



Fraunhofer

IPT

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR PRODUKTIONSTECHNOLOGIE IPT



JAHRESBERICHT
2010
ANNUAL REPORT

FRAUNHOFER IPT

JAHRESBERICHT
2010
ANNUAL REPORT

VORWORT

FOREWORD

Prof. Dr.-Ing. Robert Schmitt

Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. Dr. h.c. Fritz Klocke

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

Prof. Dr.-Ing. Christian Brecher

Liebe Leserinnen und Leser,

das Jahr 2010 war ein wechselhaftes Jahr. Nach der Finanz- und Wirtschaftskrise ging es in vielen Zweigen der deutschen Wirtschaft plötzlich wieder rasant bergauf. Für produzierende Unternehmen bedeutete dies nach Kurzarbeit oder gar Personalabbau oft, mit verringerten Kapazitäten die richtigen Prioritäten zu setzen. Das gelang vor allem jenen, die schon vor der Krise Flexibilität und Anpassungsfähigkeit in ihren Geschäftsprozessen verankert hatten.

Dies sind Maximen, die wir auch im Fraunhofer IPT seit Jahren hoch halten: Wir konnten trotz eines schwierigen Umfeldes unser Leistungsportfolio ergänzen und erfolgreich ausbauen. Dass wir diesen Kurs mit Erfolg umsetzen konnten, verdanken wir vor allem dem Vertrauen unserer Kunden und Partner – und nicht zuletzt auch unseren Mitarbeitern.

Mit einem internen Strategieprozess haben wir unsere Geschäftsprozesse und Abläufe untersucht und angepasst, um Professionalität, Effizienz und partnerschaftliches Arbeiten weiterzuentwickeln. Damit wir auch bei weiterem Wachstum nicht vergessen, was uns als Fraunhofer IPT stark macht und auch für unsere Kunden wertvoll umgesetzt wird. Die räumliche Enge versuchen wir bis zur Fertigstellung unseres Neubaus durch zwei Aachener Außenstellen zu kompensieren. Erfreulich ist, dass die größten Hürden für den Neubau genommen sind. Mit dem Parkhaus starten im Frühjahr 2011 die ersten Baumaßnahmen.

Dear readers and friends of the Institute,

2010 was a year of change. The economic and financial crisis appeared to have come to an end, and enterprises in many German industries experienced a sudden and dramatic recovery. Manufacturing corporations which had, in the year before, shortened the working hours of their staff or released these employees altogether, had to set the right priorities for the future, on the basis of reduced capacities. This challenge was mastered mainly by those companies that had already prioritized flexibility and adaptability in the days before the crisis and had designed their business processes accordingly.

We at the Fraunhofer IPT have equally cherished these principles for many years: In a difficult economic environment, we managed to complement and enhance our service portfolio – thanks to the continuing confidence of clients and partners in our abilities, and thanks to the commitment and skills of our valued staff.

We subjected our business processes and sequences to an internal strategic review and adapted them accordingly, creating conditions in which the professionalism, efficiency and cooperative working patterns of our Institute can prosper and further develop. These features have always been the strength of the Fraunhofer IPT and have made us such valuable partners for our clients through the years – something we must never forget. Until our new extension has been completed, we shall try to compensate for the spatial constrictions by continuing to operate our two satellite branches, also based in Aachen. The good news is that the largest obstacles of our building project appear to have been overcome. In the spring of 2011, the active stage of that project will start when the construction of the multi-storey car park is set to begin.



Seit April 2010 arbeiten wir an der Einrichtung einer neuen Projektgruppe »Entwurfstechnik Mechatronik« am Standort Paderborn. Es handelt sich um eine gemeinsame Initiative des Fraunhofer IPT und des Heinz Nixdorf Instituts der Universität Paderborn. Alle Formalitäten sind inzwischen erfolgreich abgeschlossen. Die inhaltlichen Arbeiten werden jetzt zügig aufgenommen und konzentrieren sich auf den Entwurf mechatronischer Systeme sowie die Konzeption und Umsetzung der zugehörigen Produktionssysteme.

Auch 2011 wird wieder ein besonderes Jahr: Das Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquium (AWK) wirft bereits jetzt seine Schatten voraus. In fast einjähriger intensiver Vorbereitung haben wir mit Partnern aus Industrie, Wirtschaft, Forschung und Politik Entwicklungen und Bedürfnisse der Produktionstechnik diskutiert und bewertet. Die Ergebnisse werden wir der Öffentlichkeit im Mai auf dem AWK in Aachen vorstellen.

Mein Dank gilt allen, die sich engagiert und unermüdlich im Sinne unserer Kunden und Projektpartner einsetzen, um zukunftsweisende Lösungen für die Produktionstechnik zu konzipieren und umzusetzen. Und dieser Dank schließt natürlich ebenso unsere Kunden und Partner ein, die uns dies ermöglichen.

Februar 2011

Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. Dr. h.c. Fritz Klocke

Since April 2010, we have been working to establish a new project group for "Mechatronic Systems Design" in Paderborn, a joint venture of the Fraunhofer IPT and the Heinz Nixdorf Institute of Paderborn University. All formalities having been successfully completed, we can now start to concentrate on the actual research program of designing mechatronic systems and of designing and developing the corresponding production processes.

2011 will be another special year: the Aachen Machine Tool Colloquium (AWK) is already causing quite a stir. It took us nearly a year of intense preparations to discuss and evaluate the latest production technology developments and requirements in close coordination with our partners from the manufacturing industry, the wider economy, research and politics. In May, we will be ready to share the results of this process with the public at the AWK in Aachen.

I would like to thank everyone who has shown untiring commitment to our mission of developing and implementing future-oriented production technology in close coordination with clients and project partners, and I would also like to thank the very clients and project partners who are enabling us to continue our research.

February 2011

INHALT

CONTENTS

2	Vorwort Foreword	24	Das Institut in Zahlen Facts and Figures
6	Das Fraunhofer IPT im Profil In Profile: The Fraunhofer IPT	27	Kuratorium Board of Trustees
8	Das Erfolgsrezept: Menschen und Maschinen Our Formula for Success: Technology plus Human Resources	28	Unsere Kompetenzen Our Expertise
13	Ausstattung Equipment	104	Geschäftsfelder Business Units
16	Organigramm Organizational Chart	126	Ereignisse, Publikationen, Referenzen Events, Publications, References
18	Die Fraunhofer-Gesellschaft The Fraunhofer-Gesellschaft	146	Impressum Editorial Notes
20	Denken in Prozessketten To Consider the Entire Process	147	Informationsservice Information Service
22	Exzellente Zusammenarbeit Excellent Cooperation		

DAS FRAUNHOFER IPT IM PROFIL

IN PROFILE: THE FRAUNHOFER IPT

Wer heute mit Produkten und Dienstleistungen erfolgreich an globalen Märkten teilhaben will, muss immer wieder die eigenen Grenzen überschreiten und Veränderungen schnell und flexibel mitgestalten. Das Fraunhofer IPT vereint dazu langjähriges Wissen und Erfahrung aus allen Gebieten der Produktionstechnik. In den Bereichen

- Prozesstechnologie
- Produktionsmaschinen
- Produktionsqualität und Messtechnik sowie
- Technologiemanagement

bieten wir unseren Kunden und Projektpartnern angewandte Forschung und Entwicklung mit unmittelbar umsetzbaren Ergebnissen. Dabei begreifen wir die Produktion nicht nur in ihren einzelnen Schritten, sondern betrachten bei unserer Arbeit die Gesamtheit ihrer Prozesse und die Verbindungen zwischen den jeweiligen Gliedern der Prozesskette – von der Vor- und Produktentwicklung über die Produktionsvorbereitung und die Fertigung bis zur Montage.

Wir entwickeln und optimieren neue und bestehende Methoden, Technologien und Prozesse für die Produktion der Zukunft. In einer ganzheitlichen Sichtweise betrachten wir die produktionstechnischen Herausforderungen unserer Kunden immer auch im Kontext der dazugehörigen Prozessketten. Auf diese Weise schaffen wir nicht nur hoch spezialisierte Einzeltechnologien, sondern erarbeiten im Auftrag unserer Kunden Systemlösungen für die Produktion.

Anybody who wants to launch his products and services successfully on today's global market must learn to exceed his own limitations and to shape the process of change, thinking on his feet and remaining for ever willing to adapt himself to the continuously changing requirements. With its broad range of skills in all fields of production technology and its many years of practical experience, the Fraunhofer IPT is uniquely positioned to provide its clients and project partners with applied research and development services that generate immediately marketable results In the following areas:

- Process technology
- Production machines
- Production quality and metrology
- Technology management

We understand the production process not as a mere sequence of isolated events. Our work has always taken into account the many ways in which the individual elements of the process chain are interconnected and interlinked, integrating the early and advanced stages of product development with the planning and preproduction processes as well as the production itself and the subsequent assembly into a single functional whole.

We develop and optimize new and existing methods, technologies and processes to create the production environment of the future. Using an integrated perspective, we always analyze the production technology challenges of our clients in the context of the process chains involved. This allows us to go beyond the development of individual technologies which are capable of performing highly specific tasks, designing customized system solutions for our clients' production requirements.



Branchen, Produkte und Technologien im Fokus

In unseren Geschäftsfeldern bündeln wir die Kompetenzen der Abteilungen sowie des Fraunhofer CMI und unseres Partnerinstituts an der RWTH Aachen, des Werkzeugmaschinenlabors WZL. Diese interdisziplinäre Sicht aus der Perspektive der Industrie versetzt uns in die Lage, Aufgaben auch über die Grenzen eng gesteckter Arbeitsgebiete hinaus zu lösen.

Unser Leistungsspektrum orientiert sich an den individuellen Aufgaben und Herausforderungen innerhalb bestimmter Branchen, Technologien und Produktbereiche:

- Automobilbau und -zulieferer
- Energie
- Life Sciences
- Maschinen- und Anlagenbau
- Optik
- Präzisions- und Mikrotechnik
- Turbomaschinen und Luftfahrt
- Werkzeug- und Formenbau

Technologien für den Vorsprung

Besonderen Wert legen wir auf den ständigen Austausch mit der Industrie und die Weiterentwicklung unseres Maschinenparks. Damit sichern wir Ihnen und uns technologische Aktualität für den entscheidenden Vorsprung in der Produktion. Unsere Labore und Maschinenhallen sind auf 3500 m² mit modernster Technik ausgestattet. Insgesamt umfasst das Fraunhofer IPT rund 6000 m² Fläche.

Industries, Products and Technologies

Our business units combine the skills and the knowledge of the individual departments, the Fraunhofer CMI and our partner institute at the RWTH Aachen University, the Laboratory for Machine Tools and Production Engineering WZL. This interdisciplinary view – which is informed by and aligned with the perspective of industrial researchers – allows us to approach and develop solutions which require thinking beyond the narrow confines of any particular discipline.

Our range of services reflects the needs, requirements and challenges of a number of industries, technologies and product groups:

- Automotive industry including suppliers
- Energy
- Life sciences
- Mechanical engineering
- Optical industries
- Precision engineering and microtechnology
- Tool and die making
- Turbomachines and aerospace

Technologies that provide a cutting edge

We put great importance on our continuous contacts and exchanges with industrial corporations and the permanent updating of our equipment. This allows us to ensure that we always remain abreast of the latest technological trends and developments – and that we can provide you with that all-important competitive edge in your production technologies. Our laboratories and production facilities feature state of the art technology and cover an area of 3,500 m². The entire Fraunhofer IPT occupies an area of app. 6,000 m².

DAS ERFOLGSREZEPT: MENSCHEN UND MASCHINEN OUR FORMULA FOR SUCCESS: TECHNOLOGY PLUS HUMAN RESOURCES

Mehr als 360 Menschen arbeiten am Fraunhofer IPT aktiv mit viel Kreativität und Engagement an der Umsetzung aktueller Projekte. Alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Instituts bringen ihre Kompetenzen abteilungsübergreifend in interdisziplinäre Teams ein: Flache Hierarchien und die Verantwortung des Einzelnen für das Ganze bieten Raum für eigene Ideen und motivieren, die gemeinsam gesteckten Ziele zu erreichen.

Wir orientieren uns dabei an einem Leitbild von Professionalität, Partnerschaftlichkeit und Effizienz. Diese zentralen Werte haben wir uns nicht von oben herab auferlegt, sondern sie stammen als echtes Selbstverständnis aus der Mitte unseres Instituts und werden seit Jahren aktiv von allen Angehörigen des Fraunhofer IPT gelebt.

Das Fraunhofer IPT bietet seinen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern damit ein exzellentes Arbeitsumfeld und eine Plattform zur fachlichen und persönlichen Entwicklung für anspruchsvolle Tätigkeiten am Institut, in anderen Bereichen der Wissenschaft, in der Wirtschaft und für die Gesellschaft. Der »Transfer durch Köpfe« – das Weitertragen von Fachwissen über Personen – zählt zu den Aufgaben des Fraunhofer IPT.

Hervorragende Bedingungen für junge Ingenieurinnen und Ingenieure

Seit rund zehn Jahren versucht das Fraunhofer IPT verstärkt, Wissenschaftlerinnen für Forschungsprojekte zu gewinnen. Insgesamt beschäftigte das Fraunhofer IPT im Jahr 2010 zwölf Wissenschaftlerinnen und 98 Wissenschaftler. Dies entspricht einer Frauenquote von elf Prozent. Auch wenn es in den Ingenieurwissenschaften noch immer schwierig ist, weiblichen Nachwuchs zu rekrutieren, so glauben wir, gerade durch familienfreundliche Arbeitsbedingungen mittelfristig den Anteil an Wissenschaftlerinnen erhöhen zu können.

So bietet das Fraunhofer IPT seinen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern beispielsweise an, eine Teilzeitbeschäftigung

More than 380 highly committed and creative people are currently helping the Fraunhofer IPT to achieve its vision and to implement its various projects. All of the Institute's employees contribute their skills and knowledge to cross-departmental, interdisciplinary teams: our flat-hierarchy organizational structure which reflects the duty of each individual to assume responsibility for the entire project creates space for innovative ideas and ensures that our highly motivated workforce strives hard to achieve the jointly identified objectives.

We firmly and unconditionally believe in professionalism, partnership and efficiency. We did not discover the importance of these values for the purpose of phrasing a mission statement, but in the daily routines of our Institute. For many years, these principles have guided and informed the work of everybody at the Fraunhofer IPT.

The Fraunhofer IPT therefore provides its employees with an excellent working environment and a platform for their professional and personal development, enabling them to assume a wide range of responsibilities at the Institute, in academic science or other research institutions, in the industry and in the wider society. The Fraunhofer IPT is committed to assisting the global knowledge transfer, to ensure that society as a whole will eventually benefit from the skills and the expertise of a few gifted scientists.

Excellent conditions for young engineers

Over the past ten years, the Fraunhofer IPT has stepped up its efforts of recruiting larger numbers of female scientists for its research programs. In 2010, the Fraunhofer IPT employed twelve women in a workforce of 98 scientists, a ratio of eleven percent. Even though our attempt to recruit larger numbers of young women for jobs in the engineering sciences will remain difficult for some time to come, we believe that we can – in the medium term – help to create a more even gender ratio specifically by providing family-friendly working conditions.



aufzunehmen, um Familie und Beruf besser verbinden zu können. Einige der wissenschaftlichen Mitarbeiter nehmen mittlerweile die Partnermonate in Anspruch, um während der ersten Monate nach der Geburt für Partner und Kind da zu sein. Bereits vor fünf Jahren sicherte sich das Fraunhofer IPT gemeinsam mit einigen weiteren regional ansässigen Instituten Plätze an einer Aachener Kindertagesstätte, um Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern eine zuverlässige Kinderbetreuung in unmittelbarer Nähe des Instituts anbieten zu können. Darüber hinaus ist die Verwaltung des Fraunhofer IPT den Mitarbeitern behilflich bei der Suche nach geeigneten Kita-Plätzen.

Karrieren beginnen am Fraunhofer IPT

Die grundlegende Personalpolitik des Fraunhofer IPT hat sich seit Gründung des Instituts vor 30 Jahren nur wenig verändert: Ziel ist es, jungen wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern in einem Zeitraum von rund fünf Jahren einen umfassenden Einblick in die Projektarbeit zu bieten und gleichzeitig bis zum Ende dieses Zeitraums die Promotion zu ermöglichen. Um diese Ziele zu erreichen, werden die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter direkt ab der ersten Stunde am Institut auf ihre zukünftigen Aufgaben vorbereitet und geschult.

Innerhalb von fünf Jahren haben die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter die Möglichkeit, die Funktion eines Gruppenleiters auszuüben und anschließend als Oberingenieur die Leitung einer Abteilung zu übernehmen. Die Oberingenieure verbleiben im Durchschnitt etwa weitere fünf Jahre am Institut, sodass in jedem Jahr mindestens eine wissenschaftliche Nachwuchskraft die Chance hat, sich dieser Führungsaufgabe zu stellen.

Um die wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auch auf die Zeit nach der Tätigkeit am Fraunhofer IPT vorzubereiten, beraten, trainieren und coachen wir sie bei ihrer persönlichen Karriereplanung. Hierfür wurde in Zusammenarbeit mit dem WZL der RWTH Aachen eigens die Personalberatung

The Fraunhofer IPT therefore provides its employees with the opportunity of going part time, enabling young parents to reconcile the demands of family and career. Some young fathers in our scientific staff have gone on parental leave, taking advantage of the chance to share the first few months of their children's lives with their partners. Five years ago, the Fraunhofer IPT – together with a number of other institutes from the region – started to reserve places in a local day care nursery, enabling its employees to fully concentrate on their work in the safe knowledge that their children are in good hands in the immediate vicinity of the Institute. In general, the administration of the Fraunhofer IPT is always pleased to assist the members of staff in their search for suitable child care facilities.

Careers start at the Fraunhofer IPT

The basic principles of human resource management have changed little since the Fraunhofer IPT was established 30 years ago: it is our objective to provide young scientists with a comprehensive project work experience and to allow them, during this period of roughly five years, to complete their doctoral theses. In order to help them reach these objectives, the employees of the Institute are immediately – starting with the moment of their arrival – subjected to an intensive training and preparation schedule designed to allow them to accomplish their future tasks.

In the space of five years, some of our employees may become Team Leaders and, subsequently, assume the responsibilities of a Chief Engineer for one of our departments. Chief Engineers remain on average for another five years at the Institute, which means that at least one such vacancy arises in any given year, providing a talented young scientist with the opportunity of meeting the challenges of managerial responsibility.

In order to prepare our young scientists for their post-Fraunhofer IPT careers, we provide them with suitable training,

»Karrierepool WZL Aachen GmbH« eingerichtet. Diese unterstützt die wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Fraunhofer IPT und des Werkzeugmaschinenlabors WZL der RWTH Aachen bei der Planung und Umsetzung ihres nächsten Karriereschritts und baut Kontakte zu Unternehmen auf, die Fach- und Führungskräfte rekrutieren möchten. Diese Beratung bei der Karriereplanung wird von fast allen unseren wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern genutzt. Im Jahr 2010 haben 14 von ihnen das Institut in Richtung Industrie verlassen.

Bei dieser Personalpolitik ist es erforderlich, jährlich etwa 20 neue wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zu rekrutieren. Trotz der recht angespannten Bewerberlage in den vergangenen Jahren ist es uns stets gelungen, diese Stellen zu besetzen. In den vergangenen drei Jahren hat vor allem die Zahl der Bewerber, die an Universitäten außerhalb Aachens studiert haben, stark zugenommen.

Basis mit Know-how: Erfahrene interne Dienstleister und Verwaltung

Die herausragenden Leistungen des Fraunhofer IPT basieren nicht zuletzt auch auf optimalen internen Abläufen und fundiertem Methodeneinsatz. Verwaltung und interne Dienstleister sind aktiv in die Leistungserbringung eingebunden und stellen sicher, dass sich die Fachabteilungen auf technologische und methodische Innovationen konzentrieren können. Im internen Projekt »Exzellente Positionierung der Dienstleistungsbereiche« hat das Fraunhofer IPT im Jahr 2010 die Leitungsfähigkeit der internen technischen Dienstleister auf den Prüfstand gestellt und ist dabei zu einem hervorragenden Ergebnis gekommen, das nur eine geringe Zahl an Verbesserungsmaßnahmen erforderlich macht. Alle Organisationseinheiten des Fraunhofer IPT tragen damit zu einer hohen Kundenzufriedenheit bei.

advice and career coaching. For this purpose, we established – in close cooperation with the WZL of the RWTH Aachen University – the “Karrierepool WZL Aachen GmbH”. This personnel consulting service has been designed to support the scientific members of staff at the Fraunhofer IPT and the WZL in planning the next steps of their careers and in implementing these career plans. The organization establishes contacts between the young scientists and corporations in search of suitable candidates for their R&D departments and managerial positions. Nearly all members of our scientific staff are taking advantage of these services to plan their subsequent careers. In 2010, 14 of our young scientists have left the Institute for a job in an industrial corporation.

Due to this personnel policy of ours, we need to recruit about 20 young scientists per year to fill our staff vacancies. Despite a general fall in the number of candidates over the past few years, we have so far managed to fill these vacancies every year. In the past few years, the proportion of candidates who completed their studies at universities outside the Aachen region has substantially increased.

A foundation of know-how: Experienced internal service providers and backroom employees

The outstanding record of the Fraunhofer IPT is also a product of its streamlined internal processes and methodology. The back office department and internal service providers are actively involved in the performance of our services and allow the specialized departments to concentrate fully on the development of innovative technologies and techniques. Last years' internal project “Excellent Positioning of the Service Provider Units” was designed to subject the performances of the Fraunhofer IPT internal technical service providers to tight scrutiny, eventually attesting to the high quality of their work and showing that only a small number of improvements is needed. All organizational units of the Fraunhofer IPT contribute to the high level of customer satisfaction.



Wir setzen auf die Freude an der Zusammenarbeit und die besonderen Persönlichkeiten unserer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter – unser Erfolgsrezept im Wettbewerb und im Kontakt mit unseren Kunden.

Personalwachstum erfordert Umzüge und Neubauten

Allein in den vergangenen vier Jahren ist das Fraunhofer IPT von 249 auf rund 360 Mitarbeiter angewachsen, die Zahl der Festangestellten erhöhte sich seit 2006 von 116 auf mehr als 182.

Etwas Entlastung brachten zwar im Herbst 2010 die Umzüge der Abteilung »CAx-Technologien« in die rund drei Kilometer entfernte Ritterstraße und der Gruppe für Kunststoffreplikation in eine etwa 300 m² große Maschinenhalle mit drei Büroräumen im Gebäude »An der Glashütte 11« in der Nähe der Vaalser Straße. Da weiteres Wachstum des Instituts aufgrund der Projektlage jedoch bereits seit längerem abzusehen ist, sollen drei Bauvorhaben in der Steinbachstraße den erforderlichen Raumgewinn schaffen: die beiden Neubauten für das Fraunhofer IPT und das benachbarte Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT sowie ein gemeinsames Parkhaus mit rund 360 Stellplätzen an der Forckenbeckstraße.

Die Fertigstellung für das von Mitarbeitern frei nutzbare Parkhaus mit entsprechenden Parkplatzkontingenten für Fraunhofer IPT und ILT ist für 2012 geplant. Der Neubau des Fraunhofer IPT mit Büros, Laboren und Erweiterung der Maschinenhalle umfasst eine Gesamtfläche von 550 m². Die Infrastruktur bleibt zum großen Teil unverändert, im Anschluss an den bestehenden Bürotrakt wird ein neuer Bürokomplex mit fünf Stockwerken errichtet. In den beiden unteren Geschossen sollen ein Ultrapräzisionsbereich mit acht Klimakammern sowie fünf in der Größe flexibel veränderbare Reinnräume angesiedelt werden. In der dritten bis fünften Etage entstehen

We have always counted on our employees' enthusiasm for working as a team and the determination of everybody to make a personal contribution. This policy has served us extremely well over the years: it has become our formula for success on a competitive market and in close contact with our clients.

Growing numbers of staff require us to change and extend our spatial arrangements

In the four last years alone, the number of employees at the Fraunhofer IPT has grown from 249 to approximately 360, and the number of full-time employees has increased from 116 to more than 182 since 2006.

In the autumn of 2010, some of the pressure on our spatial arrangements was relieved when we moved the CAx-Technologies department into new offices at Ritterstraße (3 km away) and the Plastics Replication Group into an app. 300 m² large machine hall (also featuring three offices) in the "An der Glashütte 11" building near Vaalser Straße. Since, however, further spatial needs of the Institute – in line with its growing business and number of projects – have been on the horizon for some time, three new buildings have already been commissioned to create the required amount of space: one new building each for the Fraunhofer IPT and the neighbouring Fraunhofer Institute for Laser Technology ILT as well as a multi-storey car park (for joint use) accommodating app. 360 cars at Forckenbeckstraße.

The completion of the multi-storey car park – in which free parking spaces will be proportionately allocated to employees of the Fraunhofer IPT and ILT – has been scheduled for 2012. The new building of the Fraunhofer IPT featuring offices, labs and an extended machine hall will cover an overall surface of 550 m². Most of the infrastructure will remain unchanged,

je dreizehn Büros sowie weitere Besprechungsräume und ein Konferenzraum, der mit seiner Lichtführung vor allem auf Videokonferenzen ausgerichtet ist.

Insgesamt kostet der Neubau rund 14 Millionen Euro, dazu kommen zweieinhalb Millionen für das Parkhaus, die je zur Hälfte der Bund und das Land NRW tragen.

Umstrukturierungen im Jahr 2010

Seit dem 1. Januar 2010 ist Dr.-Ing. Michael Emonts Oberingenieur der neu gegründeten Abteilung »Faserverbund- und Lasersystemtechnik« im Bereich Produktionsmaschinen. Die neue Abteilung geht auf die große Nachfrage der Industrie nach Produktionslösungen für die Faserverbund- und Lasersystemtechnik ein. Das Fraunhofer IPT befasst sich bereits seit seiner Gründung mit diesen Themen und bündelt seine langjährige Erfahrung nun in der eigens dafür eingerichteten Abteilung.

Seit dem 1. September 2010 hat Dipl.-Ing. Torsten Moll die Leitung des Aufgabengebiets »Strategische Geschäftsfeldentwicklung und Marketing« übernommen, das auch die PR, die Mediengestaltung und das Geschäftsfeldmarketing umfasst.

Zum 1. Januar 2011 hat Dipl.-Ing. Christoph Hammers seine Tätigkeit als Oberingenieur der Abteilung »Produktionsqualität« aufgenommen und trägt damit der wachsenden Bedeutung des Qualitätsmanagements innerhalb des Bereichs »Produktionsqualität und Messtechnik« Rechnung.

and the existing office complex will be complemented by a five-storey extension. The two lower floors will accommodate an area for ultra-precision technology featuring eight climatic chambers and five freely resizeable clean rooms. The three upper floors will provide space for thirteen offices each, meeting rooms and one large conference room where the light management and engineering will be specifically designed to suit the requirements of video conferences.

The two new buildings will together cost app. € 14 million, the multi-storey car park another € 2.5 million. These costs will be divided equally between the Federal Government and the Land North Rhine Westphalia.

Restructuring in 2010

Since 1 January 2010, Dr.-Ing. Michael Emonts has assumed the responsibilities of a Chief Engineer for the newly established department "Fiber Reinforced Plastics and Laser Systems Technology" in the Production Machines division. The new department meets industry's demand for fiber reinforced plastics technology and laser systems technology. Since its foundation the Fraunhofer IPT has been working in this field. Now the new department was set up to bundle the many years of experience and existing knowledge effectively.

Since 1 September 2010, Dipl.-Ing. Torsten Moll has been responsible for "Strategic Business Unit Development and Marketing" including PR, media design and business unit marketing.

Since 1 January 2011 Dipl.-Ing. Christoph Hammers has joined the Production Quality department as a Chief Engineer taking into account the growing importance of the Production Quality and Metrology division.

