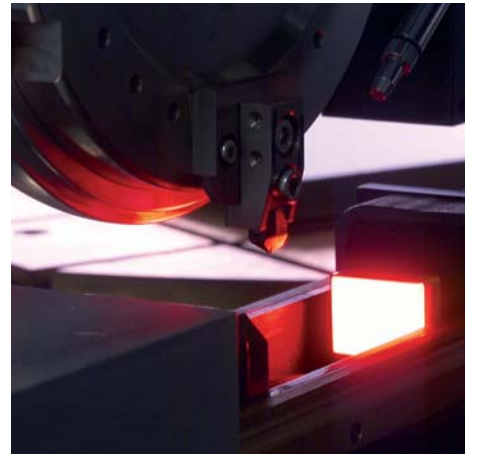
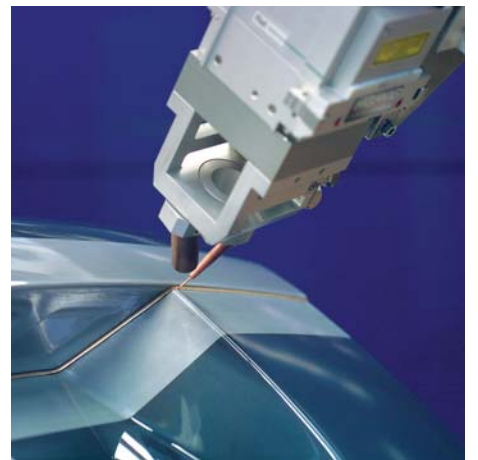




Fraunhofer Institut
Produktionstechnologie

Jahresbericht 2005



Impressum

Herausgeber

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

Redaktion

Susanne Krause M.A.

Texte

Mitarbeiter des Fraunhofer IPT
Seiten 13, 58-60, Mitarbeiter des Fraunhofer CMI

Bildredaktion und Layout

Adelheid Peters

Fotos

Fraunhofer IPT
außer:
Seite 36, 84, 86, Kurt Rütten
Seite 43, Ceramtec AG
Seite 51, UltraReflex GmbH
Seite 57, Fiberware GmbH
Seite 60, Rolls-Royce plc
Seite 62, Claas KGaA mbH
Seite 64, MEV Verlag GmbH
Seite 67, 68, Fraunhofer CMI
Seite 85, Will Jünger

Druck

RHIEM Druck, Voerde

© Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT, Aachen 2006

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit vollständiger Quellenangabe und nach Rücksprache mit der Redaktion. Belegexemplare werden erbeten.

Jahresbericht 2005

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT

Sehr geehrte Damen und Herren,

als Professor Herwart Opitz 1948 am Werkzeugmaschinenlabor (WZL) der RWTH Aachen das erste Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquium (AWK) ins Leben rief, war noch niemandem bewusst, dass er damit den Grundstein zu einer der bedeutendsten Kongressveranstaltungen der Produktionstechnik legte. Das AWK des Jahres 2005 war bereits die 25. Auflage dieser traditionsreichen Veranstaltung – ein Jubiläum also.

Seit seiner Gründung im Jahr 1980 ist das Fraunhofer IPT alle drei Jahre ebenso stark in die Vorbereitungen eingebunden wie das WZL, an dem alles begann. Das Jubiläum wurde dementsprechend in beiden Häusern gemeinschaftlich mit großem Engagement organisiert. Alle Mitarbeiter von Fraunhofer IPT und WZL beteiligten sich an den Vorbereitungen und an der Durchführung der Veranstaltung. Mehr als 800 internationale Gäste informierten sich zu ausgewählten Themenschwerpunkten und Highlights der Institutsarbeit. Hochkarätige Referenten stellten in ihren Vorträgen Herausforderungen und Lösungsansätze für aktuelle Entwicklungen in der Produktionstechnik vor und zeigten Wege für die Zukunftssicherung des Standorts Deutschland auf.

Etwas kleiner, aber nicht minder erfolgreich erwies sich das 5. Internationale Kolloquium »Werkzeugbau mit Zukunft« unseres gemeinsamen Geschäftsfeldes, dem *aachener werkzeug- und formenbau*. In diesem Jahr fand die Veranstaltung erstmals nicht in Aachen, sondern anlässlich der Preisverleihung zum »Werkzeugbau des Jahres 2005« in Wiesbaden statt. Im jährlichen Wett-

bewerb »Excellence in Production« küren wir seit 2004 die Besten der Branche und bieten den Kolloquiumsteilnehmern die Chance zum fachlichen Austausch mit den Siegern. Die außerordentlich positive Resonanz auf unsere beiden großen Veranstaltungen dieses Jahres und das enorme Interesse der Öffentlichkeit beweist uns einmal mehr, dass wir mit unseren industrienahen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf dem richtigen Weg sind.

Auch die aktuelle Projektlage ist ein Zeichen dafür, dass wir trotz der schwierigen konjunkturellen Lage und einem immer härteren Kampf um öffentliche Fördergelder exzellent aufgestellt sind. So steigerten wir nicht nur den Anteil unserer Industrieerlöse, sondern vergrößerten auch den Gesamtertrag des Hauses im Vergleich zum Vorjahr. Den hohen Anspruch unserer Mitarbeiter an die Qualität ihrer Arbeit dokumentieren wir durch die regelmäßige Zertifizierung nach DIN EN ISO 9001:2000. Sie ist ein Beleg für die effiziente und effektive Zusammenarbeit mit unseren Auftraggebern aus Industrie und Forschung. Vor allem unseren Mitarbeitern gebührt daher der Dank für ein erfolgreiches Geschäftsjahr 2005!

Ein Fest der besonderen Art haben wir deshalb im Herbst begangen: Nicht nur das AWK feierte sein 25. Jubiläum, sondern auch das Fraunhofer IPT selbst. Wir haben uns entschlossen, diejenigen in den Mittelpunkt zu stellen, die am meisten zu der Erfolgsstory des ältesten der drei Aachener Fraunhofer-Institute beigetragen haben: unsere Mitarbeiter. Mit einer ausgelassenen Party vom frühen Nachmittag bis tief in die Nacht hinein stellten sie unter Beweis, dass Arbeit und Spaß sich nicht widersprechen müssen und dass das Fraunhofer IPT über eine einzigartige Institutskultur verfügt.

Diese besondere Anziehungskraft hat wohl auch Professor Robert Schmitt gespürt, als er zum 1. Januar 2005 die Nachfolge von Professor Tilo Pfeifer als Leiter der Abteilung »Messtechnik und Qualitätsmanagement« antrat. Als Vierten im Bunde hat das Fraunhofer IPT damit einen

anerkannten Wissenschaftler und erfahrenen Praktiker in sein Direktorium aufgenommen. Die neue Professoren-Generation ist nun komplett und hat im vergangenen Jahr bereits überzeugend demonstriert, dass sie sich mit großem Elan aufmacht, die Institute zielorientiert weiter zu entwickeln.

Mit dem festen Entschluss, unseren Kunden und Partnern mit außergewöhnlichen Ideen und modernsten Technologien eine exzellente Position im Wettbewerb zu verschaffen, blicken wir für 2006 optimistisch in die Zukunft und freuen uns auf eine weiterhin gute Zusammenarbeit.

Aachen, im Januar 2006



Prof. Dr.-Ing. Fritz Klocke



Vorwort	2
Das Fraunhofer IPT 2005	6
Das Fraunhofer IPT im Profil	8
Prozesstechnologie	10
Produktionsmaschinen	11
Mess- und Qualitätstechnik	12
Technologiemanagement	13
Fraunhofer Center for Manufacturing Innovation CMI	14
Unsere Geschäftsfelder	15
Neue Maschinen am Fraunhofer IPT	16
Ausstattung	20
Das Institut in Zahlen	22
Kuratorium	24
Mitarbeiter 2005	25
Ergebnisse 2005	28
Highlights	30
Automatisierte Reparaturzelle für den Werkzeug- und Formenbau »OptoRep«	30
5-Achs-Bearbeitung von Strömungsflächen mit »Doppel-Splines«	32
Neue Automatisierungskonzepte für die Ultrapräzisionstechnik	33
CHANGE – Veränderungsprozesse vorausschauend planen und umsetzen	34
Konsortial-Benchmarking: Erfolgsmuster im Technologiemanagement	35
Aus unserer Forschung und Entwicklung	36
Benchmarking	36
Schleifen, Läppen, Polieren	37
Drehen, Fräsen, CAx	42
Lasermaterialbearbeitung	44
Konstruktion und Berechnung	47
Präzisions- und Ultrapräzisionsbearbeitung	51
Sondermaschinenbau	53
Faserverbundtechnik	55
Optische Messtechnik	57
Qualitätsmanagement	59
Einkauf	63
IT-Servicemanagement	64
Wissensschutz	65
Fraunhofer CMI	66

Kooperationen	69
PROF.x ² – Wissenschaftler austausch mit der Ohio State University	69
Aixtooling GmbH – Ultrapräzise Formwerkzeuge für das Präzisionsblankpressen optischer Gläser	70
Fertigung von Triebwerksbauteilen	71
Deutsch-chinesische Kooperation im Bereich der prozessnahen Messtechnik	72
Fraunhofer-Demonstrationszentrum »AdvanCer« – Systementwicklung mit Hochleistungskeramik	73
Forschungsgemeinschaft Ultrapräzisionstechnik e.V.	74
 Rückblick 2005	 76
Messen, Konferenzen, Seminare	78
Personen und Ehrungen	85
Veröffentlichungen, Dissertationen	87
 Kundenreferenzen	 94
 Glossar	 95
 Die Fraunhofer-Gesellschaft	 96
 Informationsservice	 97

Das Fraunhofer IPT 2005



Das Fraunhofer IPT im Profil	8
Prozesstechnologie	10
Produktionsmaschinen	11
Mess- und Qualitätstechnik	12
Technologiemanagement	13
Fraunhofer Center for Manufacturing Innovation CMI	14
Unsere Geschäftsfelder	15
Neue Maschinen am Fraunhofer IPT	16
Ausstattung	20
Das Institut in Zahlen	22
Kuratorium	24
Mitarbeiter 2005	25





Das Fraunhofer IPT im Profil

Systemlösungen für die Produktion

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

Immer komplexere Produktionsabläufe fordern eine ganzheitliche Sicht anstelle einer isolierten Betrachtungsweise. Die disziplinübergreifende Zusammenarbeit in unserem Haus versetzt uns in die Lage, laufend neue Technologien und Methoden einzuführen. Getreu unserem Motto »Systemlösungen für die Produktion« erarbeiten wir aus verschiedenen Blickwinkeln heraus individuelle Unternehmens- und Technologiestrategien und setzen diese in praktikable Ergebnisse um. So entstehen aus den Einzelbeiträgen der Prozesstechnologie, maschinenbaulicher und steuerungstechnischer Komponenten, der Messtechnik sowie des Qualitäts- und Technologiemanagements ganzheitliche Lösungen für die individuellen Herausforderungen unserer Kunden. In unseren Geschäftsfeldern erleben wir diesen Systemgedanken besonders deutlich: Ausgerichtet an den Bedürfnissen ausgewählter Branchen und Produktgruppen bieten wir gebündelte Kompetenz in nahezu allen Handlungsfeldern der Produktionstechnik.



Wissen für den Vorsprung

Rund 300 wissenschaftliche und nichtwissenschaftliche Mitarbeiter sowie studentische Hilfskräfte engagieren sich in projektorientierten Teams für die Aufgaben unserer Kunden und Partner. Durch flache Hierarchien, Teamgeist und die Verantwortung des Einzelnen für das Ganze sind alle Beteiligten unmittelbar an der Ausarbeitung der Ergebnisse beteiligt. Sie bringen Erfahrung, Ideen und Vorschläge ein, wägen Alternativen ab und entwickeln Ideen weiter. So werden die Ziele unserer Projektpartner zu unseren Zielen. Wir setzen auf die Freude an der Arbeit und auf die Persönlichkeiten unserer Mitarbeiter: Sie sind unser entscheidender Vorteil im Wettbewerb und im Kontakt mit unseren Kunden.



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 vor allem 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 aus. Wir entwickeln hier meist kurzfristig konkrete Systemlösungen für den industriellen Bedarf.





Prozesstechnologie

Prof. Dr.-Ing. Fritz Klocke

Zerspanen mit geometrisch unbestimmten Schneiden

Schleifverfahren zur formflexiblen Herstellung mehrdimensionaler Bauteile aus sprödharten Werkstoffen prägen die Aufgaben dieser Arbeitsgruppe. Die Technologien reichen dabei vom Präzisions- und Ultrapräzisionsschleifen bis hin zur mechano-chemischen Politur. Ziel ist es, Oberflächengüten im Nanometer- und Formgenauigkeiten im Submikrometerbereich zu erzielen.

In diesem Zusammenhang befasst sich eine Arbeitsgruppe mit dem Präzisionsblankpressen niedrig- und hochschmelzender Gläser. Damit decken wir die gesamte Prozesskette von der Herstellung der Replikationsformen bis zum einbaufertigen Optikelement ab.

Für die Waferfertigung entwickeln und optimieren wir die Multi-Wire-Trennbearbeitung, das Rotationsschleifen und die anschließende doppelseitige Planpolitur.

Zerspanen mit geometrisch bestimmter Schneide

Hier befassen wir uns mit verschiedenen Aufgaben der Dreh- und Fräsbearbeitung. Unser Ziel ist es, den Ansprüchen an reproduzierbare Hochpräzision und nachbearbeitungsfreie Oberflächengüten gerecht zu werden. Dies forcieren wir, indem wir Mikro- und Ultrapräzisionszerspanungsprozesse mit Blick auf den Markt weiterentwickeln und dabei alle erkennbaren Einflussgrößen einbeziehen.

Kürzere Prozesszeiten sowie durchgängige, maschinenoptimale Prozessketten erarbeiten wir auch für die simultane 5-Achs-Bearbeitung von Strömungsflächen aus schwer zerspanbaren Werkstoffen. Essentiell sind hier die Analyse und Optimierung von NC-Daten, wobei wir die kinematischen und dynamischen Eigenschaften der Werkzeugmaschine und Steuerung mit berücksichtigen.

In einer weiteren Arbeitsgruppe nutzen wir unser fertigungstechnisches Prozesswissen und Simulationstechniken, um Modelle von Einzelprozessen zu erstellen und zu Prozessketten zu verknüpfen.

Lasermaterialbearbeitung

Diese Arbeitsgruppe untersucht sowohl die direkten Strahl-Stoff-Wechselwirkungen als auch die Integration von Lasern in Bearbeitungsmaschinen für laserunterstützte Prozesse.

Neben Laserstrahlfügetechnologien zur Herstellung geometrisch komplexer Produkte aus metallischen Werkstoffen entwickeln wir hybride Bearbeitungstechnologien für die Zerspanung und Blechumformung schwer bearbeitbarer Werkstoffe. Hochpräzise und mikroskopisch kleine 3D-Strukturen für Anwendungen der Tribologie und des Formenbaus lassen sich durch das Laserstrahlstrukturieren herstellen.

Auch bei der automatisierten Reparatur von Werkzeugen und Bauteilen sowie bei der Erzeugung von Verschleißschutzschichten sind wir auf Effizienz bedacht. Zusätzlich entwickeln wir Technologien zur schnellen Herstellung metallischer und keramischer Werkzeuge und Produkte im Sinne des »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

Die zerspanende und abtragende Präzisions- und Ultrapräzisionsbearbeitung erfordert besondere Maschinen. Achsen und Lagerungen, Antriebe und Messsysteme, Steuerungen und Maschinenstruktur müssen höchsten Anforderungen genügen und aufeinander abgestimmt sein. Wir entwickeln Produktionsmaschinen für die Präzisions- und Ultrapräzisionstechnik, für Verfahren wie das Drehen, Fast-Tool-Servo-Drehen, Fräsen, Fly-Cutting, 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 hybrider Mikrosysteme
- Präzisionsformenbau und Replikation

Sondermaschinenbau

Wir entwerfen und entwickeln hochgenaue Sondermaschinen und Komponenten nach den Wünschen unserer Kunden. Zusammen mit unseren Partnern fertigen wir nicht nur Prototypen, sondern bauen auch größere Stückzahlen auf.

Unsere thematischen Schwerpunkte:

- Prozessketten, Maschinen und Anlagen für Sonderanwendungen
- Konzeption, Konstruktion, Aufbau, Service sowie Erweiterung und Umbau von Sondermaschinen
- Neue Kinematiken für Sondermaschinen
- Hydrostatische und aerostatische Linearführungen und Spindellager
- Statische und dynamische Maschinenmesstechnik und Charakterisierung prozess- und maschineninduzierter Störgrößen

Faserverbundtechnik

Wir bedienen die industrielle Nachfrage nach faserverstärkten Leichtbaukomponenten sowie zugehörigen Produktionsmaschinen zur Verarbeitung duro- und thermoplastischer Faserverbundkunststoffe (FVK).

Unsere thematischen Schwerpunkte:

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

Konstruktion und Design

Wir entwickeln Konstruktionskonzepte und unterstützen unsere Kunden bei der Modernisierung und Sonderanpassung neuer und vorhandener Produkte. Aspekte wie Ergonomie, Montierbarkeit und Design visualisieren wir schon während der Produktentwicklung. Mit einer Vielzahl an CAX-Tools konstruieren wir vom Lastenheft bis zur Dokumentation.

Unsere thematischen Schwerpunkte:

- 2D- und 3D-CAD
- Dimensionierung und konstruktionsbegleitende FEM-Simulation
- 3D-Bewegungs- und Kollisionsanalysen
- Realitätsnahe Visualisierung

Ihr Ansprechpartner:

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



Mess- und Qualitätstechnik

Prof. Dr.-Ing. Robert Schmitt

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 erfolgsrelevanten 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

Technologiemanagement

Wir unterstützen unsere Kunden in allen Fragen des Technologiemanagements, bei der Früherkennung, Entwicklung, Planung, Auswahl, Umsetzung und Optimierung von Technologien. Unser Schwerpunkt liegt dabei auf Produktions-, Produkt- und Materialtechnologien, da nur durch deren integrierte Betrachtung ein abgestimmtes Optimum erreicht werden kann.

Auch beim Aufbau entsprechender Geschäftsprozesse, zum Beispiel für die Früherkennung neuer Technologien, bieten wir Unterstützung. Wir wenden bewährte, standardisierte Vorgehensweisen zielorientiert an und bringen Erfahrungswissen aus zahlreichen Beratungsprojekten mit ein.

Unsere thematischen Schwerpunkte:

- Technologierecherchen und -studien
- Technologie-Früherkennung, Technologie-Roadmapping
- Technologieentwicklungsprozesse (TEP)
- Technologie-Benchmarking
- Technologische Unternehmensbewertung, z.B. Technology Due Diligence
- Technologische Diversifikation in neue Geschäftsfelder
- Technologiemanagement-Prozesse
- Technologiebasierte Produktionsoptimierung
- Technologiewissensschutz
- Technologie-/FuE-Controlling

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, sind interne und externe Transparenz entscheidend. Aufbauend auf unser 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 ihnen damit eine noch bessere Verhandlungsposition.

Unsere thematischen Schwerpunkte:

- Einkaufs-Audit
- Gestaltung und Optimierung der Prozesse, Strukturen und IT-Tools
- 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. Das Fraunhofer CMI entwickelt gesamtheitliche produktionstechnische Lösungen für nationale und internationale Partner im Bereich der Biotechnologie, der Medizintechnik und der Informationstechnik. Der Schwerpunkt der Forschungs- und Entwicklungstätigkeit liegt in Automatisierungsanwendungen für die genannten Hochtechnologiebereiche. Daneben bietet das Fraunhofer CMI seinen Kunden eine breite Palette an Ingenieurdienstleistungen bis 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 17/3 53-18 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 Vorlaufforschung. 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.-Phys. Dirk Dörner
Telefon: +49 (0) 2 41/89 04-2 49
dirk.doerner@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



Neue Maschinen am Fraunhofer IPT

Unsere Labore und Maschinenhallen sind auf 3 500 m² mit modernster Technik ausgestattet. Besonderen Wert legen wir auf den kontinuierlichen Austausch der Maschinengenerationen in unserem Maschinenpark. Im Jahr 2005 haben wir Investitionen im Gesamtumfang von etwa 1,7 Mio € getätigt.

Ultrapräzisionsdrehmaschine Hembrug Slantbed-Mikroturn 50 CNC linear

Ultrapräzisions-Drehmaschine für die Bearbeitung gehärteter Stähle und Hartmetalle mit geometrisch bestimmter Schneide

Besonderheiten:
Komplett hydrostatisch gelagerte Drehmaschine, Temperierung des Hydrauliköls, Maschinenbett aus Naturgranit, Spindelrundlaufgenauigkeit $\leq 0,1 \mu\text{m}$, max. Spindeldrehzahl 10 000 U/min, Linearantriebe in allen Achsen, Steuerungsauflösung $0,01 \mu\text{m}$, Wiederholgenauigkeit der Achsen $\pm 0,1 \mu\text{m}$

Anwendungsfelder:
Wälzlager, Ölhydraulik- und Pneumatikanwendungen, Werkzeuge und Formen mit rotationssymmetrischer Geometrie.

Forschungsschwerpunkte:
Prozesskombination Hartdrehen-Bohrungshonen. Kombinierte Bearbeitung von Bauteilen mit Bohrungsdurchmessern von 4-5 mm und einem Länge/Durchmesser-Verhältnis von 5 ($\varnothing$ 4 mm, Bohrungslänge 20 mm).

Präzisionsglaspressmaschine Toshiba GMP 207 HV

Anlage zur Herstellung beidseitig gepresster, hochgenauer optischer Bauteile aus Glas und Quarzglas

Besonderheiten:
Infrarot-Heizsystem für Temperaturen bis 1 500 °C, Vakuum und Stickstoffatmosphäre möglich, Stickstoffkühlsystem, getrennte Beheizung von oberem und unterem Presswerkzeug, abgeschlossene Presskammer mit Vakuum- und Inertgaseigenschaften, kraft- und weggesteuerte Prozessführung, Presswerkzeugdurchmesser bis 110 mm, Presskraftbereich 0,2 - 20 kN, Presshub bis 80 mm, variable Pressgeschwindigkeit 1 - 700 mm/min, Wiederholgenauigkeit der Anfahrposition $< 3 \mu\text{m}$, Vakuumsystem bis $6 \cdot 10^{-2}$ Pa, Evakuierungszeit < 30 sek (bis 3 Pa), Leckage $< 5 \cdot 10^{-3}$ Pa pro Stunde.

Anwendungsfelder:
Rotationssymmetrische hochpräzise optische Bauteile aus Glas und Quarzglas, konkave, konvexe asphärische Linsen, Zylinderlinsen, Linsenarrays, mikrostrukturierte Glasoberflächen für Mikrofluidikanwendungen.

Forschungsschwerpunkte:
Identifikation geeigneter Werkzeugmaterialien zum hochgenauen Pressen von Quarzglasbauteilen. Untersuchung der prozesstechnologischen Einflüsse beim Pressen von Quarzglas, Entwicklung und Optimierung geeigneter Prozessstrategien zur Erzeugung hochgenauer Oberflächen auf Quarzglaskomponenten.



Ultrapräzisionsschleif- und -drehmaschine Toshiba ULG 100D(SH3)

Ultrapräzisionsschleifmaschine für die hochgenaue Zerspanung sprödharter Werkstoffe wie Hochleistungskeramik, Hartmetall oder Glas sowie Bearbeitung von Nichteisenmetallen oder Kunststoffen mit monokristallinen Diamantwerkzeugen in optischer Qualität

Besonderheiten:

Luftgelagerte Werkzeug- und Werkstückspindeln, Linearmotoren in den dynamischen Achsen, Präzisionsrollenlagerung in V-V-Anordnung, Geradheitsabweichung $< 0,2 \mu\text{m}$ auf 300 mm, Spindelrundlaufgenauigkeit $\leq 0,05 \mu\text{m}$, max. Spindeldrehzahl 100 000 U/min, Steuerungsauflösung $0,001 \mu\text{m}$, Wiederholgenauigkeit $\pm 0,05 \mu\text{m}$

Anwendungsfelder:

Präzisionswerkzeug- und -formenbau, Optikfertigung.

Forschungsschwerpunkte:

Entwicklung des Ultrapräzisionsschleifens von Hartmetallen und Hochleistungskeramik, Analyse des duktilen Zerspanmechanismus, Einflussuntersuchung und Optimierung der Werkzeugvorbereitung feinkörniger Schleifwerkzeuge, Fertigung komplexer Geometrien in optischer Qualität.

Satisloh Optikbearbeitungszentrum GI-3PL

Präzisions-Schleifbearbeitungszentrum zur hochgenauen direkten Bearbeitung von Optikkomponenten und Keramiken mit höchsten Genauigkeits- und Oberflächenanforderungen

Besonderheiten:

Digital geregelte Magnetlagerspindel als Werkzeugantrieb für Vor- und Feinschleifprozesse, Justierung von Steifigkeit und Dämpfungsverhalten durch unterschiedlich starke Lagerströme. Beschädigungsfreier Werkzeug-Werkstück-Kontakt, Überwachung und Kontrolle des komplexen Schleifprozesses anhand mehrdimensionaler Magnetfeldkräfte, die sich aus der Lagerregelung ableiten lassen

Anwendungsfelder:

Optikkomponenten mit höchsten Genauigkeits- und Oberflächenanforderungen (z.B. sphärische und asphärische Linsen, Prismen, Freiformflächen), direkte Bearbeitung von Stählen, Hartmetallen oder Keramiken für Abformwerkzeuge.

Forschungsschwerpunkte:

Maschinenentwicklung, -auslegung und -aufbau, Entwicklung der Magnetlagerspindel, Optimierung der Konzepte für einen Prototyp der Schleifspindel und konstruktive Umsetzung sowie Optimierung der Schleiftechnologie (u. a. Minimierung der Randzonenschädigung). Auslegung der Magnetlagerspindel für exzentrische Bewegungen bis zu $150 \mu\text{m}$.



Wafermessgerät IBS Precision Engineering SUSAN

Wafermessgerät zur Geometrieerfassung von Siliziumwafern

Besonderheiten:

Kapazitives Messverfahren, spannungsfreie, vertikale Waferaufnahme, Messung gemäß Semi-Standards, Kalibrierung vor jeder Messung, Wafermapping, Waferdicke zwischen 350 μm und 2000 μm , Waferdurchmesser 150 mm, 200mm und 300 mm, Reproduzierbarkeit $\pm 0,5 \mu\text{m}$, Bestimmung der Kenngrößen TTV, Bow, Warp und Sori, flexible grafische Darstellung.

Anwendungsfelder:

Beurteilung von Siliziumwafern in unterschiedlichsten Bearbeitungszuständen

Forschungsschwerpunkte:

Die Bewertung von Prozessen der mechanischen Fertigungskette für Siliziumwafer wie das Multi-Wire-Trennen, das Rotationsschleifen und das Polieren. Untersuchung von Wechselwirkungen zwischen den Prozessrandbedingungen und der sich einstellenden Wafergeometrie

Antriebs- und Steuerungsnachrüstung Ingersoll Bohle W2 Producent

Digitale Antriebe und Steuerung vom Typ Siemens Sinumerik 840 D (Softwarestand 7.2) für die 5-Achs-Simultanfräsmaschine Ingersoll Bohle W2 Producent

Besonderheiten:

5-Achs-Simultanbearbeitung großer Bauteile: dünne Bauteile bis 2,3 m Durchmesser, Zylinder mit bis zu 1,4 m Durchmesser bei einer Höhe bis zu 1,2 m, maximales Aufspanngewicht 1,5 t, Positioniergenauigkeiten von 10 μm auf einen Durchmesser von 1 m.

Anwendungsfelder:

Fertigung von Bauteilen für die Luft- und Raumfahrtindustrie, Titan- und Aluminiumintegralbauteile, Composites.

Forschungsschwerpunkte:

Verwendung der Sinumerik BSPLINE-Funktion zur Optimierung der Werkzeugführung und Steigerung der Dynamik, Zerspanversuche.



Hydrostatische, hochdynamische Langachse

Ultrapräzisions-Linearachse für eine effiziente, hochdynamische Bearbeitung linearer Mikrostrukturen durch die Prozesstechnik »Mikrohobeln«

Besonderheiten:

Hydrostatisch geführter Schlitten, System zur Impulsenkopplung, angetrieben durch Linear-direktantriebe, Temperierung des Hydrauliköls und der Linearmotoren, Achsbett aus Naturgranit, max. Verfahrweg 970 mm, max. Verfahrgeschwindigkeit $> 140 \text{ m/min}$, max. Beschleunigung $> 40 \text{ m/s}^2$, Geradheit $\leq 2 \text{ }\mu\text{m}$.

Anwendungsfelder:

Fertigung großflächiger, linearer Mikrostrukturen, z.B. für die Displaytechnik, Demonstrator für die Erprobung von Ruckentkopplungssystemen.

Forschungsschwerpunkte:

Entwicklung einer hochdynamischen Langachse für die Ultrapräzisionstechnik zur Qualifizierung des Mikrohobelns als Verfahren zur Fertigung linearer Mikrostrukturen.



