten Prozesskette zur Replikation komplexer Optikkomponenten.

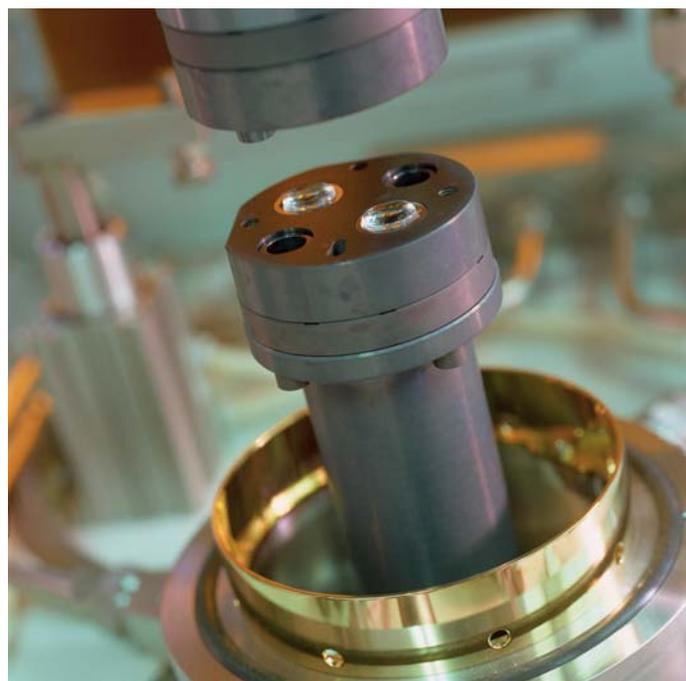
Im transregionalen Sonderforschungsbereich »Prozessketten zur Replikation komplexer Optikkomponenten (SFB/TR4)« untersucht das Fraunhofer IPT die wissenschaftlichen Grundlagen zur kostengünstigen Herstellung optischer Bauelemente aus Kunststoff und Glas. Vom integrierten optischen Design über den Formenbau und die Beschichtungstechnik bis hin zum Replikationsprozess und den jeweils damit verbundenen messtechnischen Aspekte untersucht der Sonderforschungsbereich an den Standorten Bremen und Aachen alle Schritte der Prozesskette.

Der Projektbereich »Präzisionsblankpressen optischer Gläser« umfasst zwei wesentliche Ziele: eine gesteigerte Formgenauigkeit abgeformter optischer Bauteile sowie die bessere Reproduzierbarkeit der Abformergebnisse. Anhand exemplarischer Prozessketten führt das Fraunhofer IPT prozesstechnologische Untersuchungen an strukturierten und flächigen Komponenten durch und bezieht dabei die Ergebnisse sämtlicher Teilprojekte des Sonderforschungsbereichs ein.

Beim Präzisionsblankpressen von Bauteilen mit optischer Qualität setzt das Fraunhofer IPT auf Formeinsätze, die bereits optische Oberflächenqualität aufweisen, da sich anderenfalls selbst kleine Oberflächendefekte wie etwa Schleifriefen auf der Glasoberfläche abbilden. Auch die Oberfläche der Glasrohlinge spielt eine wichtige Rolle: Erst die Verwendung polierter Oberflächenqualitäten der Glasrohlinge in Kombination mit polierten Formeinsatzoberflächen führte zur gewünschten optischen Qualität der gepressten Bauteile. In bisherigen Untersuchungen wurden plankonkave Glaslinsen aus B270 mit einem von Durchmesser 35 mm abgeformt. Die erreichten Oberflächenrauheiten lagen unterhalb von 5 nm Ra, die Formgenauigkeiten bei P-V < 1 µm.

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Guido Pongs
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-4 02
guido.pongs@ipt.fraunhofer.de





Entwicklung innovativer Fertigungstechnologien für die »Super Large Wafer«-Generation

Die Halbleiterindustrie verwirklicht bereits seit rund 40 Jahren das »Moore'sche Gesetz«, welches besagt, dass sich die Leistungsfähigkeit von Prozessoren alle zwei Jahre verdoppelt. Grundlage hierfür sind neue Technologien und der Schritt zu größeren Substratwerkstoffen. Den technologischen und ökologischen Blick in die Zukunft wagt das Fraunhofer IPT mit dem Projekt »SuperWafer«.

Das Gemeinschaftsvorhaben mit fünf Unternehmen und drei Forschungsinstitutionen aus sechs Ländern wird durch die Europäische Union gefördert (Förderkennzeichen GROWTH GRD1-2000-25292) und fokussiert die Entwicklung und Umsetzung neuer Technologiekonzepte der mechanischen Prozesskette zur Fertigung von Wafern.

Einer der ersten Schritte dieser Prozesskette ist das Vereinzeln des Rohmaterials (Ingots) in einzelne Wafer. Ein neu entwickeltes Draht-Trennverfahren arbeitet mit einer innovativen Drahtanordnung, der so genannten »Both-Direction«-Kinematik.

Das Verfahren vereint die Anforderungen nach hoher Produktivität, guten Waferoberflächen und präziser Geometrie. So lassen sich simultan und ohne starke Schnittverluste oder Riefen mehrere hundert Wafer mit Durchmessern bis zu 450 mm fertigen. Im anschließenden Rotationsschleifprozess werden Wafervorder- und -rückseite simultan bearbeitet. Diese bisher einzigartige Waferhandhabung wird ergänzt durch Schleifscheiben, die speziell für dieses Verfahren optimiert wurden. Das Verfahren birgt das Potenzial für optimale Wafergeometrie- und Oberflächenkennwerte sowie reduzierten Kristallstörtiefen. Ein neues Messkonzept ermöglicht neben den im Halbleitermarkt üblichen kapazitiven Messungen auch die Durchführung hochauflösender optischer Messungen.

Die Entwicklung von Fertigungsprozessen, Werkzeugmaschinen und Messgeräten mit höherer Produktivität und Präzision bei gleichzeitig geringem Ressourcenverbrauch ist eine der Grundvoraussetzungen dafür, den wirtschaftlichen und ökologischen Anforderungen des Halbleitermarkts auch zukünftig gerecht zu werden.

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Stephan Huttenhuis
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-2 47
stephan.huttenhuis@ipt.fraunhofer.de





5-Achs-Fräsen von Freiformflächen aus schwerzerspanbaren Werkstoffen

Das Einsatzspektrum innovativer Produkte aus Luft- und Raumfahrt sowie energietechnischer Anlagen verschiebt sich stetig – hin zu höheren Temperaturen und Arbeitsgeschwindigkeiten. Energetische Wirkungsgrade sollen stetig gesteigert und gleichzeitig die Lebensdauer erhöht werden. Dadurch wächst der Bedarf an Werkstoffen mit hohen Festigkeiten bei extremen Temperaturen und einer geringen Dichte. Innovative Titan- und Nickelbasislegierungen gewinnen an Bedeutung.

Im Programm »Zukunftstechnologien für kleine und mittlere Unternehmen – ZUTECH« der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschung »Otto von Guericke« e.V. (AiF) untersucht das Fraunhofer IPT die Erweiterung der spanenden Bearbeitung hochwarmfester Werkstoffe auf Titan- und Nickelbasis (Förderkennzeichen 129ZN). Anhand der Werkstoffe Udimet720LI, Ti6246 und Ti6242 werden leistungsfähige Frästechnologien zur Herstellung strömungstechnischer Komponenten sowie repräsentativer Bauteile des Werkzeugbaus entwickelt. Übergeordnetes Ziel ist es, lebensdauerrelevante Bauteileigenschaften wie den Eigenspannungs- und Gefügestand in der Bauteilrandzone oder die Oberflächenrauheit zu ermitteln.

Gemeinsam mit der TU Hamburg-Harburg, Werkzeugherstellern und Anwendern analysiert das Fraunhofer IPT zunächst grundlegende Spanbildungsmechanismen. Hier wird die Bedeutung ausgewählter Prozessparameter hinsichtlich der Zielgrößen hergeleitet. Die gefundenen Gesetzmäßigkeiten dienen dazu, Materialmodelle für die Simulationssoftware AdvantEdge von ThirdWave Systems auf ihre Gültigkeit hin zu überprüfen. Anhand der Finite-Elemente-Methode (FEM) lässt sich damit eine simulationsbasierte Vorhersage der Bauteileigenschaften treffen, deren Bestimmung auf experimentellem Wege für industrielle Anwendungen wirtschaftlich nicht sinnvoll wäre.

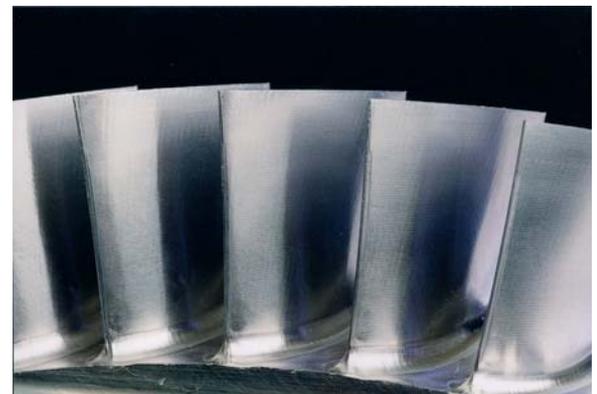
Abstrakte Formelemente und reale Bauteile dienen dazu, vorteilhafte NC-Bearbeitungsstrategien zu ermitteln. Dazu analysiert das Fraunhofer IPT das Potenzial der simultanen 5-Achs-Fräsbearbeitung hinsichtlich resultierender Bearbeitungsqualitäten, Oberflächen- und Randzoneneigenschaften sowie Prozessleistung. Abschließend wird der Technologieeinsatz bewertet und ein Transfer auf weitere Bauteile vorbereitet.

Im vergangenen Projektjahr konnte das Fraunhofer IPT die Grundlagenuntersuchungen zur Validierung der FEM-Simulation abschließen. Darüber hinaus ließen sich bereits erste Zusammenhänge zwischen Prozessstellgrößen und Bauteileigenschaften herleiten.

Ihre Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Matthias Meinecke
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-2 31
matthias.meinecke@ipt.fraunhofer.de

Dipl.-Inf. Dipl.-Ing. (FH) Lothar Glasmacher
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-2 46
lothar.glasmacher@ipt.fraunhofer.de





Mikrofräsen für den Formenbau

Die Mikrosystemtechnik gehört zu den am stärksten wachsenden Märkten und hat inzwischen den Weg aus den Laboren in die Serienfertigung gefunden. Die Herstellung mikrostrukturierter Komponenten beruht immer häufiger auf Verfahren der Kunststofftechnik, die schon seit langem auf leistungsfähige Werkzeuge und Formen angewiesen sind. Das Fraunhofer IPT hat deshalb im Jahr 2004 zwei Forschungsprojekte zur Entwicklung des Mikrofräsens von Werkzeugeinsätzen initiiert.

Micro Milling

Das Projekt »Micro Milling« wird durch die Europäische Union gefördert (Förderkennzeichen G1ST-CT-2002-50232) und hat eine Laufzeit von zwei Jahren. In einer Kooperation mit sieben europäischen Industriepartnern untersucht das Fraunhofer IPT das Mikrofräsen verschleißfester Formeinsätze im Kontext einer ganzheitlichen Prozesskette. Im Mittelpunkt der Betrachtung stehen besonders die Prozesstechnologie, die verwendeten Fräswerkzeuge mit Durchmessern von 0,3 bis 0,05 mm, die zum Einsatz kommenden

Werkzeugmaschinen sowie CAD/CAM-Software. Diese einzelnen Aspekte optimiert das Fraunhofer IPT in enger Zusammenarbeit mit den Herstellern der Betriebsmittel und vereint sie einem ganzheitlichen System. Besonderes Augenmerk gilt branchentypischen Anforderungen wie hohen Oberflächenqualitäten, Form- und Lagertoleranzen, Aspektverhältnissen und kleinsten Radien. Anhand dreier praxisrelevanter Fallstudien werden abschließend die Ergebnisse überprüft und bei den Anwendern implementiert.

MultiMikroRep

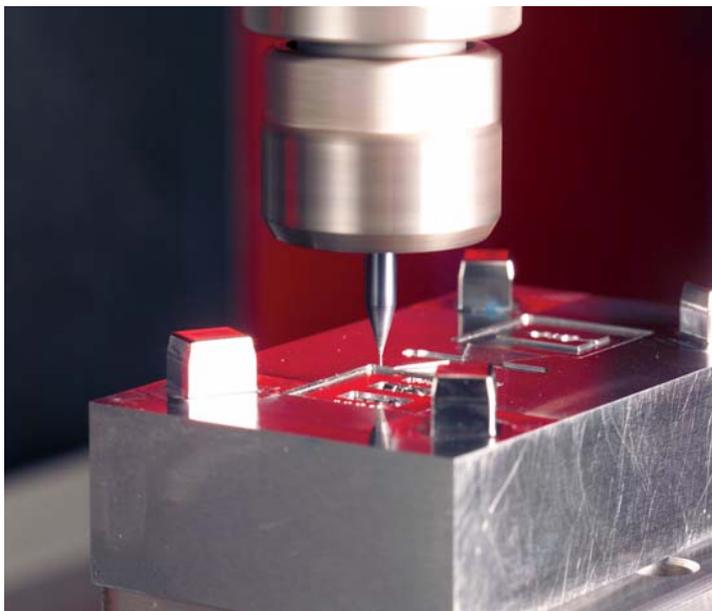
Das abgeschlossene Projekt »MultiMikroRep«, gefördert durch die Stiftung Industrieforschung, zielte auf höchste Genauigkeiten – vom CAD/CAM-Prozess über die Arbeitsvorbereitung bis hin zu angepassten Formkonzepten für den Kunststoffspritzguss. In Kooperation mit elf Unternehmen standen nicht nur grundlegende Untersuchungen zur Prozessauslegung im Vordergrund, sondern auch die Herstellung zweier Demonstratoren zur industriellen Pilotanwendung. Aufgabe des Fraunhofer IPT war es dabei, die Prozesse auszulegen sowie ein durchgängiges Formkonzept zu entwickeln und umzusetzen.

Die Ergebnisse erlaubten es dem Projektkonsortium, Formwerkzeuge zur Produktion hochgenauer und filigraner Kunststoffteile herzustellen. Die zeitintensive EDM-Bearbeitung ließ sich durch das Fräsen vollständig substituieren. Die Projektarbeit endete erfolgreich im Oktober 2004, die Ergebnisse wurden im Dezember auf der Fachmesse Euromold vorgestellt.

Ihre Ansprechpartner

Dipl.-Ing. (FH) Jörgen von Bodenhausen
Telefon +49 (0) 2 41/89 04 -2 33
joergen.von.bodenhausen@ipt.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Kristian Arntz
Telefon +49 (0) 2 41/89 04 -1 21
kristian.arntz@ipt.fraunhofer.de





Hartdrehen gesinterter Hartmetalle

Werkzeuge aus Hartmetall zeichnen sich durch hervorragende Verschleißigenschaften aus und kommen in der Kaltmassivumformung zum Einsatz. Häufig nur in geringen Stückzahlen hergestellt, weisen sie oft komplexe Konturen auf und stellen damit höchste Anforderungen an Form- und Maßgenauigkeit sowie an die Oberflächengüte. Zur Endbearbeitung solcher Bauteile dient vor allem das Schleifen mit Diamantschleifscheiben. Da das Verfahren jedoch ausgesprochen zeitintensiv ist, besteht bei hartmetallverarbeitenden Unternehmen ein großer Bedarf an alternativen Fertigungstechnologien wie dem Hochpräzisionshartdrehen.

Im EU-geförderten CRAFT-Projekt »Carbiturn – High-precision hard turning of cemented carbides« (Förderkennzeichen G1ST-CT-2000-50026) entwickelte das Fraunhofer IPT die Technologie des Hartdrehens zur Herstellung von Hartmetallwerkzeugen weiter. Die Untersuchungen konzentrierten sich auf mittel- und feinkörnige Hartmetallsorten mit Härtewerten zwischen 1000 und 1820 HV.

Als optimalen Schneidstoff identifizierte das Fraunhofer IPT Diamant mit polykristalliner Kristallstruktur. In Zusammenarbeit mit einem Drehwerkzeughersteller ließ sich zudem die Schneidkantenpräparation, die wesentlichen Einfluss auf die erreichbaren Form- und Maßgenauigkeiten hat, deutlich verbessern. In prozesstechnischen Untersuchungen wurden für die Hartmetallbearbeitung bauteilabhängige Schnittstrategien entwickelt und optimiert. Hierdurch sanken die Produktionszeiten bis zu 60 Prozent und die Gesamtkosten für den Prozess reduzierten sich trotz höherer Werkzeugkosten um rund 70 Prozent.

Im Hinblick auf eine nachfolgende Polierbearbeitung weist die hartgedrehte Oberfläche im Vergleich zur geschliffenen eine gleichmäßigere und damit günstigere Topographie auf. Der Zeitaufwand für die Polierbearbeitung der Stempel verringerte sich dadurch bei einer Oberflächengüte unterhalb von $0,03 \mu\text{m Ra}$ bis zu 90 Prozent.

Ein einjähriges Forschungsvorhaben, das auf diesem Projekt aufbaute, vertiefte und erweiterte die Erkenntnisse zusätzlich. Das Projekt wurde vom Fachverband Pulvermetallurgie beauftragt und durch den Arbeitskreis Hartmetall begleitet. Das Konsortium setzte sich auf nationaler und internationaler Ebene zusammen aus Unternehmen der herstellenden und bearbeitenden Hartmetall-Industrie. Untersucht wurden hier feinst- und ultrafeinkörnige Hartmetallsorten mit Härtewerten zwischen 1600 und 2020 HV.

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Jens Helbig
Telefon + 49 (0) 2 41/89 04-1 36
jens.helbig@ipt.fraunhofer.de





Verketteten von Simulationen deckt Materialhistorie auf

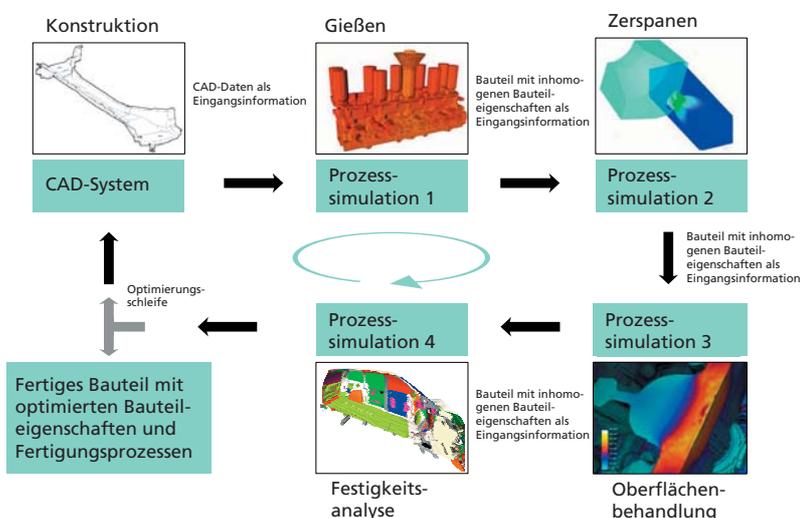
Die Simulation von Fertigungsprozessen beschränkt sich derzeit meist auf die Betrachtung einzelner Prozessschritte. Besonders die Materialhistorie, die bei den heutigen Simulationen nicht berücksichtigt wird, ist eine Quelle für Abweichungen der Simulationsergebnisse von realen Prozessen. Das Fraunhofer IPT und der Lehrstuhl für Technologie der Fertigungsverfahren des WZL arbeiten zusammen an der Simulationsverkettung unter Berücksichtigung der Materialhistorie.

Bei herkömmlichen Simulationen wird beim Ausgangsmaterial von Werkstück und Werkzeug im Regelfall von einer homogenen Zustandsverteilung ausgegangen. Die Simulation arbeitet beispielsweise mit der Annahme, dass im gesamten Bauteil eine Temperatur von 20 °C vorliegt und keine Materialhistorie in Form von Umformgraden oder Spannungen existiert.

In realen Fertigungsabläufen wird ein Werkstück jedoch anhand verschiedener Fertigungsverfahren bearbeitet. Jedes Verfahren ändert dabei einen Teil der Bauteileigenschaften. Eigenspannungen oder Materialfestigkeiten, die in einem vorhergehenden Prozessschritt inhomogen im Werkstoff

erzeugt wurden, beeinflussen den jeweils nachfolgenden Schritt. Die Eigenschaften des fertigen Bauteils resultieren daher je nach Prozesskette aus den sich überlagernden oder gegenseitig beeinflussenden Prozessergebnissen aller vorherigen Fertigungsschritte. Gerade bei Bauteilen mit hohen Sicherheitsanforderungen ist es wichtig, dass die inhomogenen Bauteileigenschaften gut bekannt sind.

Indem verschiedene Fertigungssimulationen zu einer verfahrensübergreifenden Prozesskette verknüpft werden, lässt sich eine optimale Bauteilqualität erzielen. Die Bauteileigenschaften, die sich durch die verschiedenen Fertigungsverfahren ergeben, können einer Struktursimulation übergeben werden. Diese simuliert dann das Verhalten des Bauteils unter den Belastungen des späteren Einsatzes. Das Ergebnis der Struktursimulation entscheidet darüber, ob das Bauteil in gewünschter Weise produziert werden kann oder ob Änderungen an der Konstruktion oder der Fertigungsprozesskette vorgenommen werden müssen.



Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Indra Kusumah
Telefon +49 (0) 2 41/89 04 -2 43
indra.kusumah@ipt.fraunhofer.de



Flussmittelfreies Laserstrahlhartlöten von Aluminium

Der werkstoffgerechte Einsatz von Leichtmetallen bietet ein überdurchschnittlich großes Optimierungspotenzial für eine Vielzahl von Produkten. Konventionelle Stahlwerkstoffe durch Aluminium zu ersetzen, bietet sich besonders dann an, wenn gleichzeitig Gewicht reduziert und die Korrosionsbeständigkeit gesteigert werden sollen. Durch innovative Designkonzepte, die im Alltag bereits ihren Einsatz finden, können beispielsweise bei Bauteilen für den Automobilbau mehr als 30 Prozent an Gewicht eingespart werden.

Innovative Leichtbaukonzepte lassen sich nur anhand flexibler, leistungsstarker und dennoch kostengünstiger Fügetechnologien umsetzen. Das Laserstrahlschweißen weist hier im Vergleich zu konventionellen Fügeverfahren zahlreiche Vorteile auf. Jedoch ist dabei mit einem starken Bauteilverzug, dem Entgasen der Aluminiumschmelze sowie einer Beeinträchtigung der Prozessstabilität durch eine resistente Aluminiumoxidhaut zu rechnen.

Beim Laserstrahlhärten hingegen wird lediglich der Grundwerkstoff auf Lötarbeitstemperatur aufgewärmt. Die deutlich reduzierte Prozesstemperatur vermindert dabei die thermische Werkstoffschädigung im Fügebereich sowie den Verzug der Bauteile. Zudem zeichnen sich die Löt Nähte durch glatte Oberflächen, tangentialen Übergänge bei den Fügepartnern und weitgehende Porenfreiheit aus. Nacharbeiten sind daher nur selten erforderlich.