AUSSTATTUNG

EQUIPMENT

Konventionelle Schleif- und Poliermaschinen

Conventional grinding machines, polishing machines

- Anlage zur ultraschallunterstützten Schleifbearbeitung: DMS 50 Ultrasonic
- Rotationsschleifmaschinen zur Waferplanbearbeitung: G&N Multi-Nanogrinder
- Topfschleifmaschine zur Vor- und Feinbearbeitung sphärischer Optiken: LOH SPM Spheromatic
- Manuelle Polierarbeitsstation
- Tribometer-Versuchsstand TRM 1000
- Zwei Polierroboter ABB IRB 4400
- Asphären-Polierroboter Satisloh All
- Schleifmaschine für Glasfasern: UltraPol Sculpted End

Anlagen zur Replikation von Glas- und Kunststoff-optiken

Equipment for optics replication of glass and plastics

- Anlagen zum Präzisionsblankpressen optischer Gläser: Toshiba GMP 211V, Toshiba GMP 207HV, Moore Nanotech 065 GPM-S
- Anlage zum Prägen optischer Mikrostrukturen

Ultrapräzisionsdreh- und -schleifmaschinen

Ultra precision turning and grinding machines

- Drehmaschinen zur Präzisions- und Ultrapräzisionszerspanung von NE-Metallen, Stahl, technischer Keramik, Kunststoff, Halbleiterwerkstoffen und Glas: Precitech Nano Form 350, Rank Pneumo MSG 325, LT-Ultra MTC
- Präzisionsdrehmaschinen zur Hartbearbeitung: Hembrug Slantbed Microturn 50 CNC linear, Hembrug Slantbed Microturn 100 CNC, Hembrug Slantbed Microturn CNC

- Drehmaschinen: Benzinger TNC
- Schleifmaschinen zur Ultrapräzisionsbearbeitung technischer Keramik, Halbleiterwerkstoffen und Glas: Moore Nanotech 500 FG, Toshiba ULG-100D(SH3)
- Poliermaschinen zur Endbearbeitung sphärischer Bauteile: LOH SPS 120, Phoenix 4000
- Doppelseiten-Poliermaschine zum Planpolieren: Peter Wolters AC 530
- Ultrapräzisionsschleif- und -drehmaschinen: Toshiba ULG 100D(SH3), Moore Nanotech 350FG Five Axis Freeform Generator

Präzisions- und Hochleistungsfräsmaschinen

Precision and high performance milling machines

- 5-Achs-Hochleistungsfräsmaschinen: Heller MC 25, Alzmetall GX 1000/5-FDT
- Hochleistungsdrehbearbeitungszentrum: Monforts UniCen 1000 Multiturn
- Schaufelbearbeitungszentrum: StarragHeckert LX151
- 5-Achs-Präzisionsfräsmaschinen: Hembrug Nano-Focus, Mikron HSM U 600, Kern Pyramid Nano, Kern HSPC 2216, LT Ultra MMC 1100-2Z
- 3-Achs-Portalfräsmaschine mit Dreh-Schwenktisch zur HSC- und Hartbearbeitung: Mikromat 8V HSC
- 5-Achs-Großfräsmaschinen zur Sonderbearbeitung: Ingersoll Bohle Mastercenter, Deckel Maho DMC 165 V Linear

Beschichtungsanlage

Coating system

- PVD-Beschichtungsanlage: Cemecon 800/9
- Galvanik Nickel-Phosphor

Lasergeräte und Handhabungsanlagen

Lasers and auxiliary equipment

- 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 zur 3D-Lasermaterialbearbeitung: Stäubli RX 170
- 3- und 5-Achs-Handhabungssysteme für Bauteilgrößen bis zu 2 x 3 m³ und Bauteilgewichten bis 10 t: Schuler Held
- Präzisionsdrehmaschine zur laserunterstützten Bearbeitung: Benzinger TNE-1S
- Drehmaschine für integrierte Prozessketten der Zerspanung und Lasermaterialbearbeitung: Monforts UniCen 400 »KombiMasch«
- Anlagen zur Generativen Fertigung von Keramik- und Metallteilen: Stereolithographie, 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 zum Laserstrukturieren von Freiformflächen: Mikron HSM U 600
- CO₂-Laser: Trumpf TruCoax 2000
- IPG-Faserlaser YLR-6000-S2
- Fasergekoppeltes Diodenlasersystem: LDF 400-5000 LLK-D
- Pikosekunden-Laser: Lumera SUPER-RAPID

- 6-achsige Montage- und Handhabungsroboter: aico AR6560, AR6560-L, AR6590 (Manz Automation)
- 4-Achs-Roboter: DR1200/4 (Manz Automation)
- 5-achsiges Präzisionsbearbeitungszentrum für das Laserstrahlstrukturieren: Kern Evo
- 5-Achs-Gantry-Bearbeitungszentrum für die flexible Laseroberflächenbehandlung: Alzmetall GX 1000-LOB
- Superkontinuum-Laser NKT Photonics SuperK Extreme

Sondereinrichtungen

Specialist equipment

- Reinraum Klasse 1000 (46 m²), Flow-Boxen 100
- Klimatisierte Kammern (±0,1 °C)
- Großkammer-Rasterelektronenmikroskop mit Vakuumkammer für Bauteile bis ca. 2 m³
- Labor für metallographische Untersuchungen
- 3D-Röntgen-Computertomograph: Metrotom 1500 Carl Zeiss IMT
- Spritzgießmaschinen: Arburg, Ferromatik
- Zellkulturlabor

Datenverarbeitung und Simulationswerkzeuge

Data processing and simulation tools

- Softwaresysteme für CAx-Anwendungen: CATIA V5, Mastercam/Camaix, NCProfiler, Cimatron E8, Open Mind, Delcam, Vericut, Pro-Engineer Wildfire 2, Unigraphics NX 6
- FEM-Simulationsprogramme: ABAQUS, AdvantEdge, ANSYS, Cosmos M
- VR-Visualisierungstools: Covise, Division Mockup 200i2, Avango, Invision
- Zemax, Mountains Map, Vision 32, COMETinspect, PolyWorks



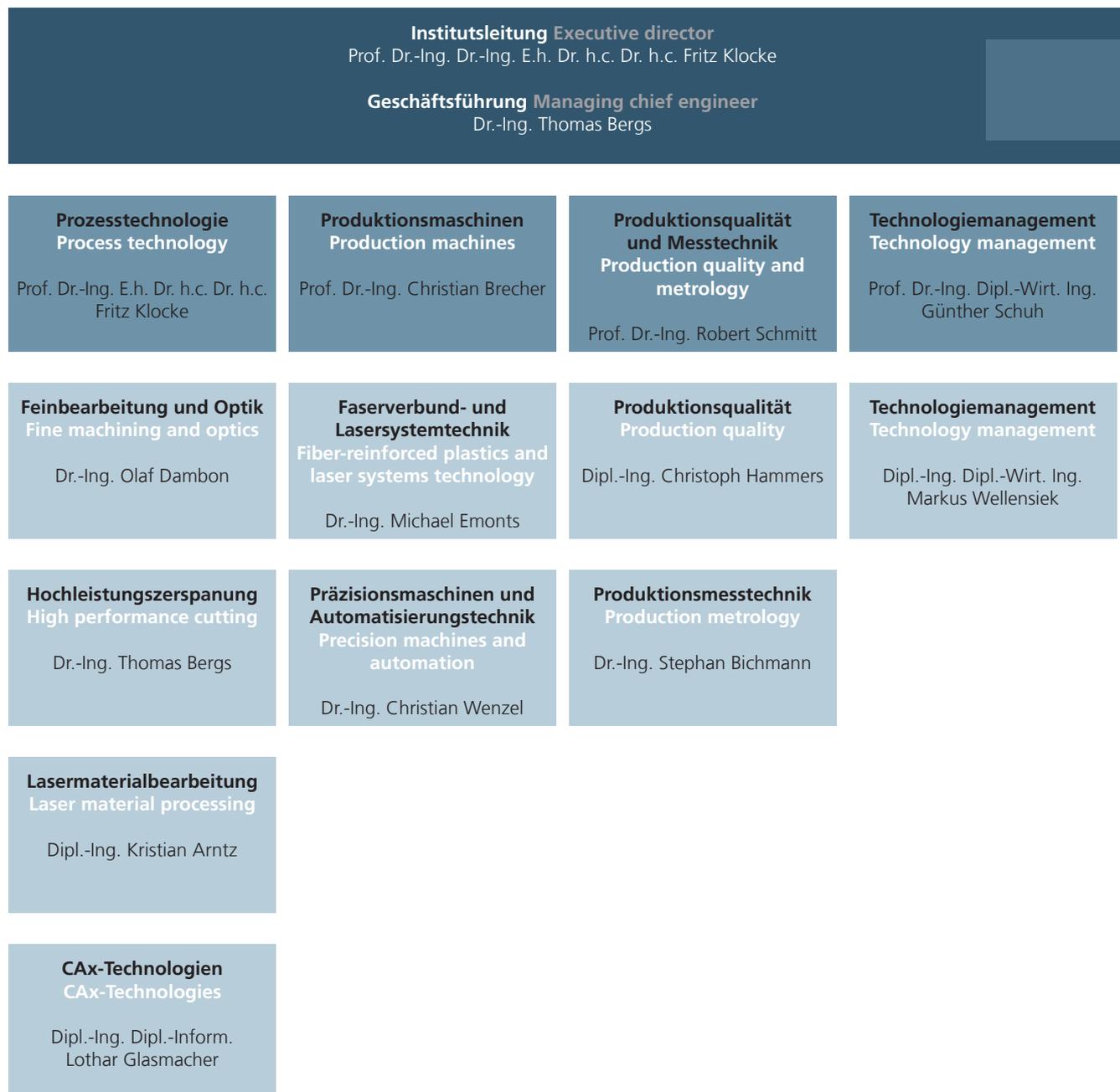
Mess- und Prüfeinrichtungen

Metrology and testing equipment

- Laserinterferometer zur Form- und Oberflächenprüfung: Zygo VeriFire AT 6", Wyko 6000, Fisba μ PhaseDCI 2HR
- 5-Achs-Koordinatenmessgerät zur multisensoriellen Freiformkontrolle mit taktilem und optoelektronischen Messköpfen: Werth Videocheck IP
- 3D-Koordinatenmessgerät: Werth Videocheck UA 400
- Streifenprojektionssysteme, Steinbichler COMET 5 11M
- Lasertriangulationsscanner, Steinbichler L-Scan; Nikon LC 60D integriert in Werkzeugmaschine und Koordinatenmessgeräte
- Weißlicht-Interferometer zur Mikrotopographie- und Rauheitsbestimmung: Veeco NT 1100
- Weißlicht-Interferometer für große Bauteile: Bruker NPFLEX 3D Surface Metrology System
- Laserinterferometer Zygo VeriFire AT+ 6-Zoll
- Quarzkristall-3-Komponenten-Dynamometer: Kistler 9255 B
- Portalintegrierter chromatischer Sensor zur 3D-Oberflächenmessung: FRT MicroProof 100
- Wellenfrontmessgeräte: TriOptics WaveMaster, Trioptics WaveMaster LAB
- Form- und Oberflächenmessgeräte: Taylor Hobson Talysurf, Talysurf
- Hochauflösendes, optisches 3D-Oberflächenmesssystem: Alicona Imaging Infinite Focus System G4
- Konfokales 3D-Oberflächenmesssystem: Nanofokus μ Surf Custom
- 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, Carl Zeiss NeonTM EsB mit EDX-/EBSD-Analysesystem
- Lichtmikroskop: Zeiss Axiophot inkl. Bildanalyse SIS analysis auto
- Konfokales Laserscanning-Mikroskop: Leica TCS SL
- Digital-Mikroskop: Keyence VHX-500F
- Konfokales Lasermikroskop: Keyence VK-9700
- Fluoreszenz-Mikroskop: Keyence BZ-9000
- Laborausstattung zur metallographischen 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
- Hochgeschwindigkeitskameras: SpeedCam MacroVis monochrom, Bfi OPTiLAS
- Flowbox zur Unterstützung von Montagearbeiten
- Rundheitsmesssystem mit optischer Antastung: Mahr MMQ 400
- Deflektometrie-Messsystem: SpecGAGE^{3D}

ORGANIGRAMM

ORGANIZATIONAL CHART



Direktorium Board of directors

Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. Dr. h.c. Fritz Klocke, Prof. Dr.-Ing. Christian Brecher,
Prof. Dr.-Ing. Robert Schmitt, Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Günther Schuh

Interne Dienstleistung Services

Dr.-Ing. Thomas Bergs

Projektgruppe Entwurfstechnik Mechatronik, Paderborn Fraunhofer Project Group Mechatronic Systems Design

Prof. Dr.-Ing. habil. Ansgar Trächtler

Fraunhofer Center for Manufacturing Innovation CMI, USA

Prof. Dr. Andre Sharon

Fraunhofer Project Center for Coatings in Manufacturing PCCM, Greece

Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E.h.
Konstantinos Bouzakis

Verwaltung Administration

Josef von Heel

Produktentstehung Product engineering

Prof. Dr.-Ing.
Jürgen Gausemeier

EDV, Haustechnik IT and building services

Dr.-Ing. Thomas Bergs

Regelungstechnik Control engineering

Prof. Dr.-Ing. habil.
Ansgar Trächtler

Interne Prozesse, Werkstätten und Labore Internal processes, workshops and laboratories

Dipl.-Ing. Axel Demmer

Softwaretechnik Software engineering

Prof. Dr. Wilhelm Schäfer

Strategische Geschäftsfeldentwicklung und Marketing Business development and marketing

Dipl.-Ing. Torsten Moll

DIE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

THE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

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

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit mehr als 80 Forschungseinrichtungen, davon 60 Institute. Mehr als 17 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 1,7 Milliarden Euro. Davon fallen 1,4 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Zwei Drittel dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Nur ein Drittel wird von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen erarbeiten können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

Internationale Niederlassungen sorgen für Kontakt zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

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

Research of practical utility lies at the heart of all activities pursued by the Fraunhofer-Gesellschaft. Founded in 1949, the research organization undertakes applied research that drives economic development and serves the wider benefit of society. Its services are solicited by customers and contractual partners in industry, the service sector and public administration.

At present, the Fraunhofer-Gesellschaft maintains more than 80 research units in Germany, including 60 Fraunhofer Institutes. The majority of the more than 17,000 staff are qualified scientists and engineers, who work with an annual research budget of € 1.7 billion. Of this sum, more than € 1.4 billion is generated through contract research. Two thirds of the Fraunhofer-Gesellschaft's contract research revenue is derived from contracts with industry and from publicly financed research projects. Only one third is contributed by the German federal and Länder governments in the form of base funding, enabling the institutes to work ahead on solutions to problems that will not become acutely relevant to industry and society until five or ten years from now.

Affiliated international research centers and representative offices provide contact with the regions of greatest importance to present and future scientific progress and economic development.

With its clearly defined mission of application-oriented research and its focus on key technologies of relevance to the future, the Fraunhofer-Gesellschaft plays a prominent role in the German and European innovation process. Applied research has a knock-on effect that extends beyond the direct benefits perceived by the customer: Through their research and development work, the Fraunhofer Institutes help to reinforce the competitive strength of the economy in their local region, and throughout Germany and Europe. They do so by promoting innovation, strengthening the technological base,

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

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

improving the acceptance of new technologies, and helping to train the urgently needed future generation of scientists and engineers.

As an employer, the Fraunhofer-Gesellschaft offers its staff the opportunity to develop the professional and personal skills that will allow them to take up positions of responsibility within their institute, at universities, in industry and in society. Students who choose to work on projects at the Fraunhofer Institutes have excellent prospects of starting and developing a career in industry by virtue of the practical training and experience they have acquired.

The Fraunhofer-Gesellschaft is a recognized non-profit organization that takes its name from Joseph von Fraunhofer (1787–1826), the illustrious Munich researcher, inventor and entrepreneur.



DENKEN IN PROZESSKETTEN

TO CONSIDER THE ENTIRE PROCESS

Im Auftrag unserer Kunden entwickeln und optimieren wir Lösungen für die moderne Produktion. Dabei begreifen wir die Produktion nicht nur in ihren einzelnen Schritten, sondern betrachten bei unserer Arbeit die Gesamtheit ihrer Prozesse und die Verbindungen zwischen den jeweiligen Gliedern der Prozesskette: Unser Blick auf die Prozesskette reicht von der Forschung und Entwicklung über die Beschaffung der eingesetzten Rohstoffe und Dienstleistungen bis hin zur eigentlichen Produktion. Gleichzeitig behalten wir alle relevanten Geschäfts- und Managementprozesse im Auge.

Forschung und Entwicklung

Bereits in den frühen Phasen der Produktentstehung, in der Forschung und Entwicklung, unterstützen wir unsere Kunden mit unserem Know-how: Gemeinsam identifizieren wir neue Technologien, erstellen Konzepte und entwickeln Prototypen. Dabei legen wir besonderen Wert auf die optimale Leistungsfähigkeit der eingesetzten Anlagen, Materialien und Prozesse, damit die Produkte unserer Kunden später erfolgreich im Wettbewerb bestehen.

Beschaffung

Was Unternehmen nicht selbst herstellen, beschaffen sie bei ihren Lieferanten. Damit sie sicher gehen, dass sie die zugekauften Waren und Dienstleistungen günstig und zuverlässig in bester Qualität erhalten, nehmen wir die Lieferantenbasis unserer Kunden und die gelieferten Leistungen genau unter die Lupe: Wir strukturieren den Beschaffungsmarkt, helfen bei der Auswahl der richtigen Partner und erarbeiten anhand bewährter Methoden individuelle Maßnahmen, um die Beschaffungskosten unserer Kunden zu optimieren.

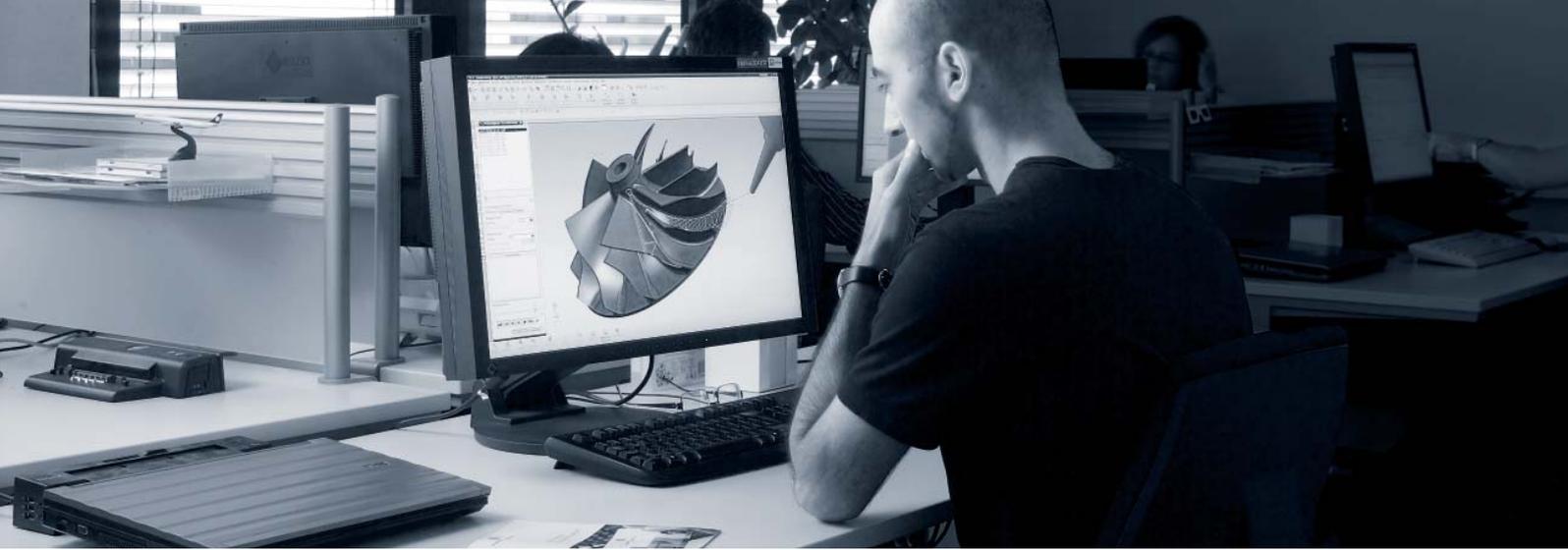
On behalf of our clients, we develop and optimize solutions for modern production facilities. Rather than considering production activities as individual operations, our work involves looking at all production processes and the links between all the elements of the overall process in their entirety: When we analyze our client's processes, we take in everything from research and development through the acquisition of raw material and services to the final production stages. At the same time, we keep an eye on all the relevant business and management processes.

Research and development

Right at the early phases of product emergence – the research and development phase – we can use our expertise to help our customers identify new technologies, create concepts and develop prototypes. We place a great deal of importance on getting equipment, material and processes to perform optimally, giving our client's products the best chances of competing in the market.

Purchasing

Whatever a company cannot make itself, it buys in from its suppliers. Companies need to be able to rely on their suppliers to provide top quality goods and services at reasonable prices, so we take a close look at their supply base and the services it provides. We structure the purchasing market for our clients, help them to choose the right partners and develop individual courses of action using tried-and-tested methods in order to optimize their purchasing costs.



Produktion

Das Fraunhofer IPT gilt nicht ohne Grund als erfahrener Ansprechpartner für alle Fragen der Produktion: Von der Bestimmung des Status Quo über das Produktionskonzept, die Technologieauswahl und Systemgestaltung bis hin zur Entwicklung, Optimierung und Umsetzung von Prozessen und Prozessketten – zu jedem dieser Themen können unsere Projektpartner auf unser langjähriges Know-how und ein engagiertes Team aus Experten der unterschiedlichsten Disziplinen zurückgreifen. Konzepte, Technologien und Systeme betrachten wir dabei niemals isoliert, sondern immer im Kontext ihrer praktischen industriellen Anwendung.

Management

Manche Situationen erfordern es, auch grundlegende Managementprozesse, die technologiestrategische Ausrichtung oder das strategische und operative Management als Ganzes kritisch auf den Prüfstand zu stellen. Wir hinterfragen Strukturen und Abläufe in allen Phasen von Forschung und Entwicklung, Beschaffung und Produktion und erarbeiten gemeinsam mit unseren Kunden neue, erfolgversprechende Vorgehensweisen ohne Bewährtes dabei einfach über Bord zu werfen. Besonders wichtig ist es uns, dass Neuerungen gerade in sensiblen Bereichen auch von den jeweiligen Mitarbeitern getragen werden.

Production

The Fraunhofer IPT is seen by its clients as an experienced partner for all issues related to production – and not without good reason. Whether we are determining their status quo, analyzing their production concept, selecting technology, designing a system, or developing, optimizing and implementing processes, they can rely on our motivated team of experts representing different disciplines and many years of expertise. We never look at concepts, technologies and systems in isolation, but see them within the context of our client's industrial practice.

Management

In some situations, it becomes necessary to critically review one's fundamental management processes, the technology strategy or the strategic and operative management as a whole. We analyze structures and processes at all phases of research and development, purchasing and production and help our partners to develop a new, more promising approach without abandoning best practices. We consider it particularly important that their employees stand firmly behind any changes, especially in sensitive areas.



EXZELLENT ZUSAMMENARBEIT

EXCELLENT COOPERATION

Unsere Mitgliedschaft in Netzwerken und Kooperationen versetzt uns in die Lage, interdisziplinäre Aufgaben auch über die Grenzen unseres Instituts hinaus zu lösen. So fördern wir nicht nur den Wissenstransfer, sondern auch die praxisnahe Aus- und Weiterbildung. Das umfassende Forschungsspektrum der Fraunhofer-Gesellschaft und die Nähe zur RWTH Aachen eröffnen uns einen weiteren umfangreichen Wissenspool, aus dem wir schöpfen können.

- Am Standort Aachen kooperieren wir in allen unseren Arbeitsgebieten eng mit dem Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen, dessen vier leitende Lehrstuhlinhaber auch das Direktorium des Fraunhofer IPT stellen.
- In Paderborn beschloss das Fraunhofer IPT im Frühjahr 2010 die Einrichtung der Fraunhofer-Projektgruppe »Entwurfstechnik Mechatronik«, die sich mit der Entwicklung mechatronischer Systeme für die Regelungstechnik, Softwaretechnik und Produktentstehung befassen soll.
- Mit dem Centre for Research & Technology Hellas CERTH in Thessaloniki, Griechenland, kooperieren wir im Fraunhofer Project Center for Coatings in Manufacturing PCCM bei der Entwicklung von Schichtsystemen für den industriellen Einsatz.
- Internationalen Auftraggebern mit Standort USA stellen wir unsere Leistungen über das Fraunhofer Center for Manufacturing Innovation CMI in Boston vor Ort zur Verfügung.

Schnittstelle zwischen Industrie und Wissenschaft

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

Our membership in networks and cooperative projects gives us the ability to solve interdisciplinary problems that would otherwise be beyond the scope of a single institute. This is not only a means to encourage the exchange of knowledge but also to carry out practical training and education. The extensive research spectrum covered by the Fraunhofer-Gesellschaft and the proximity to the RWTH Aachen University give us access to a far greater pool of knowledge to draw from.

- In Aachen, we cooperate closely with the Laboratory for Machine Tools and Production Engineering WZL of the RWTH Aachen University in all our areas of expertise. The four senior professors at the WZL are also the directors of the Fraunhofer IPT.
- Since Spring of 2010 the Fraunhofer IPT plans the Fraunhofer Project Group for Mechatronic Systems Design in Paderborn. This project group will work on the development of mechatronic systems for control technology, software technology and product planning.
- Through the Fraunhofer Project Center for Coatings in Manufacturing PCCM, we cooperate with the Centre for Research & Technology Hellas CERTH in Thessaloniki, Greece, on the development of layering systems for industrial applications.
- International clients based in the USA are provided with on-the-spot services via the Fraunhofer Center for Manufacturing Innovation CMI in Boston.

Connecting industry and science

Our R&D services range from strategic groundwork research and bilateral industrial projects to the coordination of industrial project consortia in, for instance, joint projects funded by the EU. Throughout our work, we focus on generating practical solutions that can be directly implemented in industry.



Bilaterale Industrieprojekte

Kurz- bis mittelfristig angelegte Auftragsforschung für Industriekunden bei individueller Auftragsgestaltung sowie langfristig angelegte Projekte zur gemeinsamen Lösungsfindung in einem konkurrenzarmen Umfeld.

- Technologie- und Methodenberatung
- Machbarkeitsstudien, Analysen und Bewertungen
- Techniken, Maschinen und Methoden
- Prototypen- und Maschinenbau

Öffentlich geförderte Projekte

Mittel- bis langfristig angelegte Forschungsprojekte in einem Verbund aus Forschungs- und Industriepartnern.

- BMBF- und EU-Verbundprojekte
- Koordination industrieller Projektkonsortien
- Beratung für nationale und EU-Forschungsanträge

Internationale Projekte

- Marktbewertung
- Standortaufbau
- Know-how-Transfer

Strategische Vorlaufforschung

- Sonderforschungsbereiche und DFG-Grundlagenprojekte
- Studien

Dienstleistungen

- Marktstudien
- Konstruktion und Kleinserienfertigung
- Messaufgaben
- Simulation

Bilateral industrial projects

Short to medium-term contract research for industrial clients with individual commissioning and joint, long-term problem-solving projects in areas in which competition is minimal.

- Advice on technologies and methods
- Feasibility studies, analysis and assessments
- Techniques, machines and methods
- Prototype and machine construction

Public funding

Medium to long-term research projects carried out by a network of research and industrial partners.

- Joint BMBF projects and EU projects
- Coordination of industrial project consortia
- Advice on national and EU research contracts

International projects

- Market evaluation
- Site establishment
- Know-how transfer

Strategic preliminary research

- Special research fields and fundamental projects contracted out by the German Research Foundation (DFG)
- Studies

Services

- Market studies
- Design and small series
- Measuring activities
- Simulations

DAS INSTITUT IN ZAHLEN

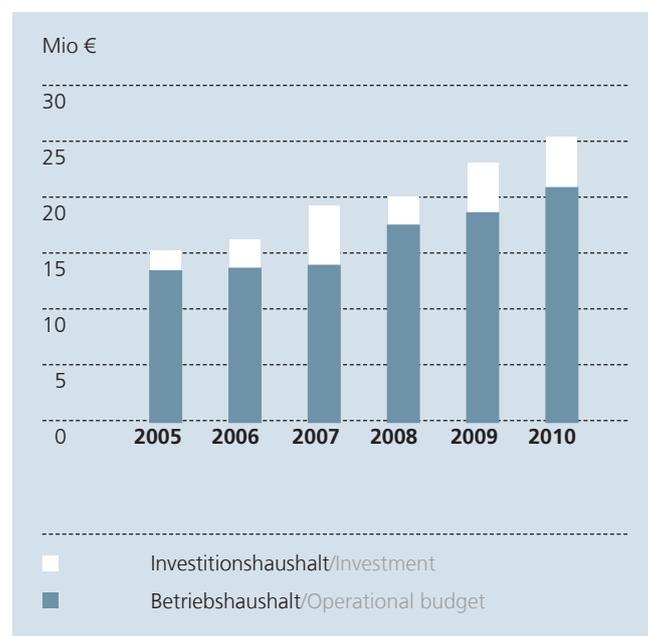
FACTS AND FIGURES

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

Budget

The financial structure of the Fraunhofer-Gesellschaft distinguishes between operational and investment budgets. The operational budget includes all personnel and material costs, external profits and funding. The Fraunhofer-Gesellschaft's integrated financial plan allows for transfers between budgets.



Betriebshaushalt

Der Betriebshaushalt hatte im Jahr 2010 ein Volumen von ca. 20,8 Mio €. Er wies für das Berichtsjahr eine Eigenfinanzierungsquote des Instituts von etwa 81 Prozent auf.

Vertragsforschung

Die Erträge aus Forschungsprojekten, die von Bundes- und Länderministerien gefördert wurden, sind leicht gesunken und trugen mit 3,94 Mio € bzw. 23 Prozent zur Eigenfinanzierung bei.

Die Erträge aus Projekten mit der EU-Kommission sind im Vergleich zum Vorjahr um 0,1 Mio € auf 0,99 Mio € gesunken. 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 8,8 Mio €, also 51 Prozent des Eigenfinanzierungsanteils erreichten.

Die Zahlen geben den vorläufigen Jahresabschluss 2010 an.

Operational budget

The operational budget amounted to approx. € 20.8 million in 2010, with 81 percent self-financing.

Contract research

Profits generated through research in national and state-funded projects decreased slightly, contributing € 3.94 million to the institute's financing (23 percent). Profits generated through EU-funded projects also decreased by € 0.1 million to € 0.99 million. EU projects are not fully-financed, calling for a contribution from the research institute. Fraunhofer Institutes therefore limit their applications for such projects.