Ausstattung

Präzisionsschleifmaschinen, Poliermaschinen

- Anlage zur ultraschallunterstützten Schleifbearbeitung: DMS 50 Ultrasonic
- Anlage zum Ultraschallschwingläppen: Walter Exeron US 303
- Rotationsschleifmaschinen für die Waferplanbearbeitung: G&N Multi-Nanogrinder
- 5-Achs-Koordinatenschleifmaschinen für die Erzeugung von Freiformflächen: Maho HGF 500, Almac CU 1005
- Topfschleifmaschine für die Vor- und Feinbearbeitung sphärischer Optiken: LOH SPM Spheromatic
- Schleifmaschinen für die Ultrapräzisionsbearbeitung von Stahl, technischer Keramik, Halbleiterwerkstoffen und Glas: Moore Nanotech 500 FG, Toshiba ULG-100D(SH3)
- Multi-Wire-Säge für das Trennen von Wafern bis zu einem Durchmesser von 300 mm: Meyer + Burger DS 261
- Poliermaschinen für die Endbearbeitung sphärischer Bauteile: LOH SPS 120, Phoenix 4000
- Doppelseiten-Poliermaschine für die Planpolitur: Peter Wolters AC 530
- Satisloh Optikbearbeitungszentrum GI-3PL
- Ultrapräzisionsschleif- und -drehmaschine Toshiba ULG 100D(SH3)
- Adaptiver 5-Achs-Polierkopf zur lokalen Korrekturpolitur optischer Freiformflächen

Präzisions- und Ultrapräzisionsdrehmaschinen

- Drehmaschinen für die Präzisions- und Ultrapräzisionszerspanung von NE-Metallen, Stahl, technischer Keramik, Kunststoff, Halbleiterwerkstoffen und Glas: Precitech Nano Form 350, Rank Pneumo MSG 325
- Präzisionsdrehmaschinen für die Hartbearbeitung: Hembrug Slantbed Microturn 50 CNC linear, Hembrug Slantbed Microturn 100 CNC, Hembrug Slantbed Microturn CNC
- Drehmaschinen: Gildemeister CT 400, Benzinger TNC

Präzisions- und Hochleistungsfräsmaschinen

- 5-Achs-Präzisionsfräsmaschinen: Maho HGF 500, Mikron HSM U 600, Heller MC 25
- 5-Achs-Präzisionsfräsmaschinen für die Mikrobearbeitung: Kern HSPC 2216, Almac CU 1005

- Vertikales Bearbeitungszentrum mit zwei Spindeln und integriertem Dreh-Schwenkkopf zur Fräsbearbeitung und Laserbeschichtung von Freiformflächen: Deckel Maho DMC 165 V Linear
- 3-Achs-Portalfräsmaschine mit Dreh-Schwenktisch zur HSC- und Hartbearbeitung: Mikromat 8V HSC
- 5-Achs-Großfräsmaschinen zur Sonderbearbeitung: Ingersoll Bohle Mastercenter
- 3-Achs-Fräsmaschine für die Hochleistungsbearbeitung: Heyligenstaedt

Anlage zum Präzisionsblankpressen optischer Gläser

- Toshiba GMP 211V
- Toshiba GMP 207HV

Lasergeräte und Handhabungsanlagen

- Mehrere Hochleistungsdiodenlaser mit Leistungen bis zu 3 kW von Laserline, Dilas und Jenoptik
- Nd:YAG-Festkörperlaser zur Materialbearbeitung mit einer Leistung bis zu 3 kW: Haas HL 3006 D
- Nd:YVO4-Laser zur Laserstrahlstrukturierung: Rofin Powerline E, Edgewave IS 1064-40 E
- 6-Achs-Roboter für die 3D-Lasermaterialbearbeitung: Stäubli RX 170
- 3- und 5-Achs-Handhabungssysteme für Bauteilgrößen bis zu 2 x 3 m² und Bauteilgewichten bis 10 t: Schuler Held
- Präzisionsdrehmaschinen zur laserunterstützten Bearbeitung: Traub TNS 65 D, Benzinger TNE-1S
- Anlagen für das Rapid Manufacturing von Kunststoff-, Keramik- und Metallteilen: Stereolithographie: Stereos Desktop S 250, Lasersintern: EOSINT M 160, EOSINT M250 Xtended, Lasergenerieren und Controlled Metal Build Up: Röders RFM-600 CMB
- Drückmaschine zum konventionellen und laserunterstützten Metalldrücken: Leifeld PNC/CNC 75
- Vertikales Bearbeitungszentrum mit zwei Spindeln und integriertem Dreh-Schwenkkopf zur Fräsbearbeitung und Laserbeschichtung von Freiformflächen: Deckel Maho DMC 165 V Linear



- 3-Achs-Portalfräsmaschine mit Dreh-Schwenktisch zum laserunterstützten Fräsen: Mikromat 8V HSC
- 5-Achs-Präzisionsfräsmaschine für das Laserstrukturieren von Freiformflächen: Mikron HSM U 600

Sondereinrichtungen

- Reinraum Klasse 1000 (46 qm), Flow-Boxen 100
- Klimatisierte Kammern ($\pm 0,1$ °C)
- Großkammer-Rasterelektronenmikroskop mit Vakuumkammer für Bauteile bis ca. 2 m³
- Virtual-Reality-Labor in Form einer begehbaren Zweiseiten-Projektion
- Labor für metallographische Untersuchungen

Datenverarbeitung und Simulationswerkzeuge

- Softwaresysteme für CAX-Anwendungen: CATIA IV/V, Mastercam/Camaix, NC-Profiler, Cimatron E6, Open Mind, Delcam, Vericut, ProEngineer Wildfire 2, Unigraphics NX 2
- FEM-Simulationsprogramme: ABAQUS, AdvantEdge, ANSYS, Cosmos M
- VR-Visualisierungstools: Covise, Division Mockup 200i2, Avango, Invision

Mess- und Prüfeinrichtungen

- Laserinterferometer zur Form- und Oberflächenprüfung: Wyko 6000
- 5-Achs-Koordinatenmessgerät zur multisensoriellen Freiformkontrolle mit taktilen und optoelektronischen Messköpfen: Mahr-OMS 600, Werth Videocheck IP
- Speckle-Interferometer zur Form- und Deformationsprüfung
- Streifen- und Mikrostreifenprojektionssysteme, z.B. für Reverse Engineering
- Präzisionsmessgerät für Geometriemessungen von Wafern mit Durchmessern bis zu 300 mm: IBS Precision Engineering SUSAN
- Weißlicht-Interferometer zur Mikrotopographie- und Rauheitsbestimmung: Wyko NT 1100
- Rasterkraftmikroskop AFM inkl. Explorer-Kopf: Veeco-Topometrix Accurex II
- Portalintegrierter chromatischer Sensor zur 3D-Oberflächenmessung: FRT CHR 150 N

- Akustischer Nahfeldsensor zur Oberflächenmessung: FRT Microglider
- Form- und Oberflächenmessgeräte: Taylor Hobson Talyrond, Talysurf,
- Nanopositionier- und -messmaschine: Sios Messtechnik mit integriertem Fokus-Sensor
- Partikelmessgeräte zur Bestimmung der Partikelgrößenverteilung und Partikelform: Malvern Mastersizer 2000, Malvern FPIA-2100
- Laserstrahldiagnostiksysteme: Prometec Laserscope UFF 100, Prometec Lasermeter
- Mobiles Röntgendiffraktometer zur Messung von Eigenspannungen und Restaustenit ohne Kalibrierung: Stresstech XSTRESS 3000
- Tragbares Messgerät zur zerstörungsfreien Prüfung von Schleif- und Drehbrand, Härte, Entkohlungen und Wärmebehandlungsfehlern nach dem Barkhausenrauschen-Verfahren: Stresstech RollScan 200
- Rasterelektronenmikroskop: Zeiss DSM 962 inkl. EDX-Analyse Oxford Isis
- Lichtmikroskop: Zeiss Axiophot inkl. Bildanalyse SIS analySIS auto
- Labortechnische Ausstattung für die metallographische Präparation von Gefügen, Bruch- und Oberflächen
- Messsysteme zur Analyse des geometrischen, kinematischen, dynamischen und thermischen Verhaltens hochpräziser Maschinen
- Diverse Mess- und Prüfgeräte (Kraft-, Temperatur-, Härte-, Schwingungsmessungen, etc.) sowie Auswertesysteme



Das Institut in Zahlen

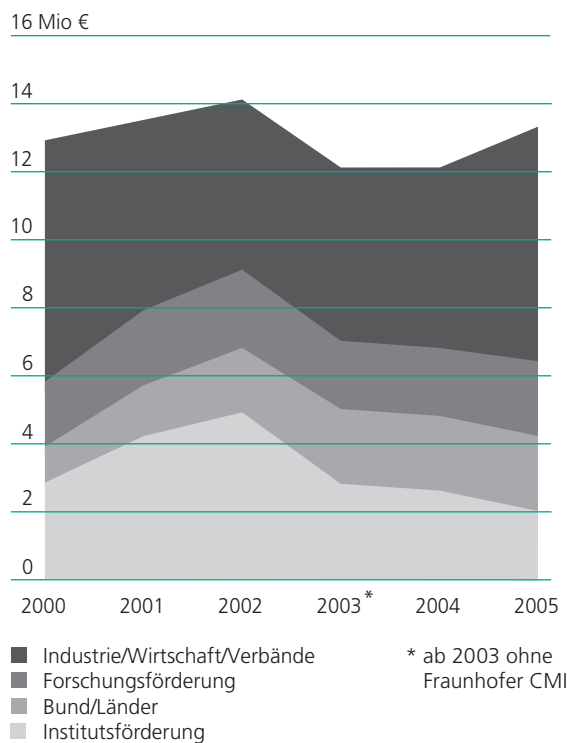
Haushalt

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.



Der Betriebshaushalt

Der Betriebshaushalt hatte im Jahr 2005 ein Volumen von ca. 13 Mio €. Er wies für das Berichtsjahr eine Eigenfinanzierungsquote des Instituts von etwa 85 Prozent auf.



Vertragsforschung

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

Die Erträge aus Projekten mit der EU-Kommission veränderten sich im Vergleich zum Vorjahr nicht und betrugen 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 6,9 Mio €, also 62 Prozent des Eigenfinanzierungsanteils erreichten.

Die Zahlen geben den vorläufigen Jahresabschluss 2005 an.

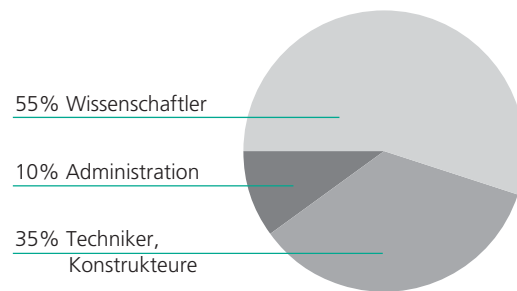


Die Personalstruktur des Fraunhofer IPT

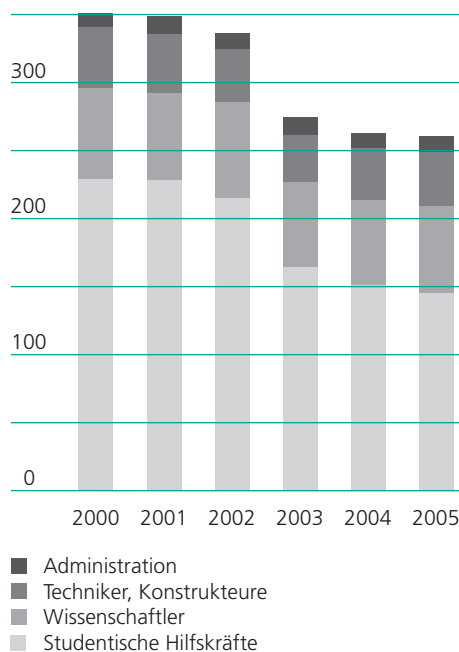
Im Jahr 2005 waren im Schnitt 260 Mitarbeiter am Institut beschäftigt. Der Personalbestand der festangestellten wissenschaftlichen und nicht-wissenschaftlichen Mitarbeiter pendelte leicht um die Größe von 114 Mitarbeitern. Der Anteil der Wissenschaftler lag bei ca. 55 Prozent.

Am Fraunhofer Center for Manufacturing Innovation CMI in Boston, USA, waren in diesem Jahr 24 Mitarbeiter beschäftigt. Die Zahl der festangestellten wissenschaftlichen Mitarbeiter betrug zum 1. Dezember 2005 11 Mitarbeiter. Drei nichtwissenschaftliche Festangestellte unterstützten sie bei der Projektarbeit.

Festangestellte Mitarbeiter



Die Personalentwicklung





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.

Zum Kuratorium des Fraunhofer IPT gehörten im Berichtsjahr folgende Mitglieder:

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, Bonn
Prof. Dr.-Ing. Ulrich Dilthey	Institut für Schweißtechnische Fertigungsverfahren der RWTH Aachen
Dipl.-Ing. Hans-Dieter Franke	Management Partner MPower 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
Prof. em. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. mult. Dr. h.c. Hans Kurt Tönshoff	Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen der Universität Hannover



Mitarbeiter 2005

Stand. 1. Dezember 2005

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. Robert Schmitt	- 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
Verwaltungsleitung	Ingrid Wenk	- 1 09

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

Zerspanen mit geometr. undefinierten Schneiden	Dipl.-Ing B. Bresseler	- 2 34
Dipl.-Ing. O. Dambon	Dipl.-Ing. A. Weber	- 2 48
Dipl.-Ing. A. Grüntzig M.S.	Dipl.-Ing. oec. R. Zunke	- 1 37
Dipl.-Ing. D. Pähler	Dipl.-Ing. (FH) B. Faßbender	- 1 38
Dipl.-Ing. G. Pongs	H.-J. Fourné	- 2 35
Dipl.-Ing. H. Sarikaya	R. Kaulhausen	- 1 37
Dipl.-Ing. (FH) U. Schneider		- 1 43

Zerspanen mit geometr. definierten Schneiden	Dipl.-Ing. M. Heselhaus	- 1 22
Dipl.-Ing. K. Arntz	Dipl.-Ing. L. Rohde	- 2 05
Dipl.-Ing. (FH) J. von Bodenhausen	P. Burde	- 1 35
Dipl.-Ing. J. Helbig	A. Dupont	- 2 77
Dipl.-Ing. I. Kusumah	J. Engeln	- 1 35
Dipl.-Ing. M. Meinecke	F. Mohren	- 2 37

Lasermaterialbearbeitung	Dipl.-Ing. S. Bausch	- 2 42
Dipl.-Ing. A. Castell-Codesal	Dipl.-Ing. M. Kordt	- 1 27
Dipl.-Ing. C. Derichs	Dipl.-Ing. T. Wehrmeister	- 1 34
Dipl.-Ing. D. Donst	G. Gerst	- 1 31
Dipl.-Ing. J. Frank	J. van Rieth	- 2 40
Dipl.-Ing. E. Fuchs	H. Schumacher	- 1 33
Dipl.-Ing. T. Gläser		- 1 29

CAX-Technologien	Dipl.-Inf. Dipl.-Ing. (FH) L. Glasmacher	- 2 46
K. Lenhard	C. Staemmler	- 2 14

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

Präzisionsmaschinen	Dipl.-Ing. R. Schug	- 1 47
Dipl.-Ing. M. Emonts	Dipl.-Ing. P. Utsch	- 1 54
Dipl.-Ing. T. Gerrath	T. Hamacher	- 1 93
Dipl.-Ing. C. Schäfer	R. Weber	- 1 83
Dipl.-Ing. G. Schauerte		- 1 42



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

Ultrapräzisionstechnik	Dipl.-Ing. C. Wenzel	- 1 52
Dipl.-Ing. M. Freundt	Dipl.-Ing. M. Winterschladen	- 4 00
Dipl.-Ing. R. Klar	J. Alberding	- 2 52
Dipl.-Ing. M. Merz	A. Dupont	- 2 77
Dipl.-Ing. F. Niehaus	W. Niegel	- 2 29
Dipl.-Ing. C. Peschke	N. Schatzschneider	- 2 30
Dipl.-Ing. M. Weinzierl		- 2 76

Konstruktion und Design	H. Jansen	- 1 49
L. Beegen	Dipl.-Ing. (FH) M. Seidler	- 2 92
Dipl.-Ing. (FH) S. Pilgermann	D. Stenzel	- 2 92
J. Repka		- 2 66

Mess- und Qualitätstechnik	Prof. Dr.-Ing. R. Schmitt	
Oberingenieur	Dr.-Ing. S. Scheermesser	- 1 13

Optoelektronische Messtechnik	Dipl.-Ing. U. Glaser	- 1 59
Dipl.-Ing. S. Bichmann	Dipl.-Phys. K. Eder	- 2 61
Dipl.-Ing. F. Depiereux	Dipl.-Phys. F. Koerfer	- 1 52
Dipl.-Phys. D. Dörner		- 2 49

Qualitätsmanagement	Dipl.-Ing. M. Simon	- 1 45
Dipl.-Psych. S. Hatfield	Dipl.-Ing. J. Vinke	- 2 60
Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. T. Grundmann	Dipl.-Ing. T. Voigt	- 2 50
Dipl.-Ing. J. Kukulja		- 1 44

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

Technologie-Früherkennung	Dipl.-Ing. C. Rosier	- 1 66
Dipl.-Ing. M. Grawatsch	Dipl.-Phys. J. Saxler	- 1 61
Dipl.-Ing. M. Hilgers	U. Schütt (MA)	- 1 62
Dipl.-Ing. H. Möller		- 2 81

Technologieplanung	Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. S. Klappert	- 1 64
Dipl.-Wirt.-Ing. C. Haag	Dipl.-Ing. S. Orilski	- 1 68
Dipl.-Ing. Dipl.-Kfm. C. Neemann	Dipl.-Ing. M. Wellensiek	- 1 68
Dipl.-Ing. T. Moll		- 2 69



Dienstleistungssektor

Dr.-Ing. T. Bergs

Administrative Dienstleistung

J. von Heel	- 1 09
G. Albertz	- 2 68
I. Crommen	- 2 17
C. Eggers	- 1 00
J. Floßdorf	- 2 15
J. Hüllenkremer	- 1 06
C. Kenn-Lennertz	- 1 08
K. Keppler	- 1 10

I. Wenk

F. Lohrsträter	- 1 00
D. Meesters	- 1 06
J. Meesters	- 2 15
H. Neugart	- 1 40
D. Otto	- 1 07
H. Reiners	- 1 23
Dipl.-Kffr. (FH) A. van der Weem	- 2 67
S. Weiß	- 2 67

Technische Dienstleistung

M. Artz	- 1 17
J. Barby	- 1 17
R. Charlier	- 1 81
F. Emonts-holley	- 1 83
C. Festjens	- 1 17
G. Flüchter	- 2 03
P. Gärtner	- 1 83
Dipl.-Ing. (FH) J. Gensicke	- 2 12
P. Glasmacher	- 2 07
M. Goebbels	- 1 96
W. Heidbüchel	- 4 01
K. Höfs	- 1 19
U. Huppertz	- 1 83
K.-H. Janson	- 1 83
U. Jentzsch	- 2 55

Dr.-Ing. T. Bergs

M. Korte	- 2 04
S. Krause M.A.	- 1 80
W. Kübler	- 2 00
M. te Laake	- 2 04
M. Lambertz	- 1 17
J. Lehan	- 1 17
D. Maronde	- 1 17
Dipl.-Ing. (FH) D. Nehr	- 2 39
A. Peters	- 2 03
S. Schudoma	- 1 17
W. Spellerberg	- 1 19
S. Trepel	- 1 19
H. T. Trieu	- 2 64
P. Voncken	- 2 36

Fraunhofer CMI, Boston/USA

Prof. Dr.-Ing. F. Klocke

Executive Director Prof. Dr. A. Sharon +1 6 17/35-3 18 88

Proj. Mgr. D. Chargin	- 3 18 36
Sr. Eng. D. Giovanoni	- 3 18 87
Sr. Eng. T. Ha	- 8 25 66
Proj. Eng. S. Hobson	- 8 19 89
Proj. Mgr. S. Ivanov	- 3 87 45
R. Livant	- 3 18 88

T. Paulino	- 8 19 39
Proj. Mgr. F. Pretzsch	- 3 00 67
Sr. Eng. S. Shu	- 3 28 37
Proj. Eng. T. Walsh	- 3 86 85
Proj. Mgr. H. Wirz	- 3 18 69



Ergebnisse 2005

Highlights

Automatisierte Reparaturzelle für den Werkzeug- und Formenbau »OptoRep«	30
5-Achs-Bearbeitung von Strömungsflächen mit »Doppel-Splines«	32
Neue Automatisierungskonzepte für die Ultrapräzisionstechnik	33
CHANGE – Veränderungsprozesse vorausschauend planen und umsetzen	34
Konsortial-Benchmarking: Erfolgsmuster im Technologiemanagement	35

Aus unserer Forschung und Entwicklung

Benchmarking	
<i>Von den Besten lernen – Der deutsche Werkzeugbau hat Zukunft</i>	36
Schleifen, Läppen, Polieren	
<i>Polierte Formeinsätze für den Werkzeug- und Formenbau</i>	37
<i>Politur optischer Gläser</i>	38
<i>Einsatz der ELID-Technologie beim Keramiks Schleifen</i>	39
<i>Werkzeuge mit keramischen Formeinsätzen für die Glasabformung</i>	40
<i>Schleifbearbeitung keramischer Werkzeugformeinsätze für die Blechumformung</i>	41
Drehen, Fräsen, CAx	
<i>Ultrapräzisionsbearbeitung von Stahl mit schwingungsunterstützten Diamanten</i>	42
<i>Zerspanung von Metal Matrix Composites</i>	43
Laserstrahlanwendungen	
<i>Laserstrahlschweißen komplexer Bauteile – schnell, gut und günstig auch bei kleinen Losgrößen</i>	44
<i>Erweiterung der Prozessgrenzen beim Laserstrahllöten von Aluminium</i>	45
<i>Lasersintern von Wolframkarbid mit Kobalt-Bindephasen</i>	46
Konstruktion und Berechnung	
<i>Fehler minimieren und Genauigkeiten steigern – mit Simulation zur strukturoptimierten Konstruktion</i>	47
<i>Charakterisierung und Optimierung einer hydrostatischen Schleifspindel mit hoher Drehzahl</i>	48
<i>Charakterisierung von Produktionsmaschinen</i>	49
<i>Multifunktionale Strukturelemente beeinflussen sensorische, aktorische und lasttragende Eigenschaften</i>	50
Präzisions- und Ultrapräzisionsbearbeitung	
<i>Kostengünstige Herstellung optischer High-Tech-Produkte mit ultrapräzisen Masterwerkzeugen</i>	51
<i>Miniaturmaschinen ebnen den Weg zu flexiblen Fertigungsketten</i>	52
Sondermaschinenbau	
<i>Laserintegration in Produktionsmaschinen</i>	53
<i>Automatisierbare Anlagen- und Handhabungstechnik für die Mikromontage</i>	54



Faserverbundtechnik	
<i>Automatisierungskonzepte für das Tapelegen</i>	55
<i>Von der Idee bis zur Serie: Kohlenstofffaserverstärkte Punktionsnadeln für die Magnetresonanztomographie</i>	56
Optische Messtechnik	
<i>Hochauflösende medizinische Bildgebung durch flexible Endoskope</i>	57
<i>Simulationsumgebung für optische Messsysteme</i>	58
Qualitätsmanagement	
<i>Analyse der Prüfprozesse in der Struktur- und Ausrüstungsmontage beim Flugzeugbau</i>	59
<i>Inspektion aerodynamischer Komponenten</i>	60
<i>Kompetenzzentrum für Qualität</i>	61
<i>Global Sourcing – Systematisch zu mehr Lieferqualität</i>	62
Einkauf	
<i>Preistransparenz im Einkauf</i>	63
IT-Servicemanagement	
<i>Ein IT-Prozessmodell für die Fraunhofer-Gesellschaft</i>	64
Wissensschutz	
<i>Technologie-Know-how vor Nachahmung schützen</i>	65
Fraunhofer CMI	
<i>Entwicklung von Hochpräzisionsmaschinen</i>	66
<i>Maschinenentwicklung – Prototypenfertigung</i>	67
<i>Entwicklung Mikro-Elektromechanischer Systeme</i>	68

Kooperationen

<i>PROF.x² – Wissenschaftler austausch mit der Ohio State University</i>	69
<i>Aixtooling GmbH – Ultrapräzise Formwerkzeuge für das Präzisionsblankpressen optischer Gläser</i>	70
<i>Fertigung von Triebwerksbauteilen</i>	71
<i>Deutsch-chinesische Kooperation im Bereich der prozessnahen Messtechnik</i>	72
<i>Fraunhofer-Demonstrationszentrum »AdvanCer« – Systementwicklung mit Hochleistungskeramik</i>	73
<i>Forschungsgemeinschaft Ultrapräzisionstechnik e.V.</i>	74



Automatisierte Reparaturzelle für den Werkzeug- und Formenbau »OptoRep«

Bei Werkzeugen für die Massiv- und Blechumformung entstehen besonders durch Nachbesserungen hohe Kosten. Designänderungen treten vor allem beim Einfahren von Blechumformwerkzeugen in der Produktion auf. Schmiedewerkzeuge verschleiben und fallen dadurch aus. Die Bearbeitung solcher Werkzeuge erfolgt derzeit in getrennten Arbeitsschritten auf unterschiedlichen Maschinen mit zum Teil hohem manuellen Aufwand. Die Durchlaufzeiten steigen und verursachen hohe Fertigungskosten. Um hier Zeit und Kosten zu sparen, entwickelte das Fraunhofer IPT mit einem Industriekonsortium eine neue Reparaturzelle zur Komplettbearbeitung von Werkzeugen für die Massiv- und Blechumformung.

»OptoRep«, ein abgeschlossenes, BMBF-gefördertes Verbundprojekt (Förderkennzeichen: 02PD2490), beschleunigt den Reparatur- und Nachbesserungsprozess durch Automation und kontinuierlichen Datendurchgang. Die Reparaturzelle erfasst in einer Aufspannung die aktuelle Werkzeug-Topographie durch optische Messtechnik, ermittelt die verschlissenen Werkzeugbereiche mit einem Soll-/Ist-Geometrievergleich und generiert NC-Daten in einem CAM-System. Die Reparaturen führt »OptoRep« durch konturnahes 5-Achs-Pulverlaserauftragschweißen aus und bearbeitet das Werkzeug schließlich per 5-Achs-Fräsen nach. Grundträger der Reparaturzelle bildet eine zweispindelige Portalfräsmaschine, die mit einem optischen Messsystemmodul, einem 2-Achs-Laserstrahlbeschichtungskopf und durchgängiger CAD-/CAM-Kopplung ausgestattet ist. Im Projekt zeigte das Fraunhofer IPT anhand realer Testbauteile die Funktionalität und den effizienten Einsatz der OptoRep-Maschine auf.

Messsystemmodul

Um die aktuelle Werkzeug-Topographie direkt quantitativ in der OptoRep-Maschine zu erfassen, entwickelte das Fraunhofer IPT einen leistungsfähigen, optischen Messsensor. Dieser kann modular in die 2-Achs-Spindel eingewechselt werden. So stehen dem Sensor bis zu fünf simultane Bewegungsachsen zur Verfügung, um die Orientierung zur Oberfläche bei Abschattungen während des Scanvorgangs zu korrigieren. Der Sensor vereint die Vorzüge eines punktuell arbeitenden Lasertriangulationssensors mit denen eines Lichtschnittsensors. Vorteile sind in der hohen Messfrequenz von 10 kHz, im großen Messbereich (z-Richtung: 80 mm, Linienbreite: bis zu 160 mm) und in der hohen Messauflösung von 2 bis 3 μm in z-Richtung zu sehen. Die Messunsicherheit des Gesamtsystems aus Sensor und Maschine beträgt 30 μm .

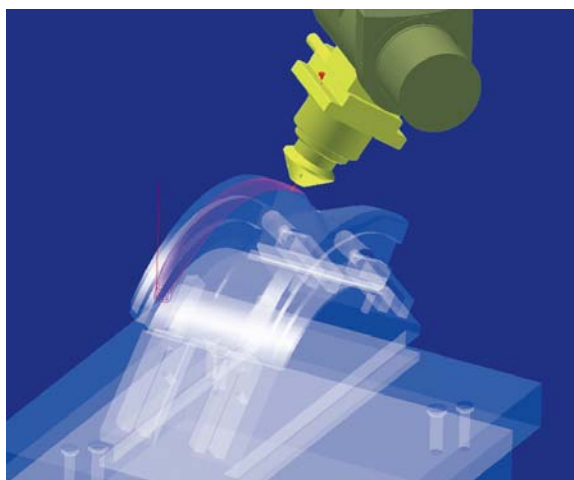
Laserstrahlbeschichtungsmodul

Zur konturnahen Bearbeitung wurde ein 2-Achs-Laserstrahl-Pulverbeschichtungsmodul aufgebaut, das in die HSK-Aufnahme der Schruppspindel eingewechselt werden kann. Dazu sind alle Signal-, Energie- und Medienleitungen als Steckverbindungen ausgeführt. Um auch Freiformflächen zu bearbeiten, verfügt der Beschichtungskopf über eine endlos drehende C-Achse und eine Schwenkachse mit einem Freiheitsgrad von $\pm 90^\circ$. Durch eine neue, wassergekühlte Dreistrahl-Pulverdüse mit stufenloser Spurbreitenvariation lassen sich unabhängig von der Vorschubrichtung konstante Beschichtungsergebnisse erzielen. Die erzeugten Schweißraupen zeichnen sich durch geringe Aufmischungsgrade aus, so dass artreine Schichten hergestellt werden können. Aufgrund der minimalen Energieeinbringung treten kaum Bauteilverzüge auf. Der gut steuerbare Laserstrahlbeschichtungsprozess gewährleistet variable Schichtdickenhöhen zwischen 0,5 und 3 mm und Auftragsraten bis zu 5 000 mm^3/min .



CAD-/CAM-System

Die CAX-Umgebung bildet das Bindeglied zur Handhabung der einzelnen Komponenten der Reparaturzelle. Zur Programmierung der Bewegungsführungen des Mess- und Schweißmoduls integrierte das Fraunhofer IPT spezielle Benutzerinterfaces in ein bestehendes CAM-System zur 5-Achs-Fräsbearbeitung. Eine Simulationsumgebung unterstützt den Anwender bei der Überprüfung der Bewegungen. Um die CAM-Umgebung und die Heidenhain-NC-Steuerung der Portalfräsmaschine zu koppeln, entwickelte das Fraunhofer IPT einen speziellen Postprozessor, der sämtliche M-Funktionen beim Scannen und Schweißen automatisch generiert. Ebenso wie beim Scannen lassen sich sämtliche Technologie-Parameter des Schweißprozesses über die Systemoberfläche bearbeiten. Die erforderlichen Daten für die Definition der Schweißraupen wie Spurbreite, Spurbhöhe oder Eindringtiefe sind in einer Technologiedatenbank erfasst und stehen dem Anwender voll zur Verfügung.



Schweißsimulation im CAM-System.

Ihre Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Mario Kordt
Telefon: +49 (0) 2 41/89 04-1 27
mario.kordt@ipt.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Michael Emonts
Telefon: +49 (0) 2 41/89 04-1 50
michael.emonts@ipt.fraunhofer.de

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



Konturnahe Reparatur eines Schmiedegesenkes.

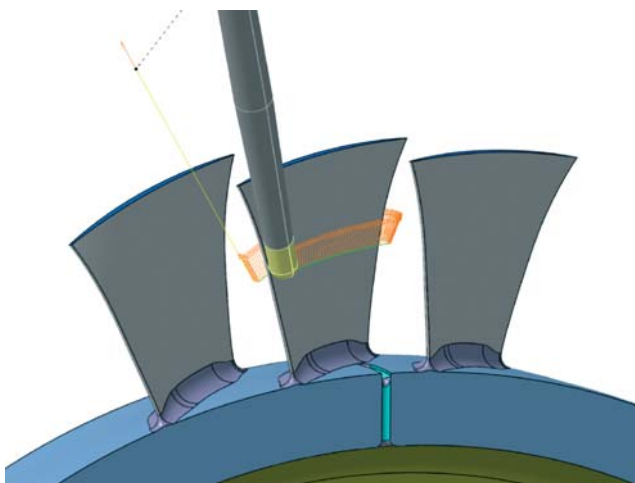


5-Achs-Bearbeitung von Strömungsflächen mit »Doppel-Splines«

Durch simultanes 5-Achs-Fräsen lassen sich komplexe, frei geformte Bauteile wie Radial- und Axialverdichterräder mit integrierten Strömungsflächen in hoher Qualität fertigen. Solche Bauteile kommen bei Anwendungen in der Luft- und Raumfahrt, der Energietechnik sowie in der Bio- und Medizintechnik zum Einsatz. Das Fraunhofer IPT entwickelt seit Mitte der 80er Jahre innovative Fertigungslösungen für dieses Anwendungsgebiet und setzt sie in die Praxis um.

Einsatz der »Doppel-Spline-Technologie« für die Bearbeitung von Strömungsflächen

Für die Herstellung konkreter Einsatzbauteile und anhand von Forschungsprojekten entwickelt das Fraunhofer IPT Software zur maschinenoptimierten Fräsbearbeitung. Ein Ziel innerhalb der CAX-Prozesskette ist es, die unidirektionale Schnittstelle zwischen CAM und NC-Steuerung bestmöglich zu nutzen. Dazu wird eine Simulation des NC-Programms mit der Software NCProfiler durchgeführt, die am Fraunhofer IPT entwickelt wird. Die Software bezieht in ihre Berechnungen sowohl die Maschinenkinematik und -dynamik als auch die Steuerungsparametrisierung ein. Auf diese Weise gelingt es, NC-Programme zu erstellen, die optimal an Steuerung und Maschine angepasst sind.



Anwendung des »Doppel-Splines« bei der Schaufelblattbearbeitung.

Ein neues Modul der NCProfiler-Software berechnet dabei die 5-achsige Bahnführung anhand der »Doppel-Spline-Funktion« der Sinumerik-840D-Steuerung. Am Beispiel eines Axialverdichters-Läufers in BLISK-Bauweise (Blade integrated disk) stellte das Fraunhofer IPT das neue Programm-Modul auf der EMO 2005 in Hannover am Stand der Alzmetall GmbH & Co. KG der Öffentlichkeit vor. Demonstriert wurde dabei die Bahnführung des Werkzeuges bei der umlaufenden 5-Achs-Schlichtbearbeitung der Schaufeln durch zwei Bahnkurven (»Doppel-Splines«). Die krümmungsstetigen, synchronisierten Bahnkurven beschreiben die Bewegung des Werkzeuges zwischen Werkzeugendpunkt und einem weiteren Punkt auf der Werkzeugachse entlang der Bahn. Die Übergabe des Werkzeugpfades an die NC-Steuerung in Form einer Bahnkurve mittels BSPLINE-Funktion erlaubt eine harmonische und trotzdem hochdynamische Bahnführung im 5-Achs-Bearbeitungsprozess. Das Ergebnis ist eine hochglänzende Oberfläche des Werkstücks bei bester Konturtreue.

Die Entwicklung des NCProfiler-Moduls ist ein Ergebnis der engen Zusammenarbeit mit den CAM-Systemanbietern Module Works GmbH und CAMAIX GmbH aus Aachen sowie der Siemens-Tochter ePS & RTS Automation Software GmbH. Für die Zukunft plant das Fraunhofer IPT gemeinsam mit der CAMAIX GmbH, die NCProfiler-Software für den Markt kommerziell verfügbar zu machen.

Ihr Ansprechpartner:

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



Neue Automatisierungskonzepte für die Ultrapräzisionstechnik

Die ultrapräzise Zerspanung zur Herstellung optischer Oberflächen erschließt immer mehr Anwendungsfelder des Alltags. Hohe Fertigungsgenauigkeiten und geringe Oberflächenrauheiten müssen im industriellen Einsatz prozesssicher gewährleistet werden, um Massenprodukte wie Displays oder Reflektorfolien und individualisierte Produkte wie Brillengläser oder Kontaktlinsen zuverlässig und kostengünstig zu fertigen. Das Fraunhofer IPT erarbeitet deshalb neue Lösungen zur automatisierten Werkzeugausrichtung, zur genauen Bauteilaufnahme mit Referenzierung sowie zur Prozessüberwachung.