Um die Benetzung des Lots zu steigern, werden auch heute noch chemische Flussmittel eingesetzt. Diese sind jedoch für die meisten industriellen Anwendungen nicht erwünscht oder gar unzulässig. Um das Lot auch ohne Verwendung von Flussmitteln zu benetzen, hat das Fraunhofer IPT ein neuartiges Verfahren entwickelt: Mit Hilfe ultrakurzer Pulse werden Teile der Aluminiumoxidhaut verdampft. Das flüssige Lot kann dann die verbleibende Oxidhaut unterwandern, so dass es durchgängig benetzt wird. Zeitgleich mit dem Einwirken des Pulslasers schmilzt ein zweiter Laser den Lotwerkstoff auf.

Die aktuellen Arbeiten am Fraunhofer IPT zielen darauf ab, das Prozessverständnis zu verbessern, die Grenzen der Prozessparameter zu erweitern und eine kompakte Laserstrahloptik zu entwickeln. Gemeinsam mit seinen Projektpartnern rechnet das Fraunhofer IPT schon in Kürze mit der industriellen Einführung der flussmittelfreien Laserlöttechnologie.

Ihre Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Andrés Castell-Codesal
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-1 28
andres.castell-codesal@ipt.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Dmitri Donst
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-1 20
dmitri.donst@ipt.fraunhofer.de





Schnelle Herstellung, Reparatur und Modifikation von Werkzeugen durch Controlled Metal Build Up

Das Controlled Metal Build Up (CMB) vereint Laserauftragschweißen und Hochgeschwindigkeitsfräsen in einem System. Stahlbauteile lassen sich mit diesem Verfahren schichtweise durch Schweißen und Fräsen fertigen. Es verknüpft die Vorteile des generativen Ansatzes, der vom Rapid Prototyping und Rapid Tooling her bekannt ist, mit den Genauigkeiten und Oberflächenqualitäten des Fräsens. Das Verfahren war Thema eines zweijährigen CRAFT-Projekts der Europäischen Union (Förderkennzeichen G1ST-CT-2002-50222), das 2004 abgeschlossen wurde.

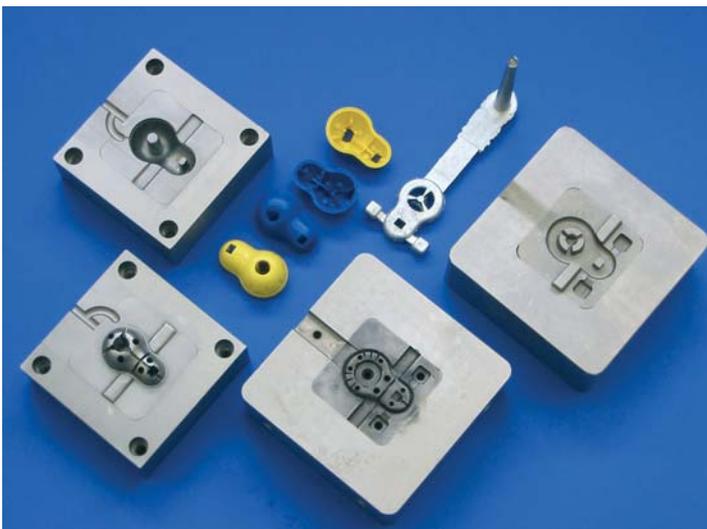
Bauteile werden beim Controlled Metal Build Up schichtweise durch Laserauftragschweißen und Fräsen hergestellt. Jede Lage Schweißgut wird in Planfläche und Kontur nachbearbeitet. Daher können auch kleine Fräswerkzeuge mit kurzen Auskraglängen zum Einsatz kommen. Selbst die Herstellung tiefer Schlitze mit hohen Aspektverhältnissen in Stahlwerkstoffen gelingt unabhängig von zeitintensiven und kostenaufwändigen Senkerodierverfahren.

Ziel des Projekts war es, die Anwendungsfelder des CMB über das Rapid Tooling hinaus auf die Werkzeugreparatur und Modifikation von Serienwerkzeugen zu erweitern. In Kooperation mit den beteiligten Industriepartnern qualifizierte das Fraunhofer IPT die Technologie für unterschiedliche Werkzeuggeometrien und -anforderungen. Einsatzgebiete für die Werkzeuge sind der Kunststoffspritzguss, das Stanzen und Pressen von Kunststoff-Sandwichbauteilen sowie der Leichtmetalldruckguss.

Inhaltliche Schwerpunkte der erfolgreichen Projektarbeiten waren nicht nur umfangreiche Untersuchungen, mit denen der Schweißprozess deutlich verbessert werden konnte. Zur präzisen und bedienerfreundlichen NC-Datengenerierung dient ein eigens entwickeltes Softwaretool, mit dem sich die gesamte CMB-Anlage komfortabel und effizient programmieren lässt. Ein großer Schritt auf dem Weg zur breiten Markteinführung der CMB-Technologie ist somit vollzogen.

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Carsten Freyer
Telefon +49 (0) 2 41/89 04 -1 24
carsten.freyer@ipt.fraunhofer.de





Laserunterstütztes Warmdrückwalzen schwer umformbarer Werkstoffe

Die Nachfrage nach hochbelastbaren, rotations-symmetrischen Komponenten für die Luft- und Raumfahrttechnik, die Automobilindustrie sowie den Rohr- und Behälterbau fordert den Einsatz leistungsfähiger Werkstoffe. Typische Bauteile wie Einströmringe, Felgenringe und Laborzentrifugen werden daher immer öfter aus schwer umformbaren Titan- und Nickelbasislegierungen gefertigt. Der weit verbreitete, konventionelle Drückprozess muss dabei jedoch für Zwischenglühstufen unterbrochen werden.

In einem BMBF-geförderten Verbundprojekt entwickelte und untersuchte das Fraunhofer IPT das laserunterstützte Metalldrücken (Förderkennzeichen 02PV1732). Die Wärmeenergie, die zur Umformung erforderlich ist, wird dabei durch den Laserstrahl simultan zum mechanischen Prozess in die Umformzone eingebracht. Dies erlaubt das Drücken leistungsfähiger Werkstoffe wie rost- und säurebeständiger Stähle oder Titan- und Nickelbasislegierungen in einer Aufspannung.

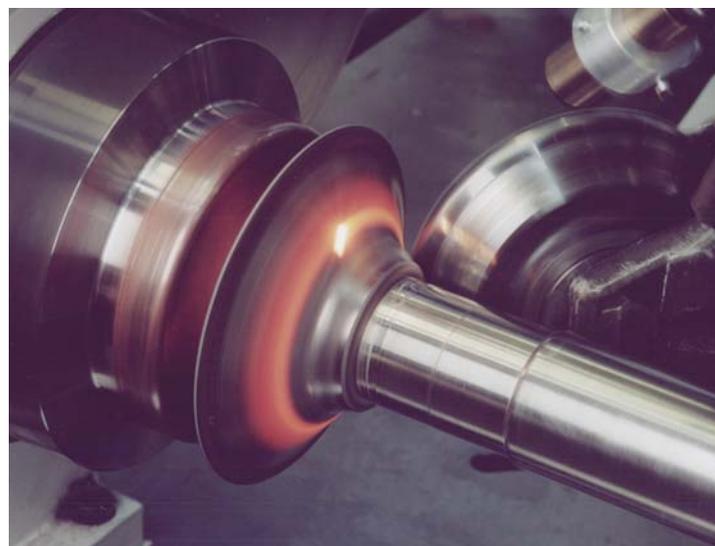
In enger Zusammenarbeit mit seinen Industriepartnern erforschte das Fraunhofer IPT die prozesstechnischen Grundlagen und konnte die industrielle Eignung des Verfahrens nachweisen. Als Testbauteile wurden unter anderem Katalysatortrichter aus Titanlegierungen laserunterstützt gedrückt. Sicherheitskritische Schweißnähte und kostenintensive Zwischenglühstufen, wie bei der konventionellen Fertigung, konnten dadurch vermieden werden. Die hohe Korrosionsbeständigkeit der eingesetzten Werkstoffe lässt erwarten, dass solche Abgassystemkomponenten ein ganzes Autoleben lang halten.

Auf Basis des Versuchsträgers und umfangreicher Praxistests stellte das Fraunhofer IPT ein Pflichtenheft auf, welches die Anforderungen an zukünftige Drückmaschinen definiert. Ein national gefördertes Folgeprojekt ist bereits geplant,

um eine neue Generation von Drückmaschinen mit integriertem Hochleistungsdiodenlaser zu entwickeln. In Kooperation mit Systemherstellern und Anwendern sollen in einem ersten Schritt Konzepte zur Aufrüstung industriell eingesetzter Drückmaschinen erarbeitet und erprobt werden. In der Industrie besteht auf internationaler Ebene schon heute ein großes Interesse daran, das Anwendungsspektrum bestehender Drückmaschinen zügig zu erweitern.

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Tim Wehrmeister
Telefon +49 (0) 2 41/89 04 -1 34
tim.wehrmeister@ipt.fraunhofer.de





Herstellung von Freiformflächen mit Fast-Tool-Servo-Systemen

In der Ultrapräzisionsbearbeitung lassen sich sehr präzise Oberflächen mit Formgenauigkeiten unter $0,5\ \mu\text{m}$ und Rauheiten unter $10\ \text{nm Ra}$ durch Diamantzerspanung herstellen. Für die Fertigung komplexer Geometrien sind so genannte Fast-Tool-Servo-Systeme zur Drehbearbeitung im Einsatz. Diese hochdynamischen Zusatzachsen werden in konventionelle Ultrapräzisionsdrehmaschinen integriert und erzeugen den nicht-rotationssymmetrischen Anteil der Geometrie. Zur Berechnung der Werkzeugbahn, besonders von Freiformflächen, hat das Fraunhofer IPT eine NURBS-basierte Steuerung für Fast-Tool-Servo-Systeme entwickelt.

Diese Steuerung arbeitet mit einem Lageregeltakt von 8 bis 20 kHz wesentlich schneller als bei Standardmaschinen-Steuerungen üblich. Die dadurch erhöhte Stützpunktdichte zur Oberflächenbeschreibung verbessert die Präzision der Bearbeitung. Zusätzlich kommen Kompensationsalgorithmen zum Einsatz, um die Positioniergenauigkeit der hochdynamischen Bewegungen der Zusatzachse unter $0,5\ \mu\text{m}$ zu halten. Zentrales Element der Steuerung ist ein Führungsgrößen-generator, der als Eingangsinformationen so genannte »Non Uniform Rational B-Splines« (NURBS) verarbeiten kann.

Die erforderliche Datenmenge für die Bearbeitung ist durch die NURBS-Interpolation sehr klein. Die Grundlage der Werkzeugbahnberechnung bilden Softwareroutinen, die einen sehr schnellen Zugriff auf die Freiformfläche gewährleisten. Damit lässt sich die Werkzeugbahn während der Bearbeitung, online, durch einen Zugriff auf die Freiformfläche berechnen. Die Genauigkeit der Berechnung liegt bei wenigen Nanometern.

Als Anwendungsbeispiel fertigte das Fraunhofer IPT mit der neuen Steuerung sowie einem luftgelagerten Fast-Tool-Servo-System eine von der OEC AG entworfene, 3D-maßgeschneiderte Freiformfläche. Damit gelang es, einen Ausschnitt des Fraunhofer-IPT-Logos auf einer Mattscheibe abzubilden. Ausgehend von einer handelsüblichen Leuchtdiode trifft Licht auf einen Spiegel und wird von ihm reflektiert. Die Form des Spiegels ist dabei so berechnet, dass das reflektierte Licht mit einer definierten örtlichen Intensitätsverteilung auf die Mattscheibe trifft und den Logoausschnitt abbildet. Weltweit ist es anhand dieser Technik erstmals möglich, Freiformflächen mit optischer Qualität in sehr kurzer Zeit herzustellen.

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Markus Winterschladen
Telefon +49 (0) 2 41/89 04 -4 00
markus.winterschladen@ipt.fraunhofer.de





Hybridlager vereinen Vorteile hydrostatischer und aerostatischer Lager

Spindelsysteme unterstützen je nach Lagerprinzip einen definierten Drehzahlbereich. So zeichnen sich hydrostatisch gelagerte Spindeln mit einem Lagerspalt von 20 μm durch hohe Steifigkeit und gute Dämpfung aus. Aerostatisch gelagerte Systeme hingegen eignen sich mit einem durchschnittlichen Lagerspalt von 10 μm besonders für höhere Drehzahlen. Beide Lagerprinzipien können gegenüber einer Wälzlagerung zu minimalen Rundlauf Fehlern deutlich unterhalb von 1 μm führen. Eine Kombination aus aero- und hydrostatischen Lagern führt zusätzlich die jeweiligen Vorteile in einer Spindel zusammen und erweitert damit ihr Einsatzspektrum.

Hydrostatische Lager verwenden Öl, aerostatische Lager Luft als Medium zur Trennung zweier relativ zueinander bewegter Flächen. Um die Vorteile beider Lagerprinzipien zu nutzen, liegt eine besondere Herausforderung in der Entwicklung von Hybridlagern. Dabei wird je nach Arbeitsdrehzahl Öl oder Luft als Medium eingesetzt. In einem Projekt, das die »Forschungsgemeinschaft Ultrapräzisionstechnik e.V.« initiierte, arbeitet das Fraunhofer IPT an einem hydrostatisch-aerostatischen Hybridlager (siehe Seite 65).

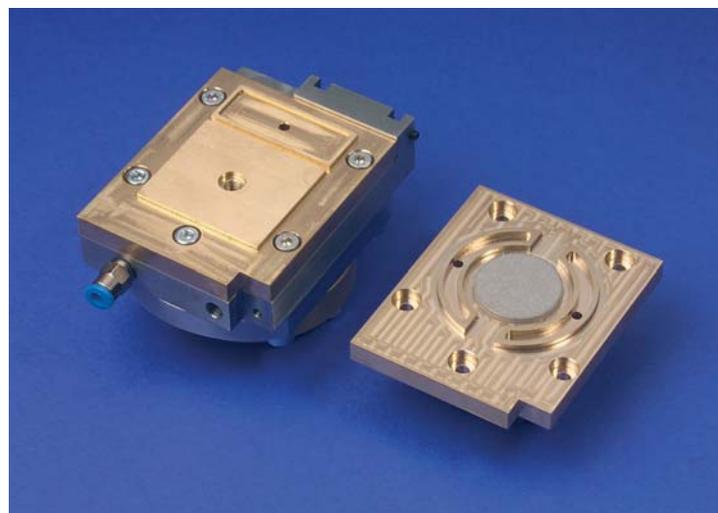
Gegenstand des Projekts ist nicht nur die Entwicklung hybrider Lagerkonzepte, sondern auch ihre grundlegende Untersuchung. So muss zur Weiterentwicklung der Lager der gegenseitige Einfluss der Fluide auf die jeweils wirksame Lagerfunktion ermittelt werden. Von besonderem Interesse ist das Verhalten der Lager während des Umschaltvorgangs vom hydrostatischen zum aerostatischen Lagerprinzip und umgekehrt. Um die genannten Untersuchungen durchführen zu können, konstruierte das Fraunhofer IPT einen Prüfstand. Hier kann der Hybridlagerspalt in Abhängigkeit des Lagerprinzips und den Prozessparametern messtechnisch erfasst werden. Die Messergebnisse erlauben es, die Lagerkonzepte zu bewerten und unterstützen so die Optimierung eines Hybridlagers.

Nachdem das Fraunhofer IPT bereits eine Vielzahl an hybriden Lagerkonzepten erarbeitet und den Prüfstand konstruiert hat, sind nun Einzeluntersuchungen zum Betriebsverhalten der Lager Gegenstand der Projektarbeiten.

Wie in diesem Beispiel legt das Fraunhofer IPT regelmäßig Lagerungen rechnerunterstützt aus und integriert diese für Sonderkonstruktionen in Spindeln oder Linearschlitten. Im Fokus des vergangenen Jahres stand dabei die Konstruktion besonderer Spindelsysteme.

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Ralf Schug
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-1 47
ralf.schug@ipt.fraunhofer.de





Konstruktion und Berechnung

In der Abteilung »Produktionsmaschinen« entwickelt das Fraunhofer IPT Werkzeugmaschinen für die Ultrapräzisionsbearbeitung und den Sondermaschinenbau. Die besonders hohen Anforderungen an Genauigkeit und Geschwindigkeit der Maschinen erfordern dabei die rechnergestützte Konstruktion und Auslegung. Im Jahr 2004 konstruierte das Fraunhofer IPT mehrere Maschinen mit hoher Funktionsdichte auf geringstem Bau- raum.

Bohrwerkzeug mit hochdynamisch zustellender Schneide und Führungsleisten

Bohrwerkzeuge mit einem großen Länge-Durchmesser-Verhältnis stellen die Industrie vor besondere Herausforderungen: Vielfach verläuft die Bohrstange durch das Gewicht des Werkzeugs oder Spannfehler des Werkstücks. Zusätzliche Formfehler entstehen durch Bearbeitungskräfte und Rattern. In einem Forschungsprojekt, das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert wird, untersucht das Fraunhofer IPT, wie sich diese Fehlereinflüsse durch aktive Maschinenkomponenten reduzieren lassen.

Eins dieser Systeme besteht aus drei Führungsleisten, die die Bohrstange mit einem Durchmesser von 90 mm in der Bohrung radial abstützen und ihren Verlauf mit Wegen bis zu 100 µm hoch-

dynamisch korrigieren. Durch aufwendige FEM-Simulationen gestützt, entstand ein kinematisches System zur Auslenkung der Führungsleisten.

Piezoaktuatoren setzen die axiale Bewegung über mehrere Festkörpergelenke in eine radiale Bewegung um. Eine hochdynamisch bewegte Schneide auf der Bohrstange kompensiert zusätzlich Fehlbewegungen mit ihrem Hub von 100 µm und Frequenzen über 1000 Hz. Die Formgenauigkeit der Bohrungen liegt damit unter 5 µm.

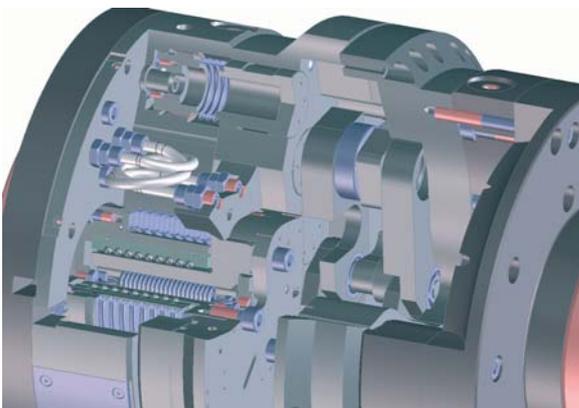
Doppelseitenschleifen von Siliziumwafern

In der Informationstechnologie dienen Siliziumwafer als Ausgangsmaterial für Halbleiterchips. Zur Herstellung der notwendigen Planparallelität wird das Rohmaterial jeweils einseitig geschliffen. Um Umspannvorgänge zu vermeiden, geometrische Ungenauigkeiten zu vermindern und Bearbeitungszeit einzusparen, entwickelte das Fraunhofer IPT innerhalb des europäischen GROWTH-Projekts »Super Wafer« ein neues Konzept zur gleichzeitigen simultanen Doppelseitenschleifbearbeitung (siehe Seite 32).

In die Bearbeitungsmaschine wurden dazu wasserhydrostatische Lagertaschen mit Betriebsdrücken von ca. 6 bar integriert, um die 800 µm dicken Rohwafer axial einzuspannen. Das Maschinenkonzept unterstützt sowohl die Vorbearbeitung der Wafer mit grober Diamantkörnung als auch die Nachbearbeitung mit feiner Körnung in einem Bearbeitungsschritt. Die Wafergenauigkeit des ersten Maschinenprototyps fokussiert auf 0,5 µm TTV und 0,1 µm LTV bei einem Durchmesser der Wafer von 200 mm.

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Andreas von Klitzing
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-1 42
andreas.von.klitzing@ipt.fraunhofer.de





Großflächige Mikro- und Ultrapräzisionsbearbeitung

Für die Produktion von TFT-Displays oder reflektierenden Folien verlangt die Industrie immer größere Werkstücke mit mikrostrukturierten optischen Oberflächen. Diese dienen etwa als Master für die galvanische Abformung in chemisch abgeschiedenem Nickel oder für die replikative Abformung in Kunststoff. Geeignete Maschinensysteme zur Herstellung solcher Bauteile sind jedoch am Markt trotz starker Nachfrage derzeit nicht verfügbar. Daher entwickelte das Fraunhofer IPT ein Maschinensystem zur Mikrostrukturierung großer optischer Oberflächen mit extrem hohen Oberflächengüten.

Das neue Ultrapräzisions-Bearbeitungszentrum bietet für Bauteile mit Abmaßen bis zu $1 \times 1 \text{ m}^2$ vier unterschiedliche Bearbeitungsverfahren: Das Diamantdrehen dient hauptsächlich dazu, großflächige Bauteile in optischer Qualität zu planen und Rohlinge ultrapräzise vorzubearbeiten. Für die Strukturierung mit linearen Geometrien wird das Ultrapräzisions-Bearbeitungszentrum wahlweise mit einer Fly-Cutting-Spindel oder einem Adapter zum Hobeln bestückt. Bei der Fertigung nicht-linearer Strukturen oder Freiformflächen dient eine zusätzliche Spindel zum ultrapräzisen Kugel- oder Stirnfräsen.

Das Vier-Achs-Bearbeitungszentrum ist in Portalbauweise mit einem Maschinenbett aus mechanisch und thermisch stabilem Granit aufgebaut. Die Positionen der hydrostatisch gelagerten linearen Achsen sowie des Drehtischs ermitteln hochauflösende optische Linearmaßstäbe und Rotationsencoder. Die Maschine wird mit einer konventionellen CNC-Steuerung angesteuert, mit der sich sowohl einfache G-Code-Programme als auch komplexe Freiformflächen mit Spline-Interpolatoren programmieren lassen.

Das Bearbeitungszentrum dient zur Fertigung großflächiger optischer Bauteile für Industrie- und Forschungszwecke. Typische Anwendungen in der Optikindustrie sind beispielsweise großflächige Bauteile mit Gittern, die das Licht unterschiedlicher Wellenlängen gezielt beugen, oder mit reflektierenden Oberflächen. Dazu lassen sich unterschiedliche Mikrostrukturen fertigen: etwa V-Nut-förmige oder zylinderförmige Rinnen sowie drei- oder vierseitige Pyramidenstrukturen mit Strukturgrößen bis zu $1 \text{ }\mu\text{m}$. Die erreichbaren Formgenauigkeiten auf einer Fläche von $100 \times 100 \text{ mm}^2$ liegen im Submikrometerbereich, die Oberflächengüten der Mikrostrukturen unterhalb von 10 nm Ra .