The Fraunhofer IPT took on projects in cooperation with industrial partners which, combined with the profits from contract research for industry, business and trade associations, contributed € 8.8 million to the institute's finances (51 percent).

The figures indicate the preliminary annual financial statement of 2010.

DAS INSTITUT IN ZAHLEN
FACTS AND FIGURES

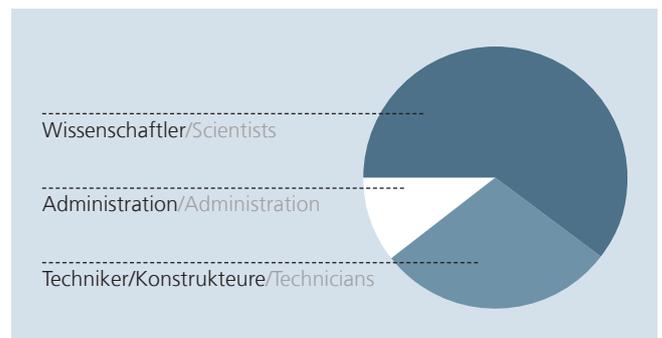
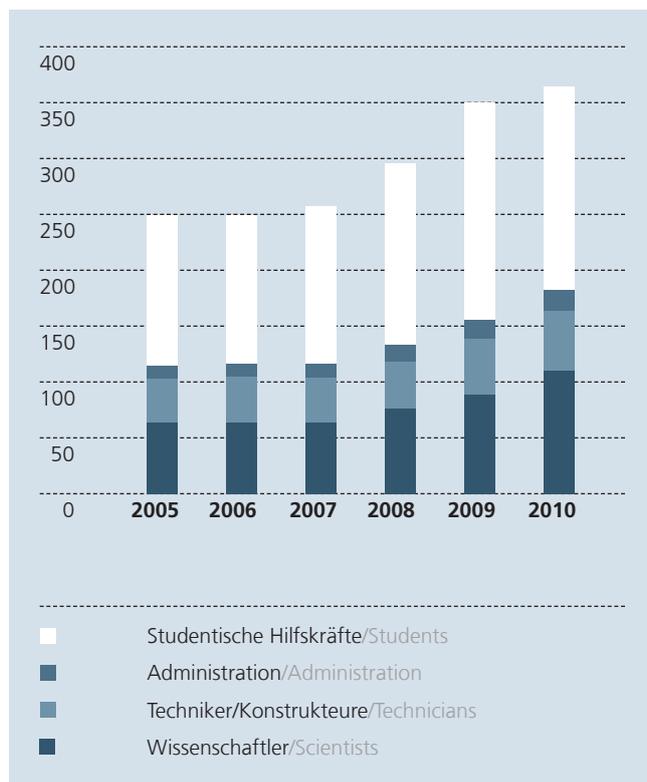
Personalstruktur des Fraunhofer IPT

Im Jahr 2010 waren im Schnitt 364 Mitarbeiter am Institut beschäftigt. Der Personalbestand der festangestellten wissenschaftlichen und nicht-wissenschaftlichen Mitarbeiter wuchs in diesem Jahr auf 182 Mitarbeiter an. Der Anteil der Wissenschaftler lag bei ca. 60 Prozent.

Am Fraunhofer Center for Manufacturing Innovation CMI in Boston, USA, waren in diesem Jahr 28 Mitarbeiter beschäftigt. Die Zahl der festangestellten wissenschaftlichen Mitarbeiter betrug 2010 13 Mitarbeiter. Zwei nichtwissenschaftliche Festangestellte unterstützten sie bei der Projektarbeit.

Personnel structures at the Fraunhofer IPT

An average of 364 staff was employed at the institute in 2010, with around 182 permanent staff members in scientific and non-scientific departments (60 percent scientific staff). The Fraunhofer Center for Manufacturing Innovation CMI in Boston, USA, employed a staff of 28 in the past year, 13 of which were permanent scientific staff with a support staff of two.



KURATORIUM

BOARD OF TRUSTEES

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:

Each of the Fraunhofer Institutes has a Board of Trustees to advise the management of the Institute and the Management Board of the Fraunhofer-Gesellschaft. They include personalities from academic life, business and government. The members of the Board of Trustees of the Fraunhofer IPT in the year under review were as follows:

Dr.-Ing. Hans-Henning Winkler.
Unternehmensberatung, Tuttlingen

Dr.-Ing. Uwe H. Böhlke
Lonza AG, Basel/Schweiz

Prof. em. Dr.-Ing. Ulrich Dilthey
Institut für Schweißtechnik und Fügetechnik
der RWTH Aachen
ISF Welding Institute, RWTH Aachen University

Dipl.-Ing. Hans-Dieter Franke
Management Partner MPower GmbH, Stuttgart

Dr. rer. nat. Hermann Gerlinger
Carl Zeiss AG, Oberkochen

Dr.-Ing. Markus Hilleke
Schott AG, Grünplan

Dr.-Ing. Hans-Robert Meyer
Mitglied des Beirates Nordmetall, Arbeitgeberverband der
Metallindustrie Hamburg – Schleswig, Holstein e.V.,
Hollern-Twielenfleth
Member of the Advisory Board Nordmetall, Employers'
Association of the Metalworking Industry Hamburg –
Schleswig-Holstein e.V., Hollern-Twielenfleth

Manfred Nettekoven
Kanzler der RWTH Aachen
Chancellor of the RWTH Aachen University

Dr.-Ing. Stefan Nöken
Hilti AG, Schaan/Liechtenstein

MinRat Hermann Riehl
Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn
Federal Ministry of Education and Research, Bonn

Karl Schultheis, MdL
Mitglied des Landtags Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf
Member of the North Rhine-Westphalian Landtag, Düsseldorf

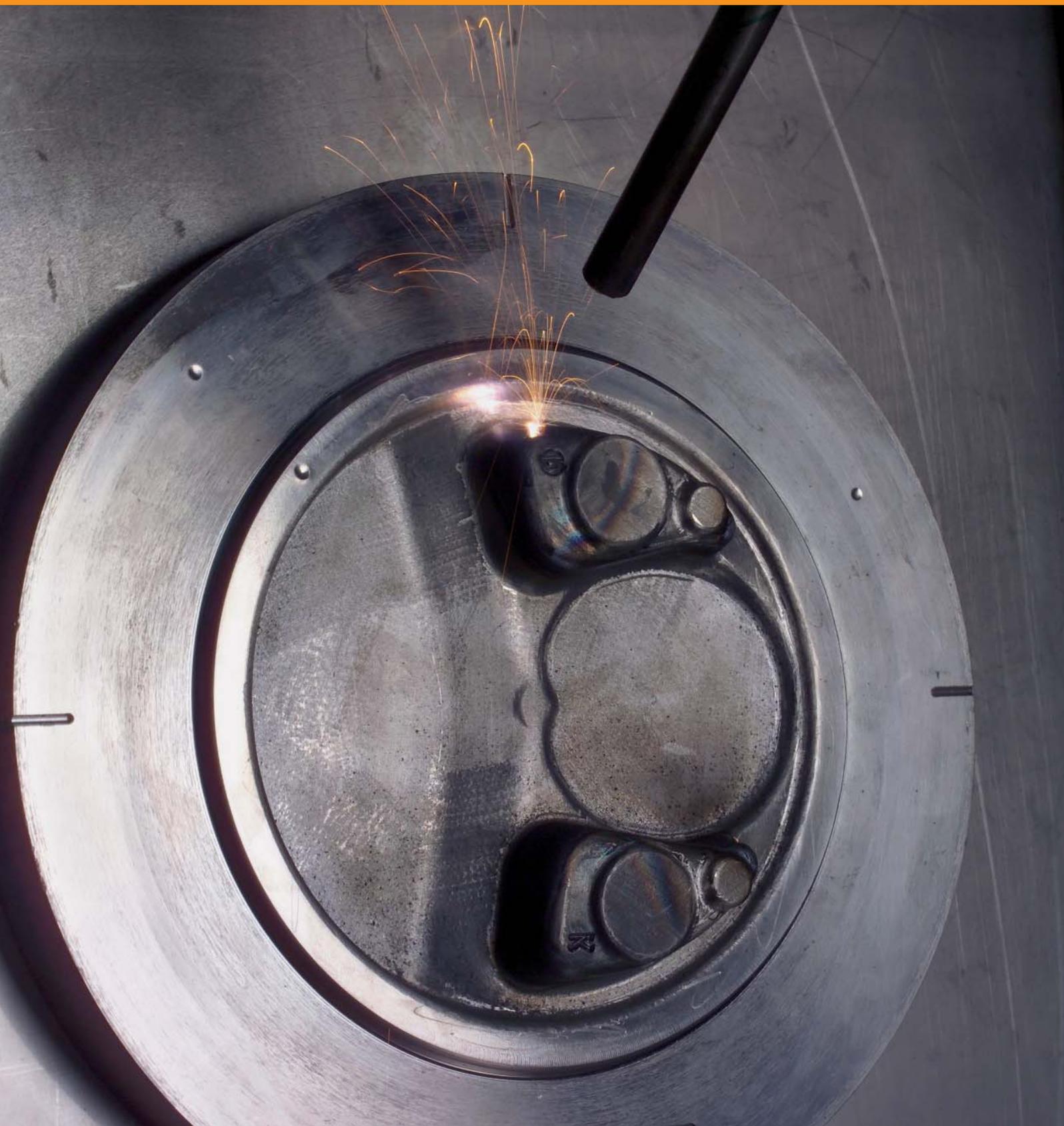
Prof. em. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. mult. Dr. h.c. Hans Kurt Tönshoff
Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen,
Universität Hannover
Institute of Production Engineering and Machine Tools (IFW),
Hannover

UNSERE KOMPETENZEN

OUR EXPERTISE

30	Lasermaterialbearbeitung Laser Material Processing	72	Produktionsmesstechnik Production Metrology
36	Hochleistungszerspanung High Performance Cutting	78	Produktionsqualität Production Quality
42	CAx-Technologien CAx-Technologies	84	Technologiemanagement Technology Intelligence and Planning
48	Feinbearbeitung und Optik Fine Machining and Optics	90	Technologieeinkauf Technology Procurement
54	Präzisions- und Ultrapräzisionstechnik Ultra-Precision Technology	96	Fraunhofer Project Center for Coatings in Manufacturing PCCM – Griechenland Greece
60	Sondermaschinen und Automatisierungstechnik Precision Machines and Automation	100	Fraunhofer Center for Manufacturing Innovation CMI – USA
66	Faserverbund- und Lasersystemtechnik Fiber-Reinforced Plastics and Laser Systems Technology		

LASERMATERIALBEARBEITUNG
LASER MATERIAL PROCESSING



In der Abteilung »Lasermaterialbearbeitung« entwickeln und qualifizieren wir Prozesse, um das Werkzeug Laserstrahlung in Wertschöpfungsketten effizient zu nutzen.

Zur Herstellung geometrisch komplexer Produkte aus metallischen Werkstoffen entwickeln wir Laserstrahlfügetechnologien und überführen sie in die industrielle Fertigung. Für die Tribologie und den Formenbau stellen wir durch Laserstrahlstrukturieren hochpräzise 3D-Strukturen her.

Für schwer zu bearbeitende Werkstoffe entwickeln wir hybride Bearbeitungstechnologien, die durch Prozessintegration eine Komplettbearbeitung komplex geformter Bauteile erlauben. Die Laseroberflächenbehandlung auf 5-achsigen Bearbeitungszentren ermöglicht eine signifikante Verbesserung von Lebensdauer und Einsatzverhalten hochbelasteter Bauteile und Formen.

Unsere Leistungen

- Laserstrahlstrukturieren von 3D-Oberflächen
- Laserstrahlfügetechnologien für Sonderanwendungen
- Lasertrahlunterstützte Umformung und Zerspanung
- Laseroberflächenbehandlung für den Verschleißschutz
- Optimierung des Verschleiß- und Korrosionswiderstands von Bauteilen und Werkzeugen
- Bearbeitung schwer zerspanbarer und sprödharter Werkstoffe
- Individuelle Gestaltung von Design und Funktionalität von Oberflächen

Kontakt/Contact

Dipl.-Ing. Kristian Arntz
Telefon/Phone +49 241 8904-121
kristian.arntz@ipt.fraunhofer.de

The department for Laser Material Processing develops and validates processes that enable us to integrate laser radiation as an effective and efficient tool into the value chain.

We develop laser beam joining technologies to the point where they are suitable for the industrial manufacturing of geometrically complex products from metallic materials. We produce laser beam structured high-precision 3D-structures for tribology or tool and die making.

For materials that are difficult to machine, we develop hybrid processing technologies that enable the complete machining of complex-shaped components through process integration. The laser surface treatment on 5-axis-machining units increases the service lives of highly stressed components and dies and improves their performance significantly.

Our services

- Laser beam structuring of 3D surfaces
- Laser beam joining technologies for customized applications
- Laser beam assisted forming and machining
- Anti-wear laser surface treatments
- Optimization of the anti-wear and anti-corrosion properties of tools and components
- Machining of materials that are hard, brittle and difficult to machine
- Customized design of surface function and structure

Komplexe Oberflächendesigns durch Laserstrahlstrukturieren

Design und Haptik von Oberflächen spielen eine zentrale Rolle bei vielen Produkten des täglichen Lebens, vor allem bei Kunststoffprodukten, die im Spritzgießverfahren hergestellt werden. Die Oberflächen der erforderlichen Formen und Werkzeuge müssen dafür oftmals mit filigranen Strukturen versehen werden. Doch konventionelle Fertigungsverfahren wie das Ätzen sind dafür nur eingeschränkt geeignet, denn sie sind kaum reproduzierbar und wenig effizient. Um die Reproduzierbarkeit und Strukturflexibilität zu erhöhen, entwickelte das Fraunhofer IPT das Laserstrahlstrukturieren von Oberflächen.

Ziel aktueller Projekte wie des BMWi-geförderten InnoNet-Projekts »QualiStruk3D« (Förderkennzeichen: IN 7519) oder des europäischen Projekts »Integµ« (Förderkennzeichen: CP-IP 214013-2) ist es, diese leistungsfähige Fertigungstechnologie weiter zu verbessern und so den steigenden Qualitätsanforderungen gerecht zu werden.

Auf Basis des bestehenden Entwicklungsstands erweitert das Fraunhofer IPT in den aktuellen Projekten das Prozesswissen über die Potenziale und Grenzen unterschiedlicher Laserstrahlquellen. Zudem optimieren wir die Datengenerierung für die Bearbeitung und verringert die Datenmenge. Anhand neuer Bearbeitungsstrategien lassen sich in Zukunft selbst großflächige Bauteile mit hochgenauen, nahtlosen und abbildungstreuen Strukturen versehen.

Verdopplung der Standzeit von Schmiedegesenken durch Laseroberflächenbehandlung

Die Oberflächen von Schmiedegesenken unterliegen während ihres Einsatzes einem hohen abrasiven und adhäsiven Verschleiß. In verschiedenen Projekten zeigte das Fraunhofer

Complex surface designs through laser beam structuring

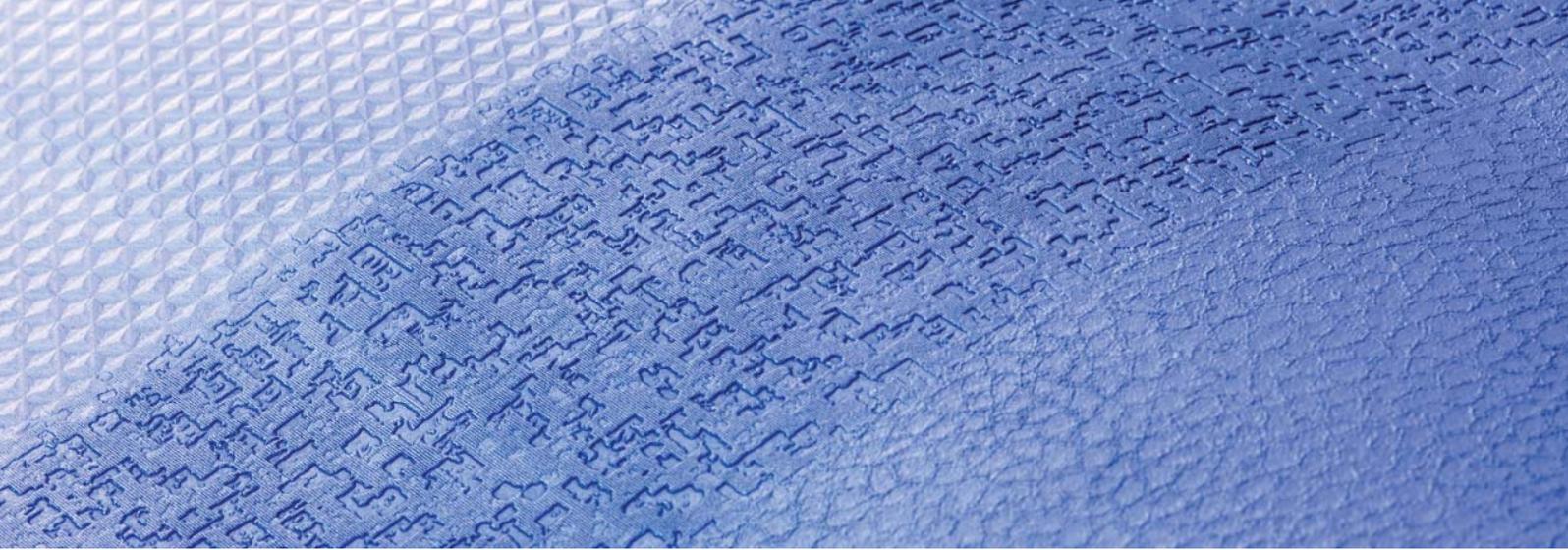
The design and texture of surfaces are very important for many every day objects, specifically for plastic products that are produced through injection molding. The surfaces of the tools and dies that are required for this technology must often be provided with filigree structures, a task for which conventional production processes – such as etching – are ill equipped since they are inefficient and have reproducibility issues. In order to increase the reproducibility of these processes and to broaden the range of available structures, the Fraunhofer IPT has developed the technique of laser beam structuring.

Current projects such as the InnoNet project "QualiStruk3D" (contract no.: IN 7519), funded by the Federal German Ministry of Economics and Technology, and the European "Integµ" project (contract no.: CP-IP 214013-2) aim to improve this highly promising manufacturing technology, helping the industry to meet the continuously increasing quality requirements.

In these ongoing projects, the Fraunhofer IPT – using the current state of the art as a starting point – seeks to deepen our understanding of the potentials and limitations of different laser beam sources. The Fraunhofer IPT also aims to optimize the data acquisition process of the machining operation, reducing the amount of data generated. New processing strategies will allow the industry to apply high-precision and seamless structures with high levels of topographical accuracy even on large-size components.

Laser surface treatment as a means to doubling the service life of forging dies

The surfaces of forging dies are subject to very high levels of abrasive and adhesive forces – which means that the dies wear



IPT, dass eine Modifikation der Werkzeuggrandschicht durch Laserstrahlung bei richtiger Auslegung die Werkzeugstandzeit nahezu verdoppeln kann.

Im EU-Projekt »CURARE« (Förderkennzeichen: 222317) brachte das Fraunhofer IPT nun gemeinsam mit einem weiteren Forschungsinstitut sowie sieben Unternehmen aus fünf europäischen Ländern ein Verfahren zur Laseroberflächenbehandlung mit anschließendem Nitrieren zur industriellen Reife.

Zur erfolgreichen Umsetzung der Projektergebnisse diente zudem ein neues Anlagenkonzept: Gemeinsam mit der Alzmetall Werkzeugmaschinenfabrik und Gießerei Friedrich GmbH & Co. KG entwickelte das Fraunhofer IPT ein hochdynamisches und präzises 5-Achs-Bearbeitungszentrum mit integrierten Komponenten für die Strahlführung sowie Pulver- und Drahtzufuhr an die Bearbeitungsstelle. Diese Anlage bietet nun die CAM-basierte lokale Laseroberflächenbehandlung komplexer Bauteile und Formen ebenso wie das Laserauftragschweißen für die Verstärkung oder Reparatur.

Produktivitätssteigerung durch Laserstrahlschweißen von Rohrbündelwärmetauschern

Das Laserstrahlschweißen ist ein bewährtes und zuverlässiges Fügeverfahren: Seine Anwendungsfelder reichen vom Schweißen von Kfz-Getriebe- und Karosseriekomponenten bis zur Herstellung von Herzschrittmachergehäusen. So bietet sich die Technologie vielfach an, um bestehende Produktionsabläufe entscheidend zu verbessern.

Rohrbündel-Apparate spielen eine wichtige Rolle im Wärmemanagement verschiedenster Kreislaufprozesse der Energieerzeugung oder -nutzung. Gerade in Kraftwerken kommen häufig hochwärmefeste Stahlwerkstoffe, Titan- oder Nickelbasislegierungen zum Einsatz. Die Herstellung dieser Apparate basiert allerdings häufig noch auf konventionellen Fügeverfahren wie dem WIG-Orbitalschweißen. Im Projekt

fairly quickly. The Fraunhofer IPT, however, has demonstrated in a series of projects that the service life of these dies can be increased by nearly 100 percent, using laser radiation to modify the surface layer.

In the EU project "CURARE" (contract no.: 222317), the Fraunhofer IPT – in cooperation with another research institute and seven manufacturers from five European countries – has now developed a laser surface treatment technique (including a subsequent nitrification stage) which is ready for industrial application.

On top of that – and to enable the successful implementation of the project's results – a new engineering concept was designed: in close cooperation with Alzmetall Werkzeugmaschinenfabrik und Gießerei Friedrich GmbH & Co. KG (machine tool manufacturer and foundry), the Fraunhofer IPT developed a highly dynamic and precise 5-axis machining unit featuring integrated components for beam guidance and a system to convey powder and wire to the processing location. This unit can perform CAM-based local laser surface treatment for complex forms and components as well as laser cladding to strengthen or repair the structures concerned.

Increases in productivity through the laser beam welding of tubular heat exchangers

Laser beam welding is a proven and reliable joining technology, used to weld a wide range of components ranging from components of automotive transmission systems and automotive body parts to the casings of pacemakers for the medical industry. Due to its versatility, the technology is often used for improvements of existing production processes.

Tube bundle arrangements play a key role in the heat management of various circulation processes of energy generation and energy consumption. Power stations in particular use highly heat-resistant steel, titanium based or nickel based alloys.

»OrbiLas« (Förderkennzeichen: IN 5608) entwickelt und qualifiziert das Fraunhofer IPT ein Verfahren zum Laserschweißen dieser Rohr-Rohrboden-Verbindungen. Im Vergleich zur konventionellen Prozessfolge verkürzt sich dadurch die Dauer des Schweißprozesses um mehr als 90 Prozent; die Produktionszeit für das gesamte Rohrbündel reduziert sich damit um mehr als 50 Prozent. Im Projekt entwickelte das Fraunhofer IPT eine mobile Anlage, die bereits für erste Schweißuntersuchungen eingesetzt und an Realbauteilen erprobt wurde.

Tiefziehwerkzeuge effizienter und langlebiger gestalten

Tiefziehwerkzeuge, gerade solche, mit denen neue Leichtbaukonzepte im Automobilbereich umgesetzt werden sollen, unterliegen bei der Umformung hoch- und höherfester Stähle oder Aluminiumlegierungen einem hohen Verschleiß. Dieser lässt nicht nur die Kosten steigen, sondern erhöht auch in starkem Maße den Ressourceneinsatz bei der Nutzung der Werkzeuge.

Ziel der Anfang 2010 gegründeten Innovationsallianz »Green Carbody Technologies« (InnoCaT), bestehend aus einer Vielzahl von Partnern aus Industrie und Forschung, ist es, die Ressourceneffizienz der gesamten Prozesskette zur automobilen Karosserieherstellung zu verbessern. Innerhalb dieser Allianz sucht das Fraunhofer IPT deshalb nach neuen Wegen, die Gestaltung der Aktivflächen in den Werkzeugen zu optimieren. Gemeinsam mit dem Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen sowie sieben Unternehmen aus den verschiedenen Bereichen der Prozesskette des Werkzeugbaus werden in zwei parallelen Entwicklungen die Voraussetzungen für die Fertigung neuer, leistungsoptimierter Tiefziehwerkzeuge geschaffen.

Dazu entwickelt das Fraunhofer IPT in Zusammenarbeit mit seinen Projektpartnern die Laseroberflächenbehandlung zur Funktionalisierung der hochbeanspruchten Werkzeugaktiv-

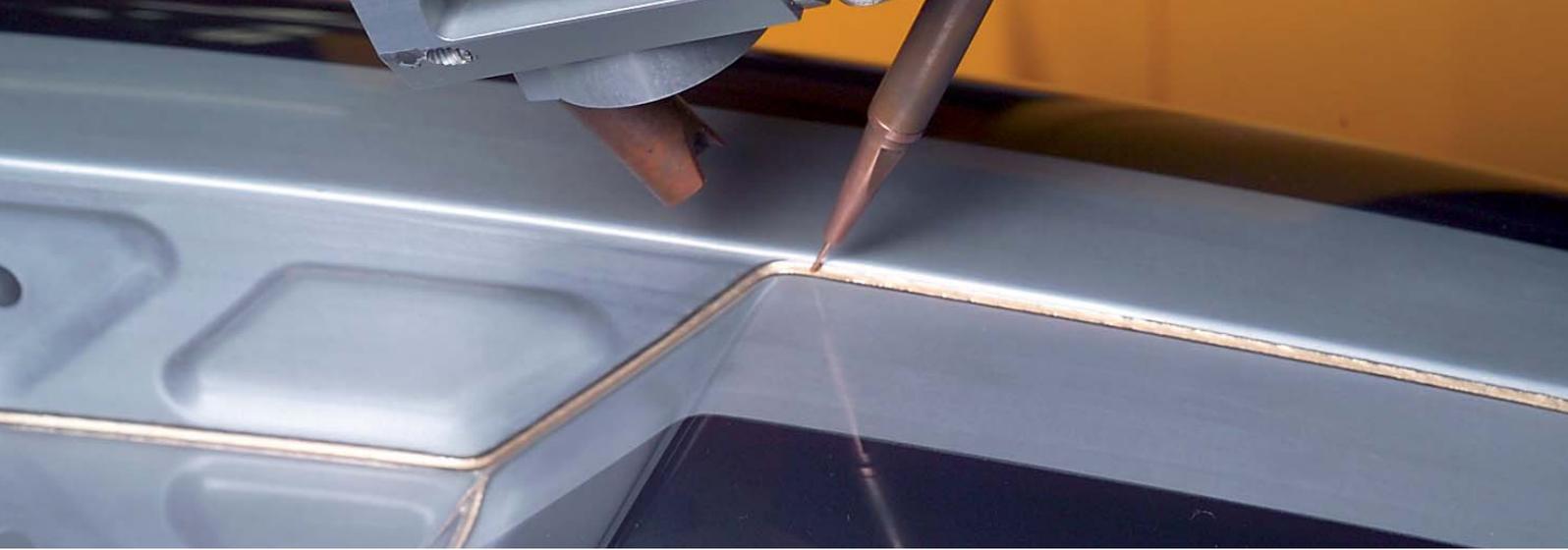
The production of these arrangements, meanwhile, is quite often still based on conventional joining techniques such as orbital TIG welding. In the "OrbiLas" project (contract no.: IN 5608), the Fraunhofer IPT develops and validates a laser beam welding technique for these tube-tube bottom joints. The new technique allows the duration of conventional welding processes to be shortened by more than 90 percent, the duration of the production process for the entire tubular bundle by more than 50 percent. As part of the project, the Fraunhofer IPT has developed a mobile system that has already been used for initial welding experiments on real components.

Design and development of more efficient and durable deep drawing tools

Deep drawing tools – specifically those that are made to implement new lightweight design concepts in the automotive industry – are subject to high levels of wear during the forming of (super)high-strength steel or aluminum based alloys. This increases costs and requires a stronger input of resources into the maintenance and operation of the tools.

The Innovation Alliance "Green Carbody Technologies" (InnoCaT), established in early 2010 by a large number of partners from industry and research, aims to improve the resource efficiency of the entire car body manufacturing process chain. In its capacity as a member of this Alliance, the Fraunhofer IPT is searching for new ways of optimizing the design of the active tool surfaces. Together with the WZL of the RWTH Aachen University and seven industrial corporations representing different links in the tool manufacturing process chain, two parallel developments are establishing the foundation for the production of newly optimized, high-performance deep drawing tools.

In close coordination with its project partners, the Fraunhofer IPT is further developing laser surface treatment strategies to functionalize the highly stressed active tool surfaces. At the



flächen weiter. Das WZL der RWTH Aachen entwickelt parallel dazu ein FEM/BEM-Tool, mit dem sich Werkzeugbelastungen selbst bei komplexen Werkzeuggeometrien schneller berechnen lassen. Eine so genannte »Shape-Optimierung« der Ziehkantengeometrie anhand der berechneten Werkzeugbelastungen und die anschließende Geometrie- und Werkstoffmodifikationen dienen dazu, die Standzeiten der Werkzeuge im Industrieinsatz zu verlängern und so die Ressourceneffizienz deutlich zu verbessern.

Prozessüberwachung beim Laserstrahlhartlöten

Durch Laserstrahlhartlöten lassen sich selbst dünnwandige Bauteile mit hohen Geschwindigkeiten fügen. Die hergestellten Nähte sind von exzellenter Oberflächenqualität. Das Verfahren eignet sich deshalb besonders zur Herstellung von Verbindungen im Sichtbereich von Automobilkarosserien, beispielsweise automobilen Dachnähten oder zweiteiligen Heckklappen. Hier gilt es höchste Ansprüche an Produktivität, Wirtschaftlichkeit und Nahtqualität zu erfüllen.