Automatisierter Werkzeugwechsel beim Diamantfräsen

Im BMWA-geförderten Projekt »Großmikro« (Förderkennzeichen: 135 25 N) rüstete das Fraunhofer IPT sein Ultrapräzisionsbearbeitungszentrum UHM mit einem voll automatisierten Werkzeugüberwachungs- und -wechselsystem aus. Ziel war es, eine gleich bleibende Werkzeugqualität bei der oft mehrwöchigen Bearbeitung großer ultrapräziser Bauteile mit optischen Oberflächen zu gewährleisten. Die Überwachungseinheit basiert auf einer CCD-Kamera mit Spezialobjektiv. Durch zusätzliche Pixelinterpolation lässt sich die Position des Werkzeugs mit einer Genauigkeit von 100 nm vermessen. Das System überwacht die Verschleißmarken der Werkzeugschneide und bestimmt Lagefehler nach dem vollautomatischen Werkzeugwechsel durch einen Knickarmroboter. Den Fehler gibt die Überwachungseinheit über eine eigens entwickelte Schnittstelle an die Maschinensteuerung durch, um die weitere Bearbeitung an gleicher Stelle zu gewährleisten. Die reproduzierbaren Wechselgenauigkeiten reichen dabei bis zu 300 nm.

Qualitätssicherung und Werkzeugwechsel für das ultrapräzise Walzendrehen

Gemeinsam mit der LT-Ultra Precision Technology GmbH entwickelt das Fraunhofer IPT eine ultrapräzise Walzenstrukturierungsmaschine zur Her-

stellung von Masterwerkzeugen für das Prägen optischer Folien. Die Maschine ist zur Bearbeitung von Flächen bis zu 4 m² bei Schnittzeiten bis zu mehreren Wochen ausgelegt. Ein automatisierter Werkzeugwechsel ist für derartige Anforderungen unerlässlich. Das Fraunhofer IPT nutzte hier seine Erfahrungen mit passiven Justagekonzepten für die Werkzeugaufnahme und erzielt bereits eine mechanische Spanngenauigkeit unterhalb eines Mikrometers. Zwei CCD-Kamera-Messstationen und ein konfokales Mikroskop zur in-situ-Bauteilcharakterisierung erlauben eine prozessbegleitende Qualitätsüberwachung auf höchstem Niveau.

Online-Überwachung für die Mikrostrukturierung

In einem BMWA-geförderten und von der Projektträgerschaft AiF betreuten Projekt (Förderkennzeichen: 13299) charakterisierte das Fraunhofer IPT Diamantzerspanungsprozesse fertigungsbegleitend anhand der physikalischen Größen Körperschall, Kraft und Temperatur. Mit seinen Forschungsarbeiten optimierte das Fraunhofer IPT nicht nur den messtechnischen Ansatz, sondern entwickelte auch neue digitale Signalanalysemethoden, um die hochsensiblen Signale aufzubereiten und den Prozessbedingungen gemäß zu interpretieren.

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

Dipl.-Ing. Christoph Schäfer
Telefon: +49 (0) 2 41/89 04-254
christoph.schaefer@ipt.fraunhofer.de



CHANGE – Veränderungsprozesse vorausschauend planen und umsetzen

Zahlreiche Ursachen können ein Veränderungsprojekt zum Scheitern bringen. Alle diese Ursachen lassen sich jedoch auch aktiv unterbinden oder zumindest erkennen. Geeignete Gegenmaßnahmen dienen dazu, das Projektziel weiter zu verfolgen. Die CHANGE-Systematik zur präventiven Planung und Umsetzung organisatorischer Veränderungsprojekte versetzt Anwender in die Lage, solche Projekte selbstständig ohne externe Beratungsleistung anzugehen.

Beratungsangebote für Veränderungsprozesse sind kostenintensiv, da sie häufig von Externen begleitet werden. Die Unternehmenskulturen haben sich aufgrund der spezifischen Eigenschaften entwickelt und behindern mitunter die Sicht auf Lösungsansätze für anstehende Veränderungen. Doch gerade das Gespür für innerbetriebliche Vorgänge ist ein wichtiger Erfolgsfaktor für

organisatorische Veränderungsvorhaben. Eine zentrale Prämisse bei der Entwicklung der CHANGE-Systematik lautet daher: Hilfe zur Selbsthilfe leisten! In einem Forschungsprojekt entwickelt das Fraunhofer IPT deshalb bis Juli 2006 ein systematisches Vorgehensmodell, integriert klassische und innovative Methoden des Qualitätsmanagements und bereitet die Ergebnisse anwendungsgerecht auf.

Das Vorgehensmodell beschreibt mit seinen fünf Phasen »Entscheidung zur Veränderung«, »Vorbereitung«, »Gestaltung«, »Umsetzung« und »Absicherung« einen generischen Regelkreis zur Implementierung organisatorischer Veränderungen. Ausgangspunkt ist die Frage nach dem zentralen Problem der betrachteten Organisation. Primäres Veränderungsziel ist die Lösung dieses Problems. Ein wirkungsvolles Werkzeug dafür bietet die Theory of Constraints mit dem so genannten »Current Reality Tree«. In der Folge führt die CHANGE-Systematik den Anwender über einen Zielfindungs- und Zielvereinbarungsprozess, den Aufbau einer geeigneten Führungskolalition sowie die Entwicklung eines Kommunikationskonzeptes, mit dem die Veränderung umgesetzt werden kann. In das Vorgehensmodell integriert ist ein Quality-Gates-Konzept. Anhand seiner Reifegradkriterien lässt sich der Fortschritt des Veränderungsprozesses bewerten.

Das Vorgehensmodell mit Anleitungen zur Anwendung der Werkzeuge wird als softwaregestützter Anwenderleitfaden bereitgestellt und befähigt die Mitarbeiter des Unternehmens, ihr Veränderungsprojekt eigenständig zu planen und umzusetzen.



Ihr Ansprechpartner:

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



Konsortial-Benchmarking: Erfolgsmuster im Technologiemanagement

In einem umfassenden Benchmarking-Projekt ermittelte das Fraunhofer IPT gemeinsam mit einem hochkarätigen Industriekonsortium besonders erfolgreiche Ansätze und Konzepte im Technologiemanagement führender europäischer Unternehmen. Im Fokus standen Fragen zum Technologie-Scanning und -Monitoring, zur Bewertung und Auswahl von Technologien, zur Technologieentwicklung und -strategie sowie zum Risk-Management. Aber auch die Organisation des Technologiemanagements, der Technologie-management-Prozess sowie Intellectual Property und Wissensmanagement wurden untersucht.

Zusammen mit den Leitern des Technologie-managements erfolgreicher internationaler Unternehmen ermittelte das Fraunhofer IPT die Erfolgsmuster im Technologiemanagement produzierender Unternehmen. Im Konsortium wirkten die 3M Deutschland GmbH, die Drägerwerk AG, die Endress+Hauser Messtechnik GmbH + Co. KG, die GKN Sinter Metals Service GmbH, die Neumag GmbH & Co. KG, die Schott AG und die Webasto AG mit.

Zum Projektbeginn erarbeiteten die Partner zunächst die aktuellen Herausforderungen im Technologiemanagement. Diese bildeten die Basis für eine detaillierte schriftliche Befragung, an der sich rund 300 Führungskräfte aus dem Technologiemanagement ausgewählter europäischer Unternehmen beteiligten. Die aussichtsreichsten Teilnehmer wurden anhand von Interviews detailliert analysiert und den Konsortialpartnern vorgestellt. Das Konsortium wählte auf dieser Grundlage die fünf besten Unternehmen aus, besuchte diese vor Ort und analysierte ihre Erfolgskonzepte. In allen Fällen bestätigte sich, dass sie auf besonders erfolgreiche Technologie-management-Konzepte setzen und sich zurecht als »Successful-Practice«-Unternehmen bezeichnen können. Für ihre herausragenden Leistungen zeichneten das Konsortium und das Fraunhofer IPT die BMW AG, Ciba Specialty Chemicals Inc., die Infineon Technologies AG, die Linde AG sowie die Océ Printing Systems GmbH aus.

Die Auswertung der Befragung zeigt, dass sich die Erfolgreichen vor allem in vier Bereichen des Technologiemanagements von den übrigen Befragten abheben: Dies sind die Technologiestrategie, das Technologie-Scanning und -Monitoring, die Technologiebewertung und -auswahl, sowie die Organisation des Technologiemanagements. Zu diesen Themen ermittelte das Team um Prof. Günther Schuh neun Erfolgsmuster:

1. Pflichtfach: Technologiestrategie
2. Ein guter Technologiemanager wird nicht von neuen Technologien überrascht.
3. Realisten holen Optimisten ein.
4. Schon in Zeiten der Technologieführerschaft die Kostenführerschaft vorbereiten
5. Technologiebewertung: Diskurs in vier Dimensionen
6. Technologie sucht Urteilsvermögen
7. »Disruptive Technologies« werden in Netzwerken gehandelt.
8. »Corporate Budget« sichert das Zukunftsgeschäft.
9. Wenn kein Wind geht – rudern!

Die erfolgreiche Umsetzung ihres Technologie-managements präsentierten die Sieger auf einer Abschlussveranstaltung in eigenen Vorträgen, die in Diskussionen erläutert wurden. Zum weiteren Erfahrungsaustausch verabredete das Konsortium regelmäßige Workshops über die Projektlaufzeit hinaus.

Ihre Ansprechpartner:

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

Dipl.-Ing. Michael Hilgers
Telefon: +49 (0) 2 41/89 04-2 73
michael.hilgers@ipt.fraunhofer.de



Von den Besten lernen – Der deutsche Werkzeugbau hat Zukunft

Der europäische Werkzeugbau steht einer Vielzahl von Herausforderungen gegenüber, denen er nur durch eine gezielte strategische und technologische Ausrichtung begegnen kann. Das Fraunhofer IPT bietet gemeinsam mit dem WZL der RWTH Aachen als *aachener werkzeug- und formenbau* ein organisatorisches und technologisches Benchmarking an, das alle Prozesse in den Unternehmen beleuchtet und Erfolgsstrategien ermittelt. Auf Basis dieses umfangreichen Kennzahlensystems zeichneten die beiden Institute im Jahr 2005 zum zweiten Mal den besten deutschen Werkzeugbau im Wettbewerb »Excellence in Production« aus.

Der *aachener werkzeug- und formenbau* bietet interessierten Unternehmen bereits seit zwölf Jahren einen Vergleich mit Wettbewerbern der Branche auf der Basis eines umfangreichen Kennzahlensystems. In den vergangenen Jahren wurde das Auswertungsschema noch einmal deutlich erweitert und den aktuellen Gegebenheiten angepasst. So lassen sich heute alle Prozesse eines Unternehmens genau betrachten. Das Instrument »Benchmarking« bietet damit die Chance, Schwachstellen gezielt zu erkennen und Verbesserungen vorzunehmen. Im Zentrum der Betrachtung stehen sowohl strategische und organisatorische Fragen als auch der Technologieeinsatz im Unternehmen.

Die Auswertung erfolgt auf Basis eines umfangreichen Fragebogens sowie eines Besuchs von Experten des *aachener werkzeug- und formenbau* in den Unternehmen. Alle aufkommenden Fragen werden hier diskutiert und ein Eindruck des Unternehmens festgehalten. Durch einen Vergleich mit der Datenbank und dem Wissen um die Strategien der Erfolgreichsten ermitteln das Fraunhofer IPT und das WZL Verbesserungspotenziale, stellen diese vor Ort bei den Unternehmen vor und diskutieren Lösungsvorschläge.

Um einem breiten Kreis von Unternehmen eine Einschätzung ihrer eigenen Leistungsfähigkeit zu geben und um den deutschen und europäischen Werkzeugbau gezielt zu stärken, hat der *aachener werkzeug- und formenbau* im Jahr 2005 bereits zum zweiten Mal den »German Tooling Award« vergeben. Die jährliche Wahl des Siegers basiert zu einem großen Teil auf den Erkenntnissen aus dem Benchmarking und wird von einer hochkarätigen Jury aus Politik, Wirtschaft, Verbänden und Wissenschaft getroffen (siehe Seite 83).

Ihr Ansprechpartner:

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



Ehrung der Sieger im Wettbewerb »Excellence in Production«.



Polierte Formeinsätze für den Werkzeug- und Formenbau

Die Politur von Stahl ist der letzte Schritt in der Bearbeitungsfolge großflächiger Werkzeuge und Formen, wenn schadungsfreie Oberflächen mit hohem Glanz gefordert sind. Umfassende Grundlagen für eine höhere Transparenz und Effizienz dieses aufwändigen Prozessschritts erarbeitet das Fraunhofer IPT seit einigen Jahren in einem DFG-geförderten transregionalen Sonderforschungsbereich (SFB/TR4). Die durch die individuelle Erfahrung des Einzelnen charakterisierte Endbearbeitung lässt sich so standardisieren und optimieren.

Durch die systematische Analyse der Einflussparameter bei der Politur von Stahl werden die relevanten Stellgrößen für das Bearbeitungsergebnis ermittelt. Auf diese Weise lässt sich, abhängig von Werkstoff und Vorbearbeitungszustand, ein optimaler Polierprozess für den jeweiligen Anwendungsfall gestalten. Oberstes Ziel ist eine ausreichende Prozesssicherheit bei Einhaltung der geforderten Qualitätskriterien.

So konnte beispielsweise gezeigt werden, dass für die Höhe des Materialabtrags nicht die zugrunde liegende Werkstückhärte maßgebend ist, sondern das Werkstoffgefüge sowie die Art und Größe der darin eingelagerten Karbide. Die Karbide beeinflussen außerdem die erreichbare Oberflächengüte. Dieses komplexe Wechselspiel der Systempartner im Wirkspalt bestimmt letztendlich die Höhe des Materialabtrags und damit das Polierergebnis.

Das Verständnis der technologischen Wechselwirkungen ist zudem die wichtigste Voraussetzung für die Etablierung automatisierter Polierprozesse, die das Fraunhofer IPT in Zusammenarbeit mit industriellen Partnern entwickelt. Der hohe manuelle Aufwand in der Endbearbeitung des Werkzeug- und Formenbaus lässt sich dadurch deutlich reduzieren. Entscheidend ist hier nicht nur die technologische Eignung, sondern auch die Wirtschaftlichkeit derartiger neuer Prozessketten unter Berücksichtigung der Anlagen- und Betriebskosten.

Ihr Ansprechpartner:

Dr.-Ing. Olaf Dambon
Telefon: +49 (0) 2 41/89 04-1 37
olaf.dambon@ipt.fraunhofer.de

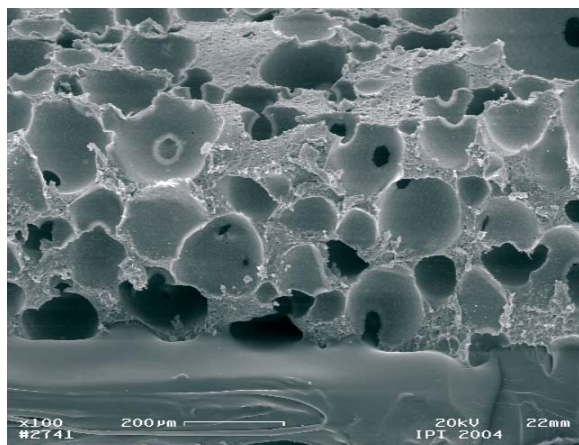
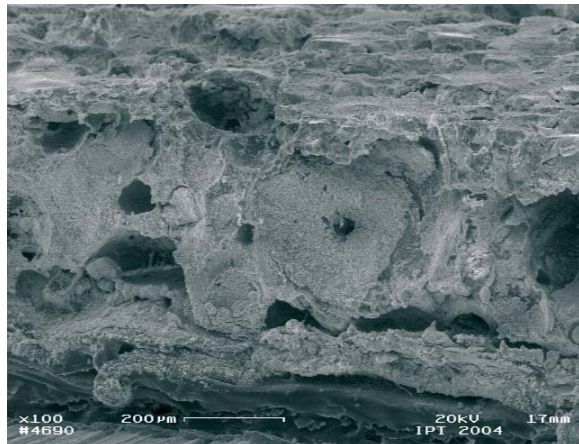


Gefräste und automatisch polierte Freiformfläche.



Politur optischer Gläser

Die Herstellung optischer Komponenten aus Glas fordert Oberflächenrauheiten im Subnanometerbereich und höchste Geometriegenauigkeiten. Der Trend bei der Fertigung von Hochleistungsoptiken geht außerdem hin zu schnelleren Rüst- und Polierzeiten. Das Fraunhofer IPT erarbeitete in zahlreichen anwendungsorientierten Forschungsprojekten die Grundlagen, um die Politur optischer Gläser reproduzierbarer und effizienter zu gestalten.



Neuer und eingesetzter Polierbelag (PU-Schaum).

In vorangegangenen Projekten zeigte das Fraunhofer IPT bereits die grundsätzlichen Wirkzusammenhänge der Mechanik und Chemie bei der Politur optischer Gläser. Die Forschungsarbeiten des Jahres 2005 fokussierten nun die Vorgänge im Wirkspalt. Im Vordergrund stand die Frage, mit welchen Glaseigenschaften oder Zusammensetzungen sich reproduzierbar gute Polierergebnisse erzielen lassen und welche Eigenschaften zu einem Polierversagen führen. Die damit verbundenen Anforderungen der Industrie definierte der projektbegleitende Ausschuss namhafter Industrievertreter des Deutschen Industrieverbandes für optische, medizinische und mechatronische Technologien e.V. Spectaris in Kooperation mit dem Fraunhofer IPT und dem Institut für Gesteins-hüttenkunde der RWTH Aachen. Die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen »Otto von Guericke« e.V. (Förderkennzeichen: 18582N) förderte die Forschungsarbeiten.

Ziel der Arbeiten war es, Strategien zu entwickeln, um bereits instabile Poliersysteme wieder in ein reproduzierbares Arbeitsfenster zu überführen. Hier ermittelte und analysierte das Fraunhofer IPT zunächst Einflussgrößen wie Polierbelag und -suspension sowie Glassorte in ihren Wechselwirkungen. Als wichtigstes Kriterium für die Qualität und Reproduzierbarkeit wurde die Energie- und Leistungsbilanz der Polierprozesse identifiziert. Diese Kriterien korrelieren mit Veränderungen der chemischen Zusammensetzung der Poliersuspension und einem Polierbelagverschleiß. Auf Basis dieser Ergebnisse ließen sich technische Handlungsempfehlungen ableiten, die die Reproduzierbarkeit bei der Politur optischer Gläser erhöhen.

Für 2006 ist ein Anschlussvorhaben mit dem Schwerpunkt der Prozesskontrolle bei der Politur optischer Gläser geplant.

Ihr Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. (FH) Udo Schneider
Telefon: +49 (0) 2 41/89 04-143
udo.schneider@ipt.fraunhofer.de



Einsatz der ELID-Technologie beim Keramikscheifen

Präzisionsoptiken, wie sie zum Beispiel in der Lasertechnik eingesetzt werden, sind heute nur mit großem Aufwand herzustellen. Eine viel versprechende technische Lösung für die Massenproduktion hochpräziser optischer Komponenten ist das Präzisionsblankpressen. Unbeschichtete keramische Formeinsätze erlauben hier höhere Prozesstemperaturen und erweitern durch den Einsatz neuer Materialien das Produktspektrum.

Das Verbundprojekt »Präzisionsformen – Hochgenaue Formeinsätze für die Glasabformung« (Förderkennzeichen: IN 4072) wird durch das BMWA im Förderprogramm »InnoNet – Förderung von innovativen Netzwerken« unterstützt. Der Projektträger ist die VDI/VDE-Technologiezentrum Informationstechnik GmbH.

In diesem Forschungsprojekt entwickelt das Fraunhofer IPT gemeinsam mit sieben Industrieunternehmen und einer weiteren Forschungseinrichtung neue Technologien zur Herstellung ultrapräziser Formeinsätze für das Präzisionsblankpressen. Der Fokus der Forschungsarbeiten richtet sich dabei auf den Einsatz einer neuen In-Prozess-Abrichttechnologie, das so genannte »ELID-Schleifen« (Electrolytic in-process dressing).

Mit dieser Technologie lassen sich optische Oberflächen durch Schleifbearbeitung erzeugen. Das Verfahren reduziert besonders den nachfolgenden Polieraufwand bei komplexen Komponenten aus Stahl und Keramik erheblich und verringert dabei Form- und Oberflächenfehler.

Beim ELID-Schleifen werden metallgebundene Werkzeuge direkt während des Schleifvorgangs geschärft. Dies gewährleistet den kontinuierlichen Einsatz von Werkzeugen mit Feinstkörnungen. Tiefgehende Grundlagenversuche zum Verschleiß- und Materialverhalten am Fraunhofer IPT bilden dabei die Basis, um den Prozess des ELID-Feinstschleifens von Keramikbauteilen unter industriellen Bedingungen erfolgreich zu beherrschen.

Ihr Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Alexander Grüntzig M.S.
Telefon: +49 (0) 2 41/89 04-2 41
alexander.gruentzig@ipt.fraunhofer.de



Hochpräzise keramische Formeinsätze.



CerMo – Werkzeuge mit keramischen Formeinsätzen für die Glasabformung

Das Fraunhofer-Demonstrationszentrum »Avan-
cer« erarbeitet als Verbund aus sieben Fraunhofer-
Instituten marktfähige Lösungen zur Herstellung,
Bearbeitung und Systemintegration von Hoch-
leistungskeramiken (siehe Seite 73). In verschie-
denen Teilprojekten entwickeln die Institute
Demonstratoren, die die Potenziale keramischer
Komponenten in verschiedenen Anwendungs-
feldern verdeutlichen. Hierzu zählen die Herstel-
lung und Qualifizierung keramischer Komponen-
ten wie Fräswerkzeuge zur Schruppbearbeitung,
Heizsysteme und Formeinsätze für die Glasabfor-
mung – letzteres federführend am Fraunhofer IPT.

Komplex geformte optische Komponenten aus
Glas werden heute durch hochpräzise Glas-
abformprozesse hergestellt. Die Qualität der
Formwerkzeuge ist dabei von entscheidender
Bedeutung. Sie müssen nicht nur extrem hohen
Anforderungen an Formgenauigkeit und Ober-
flächengüte genügen. Die Formwerkstoffe
müssen auch die passenden physikalischen und
chemischen Eigenschaften aufweisen. Kerami-
sche Werkstoffe bieten aufgrund ihrer hohen
Beständigkeit gegenüber Korrosion, thermischer
Wechselbeanspruchung, abrasivem Verschleiß und
Oxidation ein großes Potenzial für den Einsatz als
Formeinsätze.



Keramische Pressplatten für Abformuntersuchungen.

Im Teilprojekt »CerMo – Entwicklung eines Ab-
formwerkzeugs mit keramischen Formeinsätzen
zur präzisen Glasabformung« entwickelt das
Fraunhofer IPT ein Abformwerkzeug, in dem voll-
keramische Formeinsätze ohne Antihafbeschich-
tung in hochpräzisen Glasabformprozessen zum
Einsatz kommen. Dabei werden unterschiedliche
keramische Werkstoffe gezielt hinsichtlich Be-
arbeitbarkeit und Einsatzverhalten im Abform-
prozess untersucht.

Vom Werkstoff über die Fertigung bis zur Charakterisierung

Während sich das Fraunhofer IKTS mit der Her-
stellung der Werkstoffe befasst, untersucht das
Fraunhofer IPT die Bearbeitung durch unterschied-
liche Vor- und Finishbearbeitungstechniken wie
laserunterstütztes Drehen, Ultrapräzisionsschleifen
und Polieren. Analyseverfahren, wie Hoch-
frequenz-Ultraschalluntersuchungen, Wärmewel-
lenmikroskopie und AFM/AFAM erarbeitet das
Fraunhofer IZfP. Das Fraunhofer LBF bestimmt
anhand von Beanspruchungsanalysen zur Bau-
teilstabilität den Bearbeitungszustand und die
Materialeigenschaften. In abschließenden Ab-
formuntersuchungen testen das Fraunhofer IWM
das Kontaktverhalten und das Fraunhofer IPT das
Einsatzverhalten der Werkzeuge beim Präzisions-
blankpressen. Eine erste Phase des Projekts diente
zur Auswahl der Werkstoffe und Bearbeitungs-
technologien. In der anschließenden zweiten
Projektphase wird nun anhand der gewonnenen
Erkenntnisse ein Demonstratorbauteil entwickelt,
gefertigt und im Einsatz erprobt.

Ihre Ansprechpartner:

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

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



Schleifbearbeitung keramischer Werkzeugformeinsätze für die Blechumformung

Im InnoNet-Projekt »KeraForm – Entwicklung keramischer Hochleistungsformeinsätze für die Blechumformung« (Förderkennzeichen: IN-3544) entwickelt das Fraunhofer IPT das ultraschall-unterstützte Schleifen, die laserunterstützte Zerspanung mit definierter Schneide sowie das Koordinatenschleifen für die geometrieflexible Formgebung von gesinterter Hochleistungs-keramik.

und realen Umformversuchen gewonnen werden, führt das Fraunhofer IPT eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung durch.

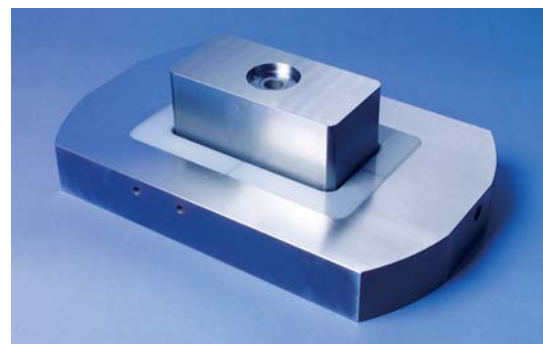
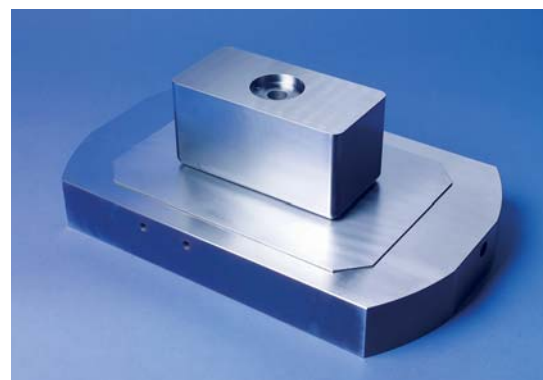
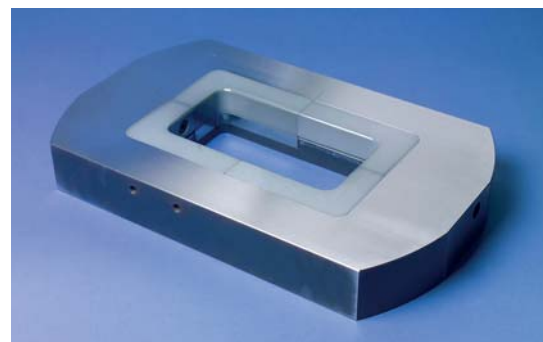
Ihr Ansprechpartner:

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

In einem interdisziplinären Team entwickelt das Fraunhofer IPT gemeinsam mit seinen Projektpartnern nichtrotationssymmetrische keramische Werkzeugeinsätze für Tiefziehprozesse, die das Standzeitvermögen konventioneller Umformwerkzeuge um ein Vielfaches erhöhen.

Grundlegende Untersuchungen zu den einzelnen Hartbearbeitungstechnologien und -prozessen zeigten, dass sich Formgenauigkeit und Oberflächenqualität der Werkzeuge sowie das maximale Zeitspanvolumen nicht nur anhand der singulären Einflüsse der Stellgrößen verbessern lassen. Auch die entsprechenden Wechselwirkungen müssen berücksichtigt werden. Das Fraunhofer IPT untersuchte darauf aufbauend den Einfluss der Prozessstrategie bei der Erzeugung komplexer Geometrieelemente. Dazu dienten konventionelle Routinen von CAD/CAM-Programmen, die auf das im Vergleich zur Fräsbearbeitung von Metallen enge Parameterfeld des Schleifprozesses von Hochleistungskeramik angepasst wurden. Die normierte Betrachtung der Zusammenhänge zwischen Prozesseingangs- und -ausgangsgrößen bei der Geometrierzeugung erlaubt jetzt, eine geeignete Hartbearbeitungstechnologie auszuwählen.

Anhand der bisher gewonnenen Erkenntnisse sollen im letzten Projektabschnitt Werkzeuge mit keramischen Formeinsätzen hergestellt werden. Die Anwender des Umformprozesses, die WMF AG, die P. C. Turck Produktions- und Verwaltungs-GmbH und die BMW AG, können diese später im Produktionsprozess einsetzen. Auf der Basis von Daten, die anhand von Interviews mit den Industriepartnern, Untersuchungen zur Hartbearbeitung



Tiefziehwerkzeug mit keramischen Formeinsätzen.



Ultrapräzisionsbearbeitung von Stahl mit schwingungsunterstützten Diamanten

Mit ultraschallunterstützten monokristallinen Diamantwerkzeugen lassen sich komplexe und hochpräzise Konturen in Stahlwerkstoffen herstellen. Einsatzgebiete finden sich in der Herstellung von Werkzeugen zur Replikation optischer Komponenten aus Kunststoff und Glas, bei automobilen Komponenten sowie klassischen Maschinenelementen. Zur flexiblen Bearbeitung kleiner und mittlerer Serien bietet das Verfahren eine sinnvolle Alternative zur zeitaufwändigen Prozesskette des Schleifens und Polierens.

Im EU-geförderten GROWTH-Projekt »NanoSteel – Process Chain and System Development for the Manufacture of Ultra-Precision Steel Components« (Förderkennzeichen: G1RD-CT-2002-00767) entwickelte das Fraunhofer IPT die Technologie der ultraschallunterstützten Drehbearbeitung zur Herstellung ultrapräziser Stahlkomponenten weiter. Die Untersuchungen konzentrierten sich auf Stahlwerkstoffe im Härtebereich von 43 bis 56 HRC.

Bei einer Arbeitsfrequenz des monokristallinen Diamanten von 40 kHz identifizierte das Fraunhofer IPT ein optimales Prozessparameterfenster in Bezug auf Standweg und Bauteilqualität bei geringer Eingriffsdauer und Eintrittsgeschwindigkeit von Werkstück und Werkzeug pro Schwingungszyklus. Diese neuen Parameter ergaben sich aus einer analytischen Betrachtung des Zerspanprozesses und werden herangezogen, um die erforderliche Werkzeugamplitude und die Rotationsgeschwindigkeit des Werkstücks abzuleiten. Der Standweg der Diamantwerkzeuge konnte je nach bearbeitetem Werkstoff um den Faktor 50 bis 100 gesteigert werden. Dies entspricht einer Drehlänge von mehr als 5 000 m. Die erzielten Oberflächenrauheiten lagen im Bereich von 15 bis 30 nm Ra und wiesen damit nahezu optische Oberflächenqualität auf. Gleichzeitig verfügten die Bauteile über hervorragende Formgenauigkeiten im Submikrometerbereich.

Im Hinblick auf die Integration eines Werkzeugsystems für Endanwender entwickelte das Fraunhofer IPT ein Ultraschallsystem, das direkt bei den industriellen Projektpartnern zum Einsatz kommen kann. Geeignet für die hochpräzise schwingungsunterstützte Zerspanung sind Präzisions- und Ultrapräzisionsmaschinen. Zusätzlich integrierte das Fraunhofer IPT ein Messsystem, mit dem sich Werkzeugfrequenz und -amplitude regeln lassen, um während der Bearbeitung Dämpfungseffekte auf die Schwingung zu kompensieren.

Ihr Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Michael Heselhaus
Telefon: + 49 (0) 2 41/89 04-1 22
michael.heselhaus@ipt.fraunhofer.de



Optischer Formeinsatz aus Stahl (X42Cr13; 1.2083).



Zerspanung von Metal Matrix Composites

Metal Matrix Composites (MMC) zeichnen sich durch einmalige Eigenschaftskombinationen aus: Sie sind nur halb so schwer wie Stahl, dreimal steifer als Aluminium und annähernd so hart wie Keramik. Um den Einsatz von MMC weiter zu verbreiten, gilt es vor allem den Fertigungsprozess zu beherrschen. Im DFG-geförderten Projekt »Grundlagen zur spanenden Bearbeitung pulvermetallurgischer Verbundwerkstoffe« (Förderkennzeichen: KL 500/41) erforscht das Fraunhofer IPT die grundlegenden Vorgänge bei der Zerspanung, um eine möglichst allgemeingültige Wissensbasis aufzubauen.

Das Projekt legt einen besonderen Schwerpunkt auf die Modellierung des Zerspanvorgangs und erforscht vor allem Materialtrennmechanismen wie Rissinitiierung und Versagensmechanismen. Dazu dienen Versuche, die beispielhaft an einem Aluminium/Siliziumkarbid-Verbundwerkstoff, Al 6061(AlMg1SiCu)/SiC-F600, durchgeführt werden. Als Prozessparameter werden nicht nur der Werkstoff und die Werkzeuge hinsichtlich Schneidstoff und Geometrie variiert, sondern auch die Maschinenstellgrößen beim Fräsen.