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Christian Wenzel
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-1 52
christian.wenzel@ipt.fraunhofer.de

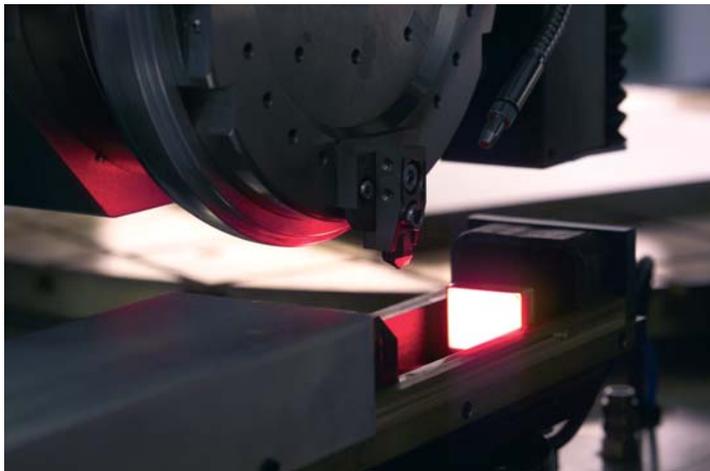




Vollautomatisierter Werkzeugwechsel für die Ultrapräzisionstechnik

Bei der Replikation mikrostrukturierter Kunststofffolien für Reflektoren, Displays oder diffraktive Optiken bestimmen Abformwerkzeuge maßgeblich Funktion und Qualität der Bauteile. Doch Diamantwerkzeuge zur Herstellung der ultrapräzisen Abformmaster leiden bei der oft mehrtägigen Bearbeitung unter starkem Schneidkantenverschleiß und beeinträchtigen Formgenauigkeit und Oberflächenrauheit der Strukturgeometrien. Das Fraunhofer IPT arbeitet deshalb daran, Diamantwerkzeuge mit reproduzierbaren Genauigkeiten im Submikrometerbereich vollautomatisiert zu charakterisieren, zu wechseln und einzumessen.

Das Fraunhofer IPT verfügt seit zwei Jahren über ein selbst entwickeltes Ultrapräzisionsbearbeitungszentrum, das in seiner Größe einzigartig ist. Es wird eingesetzt für umfangreiche Prozessuntersuchungen zur Mikrostrukturierung von Bauteilen mit Flächen bis zu einem Quadratmeter. Eine Ultrapräzisionsdrehmaschine, die zurzeit in Zusammenarbeit mit einem Industriepartner am Fraunhofer IPT konstruiert wird, erlaubt es zudem, rotationssymmetrische Walzen in optischer Oberflächenqualität mit Längen bis zu zwei Metern und Durchmessern bis zu 600 Millimetern mittels Diamantdrehen zu strukturieren.



Die Überwachung des Verschleißes von Werkzeugen aus monokristallinen Diamanten über dem Schnittweg von mehreren zehn Kilometern sowie ein Werkzeugwechsel sichern den Bearbeitungserfolg: In regelmäßigen Intervallen wird zur Werkzeugkontrolle die Bearbeitung auf den Maschinensystemen unterbrochen, um die Diamantschneide durch eine maschineninterne hochauflösende CCD-Kamera zu vermessen. Die Messstation ermöglicht den Vergleich intakter und defekter Werkzeugschneiden sowie das Einmessen der gewechselten Werkzeuge im Submikrometerbereich.

Ein Knickarmroboter oder ein vollautomatischer Werkzeugrevolver führen den Werkzeugwechsel durch. Auch unter Verwendung hochgenauer Wechselschnittstellen genügt jedoch die mechanische Positioniergenauigkeit nicht für die optischen Strukturen. Nur indem die Werkzeugspitze in der Messstation aktiv eingemessen und ein Datensatz für eine kompensierende Koordinatenverschiebung in den Maschinensteuerungen automatisiert bereitgestellt wird, lassen sich Genauigkeiten bis zu 500 Nanometern erzielen, wie sie die optischen Anwendungen erfordern.

Die automatisierten Wechseinheiten schaffen erstmals eine Grundlage für Diamantfräs- und Drehbearbeitungen von mehreren Tagen mit reproduzierbaren Strukturgenauigkeiten im Submikrometerbereich. Damit wird der Weg frei für die Fertigung optischer Abformwerkzeuge und prozesstechnologische Untersuchungen in diesem Gebiet der Ultrapräzisionstechnik.

Ihre Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Christian Wenzel
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-1 52
christian.wenzel@ipt.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Frank Niehaus
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-1 55
frank.niehaus@ipt.fraunhofer.de



Laserintegration zur Prozessoptimierung

Die Lasermaterialbearbeitung findet mittlerweile in den unterschiedlichsten Industriebereichen Anwendung. Härte-, Schweiß-, Löt- und Oberflächenveredelungsprozesse lassen sich mit dem Laser effizienter gestalten. Neben prozesstechnischen Untersuchungen entwickelt das Fraunhofer IPT modulare und flexible Laserbearbeitungsköpfe und integriert diese in Werkzeugmaschinen. Damit können rotationssymmetrische Bauteile und Freiformflächen ergänzend zur konventionellen Bearbeitung konturnah auftragsgeschweißt und gehärtet werden.

Im Forschungsprojekt »Automatisierte Reparatur-Fertigungszelle für den Werkzeugbau basierend auf optischer In-Prozess-Messtechnik und laser integrierter Bearbeitung – OptoRep« (Förderkennzeichen 02PD2490) entwickelte das Fraunhofer IPT eine Reparaturzelle zur Instandsetzung verschlissener Umformwerkzeuge in einer Aufspannung. Die Freiformflächenbeschichtung erfolgt durch einen Zwei-Achs-Laser-Pulverbeschichtungskopf. Dieser kann über die HSK-Schnittstelle in eine Frässpindel einer Vertikalfräsmaschine integriert werden. Er verfügt über eine stufenlose Düsenverstellung, die bei gleich bleibenden Prozessparametern eine Spurbreitenvariation bis zu 90 Prozent erlaubt. Der fasergekoppelte Hochleistungsdiodenlaser stellt 2,5 kW Leistung zur Verfügung. Sein minimaler Brennfleckdurchmesser beträgt 2 mm. Es lassen sich damit alle pulverförmigen Werkstoffe mit einer Korngröße bis zu 200 µm verarbeiten. In bisherigen Prozessuntersuchungen wurden als Verschleißschutzschichten Stellite 25 auf Grauguss GGG-70-L und Stellite 21 auf den Warmarbeitsstahl 1.2367 aufgebracht. Dabei konnten Spurbreiten von mindestens 2,3 bis maximal 6 mm erreicht werden. Die Spurbhöhe variiert zwischen 1 bis 3 mm.

Im Forschungsprojekt »Verkürzung der Prozesskette zur Fertigung rotationssymmetrischer Bauteile durch Verfahrenskombination in modular aufgebauten Werkzeugmaschinen – KombiMasch« entwickelt das Fraunhofer IPT einen Drahtbeschichtungs- und einen Härtebeschichtungskopf für eine Drehmaschine. Beide lassen

sich automatisiert ein- und auswechseln. Mit dem geplanten Maschinendemonstrator können rotationssymmetrische Bauteile mit einem Durchmesser bis zu 250 mm und einer maximalen Länge von 1000 mm gedreht, gebohrt, gefräst, gehärtet und beschichtet werden. Hier kommt ein fasergekoppelter Diodenlaser mit einer Ausgangsleistung von 3 kW zum Einsatz. Die Härtespurbreite kann mit Hilfe eines Scanners bis zu einer maximalen Scanfeldgröße von 50 x 5 mm² stufenlos variiert werden.

Das Fraunhofer IPT konzipiert effiziente Lösungen zur Integration von Lasern in Werkzeugmaschinen, beispielsweise für hybride Prozesse wie das Laserhärten und -beschichten in konventionelle Fräs- und Drehmaschinen, unterstützt Kunden bei der Auswahl des Lasers und führt entsprechende Prozessuntersuchungen durch.

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Karl Groll
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-1 50
karl.groll@ipt.fraunhofer.de





Leichtbau und Faserverbundtechnik

Faserverbundwerkstoffe werden heute immer häufiger nicht mehr nur in der Luft- und Raumfahrt, sondern auch in der Medizintechnik, der Automobil-, der Anlagen- sowie der Off-Shore-Industrie eingesetzt. Aufgrund ihrer ausgezeichneten mechanischen Kennwerte besitzen sie ein exzellentes Leichtbaupotenzial und sind chemisch inert. Das Fraunhofer IPT stellt Hochleistungsbauteile aus Faserverbundwerkstoffen her und entwickelt die dafür erforderlichen Prozesse und Anlagen.

Bauteilentwicklung

Die je nach Fasertyp erreichbaren Elastizitätsmodule von 500 GPa und Zugfestigkeiten von 3,5 GPa erlauben die Fertigung von Bauteilen für höchste Ansprüche. So entwickelte das Fraunhofer IPT einen Messarm mit einem Gewicht unter

190 g und einer Kraglänge von 600 mm. Er bringt die geforderte Messkraft von 2 N auf, ohne sich dabei zu verformen und so die Messung zu beeinflussen. Der negative thermische Ausdehnungskoeffizient der verwendeten Kohlenstofffasern und der positive Ausdehnungskoeffizient des Matrixwerkstoffs tragen dazu bei, dass der Messarm über einen Temperaturbereich von 20 °C keine thermisch induzierte Dehnung aufweist.

Prozess- und Anlagenentwicklung

Das Fraunhofer IPT entwickelt sowohl Bauteile, als auch die Prozess- und Anlagentechnik für die Verarbeitung duroplastischer und thermoplastischer Faserverbundkunststoffe. Im Mittelpunkt stehen dabei nicht nur die weit verbreiteten Verfahren zur Verarbeitung duroplastischer Verbundkunststoffe für industrielle Anwendungen. Vielmehr ist das Fraunhofer IPT führend in der Erforschung der Thermoplastverarbeitung mittels Fibre-Placement, Tapelegen und Pultrusion.

Dabei werden einzelne Faserhalbzeuge, so genannte Prepregs, durch Energieeintrag aufgeschmolzen und durch Ablegen oder das Verpressen in Formwerkzeugen zu komplexen Bauteilen verbunden. Das Fraunhofer IPT verwendet für das Aufschmelzen von Prepregs, die sich auch zur Automatisierung eignen, sowohl Infrarot- und Mikrowellenstrahlung als auch Laserstrahlung. Zusätzlich zu den Arbeiten auf dem Gebiet des Tapelegens werden am Fraunhofer IPT Spezialmaschinen und Pilotanlagen zur Verarbeitung faserverstärkter duroplastischer und thermoplastischer Faserverbundkunststoffe ausgelegt, konstruiert und aufgebaut sowie die Prozesse dazu entwickelt.

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Patrick Kölzer
Telefon +49 (0) 2 41/89 04 -2 69
patrick.koelzer@ipt.fraunhofer.de





Automatisierbare Anlagen- und Handhabungstechnik für die Mikromontage

Hybride Mikrosysteme, wie multifunktionale minimalinvasive chirurgische Instrumente oder mikrofluidische Systeme, eröffnen besonders in der Mechatronik und Mikroelektronik sowie in der Medizintechnik, der Optik und der Automobilbranche neue Anwendungsfelder. Eine entscheidende Rolle bei der Fertigung dieser Systeme spielt die Montage. Sie kann mit den Prozessschritten »Handhaben« und »Fügen« bis zu 80 Prozent der gesamten Produktionskosten eines Mikrosystems ausmachen.

Gerade bei der Herstellung von Mikrosystemen sind daher flexibel automatisierte Lösungen gefragt, die sowohl Kosten senken als auch den stetig steigenden Qualitätsanforderungen genügen. Ziel des Fraunhofer IPT ist es, prozesstechnologische und gerätetechnische Voraussetzungen für eine flexibel automatisierbare Handhabung von Mikrobauteilen zu schaffen. Auf dieser Basis entstehen dann individuell an den Kunden angepasste Lösungen für eine automatisierte Mikromontage.

Eine große Herausforderung für die Industrie ist bei der Montage hybrider Mikrosysteme immer noch das prozesssichere Handhaben und Montieren hochempfindlicher biegeschlaffer Mikrobauteile wie dünner Drähte oder Glasfasern für die Telekommunikationstechnologie. Gefordert sind hier meist Positioniertoleranzen im Mikrometer- oder Sub-Mikrometerbereich. Für industrietaugliche und kostengünstige Montagelösungen entwickelt und verbessert das Fraunhofer IPT neue Greiferkonzepte. So sollen über eine hochintegrierte und robuste Aktorik die gegriffenen Mikrobauteile im Sub-Mikrometerbereich justiert werden. Ziel ist es, weit verbreitete Positioniersysteme, wie Scara-Roboter oder Pick-und-Place-Systeme kostengünstig um die Funktionen der Mikromontage zu erweitern. Diese Systeme verfügten bisher nicht über die erforderlichen Positioniergenauigkeiten. Die hohen Achsbeschleunigungen und -geschwindigkeiten dieser Systeme sollen zudem für schnelle Vorpositio-

nierungen und somit minimierte Prozesszeiten genutzt werden, ohne dabei das Greifersystem zu beschädigen.

Parallel zu den neuen Greiferkonzepten entwickelt und fertigt das Fraunhofer IPT auch ultrapräzise Justagestrukturen, die Mikrobauteile ohne zusätzliche Aktorik mikrometergenau positionieren. Diese passive und dennoch hochgenaue Positionierstrategie verringert zusätzlich Montagezeiten und -kosten, indem sie die hochgenauen Positioniersysteme einspart.

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Christian Peschke
Telefon +49 (0) 2 41/89 04 -2 53
christian.peschke@ipt.fraunhofer.de





Prozessüberwachung ultrapräziser Fertigungsverfahren

Die präzise und ultrapräzise Bearbeitung von Bauteilen durch spanende Fertigungsverfahren ist heute ein iterativer Prozess, bei dem optimale Werkstück- und Maschinenparameter experimentell ermittelt werden. Die Bearbeitungsqualität lässt sich jedoch erst nach der vollständigen Prozessführung beurteilen. Da sich solche Fertigungsprozesse bisher noch nicht überwachen und in-situ charakterisieren lassen, wird heute jedes Werkstück einzeln kontrolliert. Die zusätzlichen Kosten, die dadurch entstehen, lassen sich durch den Einsatz eines Prozessüberwachungssystems minimieren.

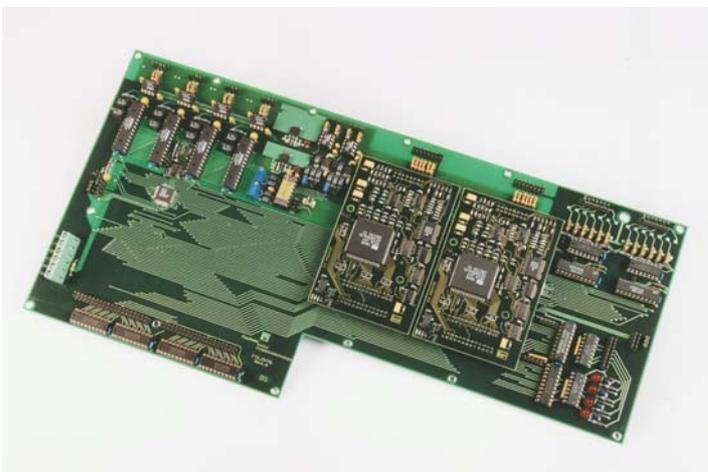
Das Fraunhofer IPT untersuchte während eines BMWA-geförderten und von der Projektträger-schaft AiF betreuten Forschungsvorhabens (Förderkennzeichen 13299) kommerziell erhältliche Überwachungssysteme auf ihre Eignung für ultrapräzise Produktionsverfahren. Als Ergebnis zeigte sich, dass die heute am Markt vorhandenen Systeme für diese Zwecke nicht eingesetzt werden können. Gründe sind hier nicht nur die unzureichenden Empfindlichkeiten und Wandlungseigenschaften der Sensorik, sondern auch die mangelnde Genauigkeit der Analyse- und Auswertelgorithmen zur Signifikanzisolation in den typischen kleinen Messsignalen der UP-Bearbeitungsverfahren mit Bearbeitungskräften unter 1 N.

Weitere Untersuchungen führten zu alternativen Lösungsansätzen, um die geforderten Prozessparameter Werkzeugbruch, Werkzeugverschleiß und Prozesszustand sowie die Qualität des Werkstücks zu überwachen. Der Körperschall in der Bearbeitungszone wurde dazu von hochauflösender Sensorik und Elektronik am Werkzeug breitbandig erfasst und mit Grenzfrequenzen bis zu 300 MHz einer Spektralanalyse unterzogen. Anhand leistungsfähiger Filteralgorithmen und Signaltransformationen konnten zahlreiche Prozessparameter isoliert werden. Diese ließen sich nun mit Referenzdaten vergleichen und beurteilen.

Alternative oder ergänzende Messmethoden, etwa die Laservibrometrie, die Detektion von Thermostrahlung oder Modifikationen an der Modellbildung der Algorithmik erweitern die Anwendungsgebiete. Sie dienen beispielsweise zur hochgenauen geometrischen Erfassung von Maschinenkomponenten im Sub- μm -Bereich, zu Vibrations- und Schwingungsanalysen im Ultraschallbereich, zur Detektion kleinster Kraftkomponenten, etwa bei der Mikromontage, oder zur Aufnahme von Thermostrahlung. So lassen sich Signalgrößen nicht nur erfassen, wandeln und aufzeichnen, sondern auch anhand intelligenter Mustererkennung mit Referenzdaten abgleichen.

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Christoph Schäfer
Telefon +49 (0) 2 41/89 04 -2 54
christoph.schaefer@ipt.fraunhofer.de





Charakterisierung von Produktionsmaschinen

Systematische und präzise Messungen von Produktionsmaschinen sind die Grundlage zielgerichteter betrieblicher Analysen und Verbesserungen. Das Fraunhofer IPT verfügt über modernste Messsysteme, die sowohl statische als auch dynamische Maschinenkenngößen erfassen. So lässt sich überprüfen, ob Abnahmekriterien eingehalten werden, und es können gezielt konstruktive Verbesserungen durchgeführt werden.

Drehschwingungs- und Vibrationsanalyse in Druckmaschinen

In Druck-, Falz- und Schneidemaschinen kann es zu Vibrationen der gesamten Maschine und zu Gleichlaufschwankungen in der Papierbahn kommen. Die Ursache können kleinste Abweichungen vom optimalen Zusammenspiel oder der Verschleiß einzelner mechanischer Komponenten sein. Ungenaue Schnitt- und Falzkanten, störende Moirémuster oder Farbschattierungen im Druckbild sind die Folge.

Um die Ursachen zu ermitteln, entwickelte das Fraunhofer IPT einen Dreh-Schwingungsmessplatz mit 32 isochronen Kanälen. Das System liest die Signale von Positions- und Winkelgebern sowie analogen Sensoren ein und verarbeitet sie. Bei Bedarf kann es durch individuelle Auswertelgorithmen erweitert werden.

Spindelmessung

Im BMBF-geförderten Projekt »Aerospin« (Förderkennzeichen 02 PP 2278) entwickelte das Fraunhofer IPT innovative Luftlagerspindeln und schaffte dazu das Spindelmessgerät »Advanced Spindle Error Analyzer« an. Das System erlaubt die Messung des synchronen und asynchronen Rundlauffehlers sowie des thermischen Wachstums von Spindeln. Das Fraunhofer IPT setzt das System auch direkt vor Ort beim Kunden ein, um die Eigenschaften von Spindeln zu untersuchen und festzustellen.

Geometrische Analyse von Werkzeugmaschinen

Zur Beurteilung der Qualität von Werkzeugmaschinen ist es wichtig, die geometrischen Eigenschaften der Maschinenachsen direkt zu erfassen. Das Fraunhofer IPT bestimmt mit Hilfe eines Laserinterferometers die Positioniergenauigkeit, Winkelabweichung, Geradheit und Rechtwinkligkeit der Maschinenachsen nach ISO 230-2 und kann so Abnahmekriterien sowie die Eignung der Maschine für den Prozess überprüfen.

In einem Industrieprojekt führte das Fraunhofer IPT diese Messungen bei einem Wickelportal für sicherheitsrelevante Bauteile aus langfaserverstärkten Kunststoffen durch. Auf der Basis der Ergebnisse wurden die Achsen kompensiert, die Positioniergenauigkeit verbessert und das Wickelportal schließlich für den Prozess zugelassen.

Ihre Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Torsten Gerrath
Telefon +49 (0) 2 41/89 04 -2 56
torsten.gerrath@ipt.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Christoph Schäfer
Telefon +49 (0) 2 41/89 04 -2 54
christoph.schaefer@ipt.fraunhofer.de



Messsysteme für die biomedizinische Diagnostik

Die Fortschritte der vergangenen Jahrzehnte auf dem Gebiet der optischen Technologien machen den Weg frei für eine Vielzahl neuer Anwendungen zur minimalinvasiven medizinischen Diagnostik. Ziele der wissenschaftlichen Arbeit in der Gruppe »Messtechnik« sind die Entwicklung neuer, zuverlässigerer Messsysteme sowie die Miniaturisierung von Sonden und Applikatoren für schonendere Eingriffe.

Endoskopische Optische Kohärenztomographie

In einem Innovationsnetzwerk, das durch das BMWi gefördert wird (Förderkennzeichen IN4045), entwickelt das Fraunhofer IPT ein Messsystem zur in-vivo-Anwendung der Optischen Kohärenztomographie (OCT) über flexible Endoskope. Die OCT ist ein bildgebendes Verfahren, das Echtzeit-Schnittbilder von biologischem Gewebe mit einer Auflösung bis zu 10 µm generiert. Indem diese Technologie an ein flexibles Faserbündel gekoppelt wird, sollen sich neue Chancen zur minimalinvasiven Tumordiagnostik an schwer zugänglichen Gewebearealen eröffnen.

Multifunktionales endoskopisches Messsystem

Anhand einer multifunktionalen Messsonde zur Untersuchung von Gewebe entwickelt das Fraunhofer IPT ein faserbasiertes Messsystem mit zwei integrierten Diagnoseverfahren. So kann mit einer spektroskopischen Messung der lokalen Blutsauerstoffsättigung Aufschluss über den Gesundheitszustand des Gewebes gewonnen werden. Zudem lässt sich anhand einer OCT-Messung beispielsweise die Tiefenausdehnung von Tumoren erfassen. Um den Einsatzbereich zu erweitern, wurden die Fasern in eine für die Magnetresonanztomographie kompatible Punktionskanüle mit einem Durchmesser von rund 1 mm integriert (siehe Seite 25). Damit lassen sich sowohl oberflächliche Untersuchungen am Gewebe, als auch Analysen durchführen.

Konfokales Endomikroskop

Histo-pathologische Untersuchungen entnommener Gewebeproben stehen im Zentrum vieler diagnostischer Methoden. Um Medizinern die Gelegenheit zu bieten, minimalinvasiv und ohne Labor Zellstrukturen in-vivo sichtbar zu machen, entwickelt das Fraunhofer IPT in einem BMBF-Förderprojekt (Förderkennzeichen KOMED 16SV1484) ein endoskopisches konfokales Mikroskop. Ein flexibler Bildleiter zur Strahlführung sichert dabei eine Zeit sparende, kostengünstigere und schonendere Diagnose.

Ihre Ansprechpartner

Dipl.-Phys. Klaus Eder
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-2 61
klaus.eder@ipt.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Frank Depiereux
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-2 59
frank.depiereux@ipt.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Ingo Krohne
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-1 53
ingo.krohne@ipt.fraunhofer.de





Integrierte optische Messsysteme zur 3D-Digitalisierung

Im Arbeitsgebiet der optischen Messtechnik integrierte das Fraunhofer IPT einen Streifenprojektionssensor erfolgreich in ein hochgenaues Achsportal. Darauf aufbauend forcieren nun zwei BMBF-geförderte Projekte die Adaption von Laserscannern in Werkzeugmaschinen und Koordinatenmessgeräte. Die Schwerpunkte dieser Projekte liegen sowohl in der Entwicklung von datendurchgängigen Prozessketten als auch in der Generierung und Optimierung von CAD-basierten Prüf- und Messplänen.