Sporadische Prozessfehler wie Poren entstehen gelegentlich selbst unter Verwendung modernster Handhabungssysteme. Unterschiedlichste Systeme zur Prozess- und Qualitätsüberwachung sollen Abhilfe schaffen, werden aber den technologischen Anforderungen häufig nicht gerecht. Ziel des Projekts »EQOS« (Förderkennzeichen: 16IN0632) ist es daher, ein System zu entwickeln, das bereits im laufenden Fertigungsprozess verschiedene Prozess- und Qualitätskenngrößen ermittelt.

Detaillierte Analysen der Entstehung von Nahtfehlern nutzt das Fraunhofer IPT, um diese Fehler kontrolliert zu erzeugen. In Analogieversuchen lässt sich damit das Überwachungssystem testen. Die Ergebnisse der Analysen dienen außerdem dazu, weitere Detektionsmöglichkeiten für Nahtfehler aufzuzeigen und solche Fehler in Zukunft zu vermeiden.

same time, the WZL of the RWTH Aachen University is developing a FEM/BEM tool capable of quickly calculating the levels of stress to which the tools are subjected, even for complex tool geometries. So-called "shape optimizations" of the drawing edge geometry, performed on the basis of the calculated levels of stress to which the tools will be subjected, and subsequent modifications of the geometries and materials will allow the service lives of the industrial tools to be extended, significantly increasing the resource efficiency.

Process monitoring in laser beam brazing operations

Laser beam brazing is a technique of joining even thin-walled components at high speeds while producing seams with excellent surface qualities. This is why this technique is particularly suitable for the creation of visible joints between car body parts, for example of automotive roof seams and two-piece tailgates. In these areas, manufacturers will always strive for the highest possible levels of productivity, efficiency and seam quality.

Occasional process faults such as pores can never be totally ruled out, not even through the use of the most sophisticated handling equipment. A wide range of process monitoring and quality assurance systems is in place to remedy the situation, but rarely rises up to the technological challenges. This is where the "EQOS" project (contract no.: 16IN0632) comes in. It aims to develop a system capable of acquiring a wide range of key process and quality data online during the production process.

The Fraunhofer IPT uses detailed analyses of the causes of seam faults to generate these faults in a controlled environment and tests the monitoring system in experimental trials. On the basis of these analyses, it is also possible to identify further opportunities for detecting seam faults and to prevent such faults in the future.

HOCHLEISTUNGSZERSPANUNG HIGH PERFORMANCE CUTTING



Die Abteilung »Hochleistungszerspanung« bietet anwendungsnahe Fertigungslösungen für Komponenten des Turbomaschinen-, Flugzeug- und Werkzeugbaus. Im Vordergrund stehen das simultane Mehrachsfräsen und das Drehen geometrisch anspruchsvoller Bauteile aus Superlegierungen, hochharten Stählen sowie Leichtbau- und Verbundmaterialien.

Umfassendes Technologiewissen, ausgeprägte Systemkompetenz und ein einzigartiger Maschinenpark bilden die Voraussetzung, um Forschungs- und Entwicklungsprojekte ganzheitlich und zielgerichtet zu bearbeiten – von der Entwicklung und Optimierung der Zerspanprozesse einschließlich der Werkzeuge und Spannvorrichtungen über die Technologieberatung bis hin zur Prototypenfertigung.

Unsere Leistungen

- Zerspanbarkeit und Werkzeugauslegung
- Prozess- und Systemmodellierung
- Anwendungsnahe Prozessauslegung
- Prototypenfertigung und Beratung

Kontakt/Contact

Dr.-Ing. Thomas Bergs
Telefon/Phone +49 241 8904-105
thomas.bergs@ipt.fraunhofer.de

The High Performance Cutting department provides practical manufacturing solutions for components used in the production of turbo machines, aircraft and tool and die making. The focus is on simultaneous multi-axis milling and the turning of geometrically complex components made from super alloys, highly strengthened steels and lightweight and composite materials.

A deep understanding of technology, expert skills in the operation of complex systems and a unique machine pool provide the basis for R&D projects in a comprehensive and targeted way – from the development and optimization of processes to prototype production and the provision of technological advice.

Our services

- Machinability and tool design
- Process and system modeling
- Practice-oriented process design
- Consultancy and prototype manufacture

Neue Spannsysteme für schnellere Prozesse und optimierte Prozessketten

Wachsender Kostendruck erfordert immer kürzere Prozesszeiten. Viel Zeit entfällt heute noch auf das Rüsten der Maschine und das Spannen der Werkstücke. Entscheidend für die Qualität der Ergebnisse ist es, dass Werkstücke genau positioniert und die Prozesskräfte sicher aufgenommen werden. Doch genaues Positionieren und festes Einspannen stehen bei herkömmlichen Systemen meist im Widerspruch zur Forderung nach einem schnellen, effizienten Spannvorgang. Dies macht sich vor allem dann bemerkbar, wenn Bauteile mehrere unterschiedliche Bearbeitungsstationen durchlaufen.

Innerhalb des Fraunhofer-Innovationsclusters »Integrative Produktionstechnik für energieeffiziente Turbomaschinen – TurPro« (vgl. Seite 108) wurde für den Reparaturprozess einer Gasturbinenschaufel ein Spannsystem entwickelt, bei dem an jeder Station der Prozesskette die Referenzierung in der jeweiligen Bearbeitungsmaschine direkt anhand der Geometrie des Werkstücks erfolgt. Hier werden die Freiheitsgrade der Schaufel sequenziell gesperrt und anschließend kraftschlüssig stabilisiert. Auf diese Weise lassen sich nicht nur sehr hohe Wiederholgenauigkeiten, sondern auch sehr große Steifigkeiten erreichen.

Ein weiteres System erlaubt das schnelle und hochgenaue Spannen von Triebwerksscheiben mit großen Durchmessern auf Basis des thermischen Schrumpfens. Bei diesem neuen, patentierten Verfahren wird die Vorrichtung zum Öffnen induktiv erwärmt. Beim Abkühlen positioniert sich das Werkstück selbsttätig mit einer Rundlauf toleranz von 0,01 mm und wird dabei fest eingespannt. Der Spannvorgang dauert bei beiden Verfahren nur wenige Sekunden.

New clamping systems for faster machining and optimized processes

Increasing cost pressures require ever shorter processing times. A great deal of time is spent on setting up the machine and clamping the workpiece. It is crucial for the quality of the results that the workpieces are correctly positioned and the process forces are properly absorbed. Many conventional systems, however, are affected by a certain conflict of interests between the needs for precise positioning and secure clamping on one hand and the requirements of quickness and efficiency on the other. This is particularly true where components are passing through a long sequence of processing stations.

Innovative clamping systems with self-active, high-precision positioning are developed at the Fraunhofer IPT. In the context of the Fraunhofer Innovation Cluster "TurPro" (see also page 108), a system for clamping gas-turbine blades in a continuous process chain has been invented, referencing the workpiece directly at its geometry. The six degrees of freedom of the blade are locked sequentially with successive friction locked stabilization mechanisms, guaranteeing high levels of repeatability and rigidity.

Another newly developed system is based on the principle of thermal shrinkage and capable of clamping flat, large-diameter workpieces. Under this new and patented technique the clamping device is opened through a process of inductive heating, and when the system cools down, the workpiece self-actively positions and tightens itself at concentricity tolerance levels of 0.01 mm. Both clamping processes only take a few seconds.

Prototype production of compressor and turbine components

The Fraunhofer IPT has over the years acquired a substantial body of underlying knowledge about the high-performance



Prototypenfertigung von Verdichter- und Turbinenkomponenten

Das Fraunhofer IPT hat zum simultanen 5-Achs-Hochleistungsfräsen von Verdichter- und Turbinenkomponenten sowie in der Prozessauslegung und -optimierung umfassendes Grundlagenwissen erarbeitet und durch anwendungsorientierte Entwicklungsaufträge und in der Prototypenfertigung weiter ausgebaut. Komplexe Bearbeitungsaufgaben, steigende Ansprüche in der Leichtbaukonstruktion, widerstandsfähigere Werkstoffe und aerodynamisch optimierte Strömungsflächen bieten dabei besondere Herausforderungen.

Vor allem die Fräsbearbeitung von Blisks (Blade integrated Disks) aus hochtemperatur- und kriechbeständigen Schmiedelegerungen für Luftfahrt und Energieerzeugung fordert ein grundlegendes Prozessverständnis. Hier sind oft schon die Rohteile so teuer, dass bereits die erste Prozessauslegung den Zielvorgaben entsprechen muss. Weitere Iterationsschleifen sind in der Praxis meist nicht möglich. Das Fraunhofer IPT greift deshalb auf fundiertes Wissen zurück, das in der praktischen Anwendung erarbeitet und wissenschaftlich ausgebaut wurde. Im vergangenen Jahr wurden in verschiedenen Forschungs- und Entwicklungsprojekten mit dieser Vorgehensweise insgesamt drei verschiedene Blisk-Prototypen erfolgreich gefertigt – ein absolutes Alleinstellungsmerkmal des Fraunhofer IPT in der aktuellen Institutslandschaft.

Beherrschung geometrieadaptiver Fräswerkzeuge

Grundsätzlich ist die Mehrachsfräsbearbeitung eine branchenübergreifende Schlüsseltechnologie zur effizienten Fertigung komplexer Bauteile. Zur Differenzierung gegenüber dem Wettbewerb sind besonders beim Fräsen radikal neue Technologieansätze gefragt. Das Fraunhofer IPT setzt hier auf eine geometrieangepasste Werkzeugtechnologie, die die Produkt- und Prozessqualität deutlich verbessert.

milling of compressor and turbine components on simultaneous 5-axis systems, has acquired comprehensive process design and optimization skills and has extended these skills and experiences in the performance of application-oriented development contracts and prototype manufacturing. Complex machining requirements, increasingly ambitious lightweight construction targets, materials with higher levels of resistance and aerodynamically optimized flow surfaces are some of the key challenges.

The milling of blisks (blade integrated disks) that are made from heat-resistant and creep-resistant forged alloys for the aviation and power generation industries in particular demands a profound understanding of the underlying processes. The blanks are generally so expensive that the first draft for the process design is already the last. In industrial practice, further iterations are rarely possible. This is where the Fraunhofer IPT can assist its clients with its vast body of pertinent knowledge, the result of many years of practical experience and scientific research. In the past year alone, this approach allowed the Fraunhofer IPT to successfully complete three different Blisk prototypes in different research and development projects – an absolutely unique selling point of the Fraunhofer IPT in the current landscape of technology research.

Mastery of geometrically adapted milling tools

Across all industries, multi-axis machining is a key technology for the efficient production of complex products. It is a distinguishing mark of the market for milling products that technological differentiation to competitors can only be ensured by means of radically new technological approaches. For this purpose the Fraunhofer IPT has developed an innovative tool and process technology for geometrically-adapted milling tools which is designed to significantly increase process performance and product quality.

Im Rahmen der Werkzeugauslegung und begleitender Anwendungsuntersuchungen entwickelte das Fraunhofer IPT die so genannten »Barrel-Tools«: Lokale Geometriemerkmale des Bauteils werden dabei adaptiv auf Kopf und Umfang des Werkzeugs abgebildet. Die Daten des Fräswerkzeugs werden dann in ein kommerzielles CAM-System importiert, um angepasste Werkzeugbahnen zu erzeugen. Für das simultane 5-Achs-Hochgeschwindigkeitsfräsen lassen sich dann unter effizientem Ressourceneinsatz komplexe Freiform- und Regelflächen generieren. So verkürzen sich die Bearbeitungszeiten, die Anzahl der Bearbeitungsoperationen und der Werkzeugvarianten sinkt.

KBAMM – Technologievorsprung durch Prozessstabilität

Die Miniaturisierung von Produkten und Komponenten eröffnet dem Mikrofräsen immer mehr anspruchsvolle Einsatzgebiete. Spezielle Mikrofräsmaschinen und angepasste CAM-Strategien bieten bereits heute eine große Flexibilität in der Erzeugung kleinster Geometriemerkmale, selbst bei anspruchsvollen Materialien. Die größte Herausforderung bleibt jedoch weiterhin die Prozessstabilität, da die verfügbaren Werkzeuge oft sehr empfindlich gegenüber kleinsten Prozessschwankungen sind.

Im Projekt »KBAMM«, gefördert durch die VDI/VDE Innovation + Technik GmbH (VDI/VDE-IT, Förderkennzeichen: IN-7041), entwickelt das Fraunhofer IPT mit Unterstützung von Projektpartnern Lösungen, um die Stabilität und Produktivität für den Prozess des MikrofräSENS von Werkzeugstählen zu verbessern. Ergebnis ist ein Software-Modul, das geglättete Werkzeugbahnen mit vorschubangepassten Prozessstrategien generiert, aber auch bestehende NC-Programme optimiert. Dieses CAM-Modul bedient sich der Analyse- und Optimierungssoftware »NCProfiler« (vgl. Seite 46), um kritische Prozessbereiche, die zu Instabilitäten im Prozess führen, innerhalb der Werkzeugbahnen zu identifizieren und zu beseitigen, wobei die jeweiligen Randbedingungen der Maschine berücksichtigt werden.

The core innovation is a turnkey technology package for the design and robust control of the geometrically adapted milling tools, the so-called "barrel tools". These tools adaptively apply the local geometry features of the compressor blade geometry to the head and lateral area of the milling tool. The subsequent integration of the barrel tool into a commercial CAM-software enables the calculation of customized tool paths. These developments, allow the resource efficient generation of free-form and ruled surfaces by means of simultaneous 5-axis high speed milling. Substantially shorter idle times and sharply reduced numbers of manufacturing steps and tools generate competitive strategic advantages for different industries.

KBAMM – Gaining a technological edge through higher process stability

As the miniaturization of products and components proceeds, micro-milling processes are used for a rising number of applications. Today, specialized micro-milling equipment and customized CAM strategies allow the producers of very small geometrical features high levels of flexibility, even when working with awkward materials. The key challenge, however, is still the issue of process stability, since the available tools often react extremely sensitively to even the smallest process fluctuations or variations.

In the KBAMM project which is sponsored by the VDI/VDE Innovation + Technik GmbH (VDI/VDE-IT, contract no.: IN-7041), the Fraunhofer IPT and its project partners are searching for ways of improving the levels of stability and productivity in the micro-milling of tool steels. They have developed a software module capable of generating smooth tool paths with feed-adapted process strategies and of optimizing existing NC programs. This CAM module applies the analytic and optimization software "NCProfiler" (see also page 46) for the purpose of identifying and of eventually removing critical process areas which may cause process instabilities along the



Der optimierte NC-Code enthält darüber hinaus eine lokal vorschubangepasste Drehzahl der Werkzeugspindel, die den »Vorschub pro Zahn« konstant hält – denn dies gilt als wichtiges Kriterium für die Prozessstabilität. Indem die Spindeldrehzahl genau an den Vorschub angepasst wird, kann die Maschine den maximal zulässigen Vorschub voll ausnutzen. Dabei sinken gleichzeitig die Gefahr des Werkzeugbruchs und die Bearbeitungszeit.

HardPolish – Kombiniertes Hartdrehen und Polieren von Hartmetall

Im BMWi-geförderten dreijährigen InnoNet Projekt »HardPolish – Entwicklung eines kombinierten Hartdreh- und Polierprozesses« (Förderkennzeichen: IN-6048) entwickelte das Fraunhofer IPT gemeinsam mit einem Konsortium von elf Partnern ein hybrides Fertigungsverfahren aus Hartdrehen und Polieren zur Herstellung von Umformwerkzeugen aus Hartmetall. Das Fraunhofer IPT war verantwortlich für die prozesstechnologische Auslegung und Abstimmung der beiden Fertigungstechnologien und qualifizierte das Fertigungssystem für den industriellen Einsatz.

Die Kombination der beiden Fertigungsverfahren »Hartdrehen« und »Polieren« in einer Maschine erlaubt die Komplettbearbeitung hochtolerierter (IT3-4) rotationssymmetrischer Bauteile in einer Aufspannung. Neben einer Poliereinheit integrierte das Fraunhofer IPT hier auch Systeme zur Messung von Form und Rauheit in die Maschine sowie eine hochgenau höhenverstellbare Y-Achse. Anhand der Ergebnisse der Formmessung lässt sich der Werkzeugverschleiß kompensieren. Die Messdaten der Oberflächenrauheit dienen dazu, die automatisierte Polierbearbeitung zeitlich und hinsichtlich des gewünschten Bearbeitungsergebnisses zu optimieren. Anhand der Y-Achse können die Rüstzeiten zum Einrichten der Werkzeuge auf die Drehmitte drastisch reduziert werden.

tool paths, always by taking into account the operating conditions of the individual machine.

The optimized NC code also contains a locally feed-adapted tool spindle speed which ensures a constant (”per tooth”) feed rate – considered as one of the key conditions for a high level of process stability. By linking the spindle speed to the feed, the machine is enabled to make full use of the maximum feed rate. This also serves to reduce the risk of tool breakage as well as the processing time.

HardPolish – Combined hard turning and polishing of cemented carbide

In the course of the three-year InnoNet project ”HardPolish – Development of a combined hard turning and polishing process” (contract no.: IN-6048), funded by the BMWi, a consortium of eleven partners developed a single-lathe hybrid production technique (hard turning and polishing) for the production of chipless forming tools made from cemented carbide. The Fraunhofer IPT was responsible for designing the process technology, for combining and synchronizing the two production technologies and for adjusting the system for its use in an industrial context.

The combination of both production technologies (hard turning and polishing) in one lathe makes it possible to complete the processing of highly tolerated (IT3-4) rotationally symmetric parts in a single setting. In addition to the polishing device, the Fraunhofer IPT also integrated measuring systems for form and roughness as well as a high-accuracy adjustable Y-axis into the lathe. On the basis of the results from the form measurement, an automated compensation of tool wear can be performed. The roughness values measured on the components’ surface enable the engineers to optimize the polishing process, adjusting the polishing time and the polishing targets. By adjusting the Y-axis, the set-up times for the tools can be drastically reduced.

CAX-TECHNOLOGIEN

CAX-TECHNOLOGIES



Die CAx-Technologien sind ein integraler Bestandteil jeder automatisierten Fertigungsprozesskette – vom Produktdesign und der Prozessauslegung über Analyse- und Simulationstools bis hin zum Fertigungsprozess. Angepasst an die individuellen Anforderungen von Kunden und Projektpartnern entwickelt das Fraunhofer IPT umfassende Softwarelösungen für automatisierte Prozessketten zur Bauteilfertigung und -reparatur.

Das CAx-Framework des Fraunhofer IPT als flexible Softwareumgebung unterstützt die Entwicklung kundenspezifischer Softwaremodule für die Feinbearbeitung, Hochleistungszerspannung, Laserbearbeitung und Messtechnik. Mit der Software »NCProfiler« bietet das Fraunhofer IPT Analysen mit anschließender Optimierung von NC-Daten und berücksichtigt dabei besonders die Eigenschaften von Maschinen und CNC-Steuerung.

Unsere Leistungen

- Spezialisierte CAM-Module integriert im »CAx-Framework«
- Simulationsunterstützte Planung, Programmierung und Optimierung von Werkzeugbahnen
- Analyse und Optimierung von NC-Daten mit der Software »NCProfiler«
- Durchgängige CAx-Prozessketten für Werkzeug- und Formenbau, Turbomaschinen- und Optikfertigung

Kontakt/Contact

Dipl.-Ing. Dipl.-Inform. Lothar Glasmacher
Telefon/Phone +49 241 8904-246
lothar.glasmacher@ipt.fraunhofer.de

CAx-Technologies are an integral element of every automated production process chain – from product and process design via the development of analytic and simulation tools right down to the manufacturing process itself. Fraunhofer IPT develops comprehensive software solutions for automated process chains – for component production and repair – that can be customized to the individual requirements of its clients and project partners.

The CAx-Framework by Fraunhofer IPT is a flexible software environment that supports the development of customized software modules for finishing, high-performance machining, laser processing and measuring technology. The software "NCProfiler" allows Fraunhofer IPT to perform analyses and the subsequent optimization of NC data under special consideration of the properties of machines and CNC systems.

Our services

- Specialized CAM modules, integrated into "CAx-Framework"
- Simulation-assisted planning, programming and optimization of toolpaths
- Analysis and subsequent optimization of NC data with "NCProfiler"
- Integrated CAx process chains for mold and die production, turbo machines and optical products

Durchgängige CAX-Prozessketten zur Fertigung und Reparatur

Die Fertigung und Reparatur von Bauteilen für den Werkzeug- und Formenbau, den Turbomaschinenbau und die optische Industrie erfordern eine Abfolge autonomer Prozesse. Üblicherweise finden die einzelnen Bearbeitungsprozesse auf unterschiedlichen Maschinen und Anlagen statt. Die Fertigungsdaten liegen dazu oft in unterschiedlichen Formaten vor. Als Ergebnis aus dieser Diskrepanz weisen die Zwischen- und Endprodukte oft Fehler auf, sind gänzlich unbrauchbar oder von minderer Qualität. Aufwändige Nachbearbeitungen oder Bauteilverlust durch Ausschuss sind die Folge. Dabei bergen heutige Maschinensysteme ein enormes Potenzial zur Integration und Automatisierung.

Das Fraunhofer IPT hat ein Konzept entwickelt, mit dem sich einheitliche Datenmodelle definieren und prozesskettenübergreifend implementieren lassen, um den verlust- und fehlerbehafteten Formattransfer zu vermeiden.

Die Abteilung »CAX-Technologien« des Fraunhofer IPT entwickelt und optimiert CAX-Prozessketten für den Werkzeug- und Formenbau, die Energie- und Luftfahrtindustrie sowie für die Optikbranche. Das Ziel sind Lösungen zur Erweiterung und Optimierung einzelner Prozesse und gesamter Prozessketten. Anhand bewährter Modellierungs- und Bewertungsmethoden legt das Fraunhofer IPT sowohl neue als auch bestehende Prozesse und Prozessketten effizient und praxisnah aus.

In Zusammenarbeit mit den Aachener Entwicklungspartnern ModuleWorks GmbH und Aixpath GmbH bietet das Fraunhofer IPT umfassende Softwarelösungen, die auf Wunsch in beliebige Softwaresysteme eingebunden werden.

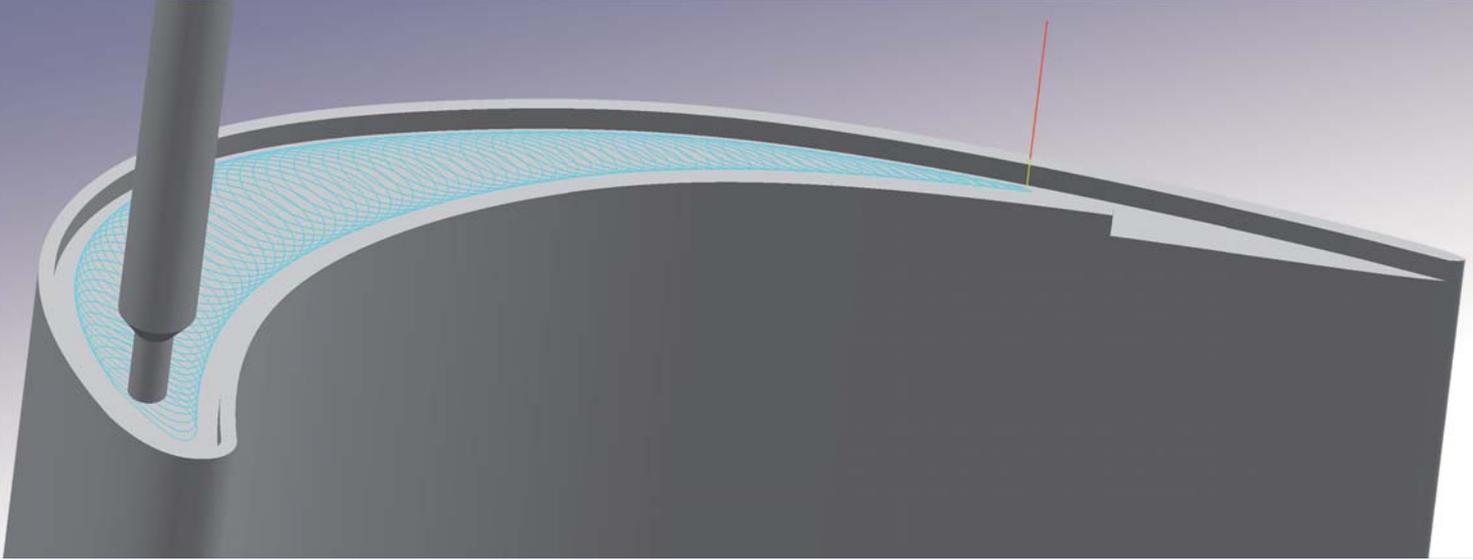
Integrated CAX process chains for production and repair

The production and repair of components for mold and die manufacturing, turbo machines and optical products require a sequence of autonomous processes. Conventionally, the individual processing steps are performed by different machines and facilities, and the manufacturing data are often delivered in different formats. As a result, some intermediate and finished products will show defects or have quality issues. They must either be discarded as waste or expensively reworked.

In order to maximize the potential through integration and automation of manufacturing systems, the CAX-Technologies department at Fraunhofer IPT has developed a process-chain-overall solution. The objective is to avoid the information loss and defect in data transferring. This is achieved by development of software solutions for manufacturing processes based upon process-chain-consistent data flow.

The CAX-Technologies department at Fraunhofer IPT develops and optimizes CAX process chains for mold and die manufacturers as well as for clients from the energy, aviation and optical industries, providing solutions for the enhancement and optimization of individual processes and entire process chains. On the basis of proven modelling and evaluation methods, Fraunhofer IPT can either design new or remodel existing process chains in an efficient and practice-oriented manner.

In close coordination with its Aachen-based development partners ModuleWorks GmbH and Aixpath GmbH, Fraunhofer IPT provides comprehensive software solutions that can also – on request – be integrated into widely-used software systems.



Spezialisierte CAx-Module

Für integrative Fertigungs- und Reparatur-Prozessketten entwickelt das Fraunhofer IPT simulationsunterstützte CAM-Module, die für maschinen- und roboterbasierte Prozesse seiner Kunden spezialisiert sind. Ähnlich dem Baukastenprinzip lassen sich verschiedene CAx-Module beispielsweise zur Feinbearbeitung, Hochleistungszerspanung oder auch Laserbearbeitung und Messtechnik zu ganzheitlichen Prozessketten kombinieren.

Das Fraunhofer IPT spezialisiert sich auf die Entwicklung von CAx-Modulen für komplexe mehrachsige Prozesse, beispielsweise

- Geometriedatenerfassung im Koordinatenmessgerät oder mit integrierten Sensoren direkt in der Werkzeugmaschine,
- automatisierte Analyse und Aufbereitung von Messdaten für Folgeprozesse,
- Fräsbearbeitung einschließlich Entwicklung und Implementierung innovativer Strategien,
- Schleifen mit einem Roboter wie auch auf einer Werkzeugmaschine,
- Polieren komplexer freigeformter Oberflächen,
- Laserauftragschweißen zur Reparatur von Bauteilen
- Laserhärten und -legieren betriebsbeanspruchter Funktionsoberflächen oder
- Laserstrukturieren zur Funktionalisierung von Oberflächen.

Das Fraunhofer IPT bietet seinen Kunden individuelle Softwaremodule gemäß den speziellen Anforderungen an ihren Prozess und implementiert sowohl bewährte als auch neue Bearbeitungsstrategien.

Die Einbindung der spezialisierten Softwaremodule in die eigens zu diesem Zweck entwickelte Softwareplattform »CAx-Framework« schafft ein durchgängiges Datenkonzept, das sich in der einheitlichen Benutzeroberfläche der Software

Specialized CAx modules

For integrated production and repair process chains, Fraunhofer IPT develops simulation-supported CAM modules that are customized for the machine-based and robot-based processes of its clients. In this modular system, different CAx modules – for example in fine machining, high-performance machining, laser processing as well as metrology – may be combined to form integrated process chains.

The Fraunhofer IPT has specialized in the development of CAx modules for complex multi-axis processes such as the following

- acquisition of geometric data with coordinate measuring equipment or machine-tool-integrated sensors,
- the automatic analysis and qualitative evaluation of measurement data for subsequent processes,
- CAM strategies for multi-axis milling for manufacturing innovative part designs and achieving complex repairs,
- robot-based and machine-tool-based grinding systems,
- polishing of complex free-formed surfaces,
- laser material deposition to repair components,
- laser hardening and laser alloying of worn functional surfaces,
- laser ablation of decorative and functional surfaces.

Fraunhofer IPT provides its clients with software modules that have been customized according to their specific process requirements and implements proven as well as innovative processing strategies.

The integration of the customized software modules into the software platform "CAx-Framework" provides an integrated data concept which is reflected by the uniform user interface of the software. The individual CAx modules can either act autonomously in stand-alone mode or can be seamlessly integrated into commonly used CAx systems such as Siemens PLM Software NX.

widerspiegelt. Die CAX-Module können als autonome »Stand-Alone-Module« agieren oder auch nahtlos in gängige CAX-Systeme, wie beispielsweise Siemens PLM Software NX, eingebunden werden.