Die vorläufigen Ergebnisse der Untersuchungen zeigen, dass die Zerspanung von MMC besondere Anforderungen an die Prozessauslegung und -führung stellt. Die eingesetzten Werkzeuge unterliegen hohen mechanischen und thermischen Beanspruchungen. Daher muss nicht nur die hohe Härte der eingelagerten Partikel berücksichtigt werden, sondern auch die Restporosität des Werkstoffs von etwa 10 Prozent. Sie ist neben der hohen abrasiven Wirkung des Verstärkungsmaterials ein Grund dafür, dass der Verschleiß der Werkzeuge höher ist als bei dichten Werkstoffen.

Grundsätzlich lassen sich bei der Bearbeitung von MMC ausschließlich mit Diamant-Werkzeugen qualitativ und wirtschaftlich zufriedenstellende Ergebnisse erzielen. Aufgrund der höheren Verschleißfestigkeit empfehlen sich Werkzeuge aus grobkörnigem polykristallinem Diamanten. Die Schnittgeschwindigkeiten müssen im Vergleich zur Bearbeitung von Aluminiumlegierungen geringer angesetzt werden. Bei der Endbearbeitung hingegen ist ein höherer Werkzeugverschleiß zugunsten einer qualitativ besseren Oberflächengüte in Kauf zu nehmen.

Ihr Ansprechpartner:

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



MMC-verstärkte Zylinderlaufflächen im Motorblock (Quelle: Ceramtec).



Laserstrahlschweißen komplexer Bauteile – schnell, gut und günstig auch bei kleinen Losgrößen

Robotergeführte Handhabungssysteme für das Laserstrahlschweißen komplexer 3D-Bauteile werden bis heute nahezu ausschließlich in der Großserienfertigung eingesetzt. Der Grund dafür ist der hohe Aufwand für die Roboterprogrammierung und für die Ermittlung der geeigneten Prozessparameter. Aus Kostengründen kann dieser Prozess nur in Ausnahmefällen bei Kleinserien zum Einsatz kommen. Um die Vorteile des Laserschweißens und der Roboterführung auch bei kleinen Losgrößen zu nutzen, müssen die genannten Aufwände auf ein Minimum reduziert werden.

Dieser Herausforderung trat das Fraunhofer IPT im europäischen CRAFT-Forschungsprojekt »SenseLasBot« (Förderkennzeichen: CRAFT-1999-71322, Laufzeit: 04/2003 bis 03/2005) entgegen: Das internationale Konsortium des Projekts bildete das Fraunhofer IPT zusammen mit drei weiteren Forschungseinrichtungen, Herstellern von Roboter- und Sensorsystemen sowie Unternehmen der Metall verarbeitenden Industrie.

Ziel war es, ein Robotersystem mit minimalem Einrichtaufwand für das Laserschweißen zu entwickeln. Verwirklicht wurde dies vor allem durch die Integration optischer Sensoren in die Steuerung des Systems und durch eine Prozessparameterdatenbank. Mit der neu entwickelten Software »24Laser« lassen sich nun komplexe Nahtgeometrien automatisiert programmieren.

Die Programmierung erfolgt unter Einsatz eines Lichtschnittsensors, so dass Justagefehler aufgrund geometrischer Unterschiede des CAD-Modells und des Realbauteils ausgeschlossen werden. Positionsfehler, die durch thermischen Verzug oder einen Austausch der Bauteile entstehen, werden in Echtzeit erfasst und durch das System automatisch korrigiert. Indem die Bahngeometrie ein weiteres Mal abgefahren wird, kann der adaptierte Lichtschnittsensor auch zur Qualitätskontrolle eingesetzt werden. Zur zusätzlichen Prozessüberwachung und -regelung kann ein weiterer Sensor das Prozessleuchten erfassen.

Das Fraunhofer IPT ermittelte in zahlreichen Schweißversuchen die Nahtqualität der Laserschweißnähte im Vergleich zu den eingestellten Prozessparametern. Die Versuchsergebnisse wurden in einer Datenbank hinterlegt und erlauben es jetzt, geeignete Prozessparameter unmittelbar auszuwählen, ohne weitere Vorversuche durchführen zu müssen. Anhand zweier Demonstrationsbauteile konnte die Überlegenheit des prototypischen Robotersystems nachgewiesen werden.

Ihr Ansprechpartner:

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



Erweiterung der Prozessgrenzen beim Laserstrahllöten von Aluminium

Das Laserstrahllöten von Aluminium befindet sich im Gegensatz zum serienreife und breit industriell eingesetzten Laserstrahllöten von Stahl noch in seinen Anfängen. Glatte Lötnahte und kantenfreie Nahtübergänge an gefügten Aluminiumbauteilen direkt und ohne lange Nacharbeiten lackieren zu können, wünschen sich nicht nur die Automobilhersteller. Das Fraunhofer IPT entwickelt die Laserstrahlloßtechnologie weiter und erweitert damit die Prozessgrenzen für den sicheren industriellen Einsatz.

Der geringe Nachbearbeitungsaufwand laserstrahlgelöteter Nähte mit optisch ansprechenden Oberflächen und Nahtübergängen sowie die Reduzierung der thermischen Werkstoffschädigung und des Bauteilverzugs senken die Kosten für die Fertigung. Doch der Werkstoff Aluminium weist eine viermal höhere Wärmeleitfähigkeit als Stahl auf und wird zudem von einer chemisch und thermisch höchst resistenten Oxidhaut umgeben. Die Differenz der Schmelztemperaturen von Grund- und Lotwerkstoffen ist hingegen minimal. Diese Werkstoff- und Prozesscharakteristika behindern beim Laserlöten die Benetzung und Diffusion, was wiederum die Nahtqualität und -festigkeit negativ beeinflusst. Ziel des DFG-geförderten Projekts »FokusLöt« (Förderkennzeichen: 235241) ist es deshalb, die Prozessgrenzen beim Laserlöten von Aluminiumwerkstoffen deutlich zu erweitern.

Um ein tiefgehendes Prozessverständnis für das Laserstrahllöten zu gewinnen, führt das Fraunhofer IPT Grundlagenuntersuchungen durch und stützt diese durch Simulationen der zeitlichen und räumlichen Ausbreitung der Wärmeenergie. Sowohl die Benetzung als auch die Diffusion sind temperaturabhängig und lassen sich daher über eine angepasste Wärmeenergieverteilung deutlich verbessern. Die Energieverteilung kann sowohl durch eine gezielte Variation der Intensität im Brennfleck erfolgen, als auch durch eine Modifikation der Brennfleckgeometrie.

Auf diese Weise lässt sich Aluminium unter vollständigem Verzicht von Flussmittel löten: Ein Laserstrahl mit höchster Intensität erhöht dazu die Benetzungsfähigkeit des Lots. Ein zweiter Laserstrahl mit geringer Intensität bringt die Wärmeenergie für den eigentlichen Fügeprozess ein. Der Verzicht auf hochkorrosive und gesundheitsgefährdende Flussmittel bietet hier große ökonomische und ökologische Vorteile.

Ihre Ansprechpartner:

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

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



Laserstrahllöten von Aluminiumblechen.



Lasersintern von Wolframkarbid mit Kobalt-Bindephasen

Hartmetallwerkzeuge und -werkstücke werden konventionell durch Sintern hergestellt. Dabei ist der Einsatz formgebender Werkzeuge erforderlich. Durch den schichtweisen Materialauftrag und die anschließende lokale Verfestigung entfällt beim Lasersintern der Einsatz von Formen. Das Lasersintern ist damit besonders interessant für die Entwicklung und Produktion komplexer Werkzeuge und Werkstücke aus Hartmetall.

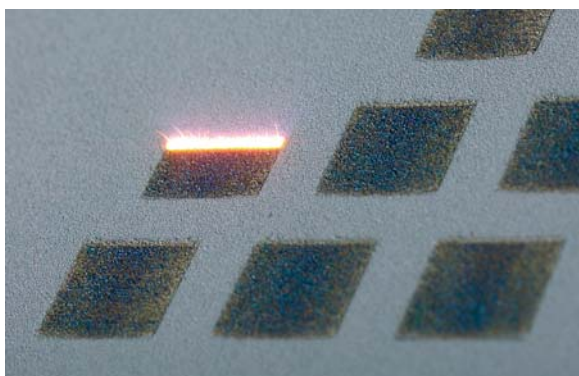
Das Lasersintern ist ein pulvermetallurgischer Prozess. Die lokale Verfestigung des Pulvers erfolgt durch Laserstrahlung in einem sehr kurzen Zeitraum. Durch den schichtweisen Aufbau der Werkstücke eignet sich dieses Verfahren vor allem für komplexe Geometrien. Das Fraunhofer IPT untersucht in einem DFG-geförderten Projekt (Förderkennzeichen: BE 2542/3) das Kurzzeit-Flüssigphasensintern von Wolframkarbid mit Kobalt-Bindephasen durch Laserstrahlung.

Mit dem Ziel, ein umfassendes Prozessverständnis aufzubauen, wird zunächst das Fließverhalten verflüssigter Kobaltpartikel und das Benetzungsverhalten an Wolframkarbid analysiert. Auf Basis dieser Erkenntnisse sintert das Fraunhofer IPT einfache Probegeometrien. Diese werden dann hinsichtlich ihrer Kennwerte »Relative Dichte«, »Härte«, »Biegebruchfestigkeit« und »Oberflächenrauheit« untersucht.

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen, dass vor allem der Ausgangswerkstoff und die Laserleistung das Sinterergebnis beeinflussen. Andere wichtige Prozessparameter sind Scangeschwindigkeit, Linienabstand und Schichtdicke. Im weiteren Verlauf der Forschungsarbeiten analysiert das Fraunhofer IPT den Einfluss der einzelnen Prozesseinflussgrößen auf die genannten Werkstoff- und Bauteilkennwerte und fertigt Werkstücke für einen späteren industriellen Einsatz.

Ihr Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Thorsten Gläser
Telefon: +49 (0) 2 41/89 04-1 29
thorsten.glaeser@ipt.fraunhofer.de



Lasergesinterte Bauteile aus WC-Co.



Fehler minimieren und Genauigkeiten steigern – mit Simulation zur strukturoptimierten Konstruktion

Das Ergebnis der Neukonstruktion von Werkzeugmaschinen und deren Baugruppen bestimmt entscheidend den Erfolg oder Misserfolg eines Werkzeugmaschinenherstellers. Gerade heute sind immer öfter höchste Präzision und kürzere Entwicklungszeiten gefordert. Daher können Vorhersagen zum Maschinenverhalten auf Basis von Simulationsberechnungen nicht nur Fehler vermeiden und Entwicklungsschritte einsparen, sondern auch Genauigkeiten verbessern und so die Wertigkeit von Baugruppen deutlich erhöhen. Das Fraunhofer IPT setzt hierfür seit Jahren auf konstruktionsbegleitende Simulationsprogramme.

Hersteller von Produktionsmaschinen können die Erfahrung des Fraunhofer IPT nutzen, um erwünschte und unerwünschte Schwingungen von Einzelkomponenten, Baugruppen und Maschinen konstruktionsbegleitend zu verifizieren und noch in der Entwicklungsphase zu beeinflussen. Das Fraunhofer IPT führt dazu im Kundenauftrag Simulationsrechnungen durch oder berät den Auftraggeber auf Basis qualifizierten Methodenwissens.

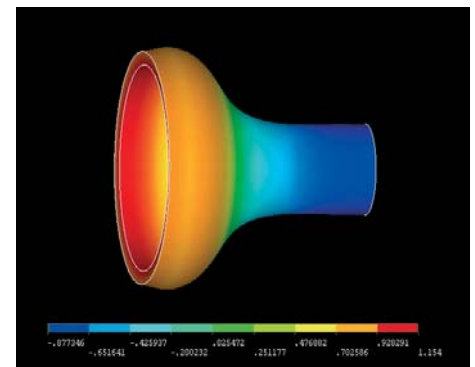
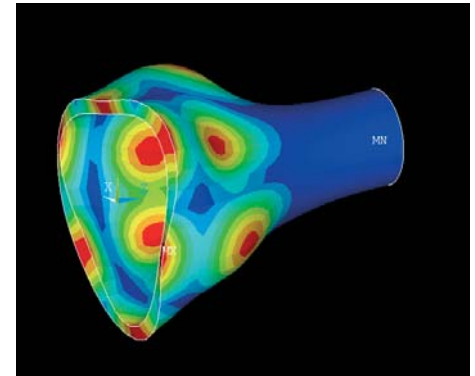
Ihr Ansprechpartner:

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

Ultraschallschleifen – Auslegung eines hochfrequent schwingenden Festkörpers

Im InnoNet-Verbundprojekt »SuperSonic« (Förderkennzeichen: IN 4046) entwickelt das Fraunhofer IPT gemeinsam mit Industriepartnern eine ultraschallunterstützte Schleifspindel. Diese nutzt nicht nur die konventionelle Rotationsbewegung, sondern auch eine hochfrequente Schwingung des Werkzeugs, um den Abtrag zu steigern. Eine Aufgabe des Fraunhofer IPT im BMWA-geförderten und durch die Projektträgerschaft VDI/VDE-IT betreuten Projekt »SuperSonic« ist es, einen Resonanzschwinger mit der Methode der Finiten Elemente (FEM) auszulegen.

Die Abstimmung von Festkörperschwingungen erfolgt nach der Fertigung aller Einzelkomponenten üblicherweise hauptsächlich manuell und stark iterativ. Im Projekt führte die Simulation der Komponenten sowohl einzeln als auch im Verbund dazu, dass sich die Verformungen der Festkörper diskreten Frequenzen zuordnen und sichtbar machen ließen. Das gewünschte Schwingungsverhalten wurde bei vorgegebener Nennfrequenz von 20 kHz unmittelbar am Rechner eingestellt, indem ausgewählte Geometrieparameter der Bauteile angepasst wurden. Zeitaufwändige Iterationsschritte am Prüfstand ließen sich dadurch um rund 35 Prozent reduzieren.



Transversaler Schwingungsmod (oben) und mittels FEM optimierter longitudinaler Schwingungsmod einer Topfschleifscheibe (unten).



Entwicklung und Optimierung einer hydrostatischen Schleifspindel mit hoher Drehzahl

Hydrostatische Spindeln weisen exzellente dämpfende Eigenschaften auf und können sehr hohe Steifigkeiten erreichen. Der Drehzahlbereich ist allerdings aufgrund von Reibungsverlusten begrenzt. Für eine Erweiterung des Drehzahlbereichs setzt das Fraunhofer IPT die Finite-Elemente-Methode ein. Damit ist es möglich die Strömung innerhalb von hydrostatischen Lagertaschen von schnelllaufenden Spindeln zu charakterisieren und so die Lagerstasche hinsichtlich des Reibungsverhaltens zu optimieren.

Präzision trotz hoher Relativgeschwindigkeit

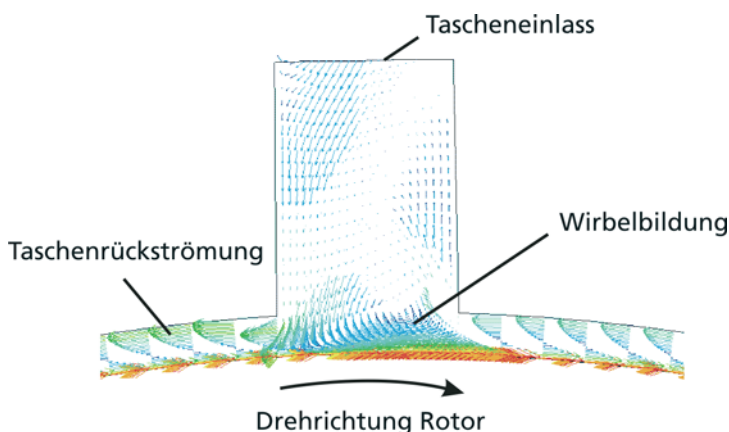
Im BMBF-geförderten und durch das Forschungszentrum Karlsruhe (PTKA) betreuten Verbundprojekt »SonicPrecision« (Förderkennzeichen: 02PW2171) entwickelt das Fraunhofer IPT mit Industriepartnern eine vollhydrostatisch gelagerte Drehmaschine mit integriertem ultraschallunterstütztem Drehwerkzeug. Das Fraunhofer IPT befasst sich dabei mit der Auslegung von Lagertaschen für eine hydrostatisch gelagerte Werk-

stückspindel, die Drehzahlen bis zu 7 000 U/min erzielen soll. Bisher wurden hydrostatische Lagertaschen quasi-statisch ausgelegt: Strömungsmechanische Effekte, die aus Relativgeschwindigkeiten zwischen Rotor und Lagertasche resultieren, konnten dabei nicht oder nur unzureichend berücksichtigt werden. Eine erweiterte FEM-Simulation, die auch dynamische Effekte einbezieht, führte zu neuen, grundlegenden Erkenntnissen. Die Auslegung der hydrostatischen Rotorlagerung verbesserte sich deutlich. Den Erkenntnisgewinn setzte das Fraunhofer IPT in angepasste Lagergeometrien um, die für den gewünschten Drehzahlbereich geeignet sind.

Das Fraunhofer IPT erweitert laufend seine Auslegungssoftware für wälzgelagerte, hydrostatische und aerostatische Lagerungen. Dadurch stehen Industriepartnern in bilateralen Projekten leistungsfähige Auslegungstools zur Verfügung, die dazu beitragen können, ihre Produkte zu verbessern.

Ihr Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Markus Winterschladen
Telefon: +49 (0) 2 41/89 04-400
markus.winterschladen@ipt.fraunhofer.de



Strömung in einem Radiallager.



Charakterisierung von Produktionsmaschinen

Steigende Ansprüche an die Präzision von Bauteilen und wachsender Kostendruck fordern von Unternehmen, Schwachstellen von Produktionsmaschinen gezielt zu beseitigen. Direkte Messverfahren helfen, diese Schwachstellen zu identifizieren. Das Fraunhofer IPT verfügt über Know-how und modernste Messsysteme, um statische, dynamische und thermische Maschineneigenschaften zu charakterisieren und zusammen mit dem Kunden gezielt in Verbesserungen umzusetzen. So lassen sich etwa mit einem Laserinterferometer Positioniergenauigkeit, Winkelabweichung, Geradheit und Rechtwinkligkeit der Maschinenachsen nach ISO 230-2 bestimmen.

Charakterisierung der dynamischen Eigenschaften von Fräszentren

In mehreren Industrieprojekten bestimmte das Fraunhofer IPT die statischen Nachgiebigkeiten sowie die Nachgiebigkeitsfrequenzgänge von Fräszentren, die in der Großserienproduktion eingesetzt werden, und identifizierte dabei kritische Resonanzfrequenzen. Zusätzlich wurden Bearbeitungsfrequenzgänge aufgenommen, so dass die kritischen Prozessschritte ermittelt werden konnten. Die Messungen dienten als Ausgangspunkt für eine gezielte und systematische Anpassung der eingesetzten Fräswerkzeuge hinsichtlich Geometrie und Teilung. Durch die zusätzliche Abstimmung der Prozessparameter ließen sich die Erregungsfrequenzen für einzelne Prozessschritte reduzieren. So verringerte sich der Verschleiß an Maschinenbauteilen und Werkzeugen deutlich und durch kürzere Taktzeiten sanken die Stückkosten.

Kinematische Charakterisierung von Werkzeugmaschinen durch den Kreisformtest

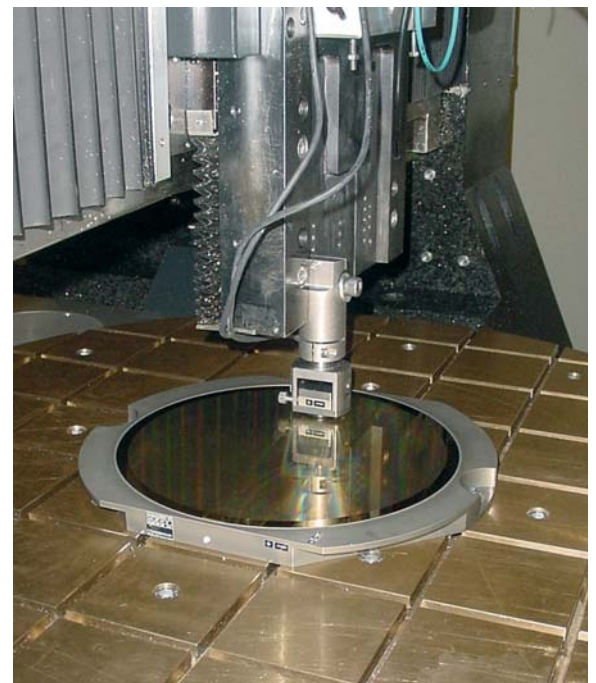
Anhand eines Kreisformtests mit einem Heidenhain KGM 182 Kreuzgitter, das eine Teilungsperiode von 4 µm besitzt, bestimmte das Fraunhofer IPT das kinematische Verhalten, also das Zusammenspiel mehrerer Achsen, an einer Ultrapräzisionsfräsmaschine. Mit dieser Methode

lässt sich nicht nur die Ausrichtung der Achsen zueinander schnell und sehr genau überprüfen, sondern auch die Qualität der Führungen und steuerungstechnische Einstellungen. Mit den Messergebnissen verbesserte das Fraunhofer IPT die Einstellung der Steuerung und steigerte die Maschinengenauigkeit soweit, dass die Maschine für die Produktion von Ultrapräzisionsteilen zugelassen wurde.

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



Kreisformtest zur Charakterisierung der dynamischen Bahngenauigkeit.



Adaptronik in Werkzeugmaschinen

Aktive adaptronische Komponenten überzeugen durch ihre strukturkonforme Integration in mechanische Aufbauten. Gleichzeitig übernehmen sie sensorische, aktorische und lasttragende Eigenschaften. Durch diese Multifunktionalität ergeben sich neue Lösungskonzepte für die Schwingungskompensation, Active-Noise-Control, die strukturintegrierte Schadensüberwachung oder die Feinpositionierung. Besonders interessant sind diese Komponenten daher im Automobilbau, in der Produktionstechnik sowie in der Optik und Medizintechnik.

Adaptronik in Feinbohrwerkzeugen kompensiert Schwingungen und Formfehler

Mit dem Projekt »IntiBo« fördert die DFG im Schwerpunktprogramm »Adaptronik für Werkzeugmaschinen, SSP 1156« Arbeiten des Fraunhofer IPT über mechatronische und regelungstechnische Grundlagen der Integration adaptronischer Sensor-Aktor-Systeme in eine 800 mm auskragende Tiefbohrstange. Die adaptronischen Systeme kompensieren Schwingungen der Werkzeug- und Maschinenstruktur mit Frequenzen bis zu mehreren hundert Hertz. Gleichzeitig werden Werkstücke, die aus ihrer Vorbearbeitung Formfehler bis zu 30 µm aufweisen, mit einer

Zylindrizität von 7 µm hochpräzise ausgespindelt. In Zukunft sollen sich Bauteiloberflächen im Mikrometerbereich gezielt strukturieren lassen. So gefertigte Näpfchenstrukturen wirken als hydrodynamische Mikrodruckkammern und verbessern die tribologischen Eigenschaften von Bauteilen entscheidend.

Stellsysteme für die präzise, hochdynamische Bearbeitung von Werkstücken

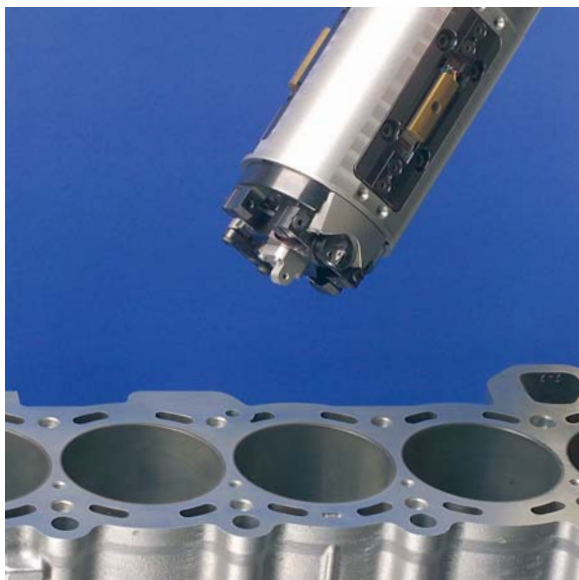
Ein integriertes Sensor-Aktor-System im Bohrstangenkopf gewährleistet eine hochdynamische radiale Auslenkung der Werkzeugschneide. Die maximale Zustellfrequenz beträgt 1 000 Hz, der statische Hub 170 µm. Form- und Lagefehler des Werkstücks kompensieren drei aktiv zustellbare Führungsleisten am Umfang der Bohrstange. Ein weiteres Stellsystem am Bohrstangenkörper dämpft aktiv die Schwingungen der Bohrstange, die durch einen Beschleunigungsaufnehmer und ein Lasermesssystem im Bohrstangenkopf mit einer Messgenauigkeit unter 1 µm erfasst werden.

Leistungsfähigere Werkzeugmaschinen durch adaptronische Mehrgrößensysteme

Die intelligente Verknüpfung der verschiedenen Sensor-Aktor-Systeme in der Werkzeugmaschine verbessert deutlich die Oberflächenqualität und Formgenauigkeit der gefertigten Werkstücke. Neue Regelkreiskonzepte für adaptronische Mehrgrößensysteme erlauben eine Anpassung an ein breites Einsatzspektrum und werden in kompakten, autark funktionierenden Einheiten umgesetzt.

Ihr Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Gunnar Schauerte
Telefon: +49 (0) 2 41/89 04-1 42
gunnar.schauerte@ipt.fraunhofer.de



Adaptronisches Bohrwerkzeug zum Ausspindeln von Zylinderhülsen.



Kostengünstige Herstellung optischer High-Tech-Produkte mit ultrapräzisen Masterwerkzeugen

Die Mikrosystemtechnik zählt mit ihren optischen und mechatronischen Anwendungen seit Jahren zu den am stärksten wachsenden Märkten weltweit. Eine kostengünstige Massenfertigung mikrostrukturierter Kunststoffbauteile mittels Replikation erfordert jedoch ultrapräzise gefertigte Masterwerkzeuge. Das Fraunhofer IPT entwickelt Maschinensysteme für die Herstellung solcher großflächig mikrostrukturierter Bauteile bis zu 1 x 1 m² Fläche und fertigt sowohl Masterwerkzeuge als auch Prototypen.

Hochgenaue »Katzenaugen« für High-End-Anwendungen

Hochleistungsfähige Reflektoren sind aus der Automatisierungstechnik, aber auch aus vielen Bereichen des Alltags nicht mehr wegzudenken. Besonders in sicherheitsrelevanten Anwendungen, wie in der Automobilindustrie oder bei Rückstrahlern von Markierungspfosten, kommt eine hochpräzise Reflektorstruktur zum Einsatz. Die so genannte »Tripelarray-Struktur« basiert auf ultrapräzise bearbeiteten und montierten Neusilberplättchen. Sie dienen als Werkzeugmaster für die Replikation der eigentlichen Reflektoren im Kunststoffspritzguss. Das Fraunhofer IPT erzielte bei den optischen Funktionsflächen des Werkzeugmasters eine Oberflächenqualität von 10 nm Ra und eine Formgenauigkeit unterhalb von 20 µm bei der Endmontage der einzelnen Neusilberplättchen zur Gesamtstruktur. Die Reflektionswerte von »Katzenaugen« konnten dadurch deutlich verbessert werden.

Kostengünstige Brillenfertigung durch Freiformflächen-Replikation

Das Fraunhofer IPT befasst sich nicht nur mit der Masterherstellung von linearen Strukturen, sondern auch mit der Fertigung hochpräziser Freiformflächen, beispielsweise für Gleitsichtbrillengläser. Um die Kosten für die Herstellung von Brillengläsern beim Kunststoffspritzguss zu

senken, fräst das Fraunhofer IPT die erforderlichen Werkzeugeinsätze zunächst hochpräzise aus dem Werkzeugstahl 1.2083 (52 HRC). Die Formgenauigkeit beträgt dabei 3 µm, die Oberflächengüte 160 nm Ra. Nach dem Härten des Formeinsatzes wird die Form durch zonale Korrekturpolitur auf 6 nm Ra poliert. So lässt sich die geforderte optische Oberflächengüte und Formgenauigkeit bei einer Freiformgeometrie in Werkzeugstahl erreichen.

Ihr Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Rainer Klar
Telefon: +49 (0) 2 41/89 04-2 82
rainer.arndt.klar@ipt.fraunhofer.de

Optimierung von Reflektoren durch mikrostrukturierte Oberflächen.



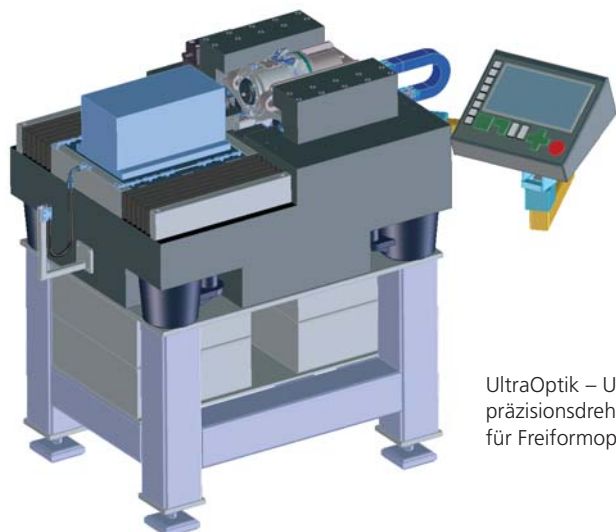


Miniaturmaschinen ebnen den Weg zu flexiblen Fertigungsketten

Zur Bearbeitung hochpräziser Mikrobau­teile kommen bislang große Werkzeugmaschinen zum Einsatz, die hohe Investitions- und Betriebskosten verursachen. Die Größe von Bauteilen und Be­arbeitungszentren stehen in einem ungünstigen Verhältnis zueinander und verhindern den Aufbau flexibler und effizienter Mikroproduktionsketten. Das Fraunhofer IPT entwickelt daher zur Zeit drei Miniaturbearbeitungsmaschinen mit vergleichbarer Bearbeitungsgenauigkeit, die Produktions- und Investitionskosten reduzieren sollen.

UltraOptik – Ultrapräzisionsdrehmaschine für Freiformoptiken

Durch immer komplexere Freiformoberflächen medizinischer und technischer Optiken wächst nicht nur der Bedarf an asphärischen, sondern auch an nicht-rotationssymmetrischen Geometrien. Im BMBF-Verbundprojekt IN-3542 »Ultra-Optik« (Förderkennzeichen: 16IN0188) entwickelt das Fraunhofer IPT eine kompakte, preisgünstige Ultrapräzisionsdrehmaschine mit integrierter hochdynamischer Zusatzachse. Die Maschine arbeitet mit einer Stellfrequenz von 300 Hz sowie Hüben von 50 µm am Werkzeug und dient zur kostengünstigen Herstellung hochpräziser optischer Freiformflächen.



UltraOptik – Ultrapräzisionsdrehmaschine für Freiformoptiken.

MiniMill – Hochpräzise Miniaturfräsmaschine

Mit Förderung durch das BMWA (Förderkennzeichen: 13868 N) entwickelt das Fraunhofer IPT eine dreiachsige Fräsmaschine mit einer Aufstellfläche unter 1 m². Die wälzgelagerte Maschine erreicht höchste Positioniergenauigkeiten unterhalb von 2 µm im Mehrachsbetrieb. Bereits während der Konzeption wurde viel Wert auf eine hohe Achsdynamik mit 1,5 g Beschleunigung gelegt. Ein Highlight ist die integrierte Impulsenkopplung, die das dynamische Verhalten der Maschine optimiert und damit das High Speed Cutting für den hochpräzisen Werkzeug- und Formenbau ermöglicht.

MiniGrind – Ultrapräzise Miniaturschleifmaschine

Für die ultrapazise Schleifbearbeitung entwickelt das Fraunhofer IPT eine 5-achsige Miniaturschleifmaschine, die durch ihre vollständig hydrostatische Lagerung eine Positioniergenauigkeit im Raum von weniger als 3 µm erreicht. Um trotz Miniaturisierung höchste Präzision sowie statische und dynamische Steifigkeiten zu gewährleisten, flossen in die Konzeption umfangreiche Analysen von Miniaturisierungseffekten und Strukturoptimierungen ein. Die Maschine befähigt zu ultraprazisen Schleifarbeiten in der Mikroproduktion und kann zusätzlich für hochpräzise Fräs- und Bohranwendungen verwendet werden.

Ihr Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Phillip Utsch
Telefon: + 49 (0) 2 41/89 04-1 54
phillip.utsch@ipt.fraunhofer.de



Laserintegration in Produktionsmaschinen

Zum Fügen und Trennen sowie zur Oberflächenbearbeitung kommen Lasersysteme wegen ihrer hohen Effizienz und guten Automatisierbarkeit in vielen Industriebereichen immer öfter zum Einsatz. Das Fraunhofer IPT entwickelt Systemlösungen zur modularen, flexiblen und strukturellen Integration von Lasertechnik in Werkzeugmaschinen, etwa für hybride Prozesse in konventionellen Fräs- und Drehmaschinen, unterstützt Kunden bei der Auswahl von Lasersystemen und führt prozesstechnologische Untersuchungen durch.