Maschinenintegriertes Scanning

Im Verbundprojekt »OptoRep« (Förderkennzeichen 02PD2490) integrierte das Fraunhofer IPT einen Laserscanner in die 5-Achs-Spindel einer Portalfräsmaschine. Auf Basis dieses Maschinenkonzepts entstanden anwenderfreundliche Strategien für einen automatisierten Messablauf. Indem der Sensor im CAD-System modelliert wird, lässt sich der Messablauf simulieren und in der CAM-Umgebung testen. Von Vorteil ist dabei die visuelle Kontrolle des Scanverlaufs. Potenzielle Probleme, wie zum Beispiel das Messen an steilen Flanken oder Kollisionen, können somit schon während der Messplanung aufgedeckt und vermieden werden. Ergebnis der Simulation ist ein NC-Programm, mit dem sich sowohl Maschine als auch Sensor sicher steuern und hochwertige Messdaten gewinnen lassen (siehe Seiten 26, 51).

Prüf- und Messplanung für ein Multisensor-Koordinatenmessgerät

Das Kooperationsprojekt »ProSens« (Förderkennzeichen 02PH2101) bindet deutsche und chinesische Forschungsinstitute und Anwender ein, um zwei zentrale Ziele zu erreichen:

Für die Qualitätskontrolle komplexer Bauteile durch Multisensorik integriert das Fraunhofer IPT optische und taktile Messsysteme sowie eine Dreh-/Schwenkeinheit in einem Koordinatenmessgerät. Durch verstärkten Software-Einsatz werden vereinheitlichte Prüfstrategien mit einer

automatischen Zuordnung von Messsystem zur Messaufgabe eingesetzt. Dadurch kann die CAD-basierte Prüf- und Messplanung für komplexe Multisensorik bedienerfreundlicher gestaltet werden.

Ihre Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Stephan Bichmann
Telefon +49 (0) 2 41/89 04 -2 45
stephan.bichmann@ipt.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Ulf Glaser
Telefon +49 (0) 2 41/89 04 -1 59
ulf.glaser@ipt.fraunhofer.de





Mehr Qualität für interne Dienstleistungen

QM-Systeme bieten weit mehr Vorteile als nur den Image-Gewinn durch eine Zertifizierung. Durch die systematisch organisierten Arbeitsabläufe wird die Qualität der Arbeitsergebnisse sichergestellt und ausgebaut. Zudem erhöhen sie die Transparenz innerhalb der Organisation. Die Gruppe »Qualitätsmanagement« des Fraunhofer IPT aktualisierte in Zusammenarbeit mit der Abteilung »Technologiemanagement« die Managementsysteme und Prozesse bei der Umicore AG & Co. KG.

Prozessgestaltung

Für die Umicore AG & Co. KG am Standort Hanau haben die Funktionen »Procurement« und »SpeedyLog« des Bereiches »Operations Support« die Aufgabe, interne Dienstleistungen zu erbringen. Im Rahmen von Qualitätsmanagement-/Umweltmanagement-Audits ihrer internen Kunden-Geschäftsbereiche werden sie darum grundsätzlich mit einbezogen und unterliegen somit unterschiedlichen Zertifizierungsrichtlinien (DIN 9001:2000, DIN 14001, etc.). Daraus ergeben sich heterogene Anforderungen der internen Kunden an die Managementsysteme von »Procurement« und »SpeedyLog«. Ziel des Projektes war es, diese unterschiedlichen Richtlinien und heterogenen Anforderungen praxisgerecht zu erfüllen.

Mit Unterstützung des Fraunhofer IPT wurden zunächst die Anforderungen der internen Kunden-Geschäftsbereiche an Qualitätsmanagement und Umweltmanagement aufgenommen. Daraufhin

wurden die Prozesse von »Procurement« und »SpeedyLog« ebenso praxis- wie kundenorientiert gemäß dieser Forderungen abgebildet und – wenn notwendig – angepasst. Hierbei wurde bewusst eine pragmatische Herangehensweise gewählt, die sicherstellte, dass die neuen Prozesse sowohl den Zertifizierungsrichtlinien genügen als auch aktiv gelebt werden können.

Ihre Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Janko Kukulja
Telefon +49 (0) 2 41/89 04 -1 44
janko.kukulja@ipt.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Henning Möller
Telefon +49 (0) 2 41/89 04 -2 81
henning.moeller@ipt.fraunhofer.de



Innovative Prozesskettenoptimierung (IPO)

Wettbewerbsfähigkeit und das Erzielen angemessener Renditen wird zukünftig immer stärker von der Fähigkeit bestimmt, nicht nur Produkte sondern vor allem auch Prozesse tief greifend zu verbessern und zu erneuern. Produktionssysteme bestehen aus Prozessketten, deren Leistung und Qualität in der Regel vom schwächsten Glied abhängt. Diesem Engpass liegen häufig Widersprüche oder Zielkonflikte zugrunde, die einer weiteren Optimierung scheinbar entgegenstehen. Gelingt es, diese Barrieren zu identifizieren und durch Innovationen zu überwinden, so werden Steigerungen der Prozessqualität möglich.

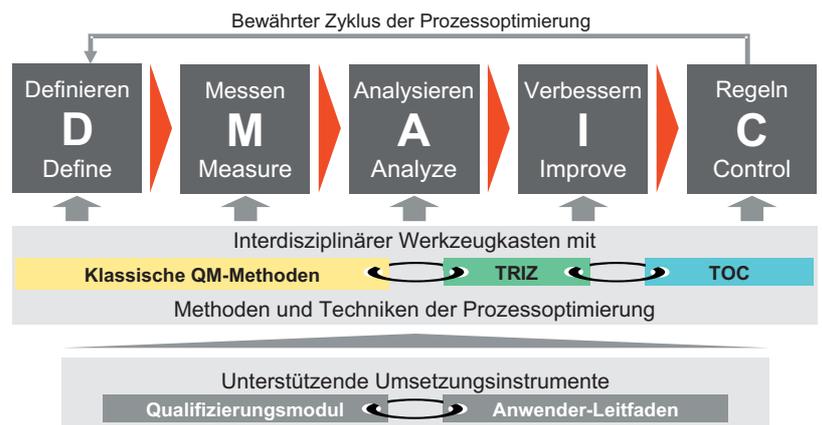
Für eine derartige qualitäts-, zeit- und ressourcenoptimale Gestaltung von Prozessketten entwickelte das Fraunhofer IPT die IPO-Systematik. IPO besteht aus einem Vorgehensmodell auf Basis des DMAIC-Zyklus (Six Sigma) und einem interdisziplinären Werkzeugkasten von konventionellen und neuen Methoden der Prozessanalyse und -optimierung. Hierzu zählen neben klassischen Qualitätsmethoden vor allem die Werkzeuge der »Theorie des erfinderischen Problemlösens (TRIZ)« und der »Theory of Constraints (TOC)«. Eine besondere Stärke von IPO liegt im aufeinander abgestimmten und weiter entwickelten Einsatz lang bewährter und innovativer Methoden.

IPO führt Schritt für Schritt zu einer ganzheitlichen Optimierung der zu verbessernden Systeme. Dabei nutzt IPO nachgewiesene leistungsstarke Kreativitäts- und Analysetechniken für möglichst ideale Lösungen. Die Systematik wurde mit Unterstützung des Fraunhofer IPT bei zwei Unternehmen der Automobilzulieferindustrie, der Brose GmbH & Co. KG und der Keiper GmbH & Co., erfolgreich eingesetzt. Im Ergebnis ließen sich deutliche Qualitätsverbesserungen erzielen. Durch reduzierte Nebenzeiten und optimierte Handling-Optionen stieg die Produktivität bis zu 25 Prozent. IPO bietet den Unternehmen damit einen hohen Nutzen bei relativ niedrigem Qualifizierungs-

aufwand. Ein spezielles Qualifizierungsmodul versetzt potentielle Anwender in die Lage, IPO einfach und schnell in ihrer täglichen Arbeit einzusetzen. Es ist Bestandteil des FQS-DGQ-Bands 86-03, der bei der Forschungsgemeinschaft Qualität e.V. (FQS) bezogen werden kann. (Weitere Informationen unter www.dgq.de/schrift/fqs_dgq_86.htm)

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Martin Tillmann
Telefon +49 (0) 2 41/89 04 -1 58
martin.tillmann@ipt.fraunhofer.de





Zielgerichtet entwickeln durch strategische Ausrichtung

Einen Schwerpunkt der Gruppe »Qualitätsmanagement« am Fraunhofer IPT bildet die Optimierung von Prozessen in Fertigung, Dienstleistung und Entwicklung. Besonders die Entwicklungsprozesse mit ihrem meist projektartigen Charakter bedürfen spezieller Werkzeuge – sowohl zur operativen Steuerung, als auch zur strategiekonformen Gestaltung.

Im automobilen Premiumsegment wird es immer schwieriger, sich anhand technischer Merkmale von der Konkurrenz abzugrenzen. Der Kunde ist nur noch dann bereit, mehr für technische Neuerungen zu zahlen, wenn er dadurch einen physisch oder emotional spürbaren Mehrwert erfährt. Bei Entwicklungszeiten bis zu 60 Monaten und begrenzten Ressourcen sind Strategien für Entwicklungsprojekte mit dem größten Kundennutzen sehr gefragt. Gemeinsam mit der BMW AG entwarf das Fraunhofer IPT für einen Bereich der Entwicklung einen solchen Strategieprozess.

Der Weg folgt dem Ziel: Um die Ziele des Entwicklungsbereichs zu bestimmen, entwarfen die Projektpartner eine Zielpyramide, die auf einer langfristigen Vision aufsetzt. Die strategischen Ziele, mit denen die Vision erreicht werden sollte, beschreiben den Aufbau zukünftiger bzw. den Ausbau bestehender Erfolgspositionen. Die Konkurrenz sollte diese nur schwer und allenfalls durch längerfristigen und massiven Ressourceneinsatz kopieren können. Die operativen Ziele repräsentieren übergeordnete Entwicklungs-

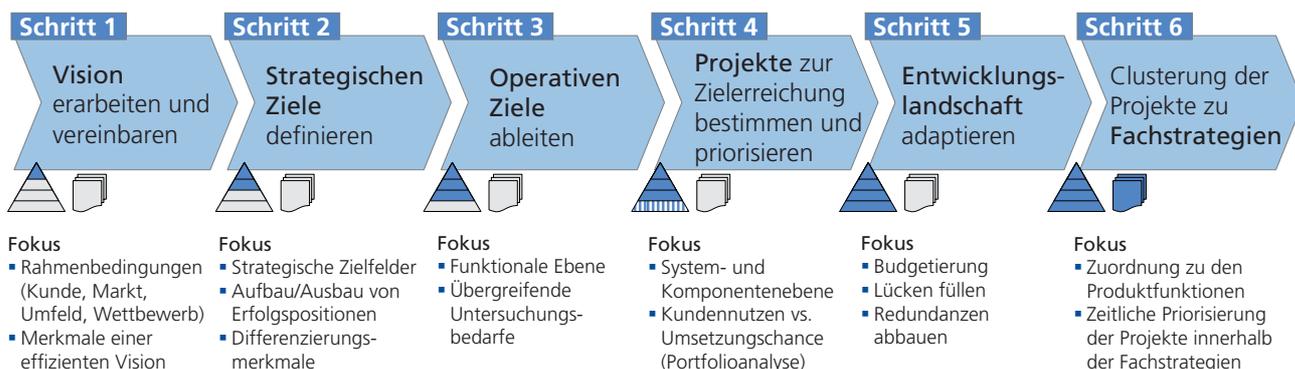
bedarfe, weisen jedoch noch keinen Bezug zu den konkreten Lösungen auf. Die zukünftigen Entwicklungsprojekte leiteten die Projektpartner direkt aus diesen operativen Zielen ab. Hier wurde im Strategieprozess deutlich, welche Lücken in der bisherigen Entwicklungslandschaft noch zu schließen waren.

Nach der Zieldefinition fasste das Projektteam die Entwicklungsprojekte gemäß ihrer Zugehörigkeit zu bestimmten Produktfunktionen zu so genannten Fachstrategien zusammen. Die Fachstrategien beschreiben mit ihren Zielwertvorgaben und Roadmaps den Weg, auf dem die Ziele erreicht werden sollen. Zudem bilden sie den organisatorischen Rahmen zur Budgetierung und Umsetzung der Projekte.

Der besondere Nutzen des systematischen Vorgehens lag für die Entwickler der BMW AG in der plausiblen Zieldefinition. Diese wurde gemeinsam mit dem Fraunhofer IPT von der Führungsriege des Unternehmensbereiches erarbeitet und bildete die Basis für die Priorisierung der Entwicklungsaktivitäten sowie für die handlungsleitende Formulierung der Fachstrategien.

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Thorsten Voigt
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-2 50
thorsten.voigt@ipt.fraunhofer.de





Wettbewerbsvorsprung durch gezielte Technologieentwicklung

Grundlegend für den Erfolg einer Technologie ist ihre Einzigartigkeit am Markt. Nur so kann ein technologieorientiertes Unternehmen dem Preiskampf entinnen, in bereits gesättigten Märkten seine Position behaupten und profitabel agieren. Die verfügbaren Mittel für Forschung und Entwicklung müssen dabei gezielt auf die richtigen Technologieentwicklungsprojekte verteilt werden.

Welches Entwicklungsprojekt und welche Kombination von Entwicklungsprojekten versprechen den größten Erfolg? Um den Wert einer Technologie im Vorfeld oder in einer frühen Phase der Entwicklung einschätzen zu können, muss zunächst das Potenzial der Technologie ermittelt werden. Dazu werden zunächst die technologischen Leistungsparameter der Neuentwicklung erfasst. Da diese nicht immer vollständig im Vorfeld bekannt sind, erfolgt eine Abschätzung häufig auf der Basis früherer Erfahrung. Das Fraunhofer IPT führt deshalb Workshops mit seinen Kunden durch und ermittelt gemeinsam mit allen Entwicklungsbeteiligten ein so genanntes »Zielfoto« der Technologie.

Anschließend erfolgt ein Abgleich der neuen Anwendungsfelder mit den verfügbaren Technologien. Eine gezielte Analyse der Märkte und ihrer Gegebenheiten bildet Marktvolumina sowie Wachstumsoptionen ab. Der Kundennutzen der neuen Technologie bildet hier die Basis für die Einschätzung des Marktpotenzials.

Der besondere Wert der Technologie- und Marktpotenzialanalyse liegt in der integrierten Betrachtung unternehmensinterner Ressourcen und Fähigkeiten, welche an den Anforderungen des anvisierten Marktes gespiegelt werden. Auf diese Weise lassen sich die zukünftigen Erfolge des Unternehmens gezielt aus den eigenen Kompetenzen herleiten. Das Fraunhofer IPT hat zu diesem Zweck ein durchgängiges Modell entwickelt, mit dem sich unterschiedliche Szenarien auf Basis der unternehmenseigenen Technologiepotenziale einfach bewerten lassen.

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Dipl.-Kfm. Sebastian Schöning
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-2 74
sebastian.schoening@ipt.fraunhofer.de



Transparenz im Einkauf

Aufgrund der vielfach sinkenden internen Wertschöpfungstiefe verfügt der Einkauf eines Unternehmens über einen steigenden Einfluss auf Qualität und Wirtschaftlichkeit. Der Einkauf ist in vielen Branchen bereits zu einem zentralen Erfolgsfaktor geworden. In anderen Branchen ist er auf dem besten Wege, von der reinen »Bestellabteilung«, die Nachschub für die Produktion beschafft, zu einem strategischen Erfolgsfaktor zu werden.

Der Einkauf besitzt Stellschrauben nach innen wie nach außen: Interne wie externe Transparenz ist für einen effektiven und effizienten Einkauf daher unabdingbar. Dies gilt sowohl für die internen Prozesse und Strukturen im eigenen Unternehmen als auch gegenüber externen Zulieferern.

Mit dem Ziel, eine unternehmensweite Preis- und Designtransparenz zu schaffen, führte das Fraunhofer IPT ein Projekt in der Automobilindustrie durch. Auf der Basis des »Linear Performance Pricing«, einer Methode zur statistischen Preisanalyse, wurde ein Einkaufsvolumen von mehreren 100 Mio. Euro untersucht. Dabei ermittelten die Projektpartner zunächst Kosten- und Leistungstreiber (z.B. Gewicht, Leistung) für sämtliche Bauteile, identifizierten nicht erklärbare Preisunterschiede und leiteten Maßnahmen zur Preissenkung ab, beispielsweise in Form von Nachverhandlungen, Volumenbündelung oder Konstruktionsänderungen.

In einem weiteren Projekt in der Zuliefererindustrie etablierte das Fraunhofer IPT eine Balanced Scorecard (BSC) zur Leistungsmessung und Steuerung des Einkaufs, um interne Optimierungspotenziale zu erschließen. Von einer detaillierten Zielanalyse ausgehend, wurden zunächst aussagekräftige Kennzahlen in einer Einkaufs-BSC zusammengeführt. Um den Pflegeaufwand zu minimieren, wurde ein eigens programmiertes IT-Tool in die bestehende EDV-Landschaft des Kunden implementiert. Die BSC versetzt das Unternehmen nun in die Lage, seine Einkaufsaktivitäten zielgerichtet zu steuern und dadurch effektiver und effizienter zu agieren.

Diese beiden Beispiele zeigen nur einen Ausschnitt aus einer Vielzahl an Beratungsprojekten, in denen das Fraunhofer IPT in der Vergangenheit bei seinen Kunden die Transparenz im Einkauf erhöhen konnte. Grundlage dieser Projekte sind sowohl die methodische Kompetenz als auch das technologische Branchen-Know-how des Instituts.

Ihr Ansprechpartner

Dr.-Ing. Jens Schröder
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-1 14
jens.schroeder@ipt.fraunhofer.de



Gestaltung von Entwicklungsprozessen für die Technologieeinsatzplanung

Mit dem Technologiemanagement-Audit entwickelte das Fraunhofer IPT auf Grundlage des Fraunhofer-Aktivitätenmodells des Technologiemanagements ein Instrument, mit dem sich unternehmensbezogene Geschäftsprozesse analysieren und Schwachstellen identifizieren lassen. In einem praktischen Technologiemanagement-Audit bei einem namhaften deutschen Industrieunternehmen hat das Fraunhofer IPT die Entscheidungsprozesse der Technologieeinsatzplanung analysiert und Schwachstellen beseitigt.

Die Auswahl geeigneter Fertigungsverfahren für die Technologieeinsatzplanung ist geprägt durch Zielkonflikte unterschiedlicher Entscheidungsebenen: Das Controlling muss sicherstellen, dass Zielkosten erreicht und Entwicklungspläne eingehalten werden. Zu jedem Zeitpunkt sollten daher kostengünstige Fertigungsverfahren eingesetzt werden. Die Konstruktion möchte Serienfertigungsverfahren möglichst spät definieren, um bei der Konstruktion von Bauteilen flexibel zu agieren. So bevorzugt sie flexible und für geringe Stückzahlen geeignete, dafür aber kostenintensive Technologien. Die Qualitätssicherung möchte für realitätsnahe Tests bei Bauteilen und Fertigungsverfahren schnell den Serienstand erreichen. Die Produktion ist bestrebt, früh die späteren Serientechnologien einzusetzen, um ausreichend Erfahrung vor dem Serienanlauf zu sammeln.

Zur Lösung dieser Zielkonflikte erwies sich das Technologiemanagement-Audit als höchst geeignet. Als Praxisergebnis eines Analyse- und Umsetzungsprojektes entwickelte das Fraunhofer IPT eine Methodik, die den Kunden bei der Auswahl von Fertigungsverfahren im Entwicklungsprozess unterstützt. Grundlage bildete der Fraunhofer-Referenzprozess für Technologieeinsatzplanung.

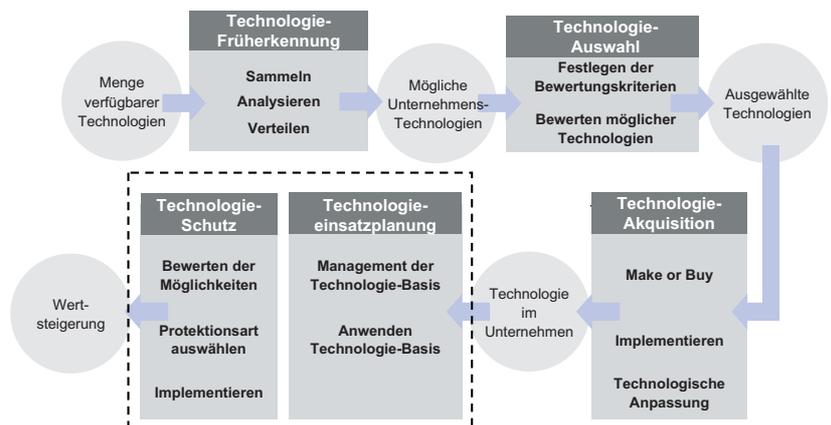
Eine Fertigungstechnologie-Roadmap dient als Instrument, um verschiedene kostengünstige Szenarien zu planen und Zielkonflikte zu lösen. Ein integriertes, methodisches Werkzeug berechnet die Herstellkosten der Bauteile auf Basis von

Lernkurven. Dies erlaubt ein zielgerichtetes Controlling der Entwicklungs-kosten. Die Roadmap als Planungswerkzeug und das integrierte Kostentool wurden in Excel umgesetzt und beim Industriekunden eingeführt.

Für die einzelnen Aktivitäten erarbeitete das Fraunhofer IPT detaillierte Referenzprozesse; so auch für das Modul »Technologieeinsatzplanung«. Das Ergebnis sind konkrete, individuell zum Kunden passende Verbesserungsvorschläge. Auf dieser Grundlage starten später die Umsetzungsprojekte.

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Markus Knoche
Telefon +49 (0) 2 41/89 04 -1 68
markus.knoche@ipt.fraunhofer.de





Mikrofräsen und Diamantdrehen

Im Bereich der Mikrobearbeitung bietet das Fraunhofer CMI in Boston/USA seinen Kunden nicht nur Unterstützung bei der Prozessentwicklung an, sondern auch das Bearbeiten kompletter Bauteile. Auf der Ultrapräzisions-Drehmaschine UPM5, die das Fraunhofer IPT in Aachen für das Fraunhofer CMI entwickelt und aufgebaut hat, können Dreh- und Fräsbearbeitungen komplexer Bauteile mit hohen Anforderungen an Genauigkeit und Oberflächengüte durchgeführt werden.

Prototypenfertigung der Mikropumpeneinheit eines Tieftemperatur-Wärmetauschersystems für Kühlanwendungen in Satelliten

In einem Projekt, das von der US Air Force finanziert wird, arbeiten das Fraunhofer CMI und ein Industriepartner an der Entwicklung eines Systems zur Tieftemperaturkühlung von Satelliteninstrumenten. Das System arbeitet mit einem Zwei-

Phasen-Kreislauf und einer Mikropumpe. Diese transportiert flüssigen Sauerstoff zwischen einem Verdampfer in der Instrumentierung und einem Kondensierer, der mit einem Tieftemperaturkühler verbunden ist.

Nachdem in der ersten Projektphase am Fraunhofer CMI Testkomponenten für die Mikropumpe entwickelt und hergestellt wurden, wird in der zweiten Projektphase ein Prototyp der Pumpe gefertigt. Dabei setzt das Fraunhofer CMI neben herkömmlichen Bearbeitungsverfahren auch auf die Mikrobearbeitung.