»CAX-Framework« zur Entwicklung und Integration der CAX-Module

Das »CAX-Framework« als flexible Softwareumgebung unterstützt die Entwicklung und Implementierung spezialisierter Softwaremodule. Die flexible Plattform bietet grundlegende Methoden und Algorithmen zur Planung der jeweiligen Werkzeugwege mit angepassten Prozessparametern. Außerdem stellt das Framework sicher, dass der Informationsaustausch zwischen den Prozessen ebenso reibungslos abläuft wie die Interaktion mit dem Anwender.

Das »CAX-Framework« integriert die einzelnen CAX-Module und sichert einen durchgängigen Datenfluss innerhalb komplexer Prozessketten. Die offene Softwareplattform ist verknüpft mit den Prozess- und Technologiedatenbanken, die durch eine XML-basierte Darstellung leicht aktualisiert und erweitert werden können. Im Anschluss an die Prozessprogrammierung können die Bearbeitungsdaten in standardisierten NC-Zwischenformaten generiert und mit dem integrierten Postprozessor in alle gängigen NC-Formate konvertiert werden. Darüber hinaus bietet das Framework umfassende Schnittstellen zur Anbindung an standardisierte CAD/CAM-Systeme.

»NCProfiler« – Softwarewerkzeug zur Analyse und Optimierung von NC-Daten

Mit der Software »NCProfiler« des Fraunhofer IPT lassen sich NC-Daten analysieren, um kritische Bereiche des Werkzeugweges zu ermitteln und hinsichtlich der dynamischen Eigenschaften der CNC-Maschine zu optimieren. Fehler aus der CAX-Kette wie un stetige Flächenübergänge in CAD-Modellen,

Development and integration of the CAX modules through the "CAX-Framework"

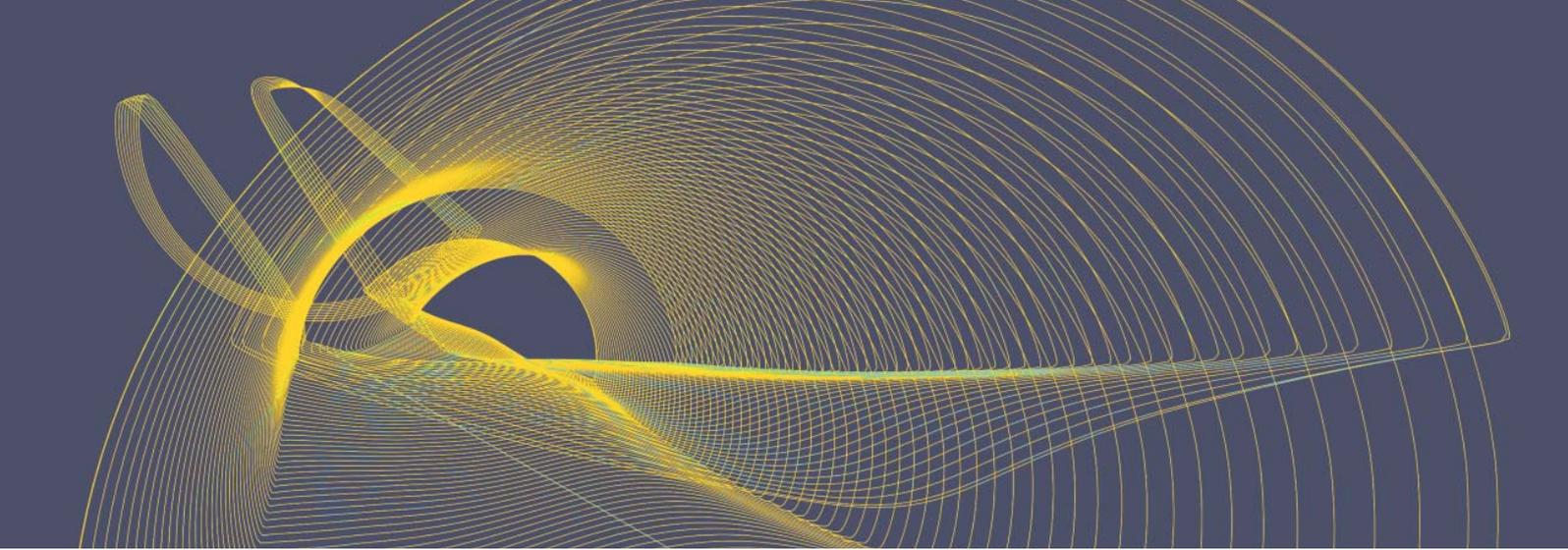
"CAX-Framework" is a flexible software environment that supports the development and implementation of tailored software modules. The flexible platform provides basic methods and algorithms to plan the individual toolpaths and different process parameters. The Framework also ensures that the exchange of information between the individual processes works as smoothly as the interaction with the user.

"CAX-Framework" integrates the individual CAX modules and ensures an integrated data flow within complex process chains. The open software platform is linked with the process and technology databases that can be easily updated and extended through an XML-based representation. Once the processes have been programmed, the processing data can be generated in standardized intermediate NC formats and converted into all common NC formats, using the integrated postprocessor interface. The Framework also provides comprehensive interfaces to link the system with standardized CAD/CAM systems.

"NCProfiler" – Software tool for the analysis and optimization of NC data

The software "NCProfiler" by the Fraunhofer IPT enables the analysis of NC data, identifying the critical areas of the toolpaths and performing the required optimizations in consideration of the CNC system's dynamic properties. Any problems and flaws in the CAX chain such as discontinuities in surface transitions of the CAD geometries, incorrect orientation of the tools on linearly-interpolated toolpaths and incorrect data transmitted by the NC postprocessor can be quickly revealed and addressed.

The use of this software tool allows Fraunhofer IPT to exploit the full dynamic potential of CNC systems and to optimize



Werkzeugorientierungsfehler bei Linearinterpolation und fehlerhafte NC-Postprozessor-Ausgaben werden mit geringem Aufwand aufgedeckt und behoben.

Durch den Einsatz dieses Softwarewerkzeugs erschließt das Fraunhofer IPT die dynamischen Potenziale von CNC-Maschinen und optimiert die NC-Programme. Werkzeugwege lassen sich durch neu entwickelte Interpolationsmethoden, die die Maschinenachsdynamik berücksichtigen, optimieren. Das Ergebnis sind eine bessere Oberflächenqualität und Formgenauigkeit bei gleichzeitig kürzerer Fertigungsdauer sowie eine höhere Prozessstabilität bei der Zerspanung mit deutlich weniger Nachbearbeitungsschritten. Durch eine optionale vorschubadaptive Regelung der Spindeldrehzahl kann eine maschinenschonende und hochqualitative Fertigung erzielt werden.

Neben den breitgefächerten Funktionen zur Analyse und Optimierung von NC-Daten bietet »NCProfiler« einen umfassenden Postprozessor für verschiedene Maschinentypen. So können Bearbeitungsdaten in allen gängigen NC-Formaten wie Heidenhain iTNC, Sinumerik 840D, ISO-NC, NX-CLS-Format, CATIA APT und anderen Dialekten generiert werden.

Der »NCProfiler« bietet die Simulation, Analyse und Optimierung von NC-Daten und unterstützt damit die Auslegung und Optimierung von Prozessketten bei gleichzeitiger Berücksichtigung der verwendeten Maschinen- und CNC-Steuerungstypen.

the NC programs. Toolpaths can be optimized through newly developed interpolation techniques that take into account the dynamic properties of the machine axes. The result is a higher level of surface quality and dimensional accuracy, paired with a shorter production time and more process stability during machining, which in turn reduces the need for reworking. The spindle speed control mechanism allows the operator to adapt the feed rate, which benefits both the machine – extending its service life – and the quality of the output.

In addition to its wide range of functions to analyze and optimize NC data, "NCProfiler" also features a comprehensive set of postprocessors for various types and models of machines. Processing data can be generated in all common NC formats such as Heidenhain iTNC, Sinumerik 840D, ISO NC, NX CLS format, CATIA APT and other NC dialects.

"NCProfiler" allows the simulation, analysis and optimization of NC data, supporting the design and optimization of process chains while simultaneously regarding the large variety of machines and CNC systems that are in use.

FEINBEARBEITUNG UND OPTIK FINE MACHINING AND OPTICS



In der Abteilung »Feinbearbeitung und Optik« entwickeln wir Technologien zur Herstellung und Bearbeitung von Präzisionskomponenten wie Optiken, Präzisionswerkzeuge und Wafer für den Halbleiterbereich. Zu unserem Technologieportfolio gehören die ultrapräzise Schleif- und Polierbearbeitung, die Diamantzerspanung sowie das Präzisionsblankpressen. Die Entwicklungsarbeiten orientieren sich dabei an einer klaren Entwicklungsleitlinie mit dem Ziel, Technologien in die industrielle Praxis zu überführen.

Das Tätigkeitsspektrum reicht von der Grundlagenforschung bis hin zur konkreten Bauteilfertigung. Einen besonderen Schwerpunkt bilden Machbarkeitsstudien, in denen wir die Leistungsfähigkeit, aber auch die Grenzen der neuentwickelten Technologien im Kundenauftrag analysieren.

Unsere Leistungen

- Automatisierte Feinbearbeitung
- Saphirbearbeitung
- NC-Formschleifen
- Direkte Optikfertigung
- Replikative Optikfertigung
- FE-Prozesssimulation

Kontakt/Contact

Dr.-Ing. Olaf Dambon
Telefon/Phone +49 241 8904-233
olaf.dambon@ipt.fraunhofer.de

The department for Fine Machining and Optics develops technologies for the production and processing of precision components such as optical lenses, precision tools and wafers for the semiconductor industry. Our technology portfolio includes ultra-precision grinding and polishing, diamond machining and precision molding. All development work is informed by the imperative of integrating the new technologies into an industrial context.

The range of activities includes basic research as well as component engineering and everything in between. Special emphasis is put on the contract development of feasibility studies which are capable of analyzing both the potential and the limitations of the newly developed technologies.

Our services

- Automatic fine machining
- Sapphire processing
- NC shape grinding
- Direct optical engineering
- Replicative optical engineering
- FE process simulation

Hochpräzise Optiken aus Glas: Prozesskette Präzisionsblankpressen

Im Herbst 2010 wurde das vierjährige Forschungsprojekt »Production4 μ « (Förderkennzeichen: NMP2-CT-2006-026765) erfolgreich abgeschlossen. Ziel des von der europäischen Kommission geförderten Verbundprojekts mit 22 europäischen Partnern war es, eine europäische Prozesskette zum Präzisionsblankpressen komplexer Glasoptiken aufzubauen. Production4 μ setzte dabei auf einen integrierten Ansatz, der alle relevanten Prozessschritte berücksichtigt – ausgehend vom Design der optischen Komponenten über die gesamte Produktion bis zur Prüfung und Integration (vgl. Seite 116). Als Ergebnis der technischen Entwicklungen stehen nun zuverlässige und effiziente Ultrapräzisionstechnologien zur Verfügung.

Im BMBF-Verbundprojekt »3DOptics« (Förderkennzeichen: 02PC2011) arbeitet das Fraunhofer IPT mit sieben weiteren Partnern an einer Wertschöpfungskette zur kostengünstigen und flexiblen Fertigung geometrisch anspruchsvoller Mikrooptiken aus Glas. Hier wird die gesamte Prozesskette des Präzisionsblankpressens – von der Simulation über das Werkzeugdesign und die Werkzeugfertigung bis hin zum Pressen – für die Replikation freigeformter Glasoptiken ausgelegt. Im letzten Jahr der Förderperiode arbeitet das Konsortium an einer beidseitig frei geformten Mikrolinse für die Diodenlaserkollimation.

Zusammen mit acht weiteren Partnern entwickelt das Fraunhofer IPT im InnoNet-Projekt »SpeedCoat« (Förderkennzeichen: 16IN0700) eine Methodik für die schnelle, anwendungsbezogene und kostengünstige Qualifizierung von Werkzeugschutzschichten. Hier konzipierte das Fraunhofer IPT gemeinsam mit seinen Partnern einen Prüfstand und erarbeitete einen methodenbasierten Ansatz zur Entwicklung neuer Schichtsysteme.

High-precision glass lenses: the precision glass molding process chain

In the autumn of 2010, the four-year research project "Production4 μ " (contract no.: NMP2-CT-2006-026765) was successfully completed. 22 European project partners, sponsored by the European Commission, had collaborated to create a European process chain for the precision moulding of complex glass lenses. Production4 μ used an integrated approach, looking into all relevant process steps – from the design of the optical components via the entire production process right until the final stages of inspection and integration (see also page 116). As a result, we can now operate on the basis of reliable and efficiently working ultra-precision technologies.

In the "3DOptics" compound project (contract no.: 02PC2011) which is sponsored by the German Federal Ministry for Education and Research, the Fraunhofer IPT and seven partners are working together to establish a value chain for the cost-effective and flexible production of geometrically complex micro-optics made from glass, designing an entire micro moulding process chain – from the initial simulation and the design as well as the production of suitable tools to the moulding process itself – for the replication of free-formed glass optics. In the final year of the sponsored project, the consortium is working to develop a bilaterally free-formed micro-lens for diode laser collimation.

The Fraunhofer IPT has been joined by eight partners in the InnoNet project "SpeedCoat" (contract no.: 16IN0700) to develop a technique of qualifying protective tool layers quickly, cost-effectively and in a way that suits the requirements of an industrial environment. Together with its partners, the Fraunhofer IPT has conceived a test station and developed a methodological approach for the design of new coating systems.



Steel4Optics – Effizientes Fertigungssystem zur Ultrapräzisionszerspanung von Stahl

Innerhalb des Fraunhofer-internen Projekts zur »Mittelstands-orientierten Eigenforschung« (MEF) mit dem Namen »Steel4Optics« hat das Fraunhofer IPT ein weltweit einzigartiges Ultraschallsystem mit einer Frequenz von 80 kHz zur Diamantdrehbearbeitung von gehärtetem Stahl entwickelt. Damit können optische Formwerkzeuge bis zu 75 mm Durchmesser mit einer Oberflächenrauheit von 5 nm Ra und Formgenauigkeiten unterhalb von 1 µm P-V gefertigt werden. Die Standzeit des Diamantwerkzeugs verbessert sich gegenüber der klassischen Bearbeitung mindestens um den Faktor 200. Die Technologie erlaubt die Fertigung asphärischer, konkaver und konvexer Formwerkzeuge für den Kunststoffspritzguss ohne aufwändige Nickelbeschichtung. Zukünftig soll die Technologie auch auf andere schwierig zu zerspanende Werkstoffe wie Keramiken erweitert werden.

Direkte Optikfertigung

Hochpräzise Glasoptiken werden chemisch-mechanisch poliert, um die gewünschten Oberflächeneigenschaften zu erzielen. Dabei führen bereits geringe Veränderungen der Poliersuspension oder des Poliermittelträgers zu einem instabilen Prozess. Es kommt zu Kratzern auf der Oberfläche, die die Linsen unbrauchbar machen. Um die Prozessstabilität zu erhöhen, analysierte das Fraunhofer IPT im Projekt »Poliermittelträger« (Förderkennzeichen: IGF-15763-N) häufig verwendete Poliermittelträger. Die Ergebnisse bilden die Grundlage, um im nächsten Schritt verbesserte Poliermittelträger mit einem stabilen Prozessverhalten auch bei schwer zu bearbeitenden Glassorten zu produzieren.

Steel4Optics – Efficient production system for the ultra-precision machining of steel

As part of the Fraunhofer in-house project for "SME-relevant research projects" with the name "Steel4Optics", the Fraunhofer IPT has developed an ultrasonic (at a frequency of 80 kHz) diamond turning system for hardened steel. This globally unique system is capable of producing optical molds with diameters of up to 75 mm at surface roughness level of 5 nm Ra and a dimensional accuracy of less than 1 µm P-V. The service lives of the new diamond tools exceed the service lives of their conventionally designed predecessors by a factor of – at least – 200. The technology enables the production of aspherical, concave and convex molds for injection molding without any need for the application of expensive nickel coatings. In future, the technology will be extended to include other, equally difficult-to-machine materials such as ceramics.

Direct optical engineering

High-precision glass lenses are polished in chemical-mechanical processes to realize the desired surface properties. Minor changes of the polishing slurry or the carrier of the polishing agent can already destabilize the process, causing scratches on the surface that render the lenses unusable. In order to provide a higher level of process stability, the Fraunhofer IPT analyzed – as part of the project "Polishing agent carriers" (contract no.: IGF-15763-N) – commonly used carriers of the polishing agent. On the basis of these results, the next stage of development will aim to produce improved carriers which preserve their process stability no matter what type of glass is being used and how difficult it may be to process it.

Automatisierte Feinbearbeitung von Werkzeugen und Formenbau aus Stahl

Besonders glatte oder sogar hochglänzende Oberflächen lassen sich auf frei geformten Geometrien zurzeit nur von erfahrenen Mitarbeitern durch zeitintensives manuelles Schleifen und Polieren erzeugen. Um unabhängig von persönlichen Fähigkeiten reproduzierbare Schleif- und Polierergebnisse zu erhalten, arbeitete das Fraunhofer IPT mit neun weiteren Partnern im InnoNet-Projekt »MoldFinish« (Förderkennzeichen: IN-5570) an einer automatisierten Polierzelle. Mit diesem Prototyp wurde eine milde Freiform aus gehärtetem Stahl bereits erfolgreich automatisiert bis zum Hochglanz bearbeitet.

In nationalen und europäischen interdisziplinären Projekten wie der Fraunhofer-Innovationsallianz »InnoCaT 3.3.1« (Förderkennzeichen: 02PO2730) oder »poliMATIC« (Förderkennzeichen: FP7-NMP-SME-3 Grant Agreement No. 246001) werden diese Ansätze weiterentwickelt. Ziel ist es, anhand von Industrierobotern, kraftgeregelten Spindeln, neu entwickelten Werkzeugaufnehmern und CAD/CAM-Anbindung eine automatisierte Feinbearbeitung zu erreichen, die den Anforderungen des Werkzeug- und Formenbaus gerecht wird.

Defektfreies Polieren von Stahloberflächen

Im Transferprojekt »T3« des transregionalen Sonderforschungsbereichs »SFB/TR4« hat das Fraunhofer IPT umfangreiche wissenschaftliche Analysen der Einflussgrößen des Polierens durchgeführt. Ziel war es, schlüssige Erklärungsmodelle für die Ursachen von Polierfehlern zu liefern. Als weiteres Ergebnis konnten zuverlässige Prozessstrategien für unterschiedliche Werkstoffe und Oberflächenqualitäten erarbeitet sowie eine Defekttabelle mit Vermeidungsstrategien auf Basis der europäischen Norm EN ISO 8785 abgeleitet werden.

Automatic fine machining of steel tools and dies

The production of particularly smooth or even high-gloss surfaces on free-formed geometries currently requires a highly skilled workforce as well as a time-consuming manual grinding and polishing process. In the course of the Innonet project "MoldFinish" (contract no.: IN-5570), the Fraunhofer IPT and nine partners have been developing an automatic polishing cell which will enable industrial corporations to generate reproducible grinding and polishing qualities without having to rely on individual skills. The resulting prototype has already successfully high-gloss polished a mild freeform made from hardened steel.

These approaches are further developed in national and pan-European interdisciplinary projects such as the Fraunhofer Innovation Alliance "InnoCaT 3.3.1" (contract no.: 02PO2730) and "poliMATIC" (contract no.: FP7-NMP-SME-3 Grant Agreement No. 246001). The aim is to achieve quality levels of automatic fine machining which meet the requirements of tool and die making, using industrial robots, force-controlled spindles, newly developed tool holders and CAD/CAM integration.

Flawless polishing of steel surfaces

As part of the transfer project "T3" within the interregional Collaborative Research Center "SFB/TR4", the Fraunhofer IPT has conducted comprehensive scientific analyses of the factors that influence the polishing quality, aiming to provide logically coherent models that can explain the causes of polishing errors. The project also delivered reliable process strategies for different materials and surface qualities as well as a table of defects with avoidance strategies following the European standard EN ISO 8785.



Integration von Schleif- und Polierprozessen

Im September 2010 stellte das Fraunhofer IPT zum 10. Internationalen Kolloquium »Werkzeugbau mit Zukunft« ein weltweit einmaliges automatisiertes Maschinensystem zur kombinierten Hartdreh- und Polierbearbeitung vor. Durch die Kombination beider Fertigungsverfahren in einer Maschine und die Verbindung einer automatisierten Fehlerkompensation mit maschinenintegrierter Rauheitsmessung und darauf aufbauender Polierbearbeitung lassen sich Fertigungszeiten deutlich verkürzen. Innerhalb des Fraunhofer-Innovationsclusters »TurPro« (vgl. Seite 108) und eines Industrieprojekts führte das Fraunhofer IPT Untersuchungen zur Automatisierung der manuellen Feinbearbeitung bei der Herstellung von Turbinenschaufeln durch. Ziel war die Integration eines adaptiven Schleifprozesses in eine 5-Achs-Fräsmaschine. Das System erlaubt es nun, feine Formkorrekturen an Schaufeln aus den Werkstoffen IN738 und X20Cr13 durchzuführen und Oberflächenrauheiten zu reduzieren.

Prozessüberwachung für die Saphirbearbeitung

Bei der Herstellung moderner LED-Lichtquellen dienen monokristalline Saphirwafer als Substrat. Die heute übliche Prozesskette zur Herstellung der Wafer umfasst einen Läpp-Prozess zur Planarisierung, bei dem ausgeprägte Schäden in der Tiefe des Substrats entstehen. Das Fraunhofer IPT untersucht nun das Rotationsschleifen des hochharten Werkstoffs Saphir, um die Technologie zu optimieren. Die Erfassung von Prozessgrößen unmittelbar in der Kontaktzone zwischen Wafer und Schleifwerkzeug ist von großem Interesse bei der Entwicklung eines stabilen Schleifprozesses. Im InnoNet-Projekt »IntelliTool« (Förderkennzeichen 16IN-0699) entwickelt das Fraunhofer IPT deshalb ein Schleifwerkzeug mit integriertem Sensor für die werkzeugseitige Erfassung von Prozesskräften und -temperaturen. Im Mittelpunkt des EU-Projekts »ThermoGrind« (FP7-BSG-SME Grant Agreement No. 232600) steht außerdem ein Ansatz der werkstückseitigen Temperaturmessung.

Integration of grinding and polishing processes

On the occasion of the 10th International colloquium "Tool and Die Making for the Future" in September 2010, the Fraunhofer IPT presented a globally unique automatic machine system capable of combining hard turning and polishing processes. This synthesis of two production technologies and the addition of an automatic error compensation mechanism with an integrated roughness gauge on which the subsequent polishing is based allows a significantly shortening of the production times. As part of the Fraunhofer innovation cluster "TurPro" (see also page 108) and an industrial project, the Fraunhofer IPT conducted inquiries into the possible automation of manually conducted fine machining processes in the production of turbine blades. The objective was the integration of an adaptive grinding process into a 5-axis milling facility. The system now allows the engineers to perform fine shape corrections at the blades (made from materials IN738 and X20Cr13) and to reduce the levels of surface roughness.

Monitoring of sapphire cutting processes

Mono-crystalline sapphire wafers are used as substrates in the production of modern LED light sources. The common process of manufacturing these wafers involves a lapping process to planarize the surface which causes significant levels of damage in the lower substrate levels. The Fraunhofer IPT is currently exploring rotational grinding techniques for high-hard sapphire with a view to optimizing this technology. The establishment of process variables in the contact area between wafer and grinding tool is of crucial importance for the development of a stable grinding process. As part of the InnoNet project "IntelliTool" (contract no.: 16IN-0699), the Fraunhofer IPT is developing a grinding tool which features an integrated sensor capable of measuring process forces and temperatures to which the tool is being subjected. The EU project "ThermoGrind" (contract no.: No. 232600) focuses on the development of a technique to measure the temperature at the workpiece.

ULTRAPRÄZISIONSTECHNIK ULTRA-PRECISION TECHNOLOGY



In der Ultrapräzisionstechnik bildet das Fraunhofer IPT die gesamte Prozesskette zur direkten und indirekten Optikfertigung ab. Schwerpunkte liegen im Formenbau durch Diamantzerspanung und in der Replikation durch Kunststoffspritzguss oder Heißprägen.

Das Fraunhofer IPT setzt zur Diamantzerspanung auf selbst entwickelte und kommerziell erhältliche Ultrapräzisionsmaschinen. Ihr kombinierter Einsatz deckt ein weites Produktspektrum durch Diamantzerspanungsprozesse wie Drehen, Fräsen und Hobeln ab. Zusätzlich erlaubt der Einsatz hochdynamischer Zusatzachsen, so genannter Fast-Tool-Servo-Systeme, die Fertigung nicht-rotationssymmetrischer Oberflächen.

Um den steigenden Anforderungen an Bauteilkomplexität, Funktionalität und Kosten ultrapräziser Bauteile und Optikkomponenten Folge zu leisten, arbeitet das Fraunhofer IPT in zahlreichen Forschungsprojekten und bilateralen Industrieprojekten in den Bereichen Maschinentechnik, Prozessentwicklung, Steuerungsentwicklung, Prozessautomatisierung und Replikation.

Unsere Leistungen

- Diamantzerspanung
- Direkte Optikfertigung
- Großflächige Mikrostrukturierung
- Replikative Optikfertigung
- Soll-Daten-Generierung und individuelle Bahnplanung
- Automatisierung und Verfahrenskombination

Kontakt/Contact

Dr.-Ing. Christian Wenzel
Telefon/Phone +49 241 8904-220
christian.wenzel@ipt.fraunhofer.de

The division for Ultra-precision Technology in the department for Production Machines at the Fraunhofer IPT covers the integrated process chain for direct and indirect manufacturing of ultra-precision optics. It focuses on mold manufacturing and replication through injection molding and hot embossing.

Diamond machining processes for mold manufacturing are carried out on self-developed or commercially available ultra-precision machine tools. Through the combined use of these ultra-precision machine tools, a wide product range can be manufactured using diamond machining processes such as turning, milling and planing. Furthermore, the use of highly dynamic additional axes, so called Fast Tool Servo systems (FTS), enables the production of non-rotation-symmetrical surfaces.

In today's world, increasingly complex ultra-precision components are expected to deliver ever more functionality at ever lower costs. In order to meet the technological challenges that result from this dilemma, the Fraunhofer IPT contributes to many research and industrial projects in the fields of mechanical machine tool design and control, process development, process automation and replication.

Our services

- Diamond machining
- Direct optic manufacturing
- Large scale micro-structuring
- Replication of optics
- Target data generation and individual tool path planning
- Automation and process sequencing

iTool – Diamantwerkzeuge für den optischen Werkzeug- und Formenbau

Neue, anspruchsvolle Produkte für Präzisionsmaschinenbau und Optik fordern Diamantwerkzeuge mit höchster Genauigkeit. Werkzeuge, die sich von der einfachen sphärischen Form unterscheiden, gewinnen dabei immer mehr an Bedeutung. In der Auslegung von Optiken lassen sich durch speziell abgestimmte asphärische Diamantwerkzeuge bestehende Beschränkungen überwinden und höchste Abbildungsqualitäten erzielen. Jedoch können diese speziellen Diamantwerkzeuge mit bestehenden Maschinensystemen nicht hergestellt werden.

Im InnoNet-Projekt »iTool« (Förderkennzeichen: 16IN0518) entwickelte das Fraunhofer IPT eine CNC-gesteuerte Diamantschleif- und -läppmaschine, um hochpräzise Diamantwerkzeuge mit sphärischen und asphärischen Geometrien herzustellen. Basierend auf Konstruktionsrichtlinien für Ultrapräzisionsmaschinen entstand ein Maschinensystem, das die gesamte Endbearbeitung der Werkzeuge inklusive der Formprüfung in einer Aufspannung erlaubt. Die Maschine verfügt über Kraftsensoren in allen drei Koordinatenrichtungen und eine körperschallbasierte Prozessüberwachung. Dies bietet die erforderliche Flexibilität, um umfangreiche Prozessuntersuchungen durchzuführen und das Diamantschleifen weiterzuentwickeln. Ziel ist eine automatisierte und genauigkeitsoptimierte Schleifbearbeitung.