Laserintegration zum Härten und Beschichten

Mit dem Laser als zusätzliches Werkzeug in konventionellen Werkzeugmaschinen lassen sich Dreh-, Fräs- und Bohrprozesse mit dem Laserhärten und -beschichten in einer Aufspannung kombinieren. So steigen die Fertigungsflexibilität und -tiefe und die Durchlaufzeiten bei der Fertigung komplexer Bauteile sinken.

Im BMBF-geförderten Forschungsprojekt »Verkürzung der Prozesskette zur Fertigung rotationssymmetrischer Bauteile durch Verfahrenskombination in modular aufgebauten Werkzeugmaschinen – KombiMasch« (Förderkennzeichen: 02PW2142) entwickelt das Fraunhofer IPT Laserbearbeitungsköpfe zum Laserbeschichten und Laserhärten und integriert sie in eine Dreh-/Fräs-Maschine. Der Laserhärtekopf verfügt über eine integrierte Laserscannereinheit, mit der die Härtespurbreiten bis zu einer maximalen Scanfeldgröße von 20 x 50 mm² stufenlos variiert werden können. Flexible Lichtleitfasern leiten die Laserstrahlung mit einer maximalen Ausgangsleistung von 3 kW jeweils in den Strahlengang der Bearbeitungsköpfe. Beide Bearbeitungsköpfe können wie die Fräs- und Bohrwerkzeuge über eine HSK-Schnittstelle automatisiert und reproduzierbar in den B-Achs-Werkzeugkopf eingewechselt sowie in einer Werkzeugwechselstation abgelegt werden.

Maschinenintegriertes Laserauftragsschweißen

Im Forschungsprojekt »Automatisierte Reparatur-Fertigungszelle für den Werkzeugbau basierend auf optischer In-Prozess-Messtechnik und laserintegrierter Bearbeitung – OptoRep«, gefördert durch das BMBF (Förderkennzeichen: 02PD2490), entwickelte das Fraunhofer IPT eine Reparaturzelle zur Instandsetzung verschlissener Umformwerkzeuge in einer Aufspannung. Die Freiformflächen-Beschichtung erfolgt hier durch einen 2-Achs-Laser-Pulverbeschichtungskopf mit einer endlos drehenden C-Achse, der über eine HSK-Schnittstelle in die Frässpindel einer Vertikal-fräsmaschine eingewechselt wird (siehe auch Seiten 30/31).

Laserstrukturieren von Freiformflächen

Im BMWA-geförderten InnoNet-Projekt »FlexOStruk« (Förderkennzeichen: 16INO191) entwickelt das Fraunhofer IPT eine Fertigungszelle mit geschlossener Prozesskette zum Laserstrukturieren von Freiformflächen. Damit lassen sich haptische oder optische Oberflächenstrukturen flexibel und schnell in Werkzeuge einbringen. Im Vergleich zu konventionellen Herstellungsverfahren bietet das Laserstrukturieren sowohl ökonomische als auch ökologische Vorteile.

Ihre Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Michael Emonts
Telefon: +49 (0) 2 41/89 04-1 50
michael.emonts@ipt.fraunhofer.de

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

Dipl.-Ing. Sascha Bausch
Telefon: +49 (0) 2 41/89 04-2 42
sascha.bausch@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, Mikroelektronik, Medizintechnik, Optik oder Automobilindustrie neue Anwendungsfelder. Eine entscheidende Rolle bei der Fertigung dieser Systeme spielt die Montage. Sie macht mit den Prozessschritten »Handhaben« und »Fügen« oft bis zu 80 Prozent der gesamten Produktionskosten eines Mikrosystems aus.

Aktive Justage mit überlagernden Greifersystemen

Die flexible Automatisierung und die einfache Integration von Mikromontagekomponenten stellen die Industrie bei der Zusammenführung von Mikro- und Makromontageprozessen vor besondere Herausforderungen. Mikromontagefähige Positioniersysteme mit Genauigkeiten bis zu 1 µm müssen dazu präzise an die Montageaufgabe angepasst werden. Dies erschwert jedoch die Integration, erhöht die Kosten und ist vielfach unflexibel. Konventionelle Handhabungs- und

Positioniersysteme, wie Scara-Roboter oder Pick-and-Place-Systeme sind zwar für schnelle Handhabungsaufgaben geeignet, verfügen aber nicht über die erforderlichen Positioniergenauigkeiten für die Mikromontage. Das Fraunhofer IPT entwickelt und verbessert deshalb neue, kostengünstige und industrietaugliche Konzepte für Greifer und Handhabungsanlagen zur Mikromontage.

So entwickelte das Fraunhofer IPT einen Mikromontagegreifer mit vier integrierten Überlagerungsachsen, der auf ein konventionelles Handhabungssystem aufgesetzt werden kann. Mit seinen zusätzlichen Achsen können Positions- und Winkelabweichungen hochgenau ausgeglichen werden. Durch den Verfahrbereich von 100 µm lassen sich Positionsfehler kompensieren, die etwa durch ungenaue Positioniersysteme oder bei der Handhabung biegeschlaffer Bauteile entstehen. Die minimale Schrittweite der Kompensationsbewegungen beträgt 0,1 µm. Ein hydrostatisches Wegübertragungssystem, das in den neuen Mehr-Achs-Greifer integriert ist, verleiht ihm eine hohe Robustheit bei Beschleunigungen bis 30 m/s².

Passive Justage von Mikrobauteilen

Parallel dazu entwickelt und fertigt das Fraunhofer IPT ultrapräzise Justagestrukturen, die Mikrobauteile ohne zusätzliche Aktorik mikrometergenau positionieren. Durch die Ultrapräzisionstechnik lassen sich Formgenauigkeiten von 0,1 µm pro 100 mm und Oberflächenrauheiten von 10 nm Ra erreichen. In Kombination mit passiven und dennoch hochgenauen Positionierstrategien verringern sich so Montagezeiten und -kosten sowie weitere Kosten für hochgenaue Positioniersysteme.

Ihr Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Martin Freundt
Telefon: +49 (0) 2 41/89 04-2 53
martin.freundt@ipt.fraunhofer.de



Mehr-Achs-Mikrogreifer zur Handhabung und Feinjustage biegeschlaffer Mikrobauteile.



Automatisierungskonzepte für das Tapelegen

Leichtbaukonstruktionen aus Faserverbundstoffen kommen bereits heute in vielen Bereichen der Automobilindustrie, der Luft- und Raumfahrtstechnik und in der Sport- und Freizeitindustrie zum Einsatz. Ihre Herstellung ist jedoch bis heute von einem hohen Anteil an manuellem Fertigungsaufwand geprägt, der sich durch sämtliche Fertigungsschritte zieht – von der Halbzeugkonfektionierung der Verstärkungsfasern und des Matrixsystems über die Herstellung der textilen Preforms und das Tränken und Aushärten des Bauteils bis hin zum Entformen und Nachbearbeiten.

Laser-, infrarot- und mikrowellenunterstütztes Tapelegen

Die Automatisierung der Ablage von Faserverbundbändchen aus Verstärkungsfasern und einem flexibel einstellbaren Anteil an Matrixmaterial vereinfacht wichtige Schritte in der Bauteilfertigung.

Nach dem automatisierten Ablegen von Verstärkungsfasern, die mit thermoplastischen oder unvernetzten duroplastischen Matrixsystemen getränkt sind, müssen die Faserstränge in der Werkzeugform fixiert werden. Duroplastische Systeme profitieren hier von der Eigenklebrigkeit der Materialien. Jedoch fordert dieses Verfahren besondere Maßnahmen gegen Verschmutzung des Tapelegekopfs sowie einen nachgeschalteten Härtingszyklus, zum Beispiel in einem Autoklaven. Bei thermoplastischen Matrices hingegen entfällt der zeit- und kostenintensive Autoklavzyklus, da das Material im Prozess aufgeschmolzen wird und direkt nach der Ablage in der Werkzeugform erstarrt.

Die am Fraunhofer IPT entwickelten Tapelegesysteme schmelzen die thermoplastischen Tapes mit Laser-, Infrarot- oder Mikrowellenstrahlung auf und legen diese automatisiert ab. Mit einem 6-Achs-Portalroboter lassen sich beispielsweise flächige oder rotationssymmetrische Hochleistungsfaserverbundbauteile fertigen, die typischerweise aus kohlenstofffaserverstärkten Matrixsystemen wie PEEK oder PA 12 hergestellt

werden. Indem die Bändchen mit einer Gesamtbreite bis zu 100 mm bei einer Geschwindigkeit von 700 mm/s abgelegt werden, können selbst großvolumige Lamine direkt und porenfrei hergestellt werden. Da die Schritte des Preformings, der Halbzeugkonfektionierung und der Härtung im Autoklaven entfallen, bietet sich das Tapelegen als effiziente Alternative zur Verarbeitung duroplastischer Prepregs an.

Ihre Ansprechpartner:

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

Dipl.-Ing. Sebastian Schmitz
Telefon: +49 (0) 2 41/89 04-2 51
sebastian.schmitz@ipt.fraunhofer.de

Tapelegekopf zum
mikrowellenunterstützten
Herstellung von Faser-
verbundbauteilen.





Von der Idee bis zur Serie: Kohlenstofffaserverstärkte Punktionsnadeln für die Magnetresonanztomographie

Die Miniaturisierung chirurgischer Instrumente senkt das Risiko von Wundinfektionen und Blutungen sowie den Aufwand für die postoperative Regeneration. Mit der minimalinvasiven, multifunktionalen Punktionsnadel aus kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen entwickelte das Fraunhofer IPT ein Operationsinstrument für so genannte »Schlüssellochoperationen«, mit dem sich das Operationsgebiet über einen kleinen Zugang in der Körperoberfläche erreichen und anhand entsprechender Instrumente untersuchen und therapieren lässt.

Die geringere gesundheitliche Belastung des Patienten während und nach einem Eingriff ist Ziel und Motivation für die Entwicklung minimalinvasiver medizinischer Instrumente. Bei minimalinvasiven Eingriffen ist die direkte Sicht auf das Operationsgebiet eingeschränkt. Während des Eingriffs muss das zu behandelnde Gewebeareal daher durch ein externes Bildgebungsverfahren wie der Kernspintomographie dargestellt werden, um die Positionierung der Operationsinstrumente sowie das Ergebnis der Operation zu überprüfen.

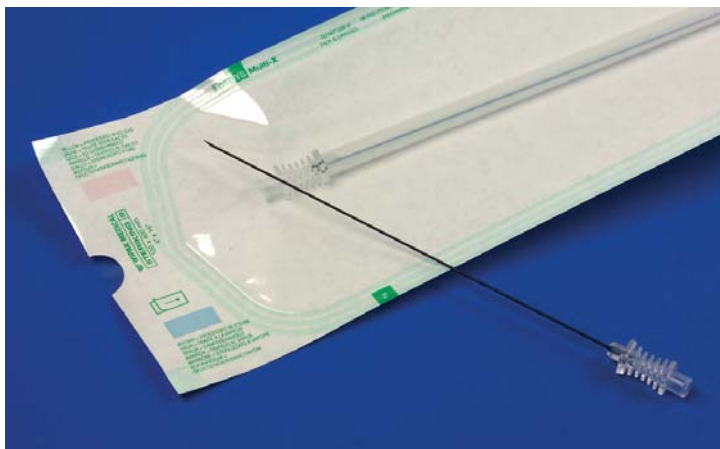
Heutige Endoskopiesysteme sind für diese Anwendung jedoch viel zu groß und führen aufgrund elektromagnetischer Eigenschaften der metallischen Werkstoffe im Tomographen zu Fehlern bei der Bildwiedergabe, so genannten Artefakten.

Ziel bei der Entwicklung der faserverstärkten Punktionsnadel war es daher, konventionelle metallische Instrumentenwerkstoffe zu ersetzen durch solche, die sich artefaktfrei abbilden lassen. Weiterhin sollte durch drei Arbeitskanäle, so genannte Lumen, der in den Nadelgrundkörper integrierbare Funktionsumfang gesteigert werden. Die Lösung boten faserverstärkte Kunststoffe: Das neue Instrument verfügt bei einer Länge von 200 mm und einem Durchmesser von 1,2 mm über die geforderten drei Arbeitskanäle. Durch diese lassen sich ein Endoskop mit einer Auflösung von 6 000 Pixeln, eine Lichtleitfaser zur Koagulation von Gewebestrukturen durch Laserenergie sowie Spülflüssigkeiten und Medikamente in das Operationsgebiet einbringen. Die Arbeitskanäle der Nadel werden durch ein ebenfalls entwickeltes Adaptermodul mit Standardschnittstellen an die Operationsumgebung angeschlossen.

Bei der Produktentwicklung entstand ein faserverbundtechnisches Fertigungsverfahren für die extrem kleinen und hochgenauen Instrumentenkörper. Mit der aufgebauten Produktionsanlage stellte das Fraunhofer IPT Nadelgrundkörper her, die zu Punktionsnadeln einer Nullserie weiterverarbeitet wurden. Während eines Plenarvortrags auf der internationalen Medizinfachmesse »Medica 2005« präsentierte das Fraunhofer IPT die marktreife einlumige kohlenstofffaserverstärkte Punktionsnadel der Öffentlichkeit.

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Sebastian Schmitz
Telefon: +49 (0) 2 41/89 04-2 59
sebastian.schmitz@ipt.fraunhofer.de



Kohlenfaserverstärkte Punktionsnadel.



Hochauflösende medizinische Bildgebung durch flexible Endoskope

In der modernen Medizin geht der Trend zu immer schonenderen diagnostischen und therapeutischen Verfahren. Speziell in der Gewebs- und Tumordiagnostik sollen invasive und zeit-aufwändige Entnahmen von Gewebeproben durch optische in-vivo-Messverfahren abgelöst werden. Aus diesem Grund entwickelt das Fraunhofer IPT ein bildgebendes System zur hoch auflösenden, zerstörungsfreien Darstellung von Gewebeschichten bei endoskopischen Eingriffen.

Um medizinische Aussagen über ein Gewebeareal treffen zu können, zum Beispiel über die Größe eines Tumors oder den Erfolg therapeutischer Maßnahmen, braucht der behandelnde Arzt hoch aufgelöste Schnittbilder des Gewebevolumens. Zerstörungsfreie, bildgebende Verfahren wie Ultraschall oder die Kernspintomographie sind jedoch oft nicht universell einsetzbar und hochauflösend genug.

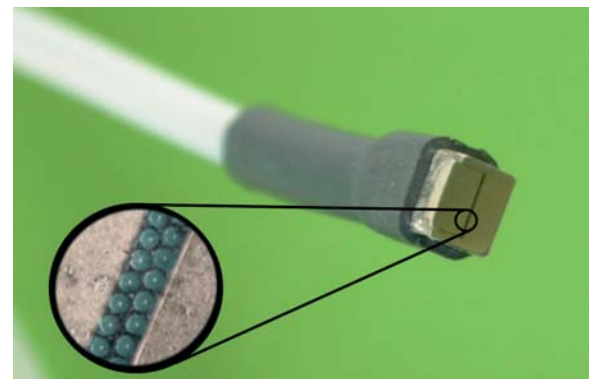
Die Optische Kohärenztomographie (OCT) ist ein neues Verfahren auf Basis der Weißlichtinterferometrie, mit dem sich Schnittbilder von Gewebe mit einer Auflösung von 5-20 μm gewinnen lassen. Auf diese Technologie setzt das Innovationsnetzwerk »EndoOCT« (Förderkennzeichen: IN4045): Hier entwickelt das Fraunhofer IPT zusammen mit sechs Partnern aus Industrie und Forschung ein Messsystem, das OCT-Bilder durch flexible Faserbündel aufnimmt und daher bei endoskopischen Eingriffen auch an schwer erreichbaren Organarealen eingesetzt werden kann.

Im Fokus der Arbeiten des Fraunhofer IPT steht eine Scaneinheit, die eine Brücke zwischen dem OCT-Gerät und der Fasersonde bildet. Die linear angeordneten Lichtwellenleiter des Faserbündels müssen mit hoher Präzision abgetastet und ausgelesen werden, um einen zweidimensionalen Tiefenscan des Gewebes zu erhalten. Dies gelingt durch einen elektrisch angesteuerten Spiegelaufbau, der die Einzelfasern mit hoher Genauigkeit und Geschwindigkeit adressiert.

In die Steuersoftware integriert ist ein Kalibrieralgorithmus auf der Basis einer Bildverarbeitung, der die Faserpositionen vor Beginn der Messungen automatisch lokalisiert. Auf diese Weise kann die Messsonde an- und abgekoppelt werden, um die Faserprobe zu sterilisieren. Durch den modularen Aufbau des Gesamtsystems lässt sich die neue Scannertechnologie in Zukunft auch auf andere optische Mess- und Diagnoseverfahren übertragen.

Ihr Ansprechpartner:

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



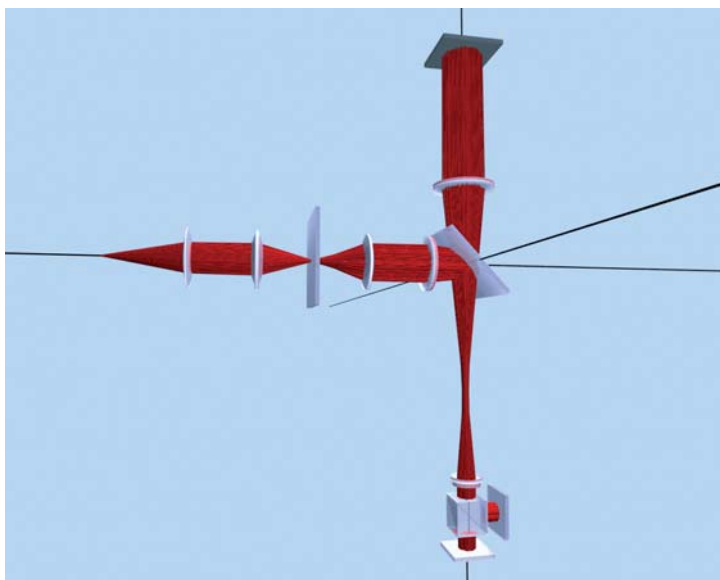
Linearfaserbündel für die OCT (Quelle: Fiberware GmbH).



Simulationsumgebung für optische Messsysteme

Optische Messverfahren haben sich für Prüfprozesse in der Produktion in den vergangenen Jahren etabliert. Sie zeichnen sich aus durch höchst genaue, berührungslose und schnelle Messungen. Ein optisches Messsystem zur Oberflächenprüfung und Rauheitsmessung ist das Interferenzmikroskop, welches anhand von Weißlichtinterferenzen Oberflächentopographien misst. Das Fraunhofer IPT entwickelt zur eingehenden Untersuchung des Messvorgangs solcher Systeme ein Simulationstool.

In der industriellen Produktion müssen sich Messsysteme auf Normale mit der Angabe von Messunsicherheiten zurückführen lassen. Zurzeit existieren jedoch noch keine einheitlichen Verfahren zur Kalibrierung interferometrisch messender Instrumente. Die hohe Komplexität optischer Messsysteme erschwert es zudem, die Ursachen von Messfehlern zu differenzieren. Im DFG-geförderten Projekt »Virtuelles Interferenzmikroskop« (Förderkennzeichen: SCHE 910/1-1) sollen deshalb Computersimulationen die Grundlage für Kalibrierstrategien und die Entwicklung geeigneter Normale legen.



Strahlengang eines Interferenzmikroskops.

Dazu entwickelt das Fraunhofer IPT in Zusammenarbeit mit der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) eine Simulationsumgebung, um optische Aufbauten im virtuellen Raum zu entwerfen. Der Messvorgang eines Interferenzmikroskops wird an diesen virtuellen Aufbauten mit einem Strahlverfolgungsmodul simuliert. Dazu entwickeln die beiden Projektpartner eine Simulationssoftware (C++) auf der Basis des nicht-sequenziellen Raytracings. Innerhalb dieser virtuellen Umgebung lassen sich optische Aufbauten flexibel modellieren. Das Programm ist in der Lage, durch die definierte Variation bestimmter Eingangsparameter die Auswirkung auf die entsprechenden Interferogramme zu berechnen und Strahlengänge zu visualisieren.

Innerhalb der Simulation untersucht das Fraunhofer IPT eine Vielzahl an Umgebungseinflüssen und Nebeneffekten gezielt daraufhin, ob und in welcher Größenordnung sie Einfluss auf den Fehler des Messergebnisses nehmen. Durch Vergleiche mit den Messungen definierter Prüflinge anhand eines realen Interferenzmikroskops der PTB in Braunschweig werden die Simulationen validiert. Diese Vergleiche sowie quantitative Analysen erlauben es, ein so genanntes Messunsicherheitsbudget aufzustellen und mit den neuen Erkenntnissen Kalibriervorschriften für beliebige Produktionsumgebungen zu erarbeiten.

Ihre Ansprechpartner:

Dipl.-Phys. Friedel Koerfer
Telefon: +49 (0) 2 41/89 04-1 60
friedel.koerfer@ipt.fraunhofer.de

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



Analyse der Prüfprozesse in der Struktur- und Ausrüstungsmontage beim Flugzeugbau

In der Flugzeugrumpfintegration, Struktur- und Ausrüstungsmontage, setzen marktführende Unternehmen des Flugzeugbaus auf verschiedenste Maßnahmen zur Qualitätssicherung. Manuelle Sichtprüfaufgaben mit meist subjektivem Charakter haben dabei einen sehr hohen Anteil. Das Fraunhofer IPT erarbeitet deshalb Maßnahmen zur Objektivierung der (Sicht-)Prüfaufgaben, durch die sich die Qualität der Flugzeugteile anhand geeigneter Prüfsysteme verbessern lässt.

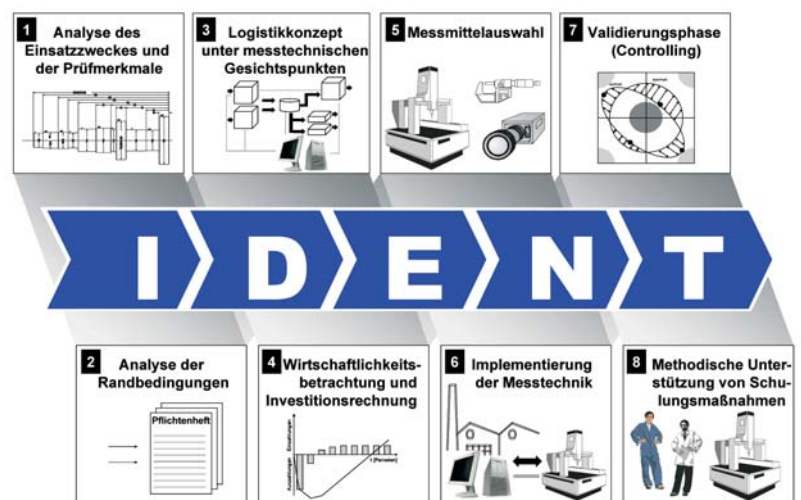
Ziel eines solchen Projekts ist es, Totzeiten zwischen Fehlerentstehung und -entdeckung zu vermeiden und einen technisch und wirtschaftlich sinnvollen Grad an Automation der Prüfprozesse zu ermitteln. Gemeinsam mit dem Unternehmen gilt es, kurze geschlossene Qualitätsregelkreise zu identifizieren und umzusetzen. Das Fraunhofer IPT unterstützt das Unternehmen dabei sowohl technisch als auch methodisch.

Um diese Ziele effizient zu erreichen, geht das Fraunhofer IPT nach der etablierten modularen Systematik IDENT vor. Das Strategietool IDENT stellt dem Anwender eine Systematik zur Verfügung, mit der sich Messtechnik auswählen und einführen lässt. Ihr ganzheitlicher Ansatz berücksichtigt sämtliche Einflussfaktoren bei der Messmittelauswahl und ihrer anschließenden Implementierung.

Entsprechend der Systematik führte das Fraunhofer IPT zunächst eine Analyse der Prozesskette der Flugzeugrumpfintegration durch. Während dieser bauplatz- und sektionsbezogenen Analyse der Montageprozesse wurde beispielsweise innerhalb der Strukturmontage der Prüfprozess der Spalt- und Strakmessung identifiziert. Hier bieten ein höherer Automationsgrad und eine Objektivierung der Prüfergebnisse die größten Chancen, um Kosten einzusparen. In weiteren Projektphasen gilt es, die Spalt- und Strakmessung innerhalb der Tür- und Verkleidungsmontage technologisch zu unterstützen, um Zeitaufwände zu reduzieren und die Prüfprozesse noch stärker zu objektivieren.

Ihr Ansprechpartner:

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





Inspektion aerodynamischer Komponenten

Verdichter- und Turbinenschaufeln für Luftfahrtantriebe müssen bereits heute hohen Ansprüchen an Qualität und Wirtschaftlichkeit gerecht werden. Hinzu kommen ständige Forderungen nach höherer Zuverlässigkeit und sinkenden Herstellungskosten. Um diese Kosten zu reduzieren und zur Produktionsausschüsse zu vermeiden, bietet sich eine fertigungsnahe und automatisierte Qualitätsprüfung an.

In der industriellen Praxis basiert die Qualitätskontrolle frei geformter Turbinenschaufelgeometrien oft auf nicht-quantifizierten Abnahmekriterien. Stattdessen werden die Kriterien qualitativ beschrieben und als manuell gezeichnete geometrische Abnahmespezifikationen in unternehmensinternen Standards hinterlegt. Die fehlende mathematische Beschreibung und Quantifizierung dieser Qualitätskriterien erschwert eine zeit- und kostensparende Bauteilabnahme. Marktführende Turbinenbauer und deren Kunden fordern deshalb belastbare Entscheidungshilfen für die Schaufelfertigung.

Die häufigsten Ursachen für aerodynamische Verluste durch instationäre zeitliche oder ortsbezogene Druck- und Geschwindigkeitsverteilungen sowie erhöhte Temperaturgradienten liegen in den geometrischen Verhältnissen der Turbinenschaufeln. Gemeinsam mit Experten aus der Luftfahrtindustrie analysierte das Fraunhofer IPT bestehende industrielle Abnahmestandards und bewertete sie hinsichtlich ihrer aerodynamischen Bedeutung. Profilformlinien wurden dazu im Bereich der Eintritts- und Austrittskante innerhalb des erlaubten Toleranzbandes überprüft. Qualitative Merkmale wie die Symmetrie der Strömungseintritts- und -austrittskanten, der Krümmungsverlauf der Kanten, aber auch die relative Lage der Skelettlinie zur Sollmittellinie sind entscheidend für das Strömungsfeld an Sog- und Druckseite der Turbinenschaufel.

Als Ergebnis präsentierten das Fraunhofer IPT und seine Partner am Ende des Projekts eine Software, mit der sich die Qualitätskriterien von Turbinenschaufeln automatisiert und objektiv klassifizieren lassen. Der ausgeprägte Anteil der subjektiven, auf Erfahrung basierenden Begutachtungen wurde durch das implementierte Expertensystem ersetzt.

Ihre Ansprechpartner:

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

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



Turbofan eines Triebwerkes.



Kompetenzzentrum für Qualität

Virtuelle Unternehmen aus mehreren Einzelunternehmen besitzen den Vorteil, dass geforderte Kompetenzen schnell durch neue Partner ergänzt werden können. Oft wird dabei jedoch das unternehmensübergreifende Qualitätsmanagement vernachlässigt, da es zusätzlichen Aufwand schafft. Das Fraunhofer IPT untersucht im Forschungsprojekt »Quality Competence Center (QCC)« Wege, um Kompetenzen des Qualitätsmanagements effizient in virtuelle Unternehmen einzubringen.

Die Forderungen an Koordinations- und Abstimmungsprozesse in der Produktentwicklung sind in virtuellen Unternehmen sehr anspruchsvoll, da sie von hoher Komplexität und starker Vernetzung geprägt sind. Durch ihren iterativen Charakter weisen unternehmensübergreifende Entwicklungsprozesse zahlreiche Schnittstellen zwischen einzelnen Organisationseinheiten auf. Hier sind gesicherte Standardvorgehensweisen für Kommunikation und Informationsaustausch gefragt.

Mit dem Ziel, den besonderen Forderungen der Produktentwicklung in virtuellen Unternehmen an das Qualitätsmanagement gerecht zu werden, entwickelt und erprobt das Fraunhofer IPT gemeinsam mit Industrieunternehmen das »Quality Competence Center (QCC)« in einem BMWi-geförderten Projekt (Förderkennzeichen: 14227 N).

Das Konzept des QCC umfasst nicht nur den Organisationsaufbau des Kompetenzzentrums und Vorgehensmodelle zur unternehmensübergreifenden Entwicklung. Auch Werkzeuge zur Auswahl geeigneter Informations- und Kommunikationstechnologien (IuK), QM-Methoden und Kennzahlensysteme werden in diesem Projekt erarbeitet. Alle diese Bestandteile sind eng miteinander verknüpft und erleichtern auf diese Weise das Qualitätsmanagement in virtuellen Unternehmen.

Um die unternehmensübergreifende Produktentwicklung abzusichern, werden jedem Prozessschritt geeignete QM-Methoden zugewiesen. Diese reichen von Fehlermöglichkeits- und Einflussanalysen (FMEA) bis hin zur Anwendung so genannter »Quality Gates«. Die »Quality Gates« werden mit geeigneten IuK-Technologien verknüpft, so dass ein Frühwarnsystem für vorhersagbare Verschiebungen von Projekt-Meilensteinen entsteht. Noch bevor die nächsten Quality Gates erreicht sind, kann so bereits mit der bereichsübergreifenden Lösung besonderer Herausforderungen begonnen werden. Speziell abgestimmte Kennzahlen erlauben außerdem die Bewertung des Erfolgs der unternehmensübergreifenden QM-Aktivitäten.

Ihr Ansprechpartner:

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



Global Sourcing – Systematisch zu mehr Lieferqualität

Die Unternehmensgruppe CLAAS entwickelt und fertigt hochwertige Erntemaschinen an verschiedenen Produktionsstandorten in Deutschland und Europa und liegt damit auf den Spitzenplätzen in weltweiter Agrartechnik. So stammt etwa jeder dritte in Europa verkaufte Mähdrescher aus dem Unternehmen mit Hauptsitz im westfälischen Harsewinkel.

Doch CLAAS bedient nicht nur die internationalen Absatzmärkte, vielmehr erfordert die mit 30 Prozent geringe Fertigungstiefe eine gut abgestimmte Zusammenarbeit mit den weltweiten Lieferanten. In einem gemeinsamen Projekt mit dem Fraunhofer IPT wurde ein Konzept entwickelt, mit dem das Qualitätsrisiko bei der Beschaffung aus so genannten Niedriglohnländern systematisch kontrolliert werden kann.

Die Beschaffung auf entfernten Märkten wie Asien geht einher mit erhöhten Risiken hinsichtlich der Versorgungssicherheit. Dies ist bedingt durch längere Transportwege und weniger direkte Einflussmöglichkeiten bei spontan auftretenden Liefer- und Qualitätsproblemen. Die Suche und Qualifizierung neuer Lieferanten ist auf diesen Märkten zudem aufwändiger und erfordert ein effizientes Vorgehen sowie marktspezifische Kompetenzen.

In dem mehrstufigen Projekt wurde zu Beginn eine Studie durchgeführt, um Qualitätsrisiken und relevante Schlüsselaspekte bei der Beschaffung aus Niedriglohnländern zu identifizieren und Best-Practices zu abzuleiten. Ihre Umsetzung ermöglicht es, Risiken zu minimieren und Ertrags- und Qualitätspotenziale auszuschöpfen.

In einer zweiten Stufe untersuchte das Fraunhofer IPT die eigenen Beschaffungsprozesse der CLAAS Gruppe an verschiedenen europäischen Produktionsstandorten und führte eine systematische SWOT-Analyse durch. Ergebnis dieses Arbeitsschrittes war ein genaues Verständnis der unterschiedlichen Bedarfe und Handlungsweisen der einzelnen Standorte hinsichtlich der internationalen Beschaffungsaktivitäten.

Auf Basis der Erkenntnisse beider Phasen wurde gemeinsam ein neuer, unternehmensweit gültiger Prozess für die Sicherung der Qualität in der Beschaffung definiert, der ganz gezielt die Risiken internationalen Sourcings reduziert und für CLAAS und seine Lieferanten beherrschbarer macht. Abschließend wurde der Prozess in Form eines Qualitätsleitfadens umgesetzt.

Ihr Ansprechpartner:

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



Claas – Mit Landtechnik im globalen Wettbewerb.