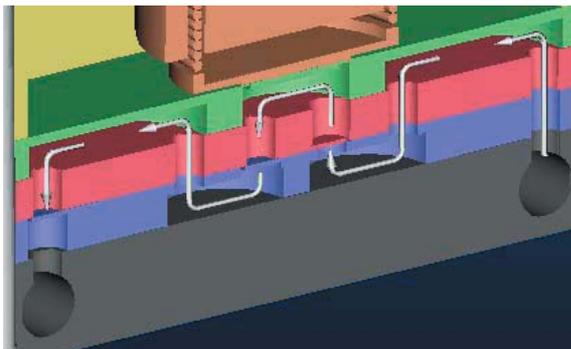
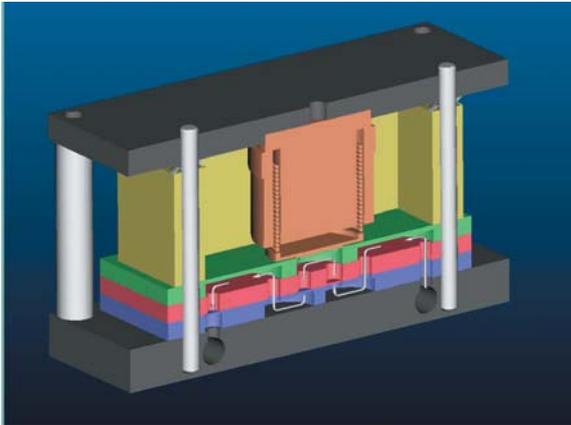
Besonders die Herstellung der Membranen und der Ventilkappen erfordert hochpräzise Dreh- und Fräsbearbeitungen. Beide Bauteile werden aus Kupfer-Beryllium-Blechen gefertigt. Die Materialdicke für die Membranen und die Ventilkappen beträgt $80\ \mu\text{m}$, die Dicke der Trägerbleche $300\ \mu\text{m}$. Sämtliche Bearbeitungen konnten in ersten Testphasen mit einer Wiederholgenauigkeit von $\pm 1\ \mu\text{m}$ durchgeführt werden.

Neben der kompletten Fertigung der oben beschriebenen Bauteile auf der UPM wird die Maschine auch zur Endbearbeitung der konventionell gefertigten Bauteile eingesetzt, um den hohen Anforderungen an Oberflächengüte und Planheit gerecht zu werden.

Ein funktionsfähiger Prototyp der Pumpe wurde Ende 2004 fertiggestellt.

Ihr Ansprechpartner

Proj. Mgr. David Chargin
Telefon +1 6 17/35-3 18 36
dchargin@fraunhofer.org





Maschinenentwicklung und Prototypenfertigung

Auf der Basis umfangreicher Erfahrungen in der automatisierten Fertigung faseroptischer Komponenten etabliert sich das Fraunhofer CMI in Boston/USA als Anbieter kompletter Automatisierungslösungen für innovative Produktionsprozesse. Das Angebot des Fraunhofer CMI umfasst dabei die komplette Maschinenentwicklung bis hin zur Fertigung und Installation eines Prototypen für die produktionsnahe Erprobung beim Kunden.

Entwicklung und Prototypenfertigung eines »Drawtowers« zur vollautomatischen Herstellung von Siliziumwafern für die Solarzellenproduktion

In einem Projekt mit der RWE Schott Solar GmbH entwickelt das Fraunhofer CMI eine Anlage zur vollautomatischen Herstellung von Siliziumwafern. Dabei handelt es sich um die Weiterentwicklung und Automatisierung eines innovativen Fertigungsprozesses, in dem Siliziumrohre mit einem oktogonalen Querschnitt aus einer Siliziumschmelze gezogen werden. Aus ihren Seitenflächen werden im nächsten Schritt mit Hilfe eines Lasers die einzelnen Wafer geschnitten.

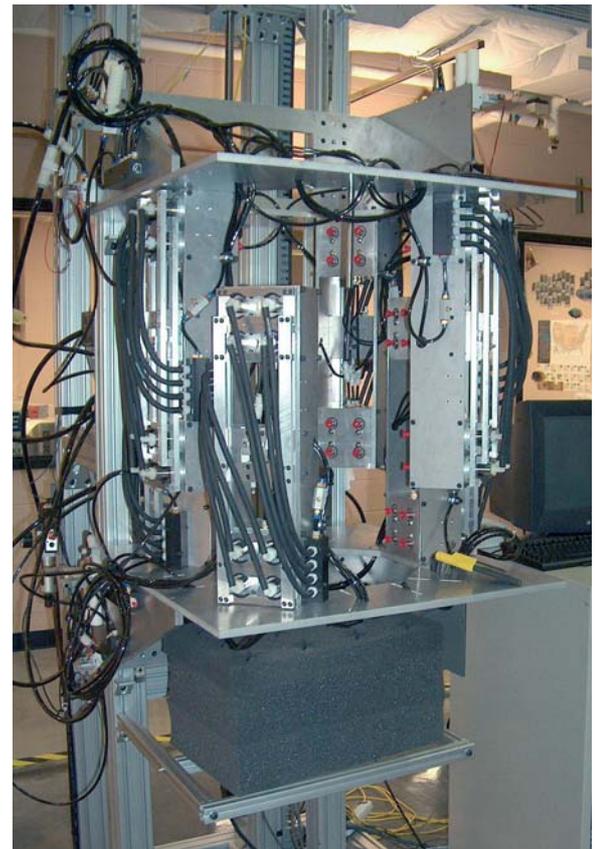
Im Fertigungsablauf werden heute noch einzelne Rohre von rund 10 m Länge gezogen und dann in eine benachbarte Fertigungshalle zum Trennen der Wafer geführt. Das Fraunhofer CMI verringert diesen Fertigungsaufwand, indem es ein System entwickelte, das die Wafer in einem kontinuierlichen Prozess automatisch aus dem gezogenen Rohr schneidet.

Das Konzept des Fraunhofer CMI setzte sich gegen mehrere namhafte Mitbewerber aus der Automatisierungsbranche durch. Gemeinsam mit der RWE Schott Solar GmbH wurde mit der Entwicklung und dem Aufbau einer Versuchsanlage begonnen. Dadurch konnte die grundsätzliche Funktionsweise des Greif- und Zugmechanismus untersucht und bewertet werden. Das sehr zerbrechliche Rohr wird von zwei Greifersätzen mit Vakuumsaugnapfen gehalten und kontinuierlich gezogen.

Auf Grundlage der Erfahrungen mit dieser Versuchsanlage entwickelt das Fraunhofer CMI einen Prototypen für die Produktionsanlage. Sämtliche Entwicklungs- und Programmierarbeiten wie auch die Montage führt das Fraunhofer CMI dabei selbst durch.

Ihr Ansprechpartner

Proj. Mgr. Holger Wirz
Telefon +1 6 17/35-3 18 36
hwirz@fraunhofer.org





Automatisierung biotechnologischer Anwendungen und Laborprozesse

Die Entwicklung automatisierter Fertigungs- und Experimentierprozesse für die Biotechnologie ist seit einigen Jahren wichtiger Bestandteil der Forschung und Entwicklung am Fraunhofer CMI in Boston/USA. Erfahrungen vorangegangener Projekte und die enge Zusammenarbeit mit den Instituten für Biologie und Medizin der Boston University bilden die Basis für innovative, automatisierte Produktionsprozesse.

Entwicklung eines automatisierten Zellseparationssystems

Die Separierung von Einzelzellen ist elementarer Bestandteil einer Vielzahl von Prozessen in der Biotechnologie. Dabei werden Zellkulturen in mehreren Stufen in Enzymlösungen getränkt und durch einen Rührer vorsichtig bewegt. Nach etwa zehn Minuten wird ein Teil der Enzymlösung extrahiert und einer so genannten Stopp-Flüssigkeit ausgesetzt. Die extrahierte Enzymlösung wird ersetzt und der Prozess wiederholt. Der gesamte Separierungsprozess dauert etwa vier Stunden und wird manuell von speziell geschultem Personal durchgeführt.

Ein System, welches das Fraunhofer CMI für einen Kunden in der Biotech-Industrie entwickelte, kann diesen Prozess der Zellextraktion vollautomatisiert durchführen. In vier Reaktionskammern mit oszillierenden Rührern werden die Zellkulturen parallel bearbeitet. Ein druckbasiertes System zur Flüssigkeitszufuhr gewährleistet eine zuverlässige und genaue Steuerung der Enzymlösungsmengen.

Die Aufgaben des Bedienpersonals beschränken sich auf die Zufuhr der Zellkulturen sowie die Auswahl der Steuerungsparameter. Die Steuerung und Kontrolle des Systems übernimmt ein Lab-View-Programm. Dadurch ist das System einfach zu bedienen und das Programm lässt sich leicht an die Anforderungen unterschiedlicher Anwendungen anpassen.

Das System des Fraunhofer CMI zur vollautomatischen Zellextraktion bietet eine kostengünstige Automatisierungslösung, welche nicht nur die Produktivität des Prozesses deutlich steigert. Das geschulte Personal wird zudem von diesen manuellen Tätigkeiten entbunden und kann sich anderen Aufgaben widmen.

Ihr Ansprechpartner

Proj. Mgr. Sergei Ivanov
Telefon +1 6 17/35-3 87 45
sivanov@fraunhofer.org





Werkzeugbau zum Präzisionsglaspressen

Mit dem Präzisionsblankpressen wollen das Fraunhofer IPT und das japanische Unternehmen Toshiba Machine Co., Ltd. eine kostengünstige Replikationstechnik für die Serienproduktion hochpräziser und komplexer Glasoptiken auch in Europa verfügbar machen. Zu diesem Zweck startete das Fraunhofer IPT im Juni 2004 eine strategische Kooperation mit Toshiba als Technologielieferant und Kompetenzträger im Präzisionswerkzeugbau für das Präzisionsblankpressen optischer Gläser.

Für die Serienproduktion hochpräziser und komplexer Glasoptiken existiert mit dem Präzisionsblankpressen eine Fertigungsalternative, die deutliche Vorteile gegenüber konventionellen, spanenden Verfahren besitzt. Verschiedene Vertreter der europäischen Optikhersteller äußern bereits großes Interesse an dieser Replikationstechnik, setzen jedoch für deren Einsatz die Existenz eines unabhängigen Werkzeugbaus in Europa zwingend voraus. Ein unabhängiger Präzisionswerkzeugbau muss die schnelle Verfügbarkeit der hochanspruchsvollen, ultrapräzisen Werkzeuge garantieren sowie Serviceleistungen für Reparatur und Technologieberatung gewährleisten. Eine Abhängigkeit vom derzeit einzigen Technologielieferanten, der Toshiba Machine Co., Ltd. in Japan wird aufgrund der großen Entfernung als äußerst kritisch gesehen.

Aus diesem Grund entschied sich die japanische Toshiba Machine Co., Ltd. die bestehende Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IPT in eine strategische Kooperation zu überführen. Erklärtes Ziel dieser Kooperation ist es, mit der Gründung der AIXtooling GmbH schon im März 2005 einen

unabhängigen Präzisionsformenbau unter dem Dach der WZL Aachen GmbH zu schaffen. Grundlage dieser Entscheidung bildete das umfassende Technologiewissen in der Herstellung ultrapräziser Formwerkzeuge sowie der Heißformgebung von Glaskomponenten am Aachener Standort. Die strategische Partnerschaft soll die neuen Märkte für diese junge und viel versprechende Technologie schnellstmöglich erschließen.

Startpunkt bildete die Fachmesse »Optatec«, auf der sich die Branche anhand konkreter Vorführungen ein praxisnahes Bild über die Möglichkeiten dieser Technologie verschaffen konnte.

Ihr Ansprechpartner

Dr.-Ing. Thomas Bergs
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-1 05
thomas.bergs@ipt.fraunhofer.de





Arbeitskreis »Hartmetall«

Der Arbeitskreis »Hartmetall« ist dem Fachverband Pulvermetallurgie untergliedert und bietet zahlreichen Unternehmen aus den Bereichen Pulveraufbereitung, Sintertechnik sowie Bearbeitung und Anwendung von Hartmetallen die Chance, übergreifende Aufgaben in Forschungsprojekten zu bearbeiten. Das Fraunhofer IPT nimmt dabei die Rolle des Forschungsdienstleisters für die Hartbearbeitung ein.

Die Hartmetallindustrie ist beim Sintern von Hartmetallen auf nachbearbeitende Fertigungsverfahren angewiesen, um hohe Form- und Maßgenauigkeiten von Funktionsoberflächen zu erzielen. Ein Grund dafür ist das Schrumpfen des gesinterten Metalls um bis zu 20 Prozent gegenüber dem Grünkörper. Gängige Technologien für die Nachbearbeitung sind dabei vor allem die konventionelle Schleif-, Läpp- und Polierbearbeitung mit Diamantwerkzeugen sowie die Funkenerosion. Sowohl Schleifen als auch Funkenerosion weisen je nach Anwendung Nachteile in der erreichbaren Zerspan- bzw. Abtragsleistung sowie der Bauteilqualität auf.

Ziel eines Forschungsvorhabens im Arbeitskreis »Hartmetall« war es daher, innovative Fertigungsverfahren für kürzere Produktionszeiten und eine höhere Bauteilqualität bei der Fertigung von Hartmetallwerkzeugen und -komponenten zu finden. Das Vorhaben wurde unterteilt in die beiden Teilprojekte »Hartdrehen von Hartmetallen« und »Ultraschallbearbeitung von Hartmetallen«.

Im ersten Teilprojekt bis Mitte 2004 wurde die Hartdrehbearbeitung für die Zerspanung von verschiedenen Hartmetallspezifikationen qualifiziert und bewertet. Dazu führte das Fraunhofer IPT auf einer Hochpräzisions-Hartdrehmaschine vom Typ Hembrug 100 CNC zahlreiche Zerspanversuche durch. Die Unternehmen des Arbeitskreises bestimmten die zu untersuchenden Hartmetalle, für die das Fraunhofer IPT anhand definierter Testgeometrien Prozessparameter und Werkzeugspezifikationen analysierte und geeignete Prozessstrategien erarbeitete. Die Versuche ergaben, dass das Hartdrehen zur Bearbeitung komplexer Konturen im Vergleich zur konventionellen Schleifbearbeitung die Fertigungszeiten verkürzen und damit Produktionskosten senken kann. Zudem entstehen günstigere Oberflächentopographien für nachfolgende Finishbearbeitungsprozesse. Die Eignung beschränkt sich vor allem auf fein- und feinstkörnige Hartmetallsorten.

Im zweiten Teil des Projekts wird nun die Ultraschallunterstützte Schleifbearbeitung in vergleichbarer Form analysiert und hinsichtlich ihrer Einsatzpotenziale für die Industriepartner beurteilt.

Ihre Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Bernd Bresseler
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-2 34
bernd.bresseler@ipt.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Andreas Weber
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-2 48
andreas.weber@ipt.fraunhofer.de



Das Fraunhofer IPT in Demonstrationszentren der Fraunhofer-Gesellschaft

Durch den Aufbau von Demonstrationszentren verbessert die Fraunhofer-Gesellschaft in ausgewählten Technologiefeldern ihre Infrastruktur. Mehrere Fraunhofer-Institute bündeln ihre Kompetenzen und stellen diese ganzheitlich Unternehmen zur Verfügung. Ziel ist es, Anwendungen in kleinen und mittleren Unternehmen schneller umzusetzen. Das Fraunhofer IPT ist unter anderem eingebunden in die Demonstrationszentren »FoKus« und »Advancer«.

Demonstrationszentrum »Formen für die Kunststoffbearbeitung – FoKus«

Unter dem Dach des Fraunhofer-Demonstrationszentrums »FoKus« vereint die Fraunhofer-Gesellschaft Wissen und Erfahrung verschiedener Institute rund um die Kunststoffverarbeitung, um gerade kleinen und mittelständischen Unternehmen maximale Synergieeffekte für unterschiedlichste Aufgaben rund um Werkzeugtechnik und Formenbau anbieten zu können.

Federführend sind das Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT aus Pfinztal (Berghausen) und das Fraunhofer IPT. Darüber hinaus tragen fünf weitere Fraunhofer-Institute sowie das Institut für Kunststoffverarbeitung der RWTH Aachen mit ihren Kompetenzen zum Demonstrationszentrum »FoKus« bei.

Demonstrationszentrum »Advancer«

Das Fraunhofer-Demonstrationszentrum »Advancer«, ein Verbund aus sieben Fraunhofer-Instituten, erarbeitet marktfähige Lösungen zur Herstellung, Bearbeitung und Systemintegration von Hochleistungskeramik. »Advancer« unterstützt kleine und mittlere Unternehmen mit Dienstleistungen von der Bemusterung von Prototypen über die Pilotproduktion und Kleinserienfertigung bis hin zur Bauteilqualifizierung und Lebensdauerberechnung. Das Demonstrationszentrum sieht sich als leistungsstarke Plattform für Beratungs-, Schulungs- und Transferleistungen. Das Fraunhofer IPT bringt hier gezielt seine Erfahrung in der Hartbearbeitung und Prototypenfertigung von Hochleistungskeramiken ein. Die Neu- und Weiterentwicklung von Fertigungsverfahren wie der Ultraschall- und laserunterstützten Bearbeitung, dem ELID-Schleifen oder dem Selektiven Lasersintern stehen im Mittelpunkt.

Ihre Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Carsten Freyer
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-1 24
carsten.freyer@ipt.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Jörg Frank
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-2 44
joerg.frank@ipt.fraunhofer.de



aachener initiative modell-, werkzeug- und formenbau

Im Arbeitskreis »aachener initiative modell-, werkzeug- und formenbau« bietet der *aachener werkzeug- und formenbau*, ein gemeinsames Geschäftsfeld des Fraunhofer IPT und des WZL der RWTH Aachen, für einen Kreis von bis zu zwanzig Unternehmen Forschung zu Themen, die von den Partnern definiert und auf ihre Bedürfnisse abgestimmt sind. Die Teilnehmer profitieren vom gegenseitigen Erfahrungsaustausch und den regelmäßigen Vorträgen zu aktuellen Technologieentwicklungen.

Die »aachener initiative modell-, werkzeug- und formenbau« ist ein Zusammenschluss von Industrieunternehmen, für die der *aachener werkzeug- und formenbau* individuell abgestimmte Forschungs- und Entwicklungsarbeiten durchführt. Hierbei werden alle Aspekte der Wertschöpfungskette im Werkzeugbau betrachtet und sowohl technologische als auch organisatorische Aufgaben behandelt.

Die Aachener Initiative bietet den teilnehmenden Unternehmen seit nunmehr zehn Jahren ein Forum für den Erfahrungsaustausch rund um den Werkzeug- und Formenbau. Ziel ist es, Informationsdefizite abzubauen, Transparenz bezüglich Zeit- und Kosteneinsparungen durch neue Technologien und Organisationsstrukturen zu schaffen sowie Einsparpotenziale aufzuzeigen. Im Fokus der Initiative stehen neben technologischen und fertigungstechnischen Aspekten der Wertschöpfungskette auch Fragen der Betriebsorganisation und strategischen Ausrichtung.

Auf der Basis der gemeinsamen Aufgaben in den Unternehmen werden konkrete Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zu unterschiedlichen Themen formuliert. Schwerpunkte im vergangenen Geschäftsjahr waren beispielsweise die Politur optischer Abformwerkzeuge, gedämpfte Werkstückaufspannung für die Hartzerspannung, Prozesskennwerte für das Fräsen schwer zerspanbarer Materialien im Werkzeug- und Formenbau oder das intelligente Management von Lebenszyklusdaten im Werkzeugbau.

Für das Jahr 2005 verabschiedeten die Unternehmen die folgenden Themen:

- Politur von optischen Abformwerkzeugen (II. Phase)
- Hartfräsen von sprühkompaktierten Kaltarbeitsstählen
- Schlichtbearbeitung der Vergütungsstähle Dievar und Impax High Hard
- Cockpit für Werkzeugbauleiter
- Lean Production im Werkzeug- und Formenbau

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Kristian Arntz
Telefon +49 (0) 2 41/89 04 -1 21
kristian.arntz@ipt.fraunhofer.de



Forschungsgemeinschaft für Ultrapräzisionstechnik e.V.

Die Forschungsgemeinschaft für Ultrapräzisionstechnik besteht seit 1988. Ihr Ziel ist die anwendungsorientierte Erforschung industrierelevanter Themen aus der Präzisions- und Ultrapräzisionstechnik. Die Mitgliedsvereinigung der AiF finanziert sich sowohl aus Eigenmitteln der rund 30 Mitgliedsunternehmen als auch über öffentliche Fördermittel. Die Mitglieder stammen unter anderem aus dem Werkzeugmaschinen- und Anlagenbau, der Automobilbranche sowie der Werkzeug- und Steuerungstechnik.

Die Forschungsvereinigung für Ultrapräzisionstechnik e.V. widmet sich der Entwicklung neuer Produktionsmaschinen, Maschinenkomponenten wie Spindeln und Achssystemen sowie Prozess- und Steuerungstechnik. Charakteristische Produkte dieser Forschungsarbeiten sind die Ultrapräzisionsdreh- und -fräsmaschine UPM und die hochdynamische Unrunddrehmaschine HDM.

Laufende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten befassen sich mit einem Prozessüberwachungssystem für die Ultrapräzisionstechnik sowie Automatisierungskonzepten für die Mikrozerspannung. Werkzeuge und Werkstücke sollen dabei automatisiert eingemessen werden, der Werkzeugwechsel erfolgt vollautomatisiert (siehe Seite 44). Im Mittelpunkt aktueller Forschungsarbeiten steht darüber hinaus die Konzeption, Auslegung und Entwicklung hochpräziser Positioniersysteme durch neuartige hydrostatische und aerostatische Führungskonzepte und hochdynamische Antriebskonzepte (siehe Seite 41). Die Entwicklung eigener Steuerungstechnik hat das Ziel, die hohen Anforderungen der Ultrapräzisionstechnik an die Genauigkeit und Geschwindigkeit der Datenverarbeitung zu erfüllen.

Die Forschungsgemeinschaft trifft sich jedes Jahr im Frühjahr und Herbst, stellt exklusiv für seine Mitglieder die erarbeiteten Projektergebnisse vor und diskutiert neue Entwicklungsaufgaben. Die Mitgliedsunternehmen der Forschungsvereinigung profitieren nicht nur durch die Ergebnisse anderer, sondern steuern auch die Richtung der Forschungsarbeiten selbst. Neue Mitglieder sind innerhalb der Forschungsgemeinschaft für Ultrapräzisionstechnik e.V. willkommen. Interessenten wenden sich für weitere Informationen an die Geschäftsstelle.

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Sven Lange
Telefon +49 (0) 2 41/89 04 -1 12
sven.lange@ipt.fraunhofer.de



euspen: Europäisches Netzwerk für die Präzisions-, Mikro- und Nanotechnologie

Die europäischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen der Präzisions- und Mikrotechnologie sind auf einen kontinuierlichen Informationsaustausch angewiesen, um ihre Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten und auszubauen. Zu diesem Zweck gründeten die Professoren Manfred Weck, Pat McKeown und John Corbett im Jahr 1998 die »European Society for Precision Engineering and Nanotechnology«, kurz euspen. Mitglieder sind unter anderem die britische Universität Cranfield und das Zentrum für Präzisions- und Mikrotechnologie am Fraunhofer IPT in Aachen.