Ultrapräzise Optiken durch individuelle Bahnplanung

Die optisch aktiven Oberflächen anspruchsvoller Bauteile können oft nicht durch CAD-Oberflächen dargestellt werden. Stattdessen werden sie von Optik-Designern anhand komplexer mathematischer Funktionen beschrieben. Denn die Abweichungen zwischen der mathematisch idealen Form und der CAD-Geometrie werden schnell so groß, dass sie im

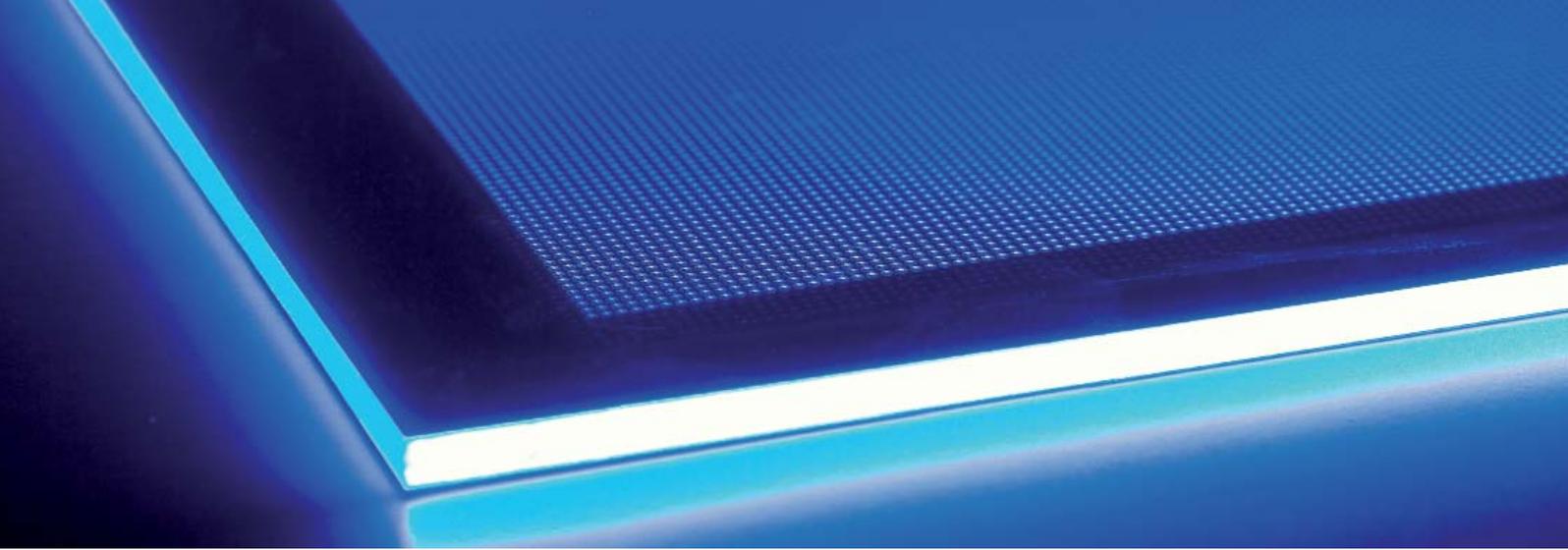
iTool – Innovative diamond tools for optical tool and mold making

New sophisticated products in the fields of precision engineering and optics require diamond tools with the highest levels of accuracy. Furthermore, the demand for tools with cutting edges that differ from the common spherical shape is on the increase. By providing diamond tools that are designed for specific applications with aspherical cutting edges, current limitations in the design of optics can be overcome and higher levels of quality can be achieved. However, these tools cannot be manufactured with the type of machine system that is currently available.

Within the InnoNet-project "iTool" (contract no.: 16IN0518), the Fraunhofer IPT has developed a new type of diamond grinding and lapping machine to produce high-precision diamond tools with spherical and innovative aspherical shapes. Based on design principles for ultra-precision machines, a machine system has now been developed which enables complete tool finishing including form testing in a single setting. Furthermore, the machine is equipped with force sensors in all three coordinate directions and a process monitoring system based on the emission of structure-borne noise. This enables a comprehensive process development of the diamond grinding process. The overall aim is to achieve an automated grinding process with optimized accuracy.

Path planning for ultra-precision optics

The level of precision that CAD systems can deliver is often inadequate for describing the optical surfaces of complex parts. Designers of optical elements use advanced mathematical formulae instead. The problem is that deviations between the mathematically ideal surface and the surface data retrieved from CAD geometries can easily reach the dimension of the manufacturing tolerances given for the finished component.



Bereich der Fertigungstoleranz liegen. Dies trifft für viele technische Oberflächen zu, beispielsweise bei Head-up-Displays, Backlight-Units oder Mikrostrukturbauteilen.

Das Fraunhofer IPT entwirft Fertigungssysteme, um solche Flächen herzustellen und anschließend zu vermessen. Dazu werden kontinuierlich eigene CAM-Verfahren entwickelt, mit denen sich auch Flächen verarbeiten lassen, die konventionelle CAD/CAM-Systeme nicht abbilden können. Die Berechnungen werden dann auf Ultrapräzisionsmaschinen geprüft und weiterentwickelt. Als Ergebnis steht der optimale Fertigungsprozess mitsamt der zugehörigen Bahnplanung fest, mit dem sich das Bauteil herstellen und damit die optische Funktion bestmöglich umsetzen lässt.

UP-BAZ – Bearbeitungszentrum für die Ultrapräzisionsbearbeitung

Optische Bauteile und ihre Geometrien werden immer komplexer und die Anforderungen an die Fertigungsverfahren zur Herstellung steigen. Die einfache Drehbearbeitung reicht zur Fertigung oft nicht mehr aus. Daher ist die Kombination unterschiedlicher Bearbeitungsverfahren zur Herstellung von Bauteilen keine Seltenheit mehr. Umspannen und der Wechsel von Maschinenaufbauten kosten jedoch viel Zeit und beeinträchtigen die Genauigkeit.

Im Fraunhofer-internen WISA-Projekt »Freiform« konzipierte das Fraunhofer IPT einen Maschinenaufbau, der die kombinierte Bearbeitung an einem Bauteil ohne Umspannen und mit nachgelagerten oder zwischenzeitlichen Kontrollmessungen erlaubt. Der Aufbau ist so weit automatisiert, dass selbst optische Bauteile in Zukunft ohne manuelle Eingriffe in kürzester Zeit gefertigt werden können. Die Maschine wird zusätzlich zu den Handhabungssystemen über entsprechende Messtechnik zur Vermessung der Werkzeuge und der Bauteile verfügen. Ziel ist es, die Ultrapräzisionsbearbeitung durch eine

This applies not only to the most sophisticated applications, but also to head-up displays, the backlights of mobile phones or micro-structured surfaces.

The Fraunhofer IPT develops customized solutions to manufacture and measure those surfaces. For this reason, a whole range of CAM tools is under continuous development, enabling the Fraunhofer IPT to realize optical parts which would not have been possible to manufacture with conventional CAM software. The developments are then tested on current generation ultra-precision freeform machines and steadily improved. As a result, our customers discover which manufacturing process and which production path are best suited to their specific requirements, allowing them to realize the desired optical function in the most efficient way possible.

UP-BAZ – Machining center for ultra-precision machining

Higher, faster, wider is a universally accepted motto in our economy. In the world of ultra-precision diamond machining, the equivalent is smaller, faster, more complex. Optical components are getting more and more complex, and the manufacturing technologies are consequently subjected to ever rising demands. In many cases, "simple" ultra-precision turning is no longer sufficient. There is a growing need to combine different manufacturing technologies for the production of optical parts. The transfer of workpieces between machines and the change of machine components in-between manufacturing steps result in a loss of time and accuracy.

In the WISA project "Freeform" of the Fraunhofer-Gesellschaft, a new machine setup was conceived which allows the same workpiece to undergo a combined treatment without any need to reset the machine, to transfer the workpiece or to conduct intermediate control measurements. The system has been automated to the point where the manufacturing of optical components without any need for manual interventions is possible in just a few minutes. In addition to the handling

geringere Zahl manueller Eingriffe und eine optimale Wahl der Bearbeitungsverfahren genauer, reproduzierbarer und schneller zu machen.

Replikation ultrapräziser Kunststoffkomponenten

Kunststoffoptiken bieten sich für zahlreiche neue Anwendungsfelder an, etwa in Kombination mit der LED-Technik. Durch den Einsatz von Freiformflächen lassen sich vielfältige neue Beleuchtungssysteme schaffen. In Kunststoff abgeformte Mikrostrukturen führen auch zu entscheidenden Fortschritten in der Medizintechnik und in der Biologie: Die kostengünstige Replikation von Mikrofluidikchips erlaubt neue Analyseverfahren bei der Diagnostik und speziell ausgelegte und abgeformte Mikrostrukturen dienen zur gezielten Züchtung von Haut- und Gewebezellen.

Das Fraunhofer IPT beschäftigt sich bereits seit vielen Jahren mit der Replikation solcher Optikkomponenten und Versuchsträger. In zahlreichen Projekten, wie »InnoLight« (Förderkennzeichen: IN-7013) oder »OptiLight« (Förderkennzeichen: 02PO2464) ist es das Ziel, neue Beleuchtungssysteme für die Zukunft zu bauen (vgl. Seite 121). Ein Schwerpunkt liegt dabei auf der ressourceneffizienten Produktion: Das Fraunhofer IPT entwickelt hier neue Spritzgießwerkzeuge und Prozessstrategien für Replikationsverfahren wie das Spritzgießen, das Spritzprägen und das so genannte Overmolding. Gegenstand aktueller Forschungsvorhaben ist außerdem die Frage nach der Schwindungskompensation zur Gewährleistung ultrapräziser Kunststoffkomponenten.

Rekombination komplexer Mikrooptiken auf großflächigen Bauteilen

Strukturierte flächige Optiken besitzen für die Beleuchtungstechnik und als Hintergrundbeleuchtung für LCDs optimale Eigenschaften. Die optische Funktionalität stellen dabei komplexe, dreidimensionale Mikrostrukturen sicher. Doch die

systems, the machine tool will be equipped with measurement devices for the detection of tools and the characterization of workpieces. The major goal is to make the technique of ultra-precision diamond machining more precise, more reproducible and faster by the optimized combination of manufacturing processes and by eliminating any need for manual intervention during the process.

Replication of ultra-precision polymer components

Polymer optics can be used for several new applications, for example in combination with LED-technology. Due to the use of freeform surfaces, various new illumination systems can be created. Microstructures that are replicated in polymer parts also enable significant progress in medical technology and biotechnology: The cost-efficient replication of microfluidic devices makes it possible to design new analytic processes for diagnostics, and specifically designed and replicated microstructures can be used for growing skin cells.

The Fraunhofer IPT has acquired many years of experience in the replication of optical components and lab-on-a-chip carriers. The aim of many research projects like "InnoLight" (contract no.: IN-7013) or "OptiLight" (contract no.: 02PO2464) is the design and manufacturing of innovative lighting solutions for the future (see also page 121). A special focus is the resource-efficient manufacturing of high-precision polymer optics and plastic components. Therefore, the Fraunhofer IPT develops new injection molds and master molds for injection molding, injection compression molding and overmolding processes. The Fraunhofer IPT is also developing anti-shrinkage strategies in order to guarantee higher levels of dimensional accuracy in the replicated components.

Large-surface recombination of complex micro-optics

Structured surface optics are ideally suited to serve as optical components for lighting and backlight technology, with



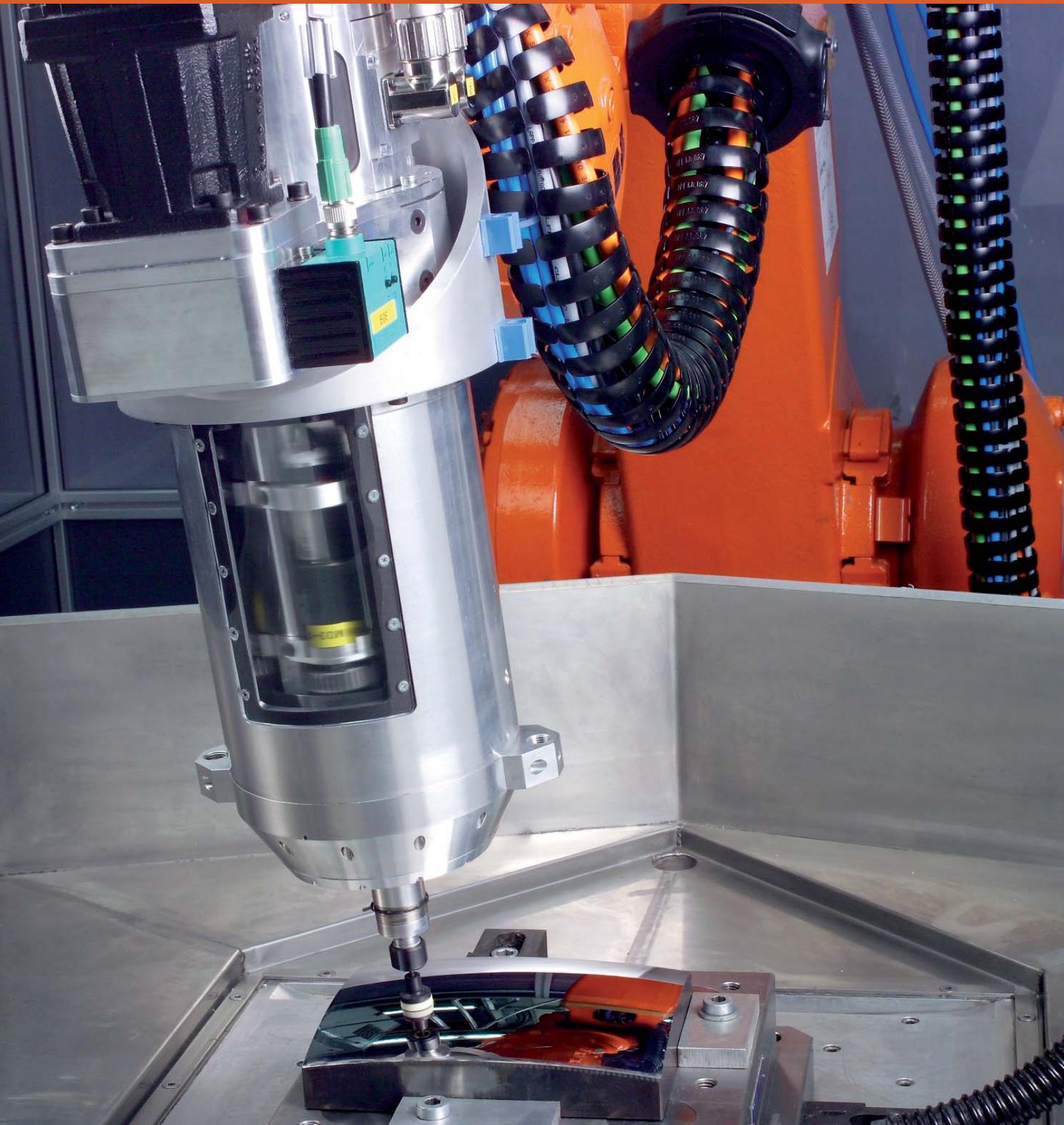
Herstellung solch großflächiger Bauteile, in deren Oberflächen Strukturen mit Abmessungen von wenigen tausendstel Millimetern eingebracht werden, stellt die Produktionstechnik vor bislang unlösbare Probleme.

Die flexible Mikrostrukturierung durch mehrschrittige Heißprägeverfahren bietet nun die Chance, die Defizite der bisherigen Verfahren zu beseitigen: Im Forschungsprojekt »FlexPAET«, das von der Europäischen Union im 7. Rahmenprogramm gefördert wird, entwickelt das Fraunhofer IPT ein Verfahren zum adaptiven, mehrschrittigen Heißprägen und bindet die Technologie in eine Prozesskette zur kostengünstigen Herstellung flächiger Beleuchtungsoptiken ein. Auf Flächen bis zu 1 x 2 m² lassen sich mit einem neuen Maschinensystem Mikrostrukturen mit einer Positioniergenauigkeit von 2 µm einbringen. Hinsichtlich der Flexibilität und Geschwindigkeit ergeben sich ungekannte Möglichkeiten für die Herstellung optisch funktionalisierter Oberflächen. Die optische Funktion des geprägten Bauteils wird mit integrierter Messtechnik direkt im Maschinensystem untersucht. Auf diese Weise lassen sich Fehler im optischen Design direkt in der Maschine feststellen.

complex and 3-dimensional microstructures ensuring high levels of visual functionality. The production of large-surface components with micro-structured surfaces, however, has so far posed a serious problem to the industrial production process engineers.

The new technique of flexible micro-structuring with step-and-repeat hot embossing processes now appears capable of providing a solution. Within the context of the research project "FlexPAET", the Fraunhofer IPT is developing an adaptive hot embossing process, integrating the technology into a process chain of a cost-effective production of flat-surface lighting optics. The project is funded by the European Commission through the 7th framework programme. A new machine can provide surfaces of up to 1 x 2 m² with imprinted microstructures, guaranteeing a positioning accuracy of 2 µm. This creates boundless opportunities for the production of visually functionalised surfaces in terms of flexibility and speed. The optical function of the embossed component is measured directly in the machine system by means of integrated metrology. Errors in the optical design can therefore be detected directly on the machine.

**PRÄZISIONSMASCHINEN UND
AUTOMATISIERUNGSTECHNIK**
PRECISION MACHINES AND AUTOMATION



Die Arbeitsbereiche unserer Abteilung »Präzisionsmaschinen und Automatisierungstechnik« erstrecken sich über den gesamten Entwicklungsprozess von Präzisionsmaschinen und Sonderanlagen. Hier ist es unser Ziel, hochgenaue Maschinen und Komponenten nach den Wünschen unserer Kunden ganzheitlich zu entwickeln. Von der ersten Konzeption über die Auslegung und Optimierung kritischer Komponenten bis hin zur steuerungstechnischen Umsetzung und Implementierung komplexer Regelungssysteme setzen wir ihre Anforderungen um.

Im Kundenauftrag erstellen wir Machbarkeitsstudien, führen Prozessanalysen bestehender Abläufe durch und erarbeiten Optimierungsansätze sowie Produktionsalternativen. Für Neuentwicklungen bieten wir die Ausarbeitung in beliebigem Detaillierungsgrad an, inklusive des vollständigen mechanischen und elektrischen Aufbaus von Maschinen und Anlagen sowie der steuerungs- und prozesstechnischen Inbetriebnahme.

Unsere Leistungen

- Entwicklung von Automatisierungslösungen für die Optikmontage
- Konzeption und Implementierung sensorgeführter (Mehr-)Roboteranwendungen
- Beratung und Umsetzung von Kameraüberwachung und Bildverarbeitung

Kontakt/Contact

Dr.-Ing. Christian Wenzel
Telefon/Phone +49 241 8904-220
christian.wenzel@ipt.fraunhofer.de

The scope of our department for "Precision Machines and Automation" covers the entire process of developing precision equipment and customized facilities. The department is responsible for the integrated development of high-precision machines and components that must comply with the individual requirements of our clients. It provides one-stop solutions including the initial concept, the design and the optimization of critical components and the development of systems engineering solutions as well as the implementation of complex control strategies.

At the request of our clients, we conduct feasibility studies, perform process analyses of existing process sequences and develop optimization strategies as well as alternative solutions. We also develop customized equipment in any desired level of detail, up to the full mechanical and electrical design of machines and entire facilities including their control technology, process technology and commissioning.

Our services

- Development of automation solutions for the assembly of optical components
- Conception and implementation of sensor-controlled (multi-)robot applications
- Realization of CCTV and imaging systems and technological consultation

Automatisierung in der Biotechnologie

Im Bereich der Biotechnologie konzentrierten sich die Arbeiten der Abteilung »Präzisionsmaschinen und Automatisierungstechnik« im Jahr 2010 auf die Entwicklung von Produkten und Systemen für Anwendungen für die Zellkultur (vgl. Seite 111). Hier wurden zwei wichtige Entwicklungsprojekte erfolgreich abgeschlossen:

Im Projekt »Tissue-Fabrik« entwickelte das Fraunhofer IPT ein Modul für die vollautomatisierte Extraktion primärer Keratinozyten und Fibroblasten aus humanen Hautbiopsaten. Das Fraunhofer IPT hat speziell für diese Anwendung eine Kombination mechanischer und enzymatischer Prozesse erarbeitet, um die einzelnen Gewebeschichten zu isolieren, die Zellen zu vereinzeln und in Nährmedium gelöst dem nachfolgenden Kultivierungsmodul zu übergeben.

Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeiten zur Zellkultur liegt in der Entwicklung von Technologien für die replikative Fertigung mikro- und nanostrukturierter Zellkulturoberflächen. Hier konzentrierte sich das Fraunhofer IPT im abgelaufenen Geschäftsjahr auf die Integration effektiver Strukturen in standardisierte Zellkulturformate wie Petrischalen, Mikrotiterplatten und Zellkulturflaschen.

Präzisionsmontage von Laserbaugruppen

Für die Präzisions- und Mikromontage entwickelt das Fraunhofer IPT modulare Konzepte zur flexiblen und konfigurierbaren Automatisierung. Aufgrund der Komplexität der Produkte und der großen Variantenvielfalt bei eher geringen Stückzahlen sind neue Lösungen für eine effiziente Produktion gefragt.

Automation for biotechnology

Our work in the field of biotechnology is focussing on the development of devices and systems for cell culture applications (see also page 111). Two important projects have been successfully completed in 2010.

As a result of the project "Tissue Factory", the Fraunhofer IPT developed a system for the fully automatic extraction of primary keratinocytes and fibroblasts from human skin tissue. Based on a specifically designed combination of mechanic and enzymatic processes, the system isolates the individual tissue layers and separates the cells before handing them over to the downstream cultivation module in a nutrient solution.

The Institute's cell cultivation research has also focused on the development of technologies for high volume manufacturing of micro and nano structured cell cultivation surfaces. Last year's projects concentrated on integrating effective structures into standardized cell culture vessel formats such as petri dishes, MTP and cell culture flasks.

Precision assembly of laser systems

For the purpose of assisting the tasks of precision and micro assembly, Fraunhofer IPT is developing modular concepts for flexible und configurable automation processes. Due to a combination of high product complexity, a large number of variations and rather small output figures, new solutions are required for an efficient production.

In the fields of precision and micro assembly, high levels of product complexity, a large number of variations and rather small output figures require new solutions and more efficient production techniques. This is why Fraunhofer IPT is developing modular concepts for flexible and configurable automation processes.



Im Mittelpunkt der Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten steht die automatisierte Montage von Laserbaugruppen und -systemen. Hier entwickelt das Fraunhofer IPT seit einigen Jahren Handhabungslösungen zur Positionierung und Justage von Bauteilen. Der Einsatz verschiedener flexibel austauschbarer Sensoren spielt dabei eine immer größere Rolle.

Mit dem eigens entwickelten Mikromanipulator »Commander6« für die 6-achsige ultrapräzise Justage ist es erstmals gelungen, den Resonator eines miniaturisierten Festkörperlaser vollautomatisiert zu montieren. Darüber hinaus sind Lösungen für die Montage von Diodenlaserbaugruppen in Arbeit.

Hydromod

Hochpräzise Positionier- und Bewegungseinheiten für den Formenbau, die Mikrobearbeitung und den Präzisionsmaschinenbau müssen heute wachsende Anforderungen an hohe Genauigkeiten unter statischen und dynamischen Lasten erfüllen. Da hydrostatische Lagerungen höchste Steifigkeiten bei gleichzeitig guten Dämpfungseigenschaften bieten, eignen sie sich sehr gut für Anwendungen im Hochpräzisionsbereich. Marktübliche hydrostatische Achssysteme sind hingegen komplex aufgebaut und müssen mit hohem Aufwand gefertigt und montiert werden; zeitaufwändige Spezialkonstruktionen verursachen hier hohe Kosten.

Im Forschungsprojekt »HydroMod«, das seit September 2010 über drei Jahre im EraSME-Programm gefördert wird (Förderkennzeichen: 16INE032), entwickelt das Fraunhofer IPT deshalb modulare hydrostatische Achssysteme. Diese lassen sich zu Mehrachssystemen zusammenfügen, um sowohl konventionelle Kinematiken als auch individuelle Maschinen für Sonderanwendungen zu konstruieren. Ziel ist es, kostengünstige individuelle Maschinensysteme mit höchsten Ansprüchen an die Präzision bereitzustellen.

The R&D activities focus on the automated assembly of laser systems. For this purpose Fraunhofer IPT has been developing handling solutions for the positioning and alignment of optical components. The application of different configurable sensor systems is of growing importance and significance.

The in-house developed micromanipulator "Commander6" for the six-axis alignment of optics has allowed the Fraunhofer IPT to break new technological ground by automatically assembling a laser resonator for the first time ever. Further solutions for the assembly of diode lasers are in development.

HydroMod

The demand for high-precision positioning and motion devices is growing steadily in the fields of mold making, micro-machining and precision engineering. Furthermore, high-precision machining systems have to meet requirements not only under static loads but also under dynamic loads. Since hydrostatic bearings deliver very high levels of rigidity and high damping ratios, they provide the ideal solution for high-precision applications. The axis systems with hydrostatic bearings that are currently available on the market, however, require highly complex customized designs and their production involves expensive as well as time-consuming machining and assembly processes.

For this reason, the "HydroMod" project, which is sponsored by the EraSME program, aims for the development of modular hydrostatic axis systems, which can be combined to establish multi-axis systems for conventional process kinematics as well as niche configurations. The overall aim is to enable future customers to assemble individualized machine systems with highest levels of precision in an economically efficient way, using the predesigned axis systems. In 2010, the requirements were established for the three-year project that started in September 2010.

5-Achs-Charakterisierung von Werkzeugmaschinen

Für die präzise Bearbeitung von Bauteilen auf einer 5-Achs-Maschine entwickelt das Fraunhofer IPT Methoden, Mess- und Steuerungstechnik zur Untersuchung und Optimierung der Achseigenschaften. Im Vordergrund steht die Weiterentwicklung optischer und taktiler Messverfahren, mit denen sich geometrische Ablauffehler der Achsen sowie ihre exakte Lage und Orientierung zueinander erfassen lassen. Die komplexen und unterschiedlichen Achskonfigurationen erschweren dabei die Übertragung der Messergebnisse in die Steuerung, mit denen die identifizierten Fehler kompensiert werden sollen. Eine große Herausforderung ist es dabei, diese Verfahren so zu gestalten, dass die relevanten Messdaten unter geringem Zeitaufwand ermittelt werden. Am Ende sollen die Daten trotz der komplexen geometrisch-kinematischen Achszusammenhänge in verständlicher Form als Kompensationsdaten in die Steuerung übertragen werden.

Mikrofräsmaschine für die Schmoll Maschinen GmbH

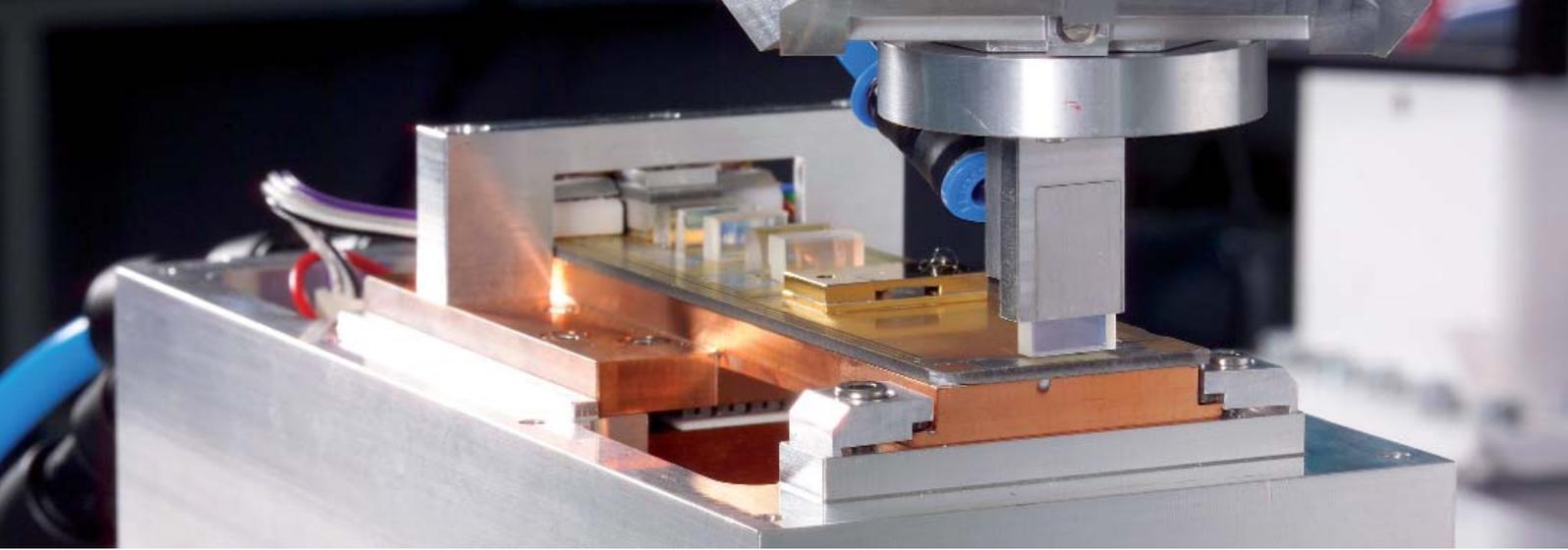
Die Schmoll Maschinen GmbH ist einer der führenden Hersteller von Bohr- und Frässystemen für die Leiterplattenindustrie. Zur Erweiterung ihres Portfolios wurde das Fraunhofer IPT beauftragt, auf der Basis des vorhandenen Baukastensystems eine Mikrofräsmaschine zu entwickeln. Die Maschine, deren Achsen durchgehend mit Linearmotortechnik ausgestattet sind, besitzt zwei Hochfrequenzspindeln, um unterschiedlichste Bearbeitungsaufgaben zu erfüllen. Zudem zeichnet sich die Maschine durch einen im Verhältnis zur geringen Aufstellfläche sehr großen Bearbeitungsraum aus. Die Maschine wird 2011 zur Inbetriebnahme im Fraunhofer IPT aufgestellt.