Preistransparenz im Einkauf

Die Bedeutung des Einkaufs hat in den vergangenen Jahren vor allem durch die Reduzierung der Fertigungstiefe immer weiter zugenommen. Unternehmen werden damit deutlich abhängiger von ihren Lieferanten als früher. Die Ursachen dafür liegen nicht nur im Anstieg des Einkaufsvolumens, sondern oft auch in der Verlagerung des technologischen Know-hows auf den Zulieferer.

Das Aufgabenfeld des Einkäufers hat sich stark gewandelt. Ihm werden nicht mehr nur betriebswirtschaftliche Kenntnisse abverlangt, sondern immer häufiger auch technisches Know-how, um die steigende Komplexität und die Funktionen der Produkte zu verstehen und bewerten zu können. Das Fraunhofer IPT unterstützt Einkäufer deshalb mit zwei praxiserprobten Analysemethoden und analysiert das Preis-Leistungsverhältnis der beschafften Güter.

In mehreren Projekten untersuchte das Fraunhofer IPT bei einem weltweit agierenden Unternehmen der Automobilbranche das gesamte Einkaufsvolumen von mehreren Milliarden Euro. Zum Einsatz kamen zwei Methoden zur Preistransparenz: das Linear Performance Pricing und die Kostenregressionsanalyse. Zunächst bildeten die Berater des Fraunhofer IPT anhand der Analysemethoden

vergleichbare Teilefamilien und analysierten diese anschließend nach ihrem Preis-Leistungs-Verhältnis. Dazu galt es, die Funktionalität der Bauteile anhand weniger relevanter Kenngrößen zu beschreiben. Bei sehr komplexen Bauteilen kann es erforderlich sein, sie in ihre wesentlichen Komponenten aufzuspalten, die Einzelkomponenten separat zu analysieren und die Teilergebnisse anschließend zusammenzuführen.

Ergebnis dieser Analysen ist ein Diagramm, in dem der Einkaufspreis der Bauteile über der Funktionalität aufgetragen wird. Dadurch werden sofort Preisunterschiede zwischen Bauteilen gleicher Funktionalität ersichtlich. Die aufgezeigten Leistungslücken können teilespezifisch, lieferantenspezifisch oder über verschiedenen Baureihen sowie Geschäftsbereiche dargestellt und analysiert werden. Die Leistungslücken müssen dann intern verifiziert werden und können im nächsten Schritt mit den Lieferanten diskutiert werden, falls sie nicht plausibel erscheinen.

Die Anwendung der beschriebenen Methoden erwies sich als sehr erfolgreich. Die Nutzung der Ergebnisse führte in Lieferantenverhandlungen nicht nur zu deutlichen Einsparungen, sondern bot auch Ansätze für technologische und fertigungstechnische Verbesserungen beim Hersteller sowie bei den Lieferanten, wodurch beide Seiten profitieren können.

Ihr Ansprechpartner:

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



Ein IT-Prozessmodell für die Fraunhofer-Gesellschaft

In den meisten Unternehmen und Organisationen ist die IT zu einem Erfolgsfaktor geworden. Technologischer Fortschritt und individuelle Anwenderwünsche konfrontieren IT-Abteilungen mit einer Flut neuer Technologien und IT-Verfahren. Oft wird zu spät bemerkt, dass Probleme nicht technisch, sondern strukturell bedingt sind. Vor diesem Hintergrund entwickelte das Fraunhofer IPT ein IT-Prozessmodell zur Bewältigung der steigenden Komplexität, zur Erhöhung der Anwenderzufriedenheit und zur Kostensenkung der IT-Bereiche.

Das Prozessmodell wurde für die gesamte Fraunhofer-Gesellschaft, die durch mehr als 50 dezentrale IT-Bereiche gekennzeichnet ist, konzipiert. Zu Beginn der Entwicklung wurde zunächst untersucht, wie die IT-Abteilungen im Einzelnen arbeiten, welche Ziele sie verfolgen und welche organisatorischen und finanziellen Strukturen dazu beitragen, diese Ziele zu erreichen. Gleichzeitig wurden die operative Arbeitsweise und die Anforderungen der Anwender vor Ort aufgenommen. So erlangte das Fraunhofer IPT einen Überblick über die operative Funktionsweise der einzelnen IT-Abteilungen – bei einer Institution mit mehr als 12 000 Mitarbeitern unverzichtbar.

Auf Basis der Ergebnisse entwickelte das Fraunhofer IPT in einem zweiten Schritt das Prozessmodell, um die internen Abläufe in den IT-Abteilungen zu verbessern. Es beschreibt, wie die IT unter gegebenen Randbedingungen strukturell und organisatorisch aufgestellt sein sollte. Der Nutzen und die Qualität der angebotenen IT-Dienste sollten aus Sicht der Anwender ebenso maximiert werden wie die Effizienz aus Sicht der Institutsleitung. Durch ein System aussagekräftiger Kennzahlen lassen sich diese subjektiv behafteten Größen objektiv messen. Der Fokus liegt hier auf den Prozessen anstatt auf technischen Details. Dies bringt den Servicegedanken zum Ausdruck: Die optimal arbeitende IT-Abteilung stellt nicht nur technisches Gerät zur Verfügung, sondern unterstützt den Anwender operativ durch IT-Dienstleistungen. Denn in allen Unternehmen, die von IT abhängig sind, kommt es darauf an, wie gut die Geschäftsprozesse – und damit die wertschöpfenden Tätigkeiten der Mitarbeiter – unterstützt werden. Eine gut organisierte IT, die ihre Leistungen darauf abstimmt, leistet hier einen unschätzbaren Beitrag.

Ihre Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Sascha Klappert
Telefon: +49 (0) 2 41/89 04-1 64
sascha.klappert@ipt.fraunhofer.de

Dipl.-Phys. Jörg Saxler
Telefon: +49 (0) 2 41/89 04-1 61
joerg.saxler@ipt.fraunhofer.de





Technologie-Know-how vor Nachahmung schützen

Produktpiraterie und Produktimitationen stellen innovative Unternehmen vor immer größere Herausforderungen. Waren früher vor allem Luxusartikel und Konsumgüter betroffen, werden inzwischen sogar Werkzeugmaschinen oder ganze Autos kopiert. Das Fraunhofer IPT unterstützt Unternehmen dabei, ihr Technologie-Know-how vor Nachahmung zu schützen. Da Patentansprüche in Asien nur schwer durchzusetzen sind, setzt das Fraunhofer IPT vor allem auf technische und strategische Maßnahmen.

Um ihr Know-how zu schützen, können Unternehmen beispielsweise bei Produktkomponenten wie Wälzlagern nicht-standardisierte Bauteile einsetzen, so dass diese nicht auf dem Weltmarkt zu beschaffen sind. Ein anderes Beispiel bietet die Vorproduktion von Komponenten in Niedriglohnländern, die wegen des Know-how-Verlustes oft gefürchtet wird: Wenn Komponenten erst im eigenen Montagewerk mit dem einzigartigen Know-how veredelt werden, etwa durch das endgültige Einstellen von Steuerungen, kann der Zulieferer das wettbewerbsentscheidende Know-how nicht anderweitig nutzen. Ein anderer Weg ist der Einsatz von Mikrochips, mit dem Ersatzteile codiert werden. So lässt sich das Produkt nur dann nutzen, wenn der Kunde geeignete Original-Ersatzteile verwendet. Der Kunde wird so auch vor minderwertigen und sicherheitsgefährdenden Kopien geschützt und das Unternehmen sichert sich das After-Sales-Geschäft.

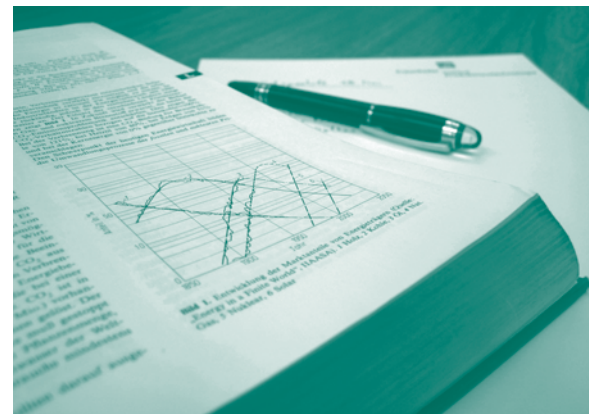
Vor der Auswahl und Implementierung der Schutzmechanismen erfasst das Fraunhofer IPT für das jeweilige Unternehmen zunächst das wettbewerbsentscheidende Technologie-Know-how und das Wettbewerbsumfeld des Unternehmens. Eine ergänzende Analyse der Unternehmensstrategie trägt Sorge, dass die Ermittlung von Schutzstrategien an die anvisierten Märkte und auch die Technologiestrategie angepasst ist. Abschließend werden geeignete Schutzmaßnahmen definiert und die Implementierung vorbereitet.

Dass sich diese Bemühungen für die Unternehmen lohnen, zeigt eine Untersuchung des Fraunhofer IPT: Ein typisches Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau, das mit Umsatzverlusten von rund zehn Prozent durch Produktpiraterie zu kämpfen hat, kann durch entsprechende Maßnahmen selbst bei einer Erfolgsquote von nur 50 Prozent seinen Gewinn um 15 bis 40 Prozent steigern.

Ihre Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Dipl.-Kfm. Christoph Neemann
Telefon: +49 (0) 2 41/ 89 04-1 63
christoph.neemann@ipt.fraunhofer.de

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



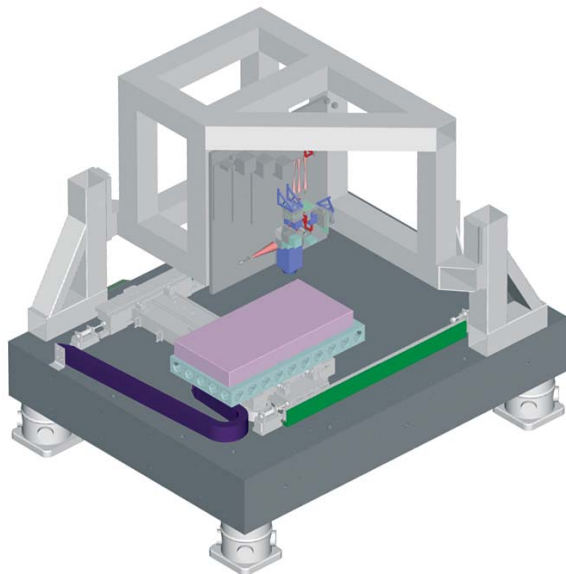


Entwicklung von Hochpräzisionsmaschinen

Im vergangenen Jahr konnte das Fraunhofer CMI nicht nur sein Angebot im Bereich der Automatisierung erweitern. Auch die Entwicklung von Hochpräzisionsmaschinen bleibt weiterhin fester Bestandteil seiner Dienstleistungen. Auf der Basis umfassender Erfahrungen in der Präzisionsmechanik, Steuerungstechnologie und Präzisionsfertigung bietet das Fraunhofer CMI Hochtechnologielösungen für komplexe Automatisierungsanforderungen.

Konstruktion und Entwicklung eines Abtast-Interferenz-Lithographie-Systems

Hochgenaue Beugungsgitter sind Voraussetzung für eine Vielzahl optischer Anwendungen. Dabei ist es von entscheidender Bedeutung, dass ein gleichmäßiger Gitterlinienabstand eingehalten wird. Dies wird um so wichtiger, je größer die Gitterfläche ist.



In einem Gemeinschaftsprojekt mit dem Massachusetts Institute of Technology (MIT) in Cambridge/USA und einem Kunden aus der Industrie entwickelt das Fraunhofer CMI ein hochgenaues System, mit dem sich Beugungsgitter anhand von Abtast-Interferenz-Lithographie herstellen lassen. Bei dem System handelt es sich um die Weiterentwicklung und Kommerzialisierung eines Konzepts zur Erzeugung von Beugungsgittern, das vom MIT entwickelt wurde. Dazu wird das Substrat mit einer Photolackschicht benetzt und unter einen Abtaststrahl mit einem Interferenzlinienprofil von ca. 1 mm Durchmesser geführt. Die so erzeugten Gitterlinien werden in einem späteren Schritt in das Substrat eingetätzt. Ein hochgenaues Hochfrequenz-Phase-Lock-System garantiert den genauen Abstand und die Parallelität der Gitterlinien auf 5 nm genau über eine Gitterweite bis zu 1 m. Ein Laserinterferometer erfasst Positionsabweichungen des Substrats unterhalb des Strahls. Das Interferenzprofil des Abtastkopfes wird dann durch Phasenverschiebung entsprechend angeglichen. Alle Bewegungsachsen sind reibungsfrei luftgelagert, das Messsystem zur Bestimmung der Abweichungen basiert auf so genanntem Super Invar und Zerodurmaterialien, um höchste thermische und mechanische Stabilität zu gewährleisten.

Die enge Zusammenarbeit mit dem MIT und dem industriellen Abnehmer über den gesamten Projektverlauf erlaubt es nicht nur, das Technologiepotenzial voll auszuschöpfen, sondern auch Kundenanforderungen genau zu erfüllen – beides sind wichtige Erfolgsfaktoren bei der Kommerzialisierung von Hochtechnologieanwendungen.

Ihr Ansprechpartner:

David Chargin
Telefon: +1 617 353 1836
dchargin@fraunhofer.org



Maschinenentwicklung – Prototypenfertigung

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

»Drawtower« zur vollautomatischen Herstellung von Siliziumwafern für die Solarzellenproduktion

In einem Projekt mit der RWE Schott Solar entwickelt das Fraunhofer CMI eine Anlage zur vollautomatischen Herstellung von Siliziumwafern. Ziel ist die Weiterentwicklung und Automatisierung eines innovativen Fertigungsprozesses, in dem Siliziumröhren mit oktagonalem Querschnitt aus einer Siliziumschmelze gezogen werden und aus deren Seitenflächen mit einem Laser die einzelnen Wafer geschnitten werden.

Nachdem in einer ersten Projektphase der Röhrenfördermechanismus entwickelt wurde, konnte im Jahr 2005 ein produktionsfähiger Prototyp fertiggestellt und geliefert werden. Dieser wird jetzt bei RWE Schott Solar in Billerica/USA erprobt. Nicht nur der Fördermechanismus wurde auf Basis der Erfahrungen mit der ersten Versuchsanlage weiterentwickelt. Das Fraunhofer CMI konzipierte außerdem ein Modul zum Laserschneiden und Waferhandhabung und integrierte es in die Anlage. Luftgelagerte Vakuumgreifer fixieren die einzelnen Wafer während sie mit dem Laser aus der Oktagonröhre geschnitten werden. Ein hochempfindlicher Mechanismus prüft, ob die Wafer komplett frei geschnitten wurden. Dann werden sie der Röhre entnommen und mit Hilfe eines Shuttle-Mechanismus eingesammelt. Sämtliche Funktionen der Waferhandhabung sind in einem beweglichen Modul integriert, das mit der Wachstumsbewegung der Siliziumröhre synchronisiert ist. Damit kann der gesamte Wafer-Produktionsprozess kontinuierlich in einer Anlage ablaufen.

Das Fraunhofer CMI und die Ingenieure von Schott RWE Solar entwickeln nun gemeinsam die produktionsnahen Prozesse und integrieren die Anlage in die Waferproduktion. Kritische Prozessfunktionen werden sorgfältig getestet und die Ergebnisse dokumentiert. Ziel ist es, eventuelle Änderungen möglichst früh zu erkennen und die Prozesssicherheit der Anlage zu gewährleisten.

Ihr Ansprechpartner:

Holger Wirz
Telefon: +1 617 353 1869
hwirz@fraunhofer.org



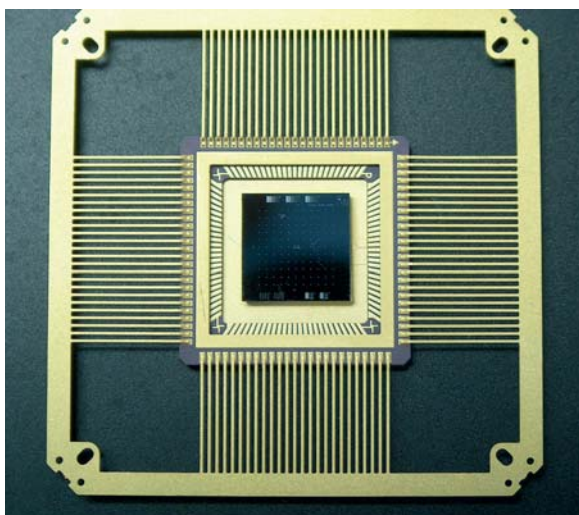


Entwicklung Mikro-Elektromechanischer Systeme

Seit der Verpflichtung von Professor Xin Zhang haben sich Mikro-Elektromechanische Systeme (MEMS) als ein bedeutender Bestandteil der Forschungs- und Entwicklungstätigkeit des Fraunhofer CMI etabliert. Im Fraunhofer-eigenen Reinraum und in enger Zusammenarbeit mit den Einrichtungen des Photonics Center der Boston University in Boston/USA entwickelt und testet das Fraunhofer CMI MEMS-Komponenten für wissenschaftliche und militärische Anwendungen.

Entwicklung und Erprobung eines Einzelzell-analyse- und -sortierchips

Einzelzellen oder Moleküle mit hoher Genauigkeit identifizieren und sortieren zu können, ist eine Grundvoraussetzung für eine Vielzahl von Prozessen und experimentellen Untersuchungen in der Bio- und Medizintechnologie. Die Durchflusszytometrie auf Basis elektrostatischer Beeinflussung geladener Zellen bietet hier eine leistungsfähige, aber kostenintensive Lösung, die zudem speziell geschultes Personal erfordert.



Systeme, die auf Mikrochips basieren, bieten die Chance einer kostengünstigen und einfach zu handhabenden Analyse. Das Fraunhofer CMI entwickelt deshalb einen MEMS-Chip, mit dem sich Einzelzellen schnell und präzise separieren, analysieren und sortieren lassen. Der Chip besteht aus zwei miteinander verbundenen Platten: Die obere Platte ist aus Silizium und enthält Mikroporen von der Größe einer Einzelzelle. Diese Poren sind durch eine mikroskopisch kleine Öffnung von 10 µm mit einer Flusskammer auf der Unterseite der Siliziumplatte verbunden. Die untere Platte besteht aus Pyrexglas und enthält Mikroheizelemente, mit denen die Kammern unterhalb der Mikroporen individuell aufgeheizt werden können.

Die Einzelzellen werden durch die Mikroporen angesaugt und in der Siliziumplatte verankert. Sie lassen sich auf diese Weise mit einem fokussierten Laserstrahl analysieren. Lichtintensität und Fluoreszenz werden von einem Photodetektor unterhalb der Pyrexplatte gemessen und geben Auskunft über die Eigenschaften der durchleuchteten Zelle. Nach der Untersuchung kann die Zelle entweder in der Mikropore verbleiben oder durch Gasblasen aus der Pore entfernt werden. Dazu wird die Flüssigkeit unter der entsprechenden Pore durch das Mikroheizelement erhitzt. Die entstehenden Dampfblasen drücken dann die Zelle aus der Pore. Dieser Zellsortierchip bietet eine kostengünstige, einfach zu handhabende Alternative zur Zytometrie, speziell für die Untersuchung kleinster Probenmengen.

Ihr Ansprechpartner:

Biao Li
Telefon: +1 617 353 1895
bli@fraunhofer.org



PROF.x²–Wissenschaftlerraustausch mit der Ohio State University

2004 initiierte die Fraunhofer-Gesellschaft das Austauschprogramm »PROF.x²«. Es wendet sich an hervorragende Wissenschaftler auf der Ebene eines Senior Scientist und fördert Projektvorhaben in einem für das einladende Institut zukunftsrelevanten Gebiet. Das Programm unterstützt die Entsendung eines Wissenschaftlers an eine führende US-amerikanische Forschungseinrichtung oder die Aufnahme eines Gastes in einem deutschen Fraunhofer-Institut.

Zu den Zielen des Programms »PROF.x²« zählt es, das Kompetenzspektrum des beteiligten Instituts zu stärken und auszubauen, die USA-Strategie in Richtung langfristiger Forschungskooperationen und dauerhafter Partnerschaften umzusetzen sowie einen besseren Zugang zu Intellectual Capital in US-Forschungseinrichtungen zu schaffen. Gleichzeitig erweitern die beteiligten Wissenschaftler ihre Erfahrungen und gewinnen neue Perspektiven.

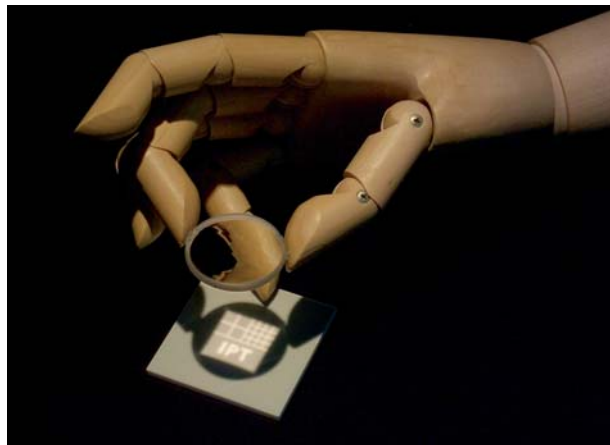
Nach Bekanntgabe der Richtlinien und interner Auswahl beantragte das Fraunhofer IPT als erstes Institut die Aufnahme eines Gastwissenschaftlers der Ohio State University. Bereits seit längerem pflegte das Fraunhofer IPT einen intensiven fachlichen Austausch mit Prof. Allen Yi zu Fragen der Herstellung von Präzisionsformen und zum Blankpressen optischer Gläser. Mit der Unterstützung von »Prof.x²« konnte Allen Yi nun mehrfach für jeweils einige Monate nach Aachen kommen, um direkt vor Ort wissenschaftliche Untersuchungen zu initiieren und erfolgreich umzusetzen. Allen Yi ist anerkannter Experte in diesen Gebieten. Seine berufliche Karriere startete nach seiner Promotion in Boston bei Corning Präzisionslinsen. Hier entwickelte er Fertigungsverfahren, Maschinenteknik sowie Softwarelösungen zur Herstellung asphärischer und diffraktiver Optiken und befasste sich bereits früh mit dem Präzisionsblankpressen optischer Gläser. Seit 2002 forscht und lehrt er an der Ohio State University in Columbus/Ohio in den Bereichen Präzisionsfertigungsverfahren und -maschinenteknik sowie Herstellung optischer Systeme.

Numerische Simulation des Präzisionsblankpressens

Aufgabe von Allen Yi im »PROF.x²«-Austauschprojekt war es, gemeinsam mit den Wissenschaftlern des Fraunhofer IPT das Prozessverständnis des Präzisionsblankpressens zu erarbeiten und zu erweitern. Dazu dienten numerische Simulationen des Glasformprozesses auf Basis von Umformversuchen sowie eines Modells zum rheologischen Verhalten von Gläsern. Die Ergebnisse der Arbeiten dienen zukünftig dazu, Formkorrekturen am Umformwerkzeug vorab zu berechnen, um aufwändige Try-out-Tests zu vermeiden. Optikhersteller können so die Leistungsfähigkeit ihrer Fertigungsverfahren besser ausschöpfen und die Gesamtkosten erheblich reduzieren. Die Ergebnisse wurden in verschiedenen wissenschaftlichen Konferenzbeiträgen und Publikationen der internationalen Fachwelt vorgestellt.

Ihr Ansprechpartner:

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



Gepresste Glaslinse.



Aixtooling GmbH – Ultrapräzise Formwerkzeuge für das Präzisionsblankpressen optischer Gläser

Die Aixtooling GmbH wurde im Juni 2005 als Spin-Off-Unternehmen des Fraunhofer IPT und Mitglied der WZL-Aachen-Gruppe gegründet. Als erstes Unternehmen in Europa fertigt Aixtooling Formwerkzeuge für das Präzisionsblankpressen optischer Gläser und bietet Dienstleistungen entlang der gesamten Prozesskette des ultrapräzisen Werkzeugbaus. Aixtooling erschließt der optischen Industrie damit die Vorteile einer zukunftsweisenden Produktionstechnologie.

Das Präzisionsblankpressen ist ein abbildendes Fertigungsverfahren, bei dem die optischen Funktionsflächen nicht nachbearbeitet werden müssen. Der Pressprozess kann vielfach sogar derart gestaltet werden, dass dem Anwender nach dem Pressen eine einbaufertige Optik vorliegt. Aufgrund der geometrischen Freiheiten, der hohen Formgenauigkeiten und Oberflächenqualitäten, die das Verfahren bietet, lassen sich Linsen fertigen, die mit konventionellen Verfahren bisher nur mit hohem Aufwand herzustellen sind. Daher ist das Präzisionsblankpressen besonders bei komplex geformten Optiken eine wirtschaftliche Alternative zum Schleifen und Polieren.



Umgeformte Glaslinse im Pressstempel.

Während das Präzisionsblankpressen in Asien bereits seit Jahren im großen Maßstab eingesetzt wird, steht die Technologie in Europa erst jetzt vor dem Durchbruch. Mittlerweile erwarten viele Experten, dass die europäische Optikindustrie aufgrund des immer größeren Bedarfs an nicht-sphärischen Optiken verstärkt auf replikative Formgebungsverfahren setzen wird. Ein entscheidender Grund für den bisher geringen Einsatz des Präzisionsblankpressens in Europa war der fehlende Werkzeugbau. Das strategische Ziel der Aixtooling GmbH ist es daher, als erstes europäisches Unternehmen die Versorgung mit Formwerkzeugen sicher zu stellen. Aixtooling konstruiert und fertigt ultrapräzise Presswerkzeuge aus unterschiedlichen Werkstoffen mit beidseitig individuellen Funktionsflächen. Ultradünne Schichtsysteme gewährleisten die hohen Standzeiten der Formwerkzeuge.

Darüber hinaus berät Aixtooling produzierende Unternehmen, die das Präzisionsblankpressen in die Serienproduktion einführen wollen. Da das Fraunhofer IPT seinerseits das Präzisionsblankpressen und den dazugehörigen Werkzeugbau in öffentlich geförderten Forschungs- und Entwicklungsprojekten grundlegend analysiert, entsteht mit der Aixtooling GmbH am Standort Aachen ein Zentrum für eine der wichtigsten Zukunftstechnologien der optischen Industrie.

Ihre Ansprechpartner:

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

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

www.aixtooling.de



Fertigung von Triebwerksbauteilen

Die Herstellung von BLISKS (Blade integrated disks) ist eine der anspruchsvollsten Herausforderungen für die simultane 5-Achs-Fräsbearbeitung. Hier ist das Zusammenspiel zwischen Hardware, Software und Technologie von besonderer Bedeutung. Zur EMO 2005 kooperierte das Fraunhofer IPT daher mit der ALZMETALL GmbH & Co. KG, der Camaix GmbH und der Siemens-Tochter ePS & RTS Automation Software GmbH und stellte mit seinen Partnern den Einsatz so genannter »Doppel-Splines« bei der BLISK-Fertigung vor.

In sicherheitskritischen Bereichen wie der Luft- und Raumfahrt kommt es auf eine hervorragende Oberflächenqualität sowie Maß- und Formgenauigkeit der Strömungsflächen von Turbinen und Verdichtern an. Der Einsatz schwer zerspanbarer Materialien wie Titan- und Nickelbasislegierungen erfordert vom Prozessplaner sehr gute technologische Kenntnisse der Fräsbearbeitung. Vor allem die komplexen Geometrien und die eingeschränkte Zugänglichkeit der Schaufelzwischenräume stellen bei der BLISK-Herstellung sehr hohe Anforderungen an die 5-achsige Bewegungsführung und die Dynamik der eingesetzten Maschine.

Vor diesem Hintergrund forciert das Fraunhofer IPT zusammen mit den Aachener CAD/CAM-Spezialisten von Camaix und den Steuerungsspezialisten der Siemens-Tochter ePS & RTS den Einsatz von »Doppel-Splines« für die simultane 5-achsige Bahnführung (siehe Seite 32). Diese Form der Bahndarstellung auf komplexen Freiformflächen erlaubt einen besonders harmonischen Bahnverlauf des Werkzeugs. So lässt sich das Werkzeug im Vergleich zur konventionellen Linearinterpolation bis zu dreimal schneller bewegen – bei gleicher Bahngenauigkeit und höherer Oberflächenqualität. Der Grund dafür liegt in der geringeren Anzahl von Kontrollpunkten.

Für die EMO 2005 in Hannover setzte das Fraunhofer IPT den 5-achsigen Bearbeitungsprozess mit »Doppel-Splines« anhand eines BLISKS auf einer Maschine von Typ ALZMETALL GS 800/5 um und präsentierte das neue Verfahren gemeinsam mit dem Werkzeugmaschinenhersteller ALZMETALL auf dessen Messestand erstmals mit großem Erfolg der Öffentlichkeit (siehe Seite 32).

Ihre Ansprechpartner:

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

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



5-Achs-Simultanbearbeitung eines BLISKS.



Deutsch-chinesische Kooperation im Bereich der prozessnahen Messtechnik

Bereits seit langem unterhält das Fraunhofer IPT sehr gute Kontakte zu verschiedenen chinesischen Hochschulen. Ziel dieser Kooperationen ist die Durchführung gemeinsamer Projekte und Workshops zu speziellen Themen der Messtechnik, der Aufenthalt chinesischer Wissenschaftler in Aachen und der regelmäßige Informationsaustausch.

Im Oktober 2001 startete beispielsweise ein Masterkurs für Studenten der Tsinghua Universität in Peking im Fach »Production Engineering«. Das Fraunhofer IPT bietet diesen Kurs gemeinsam mit dem WZL der RWTH Aachen an. Auf diese Weise soll den Studenten auch die »deutsche Sichtweise« in der Produktionstechnik vermittelt werden.

Darüber hinaus ist das Fraunhofer IPT an verschiedenen Entwicklungskooperationen zwischen deutschen und chinesischen Unternehmen beteiligt:

Das Projekt »ProSens« hat die CAD-basierte Generierung von Prüfplänen für komplexe Bauteile teilautomatisiert. Zum Einsatz kamen dabei messtechnische Hard- und Software-Technologien in Form einer unidirektionalen Datenkette. Ein wichtiger Schwerpunkt lag auf der Umsetzung einer fähigen, multisensoriellen Hardware-Lösung.

Weitere Kooperationen arbeiten innerhalb des Projekts »ProNet« an einer zentralen Produkt- und Prozessentwicklung, die auf dezentrale Hardware-, Software- und Know-how-Ressourcen setzt. Hier steht die strukturierte Datenkommunikation zwischen Design, Fertigung und Qualität zur optimalen Produktentwicklung im Vordergrund. Das »ProNet«-Gesamtkonzept soll mit Hilfe projektbeteiligter Mitglieder eines chinesischen Normungsausschusses in einen internationalen Standard im Sinne der bereits etablierten ISO 13584 überführt werden.

Am Wissenstransfer in den industriellen Sektor waren im Jahr 2005 die folgenden Industrienetzwerke über projektbegleitende Workshops in Peking, Dalian und Hangzhou beteiligt:

- ITTC, das »International Technology Transfer Center« der Tsinghua Universität in Peking,
- Huicong, das marktführende industriefinanzierte Netzwerk, und
- das Deutsche Zentrum für Wissensförderung.

Ihr Ansprechpartner:

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



Fraunhofer-Demonstrationszentrum »AdvanCer« – Systementwicklung mit Hochleistungskeramik

Werkstoffe und Bauteile aus Hochleistungskeramik sind ein ausgewiesenes Kompetenzfeld der Fraunhofer-Gesellschaft. Das Forschungsspektrum reicht dabei entlang der gesamten Wertschöpfungskette – von der Modellierung und Simulation über die anwendungsorientierte Werkstoffentwicklung, die Bearbeitung und Fertigung keramischer Komponenten bis hin zur Bauteilcharakterisierung und -bewertung. Das Fraunhofer-Demonstrationszentrum »AdvanCer«, ein Verbund aus sieben Fraunhofer-Instituten, bündelt diese Kompetenzen mit dem Ziel, neue Anwendungsfelder für Hochleistungskeramiken zu erschließen.