Ihr zentrales Ziel, Kooperation und Wissensvermittlung, erfüllt euspen vor allem in Form von Konferenzen und Seminaren für Wissenschaftler und Unternehmer. Eine der bekanntesten Veranstaltungen dieser Art ist die jährliche internationale Konferenz, die erstmals im Jahr 1999 in Bremen stattfand. Die Zusammenkunft des Jahres 2004 wurde Anfang Juni in Glasgow/Schottland mit großem Erfolg durchgeführt. Das Fraunhofer IPT unterstützte die Veranstaltung organisatorisch und mit einer Vielzahl fachlicher Beiträge zum Mikro- und Ultrapräzisionsmaschinenbau.

Einzigartig im Angebot von euspen sind ihre einwöchigen, hochspezialisierten Workshops und Online-Kurse, welche die Europäische Union innerhalb des Vorhabens »VisionOnline« fördert. Das Fraunhofer IPT beteiligt sich hier als Spezialist für die Ultrapräzisions- und Mikrobearbeitung. Als einer der führenden europäischen Entwickler von Werkzeugmaschinen und Maschinenkomponenten, besonders für die spanabhebende Ultrapräzisionsbearbeitung, entwarf das Fraunhofer IPT den einwöchigen Workshop »Precision and Micro Engineering – An Overview« sowie den darauf aufbauenden und fachlich vertiefenden Work-

shop »Precision and Micro Engineering – In the Application« (siehe Seite 73). Das internationale Fachpublikum bestätigte nach erfolgreicher Durchführung der Workshops in den Jahren 2002 und 2004 den hohen wissenschaftlichen Anspruch. Besonders hervorzuheben ist der außergewöhnliche Lerneffekt der praxisbezogenen Veranstaltungen, die in dieser Form im Präzisions- und Ultrapräzisionsmaschinenbau absolut neu sind.

Ihre Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Sven Lange
Telefon +49 (0) 2 41/89 04-1 12
sven.lange@ipt.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Christian Peschke
Telefon +49 (0) 2 41/89 04 -2 53
christian.peschke@ipt.fraunhofer.de



Rückblick 2004



Rückblick 2004

Messen, Konferenzen, Seminare	70
GrindTec 2004	70
VDI-Seminar: »Rapid Technologies«	70
Dreimal Fraunhofer IPT auf der Hannover Messe 2004	70
8. Aachener Qualitätsgespräche	71
Zwei-in-Eins: Control und Microsys 2004	71
METAV 2004	72
Optatec 2004: Optische Technologien – vom Design zum System	72
4. Internationales Kolloquium »Werkzeugbau mit Zukunft«	73
Seminar »Precision and Micro Engineering – In the Application«	73
EuroBLECH 2004	74
Kolloquium »Optik – Schlüsseltechnologie mit Zukunft«	74
Euromold 2004	74
Personen und Ehrungen	75
Wachablösung am Fraunhofer IPT	75
Professor Allen Yi als Gastwissenschaftler am Fraunhofer IPT	76
Herwart-Opitz-Medaille zum Abschied	76
Joseph-von-Fraunhofer-Preis für Dipl.-Ing. Sven Lange	77
Qualitätspreis für Dipl.-Ing. Martin Tillmann	77
PR-Preis der Fraunhofer-Gesellschaft für Susanne Krause M.A.	77
Veröffentlichungen, Dissertationen	78



17. bis 20. März 2004
GrindTec 2004

Auch in diesem Jahr präsentierten sich Fraunhofer IPT und WZL wieder gemeinsam auf der GrindTec. Die Fachmesse für die Schleiftechnik, die im zweijährigen Zyklus stattfindet, zählt inzwischen zu den wichtigsten Veranstaltungen in diesem Arbeitsgebiet, wie die wachsende Zahl nationaler und internationaler Aussteller bestätigt. Schwerpunkte dieser Messe sind nicht nur die Bearbeitung metallischer Werkstoffe und das Werkzeugschleifen, sondern auch die Fertigung von Produkten aus nichtmetallischen bzw. sprödharten Werkstoffen wie Keramik oder Glas.

Der Gemeinschaftsstand von Fraunhofer IPT und WZL wurde dem breiten Themenspektrum der Messe durchaus gerecht. So lag der Fokus des Fraunhofer IPT auf der Messe vor allem auf der Bearbeitung nichtmetallischer Werkstoffe. Beispiele waren das Trennen mittels Multi-Wire-Sägen, das Scheifen von Wafern, Linsen und Formeinsätzen, die Politur von Wafern und Linsen, das Koordinatenschleifen sowie das ultraschallunterstützte Schleifen. Im Vordergrund steht dabei, die Prozesse rund um die jeweiligen Technologien transparenter zu gestalten und das damit verbundene Wissen der Industrie zugänglich zu machen. Das WZL spezialisierte sich bei seinem Auftritt auf die Bearbeitung metallischer Werkstoffe.

Die Resonanz auf die präsentierten Arbeiten und Forschungsschwerpunkte beider Institute fiel ausgesprochen positiv aus. In zahlreichen Gesprächen diskutierten die Besucher mit den Messebetreuern von Fraunhofer IPT und WZL aktuelle Themen aus der Industrie. Nicht selten entwickelten sich aus den hier gewonnenen Kontakten bereits neue bilaterale oder öffentlich geförderte Projekte.

9. bis 10. März 2004
VDI-Seminar »Rapid Technologies«

Am 9. und 10. März 2004 führte das Fraunhofer IPT bereits zum zehnten Mal erfolgreich das VDI-Seminar »Rapid Technologies« (früher: »Rapid Prototyping & Rapid Tooling«) durch. Die Gespräche und Diskussionen mit mehr als 30 vorwiegend

industriellen Teilnehmern zeigten, dass bereits eine breite Akzeptanz der generativen Fertigungsverfahren in der Industrie besteht. Längst werden diese nicht mehr nur zur Herstellung von Prototypen oder Vorserienwerkzeugen angewendet.

Nicht nur die Grundlagenvorträge der Mitarbeiter von Fraunhofer IPT, Fraunhofer ILT und Fraunhofer IFAM prägten die Veranstaltung. Auch die zahlreichen Erfahrungsberichte aus der Industrie wurden von den Teilnehmern mit großem Interesse aufgenommen. Abgerundet wurde das Seminar durch eine Besichtigung der Rapid-Prüfstände am Fraunhofer IPT.

19. bis 24. April 2004
Dreimal Fraunhofer IPT auf der Hannover Messe

Gleich mit drei Ständen war das Fraunhofer IPT auf der Hannover Messe 2004 vertreten:

Umfassend präsentierte sich das Fraunhofer IPT im Bereich Mikrosystemtechnik auf dem Gemeinschaftsstand der IVAM NRW e.V. (Interessengemeinschaft zur Verbreitung von Anwendungen der Mikrostrukturtechniken) in der Halle »MicroTechnology«. Als aktuelle Highlights aus Forschung und Entwicklung stellte das Institut eine Auswahl an Lösungen zur Replikation und Direktherstellung mikrosystemtechnischer Produkte rund um die Themen »Mikrooptik und Optoelektronik«, »Life Science« sowie »Automatisierung für die Mikrotechnik« vor.

Auf einem weiteren Gemeinschaftsstand mit den Fraunhofer-Instituten ICT, IPM und ISE präsentierte





das Fraunhofer IPT Technologien und Verfahren zur Herstellung portabler Brennstoffzellensysteme. Beispielhaft stand hier ein Werkzeug zum Hydroumformen, das zur Fertigung metallischer Bipolarplatten eingesetzt wird.

Mit dem Fraunhofer-Themenverbund Hochleistungskeramik war das Fraunhofer IPT außerdem auf dem Stand der TASK GmbH (Technologie Agentur Struktur Keramik) vertreten. Vorge stellt wurden nicht nur verschiedene keramische Bauteile, sondern auch eine Laserstrukturiermaschine, mit der vor Ort Bauteile bearbeitet wurden.

Das Institut sah sich auch dieses Mal auf der Messe gut aufgestellt: Die verteilte Präsenz in den drei Hallen führte dazu, dass die Anzahl und Qualität der Messekontakte gegenüber dem Vorjahr weiter anstiegen. Die angeregte Diskussion und der Erfahrungsaustausch mit zahlreichen Interessenten zu den drei vorgestellten Arbeitsgebieten bewiesen wieder einmal, wie stark das Fraunhofer IPT mit seinen Themen am Puls der Zeit liegt.

3. bis 4. Mai 2004

8. Aachener Qualitätsgespräche

»Perspektiven des Qualitätsmanagements – Globalisierung beherrschen, mit Dienstleistungen zum Erfolg«. Dies war das Motto der 8. Aachener Qualitätsgespräche. Sie führten die erfolgreiche Reihe der jährlich von Fraunhofer IPT und WZL der RWTH Aachen ausgerichteten Tagung für Führungskräfte und Fachleute aus dem Qualitätsmanagement unter der Leitung von Professor Tilo Pfeifer fort.

Mit den beiden Themen »Quality of Services« und »Globalisierung mit Qualität« wurden in einer Kombination von Vorträgen aus Forschung und Industrie die aktuellen Herausforderungen des Qualitätsmanagements in Unternehmen betrachtet und Lösungsansätze aufgezeigt. Im Mittelpunkt von »Quality of Services« standen die Dienstleistungen, welche heute ein unverzichtbares Bindeglied zwischen produzierenden Unternehmen und ihren Kunden bilden. Ausgangspunkt von »Globalisierung mit Qualität« war schließlich das Bestreben von Unternehmen

nach globaler Präsenz – ob mit eigenen Produktionsstandorten oder als Bestandteil einer globalen Supply Chain. Unter dem Motto »Roadmap QM« wurden die in den Vorträgen thematisierten Trends in einem Workshop gemeinsam mit den Teilnehmern inhaltlich und organisatorisch weiter ausgebaut und zukünftige Entwicklungen aufgezeigt. Darüber hinaus bot das Programm viel Zeit für intensive Gespräche und Diskussionen im angenehmen Ambiente des Kasteel Vaalsbroek.

11. bis 4. Mai 2004

Zwei-in-Eins: Control und Microsys 2004

Zwei Fliegen mit einer Klappe sollte die neue Messe-Kombination aus Mess- und Mikrosystemtechnik in Sinsheim schlagen. Das Fraunhofer IPT war bei beiden dabei. Bereits bewährt hatte sich in den vergangenen Jahren die Teilnahme der Abteilung Mess- und Qualitätstechnik auf dem Stand der Fraunhofer-Allianz Vision zur Control. Neu war hingegen der eigene Stand auf der zeitgleich stattfindenden Kongressmesse Microsys. Auf dem Vision-Gemeinschaftsstand präsentierte das Fraunhofer IPT unter anderem Systeme



zur absoluten Abstandsmessung und flexiblen, hochauflösenden Durchmesserbestimmung sowie Verfahren zum prozessorientierten Qualitätsmanagement. Für die Mikrosystemtechnik-Messe Microsys konnte das Fraunhofer IPT nicht nur mit einem Fast-Tool-Servo-System zur Fertigung von Freiformflächen aufwarten, sondern brachte auch seinen adaptiven Fünf-Achs-Polierkopf und verschiedene Beispiexponate für den Einsatz beider Technologien mit. Das neue Messe-Doppelpack war für beide Gruppen ein voller Erfolg.



Zahlreiche interessante Gespräche und Diskussionen mit potenziellen Projektpartnern, besonders aus dem Bereich der Optik-Fertigung, zeigten, dass das Fraunhofer IPT auf beiden Messen hervorragend aufgestellt ist.

15. bis 19. Juni 2004
METAV Düsseldorf 2004

Auf der METAV Düsseldorf richteten der Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken (VDW) und der *aachener werkzeug- und formenbau (awf)*, ein gemeinsames Geschäftsfeld von Fraunhofer IPT und WZL der RWTH Aachen, erstmals ein Trend- und Innovationsforum für den Werkzeug- und Formenbau aus. Mehr als 40 Unternehmen und Forschungsinstitute präsentierten auf 300 qm aktuelle technologische Lösungen zu den Themen »Automation und IT«, »Laserintegration«, »Einsatz neuer Materialien«, »Präzisions- und Mikroformenbau« sowie »HSC-Fräsen und Hartbearbeitung«.



Highlight der Sonderschau war die automatisierte Reparaturzelle für den Werkzeugbau »OptoRep« des Fraunhofer IPT (siehe Seiten 26, 45, 51). Zudem konnten sich Besucher über Ansatz und Nutzen von Strategieaudits, neuen Geschäftsmodellen oder Managementsystemen informieren. Tägliche Vorträge, strategische Beratung und der kostenlose Benchmarking »eCheck« auf dessen Basis interessierte Unternehmen ihre Leistungsfähigkeit mit dem Wettbewerb vergleichen konnten, rundeten das Angebot ab.

So ging das Forum über die übliche Präsentation von Branchentrends hinaus und bot den Messebesuchern Orientierung innerhalb der vielfältigen und komplexen Lösungsansätze für die Branche.

22. bis 25. Juni 2004
Optatec 2004: Optische Technologien – vom Design zum System

Unter dem Motto »Optische Technologien – vom Design zum System« stellte das Fraunhofer IPT auf einem großen Gemeinschaftsstand mit Fraunhofer IOF, Fraunhofer ISE, Fraunhofer ISIT, Fraunhofer ISC und Fraunhofer IPA die Ergebnisse seiner Forschungs- und Entwicklungsarbeit rund um die Optik vor. Im Mittelpunkt des Geschehens stand immer wieder die Anlage zum Präzisionsblankpressen. Diese kam in diesem Jahr erstmals auch mit eigens gefertigten Werkzeugen für Freiformflächen auf der Messe zum Einsatz. Die gepressten Linsen führte das Fraunhofer IPT direkt vor Ort in einem Projektionssystem vor. Schnell sprach sich die Neuigkeit herum, dass in der WZL Aachen GmbH unter Kooperation von Fraunhofer IPT und der japanischen Toshiba Machine Co., Ltd. in Kürze am Aachener Standort Werkzeuge zum Präzisionsglaspressen gefertigt werden (Siehe Seite 61).

Nicht minder spektakulär zeigten sich auch das Fast-Tool-Servo-System und der adaptive Fünf-Achs-Polierkopf zur Freiformflächenbearbeitung. Beide fanden bereits auf den vergangenen Messen dieses Jahres sehr positive Resonanz unter den Besuchern. Ein weiterer wichtiger Publikums-magnet des Fraunhofer IPT war ein robuster interferometrischer Sensor zur schnellen Charakterisierung mikrostrukturierter Oberflächen, der eine besonders hohe Messgeschwindigkeit aufweist und daher auch direkt in großflächigen Mikrostrukturiermaschinen eingesetzt werden kann. Die ausgesprochen positive Besucherresonanz und qualitativ hochwertige Kontakte zu Besuchern und Mitausstellern zeichneten den gemeinsamen Messeauftritt der sechs teilnehmenden Fraunhofer-Institute aus.



28. bis 29. September 2004

4. Internationales Kolloquium »Werkzeugbau mit Zukunft«

Am 28. und 29. Oktober 2004 präsentierte der *aachener werkzeug- und formenbau*, ein gemeinsames Geschäftsfeld von Fraunhofer IPT und WZL, auf dem 4. Internationalen Kolloquium im Aachener Eurogress Trends, Entwicklungen und Innovationen rund um den Werkzeug- und Formenbau. Mit über 300 Teilnehmern, Referenten und Ausstellern wurde der Erfolg früherer Kolloquien in diesem Jahr noch übertroffen.

International anerkannte Experten aus Industrie und Forschung berichteten in mehr als 20 Vorträgen über Trends, Strategien, Technologien, Informationstechnologien und organisatorische Herausforderungen der Branche. Eine begleitende Industrierausstellung in den Räumen des Eurogress während beider Tage des Kolloquiums regte den lebhaften Austausch zwischen den Besuchern zusätzlich an. Im Anschluss an das Vortragsprogramm erhielten die Teilnehmer am Nachmittag des ersten Tages die Gelegenheit, sich während eines Hallenrundgangs an den Instituten über aktuelle Projektarbeiten von Fraunhofer IPT und WZL zu informieren.



Das anschließende Abendprogramm stand ganz im Zeichen des Wettbewerbs »Excellence in Production«, den Fraunhofer IPT und WZL gemeinsam mit VDI und VDMA ausgeschrieben hatten. Mehr als 220 Unternehmen hatten sich im Vorfeld um den Preis beworben. Eine externe Jury ermittelte die Sieger in vier Kategorien und den Gesamtsieger in einem strengen Auswahlverfahren nach ausführlichem Benchmarking-Vergleich.

Preisträger in der Kategorie »Interner Werkzeugbau unter 100 Mitarbeiter« war die Honsel GmbH & Co. KG aus Bestwig-Nuttlar, bester »Externer Werkzeugbau unter 100 Mitarbeiter« wurde die Modell Technik GmbH & Co. Formenbau KG aus Sömmerda. In der Kategorie »Externer Werkzeugbau über 100 Mitarbeiter« siegte die Schneider Form GmbH aus Dettingen. Als Gewinner der Kategorie »Interner Werkzeugbau über 100 Mitarbeiter« und gleichzeitig als Gesamtsieger ging die Audi AG Sparte Werkzeugbau aus Ingolstadt aus dem Wettbewerb hervor.

Die Organisatoren des Kolloquiums und des Wettbewerbs »Excellence in Production« waren über die durchweg positive Resonanz hoch erfreut. Gespräche und Diskussionen mit den Teilnehmern der Veranstaltung zeigten, welcher großer Bedarf gerade im Werkzeug- und Formenbau an neuen Lösungen für die Branche besteht.

11. bis 15. Oktober 2004

Seminar »Precision and Micro Engineering – In the Application«

In der Woche vom 11. bis zum 15. Oktober 2004 veranstaltete das Fraunhofer IPT im Rahmen des EU-Projekts »VisionOnline« das Seminar »Precision and Micro Engineering – In the Application«. Ziel dieser einwöchigen Veranstaltung war es, in gleichem Maße Grundlagen- wie auch Expertenwissen rund um die Präzisions-, Ultrapräzisions- und Mikrobearbeitung zu vermitteln. Die hohe industrielle Relevanz der behandelten Themen bestätigte sich durch die Teilnahme von knapp 60 Vertretern internationaler Unternehmen und Forschungseinrichtungen.

Namhafte Referenten aus Industrie und Wissenschaft sprachen zu den Themen »Herstellung optischer und mikro-optischer Komponenten«, »Mikro Werkzeug- und Formenbau in Kombination mit Replikationstechniken« sowie »Messtechnische Verfahren im Bereich der Ultrapräzisions- und Mikrotechnik«. Im Anschluss erhielten die Teilnehmer die Gelegenheit, das theoretisch vermittelte Wissen in praktischen Versuchen in den Maschinenhallen des Fraunhofer IPT und des Instituts für Kunststoffverarbeitung IKV der RWTH Aachen zu vertiefen.



Die Teilnehmer hoben in ihrer überaus positiven Bewertung des Seminars besonders den starken Anwendungsbezug hervor, der durch die praxisbezogenen Versuchsdurchführungen in den Hallen des Fraunhofer IPT und des IKV gegeben war.

26. bis 30. Oktober 2004

EuroBLECH 2004

Unter dem Motto »Umformtechnik – effizient, hochgenau, flexibel« präsentierte sich das Fraunhofer IPT mit fünf weiteren Fraunhofer-Instituten und dem Fraunhofer-Demonstrationszentrum ZEUS auf einem Gemeinschaftsstand der EuroBLECH 2004 in Hannover.

Im Mittelpunkt standen die aktuellen Forschungs- und Entwicklungshighlights rund um das Halbzeug »Blech«, darunter Komponenten eines Gesamtsystems zur automatisierten Reparatur von Umformwerkzeugen. Weitere Exponate aus dem Werkzeug- und Formenbau waren keramische Formeinsätze für das Blechumformen sowie ein Hydroumformwerkzeug für neuartige Brennstoffzellen-Bipolarplatten. Auch keramische Drückrollen zum laserunterstützten Drücken von Titan zeigte das Fraunhofer IPT. Dieses innovative Verfahren erlaubt die schnelle und qualitativ hochwertige Herstellung rotationssymmetrischer Bauteile auch aus schwer umformbaren Werkstoffen. Die Aktivitäten zum Einsatz der Laserstrahltechnologie in der Blechbearbeitung wurden anhand laserstrahlgeschweißter und -gelöteter Bauteile aus Leichtbauwerkstoffen präsentiert. Besonders hervorzuheben war hier das Hartlöten von Aluminium ohne Verwendung von Flussmitteln. Zahlreiche komplexe 3D-Bauteile veranschaulichten die Potenziale der Laserstrahlfügetechnologie.

Auf dem Gemeinschaftsstand ergaben sich interessante Kontakte und Anknüpfungspunkte für eine weitere erfolgreiche Zusammenarbeit mit industriellen Partnern.

17. bis 18. November 2004

Kolloquium »Optik – Schlüsseltechnologie mit Zukunft«

Mit einem zweitägigen Kongress rund um die Themen Optik und Photonik boten das Fraunhofer IPT und die ingeneric GmbH eine Informationsplattform zu aktuellen Perspektiven, technologischen Innovationen und neuen Anwendungen aus Industrie und Forschung. Das Kolloquium, das alle zwei Jahre in Aachen stattfindet, setzte dieses Mal auf die drei Themenkomplexe »Strategie & Märkte«, »Technologie & Produktion« sowie »Produkte & Innovation«. Zahlreiche hochkarätige Referenten zeigten anwendungsnahe Präsentationen aktueller Entwicklungen und Trends. Das Programm umfasste nicht nur die 17 Fachvorträge, sondern auch eine Führung durch die Maschinenhallen des Fraunhofer IPT und eine Abendveranstaltung im Aachener Lenné-Pavillon. Das Ziel der Veranstalter, den Teilnehmern eine ausgewogene Mischung an Information und Gelegenheit zur Kommunikation sowohl untereinander als auch mit den Referenten zu bieten, wurde mehr als erfüllt.

1. bis 4. Dezember 2004

Euromold 2004

Auch auf der diesjährigen Fachmesse für den Werkzeug- und Formenbau präsentierte der *aachener werkzeug- und formenbau*, gemeinsames Geschäftsfeld von Fraunhofer IPT und WZL, wieder Trends und Innovationen für die aktuellen technologischen und strategischen Herausforderungen der Branche. Dabei konzentrierten sich die beiden Institute besonders auf die Themen »Strategische Exzellenz« und »Operative Exzellenz«. Ziel des neu gestalteten Messeauftritts war es, dem durch Überkapazitäten und steigende ausländische Konkurrenz unter Druck geratenen deutschen Werkzeugbau Wege aus der Krise zu weisen.

Als besonderes Messehighlight stellte das Fraunhofer IPT Komponenten seiner automatisierten Reparaturzelle für den Werkzeug- und Formenbau »OptoRep« vor. Damit können Werkzeuge zur Massiv- und Blechumformung in einer einzigen Maschine vollständig repariert werden (siehe



Seiten 26, 45, 51). An die Stelle von Insellösungen für die einzelnen Prozessschritte tritt mit »Opto-Rep« ein integriertes Gesamtlösungskonzept für Werkzeugreparaturen und Designänderungen. Die komplette Prozesskette wird dazu modular in eine Maschine integriert. Auf der Euromold 2004 zeigte das Fraunhofer IPT beispielhaft den optischen Messsensor und den Beschichtungskopf zum konturnahen Laserauftragschweißen.