Characterization of 5-axis machines

For the fulfilment of precise machining tasks within 5-axis machines, the Fraunhofer IPT is developing innovative methods for the metrological characterization and control-based optimization of the axis properties. Particular attention is dedicated to the further development of optical and tactile measurement procedures which enable the identification of positioning deviations of each axis as well as deviations in the relative positions and the alignment of the axes. The subsequent transfer of the measurement results into the machine controller for the purpose of compensating the identified deviations represents a huge research challenge due to the complex and machine specific axis-configurations. The aim is to develop less time-consuming methods, which acquire the relevant measurement data and which allow the machine operator to transmit the compensation data in an understandable fashion no matter how complex the geometric and kinematic axis-correlations may be.

Micro milling machine for Schmoll Maschinen GmbH

Schmoll Maschinen GmbH is one of the leading suppliers of drilling and milling systems for the printed circuit board industry. Intending to extend their portfolio, they commissioned the Fraunhofer IPT to develop a micro milling machine on the basis of the existing modular construction kit. The machine, equipped throughout with linear motor technology, features two high-frequency spindles for the fulfilment of various manufacturing tasks. Another distinguishing mark of the facility is the size of its working chamber which is very large in proportion to the machine's floor space. The machine will be installed for commissioning at the Fraunhofer IPT at some time in 2011.



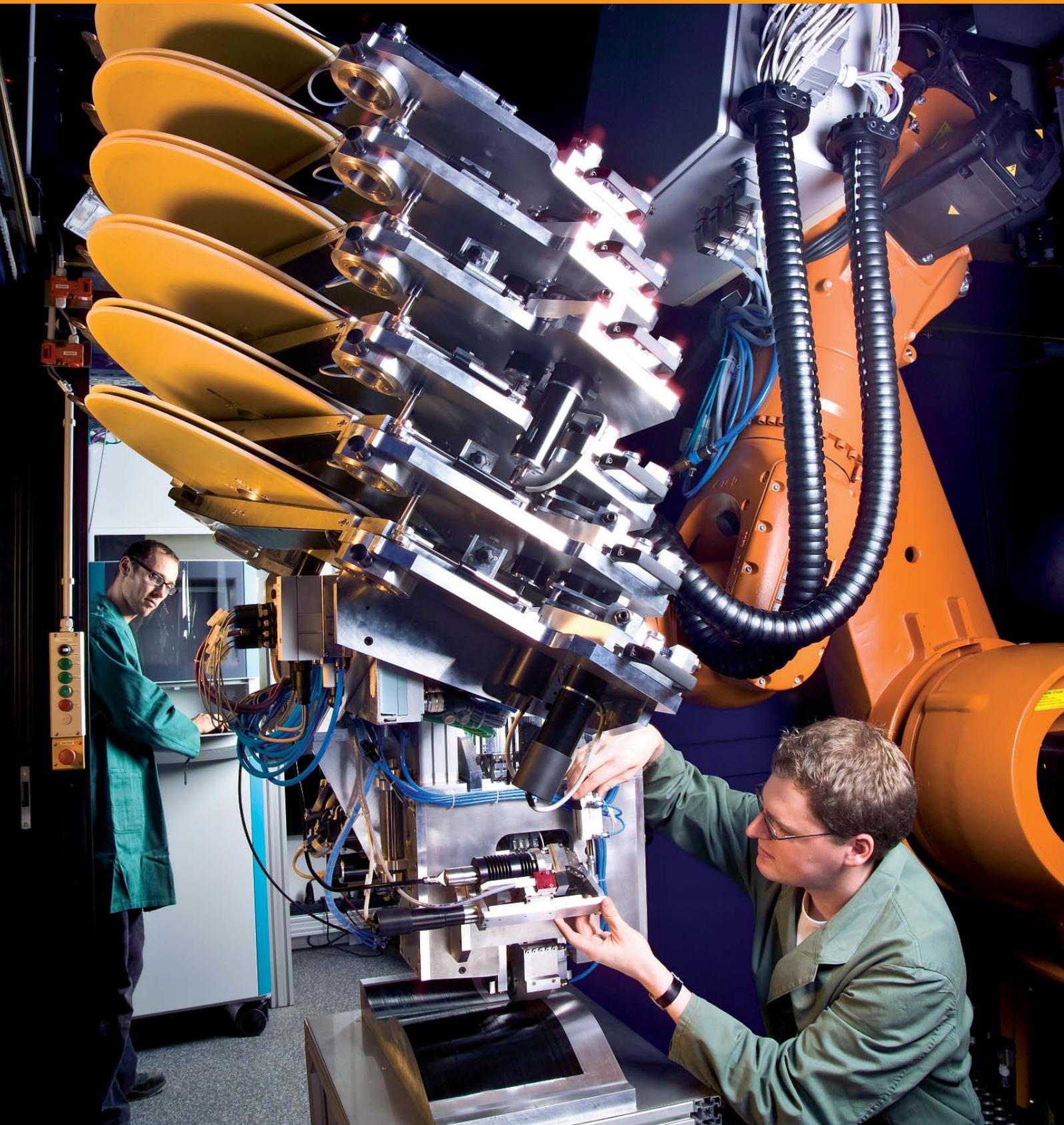
Automatisierte Anlage zur Herstellung von Antriebsriemen

Zusammen mit der Arntz Optibelt Gruppe entwickelte das Fraunhofer IPT eine vollautomatisierte Anlage für die Produktion von Antriebsriemen. Das Projekt umfasste die gesamte Entwicklungskette, angefangen von Konzeptstudien und Prüfstandversuchen über die Konstruktion und den Aufbau bis hin zur Inbetriebnahme, Prozessoptimierung und CE-Zertifizierung. Dabei forderte die prozessichere Beherrschung des gummi-elastischen Riemenwerkstoffs konstruktive und steuerungstechnische Höchstleistungen. Die Anlage wird seit ihrer Fertigstellung im Stammwerk in Höxter im Dreischichtbetrieb eingesetzt und hat schon mehrere Tausend hochwertige Antriebsriemen produziert.

Automatic machinery for the production of drive belts

In cooperation with the Arntz Optibelt Group, the Fraunhofer IPT developed a fully automatic machine for the production of drive belts. The project covered the complete development process including concept studies and bench tests, the subsequent stages of construction and assembly and finally commissioning, process optimization and CE-certification. The Institute needed all of its skills in mechanical construction and control technology to master the challenge of ensuring the safe and reliable processing of the elastic belt material within a complex production process. The machinery is currently used in a three-shift operation at Arntz Optibelt's main production facility in Höxter (northwest Germany). It has already produced several thousands of high-quality drive belts.

**FASERVERBUND- UND LASERSYSTEM-
TECHNIK**
FIBER-REINFORCED PLASTICS AND
LASER SYSTEMS TECHNOLOGY



Die Abteilung »Faserverbund- und Lasersystemtechnik« des Fraunhofer IPT bedient die wachsende industrielle Nachfrage nach automatisierten Produktionsverfahren und -systemen zur Herstellung faserverstärkter Leichtbaukomponenten aus duro- oder thermoplastischen Faserverbundkunststoffen (FVK). Die Forschungs-, Entwicklungs- und Dienstleistungsarbeiten umfassen sowohl die Auslegung von FVK-Bauteilen als auch die prototypische Bauteilfertigung.

Darüber hinaus entwickelt das Fraunhofer IPT Produktionsanlagen für das laserunterstützte Tapelegen und Wickeln sowie für das Thermoformen. Die Mikro-Pultrusion optimiert und qualifiziert das Fraunhofer IPT für medizintechnische Anwendungen und entwickelt neue Greifersysteme für die reproduzierbare Handhabung von FVK-Halbzeugen. Einen weiteren Schwerpunkt bildet die Entwicklung von Sondermaschinen mit integrierter Lasersystemtechnik für die maschinenintegrierte kombinierte Zerspanung und Lasermaterialbearbeitung sowie die laserunterstützte Bearbeitung.

Unsere Leistungen

- Sondermaschinen für das laserunterstützte Tapelegen und Wickeln thermoplastischer FVK-Prepregs
- Neue Greifertechnologien für die Handhabung von FVK-Halbzeugen
- Auslegung und Fertigung prototypischer FVK-Bauteile
- Mikro-Pultrusion von FVK-Profilen für die Mess- und Medizintechnik
- Optimierung von Thermoformprozessen
- Laserintegration in Produktionsmaschinen
- System- und Verfahrensentwicklung für die laserunterstützte Bearbeitung (Zerspanung, Umformen, Scherschneiden)

Kontakt/Contact

Dr.-Ing. Michael Emonts
Telefon/Phone +49 241 8904-150
michael.emonts@ipt.fraunhofer.de

The department for Fiber-Reinforced Plastics and Laser Systems Technology of the Fraunhofer IPT is developing products for the growing number of industrial companies that are interested in automatic production technologies and systems for the manufacturing of lightweight components made from thermoset and thermoplastic fiber-reinforced plastics (FRP). The research and development services include the design of FRP components as well as the production of prototypes.

The Fraunhofer IPT is also developing production facilities for laser-assisted tape laying and tape winding processes as well as for thermoforming. It optimizes and qualifies the micro-pultrusion for applications in medical technology and develops new gripper systems to allow the reproducible handling of semi-finished FRP products. The Institute also focuses on the development of customized equipment with integrated laser systems technology, combining machining and laser material machining as well as laser-assisted processing in a single facility.

Our services

- Customized equipment for laser-assisted tape laying and tape winding operations of thermoplastic FRP prepregs
- Development of new gripper technologies for the handling of semi-finished FRP products
- Design and production of FRP component prototypes
- Micro-pultrusion of FRP profiles for applications in metrology and medical technology
- Optimization of thermoforming processes
- Integration of laser beam technology into production equipment
- Development of systems and processes for laser-assisted processing (machining, forming, shearing)

Laserunterstütztes Tapelegen thermoplastischer CFK-Prepregs

Das Fraunhofer IPT entwickelt und optimiert Tapelegeköpfe und -anlagen zur automatisierten Produktion thermoplastischer endlos-kohlenstofffaserverstärkter Strukturbauteile (CFK) für die Luft- und Raumfahrtindustrie. Beim laserunterstützten Tapelegen endlosfaserverstärkter thermoplastischer Prepregs (Tapes) handelt es sich um einen vollautomatisierten Prozess mit In-situ-Konsolidierung der CFK-Prepregs während der Tape-Ablage. Mit der Ablage der Tapes übereinander und der gleichzeitigen Konsolidierung können unidirektionale endlosfaserverstärkte Bauteile oder Organobleche mit hohem Faservolumengehalt bis zu 65 Prozent ohne anschließende zeit- und energieintensive Aushärtung im Autoklaven produziert werden. Zudem werden die Produktionsanlagen nicht mit Epoxidharz kontaminiert.

Die Tapelegeköpfe besitzen alle erforderlichen Funktionselemente, um thermoplastische Tapes prozesssicher zu verarbeiten. Der Tapelegekopf wird dabei als Endeffektor an einem Robotersystem betrieben. Innerhalb des BMWi-geförderten InnoNet-Projekts »3D-Thermolay« (Förderkennzeichen: IN-6518) entwickelte das Fraunhofer IPT ein neues Tapelegesystem, mit dem sechs CFK-Tapes gleichzeitig abgelegt und so auch Strukturbauteile mit deutlich komplexeren Geometrien hergestellt werden können.

Greifertechnologien für biegeschlaffe FVK-Halbzeuge

Bei der Herstellung faserverstärkter Strukturbauteile nimmt die reproduzierbare Handhabung von Faserhalbzeugen wie Fasergeweben, -gelegen und -gestrickten großen Einfluss auf den Prozess und die erzielbare Produktqualität. Das Fraunhofer IPT entwickelt neue Greifertechnologien und Handhabungssysteme für das automatisierte, faltenfreie Ablegen und Drapieren trockener und vorimprägnierter Faserhalbzeuge.

Laser-assisted tape laying of thermoplastic CFR prepregs

The Fraunhofer IPT develops and optimizes tape laying heads and facilities for the automatic production of thermoplastic, continuous carbon-fiber reinforced structural components (CFR) in the aerospace industry. The laser-assisted tape laying of thermoplastic continuous prepregs is a fully automatic process where the CFR prepregs are consolidated in situ during the placement. Through the placement of the tapes in super-imposed layers and the simultaneous consolidation, it is possible to produce unidirectional, continuous fiber-reinforced components or laminates with high levels of fiber content (up to 65 percent) without any need for a subsequent hardening period in the autoclave (which is a time-consuming process that also requires a lot of energy). Under the new technique, the production facilities are no longer contaminated with epoxide resin.

The tape placement heads are equipped with all functional elements they require for a safe and reliable processing of the thermoplastic tapes. The tape placement head is operated as an end effector of a robot system. As part of the InnoNet project "3D-Thermolay" (contract no.: IN-6518), sponsored by the German Federal Ministry of Economics and Technology (BMWi), the Fraunhofer IPT developed a new tape laying system capable of placing six CFR tapes simultaneously which is therefore also suitable for the production of structural components with far more complex geometries.

Gripper technologies for flexible semi-finished FRP products

When producing fiber-reinforced structural components, it is of great importance for the reliability of the process and the eventual quality of the product to ensure that the semi-finished products such as the fabrics, the carbon fiber structures and plies are subjected to reproducible handling processes. The Fraunhofer IPT develops new gripper technologies and



Ziel ist es, die bisher überwiegend manuellen Ablege- und Drapier-Prozessschritte in der industriellen Produktion von FVK-Bauteilen zu automatisieren.

Innerhalb der Forschergruppe »FOR860 TP3: Handhabung trockener und imprägnierter textiler Preforms« erforscht das Fraunhofer IPT die grundlegenden Mechanismen für den Greif-, Handhabungs- und Transportvorgang trockener und vorimprägnierter Faserhalbzeuge. Dazu wurden die Greifmechanismen verschiedener Greifersysteme untersucht und eine Datenbank aufgebaut, die diese Systeme abhängig von der Handhabungsaufgabe bewertet. Zusätzlich entwickelte und validierte das Fraunhofer IPT neue Greifersysteme und Handhabungsstrategien. Das Ergebnis sind Handhabungssysteme, die auch den besonderen Herausforderungen der manuellen Verarbeitung vorimprägnierter textiler Halbzeuge begegnen. Zum Einsatz kommen nicht nur Nadel-, Kratz-, Gefrier- und Sauggreifer; auch das elektrostatische Wirkprinzip dient als Grundlage für den Aufbau des neuen Greifersystems, das auch die anspruchsvolle Handhabung imprägnierter klebriger textiler Halbzeuge bewältigt.

Mikro-Pultrusion medizintechnischer Instrumente

Die minimalinvasive Chirurgie bedient sich aufgrund der stark eingeschränkten Sicht auf das Operationsgebiet externer Bildgebungsverfahren wie Ultraschall, Röntgendurchleuchtung, Computer- und Magnetresonanztomographie (MRT). Doch lediglich die MRT ist in der Lage, hochaufgelöste Aufnahmen von Weichgewebe in beliebigen Schnittebenen im menschlichen Körper erstellen. Zum Einsatz kommen MR-sichere, nichtmetallische Operationsinstrumente wie Punktionsnadeln, Führungsdrähte und Katheter aus Faserverbundwerkstoffen, die sich artefaktfrei im MRT abbilden lassen und gleichzeitig den hohen Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften gerecht werden. Zur Herstellung der Instrumente entwickelte das Fraunhofer IPT eine miniaturisierte Variante des faserverbundtechnischen Pultrusionsverfahrens und setzte

handling systems for the automatic, wrinkle-free placement and draping of dry and pre-impregnated semi-finished FRP products. The aim is to allow the industrial manufacturers of FRP components to automate the placement and draping operations that must currently still be performed mostly by hand.

As part of the research consortium "FOR860 TP3: The handling of dry and impregnated textile preforms", the Fraunhofer IPT is exploring the basic mechanisms involved in the gripping, handling and conveying processes of semi-finished fiber-reinforced preregs. For this purpose, the gripping mechanisms of different systems were analyzed, and the results were stored in a database capable of evaluating these systems according to the various handling tasks. The Fraunhofer IPT also developed and validated new gripper systems and handling strategies. The result is a handling system that is also capable of meeting the specific challenges of processing semi-finished fiber-reinforced preregs by hand, Needle grippers, scrape grippers, freezing grippers and vacuum grippers as well as grippers that make use of the the principles of electrostatic attraction are all being used in the new gripper system which is also capable of handling the impregnated and accordingly sticky preregs.

Micro-pultrusion of medical technology

Minimally invasive surgeries – where the doctors have a severely restricted view of the surgical field – rely heavily on external imaging techniques such as ultrasound, X-rays, computer tomography and magnetic resonance imaging (MRI). Of these techniques, only MRI is capable of delivering high-resolution images of soft tissues on just about any sectional plane in the human body. All surgical instruments such as puncture needles, guide wires and fiber-reinforced catheters must – while still having to provide all the mechanical properties necessary to comply with the technical requirements – be MRI-safe: non-metallic and artefact-free so that they can be properly represented by the imaging system.

die Technologie großserientauglich um: Mit der so genannten Mikro-Pultrusion lassen sich nun erstmals Profile mit einem Durchmesser unter 500 µm im kontinuierlichen Verfahren herstellen, die als medizintechnische Applikatoren und in der Messtechnik genutzt werden.

Im BMWi-geförderten InnoNet-Projekt »i-MRT« (Förderkennzeichen: 16IN0460) entwickelte das Fraunhofer IPT zusammen mit dem Universitätsklinikum der RWTH Aachen und sechs weiteren Partnern ein minimalinvasives Interventionssystem für die Diagnose und Therapie im MRT. Es besteht aus einem Führungsdraht, einem Führkatheter, einer Spektroskopie-, einer Endoskopie- und einer Temperaturmesssonde. Mit dem Führungsdraht konnten in einer klinischen Studie in London erste Interventionen am Patienten vollständig im MRT und damit ohne ionisierende Strahlenbelastung durchgeführt werden.

Laserunterstütztes Stanzen – Erweiterte Verfahrensgrenzen beim Scherschneiden und Tiefziehen

Mit einem neuen laserunterstützten Scherschneidverfahren erzielt das Fraunhofer IPT beim Stanzen hochfester Blechwerkstoffe wie V2A (1.4301) oder Federstahl 1.4310 erstmals durchgängige Glattschnittanteile im Normalschneidverfahren. Zudem reduzieren sich mit dem hybriden Verfahren die Schneidkräfte im Vergleich zum Normalschneiden erheblich, Schnittschlag und Kanteneinzüge verringern sich dadurch deutlich. Das Fraunhofer IPT entwickelte und optimierte nicht nur die erforderlichen Prozesse, sondern erarbeitete auch robuste Systemlösungen zur Lasersystemintegration in vorhandene Stanz-/Nibbelmaschinen und Exzenterpressen. Das Verfahrensprinzip beruht auf einer gezielten Werkstoff-erwärmung durch lokale Absorption von Laserenergie auf der Blechunterseite kurzzeitig vor dem Werkzeugeingriff des Schneidstempels auf der Blechoberseite. Die Erwärmung entfestigt den Werkstoff innerhalb von Zehntelsekunden, sodass sich das Fließvermögen des Werkstoffs im Bereich der Druck- und Zugspannungen während des Scherschneidens erhöht.

In order to produce these instruments, the Fraunhofer IPT miniaturized the pultrusion of fiber-reinforced plastics and adapted this technology to the requirements of an automated series manufacturing process: this technology of "micro-pultrusion" has broken new ground by allowing – for the first time – the creation of profiles with diameters of less than 500 µm in a continuous process. These profiles can now be used for applications in medical technology and metrology.

In the InnoNet project "i-MRI" (contract no.: 16IN0460), sponsored by the German Federal Ministry of Economics and Technology (BMWi), the Fraunhofer IPT developed – in close coordination with the University Hospital Aachen and six other partners – a minimally invasive intervention system for MRI diagnostics and therapy. The system features a guide wire, a guide catheter, a spectroscopy probe, an endoscopy probe and a temperature measuring probe. A first clinical study in London has already used the guide wire to conduct interventions at a patient under MRI, entirely dispensing with any need to use potentially harmful ionizing radiation.

Laser-assisted embossing – wider process limitations for shearing and deep drawing

With its new laser-assisted shearing technique, the Fraunhofer IPT has for the first time (using regular cutting methods) managed to achieve consistently high cut ratios when punching high-strength sheet materials such as V2A or 1.4310 spring steel. The hybrid process also generates smaller cutting forces than conventional techniques, which reduces the cutting impact while the die rolls are also substantially reduced. The Fraunhofer IPT developed and optimized not only the required processes but also designed robust system solutions for the integration of laser systems into existing punching/nibbling machines and eccentric presses. The principle of the process is based on the controlled heating of the material through local absorption of laser energy on the bottom side of the sheet shortly before the punching die is brought down on



Innerhalb des InnoNet-Verbundprojekts »Hybrid-Punch« (Förderkennzeichen: IN-7026) integrierte das Fraunhofer IPT ein Laserscannersystem in eine C-Gestell-Stanz-/Nibbelmaschine, um unterschiedliche Laserbrennfleck-Konturen entsprechend der Stanzgeometrien schnell und einfach auf der Blechoberfläche zu variieren. Die Mechanismen der Werkstoffentfestigung übertrug das Fraunhofer IPT vom Scherschneiden nun auch auf das Tiefziehen, Fließpressen und Biegen.

Neue Hybrid-Frässpindel für das laserunterstützte Fräsen

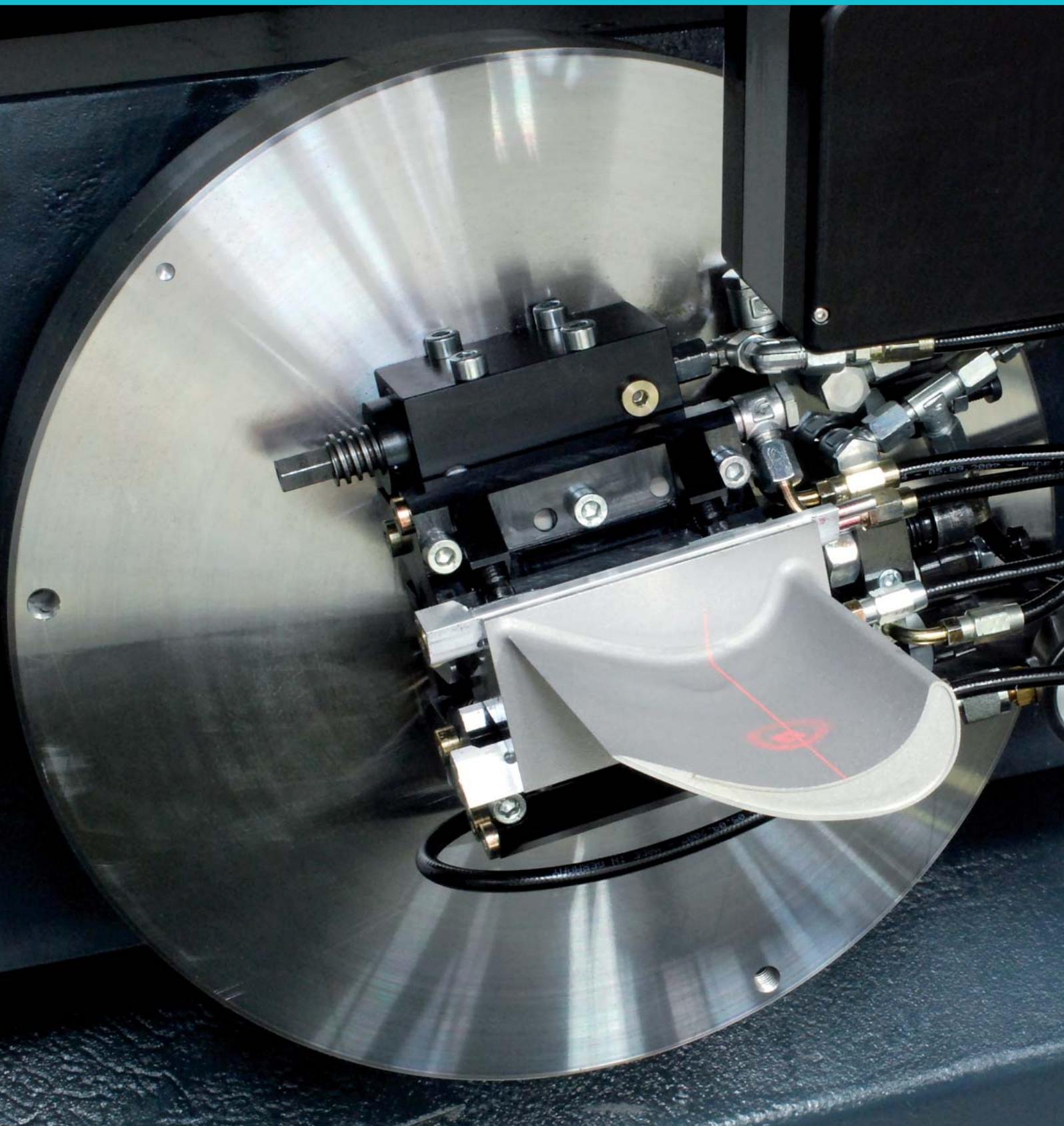
Die laserunterstützte Zerspanung birgt ein großes Potenzial für die Bearbeitung schwer zerspanbarer Werkstoffe wie Titan- oder Nickelbasislegierungen. Lokale Erwärmung durch Absorption von Laserstrahlung reduziert die Festigkeit dieser Werkstoffe in der Zerspanungszone, so dass sich Spannungs- und Werkzeugstandzeiten deutlich verbessern. Bisher wurde dazu vor dem Fräseingriff lediglich ein kleiner Bereich der Werkstückoberfläche bestrahlt. Im Forschungsprojekt »CeraSurf«, gefördert von der VolkswagenStiftung (Förderkennzeichen: I/82 316), entwickelte das Fraunhofer IPT ein Hybrid-Spindelsystem mit integrierter Laserstrahlführung, das die Laserstrahlung durch die Hohlspindel in das Fräswerkzeug einkoppelt und direkt vor der rotierenden Schneide auf die Spanfläche leitet. Im Vergleich zum konventionellen Fräsen von Inconel reduzieren sich dabei die Prozesskräfte um bis zu 60 Prozent und die Standzeiten der Werkzeuge verlängern sich auf das Doppelte. So gelingt es, selbst dicht gesinterte Siliziumnitridkeramiken zu fräsen. Das Fraunhofer IPT konnte durch den Einsatz konventioneller CBN-Schneiden die Werkzeugstandzeit um den Faktor 50 verlängern. Die erreichbaren Oberflächenqualitäten betragen 180 nm Ra.

the top side of the same sheet. The heat softens the material within a few tenths of a second, increasing the fluidity of the material in the areas of the compressive and tensile stresses during the shearing process. During the InnoNet project "Hybrid-Punch" (contract no.: IN-7026), the Fraunhofer IPT integrated a laser scanner system into a C-frame punching/nibbling machine in order to vary the focal spot contours of the laser quickly and easily on the sheet surface in accordance with the individual punching geometries. The Fraunhofer IPT managed to translate the material softening mechanisms from the shearing technique into the industrial processes of deep drawing, extrusion and bending.

New hybrid milling spindle for laser-assisted milling

Laser-assisted milling has the potential of facilitating the processing of materials such as titanium and nickel-based alloys that are difficult to machine. Local application of heat through the absorption of laser beam radiation reduces the levels of strength of these materials in the designated milling areas, significantly improving machining rates and the service lives of the machining tools. Until now, only a small area of the workpiece surface was subjected to this application of heat immediately before the milling operation would start. As part of the research project "CeraSurf", sponsored by the Volkswagen Foundation (contract no.: I/82 316), the Fraunhofer IPT has developed a hybrid spindle system with integrated laser beam guidance that couples the laser beam source through the hollow spindle to the milling machine, guiding the beam to the designated machining area immediately before the rotating blade. The process forces of this new technology are up to 60 percent lower than they are for conventional Inconel milling techniques, and the service lives of the tools are twice as long. This technique allows even the milling of densely sintered silicon nitride ceramics. The Fraunhofer IPT was able to extend the service lives of the tools by a factor of 50 through the use of conventional CBN blades. It is possible to achieve surface qualities of 180 nm Ra.

PRODUKTIONSMESSTECHNIK PRODUCTION METROLOGY



Die Abteilung »Produktionsmesstechnik« des Fraunhofer IPT beschäftigt sich mit allen Fragen der produktionsbegleitenden Messtechnik sowie allen qualitätssichernden Maßnahmen in produzierenden Unternehmen. Dabei erarbeiten wir Lösungen sowohl für die Automobilindustrie, den Maschinen- und Anlagenbau oder die Luftfahrtindustrie als auch für die Optik, Medizin- und Biotechnologie. Dazu steht uns eine umfangreiche Ausstattung moderner Messsysteme zur Verfügung, die wir nicht nur für Dienstleistungsmessungen einsetzen, sondern auch zusammen mit unseren Partnern und Messtechnik-anbietern optimieren und weiterentwickeln. Im Fokus unserer Arbeiten steht die Industrialisierung von Prozessen.

Unsere Themen

- Mikro- und Nanometrologie
 - Messverfahren und Algorithmen für die Interferometrie
 - Optikdesign und Simulation optischer Systeme
 - Dienstleistungsmessungen im Ultrapräzisionsbereich und Charakterisierung funktionaler Oberflächen und optischer Funktionselemente
- Faseroptische Sensorik
 - Miniaturisierung von Messsystemen
 - Mess- und Analysestationen für die Medizin- und Biotechnologie
 - Aufbau LWL-Verbindungen und Sonden mit individueller Strahlform und Austrittsrichtung sowie Montage mikro-optischer Bauelemente
- In-Prozess-Messtechnik
 - Integration von Messtechnik in Produktionsanlagen
 - Prozessmonitoring, -optimierung und -regelung

Kontakt/Contact

Dr.-Ing. Stephan Bichmann
Telefon/Phone +49 241 8904-245
stephan.bichmann@ipt.fraunhofer.de

The department for "Production Metrology" of the Fraunhofer IPT is working on all issues of in-process metrology and quality management that are relevant for manufacturing industry.