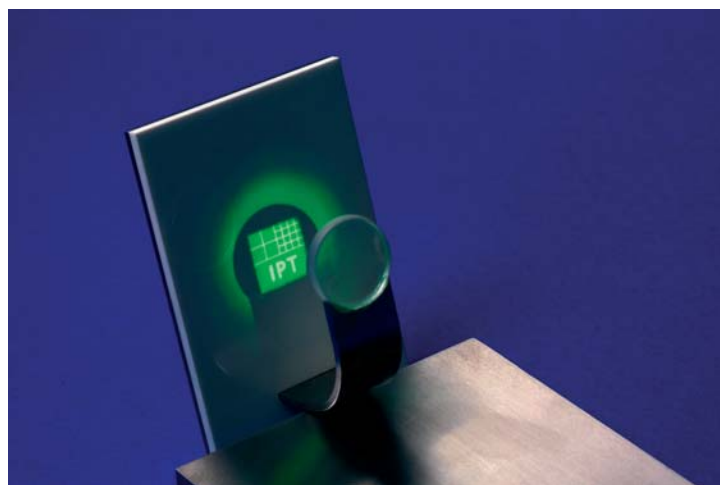
Technische Keramiken besitzen gegenüber anderen Werkstoffen eine Reihe herausragender Eigenschaften, wie hohe Härte, hohe Festigkeit, thermische und chemische Stabilität und Verschleißbeständigkeit. Der Einsatz keramischer Komponenten eröffnet daher oft völlig neue Chancen bei der Entwicklung und Auslegung technischer Systeme, die zu erheblichen Leistungssteigerungen führen. Um die Potenziale technischer Keramiken aufzuzeigen und weiter auszuschöpfen, entwickelt und präsentiert das Demonstrationszentrum innovative Demonstratoren, führt FuE-Aktivitäten durch, um technologische Lücken zu schließen und bietet ein breites Angebot an Beratungs-, Schulungs-, und Transferleistungen. Das Angebot von »AdvanCer« richtet sich vor allem an kleine und mittlere Unternehmen, die nun erstmals auf ein umfassendes und geschlossenes Leistungsangebot aus einer Hand zurückgreifen können.

Das Fraunhofer IPT bringt in das Demonstrationszentrum gezielt seine Erfahrungen und Kenntnisse in den Bereichen Prototypenfertigung und Hartbearbeitung von Hochleistungskeramiken ein. So entwickelt »AdvanCer« unter der Federführung des Fraunhofer IPT ein Abformwerkzeug mit einem vollkeramischen Formeinsatz für hochpräzise Glasabformprozesse. Ziel des Projekts ist es, geeignete Verfahren für die hochpräzise Ferti-

gung keramischer Formeinsätze zum Glaspressen zu qualifizieren und das Wechselwirkungsverhalten zwischen den eingesetzten Keramiken und den abzuformenden Glaswerkstoffen zu erproben. Darüber hinaus ist das Fraunhofer IPT in ein umfassendes Schulungsprogramm des Demonstrationszentrums eingebunden. Im Mai 2005 fand hierzu am Fraunhofer IPT eine Schulung zum Thema »Bearbeitung technischer Keramik« statt, die mehr als 30 Teilnehmern umfassende Einblicke in die aktuellen Entwicklungen und Trends der Keramikbearbeitung bot.

Ihr Ansprechpartner:

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





Forschungsgemeinschaft 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 aus dem Werkzeugmaschinen- und Anlagenbau, der Automobilbranche sowie der Werkzeug- und Steuerungstechnik.

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

Laufende Forschungs- und Entwicklungsvorhaben befassen sich mit der Entwicklung verbesserter Führungs- und Lagerungstechnik für Präzisions- und Ultrapräzisionsmaschinen sowie mit Automatisierungskonzepten für die Mikrozerspanung durch ultrapräzise Prozessüberwachung. Hier sind auch das automatisierte Einmessen von Werkzeugen und Werkstücken sowie der vollautomatisierte Werkzeugwechsel zu nennen. Im Mittelpunkt aktueller Forschungsarbeiten steht die Konzeption, Auslegung und Entwicklung hochpräziser Positioniersysteme durch neue hydrostatische und aerostatische Führungen und hochdynamische Antriebe. Begleitet werden diese Arbeiten durch die Entwicklung eigener Steuerungstechnik, die die hohen Anforderungen der Ultrapräzisionstechnik an Genauigkeit und Geschwindigkeit der Datenverarbeitung erfüllen soll.

Die Forschungsgemeinschaft trifft sich jedes Jahr im Frühjahr und Herbst, stellt ihren Mitgliedern exklusiv die erarbeiteten Projektergebnisse vor und diskutiert neue Entwicklungsaufgaben. Die Mitgliedsunternehmen der Forschungsvereinigung profitieren nicht nur durch die Ergebnisse, 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:

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



DAIMLERCHRYSLER



...

Mitglieder der Forschungsgemeinschaft Ultrapräzisionstechnik UPT.



Rückblick 2005



Rückblick 2005

Messen, Konferenzen, Seminare	78
VDI-Seminar »Rapid Manufacturing«	78
9. Aachener Qualitätsgespräche: Organisatorische und methodische Exzellenz – Wege zum Erfolg	78
Hannover Messe Industrie 2005	78
Microsys 2005	79
25. Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquium: Impulse für den Standort Deutschland	79
Abschlusskonferenz des Konsortial-Benchmarking »Technologiemanagement«	80
Laser 2005 – World of Photonics	80
Schulung »Bearbeitung technischer Keramik«	81
Ehemalige Fraunhofer-Institutsleiter und -Vorstände in Aachen	81
EMO 2005	82
25 Jahre Fraunhofer in Aachen: Fraunhofer IPT feierte Jubiläum	82
2. Lean Management Summit – Aachener Management-Tage	83
5. Internationales Kolloquium »Werkzeugbau mit Zukunft«	83
Euromold 2005	84
 Personen und Ehrungen	 85
Die zweite Führungsgeneration ist komplett	85
Ehrendoktorwürde der TU Dresden für Prof. Manfred Weck	86
Mühlhoff-Stiftung zeichnet Dipl.-Ing. Alexander Grüntzig M.S. aus	86
 Veröffentlichungen, Dissertationen	 87



1. und 2. März 2005

VDI-Seminar »Rapid Manufacturing«

Am 1. und 2. März 2005 führte das Fraunhofer IPT erstmals das VDI-Seminar »Rapid Manufacturing – Innovation in der Produktion« durch. Nachdem den Teilnehmern in den vergangenen zehn Jahren vor allem die Grundlagen der schichtweise generativen Fertigungsverfahren für die Herstellung von Prototypen oder Vorserienwerkzeugen nahe gebracht wurden, fokussierte die Veranstaltung dieses Mal auf die direkte Herstellung von Endprodukten oder Serienwerkzeugeinsätzen.

Für die Veranstaltung konnten zehn hochrangige Referenten aus der Industrie gewonnen werden. Das Fraunhofer IPT ergänzte die Industrie-Beiträge durch Präsentationen zum Controlled Metal Build Up (CMB) und zum Keramik-Lasersintern. Die Themen der Vorträge stammten aus der Medizintechnik, dem Motorsport und dem Werkzeugbau. Ergänzt wurden sie durch eine Besichtigung der Anlagen und Prozesse des Fraunhofer IPT. Die Teilnehmer zogen am Ende der Veranstaltung ein sehr positives Fazit und stellten fest, dass sich schichtweise generative Fertigungsverfahren heute nicht mehr nur für die Vorserienherstellung, sondern auch sehr gut für Endanwendungen eignen.

12. und 13. April 2005

9. Aachener Qualitätsgespräche: Organisatorische und methodische Exzellenz – Wege zum Erfolg

»Aktuelle Unternehmensstrategien wie Outsourcing und das Streben nach Innovationen sind keine Selbstläufer – Erfolge müssen aktiv angepackt werden. Neue Kompetenzen, vor allem bei der Koordination der unterschiedlichen Fachbereiche, sind in den Unternehmen aufzubauen und organisatorisch einzubinden.« Dies war der Tenor während der 9. Aachener Qualitätsgespräche am 12. und 13. April 2005. In sechs Berichten aus Forschung und Industrie präsentierten hochkarätige Experten aus Industrie und Forschung erfolgreiche Ansätze für Beschaffung, Mechatronik-Entwicklung und die Optimierung von Fertigungsprozessen.

Im Mittelpunkt des Veranstaltungsteils »Mechatronik beherrschen« standen vor allem neue Ansätze im Anforderungsmanagement, State-of-the-Art-Entwicklungsprozesse und kritische Erfolgsfaktoren für den Mechatronik-Einsatz. Eine Vorgehensweise zur schnellen und effektiven Optimierung von Produktionsprozessen wurde in »Das Ziel im Blick – Prozesse systematisch verbessern« vorgestellt, die steigende Bedeutung der Zulieferbeziehungen begründete das Themenfeld »Sourcing-Potenziale nutzen«. Hier ging es nicht nur um die Optimierung des Lieferantenportfolios; es wurden auch Wege zur unternehmensübergreifenden Entwicklung neuer Produkte und Prozesse aufgezeigt.

In einer Podiumsdiskussion diskutierten die Teilnehmer mit Experten Fragen zur organisatorischen Einbindung des Qualitätsmanagements. Das Programm bot dabei allen Teilnehmern ausreichend Zeit für intensive Gespräche und Diskussionen.

11. bis 15. April 2005

Hannover Messe Industrie 2005

Den Schwerpunkt beim Messeauftritt des Fraunhofer IPT auf dem Gemeinschaftsstand des IVAM NRW e.V. auf der Hannover Messe 2005 bildeten Prozesse und Maschinen zur Herstellung hochpräziser, dreidimensionaler Mikrostrukturen. Diese werden von der Industrie heute immer stärker nachgefragt – beispielsweise für die Herstellung von TFT-Displays oder für Reflektoren, ultra-präzise Spiegel und Linsenarrays in der Lasertechnik. Das Fraunhofer IPT stellte deshalb auf der Messe Lösungen zum Diamantdrehen und -fräsen großer Flächen sowie zum Schleifen und Polieren





optischer Oberflächen vor. Einen weiteren Schwerpunkt bildeten Prozesstechnologien zur konturnahen Oberflächenstrukturierung von Spritzgusswerkzeugen, mit denen sich genarbte Oberflächen, zum Beispiel für Automobil-Innenverkleidungen, fertigen lassen.

Mit dem Fraunhofer-Demonstrationzentrum »AdvanCer« war das Fraunhofer IPT außerdem auf dem Stand der TASK GmbH (Technologie Agentur Struktur Keramik) vertreten. Einen Schwerpunkt des Messeauftritts bildeten keramische Präzisionsformen zum Blankpressen optischer Gläser, das Selektive Lasersintern von Keramik sowie die Feinbearbeitung keramischer Hochleistungswerkstoffe.

Die Messeteilnahme war für das Fraunhofer IPT auch in diesem Jahr wieder geprägt durch informative Gespräche und Diskussionen mit zahlreichen Interessenten aus Industrie und Wissenschaft. Der beinahe schon zur Tradition zählende Auftritt auf der Hannover Messe war somit auch in diesem Jahr für das Institut wieder ein voller Erfolg.

26. bis 29. April 2005

Microsys 2005

Mit einem ähnlichen Ansatz wie auf der Hannover Messe, die zwei Wochen zuvor stattfand, ging das Fraunhofer IPT auf der Microsys 2005 in Sinsheim an den Start. So stand auch hier die hochpräzise großflächige Mikrostrukturierung im Vordergrund. Die Kongress-Fachmesse für Mikrosystemtechnik und Ultrapräzisionsfertigung, die nun schon zum zweiten Mal zeitgleich zur Messtechnik-Messe Control stattfand, zog nicht nur hochkarätige Aussteller sondern auch ein ausgesprochen interessantes Fachpublikum in die Messehallen. In zwei Vorträgen zu den Themen »Mikrostrukturierung« und »Mikroformenbau« im Forum des Messeveranstalters stellte das Fraunhofer IPT neueste Ergebnisse und zukünftige Forschungsansätze vor. Rege Diskussionen am Stand des Fraunhofer IPT und die Vielzahl konkreter Anfragen interessierter Industrieunternehmen zeigen, dass das Fraunhofer IPT auf der Microsys hervorragend aufgestellt ist.

2. und 3. Juni 2005

25. Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquium: Impulse für den Standort Deutschland

Das 25. Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquium AWK, veranstaltet vom Fraunhofer IPT und dem WZL der RWTH Aachen, hat seinen Ruf als Informationsbörse der Produktionstechnik eindrucksvoll bestätigt. Seit Jahrzehnten stellen sich die Veranstalter nun schon den aktuellen Herausforderungen der Produktionstechnik, zur Zeit also der Frage nach dem Produktionsstandort Deutschland.



Mehr als 800 internationale Teilnehmer informierten sich am 2. und 3. Juni 2005 zu den ausgewählten Themenschwerpunkten »Globale Produktion«, »Neue Wirtschaftlichkeit in der Produktion«, »High-Tech-Produktion« und »Einzigartige Produktion«. Hochkarätige Referenten stellten in 14 Vorträgen Herausforderungen und Lösungsansätze für aktuelle Entwicklungen vor und zeigten Wege für die Zukunftssicherung des Standorts Deutschland auf.

Im Zentrum vieler Vorträge stand dabei der Ruf nach einem innovationsfreundlicheren gesellschaftspolitischen Klima. Sowohl Prof. Dr. Joachim Milberg, Aufsichtsratsvorsitzender der BMW AG, als auch Prof. Dr. Hans-Jörg Bullinger, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, forderten in ihren Eröffnungsvorträgen mehr Investitionen in Forschung und Entwicklung um Leistungssteigerung durch Innovation erst möglich zu machen. Nur so würden neue Märkte erschlossen, Arbeitsplätze geschaffen und letztlich das Wirtschaftswachstum positiv beeinflusst.



In einer Vielzahl von Demonstrationen und Prüfstandsvorführungen stellten die Mitarbeiter von Fraunhofer IPT und WZL ihre Forschungsergebnisse aus der Produktionstechnik sowie den Einsatz der Systeme in der Praxis vor. Parallel zu den Vorträgen bestand an beiden Tagen die Gelegenheit zum Besuch der begleitenden Industrieausstellung namhafter Unternehmen der deutschen Wirtschaft im Foyer des Eurogress unter dem Motto: »Produktion in Deutschland«.

Am Abend des 2. Juni fand im Eurogress die traditionelle AWK-Abendveranstaltung mit Dinner, Sketchen, Musik und Tombola statt. Die Veranstaltung stand dieses Mal unter dem Motto »Neues aus dem Olymp der Forschung – Die Abenteuer des Optizeus« und wurde wie gewohnt mit großem Engagement von den Mitarbeitern der Institute gestaltet und umgesetzt.

Die Vorträge des Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquiums 2005 sind zusammengefasst im Vortragsband mit dem Titel »Wettbewerbsfaktor Produktionstechnik – Aachener Perspektiven« im Shaker Verlag Aachen erschienen (ISBN 3-8322-3988-X). Ein Bestellformular für die Tagungsunterlagen findet sich unter www.awk.rwth-aachen.de.

16. Juni 2005

Abschlusskonferenz des Konsortial-Benchmarking »Technologiemanagement«

Auf einer Abschlusskonferenz am 16. Juni 2005 stellte das Fraunhofer IPT gemeinsam mit einem hochkarätigen Industriekonsortium die fünf besten Unternehmen seines internationalen

Benchmarking-Projekts über Erfolgsfaktoren im Technologiemanagement vor (siehe Seite 35). Ziel des Projekts war es, besonders erfolgreiche Ansätze und Konzepte im Technologiemanagement, so genannte »Successful Practices«, führender europäischer Unternehmen zu identifizieren. Für ihre herausragenden Leistungen zeichnete das Fraunhofer IPT im Konferenzzentrum des Düsseldorfer Flughafens die BMW AG, Ciba Specialty Chemicals Inc., die Infineon AG, die Linde AG sowie die Océ Printing Systems GmbH aus.

Das Fraunhofer IPT ermittelte die Besten des Vergleichs in Zusammenarbeit mit einer Jury aus Leitern des Technologiemanagements erfolgreicher internationaler Unternehmen, die zugleich das Konsortium des Projekts stellten. Professor Günther Schuh leitete das Projekt.

13. bis 16. Juni 2005

Laser 2005 – World of Photonics

Unter dem Motto »Maßgeschneiderte Lösungen für Laserhersteller und Anwender« stand der Auftritt der Fraunhofer-Gesellschaft auf der Fachmesse »LASER 2005 – World of Photonics« vom 13. bis 16. Juni 2005 in München. Das Fraunhofer IPT präsentierte sich dort zusammen mit den Fraunhofer-Instituten ILT, ISIT und IWS und zeigte die aktuellen Highlights seiner Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten zum Thema »Lasermaterialbearbeitung«.

Ins Zentrum seines Messeauftritts stellte das Fraunhofer IPT vor allem die aktuellen Projekte und Ergebnisse zum Laserstrahlschweißen und -löten. Eine besondere Neuheit bildete dabei das





flussmittelfreie Laserlöten von Aluminiumwerkstoffen, das zurzeit vom Fraunhofer IPT entwickelt wird. Mit diesem Verfahren lassen sich glatte Lötnahte und kantenfreie Übergänge an zusammengefügt Aluminiumbauteilen direkt und ohne langes Nacharbeiten herstellen. Weitere Exponate und Forschungsergebnisse stammten aus den Bereichen »Laseroberflächenbehandlung zum Herstellen verschleißfester Werkzeuggrandschichten«, »Rapid Manufacturing« und »Laserunterstützte Bearbeitung«.

Das Standteam des Fraunhofer IPT nutzte die informativen Gespräche mit den Besuchern, um zahlreiche neue Kontakte zu knüpfen und den Dialog mit bestehenden Kunden und Projektpartnern zu vertiefen. So lässt sich auch für die dritte große Messe des Fraunhofer IPT im Jahr 2005 wieder ein ausgesprochen positives Resümee ziehen.

21. und 22. Juni 2005

Schulung »Bearbeitung technischer Keramik«

Am 21. und 22. Juni 2005 fand im Fraunhofer IPT die Schulung »Bearbeitung technischer Keramik« statt. Sie ist Teil eines aus drei Blöcken bestehenden Schulungsprogramms, das das Fraunhofer-Demonstrationszentrum »AdvanCer« jährlich anbietet. Ziel des zweiten Veranstaltungsblocks war es, Grundlagen und Expertenwissen rund um das Thema Keramikbearbeitung zu vermitteln. Im Zentrum stand dabei die Hartbearbeitung mit ihrer Schlüsselfunktion für eine effiziente Fertigung keramischer Funktionsbauteile.

Experten der vier Fraunhofer-Institute IKTS, IPK, IPT und IWM hielten Vorträge zu den Themen »Prototypenfertigung«, »Grün- und Hartbearbeitung« sowie »Festigkeitseigenschaften bearbeiteter Oberflächen«. Dabei konnten die Teilnehmer das theoretisch vermittelte Wissen in praktischen Prozessvorführungen in den Maschinenhallen des Fraunhofer IPT zu vertiefen. Das Schulungsprogramm behandelte außer der Bearbeitung auch Aspekte der Herstellung und Systemintegration von Hochleistungskeramik.

Die hohe industrielle Relevanz der Inhalte bestä-

tigte sich durch die Teilnahme von rund 30 Vertretern internationaler Unternehmen und Forschungseinrichtungen. Aufgrund dieser positiven Resonanz wird die Schulungsreihe im Jahr 2006 fortgesetzt.

30. Juni bis 2. Juli 2005

Ehemalige Fraunhofer-Institutsleiter und -Vorstände in Aachen

Auch nach ihrem Ausscheiden aus der Fraunhofer-Gesellschaft bleiben Fraunhofer-Vorstände und -Institutsleiter ihrem ehemaligen Arbeitgeber verbunden. Rund 20 von ihnen besuchten vom 30. Juni bis 2. Juli 2005 – zum Teil gemeinsam mit ihren Ehefrauen – die drei Aachener Fraunhofer-Institute ILT, IME und IPT. Ziel war das Jahrestreffen der ehemaligen Fraunhofer-Vorstände und -Institutsleiter, einer Initiative, die sich die Kontaktpflege und die Förderung der angewandten Forschung auf die Fahnen geschrieben hat.



Unter der Federführung des früheren Fraunhofer-Vorstandsmitglieds Dr. Hans-Ulrich Wiese, der dem Fraunhofer IPT seit seiner Gründungszeit sehr verbunden ist, organisierten die Institute für die Ehemaligen ein abwechslungsreiches Rahmenprogramm mit Institutsführungen, Besichtigungen von Stadt und Umland, gemeinsamen Abendessen und einem Empfang im Aachener Rathaus bei Bürgermeisterin Astrid Ströbele.



14. bis 21. September 2005 **EMO 2005**

Auf einem Gemeinschaftsstand mit sechs weiteren Fraunhofer-Einrichtungen präsentierte sich das Fraunhofer IPT vom 14. bis 21. September während der EMO 2005. Unter dem Motto »Prozesse und Produktionsanlagen – intelligent gestalten, virtuell planen, effizient betreiben« deckte der Stand ein weites Spektrum an Themen von »Neue Maschinenkonzepte« über »Virtual Reality«, »Mikrobearbeitung« und »Hochleistungskeramik« bis hin zu »Werkzeuge, Schneidstoffe und Beschichtungen« ab.



Das Fraunhofer IPT stellte dabei das Thema »Neue Maschinenkonzepte« in den Mittelpunkt seines Messeauftritts. Es zeigte unter anderem seine Unrunddrehmaschine HDM, mit der sich Unrundgeometrien, beispielsweise für Kolben von Verbrennungsmotoren mit elliptischem Querschnitt, schnell und kostengünstig herstellen lassen. Zusätzlich vertrat das Fraunhofer IPT auf dem Gemeinschaftsstand das Fraunhofer-Demonstrationszentrum »AdvanCer« mit zahlreichen Exponaten und einem Infoterminal über die Bearbeitung von Hochleistungskeramiken.

Als Partner auf dem Stand der Alzmetall GmbH & Co. KG führte das Fraunhofer IPT zudem gemeinsam mit der Camaix GmbH aus Aachen neue Bearbeitungsstrategien für die Herstellung von Strömungsflächen vor. Als Beispiel diente das Restmaterial-optimierte 5-achsige Bohrschruppen und Schlichten von Flugtriebwerksverdichtern (siehe Seiten 32 und 71). Das Fraunhofer IPT demonstrierte gleichzeitig auch die Arbeitsweise seiner neuen Analyse- und Optimierungssoftware NCPProfiler™.

Die EMO 2005 hat sich für das Fraunhofer IPT mit einer Vielzahl an hochkarätigen Kontakten als ausgezeichnete Plattform für die Vorstellung von Forschungsergebnissen und Neuentwicklungen erwiesen. Vor allem die Kooperation mit den beiden Industriepartnern Alzmetall und Camaix zeigte sich als fruchtbar und lockte eine Vielzahl potenzieller Kunden und Partner an die Stände.

23. September 2005 **25 Jahre Fraunhofer in Aachen: Fraunhofer IPT feierte Jubiläum**

Am 23. September feierte das Fraunhofer IPT mit einem großen Fest sein 25-jähriges Bestehen. Unter dem Motto »Fraunhofer IPT and friends« erinnerten sich Mitarbeiter, Ehemalige und Freunde an die Gründung des ältesten Aachener Fraunhofer-Instituts.

Die Idee, in Aachen ein Fraunhofer-Institut anzusiedeln, stammte von den damals leitenden Professoren des Werkzeugmaschinenlabors (WZL) der RWTH Aachen. Gemeinsam mit der Fraunhofer-Gesellschaft planten Wilfried König, Manfred Weck, Tilo Pfeifer und Walter Eversheim, die anwendungsbezogene Forschung und Entwicklung für die Industrie am Standort Aachen zu stärken. Zusammen mit dem WZL bildet das Fraunhofer IPT heute eines der größten und traditionsreichsten produktionstechnischen Zentren seiner Art in Europa.

Rund 600 Gäste feierten gemeinsam von vom frühen Nachmittag bis spät in die Nacht: Auf einer Hüpfburg, beim Torwandschießen und während einer Kinderolympiade konnten sich die Jüngsten auf dem Instituts Gelände austoben. Zwischendurch brachte ein Zauberer die Kinder ebenso zum Staunen wie die Maschinen, die sie während der Hallenführungen erleben konnten. Die Erwachsenen konnten beim »Hau-den-Lukas« ihre Kräfte messen oder sich beim Bullenreiten anfeuern lassen.

Am Abend ließ Institutsleiter Prof. Fritz Klocke in einer humorvollen Rede die vergangenen 25 Jahre Revue passieren. Einen besonderen Schwerpunkt legte er dabei auf die Menschen, die das Fraunhofer IPT in der Vergangenheit geprägt haben.



Aus Boston gratulierten die Kollegen des Fraunhofer CMI mit einem herzlichen »Happy anniversary IPT« zum Jubiläum. Stellvertretend für die Münchner Zentrale übermittelte Dr. Hans-Otto Feldhütter Grüße und Glückwünsche. Er lobte den Teamgeist und unterstrich die gute Zusammenarbeit innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft und mit der Industrie. Anschließend wurde mit großem Buffet, Livemusik und DJ bis in die frühen Morgenstunden gefeiert.



16. bis 18. November 2005

2. Lean Management Summit – Aachener Management-Tage

Die erste Lean-Thinking-Bewegung zu Beginn der 90er Jahre ging bis auf wenige Ausnahmen spurlos an den deutschen Unternehmen vorbei. Dies lag wohl zum einen an einer missverständlichen Übersetzung (»schlank« für »lean«), zum anderen erkannten viele nicht ihr tatsächliches Ziel. Schnell waren die »Lean«-Ideen negativ besetzt, eine häufige Assoziation lautete: Personalabbau. Nachdem bereits im Herbst 2004 der erste deutsche Lean Management Summit im Beisein der geistigen Väter des Lean-Gedankens, James P. Womack (USA) und Daniel T. Jones (GB), Klarheit vermittelt und die Ziele zurecht gerückt hatte, sind sich die Initiatoren des heute sicher: Die Lean-Management-Bewegung mit dem Inhalt »Werte schaffen ohne Verschwendung« ist auch in Deutschland nicht mehr aufzuhalten.

Zum 2. Lean Management Summit kamen daher vom 16. bis 18. November 2005 mehr als 360 hochrangige Manager nach Aachen, um sich ausführlich über die Perspektiven dieser Entwicklung

zu informieren. Wertstromdesign, Lean Supply Chain, Innovationsmanagement, Komplexitätsmanagement, Lean Administration und Change Management waren Schwerpunkte des Kongresses.

Die Gäste wurden nicht enttäuscht: Zahlreiche Vorträge von Experten namhafter Unternehmen machten deutlich, dass eine bedeutende Anzahl von ihnen bereits eine weite Strecke auf dem Weg zur Lean Production zurückgelegt und dabei eindrucksvolle Erfolge erzielt hat. Sie alle belegten, dass sie ihre Wettbewerbsfähigkeit mit den Lean-Prinzipien nachhaltig verbessern konnten.

Professor Daniel T. Jones wies die Teilnehmer darauf hin, dass es nicht allein ausreiche, Kosten zu reduzieren, indem sie die Wertschöpfungskette von allem Überflüssigen »entschlacken«, um die Wettbewerbsfähigkeit zu sichern. Vielmehr müssten sie ihre Produktion viel deutlicher an den Kundenwünschen orientieren.

Erstmals ging dem eigentlichen Kongress ein Praxistag mit rund 190 Teilnehmern voraus, an dem diese in Parallel-Workshops zu den Themen »Lean Innovation«, »Lean Administration« und »Lean Wertstrom« die Anwendung der Lean-Management-Methoden anhand praxiserprobter Fallstudien erlernen konnten.

29. November 2005

5. Internationales Kolloquium »Werkzeugbau mit Zukunft«

Zum ersten Mal fand das Internationale Kolloquium »Werkzeugbau mit Zukunft« im Jahr 2005 nicht wie gewohnt in Aachen statt: Das Fraunhofer IPT und das WZL der RWTH Aachen hatten die Veranstaltung anlässlich der Preisverleihung zum »Werkzeugbau des Jahres« am Vorabend der Werkzeugbau-Fachmesse EuroMold nach Wiesbaden verlegt.

Um so überwältigender zeigte sich der Erfolg der Veranstaltung: Rund 250 Teilnehmer waren zunächst in das Wiesbadener Tagungshotel gekommen, um sich über die neuesten Trends im Werkzeugbau und die Strategien und Technologien der erfolgreichen Unternehmen des Wett-



bewerbs »Excellence in Production« zu informieren. In acht Fachvorträgen zeigten Experten aus Industrie und Forschung Wege auf, mit denen sich die aktuellen Herausforderungen des Werkzeug- und Formenbaus meistern lassen. Das Themenspektrum reichte dabei vom Umgang mit der wachsenden Konkurrenz aus Fernost bis hin zur effizienten Fertigung spezieller Werkzeuge.

Die Abendveranstaltung stand später ganz im Zeichen des Werkzeugbau-Preises, den Fraunhofer IPT und WZL gemeinsam mit dem VDMA, den VDI-Nachrichten und der Fachzeitschrift »werkzeug & formenbau« unter der Schirmherrschaft von BDI-Präsident Jürgen R. Thumann ausgelobt hatten. Mit einer festlichen Preisübergabe im alten Wiesbadener Kurhaus gaben die Veranstalter die Gewinner bekannt. Fraunhofer IPT und WZL ermittelten die zwölf Finalisten des anhand eines ausführlichen Vergleichs von knapp 300 Werkzeug- und Formenbau-Betrieben aus ganz Deutschland. Acht fachkundige Juroren aus Industrie, Politik und Wissenschaft bestimmten schließlich die Sieger in vier Kategorien und den Gesamtsieger.



Die Hofmann Werkzeugbau GmbH ging dabei nicht nur als Sieger in der Kategorie »Externer Werkzeugbau über 100 Mitarbeiter« hervor, sondern auch als Gesamtsieger des Wettbewerbs. Gemeinsam mit seiner kaufmännischen Leiterin Monika Hofmann nahm Geschäftsführer Günter Hofmann den Pokal aus den Händen von Vorjahressieger Hubert Waltl, Bereichsleiter Werkzeugbau der Audi AG, entgegen

Gewinner der Kategorie »Externer Werkzeugbau unter 100 Mitarbeiter« wurde die W. Faßnacht Werkzeug und Formenbau GmbH. In der Kategorie »Interner Werkzeugbau über 100 Mitarbeiter« setzte sich die Hirschvogel Umformtechnik GmbH gegen ihre Mitbewerber durch. Siegreich in der Kategorie »Interner Werkzeugbau unter 100 Mitarbeiter« zeigte sich die Technoform Extrusion Tooling GmbH.

Mit dem jährlichen Wettbewerb »Excellence in Production« möchten die Veranstalter nicht nur die Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Werkzeug- und Formenbaus verbessern, indem sie den Austausch und das Lernen von den Besten fördern. Nach dem großen Erfolg der beiden vergangenen Jahre soll die Preisverleihung zum »Werkzeugbau des Jahres« deshalb auch in Zukunft die Leistungsfähigkeit besonders engagierter Unternehmen hervorheben.

30. November bis 3. Dezember 2005 **Euromold 2005**

Auf drei Messeständen in zwei Hallen präsentierte sich das Fraunhofer IPT gemeinsam mit dem WZL der RWTH Aachen sowie dem Verband Deutscher Werkzeug- und Formenbauer (VDWF), der NC-Gesellschaft und der Fraunhofer-Allianz »Rapid Prototyping« auf der EuroMold 2005.

Am Gemeinschaftsstand des VDWF zeigte der *aachener werkzeug- und formenbau* als gemeinsame Initiative von WZL und Fraunhofer IPT, wie sich strategische und technologische Exzellenz im Werkzeug- und Formenbau verwirklichen lassen. Antworten auf die neuen Herausforderungen im Wettbewerb mit chinesischen Werkzeuganbietern bot dabei eine Studie, für die die beiden Institute die Entwicklungen des chinesischen Werkzeugbaus untersuchten und deren erste Ergebnisse sie auf der EuroMold präsentierten. WZL und Fraunhofer IPT stellten außerdem die Sieger des Wettbewerbs »Excellence in Production« vor, die am Vorabend der Messe in Wiesbaden gekürt wurden und gaben den Startschuss zum Wettbewerb für das Jahr 2006.



Seit geraumer Zeit gelingt es dem Fraunhofer IPT, immer stärker auch im europäischen Ausland Fuß zu fassen. Ziele und Ergebnisse dreier erfolgreicher EU-Projekte stellte das Institut deshalb auf der EuroMold 2005 einem breiten Publikum vor: Unter dem Motto »Fraunhofer IPT goes Europe« präsentierte das Fraunhofer IPT auf dem Gemeinschaftsstand der NC-Gesellschaft seine erfolgreichen EU-Projekte »EuroTooling 21«, »Fastool« und »HardPrecision«.

Auf dem Gemeinschaftsstand der Fraunhofer-Allianz »Rapid Prototyping« zeigte das Fraunhofer IPT schließlich unter dem Motto »Rapid Repairing« Lösungen für die schnelle Reparatur und die Modifikation von Werkzeugen anhand der automatischen Reparaturzelle für den Werkzeug- und Formenbau »OptoRep« und des Controlled Metal Build Up.

Der verteilte Auftritt in den Hallen 6 und 8 der Frankfurter Messe erwies sich als sehr erfolgreich. Durch die Präsenz an mehreren Standorten mit unterschiedlichen Themenschwerpunkten gelang es, potenzielle Kunden und Projektpartner besonders zielgruppengerecht anzusprechen. Viele neue Kontakte konnten so geknüpft und bestehende vertieft und weiter entwickelt werden.