Erfolgreich startete mit der Messe auch die neue Runde des Wettbewerbs »Excellence in Production 2005«, durch den ab jetzt jährlich Deutschlands beste Werkzeug- und Formenbauer ausgezeichnet werden. Wie im Vorjahr wird der *aachener werkzeug- und formenbau* auch 2005 wieder Unternehmen auszeichnen, die selbstständig oder als interne Dienstleister außergewöhnliche Leistungsfähigkeit beweisen. Alle Teilnehmer profitieren von einem kurzen Feedback über ihre individuellen Stärken und Schwächen.



Der gemeinsame Auftritt von Fraunhofer IPT und dem WZL der RWTH Aachen auf der Euromold zeigte sich insgesamt wieder einmal als voller Erfolg. Die zahlreichen Gespräche und Diskussionen mit langjährigen Partnern wie mit neuen Interessenten bewiesen Fraunhofer IPT und WZL, dass sich in Frankfurt nach wie vor ein interessantes Fachpublikum für die angebotenen Themen versammelt.

Wachablösung am Fraunhofer IPT

Er kennt das Fraunhofer IPT noch gut aus seiner langjährigen Tätigkeit am Werkzeugmaschinenlabor der RWTH Aachen. Und dennoch ist es für Prof. Dr.-Ing. Christian Brecher eine große Herausforderung, der er sich bewußt stellt: Seit Jahresbeginn 2004 ist Brecher nicht nur Nachfolger von Professor Manfred Weck auf dem Lehrstuhl für Werkzeugmaschinen am Werkzeugmaschinenlabor der RWTH Aachen, sondern als Direktor des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnologie IPT auch Leiter der Abteilung Produktionsmaschinen. »Obschon vieles nicht neu ist, wird es seine Zeit dauern, bis ich mich in die neuen Aufgaben und Bereiche mit ihrer großen Bandbreite eingearbeitet habe«, weiß Brecher und setzt dabei natürlich auf die Unterstützung seines Vorgängers und Ziehvaters, Professor Manfred Weck.

Christian Brecher, Jahrgang 1969 und aus dem oberbergischen Land stammend, begann nach Abitur und Wehrdienst ein Maschinenbaustudium an der RWTH Aachen. Die Diplomprüfung in der Vertiefungsrichtung Fertigungstechnik legte er 1995 mit Auszeichnung ab. Auch seine Promotion im Jahr 2002 bei seinem Doktorvater Manfred Weck absolvierte er mit Auszeichnung.

Von 1995 bis 1997 hatte Christian Brecher als wissenschaftlicher Mitarbeiter seines Amtsvorgängers gearbeitet, den er auch weiterhin, zunächst als Gruppenleiter Maschinenuntersuchung am WZL, ab 1999 bis April 2001 als Oberingenieur für den Bereich Maschinenteknik, unterstützte. Nach einer Beratertätigkeit in der Luftfahrtindustrie übernahm Brecher im August 2001 die Leitung des Bereichs Entwicklung bei der DS Technologie Werkzeugmaschinenbau GmbH in Mönchengladbach und war dort schließlich bis zu seinem Ausscheiden im Dezember 2003 verantwortlich für den Gesamtbereich Konstruktion und Entwicklung.

Professor Christian Brecher steht mit 35 Jahren zwar noch am Beginn seiner Karriere, aber die Reihe der bisher erhaltenen Auszeichnungen ist schon jetzt beachtlich: So erhielt er neben der Springorum-Denkmünze und der Borchers-Plakette der RWTH Aachen den Studienpreis des Vereins Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken



Personen und Ehrungen

VDW und auch die Otto-Kienzle-Gedenkmünze der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktionstechnik WGP.

Christian Brecher wird wie sein Vorgänger den engen Kontakt zur Werkzeugmaschinenbranche suchen und ausbauen. »Gerade der hohe Anwendungsbezug der Forschungsarbeiten an Fraunhofer IPT und WZL hat mich immer gereizt«, unterstreicht Christian Brecher und macht deutlich, dass er auch hier seinem Vorgänger nachzueifern gedenkt.

Professor Allen Yi als Gastwissenschaftler am Fraunhofer IPT

Im Sommer 2004 verbrachte Professor Allen Yi drei Monate als Gastwissenschaftler am Fraunhofer IPT. Yi ist der erste Gastwissenschaftler des Fraunhofer-Austauschprojekts »Prof. x²«. Das neue Programm soll den Austausch zwischen hervorragenden Wissenschaftlern der Fraunhofer-Institute und führenden US-amerikanischen Forschungszentren erleichtern. Dabei soll der Wissenstransfer auf zwei Arten funktionieren: Wissen aus den führenden Labors der USA wird über den Austausch in die Fraunhofer-Institute hineingetragen; gleichzeitig kann das Programm Forschern in den USA den Einstieg am Forschungsstandort Deutschland erleichtern. Professor Yi lehrt und forscht an der Ohio State University in Columbus/USA und ist dem Fraunhofer IPT schon lange als Experte für die Glaslinsenfertigung bekannt. Das Austauschprojekt erlaubt es nun, Forschungsaktivitäten enger aufeinander abzustimmen und dabei Glasformungsverfahren und ihre Simulation ebenso zu betrachten wie die Herstellung von Freiformflächenoptiken durch Ultrapräzisionszerspanung. Die Kooperation sieht vor, dass Allen Yi im Sommer 2005 weitere vier Monate mit den Wissenschaftlern des Fraunhofer IPT in Aachen zusammenarbeiten wird.

Herwart-Opitz-Medaille zum Abschied

Die für ihn selbst völlig unerwartete Verleihung der Herwart-Opitz-Medaille, der höchsten Auszeichnung, die der VDI/ADB zu vergeben hat, war wohl die größte Überraschung am Tag des

Abschieds von Professor Tilo Pfeifer aus dem Hochschuldienst. Anlässlich seines 65. Geburtstages hatte das Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquium AWK zu Ehren Professor Pfeifers zu einem Fachkolloquium geladen.



Mehr als 300 Gäste aus aller Welt, Freunde, Ehemalige und Fachkollegen hatten trotz Urlaubszeit im August den Weg nach Aachen gefunden, um einen großen Pionier der deutschen Qualitätstechnik aus dem Hochschuldienst zu verabschieden. In verschiedenen Fachvorträgen des Kolloquiums machten die Referenten deutlich, welchen hohen Anteil Professor Tilo Pfeifer an der Entwicklung der Fertigungsmesstechnik und des Qualitätsmanagements der vergangenen 30 Jahre hat.

Ob in China, wo er zum Honorar-Professor der Tsinghua-Universität Peking ernannt wurde, oder auch in Brasilien, wo er wegen seiner großen Verdienste um den Aufbau verschiedener Einrichtungen der Santa-Catarina-Universität in Florianópolis mit der Ehrendoktorwürde ausgezeichnet wurde: Immer wieder sind die Begriffe »Fertigungsmesstechnik« und »Qualitätsmanagement« unauslöschlich mit seinem Namen verbunden.

Der Abschied Tilo Pfeifers war gleichzeitig der erste offizielle Auftritt seines Schülers und Nachfolgers, Prof. Dr.-Ing. Robert Schmitt. Das



Fachkolloquium klang aus mit einer glanzvollen Abendveranstaltung, die sicher mit dazu beigetragen hat, dass dieser Tag Professor Tilo Pfeifer unvergesslich bleiben wird.

Joseph-von-Fraunhofer-Preis für Dipl.-Ing. Sven Lange

Dipl.-Ing. Sven Lange erhielt auf dem »Fest der Forschung 2004« in Dresden den mit 10 000 Euro dotierten Joseph-von-Fraunhofer-Preis für die marktreife Entwicklung einer minimalinvasiven Punktionsnadel aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff (siehe Seite 25). Diese erlaubt es Medizinnern, das Operationsfeld während so genannter »Schlüsselloch-Operationen« direkt und ohne optische Verzerrungen mit dem Magnetresonanztomographen (MRT) zu kontrollieren. Herkömmliche Punktionsnadeln aus Metall führten bei diesem Verfahren bisher zu massiven Störungen in der Darstellung. Im Zulassungsverfahren für Medizinprodukte wurde für das neue System bereits der Nachweis der Blut- und Gewebeverträglichkeit erbracht. Es soll 2005 in den Markt eingeführt werden und steht dann für schonende medizinische Eingriffe zur Verfügung.



Qualitätspreis für Dipl.-Ing. Martin Tillmann

Dipl.-Ing. Martin Tillmann ist von der Deutschen Gesellschaft für Qualität (DGQ) mit dem Walter-Masing-Preis ausgezeichnet worden. Der mit 5 000 Euro dotierte Preis wird alle zwei Jahre

an junge Wissenschaftler verliehen, deren Ideen herausragende Bedeutung für das Gebiet der Qualität haben. Der Mitarbeiter des Fraunhofer IPT überzeugte die Jury mit seiner Arbeit über »Ganzheitliche Qualitätsverbesserungen in der Produktion mit Hilfe systematischer Innovationsmethoden« (siehe Seite 53).

PR-Preis der Fraunhofer-Gesellschaft für Susanne Krause M.A.

Susanne Krause M.A. vom Fraunhofer IPT wurde zusammen mit Dipl.-Phys. Axel Bauer vom Fraunhofer ILT mit dem ersten PR-Preis der Fraunhofer-Gesellschaft ausgezeichnet. Die beiden PR-Beauftragten erhielten den Preis für die gemeinsame Organisation der informativen Abendveranstaltung »Karriere mit Fraunhofer«. Prominente Referenten und ein buntes Rahmenprogramm halfen dabei, die Aachener Fraunhofer-Institute sowie die Fraunhofer-Gesellschaft unter den Aachener Studierenden, Absolventen sowie interessierten Schülerinnen und Schülern bekannt zu machen und als attraktiven Arbeitgeber in der Region hervorzuheben. Besonders positiv bewertete die Jury die Dramaturgie, Ausgestaltung und Vermarktung der PR-Aktion. Den mit 3 000 Euro dotierten Preis überreichte Fraunhofer-Präsident Professor Hans-Jörg Bullinger während des Institutsleitertreffens im März 2004 an die beiden Preisträger.



Bichmann, S.; Glasmacher, L.; Groll, K.; Kordt, M.: Automatisierte Reparaturzelle für den Werkzeug- und Formenbau. In: VDI-Z Integrierte Produktion, Special Werkzeug-/Formenbau. 146. Jg., 2004, Nr. 3, S. 20-23

Bichmann, S.; Glasmacher, L.; Groll, K.; Kordt, M.: Lösungen für den Werkzeug-, Formen- und Prototypenbau. In: Formwerk. 2004, Nr. 5, S. 28-29

Bichmann, S.; Glasmacher, L.; Groll, K.; Kordt, M.: Wieder fit gemacht: Automatisierte Reparaturzelle für den Werkzeug- und Formenbau. In: Maschinenmarkt. 2004, Nr. 43, S. 38-40

Bichmann, S.; Glasmacher, L.; Kordt, M.; Groll, K.: Automatisierte Reparaturzelle für den Werkzeug- und Formenbau. In: wt Werkstattstechnik. 94. Jg., 2004, Nr. 10, S. 546-552

Bilsing, A.: Ingenieurdienstleistungen im Werkzeugbau – Spielzeug der Grossen oder Chancen für die Kleinen? In: Kunststoffe-Synthetics. 51. Jg., 2004, Nr. 2, S. 6-8

Bilsing, A.: Klein, aber fein. Werkzeug- und Formenbau-Trends, Teil1: Mikro- und Präzisionsformenbau. In: Werkzeug & Formenbau. 13. Jg., 2004, Nr. 2, S. 40-42

Bilsing, A.: Technologisches Benchmarking im Werkzeug- und Formenbau – Einzelfertiger durch Kennzahlen vergleichbar machen. In: Deutsches Industrieforum für Technologie (Hrsg.): Tagungsband zum Seminar »Prozessorientierte Organisationsformen für den Werkzeug- und Formenbau«. Würzburg, 24.-25. Mai 2004, S. DIF21/35/BI 1-19

Borsdorf, R.: Brennstoffzellen als Herausforderung für die Produktionstechnik. In: Wirtschaftsförderungsgesellschaft Burghausen mbH (Hrsg.): Tagungsband zur Fachkonferenz »Bausteine für die zukünftige Energieversorgung, Schwerpunktthema Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie«. Burghausen, 6.-7. Juli 2004

Borsdorf, R.: Grundlagen der Bearbeitung von FVK. In: VDI Wissensforum (Hrsg.): Tagungsband zum VDI-Seminar »Faserverbundkunststoffe«. Aachen, 30. November-1. Dezember 2004, S. 1-42

Brecher, C.: Treibertechnologien in Deutschland. In: Intelligenter Produzieren. 2004, Nr. 1, S. 6-10

Brecher, C.; Bichmann, S.; Glasmacher, L.; Groll, K.; Kordt, M.: Machine Tool for the Automated Repairing of Worn-Out Moulds and Dies with Integrated 3D-Measuring System and an Adaptive Two-Axis-Laser-Cladding-Head. In: Geiger, M.; Otto, A. (Hrsg.): Laser Assisted Net Shape Engineering 4. Bamberg, 2004, S. 905-916

Brecher, C.; Peschke, C.: Handhabungstechnik für die Mikromontage. In: wt Werkstattstechnik. 94. Jg., 2004, Nr. 9, S. 395-399

Brecher, C.; Weck, M.; Gerrath, T.: Machine Tool and Process Chain for the flexible Manufacture of Structures and Tool Surfaces. In: Forschungsgemeinschaft Ultrapräzisionstechnik (Hrsg.): Tagungsband zur Frühjahrstagung der Forschungsgemeinschaft Ultrapräzisionstechnik. Aachen, 31. März-1. April 2004

Brecher, C.; Weck, M.; Schäfer, C.: Examination and Optimisation of Tool and Process Observation Systems for Ultraprecision Techniques. In: Forschungsgemeinschaft Ultrapräzisionstechnik (Hrsg.): Tagungsband zur Frühjahrstagung der Forschungsgemeinschaft Ultrapräzisionstechnik. Aachen, 31. März-1. April 2004

Brecher, C.; Weck, M.; Schäfer, C.: Examination and Optimisation of Tool and Process Observation Systems for Ultraprecision Techniques. In: Forschungsgemeinschaft Ultrapräzisionstechnik (Hrsg.): Tagungsband zur Herbsttagung der Forschungsgemeinschaft Ultrapräzisionstechnik. Frankfurt, 21. Oktober 2004

Brecher, C.; Weck, M.; Schug, R.; Winterschladen, M.: Development of a Precision Spindle with Hybrid Bearings. In: Forschungsgemeinschaft Ultrapräzisionstechnik (Hrsg.): Tagungsband zur Frühjahrstagung der Forschungsgemeinschaft Ultrapräzisionstechnik. Aachen, 31. März-1. April 2004

Brecher, C.; Schug, R.; Winterschladen, M.: Development of a Precision Spindle with Hybrid Bearings. In: Forschungsgemeinschaft Ultrapräzisionstechnik (Hrsg.): Tagungsband zur



- Herbsttagung der Forschungsgemeinschaft Ultrapräzisionstechnik. Frankfurt, 21. Oktober 2004
- Brecher, C.; Weck, M.; Wenzel, C.: Ultraprecision Milling and Planing Machine for Large Surfaces. In: Forschungsgemeinschaft Ultrapräzisionstechnik (Hrsg.): Tagungsband zur Frühjahrstagung der Forschungsgemeinschaft Ultrapräzisionstechnik. Aachen, 31. März-1. April 2004
- Brecher, C.; Weck, M.; Wenzel, C.: Ultraprecision Milling and Planing Machine for Large Surfaces. In: Forschungsgemeinschaft Ultrapräzisionstechnik (Hrsg.): Tagungsband zur Herbsttagung der Forschungsgemeinschaft Ultrapräzisionstechnik. Frankfurt, 21. Oktober 2004
- Brecher, C.; Weck, M.; Winterschladen, M.: Development of an Ultra-Precise and Dynamical Long Axis. In: Forschungsgemeinschaft Ultrapräzisionstechnik (Hrsg.): Tagungsband zur Frühjahrstagung der Forschungsgemeinschaft Ultrapräzisionstechnik. Aachen, 31. März-1. April 2004
- Brecher, C.; Weck, M.; Winterschladen, M.: Development of an Ultra-Precise and Dynamical Long Axis. In: Forschungsgemeinschaft Ultrapräzisionstechnik (Hrsg.): Tagungsband zur Herbsttagung der Forschungsgemeinschaft Ultrapräzisionstechnik. Aachen, 31. März-1. April 2004
- Brecher, C.; Weck, M.; Winterschladen, M.; Lange, S.; Wetter, O.; Pfeifer, T.; Dörner, D.; Brinksmeier, E.; Autschbach, L.: Manufacturing of Free-Form Surfaces in Optical Quality Using an integrated NURBS DATA Interface. In: Proceedings of the ASPE Winter Topical Meeting on Free-form Optics: Design, Fabrication, Metrology, Assembly. Raleigh, USA, Januar 2004, S. 88-93
- Brecher, C.; Weck, M.; Winterschladen, M.; Paepenmüller, F.: Development of a Hydrostatic Linear Guidance based on the Design of Ball Bearing Guidance. In: euspen (Hrsg.): Proceedings of the 4th euspen International Conference. Glasgow, Scotland (UK), 31. Mai-2. Juni 2004
- Brecher, C.; Weck, M.; Winterschladen, M.; Wetter, O.; Hennig, J.: Manufacturing of Free-Form Surfaces using a Fast Tool Servo (FTS). In: euspen (Hrsg.): Proceedings of the 4th euspen International Conference. Glasgow, Scotland (UK), 31. Mai-2. Juni 2004.
- Brecher, C.; Weck, M.; Winterschladen, M.; Wetter, O.; Hennig, J.: Manufacturing of Free-Form Surfaces using a Fast Tool Servo (FTS) and an online Trajectory Generator. In: American Society for Precision Engineering (Hrsg.): Proceedings of the ASPE Spring Topical Meeting. Cambridge, Massachusetts (USA), 19.-20. April 2004
- Brecher, C.; Winterschladen, M.; Niehaus, F.: Machining of Free-Form-Surfaces using a Fast-Tool-Servo. In: Forschungsgemeinschaft Ultrapräzisionstechnik (Hrsg.): Tagungsband zur Herbsttagung der Forschungsgemeinschaft Ultrapräzisionstechnik. Frankfurt, 21. Oktober 2004
- Degen, H.; Möller, H.: Zuverlässigkeitssteigerung europäischer Werkzeugmaschinen durch Wissenskoooperation. In: ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb. 99. Jg., 2004, Nr. 1-2, S. 41
- Dörner, D.; Schneefuß, K.: Maschinenintegrierte Ultrapräzisionsmessung optischer Funktionsflächen. In: tm Technisches Messen. 71. Jg., 2004, Nr. 7-8, S. 377-388
- Eversheim, W.; Weck, M.; Pfeifer, T.; Klocke, F.; Schuh, G.; Brecher, C.: Einzigartigkeit durch Technologiemanagement – Über Technologieplattformen zum Technology leveraging. In: Festschrift zum 60. Geburtstag von Prof. Hans-Jörg Bullinger. München, 2004, S. 7
- Glaser, U.; Zhichao, L.: ProSens. Enhancement of quality control in complex production cooperations. In: VDI (Hrsg.): Measurement and Quality Control in Production. (Reihe: VDI-Berichte, Nr. 1860), Erlangen, 2004
- Hänsel, M.; Arntz, K.: Präzisionshartfräsen – Ungenutzte Potenziale im Grenzbereich. In: aachener werkzeug- und formenbau (Hrsg.): Tagungsband zum 4. Internationalen Kolloquium »Werkzeugbau mit Zukunft«. Aachen, 28.-29. September 2004, S. 9.1-9.28
- Hilgers, M.: Gemeinsam stark – Softwaregestützter Felddatentransfer. In: QZ Qualität und Zuverlässigkeit. 49. Jg., 2004, Nr. 11, S. 82-83



- Khomich, M.; Alexeev, Y.; Demmer, A.; Pähler, D.; Dambon, O.; Schneider, U.: Magnetic-Abrasive Mashing of Silicon Wafers – A Novel Approach. In: Industrial Diamond Review. 2004, Nr. 3, S. 45-47
- Klocke, F.; Ader, C.; McClung, A.: Direct Laser Sintering of Borosilicate Glass. In: Bourell, D. et al (Hrsg.): Proceedings of the 15th Annual Solid Freeform Fabrication Symposium. Austin, Texas, 2.-4. August 2004, S. 214-219
- Klocke, F.; Ader, C.: Layer Manufacturing of Ceramic Materials. In: Geiger M.; Otto, A. (Hrsg.): Proceedings of the 4th LANE 2004 (Volume 1). Erlangen, 22.-24. September 2004, S. 505-510
- Klocke, F.; Ader, C.; Freyer, C. et al: Research on Layer Manufacturing Techniques at Fraunhofer. In: Bourell, D. et al (Hrsg.): Proceedings of the 15th Annual Solid Freeform Fabrication Symposium. Austin, Texas, 2.-4. August 2004, S. 26-37
- Klocke, F.; Arntz, K.: Hartfräsen von Mikrostrukturen – eine Alternative im Präzisionsformenbau In: Der Stahlformenbauer. 21. Jg., 2004, Nr. 1, S. 60-61
- Klocke, F.; Arntz, K.: Technologien für den Werkzeug- und Formenbau von morgen. In: *aachener werkzeug- und formenbau* (Hrsg.): Tagungsband zum 4. Internationalen Kolloquium »Werkzeugbau mit Zukunft«. Aachen, 28.-29. September 2004, S. 10.1-10.38
- Klocke, F.; Bergs, T.; Bilsing A.; Knodt, S.: Technology Trends and Perspectives in Die and Mould Making. In: Dimitrov, D.; Du Preez, N.; Van Wijck (Hrsg.): Proceedings of the International Conference on Competitive Manufacturing, COMA '04, Progress in Innovative Manufacturing. Stellenbosch, Südafrika, 4.-6. Februar 2004, S. 187-192
- Klocke, F.; Bilsing, A.: Technological Benchmarking in Tool and Die Industry. In: Dimitrov, D.; Du Preez, N.; Van Wijck (Hrsg.): Proceedings of the International Conference on Competitive Manufacturing, COMA '04, Progress in Innovative Manufacturing. Stellenbosch, Südafrika, 4.-6. Februar 2004, S. 323-329
- Klocke, F.; v. Bodenhausen, J.; Arntz, K.: Potenziale beim Hartfräsen von Mikrostrukturen. In: Mikroproduktion. 2004, Nr. 1, S. 24-26
- Klocke, F.; v. Bodenhausen, J.; Kordt, M.: Prozesse unter der Lupe. In: Form+Werkzeug. 2004, Nr. 03/04, S. 57-59
- Klocke, F.; Borsdorf, R.: Fertigteilmbearbeitung – Spanende Bearbeitung/Strahl-Bearbeitung. In: Arbeitsgemeinschaft Verstärkte Kunststoffe-Technische Vereinigung e.V. (AVK-TV) (Hrsg.): Das AVK-TV Handbuch – Faserverstärkte Kunststoffe und duroplastische Formmassen. 1.Aufl. Frankfurt, 2004, S. 457-471
- Klocke, F.; Borsdorf, R.: Spanende Bearbeitung von FVK. In: VDI Wissensforum IWB GmbH (Hrsg.): Tagungsband zum VDI-Seminar »Faserverbundkunststoffe«. Aachen, 30. November-1. Dezember 2004, S. 1-52
- Klocke, F.; Borsdorf, R.; Heselhaus, M.; Markworth, L.; Pongs, G.: Innovation in Mechanical Processing Technology. In: Proceedings of the 11th International Machine Tool Engineers Conference. Tokyo Big Sight, Japan, 4.-5. November 2004
- Klocke, F.; Bressler, B.; Weber A.: Ultraschallunterstütztes Schleifen – Chancen und Grenzen der Technologie am Beispiel der Zerspanung von Glas und Glaskeramik. In: wt Werkstatttechnik. 94. Jg., 2004, Nr. 6, S. 258-262
- Klocke, F.; Demmer, A.; Heselhaus, M.: Material removal mechanisms in ultrasonic-assisted diamond turning of brittle. In: International Journal of Materials & Product Technology IJMPT. 20. Jg., 2004, Nr. 4, S. 231-238
- Klocke, F.; Donst, D.; Castell-Codesal, A.: Laser beam brazing of aluminium alloys. In: Geiger M.; Otto, A. (Hrsg.): Laser Assisted Net Shape Engineering 4, Proceedings of the LANE 2004. Erlangen, 22.-24. September 2004, S. 277-284
- Klocke, F.; Helbig, J.; Bertalan, C.: Hartdrehen von Wellendichtflächen. In: VDI-Z Integrierte Produktion. 146. Jg., 2004, Nr. 1, S. 37-40



- Klocke, F.; Helbig, J.: Kein leichter Job. In: MM Maschinenmarkt – Das Industrie Magazin. 2004, Nr. 17, S. 42-46
- Klocke, F.; Senster, P.: Laserstrahllöten von Aluminiumlegierungen. In: Hart- und Hochtemperaturlöten und Diffusionsschweißen (Reihe: DVS-Berichte, Bd. 231). Düsseldorf: Verlag für Schweißen und verwandte Verfahren DVS-Verlag, 2004, S. 228-231
- Klocke, F.; Straube, A.: Berücksichtigung der Werkstoffhistorie in der simulierten Fertigungsprozesskette. In: Burbules, A.; Sauter, J. (Hrsg.): Simulation in der Produkt- und Prozessentwicklung. 1. Aufl. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2004, S. 31-37
- Klocke, F.; Straube, A.: Virtual Process Engineering – An approach to integrate VR, FEM and simulation tools in the manufacturing chain. In: Mecanique & Industries. 2004. Nr. 5, S. 199-205
- Klocke, F.; Straube, A.; Pypec, C.: Virtual Reality: Ergebnisse einer empirischen Untersuchung – VR-Einsatz in der produzierenden Industrie. In: VDI-Z Integrierte Produktion. 146. Jg., 2004, Nr. 1/2, S. 6-7
- Klocke, F.; Wehrmeister, T.: Laser-Assisted Metal Spinning of Advanced Materials. In: Geiger M.; Otto, A. (Hrsg.): Proceedings of the 4th LANE 2004 (Volume 1). Erlangen, 22.-24. September 2004, S. 1183-1192
- Knoche, M.; v. Hurter, F.: Technologiebasiertes Wachstum – Erfolgreich in neue Märkte und Technologien diversifizieren. In: Complexity Management Journal. 2004, Nr. 2, S. 4
- Krohne, I.: Faseroptische Konfokale Mikroendoskopie. In: tm Technisches Messen. 71. Jg., 2004, Nr. 7/8, S. 427-434
- Lange, S.: Auf des Diamanten Schneide. Ultra-Präzisionstechnik für die Mikroproduktion. In: Diamond Business. 3/2004, Nr. 10, S. 40-41
- Lange, S.; Weck, M.: Mit der Nadel ungestört durchs Schlüsselloch operieren. In: Bullinger, H.-J. (Hrsg.): Trendbarometer Technik. München, 2004, S. 250-251
- Möller, H.; Degen, H.: Zuverlässigkeitssteigerung europäischer WZM durch Wissenskooperation. In: ZWF. 2004, Nr. 2, S. 7
- Möller, H.; Schöning, S.; Untiedt, D.: Technologie-Rating. In: Rating aktuell. 2004, Nr. 4, S. 4
- Niemczyk, M.; Knoche, M.; Degen, H.: Werkzeug für die Industrie. In: UmweltMagazin. 2004, Nr. 8, S. 2
- Pfeifer, T.; Bichmann, S.; Glaser, U.: User-friendly optical metrology in production engineering. In: Osten, W. (Hrsg.): Proceedings of SPIE Vol. 5457 »Optical Metrology in Production Engineering«. Bellingham, 26.-30. April 2004, S. 432
- Pfeifer, T.; Dörner, D.; Bichmann, S.; Scheermesser, S.: Integration von optischen Messsystemen in Produktionsmaschinen. In: VDI-Z Integrierte Produktion. Düsseldorf, 146. Jg., 2004, Nr. 5, S. 20-23
- Pfeifer, T.; Dörner, D.; Schneefuß, K.: Approach to a machine-integrated measurement device for the interferometric testing of ultraprecise surfaces. In: VDI (Hrsg.): Photonics in measurement (Reihe: VDI Berichte), Frankfurt, 2004, S. 423-431
- Pfeifer, T.; Dörner, D.; Schneefuß, K.: Fertigungsintegrierte Ultrapräzisionsmessung bei der Produktion optischer Komponenten. In: Deutsche Bibliothek (Hrsg.): Sensoren und Messsysteme 2004. Ludwigsburg: VDI Verlag GmbH, 2004, S. 555-566
- Pfeifer, T.; Eder, K.; Krohne, I.: Minimal-invasive Bestimmung der Blutsauerstoffsättigung von biologischem Gewebe mittels faserbasierter Remissionsspektroskopie. In: Fraunhofer IPM (Hrsg.): XVIII. Messtechnisches Symposium des Arbeitskreises der Hochschullehrer für Messtechnik e.V. Aachen, 4.-6. Oktober 2004, S. 34-43
- Pfeifer, T.; Krohne, T.; Eder, K.; Rohrmann, D.; Firek, P.: Minimally-Invasive Measurement Of Oxygen Saturation in Blood and Tissue Diffuse Reflectance Spectroscopy. In: VDI (Hrsg.): Photonics in measurement (Reihe: VDI Berichte, Nr. 1844). Frankfurt, 2004, S. 39-45



Pfeifer, T.; Kubosch, A.; Simon, M.; Witte, V.: Kapitel 3.1 Management integrierter Produktentstehungen. In: Eversheim, W.; Schuh, G.: Integrierte Produkt- und Prozessgestaltung. Berlin, 2004, S. 23-60

Pfeifer, T.; Rübartsch, M.; Simon, M.: Netze knüpfen – Netzwerkfähige Gestaltung von QM-Systemen. In: QZ Qualität und Zuverlässigkeit. 49. Jg., 2004, Nr. 5, S. 163-165

Pfeifer, T.; Scheermesser, S.; Voigt, T.: Guidelines for Implementation of Strategic Change Processes for Total Quality Management. In: Proceedings of the International Conference on Competitive Manufacturing COMA '04. Stellenbosch, Südafrika, 4.-6. Februar 2004, S. 365-370

Pfeifer, T.; Schmidt R.; Tillmann, M.: Den Durchblick behalten – Ganzheitliche Optimierung von Prozessketten zur Replikation komplexer Optiken. In: QZ Qualität und Zuverlässigkeit. 49. Jg., Nr. 6, S. 72-73

Pfeifer, T.; Schmidt, R.; Hattermann, H.; Dautert, J.: Bewerten und Verbessern. Der Weg zum State-of-the-Art Softwareentwicklungsprozess. In: Festschrift zur Emeritierung von Professor Dr.-Ing. Prof. h.c. Dr. h.c. mult. Tilo Pfeifer. 2004, S. 17

Pfeifer, T.; Schneefuß, K.: In-situ measurement of microstructured surfaces in ultra precision machines. In: Proceedings of the XI. International Colloquium on Surfaces. Chemnitz, 2.-3. Februar 2004, S. 224-232

Pfeifer, T.; Schneefuß, K.; Dörner, D.: In-situ measurement of large microstructured surfaces for optical applications. In: Proceedings of the 4th euspen International Conference. Glasgow, Scotland, 30. Mai-3. Juni 2004, S. 302-303

Pfeifer, T.; Schneefuß, K.; Dörner, D.; Bichmann, S.: Prozessintegrierte optische Messtechnik. In: wt Werkstattstechnik online. 94. Jg., 2004, Nr. 5, S. 231-232

Pfeifer, T.; Simon, M.: Herausforderung Dienstleistung – Erfolgsfaktoren erkennen und lenken. In: Tagungsband zum Seminar »Perspektiven des

Qualitätsmanagements – Globalisierung beherrschen, mit Dienstleistung zum Erfolg«. Aachen, 3.-4. Mai 2004

Pfeifer, T.; Voigt, T.; Lammel, M.; Mänz, M.: Knowledge Management in Process- and Production-Planning with Focus on the Design-Engineering-Co-Operation. In: Jedrzejewski, J. (Hrsg.): Machine Tools and Factory of the Knowledge. Wroclaw, Polen, 2004, S. 79-86

Pfeifer, T.; Voigt, T.: Stiefkind Software – QM-Leitfaden für integrierte Soft- und Hardwareentwicklung. In: QZ Qualität und Zuverlässigkeit. 49. Jg., 2004, S. 70-71

Scheermesser, S.: Zieldefinition: Qualität in einer Prozessorganisation sinnvoll planen und kontrollieren. In: Festschrift zur Emeritierung von Professor Dr.-Ing. Prof. h.c. Dr. h.c. mult. Tilo Pfeifer. 2004, S. 16-17

Schmidt, R.; Geisberger, E.; Synisch, M.; Wußmann, H.: Integriertes Projektmanagement und Requirements Engineering für die Entwicklung von eingebetteten Systemen. In: Tagungsband zum 21. Internationalen Deutschen Projektmanagement Forum 2004. Nürnberg, 4.-7. Oktober 2004, S. 1-5

Schmidt, R.; Stetter, R.: Projektmanagement für Entwicklungsprojekte softwareintensiver Systeme in Maschinenbau und Automatisierungstechnik. In: A&D Kompendium 2004. München, 2004, S. 96

Schröder, J.; Rosier, C.; Breuer, T.: Mit »Technologischer Einzigartigkeit« dem Preiskampf entrinnen. In: Produktion. 2004, Nr. 6, S. 1

Schuh, G.; Breuer, T.; Rosier, C.: Uniqueness – lodestar for a technology and business strategy integration. In: IAMOT International Association for Technology Management (Hrsg.): Proceedings of the 13th International Conference on Management of Technology. Washington D.C., USA, 3.-7. April 2004

Schuh, G.; Grawatsch, M.: TRIZ-based Technology Intelligence. In: TRIZ-Journal. 2004, Nr. 4, S. 11



- Schuh, G.; Grawatsch, M.: TRIZ-based Technology Intelligence. In: IAMOT International Association for Technology Management (Hrsg.): Proceedings of the 13th International Conference on Management of Technology. Washington D.C., USA, 3.-7. April 2004
- Schuh, G.; Knoche, K.; Knoche, M.: Backbone for Production Technology Management. In: The International Journal for Manufacturing Science & Production. 2004, Vol. 6, No. 3, S. 129-141
- Schuh, G.; Knoche, M.: Technology-based Diversification. In: IAMOT International Association for Technology Management (Hrsg.): Proceedings of the 13th International Conference on Management of Technology. Washington D.C., USA, 3.-7. April 2004
- Schuh, G.; Lindemann, U.; Kohlhase, N.; Braun, T.; Breuer, T.: Erfolgreiche Entwicklungsprojekte planen – Wie LEWA die richtige Methode ausgewählt, angepasst und implementiert hat. In: ZWF. 2004, Nr. 6, S. 8
- Schuh, G.; Schick, R.; Kellner, J.; Breuer, T.; Kubosch, A.: Integriertes Technologie- und Innovationsmanagement in diversifizierten Unternehmen. In: Konstruktion. 2004, Nr. 6, S. 4
- Schuh, G.; Schröder, J.; Rosier, C.: Wandlungsfähigkeit durch Technologieplanung. In: Industrie Management. 2004, Nr. 4, S. 3
- Simon, M.: Im Dienst des Kunden – Kundenbedürfnisse vorausschauend erkennen und erfüllen. In: Festschrift zur Emeritierung von Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Dr. h.c. mult. Tilo Pfeifer. 2004, S. 18
- Simon, M.; Gimpel, B.: Kundennähe durch Teleservice – Neue Wege bei der Qualitätsmanagementberatung. In: Tagungsband zum Seminar »Wertschöpfung durch Dienstleistung – Von der Idee zum Erfolg«. Aachen, 16. März 2004
- Straube, A.: Grundlagen der Virtual Reality. In: VDI Wissensforum (Hrsg.): Tagungsband zum VDI-Seminar »Rapid Technologies – Erfolgreiche Produkte durch effiziente Produktentwicklung«. Aachen, 9.-10. März 2004
- Straube, A.: Virtuelle Prozessentwicklung in der Fertigungstechnik. In: Tagungsband zum Workshop »Berechnungs- & Visualisierungstechnologien im Werkzeug- & Maschinenbau«. Stuttgart, 22. April 2004
- Weck, M.; Peschke, C.: Equipment technology for flexible and automated micro-assembly. In: Microsystem Technologies. 10. Jg., 2004, Nr. 3, S. 241-246
- Weck, M.; Winterschladen, M.; Pfeifer, T.; Dörner, D.; Brinksmeier, E.; Autschbach, L.; Riemer, O.: Manufacturing of Optical Molds using an Integrated Simulation and Measurement Interface. In: American Society for Precision Engineering (Hrsg.): Proceedings of the ASPE Winter Topical Meeting. Chapel Hill, North Carolina (USA), 4.-5. Februar 2004
- Wehrmeister, T.; Weimann, P.: Laserunterstütztes Warmdrücken schwer umformbarer Werkstoffe. In: Bey, I. (Hrsg.): Karlsruher Arbeitsgespräche »Produktionsforschung 2004«. Karlsruhe, 2004, S. 338-346
- Wehrmeister, T.; Weimann, P.: Neuere Entwicklungen zum rotationssymmetrischen Drücken. In: Hirt, G. (Hrsg.): Tagungsband zur 2. Fachtagung »Inkrementelle Umformtechnik«. Saarbrücken, 31. März-1. April 2004
- Wenzel, C.; Lange, S.: Ultrapräzisionstechnik. In: Klocke, F.; Pritschow, G. (Hrsg.): Autonome Produktion. Berlin, 2004, S. 299-313



Dissertationen 2004

Bai, A.: Der Einsatz von Simulationen zur Untersuchung von Fehlereinflüssen in der Interferometrie. Diss. RWTH Aachen, 2004

Clemens, U.: Einsatz der CMB-Technologie zur Herstellung von Hinterschneidungen bei metallischen Bauteilen. Diss. RWTH Aachen, 2004

Degen, H.: Zuverlässigkeitssteigerung im Maschinenbau durch Kooperation. Diss. RWTH Aachen, 2004

Geiger, E.: Qualitätsgerechte Gestaltung und Absicherung eines ganzheitlichen Kooperationsprozesses. Diss. RWTH Aachen, 2004

Hilbing, R.: Genauigkeitssteigerung von Präzisionsdrehmaschinen durch aktive Kompensation dynamischer Störungen. Diss. RWTH Aachen, 2004

Knoche, K.: Generisches Modell zur Beschreibung von Fertigungstechnologien. Diss. RWTH Aachen, 2004

Knodt, S.: Hartfräsen pulvermetallurgisch erzeugter ledeburitischer Werkzeugstähle. Diss. RWTH Aachen, 2004

Leifhelm, B.: Großflächiges Strukturieren von Siliziumwafern in der Solarzellenproduktion. Diss. RWTH Aachen, 2004

Russack, T.: Entwicklung einer Methode für das prozessorientierte Qualitätsmanagement von Geschäftsbeziehungen. Diss. RWTH Aachen, 2004

Straube, A.: Modularer Ansatz zur Simulation verfahrensübergreifender fertigungstechnischer Prozessketten. Diss. RWTH Aachen, 2004



<i>aachener werkzeug- und formenbau awf</i>	Gemeinsamer Geschäftsbereich von Fraunhofer IPT und WZL
AiF	Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen »Otto von Guericke« e.V.«
B2B	»Business-to-Business«, Kommunikationsbeziehung zwischen Unternehmen
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMWA	Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit
CAD	Computer Aided Design
CAM	Computer Aided Manufacturing
CCD	»charge-coupled device«, lichtempfindlicher Sensor, der Licht über einen längeren Zeitraum aufnehmen kann
CMB	»Controlled Metal Build Up«, Verfahren zum schichtweisen Aufbau von Metallbauteilen durch abwechselndes Schweißen und Fräsen
CNC	»Computer Numerical Controls«, computerbasiertes, numerisches Steuerungssystem
CRAFT	»Cooperative Research Action for Technology«, Europäisches Forschungsprogramm für KMU
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
EDM	»Electrical Discharge Machining«, Erodierverfahren
ELID	»Electrolytic-In-Process-Dressing«, elektrolytisches Schärfen metallgebundener Schleifwerkzeuge
EU	Europäische Union
FEM	Finite Elemente Methode, numerisches Verfahren zur Lösung von Differenzialrechnungen
FuE	Forschung und Entwicklung
FQS/DGQ	Forschungsgemeinschaft Qualitätssicherung innerhalb der Deutschen Gesellschaft für Qualität e.V.
GROWTH	»Competitive and Sustainable Growth«, Europäisches Forschungsprogramm für KMU
HSC	»High Speed Cutting«, Hochgeschwindigkeitsfräsen
InnoNet	Programm zur Förderung von innovativen Netzwerken durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
MEMS	Mikroelektromechanische Systeme
NC	»Numeric Control«, numerische Steuerung
Nd:YAG	Yttrium-Aluminium-Granat mit Neodym dotiert
Nd:YVO4	Yttrium-Orthovanadat mit Neodym dotiert
NRW	Nordrhein-Westfalen
NURBS	»Nonuniform Rational B-Splines«, geometrisches Beschreibungsmodell zur dreidimensionalen Darstellung von Oberflächen
PPS	Produktionsplanung- und Steuerung
QM	Qualitätsmanagement
RWTH	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
SFB/TR	Sonderforschungsbereich/Transregio, Sonderforschungsbereich der DFG, der an mehreren Standorten angesiedelt ist
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e.V.
VDI/ADB	Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure des Vereins Deutscher Ingenieure e.V.
VDMA	Verband deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.
VR	»Virtual Reality«, virtuelle Realität, Simulation realer Abläufe im Computer
WZL	Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre der RWTH Aachen

Die Fraunhofer-Gesellschaft

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt anwendungsorientierte Forschung zum direkten Nutzen für Unternehmen und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand. Im Auftrag von und mit Förderung durch Ministerien und Behörden des Bundes und der Länder werden zukunftsrelevante Forschungsprojekte durchgeführt, die zu Innovationen im öffentlichen Nachfragebereich und in der Wirtschaft beitragen.

Mit technologie- und systemorientierten Innovationen für ihre Kunden tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Dabei zielen sie auf eine wirtschaftlich erfolgreiche, sozial gerechte und umweltverträgliche Entwicklung der Gesellschaft.

Ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bietet die Fraunhofer-Gesellschaft die Möglichkeit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung für anspruchsvolle Positionen in ihren Instituten, in anderen Bereichen der Wissenschaft, in Wirtschaft und Gesellschaft.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt derzeit rund 80 Forschungseinrichtungen, davon 57 Institute, an über 40 Standorten in ganz Deutschland. Rund 12 700 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von über 1 Milliarde €. Davon fallen mehr als 900 Millionen € auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Rund zwei Drittel dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Ein Drittel wird von Bund und Ländern bei-gesteuert, auch um damit den Instituten die Möglichkeit zu geben, Problemlösungen vorzubereiten, die in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

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

Mitglieder der 1949 gegründeten und als gemeinnützig anerkannten Fraunhofer-Gesellschaft sind namhafte Unternehmen und private Förderer. Von ihnen wird die bedarfsorientierte Entwicklung der Fraunhofer-Gesellschaft mitgestaltet.

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



Informations-Service

Wenn Sie mehr Informationen zu den Forschungs- und Entwicklungsleistungen des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnologie IPT wünschen, kreuzen Sie bitte das entsprechende Themenfeld an und senden oder faxen uns eine Kopie dieser Seite.

Bitte im Fensterkuvert oder per Fax (+49 (0) 2 41/89 04-61 80) zurück an:

Fraunhofer-Institut für
Produktionstechnologie IPT
Presse und Öffentlichkeitsarbeit
Steinbachstraße 17

52074 Aachen

Absender

Name _____

Vorname, Titel _____

Firma _____

Abteilung _____

Straße _____

PLZ/Ort _____

Telefon _____

Fax _____

E-Mail _____

Broschüren

- Systemlösungen für die Produktion – Das Fraunhofer IPT im Profil
- Optik und optische Systeme – Laser, Optik, Messtechnik
- Zentrum für Präzisions- und Mikrotechnik ZPM
- Werkzeugbau mit Zukunft – *aachener werkzeug- und formenbau*
- Technologiemanagement – Technologien von heute sind morgen von gestern

Periodica

- Fraunhofer-Demonstrationszentrum »Formen für die Kunststoffverarbeitung – FoKus«
- Tools – Informationen der Aachener Produktionstechniker (4 Ausgaben/Jahr)
 - bitte senden Sie mir die aktuelle Ausgabe
 - bitte nehmen Sie mich in Ihren Verteiler auf

Jahresbericht

- bitte nehmen Sie mich in Ihren Verteiler auf

Themen

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Entwicklung von Sonderverfahren | <input type="checkbox"/> Produktentwicklung |
| <input type="checkbox"/> Fügetechniken | <input type="checkbox"/> Rapid Prototyping/Rapid Tooling |
| <input type="checkbox"/> Umformtechniken | <input type="checkbox"/> Simulationstechnik/Virtual Reality |
| <input type="checkbox"/> Präzisions- und Mikrozerspanung | <input type="checkbox"/> Produktionsmaschinen und -anlagen |
| <input type="checkbox"/> Lasermaterialbearbeitung | <input type="checkbox"/> Ultrapräzisionstechnik |
| <input type="checkbox"/> Silizium-, Glas- und Keramikbearbeitung | <input type="checkbox"/> Optische Messtechnik |
| <input type="checkbox"/> Optikfertigung | <input type="checkbox"/> Qualitätsmanagement |
| <input type="checkbox"/> Werkzeug- und Formenbau | <input type="checkbox"/> Technologie-Früherkennung |
| <input type="checkbox"/> Luft- und Raumfahrt | <input type="checkbox"/> Technologiemanagement |
| <input type="checkbox"/> Faserverbundtechnik | <input type="checkbox"/> Technologieplanung |
| <input type="checkbox"/> Medizintechnik | |

© 2005

**Fraunhofer-Institut für
Produktionstechnologie IPT**

Institutsleitung:
Prof. Dr.-Ing. Fritz Klocke

Institutsdirektorium:
Prof. Dr.-Ing Christian Brecher
Prof. Dr.-Ing. Fritz Klocke
Prof. Dr.-Ing. Robert Schmitt
Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Günther Schuh
Prof. Dr. Andre Sharon

Steinbachstraße 17
52074 Aachen
Telefon: +49 (0) 2 41 / 89 04-0
Fax: +49 (0) 2 41 / 89 04-1 98
www.ipt.fraunhofer.de
info@ipt.fraunhofer.de