Die zweite Führungsgeneration ist komplett

Vieles ist gar nicht so neu für ihn, denn so manchen Mitarbeiter kennt er noch aus der Zeit, als er am WZL-Lehrstuhl für Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement bei Professor Tilo Pfeifer als wissenschaftlicher Mitarbeiter tätig war. Mit Wirkung vom 1. Januar 2005 trat Prof. Dr.-Ing. Robert Schmitt die Nachfolge seines Doktorvaters Tilo Pfeifer an, der mit der Vollendung seines 65. Lebensjahres aus dem Direktorium des Fraunhofer IPT ausschied. Professor Robert Schmitt vervollständigt damit das neue Führungsquartett im Fraunhofer IPT.



Robert Schmitt, geboren 1961 in Lippstadt, begann nach dem Abitur ein Studium der Elektrotechnik, Fachrichtung elektrische Nachrichtentechnik, an der RWTH Aachen. Nach bestandener Diplomprüfung und anschließendem Wehrdienst startete Robert Schmitt seine Laufbahn als wissenschaftlicher Mitarbeiter im WZL am Lehrstuhl für Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement bei Professor Tilo Pfeifer. Hier arbeitete Schmitt überwiegend an der Lösung messtechnischer Aufgaben im automatisierten Fertigungsumfeld durch den Einsatz von Industrierobotern.

Im Jahr 1997 verließ er das WZL, um in der Industrie neue Verantwortung zu übernehmen. Zunächst arbeitete er in der Abteilung »Qualitätssicherung LKW« mit dem Schwerpunkt elektrische und elektronische Komponenten bei



der MAN Nutzfahrzeuge AG in München. Im Jahr 2000 übernahm er die Leitung der Abteilung »Qualitätssicherung Produktion Werke« an gleicher Stelle und damit auch werksübergreifende Aufgaben. Seinen Einstieg in die Produktion markiert die Übernahme der Leitung des Moduls »Fahrerhausausstattung« in der Geschäftseinheit »Schwere LKW« mit Produkt- Kosten- und Qualitätsverantwortung. In den beiden letzten Jahren seiner Industrietätigkeit verantwortete Schmitt die Sparte »Produktion LKW« in der Geschäftseinheit »Leichte und Mittlere LKW« in Steyr/Österreich. Hier war er verantwortlich für die Montage von rund 17 000 LKW pro Jahr.

Mit Professor Robert Schmitt übernimmt ein Mann mit profunder Industrieerfahrung die Nachfolge von Professor Tilo Pfeifer. Es ist daher nur verständlich, wenn der »neue Mann« am Fraunhofer IPT in Zukunft auf die Zusammenarbeit mit Industrie und Wirtschaft setzt.

Ehrendoktorwürde der TU Dresden für Professor Manfred Weck

Hohe Auszeichnung für Professor Manfred Weck: Die Technische Universität Dresden hat den ehemaligen Direktor des Fraunhofer IPT am 17. Juni 2005 mit der Ehrendoktorwürde ausgezeichnet. Professor Weck erhielt diese hohe Auszeichnung in Würdigung seiner umfangreichen Forschungsarbeiten in den verschiedenen Bereichen der Werkzeugmaschinen und der Fertigungstechnik.

Prof. Dr.-Ing. Knut Großmann vom Institut für Werkzeugmaschinen und Steuerungstechnik der TU Dresden machte in seiner Laudatio deutlich, dass diese Auszeichnung nicht nur dem Wirken Manfred Wecks als »Wissenschaftler, Forscher, Erfinder, Konstrukteur und Industriekommunikator« gilt. »Professor Weck war zu allererst und stets auch Hochschullehrer, dem die Zusammenarbeit mit jungen Menschen sehr wichtig war. Dabei gelang es ihm in beeindruckender Weise, die Begeisterungsfähigkeit seiner Schüler für die Forschung zu wecken«, so Großmann.

Großmann unterstrich in seiner Würdigung auch Wecks Engagement in der schon traditionellen Zusammenarbeit mit dem Institut für Werk-

zeugmaschinen und Steuerungstechnik, die die Professoren Opitz und Sachsenberg begründet hatten und die er auch in Zeiten des geteilten Deutschland unter erschwerten Bedingungen weiter geführt hatte.



Für Manfred Weck war die Ehrendoktorwürde der TU Dresden die zweite Auszeichnung dieser Art. Bereits 1992 hatte die Universität Hannover ihm den Titel »Dr.-Ing. ehrenhalber« verliehen.

Mühlhoff-Stiftung zeichnet Dipl.-Ing. Alexander Grüntzig M.S. aus

Für seine Arbeiten am Fraunhofer IPT und Fraunhofer CMI in Boston/USA über laserunterstützte Nano-Umformverfahren von Siliziumwafern hat die Mühlhoff-Stiftung Dipl.-Ing. Alexander Grüntzig M.S. ihren Stiftungspreis verliehen. In der Automobiltechnik verwurzelt, fördert die Stiftung herausragende Studienleistungen. Zum ersten Mal in seiner Geschichte geht der Preis an einen Absolventen der RWTH Aachen.

In seinen Arbeiten untersuchte Alexander Grüntzig schnelle, effiziente und kostengünstige Methoden zur Herstellung von Nanostrukturen durch einen mechanischen Umformprozess – gänzlich ohne die sonst in der Lithographie üblichen teuren, langwierigen und toxischen Ätzschritte. Die Bearbeitung ist nicht auf Silizium beschränkt und bietet besonders bei der gezielten Strukturierung von Implantat-Oberflächen völlig neue Möglichkeiten.



Ader, C.: Direktes Lasersintern keramischer Feingusskomponenten. In: VDI-Wissensforum (Hrsg.): Rapid Manufacturing – Innovation in der Produktion. Aachen, 2005, S. 1-11

Arntz, K.: Hartfräsen im Werkzeugbau. Die Lösung aller Probleme? In: Form+Werkzeug, 05/2005, S. 64-68

Bergs, T.; Wehrmeister, T.: Erweiterung der Formgebungsgrenzen beim Drücken durch Laserstrahlunterstützung. In: Kopp, R. (Hrsg.): Abschlussbericht zum DFG-Schwerpunktprogramm 1074 »Erweiterung der Formgebungsgrenzen bei Umformprozessen«, 1. Auflage, 2005, S. 119-126

Bichmann, S.: Optische Messverfahren. Maschinenintegrierte Lasermesstechnik in der Produktion. In: Tools, 02/2005, S. 10-11

Bichmann, S.; Glasmacher, L.; Groll, K.; Kordt, M.: Verschlossene Formen wie neu. In: Industrieanzeiger, Sonderausgabe zum AWK 2005, S. 39

Bichmann, S.; Glasmacher, L.; Groll, K.; Kordt, M.: Wieder fit gemacht. In: Maschinenmarkt, 01/2005, S. 28-31

Bichmann, S.; Groll, K.; Emonts, M.; Glasmacher, L.; Kordt, M.: Automatisierte Reparaturzelle »OptoRep«. Komplettbearbeitung für den Werkzeug- und Formenbau. In: wt werkstattstechnik, 11-12/2005, S. 1-8

Bilsing, A.; Borsdorf, R.: Technologieorientierte Prozesskettengestaltung im Werkzeug- und Formenbau. In: Der Stahlformenbauer, 02/2005

Bodenhausen, J.: Mikrofluidik als Entwicklungstreiber für den Mikroformenbau. In: VDWF im Dialog, 04/2005, S. 60-63

Brecher, C.; Klocke, F.; Schug, R.; Weber, A.: Ultraschalleinsatz – Produktivitätssteigerung bei der Bearbeitung sprödharter Materialien. In: IDR – Industrie Diamanten Rundschau, 38. Jahrgang, 08/2005, S. 246-248

Brecher, C.; Lange, S.; Peschke, C.: Maschinensysteme für die Ultrapräzisionsbearbeitung. In: Diltthey, U.; Dorf Müller, T. (Hrsg.): Kolloquium Mikroproduktion – Fortschritte, Verfahren, Anwendungen. Aachen, 2005, S. 323-329

Brecher, C.; Lange, S.; Schug, R.; Wenzel, C., et al.: Precision Manufacturing – Trends, Anwendungen und Beispiele. In: In: AWK Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquium (Hrsg.): AWK Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquium »Wettbewerbsfaktor Produktionstechnik – Aachener Perspektiven«. Aachen, 2005, S. 183-219

Brecher, C.; Mokwa, W.; Peschke, C.; Spanier, G.: Produktionsprozesse und Anwendungen für die passive Justage von Mikrobauteilen. In: Diltthey, U.; Dorf Müller, T. (Hrsg.): Kolloquium Mikroproduktion – Fortschritte, Verfahren, Anwendungen. Aachen, 2005, S. 127-142

Brecher, C.; Niehaus, F.: Inspiriert von der Natur – Automatisierte Herstellung von funktionell mikrostrukturierten Oberflächen. In: Intelligenter produzieren, 03/2005, S. 12-13

Brecher, C.; Peschke, C.: Greifer und Montagemaschinen. In: Montage hybrider Mikrosysteme. Berlin, 2005, S. 7-20

Brecher, C.; Peschke, C.: Handhabung und aktive Justage biegeschlaffer Mikrobauteile. In: Diltthey, U.; Dorf Müller, T. (Hrsg.): Kolloquium Mikroproduktion – Fortschritte, Verfahren, Anwendungen. Aachen, 2005, S. 113-125

Brecher, C.; Peschke, C.: Montage biegeschlaffer Mikrobauteile. In: wt werkstattstechnik, 03/2005, S. 136-141

Brecher, C.; Schauerte, G.; Lange, S.: Adaptro-nisches Bohrwerkzeug zur Feinbearbeitung von Zylinderhülsen. In: inno, Innovative Technik – Neue Anwendungen, Nr. 32, 10. Jahrgang, 12/2005, S. 14-15

Brecher, C.; Schug, R.; Mayer, A.; Slotta, G.; Thaler, W.: Aerospin – aerostatisch, synchron und hochgenau. In: wt werkstattstechnik, 06/2005, S. 2-6



- Brecher, C.; Wenzel, C.: Adaptiver Polierkopf zur Bearbeitung von Freiformflächen in optischer Qualität. In: Hoffmeister, H. (Hrsg.): Jahrbuch Schleifen, Honen, Läppen und Polieren. Bd. 62. Essen, 2005, S. 292-307
- Breuer, T.; Rosier, C.: Plattformen übertreffen den Nutzen von Einzeltechnologien. In: Industrieanzeiger, Sonderausgabe zum AWK 2005, S. 55
- Castell-Codesal, A.; Donst, D.: Flussmittelfreies Laserlöten von Aluminium. Innovativer Fügeprozess für den Karosseriebau. In: Tools, 02/2005, S. 4-5
- Castell-Codesal, A.; Donst, D.; Klocke, F.: Flussmittelfreies Laserlöten von Aluminium. Innovativer Fügeprozess für den Karosseriebau. In: Aluminium, Heft 81, 2005, S. 1140-1142
- Demmer, A.: Flussmittelfreies Laserstrahlhartlöten von Stahl, Aluminium und Titan. In: Tagungsband »Deutsches Industrieforum für Technologie: Füge- und Verbindungstechnologien für Blechkonstruktion«. Würzburg, 22./23. Juni 2005
- Demmer, A.; Bodenhausen, J.; Heselhaus, M.: Formeinsätze mit Mikrostrukturen und optischen Oberflächen. In: Tagungsband »Deutsches Industrieforum für Technologie: Mikroformteile aus Kunststoff«. Würzburg, 8./9. Juni 2005
- Demmer, A.; Bodenhausen, J.; Kordt, M.: Processes put under the Microscope. In: The Industrial Laser User, Nr. 38, 03/2005, S. 38-39
- Depiereux, F.; Schmitt, R.; Pfeifer, T.: Novel white-light interferometer with miniaturized sensor tip for absolute distance measurement. In: CIRP (Hrsg.): Proceedings of the 37th CIRP International Seminar on Manufacturing Systems. Florianopolis, 2005
- Depiereux, F.: Hochgenaues Messen an Mini-Bauteilen. In: Industrieanzeiger Sonderausgabe zum AWK 2005, S. 44
- Doerner, D.; Mangalasseril, P.; Pfeifer, T.; Schmitt, R.: Simulation based analysis of workshop influences on machine-integrated form testing interferometers. In: Chervier, F.; Taliercio, T.; Falgayrettes, P.; Gall-Borrut, P. (Hrsg.): Proceedings of 5th Euspen International Conference. Montpellier, 2005, S. 189-192
- Eder, K.: KMG- und maschinenintegrierte optische Messtechnik. In: WZL Aachen (Hrsg.): Tagungsband zum Seminar »Optische Mess- und Prüftechnik in der Automobilindustrie«, 02.11.2005
- Eder, K.; Krohne, I.; Pfeifer, T.: Minimal-invasive Messung der Blutsauerstoffsättigung mittels Remissionsspektroskopie. In: Technisches Messen, 72. Jahrgang, 04/2005, S. 236-241
- Freyer, C.: CMB-Verfahren bringt Zeit und Kostenvorteile. Schichtweise zur endgültigen Geometrie. In: VDI-Z Integrierte Produktion, Spezial Werkzeug- und Formenbau, 03/2004, S. 24-25
- Freyer, C.: Controlled Metal Build Up (CMB). In: VDFW – Verband deutscher Werkzeug- und Formenbauer e.V., 02/2005, S. 34-37
- Freyer, C.; Klocke, F.: Quick Manufacture, Repair and Modification of Steel Moulds Using Controlled Metal Build Up (CMB). In: Geiger, M., Otto, A. (Hrsg.): Laser Assisted Net Shape Engineering 4; Proceedings of the 4th LANE 2004, Volume 1, Erlangen, 2004, S. 579-587
- Freyer, C.; Klocke, F.: Quick Manufacture, Repair and Modification of Steel Moulds Using Controlled Metal Build Up (CMB). In: Proceedings of RPD-Rapid Product Development Event »Agile Development for Productivity«. Marinha Grande/Portugal 2004
- Freyer, C.; Klocke, F.: Schneller Aufbau und automatische Reparatur von Werkzeugen. Bündnis für's Werkzeug. In: Plastverarbeiter, 06/2002, S. 26-27
- Glaser, U.: Der Fertigungserfolg führt über Inline-Messtechnik. In: Industrieanzeiger, Sonderausgabe zum AWK 2005, S. 42
- Glasmacher, L.: Mehr Performance und bessere Qualität durch NC-Datenanalyse. In: Tools, 02/2005, S. 23



- Glasmacher, L.; Rohde, L.: BLISK-Bearbeitung anhand von »Doppel-Splines«. NC-Profiler – Optimale Bewegungsführung beim 5-Achs-Fräsen. In: Tools, 04/2005, S. 4-5
- Grawatsch, M.: Instandhaltung, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit – Ergebnisse einer Studie zum Einfluss der Instandhaltung auf den Unternehmenserfolg. 06/2005, S. 14-15
- Grawatsch, M.: Trends im Technologiemanagement. In: wt werkstatttechnik, Jg. 2005, Nr. 7/8, S. 590-591
- Gries, T.; Al-Masri, A.; Kolkman, A.; Stockmann, P.; Weck, M.; Kölzer, P.: Added strength. In: Textile Month, 01/2002, S. 22-27
- Groll, K.; Freyer, C.: Laserintegration in Werkzeugmaschinen. Schneller und flexibler mit dem Laser. In: Tools, 02/2005, S. 6-7
- Groll, K.; Kordt, M.: OptoRep. Instandsetzung von Umformwerkzeugen in einer Aufspannung. In: Tools, 02/2005, S. 8-9
- Hänsel, M.; Arntz, K.: Präzisionshartfräsen – Ungenutzte Potenziale im Grenzbereich (Teil 1). In: Der Stahlformenbauer, 01/2005, S. 106-110
- Hänsel, M.; Arntz, K.: Präzisionshartfräsen – Ungenutzte Potenziale im Grenzbereich (Teil 2). In: Der Stahlformenbauer, 02/2005, S. 70-76
- Hilgers, M.; Schröder, J.: Erfolgsmuster im Technologiemanagement – Technologiemanagement als Garant für nachhaltigen Unternehmenserfolg. In: Formwerk – Lösungen für den Werkzeug-, Formen- und Prototypenbau, 09/2005, S. 49-53
- Khomich, M.; Alexeev, A.; Demmer, A.; Pähler, D.; Dambon, O.; Schneider, U.: Magnetschleifen von Siliziumwafern – ein neuer Ansatz. In: Industrie Diamanten Rundschau, 39. Jahrgang, 02/2005, S. 158-162
- Klocke, F.; Ader, C.; Demmer, A.: Direktes Lasersintern keramischer Feingusskomponenten. In: Gießerei-Erfahrungsaustausch, 06/2005, S. 10-11
- Klocke, F.; Arntz, K.: Fertigungstechnologien für anspruchsvolle Werkstoffe. Technologien für den Werkzeug- und Formenbau von morgen. In: Formwerk, 01/2005, S. 36-40
- Klocke, F.; Arntz, K.: Fertigungstechnologien für komplexe Geometrien, Teil 1. Technologien für den Werkzeug- und Formenbau von morgen. In: Formwerk, 02/2005, S. 18-23
- Klocke, F.; Arntz, K.: Fertigungstechnologien für komplexe Geometrien, Teil 2. Technologien für den Werkzeug- und Formenbau von morgen. In: Formwerk, 03/2005, S. 18-23
- Klocke, F.; Arntz, K.: As tecnologias com mais chances de predominar na produção de moldes e matrizes. In: MM Máquinas & Metais, 03/2005, S. 44-71
- Klocke, F.; Arntz, K.; Bodenhausen, J.; Helbig, J.; Heselhuis, M.: Alte Verfahrensgrenzen werden hinfällig. In: Industrieanzeiger, 19/2005, S. 36-37
- Klocke, F.; Arntz, K.; Kusumah, I.: Prozessketten verkürzen. Hartbearbeitung metallischer Sonderlegierungen gewinnt zunehmend an Bedeutung. In: MM MaschinenMarkt, 26/2005, S. 138-141
- Klocke, F.; Castell-Codesal, A.; Donst, D.: Process Characteristics of Laser Brazing Aluminium Alloys. In: Tagungsband »SheMet 2005 – 11th International Conference«. Erlangen, 5.-11.4.2005, S. 135-142
- Klocke, F.; Derichs, C.; Ader, C.; Demmer, A.: Untersuchungen zum Lasersintern keramischer Werkstoffe für Feingussanwendungen. In: Fortschrittsberichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft »Verfahren und Anwendungen in der Keramik«, 29./30.11.2005, S. 132-140
- Klocke, F.; Bodenhausen, J.: Neue Technologien beschleunigen die Produktentwicklung in der Mikrofluidik. In: Mikroproduktion, 04/2005, S. 31-34
- Klocke, F.; Bodenhausen, J.; Arntz, K.: Prozesssicherheit bei der Mikrofräsbearbeitung. Herausforderung für den Mikroformenbau. In: wt werkstatttechnik, 11-12/2005, S. 882-886.



Klocke, F.; Demmer, A.; Frank, J.; Kordt, M.; Weber, A., et al.: Kundennutzen durch Hochleistungsprozesse. In: In: AWK Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquium (Hrsg.): AWK Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquium »Wettbewerbsfaktor Produktionstechnik – Aachener Perspektiven«. Aachen, 2005, S. 247-275

Klocke, F.; Heselhuis, M.: Ultrasonic Assisted Diamond Turning of Hardened Steel Alloys. In: Tagungsband »5th International Conference and 7th General Meeting of the European Society for Precision Engineering and Nanotechnology, euspen«. Montpellier/ Frankreich, 8.-11.5.2005, S. 517-520

Klocke, F.; Kusumah, I.; Meinecke, M.: Coupled Simulations and Virtual Comparative Analysis of Machining of difficult-to-cut Materials. In: Neugebauer, R. (Hrsg.): 8th CIRP International Workshop on Modeling of Machining Operations. Chemnitz, 2005, S. 157-168

Knoche, K.: Systematisch zur besseren Technologieketten. In: wt werkstattstechnik, 06/2005, S. 9

Knoche, M.: Blindflug durch die Einkaufskette. In: Automobil Produktion, 04/2005, S. 46-48

Knoche, M.: Globale Schnäppchenjagd mit System. In: io management, 03/2005, S. 32-36

Kordt, M.; Groll, K.; Bichmann, S.; Glasmacher, L.: Umformwerkzeuge in einer Aufspannung instandsetzen. In: Der Stahlformenbauer, 04/2005

Kukulja, J.: Lieferantenmanagement – Wege zur schnelleren und qualitätsoptimierten Beschaffung. In: Tagungsband »Aachener Qualitätsgespräche«. Vaals/Niederlande, 12.-13.04.2005

Lange, S.: Ultrapräzisionstechnik. In: Klocke, F.; Pritschow, G. (Hrsg.): Autonome Produktion, Bd. 1, 1. Aufl. Aachen, S. 298-311

Michaeli, W.; Forster, J.; Schmitt, R.; Dörner, D.: Spritzgießen und -prägen von Kunststoff-Optiken – geometrische und optische Qualität. In: Fachtagung »Transparente Kunststoffe – Innovationen in Verarbeitung und Anwendung«. Würzburg, 2005, S. 1-13

Neemann, C.: Mit dem Technologie-Rating die Zukunftsfähigkeit bewerten. In: Giesserei, 10/2005, S. 50-53

Pfeifer, T.; Schmitt, R.; Dörner, D.; Schneefuß, K.: Machine-integrated form testing of mold inserts for the replication of complex optic components. In: Nanotechnology and Precision Engineering, 2. Jahrgang, 04/2005, S. 308-313

Pfeifer, T.; Tillmann, M.: In großen Sprüngen. Ganzheitliche Qualitätsverbesserung in der Produktion. In: QZ – Qualität und Zuverlässigkeit, 50. Jahrgang, 01/2005, S. 53-55

Pfeifer, T.; Tillmann, M.; Grundmann, T.: Projekt – Innovative Prozesskettenoptimierung (IPO) – Nun sind sprunghafte Verbesserungen gefragt. In: Industrieanzeiger, Sonderausgabe zum AWK 2005, S. 25

Rosier, C.; Schuh, G.; Möller, H.: Entscheidungsmodell für technologiemotivierte Unternehmensfusionen. In: ZWF – Zeitschrift für Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 5/2005, S. 266-269

Schmitt, R.; Brecher, C.; Koerfer, F.; Niehaus, F.: Automatischer Werkzeugwechsel. Messsysteme in Drehmaschine integriert. In: QZ – Qualität und Zuverlässigkeit, 50. Jahrgang, 09/2005, S. 48-50

Schmitt, R.; Dörner, D.; Michaeli, W.; Forster, J.: Unter Spannung. Interferometrische Formprüfung in der Spritzgießmaschine. In: QZ – Qualität und Zuverlässigkeit, 50. Jahrgang, 09/2005, S. 72-74

Schmitt, R.; Glaser, U.; Schneefuß, K., et al.: Mit Inline-Messtechnik zum Erfolg. In: AWK Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquium (Hrsg.): AWK Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquium »Wettbewerbsfaktor Produktionstechnik – Aachener Perspektiven«. Aachen, 2005, S. 277-306

Schmitt, R.; Kukulja, J.: Virtuelles Kompetenznetz. Produktentwicklung in virtuellen Unternehmen. In: Qualität und Zuverlässigkeit, 50. Jahrgang, 9/2005, S. 82-83



- Schmitt, R.; Li, Z.; Glaser, U., Stenkamp, A.: Prüfplanung ohne Datenverluste. Portal organisiert Datentransfer vom CAD-System zur Mess-Software. In: QZ – Qualität und Zuverlässigkeit, 50. Jahrgang, 04/2005, S. 74-77
- Schmitt, R.; Li, Z.; Glaser, U.: Die richtige Messstrategie. Datenbank organisiert Erfahrungsaustausch. In: QZ – Qualität und Zuverlässigkeit, 50. Jahrgang, 11/2005, S. 65-68
- Schmitt, R.; Scheermesser, S.: Gut gemeint ist nicht gut gemacht. Erst Qualitätsziele planen, dann mit Kennzahlen kontrollieren. In: QZ – Qualität und Zuverlässigkeit, 50. Jahrgang, 04/2005, S. 156-157
- Schmitt, R.; Scheermesser, S.; Voigt, T., et al.: Messbarer und nachhaltiger Erfolg durch Prozessorientierung – Qualitätsbewertung in Geschäftsprozessen. In: AWK Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquium (Hrsg.): AWK Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquium »Wettbewerbsfaktor Produktionstechnik – Aachener Perspektiven«. Aachen, 2005, S. 139-166
- Schmitt, R.; Simon, M.: Kompetenz via Datenstrom. Auch KMU profitieren mit IuK-Technologien von QM-Methoden. In: QZ – Qualität und Zuverlässigkeit, 50. Jahrgang, 06/2005, S. 62-63
- Schmitt, R.; Simon, M.: Service-Scout weckt die Begeisterung. In: Industrieanzeiger, Sonderausgabe zum AWK 2005, S. 26
- Schmitt, R.; Simon, M.: Vom Produkt zur Dienstleistung – Den Kunden mit Qualität begeistern. In: Qualitätsmanagement – Querschnittsaufgabe in Wirtschaft und Wissenschaft. Bericht zur GQW-Jahrestagung 2005 – Bonn. Aachen, 2005. S. 49-59
- Schmitt, R.; Vinke, J.: Standortübergreifend verkettet. Produktionsprozessketten mit Workflow-Werkzeug steuern. In: QZ – Qualität und Zuverlässigkeit, 50. Jahrgang, 08/2005, S. 43-45
- Schmitt, R.; Voigt, T.: Veränderungsprozesse vorausschauend planen und umsetzen. In: Tagungsband »FQS Forschungstagung 2005«, Frankfurt am Main, 10.11.2005, S. 10-20
- Schuh, G.; Schröder, J.; Breuer, T.; Rosier, C., et al.: Technologieplattformen erfolgreich managen – Ein essentieller Beitrag zur Umsetzung der Unternehmensstrategie. In: AWK Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquium (Hrsg.): AWK Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquium »Wettbewerbsfaktor Produktionstechnik – Aachener Perspektiven«. Aachen, 2005, S. 393-415
- Schuh, G.; Knoche, K.; Nonn, C.; Niemczyk, M.: Der Sprung zur Produktinnovation. In: MM Maschinenmarkt, 46/2005
- Schuh, G.; Neemann, C.: Technology Knowledge Protection: Promoting Innovators, Discouraging Imitators. In: Kahlil, T. (Hrsg.): Proceedings of the 14th International Conference on Management of Technology. Wien, 2005, S. 143
- Schuh, G.; Neemann, C.: Technology Knowledge Protection: Promoting Innovators, Discouraging Imitators. In: IAMOT 2005, 05/2005, S. 6-17
- Schuh, G.; Schröder, J.; Grawatsch, M.; Knoche, M.: TRIZ-basierte Technologiefrüherkennung. In: Grausmeier, J. (Hrsg.): Symposium »Vorausschau und Technologieplanung«. Paderborn, 11/2005, S. 129-145
- Schuh, G.; Schröder, J.; Hilgers, M.: Erfolgsfaktoren im Technologiemanagement. In: Grausmeier, J. (Hrsg.): Symposium »Vorausschau und Technologieplanung«. Paderborn, 11/2005, S. 65-84
- Schuh, G.; Schröder, J.; Rosier, C.: Trends im Technologiemanagement. In: atp – Automatisierungstechnische Praxis, 06/2005, S. 33
- Simon, M.: Quality Services – Neue Konzepte für die QM-Beratung. In: Tools, 01/2005, S. 23
- Simon, M.; Schmitt, R.: Service Scout weckt die Begeisterung. Kundenspezifische Dienstleistungen binden den Kunden. In: Industrie-Anzeiger, Sonderausgabe zum AWK 2005, S. 26
- Simon, M.; Schmitt, R.: Vom Produkt zur Dienstleistung. Den Kunden mit Qualität begeistern. In: Qualitätsmanagement – Querschnittsaufgabe in Wirtschaft und Wissenschaft. Bd. 7, Aachen, S. 49-59



Vinke, J.; Schmitt, R.: Standortübergreifend verkettet. Produktionsprozessketten mit Workflow-Werkzeug steuern. In: QZ – Qualität und Zuverlässigkeit, 50. Jahrgang, 08/2005, S. 43-45
Voigt, T.: Die Innovationskraft stärken. In: Industrie Management, 21. Jahrgang, 03/2005, S. 36-38

Voigt, T.: Softwareintensive Entwicklungsprojekte. Präventives und begleitendes Qualitätsmanagement in der integrierten Soft- und Hardwareentwicklung. In: Tools, 04/2005, S. 10-11

Voigt, T.: Wer weiß, was er will, kann steuernd eingreifen. In: Industrieanzeiger, Sonderausgabe zum AWK 2005, S. 24

Voigt, T.; Schmitt, R.; Pfeifer, T.: Managing Change: quality-oriented design of strategic change processes. In: TQM Magazine, 17. Jahrgang, 04/2005, S.297-308

Weck, M.; Pfeifer, T.; Brecher, C.; Schmitt, R.; Dörner, D.; Winterschladen, M.: Approach to a Machine-Integrated Measurement and Simulation Tool for the Manufacturing of Ultra Precise Surfaces. In: Annalen der WGP, 12. Jahrgang, 01/2005, S. 133-136

Dissertationen 2005

Dambon, O.: Die Politur von Stahl für den Werkzeug- und Formenbau. Diss. RWTH Aachen, 2005

Grawatsch, M.: TRIZ-basierte Technologiefrüherkennung. Diss. RWTH Aachen, 2005

Klappert, S.: Systembildendes Technologie-Controlling. Diss. RWTH Aachen, 2005

Knoche, M.: Technologiebasierte Diversifikation. Diss. RWTH Aachen, 2005

Lange, S.: Miniaturisierung des Strangziehverfahrens am Beispiel der Herstellung von Kanülen aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff. Diss. RWTH Aachen, 2005

Markworth, L.: Fünfschichtige Schichtfräsbearbeitung von Strömungsflächen aus Nickelbasislegierungen. Diss. RWTH Aachen, 2005

Schmidt, F.: Fertigungs- und Maschinenkonzepte zur kontinuierlichen Herstellung endloser faserverstärkter Thermoplastrohre. Diss. RWTH Aachen, 2005

Schneefuß, K.: Entwicklung eines hybriden Messsystems zur In-Situ-Form- und Rauheitsmessung mikrostrukturierter, optischer Funktionsflächen. Diss. RWTH Aachen, 2005



Kundenreferenzen



...

<i>aachener werkzeug- und formenbau (awf)</i>	Gemeinsamer Geschäftsbereich von Fraunhofer IPT und WZL
AFAM	»Atomic Force Acoustic Microscope«, Ultraschallkraftmikroskop
AFM	»Atomic Force Microscope«, Rasterkraftmikroskop
AiF	„Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen »Otto von Guericke« e.V.
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMWA	Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
BSPLINE	mathematische Darstellung einer Kurve zwischen zwei Punkten
CAD	Computer Aided Design
CAM	Computer Aided Manufacturing
CCD	»Charge-Coupled Device«, lichtempfindlicher Sensor, der Licht über einen längeren Zeitraum aufnehmen kann
CRAFT	»Cooperative Research Action for Technology«, Europäisches Forschungsprogramm für KMU
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
ELID	»Electrolytic-In-Process-Dressing«, elektrolytisches Schärfen metallgebundener Schleifwerkzeuge
EU	Europäische Union
FEM	»Finite Elemente Methode«, mathematisches Verfahren zur näherungs- weisen Lösung von Differentialgleichungen
FuE	Forschung und Entwicklung
GROWTH	»Competitive and Sustainable Growth«, Europäisches Forschungsprogramm für KMU
HSK	»Hohlschaftkegelaufnahme«, genormtes Werkzeugaufnahmesystem
InnoNet	Programm zur Förderung von innovativen Netzwerken durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
NC	»Numeric Control«, numerische Steuerung
NRW	Nordrhein-Westfalen
PA 12	Polyamid 12, leichter Kunststoff mit geringer Wasseraufnahme
PEEK	Polyetheretherketon, teilkristalliner Hochleistungskunststoff
QM	Qualitätsmanagement
RWTH	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
SFB/TR	Sonderforschungsbereich/Transregio, Sonderforschungsbereich der DFG, der an mehreren Standorten angesiedelt ist
SWOT-Analyse	»Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats«, Werkzeug des strategischen Managements von Unternehmen oder Produkten
VDE	Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e.V.
VDI/VDE-IT	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH, Gesellschaft von VDI und VDE für Forschungsförderung, Technologiepolitik und Innovationsmanagement
WZL	Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre der RWTH Aachen

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 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 58 Institute, an über 40 Standorten in ganz Deutschland. Rund 12 500 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 beigesteuert, 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).



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 – WZL der RWTH Aachen und 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
- ☐ Prozesstechnologie – Produktion der Zukunft
- ☐ Produktionsmaschinen – Zentrales Element für die intelligente Produktion

Periodica

- ☐ 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

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

© 2006

**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