We develop solutions for the automotive industry, mechanical engineering industry as well as the aviation, optical, medical and biotechnology industries. The Institute is equipped with a comprehensive range of modern state-of-the-art measuring systems which are – apart from being used for contract measurements – continuously evolved and refined in close cooperation with our partners and leading providers of metrology equipment. The ultimate aim of our work is to make processes suitable for industrial manufacturing environments.

Our services

- Micro- and nanometrology
 - Measuring techniques and algorithms for interferometry
 - Optical design and simulation of optical systems
 - Ultra-precision contract measurements and characterization of functional surfaces as well as functional elements in optical systems
- Fiber-optic sensors
 - Miniaturization of measuring systems
 - Measuring and analysis stations for medical technology and biotechnology
 - Provision of optical fiber connections and probes with customized beam shapes/exit angles as well as the assembly of micro-optical components
- In-process metrology
 - Integration of measuring equipment into manufacturing facilities
 - Process monitoring, optimization and control

Maschinenintegrierte Messtechnik zur adaptiven Optikfertigung

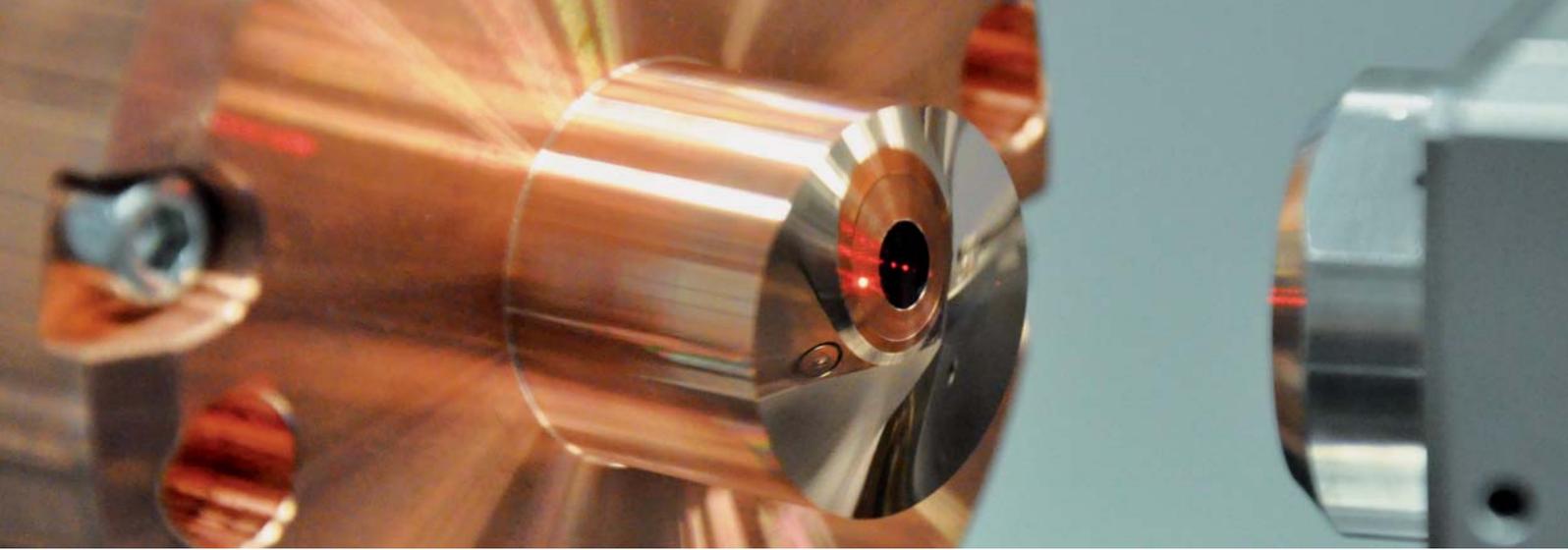
Komplex geformte Mikrooptikkomponenten finden eine breite Anwendung in vielen Industriezweigen. Bekannte Beispiele dafür sind sowohl Objektive für Miniaturkameras, etwa in Mobiltelefonen, als auch Komponenten für die LED-Strahlformung, optische Speichertechnik und Koppelemente der Faseroptik. Während der Bedarf an diesen Optiken immer weiter wächst, stellt die Herstellung dieser Bauteile die Industrie immer noch vor große Herausforderungen. So führen bei allen konventionellen Fertigungsverfahren Prozessinstabilitäten dazu, dass diese Optikbauteile – und gerade auch die Formen zu ihrer Replikation – nur iterativ unter großem Zeitaufwand und hohen Kosten gefertigt werden können.

Das Ziel des Projekts »MicroAdapt« (Förderkennzeichen: 02PC2052) ist die Entwicklung einer adaptiven Bearbeitungszelle für miniaturisierte, komplexe Optikbauteile anhand einer maschinenintegrierten Asphären-Messtechnik. Ein wesentliches Element der adaptiven Bearbeitung bildet – neben der Messtechnik zur Formprüfung – ein CAM-Modul zur Korrekturbearbeitung der optischen Funktionsfläche. Die maschinenintegrierte Asphären-Messtechnik besteht aus einem neu entwickelten, punktuell messenden deflektometrischen Sensor, der von den Bearbeitungsachsen einer Fertigungsmaschine über den Prüfling geführt wird. Die Sensordaten werden über die Achspositionen der Fertigungsmaschine referenziert, sodass die Prüflingstopografie berechnet werden kann. Der Sensor kann sehr starke Abweichungen von der Sollgeometrie erfassen und eignet sich besonders zur Messung steiler Asphären. Anschließend erfolgt ein Soll-Ist-Vergleich und die Berechnung einer korrigierten Fertigungsbahn, mit der die Formfehler minimiert werden können. Die automatisierte Messung und Korrekturbearbeitung in der Fertigungsmaschine verspricht deutlich kürzere Fertigungszeiten.

Machine-integrated measuring equipment for the adaptive production of optics

Complex-formed micro-optical components are widely used in many industries. We are familiar with them as lenses for the miniaturized cameras in cell phones, but also as components for the beam shaping mechanisms in LEDs, for optical storage media and as coupling elements in fiber optics. While the demand for these components is rising sharply, their production still confronts the manufacturing industry with a wide range of challenges. All conventional manufacturing processes are affected by process instabilities, and as a consequence, the production of these optical components – and specifically of the molds for their replication – requires many iterative steps, a lot of time and substantial costs.

The "MicroAdapt" project (contract no.: 02PC2052) aims to develop an adaptive machining cell for miniaturized, complex optical components into which a device capable of measuring aspherical components has been integrated. One essential element of such adaptive systems is – apart from the measuring equipment for shape inspection – a CAM module that can perform corrections of the functional optical surfaces. The machine-integrated measuring system for aspherical components features a newly developed point-by-point measuring, deflectometric sensor, which is guided over the object by the machining axes of the manufacturing equipment. The data provided by the sensor are referenced to the positions of the machining axes, allowing the precise calculation of the test object's topography. The sensor can detect substantial deviations from the target geometry and is particularly well suited for measurements of steeply shaped aspherical objects. The measurement is followed by a target-performance comparison and the calculation of a corrected production path in order to reduce any flaws or irregularities. Since both measurement and correction are performed automatically by the machine, it stands to expect that production times will be significantly shorter.



Neue Wellenfrontsensorik für die Optikprüfung

Asphärische Optiken eignen sich besonders für die Auslegung kompakter und leichter optischer Systeme mit wenigen Bauteilen. Um solche optischen Elemente in industriellem Maßstab zu fertigen, fehlt es jedoch auch heute noch an einer flexiblen Messtechnik für die Qualitätssicherung. Das BMWi-geförderte AiF-Projekt »WaveSense« (Förderkennzeichen: N 12638-07) zielt deshalb auf die vorwettbewerbliche Entwicklung eines neuen Verfahrens zur Wellenfrontmessung.

Im Vergleich zu konventionellen Shack-Hartmann-Sensoren bietet der Ansatz des Fraunhofer IPT einen wesentlich größeren Messbereich bei gleichzeitig höherer lateraler Auflösung. Dafür wird die zu messende Wellenfront mit einer Mikrospiegelmatrix in einzelne, eindeutig codierte Subaperturen zerlegt. Die Subaperturen werden nacheinander auf eine hochdynamische, analoge Auswerteeinheit gelenkt. So lässt sich die Wellenfront scannen und jeder Messpunkt kann mit dem gesamten Messbereich der Auswertung erfasst werden, der beim konventionellen Shack-Hartmann-Verfahren allen Messpunkten gemeinsam zur Verfügung steht. Dadurch erhöht sich der Messbereich um das Fünffache – bei gleichbleibend hoher Auflösung.

Die wissenschaftlichen Herausforderungen liegen vor allem in der Beherrschung der Beugungseffekte, die durch das Mikrospiegelarray hervorgerufen werden, und in der Auslegung der optischen Systeme. Hier kommt Optikdesign-Software zum Einsatz, die es erlaubt, optische Systeme hinsichtlich der geforderten Abbildungseigenschaften zu optimieren. Verwendung finden dabei auch Streulicht- und Toleranzanalysen.

New wavefront sensors for the testing of optical components

Aspherical optics are highly suitable for compact and light optical systems that feature only a few components. Before such optical elements can be manufactured in large series and on an industrial scale, however, a flexible measuring technology for the purpose of delivering quality assurance will still need to be provided. In recognition of this problem, the precompetitive research project "WaveSense", conducted by the German Federation of Industrial Research Associations AiF and sponsored by the German Federal Ministry of Economics and Technology (contract no.: N 12638-07), is aiming to develop a new wavefront measurement technique.

The technological approach used by the Fraunhofer IPT allows the measuring devices to cover a far larger area than conventional Shack-Hartmann sensors while simultaneously delivering a higher lateral resolution. For this purpose, an array of micro-mirrors divides the wavefront into individual, uniquely coded sub-apertures which are then successively directed on to a highly dynamic, analog evaluation unit. This allows the wavefront to be scanned and each measuring point to be acquired with the total measuring range of the evaluation system – a range which the conventional Shack-Hartmann system makes only available for all measuring points together. In other words: the new technique increases the measuring range by a factor of five while preserving the resolution.

Scientific challenges are mainly posed by the need to control the diffraction effects which are caused by the array of micro-mirrors, and by the task of designing the optical systems. Optical design software is used for this purpose which enables the optimization of optical systems to the point where they can deliver the required imaging properties. Scattered light analyses and tolerance analyses are also used.

Miniaturisierung durch faseroptische Sensoren

Die wachsende Leistungsfähigkeit moderner Fertigungsverfahren erlaubt die Herstellung immer exakterer und filigraner Strukturen. Ein populäres Beispiel aus der Automobilindustrie ist die Fertigung kleinster Bohrungen für Diesel-Einspritzsysteme mit Durchmessern unter 150 µm. Um die hohen Qualitätsanforderungen solcher Bauteile zu gewährleisten, muss auch die Messtechnik dem Trend der Miniaturisierung folgen.

Die Abteilung »Produktionsmesstechnik« des Fraunhofer IPT entwickelt im Kundenauftrag individuelle Mess- und Sensorsysteme zur hochgenauen Überwachung und Charakterisierung neuer Fertigungsverfahren. Als zentrales Element in miniaturisierten Messsystemen dienen Lichtwellenleiter, die das erforderliche Licht exakt an die richtige Stelle führen. Indem sie die Messsignale optisch übertragen, lassen sich robuste Sensordesigns entwickeln. Diese Sensoren sind unempfindlich gegenüber elektromagnetischen Störungen und erlauben Messungen mit Genauigkeiten im Nanometerbereich. Weitere Vorteile lichtwellenleiterbasierter Sensoren sind ihre Langzeitstabilität und Beständigkeit gegenüber einer Vielzahl von Chemikalien.

Neben Sensoren zur Messung geometrischer Größen entwickelt und fertigt das Fraunhofer IPT auch Temperatur-, Druck- und Spektroskopiesonden, die bereits erfolgreich in endoskopische Systeme integriert wurden. Das Fraunhofer IPT entwickelt, fertigt und montiert die Sensoren, integriert sie in Maschinen und Messgeräte und übernimmt die Konstruktion und das opto-mechanische Design individueller Messsonden.

Miniaturization through fiber-optical sensors

The increasing efficiency of modern manufacturing techniques allows the production of ever more exact and finer filigree structures. One example well-known to insiders is the production of very small boreholes with diameters of less than 150 µm for automotive diesel injection systems. In order to meet the high quality requirements of such components, measuring technology must keep up with the trends towards increasing miniaturization.

The department for "Production metrology" of the Fraunhofer IPT is developing customized measuring systems and sensors for the high-accuracy monitoring and characterization operations of its clients. The central components of miniaturized measuring systems are fiber optic cables that guide the required amount of light to the correct spot. Since the measuring signals are optically transmitted, it is possible to develop robust sensor designs. These sensors are immune to electromagnetic interference, enabling measurements with accuracies in the nanometer range. Fiber-based sensors also provide high long-term stability and are resistant to a wide range of chemicals.

In addition to sensors capable of measuring complex geometries, the Fraunhofer IPT also develops and produces temperature, pressure and spectroscopy probes that have already been successfully integrated into endoscopy systems. The Fraunhofer IPT develops, manufactures and assembles these sensors before integrating them into machines and measuring equipment. It also develops the opto-mechanical design of customized measuring probes and constructs these probes.



Absicherung automatisierter Zellkulturprozesse durch optische Messtechnik

Im hochdynamischen Wachstumsmarkt der Biotechnologie werden bei der Produktentwicklung manuelle Tätigkeiten in automatisierte Produktionsprozesse umgesetzt. Eine leistungsfähige Prozesssensorik bildet die Grundvoraussetzung, um die komplexen Vorgänge erfassen und steuern zu können. Viele Verfahren nutzen kultivierte Zellen und deren Produkte und verarbeiten diese weiter. Hier gilt es, dynamische Proliferationsraten, Wachstumszyklen und Kontaminationen automatisch und zuverlässig zu erfassen.

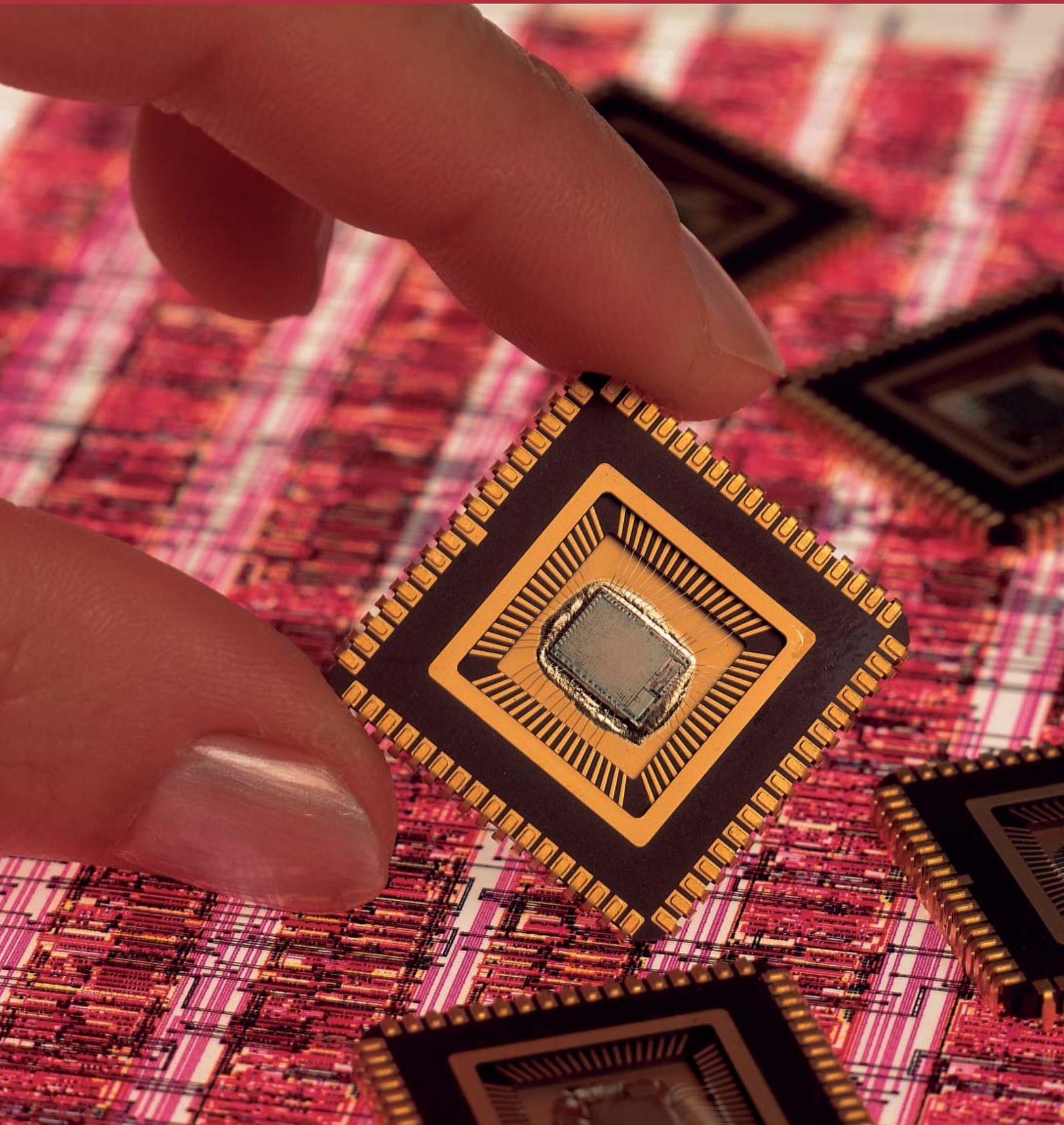
Das Fraunhofer IPT entwickelt Prozesssensorik und Messsysteme zur Integration in vollautomatisierte Zellkulturanlagen (vgl. Seite 111). Unterschiedliche Technologien dienen dazu, möglichst effizient Informationen über die Zellen zu gewinnen. Um das Risiko von Kreuzkontaminationen zu verringern, setzt das Fraunhofer IPT hauptsächlich auf optische Messverfahren, die eine schnelle Analyse der Zellkulturen erlauben. So lassen sich die gewonnenen Informationen wie Proliferationsgrad, Zellmorphologie, optische Dichte, pH-Wert und spektrale Verteilung schnell und kostengünstig analysieren.

Safe automatic cell culture processes through optical measuring techniques

Manual product development operations in the highly dynamic growth market of the biotechnology industry are increasingly converted to automatic processes. Highly efficient process sensors are required to monitor and control the complex sequences that are involved. In many techniques, cultivated cells and their products are used and further processed. For these applications, the ability to automatically detect and to reliably measure dynamic proliferation rates, growth cycles and contaminations is of crucial importance.

The Fraunhofer IPT is developing process sensors and measuring systems that can be integrated into fully automatic cell culture systems (see also page 111). Different technologies are used to acquire information about these cells as efficiently as possible. In order to reduce the risk of cross-contaminations, the Fraunhofer IPT is concentrating its efforts on optical measuring techniques that allow an immediate analysis of the cell cultures and data about the degree of proliferation, the cell morphology, the optical density, the pH-value and the spectral distribution to be analyzed quickly and cost-effectively.

PRODUKTIONSQUALITÄT
PRODUCTION QUALITY



Einzigartige Produkte und fehlerfreie, effiziente Prozesse sind entscheidende Differenzierungsmerkmale im globalen Wettbewerb. Eine zentrale Aufgabe des Qualitätsmanagements ist es daher, robuste Prozesse zu industrialisieren sowie die Sicherheit und Zuverlässigkeit von Produkten zu gewährleisten. Die effiziente Anwendung der richtigen Methoden, Werkzeuge, Verfahren und Technologien zur Qualifikation von Mensch, Organisation und Technik sind dabei entscheidend.

Wir gestalten die Produktionsqualität und entwickeln und erforschen leistungsfähige Werkzeuge und Verfahren, um sichere und zuverlässige Produkte ökonomisch und ökologisch effizient zu produzieren.

Unsere Leistungen

- Produktionseffizienz
 - Verschwendungsfreie und robuste Prozessgestaltung
 - Optimierung von Prozessketten in der Fertigung
 - Green Quality – integrierte ökonomische und ökologische Bewertung und Optimierung von Produkten und Prozessen
 - Optimierung von Geschäftsprozessen
- Unternehmensdynamik
 - Aufbau von Risikomanagementsystemen
 - Präventive Erfassung, Bewertung und Steuerung von Risiken
 - Strategische Ausrichtung zum industriellen Dienstleister
 - Professionalisierung der Entwicklung mechatronischer Produkte

Kontakt/Contact

Dipl.-Ing. Christoph Hammers
Telefon/Phone +49 241 8904-342
christoph.hammers@ipt.fraunhofer.de

Exceptional products and flawless, efficient processes are the unique selling points on a highly competitive global market. Quality management needs to make robust processes suitable for industrial manufacturing environments and to assure the safety and reliability of the products. The decisive element is the efficient application of the correct methods, tools, techniques and technologies to qualify the human, structural and technological resources.

We research as well as develop high-performance tools and processes in order to enable the economically and ecologically efficient production of safe and reliable products.

Our services

- Efficient production
 - Design of waste-free and robust industrial processes
 - Optimization of manufacturing process chains
 - Green Quality – resource-efficient production techniques
- Dynamic enterprises
 - Preventive risk detection, evaluation and control
 - Strategic alignment with industrial service providers
 - Professionalized development of mechatronic products

Green Quality – Mit integriertem ökologischem und ökonomischem Ansatz zum Wettbewerbsvorteil

Das Fraunhofer IPT entwickelt für das Energie- und Ressourcenmanagement umfassende Instrumente und Methoden: In verschiedenen öffentlich geförderten Projekten wie dem AIF-Projekt »Naqusik« (Förderkennzeichen: 140546) ebenso wie in bilateralen Projekten passt das Fraunhofer IPT Methodensets individuell an die Bedürfnisse von Unternehmen an und transferiert sie auf diese Weise von der Forschung in die Anwendung. Drei erfolgreich angewendete Methoden sind die Green Quality Scorecard, die Green-Quality-Bewertungssystematik und die systematische Einführung von Energiemanagementsystemen.

Integrierte ökonomische und ökologische Analyse

Um Nachhaltigkeit, Ressourcen- oder Energieeffizienz eines Unternehmens zu verbessern, ist es wichtig zunächst eine quantitative Entscheidungsgrundlage zu schaffen: Messgrößen und Kennzahlen(systeme) zu Qualität, Ökologie und Ökonomie von Produkten bilden den tatsächlichen Zustand von Prozessketten ab. Mit der Green-Quality-Bewertungssystematik analysiert und bilanziert das Fraunhofer IPT die Qualitätsdaten sowie die ökologischen, ökonomischen Werte über den gesamten Produktlebenszyklus und setzt sie miteinander in Bezug. Auf diese Weise gelingt es, Prozessketten zu bewerten und die Nachhaltigkeit von Optimierungsmaßnahmen ganzheitlich zu bestimmen. Darüber hinaus entstehen Bilanzierungssysteme, die beispielsweise ein Produkt hinsichtlich seiner Nachhaltigkeit über den gesamten Produktlebenszyklus charakterisieren. Wird der Untersuchungsfokus auf das Unternehmen ausgeweitet, entsteht ein umfassendes Bild. Die Analyseergebnisse überträgt das Fraunhofer IPT in die Green Quality Scorecard, ein strategisches Planungs- und Managementsystem, das ökologische Herausforderungen gleichberechtigt neben den wirtschaftlichen und qualitativen betrachtet.

Green Quality – Gaining a competitive edge through the integration of economic and ecological approaches

The Fraunhofer IPT develops comprehensive instruments and techniques for energy and resource management: in a number of publicly sponsored projects such as the "Naqusik" project of the Association of Industrial Research Institutions AiF (contract no.:140546) as well as in bilateral ventures, the Fraunhofer IPT customizes industrial techniques to the specific requirements of enterprises, in effect transferring them from the world of academia and research into an industrial and commercial context. Three successfully applied methods are the Green Quality Scorecard, the Green Quality Evaluation System and the systematic introduction of energy management systems.

Integrated economic and ecological analyses

Before any given company's levels of sustainability, resource efficiency and energy efficiency can be improved, a quantitative basis of decisions must be established: measured values and KPI (systems) that provide reliable information about the quality, the ecological profile and the economic viability of products represent the actual condition of the process chains involved. The Green Quality Evaluation System developed by the Fraunhofer IPT captures and analyzes the quality data as well as the ecological and economic values across the entire product life cycle before it reveals connections and correlations. This process allows the Institute to evaluate the process chains and to determine the sustainability of optimization measures. It also enables the development of assessment systems that measure the sustainability of any given product throughout its entire life cycle. By widening the focus of such assessments to include entire companies, more comprehensive analyses can also be conducted. The Fraunhofer IPT enters the results of its analyses into the Green Quality Scorecard, a strategic planning and management system that does not prioritize economic challenges and quality issues and views ecological challenges as their equivalent.



Energiemanagement

Die Einführung eines Energiemanagementsystems ist direkt erfolgswirksam, denn es schafft die Strukturen und Voraussetzungen, um verantwortungsbewusst mit der kostbaren Ressource Energie umzugehen. Das Fraunhofer IPT entwickelt deshalb eine systematische Vorgehensweise, die produzierende Unternehmen in die Lage versetzt, ein Energiemanagement umzusetzen, zu betreiben und im Anschluss eine Zertifizierung nach der Norm DIN EN 16001:2009 zu erwerben. Bereits durch erste technische, organisatorische und kaufmännische Maßnahmen sind häufig schon mehr als 15 bis 20 Prozent der jährlichen Energiekosten einzusparen. Größere Investitionen rentieren sich zumeist nach ein bis zwei Jahren.

Systematisches Risikomanagement

Produzierende Unternehmen sind durch Gesetze, Normen und Standards, wie die EN ISO 14971, MQG, FDA, aber auch durch den Wunsch nach einer sicheren Arbeitsumgebung und Produkten dazu verpflichtet, verschiedene betriebliche, operationelle oder produktbezogene Sicherheitsstandards zu gewährleisten. Dies in der betrieblichen Praxis umzusetzen ist Gegenstand des Risikomanagements. Eine große Herausforderung bietet dabei nicht nur die effiziente Umsetzung, sondern auch die Anwendung des Risikomanagements im Bezug auf komplexe Produkte und neue Herstellverfahren. Bestehende Analyseinstrumente zur umfassenden Risikobetrachtung sind hier alleine nicht mehr ausreichend.

Durch den praktischen Einsatz bewährter Instrumente und Methoden des präventiven Qualitätsmanagements und die Entwicklung neuer Methoden des technischen Risikomanagements unterstützt das Fraunhofer IPT in zahlreichen bilateralen Projekten Unternehmen unterschiedlicher Größe – vom KMU bis zum Großunternehmen. Mit einem solchen präventiven Qualitäts- und Risikomanagement beugen Unternehmen Risiken vor, die neben Kosten auch Krisen hervorrufen können.

Energy management

The implementation of an energy management system has an immediate effect on a company's results because it provides the structures and conditions that are required for a responsible use of valuable energy resources. The Fraunhofer IPT is therefore developing a systematic approach that will enable manufacturing companies to implement an energy management system, to operate it successfully and to acquire the corresponding certificate in accordance with the standard DIN EN 16001:2009. A few technical, structural and commercial measures alone are often enough to reduce the annual energy costs by 15 to 20 percent. Even larger investments will generally become profitable after one or two years.

Systematic risk management

Laws, regulations and industrial standards such as EN ISO 14971, MQG and FDA oblige manufacturing enterprises to comply with a range of technical, operational and product-specific safety standards – but even without these, most enterprises would be well aware of the benefits that a safe working environment and safe products provide. Risk management systems have the task of ensuring that these standards and guidelines are routinely complied with. Apart from implementing these standards efficiently, a risk management system must also ensure that they are consistently applied to complex products and new production techniques. Existing analytic tools for comprehensive risk assessments alone cannot deliver this.

Through the practical use of proven instruments and methods of preventive quality management and the development of new technological risk management techniques, the Fraunhofer IPT has supported enterprises of different shapes and sizes – from the SME to large industrial corporations – in a large number of bilateral projects. Preventive quality and risk management strategies allow enterprises to avoid risks that

Das Risikomanagement wird entlang des Lebenszyklus eingesetzt: beginnend mit der Abschätzung von Risiken in Entwicklungsprojekten und der qualitativen Absicherung von Beschaffungen über die Stabilisierung von Fertigungsprozessen bis hin zur Produktsicherheit bei der Nutzung durch den Kunden. Neben dem Risikomanagement produzierender Unternehmen betrachtet das Fraunhofer IPT innerhalb des Projekts »ServRisk – Risikominimierter Innovationsprozess für industrielle Dienstleistungen«, das vom Land Nordrhein-Westfalen gefördert wird (Förderkennzeichen: 290071902), auch seine Anwendung im Service-Bereich.

Self-Assessments für Managementsysteme

Der Betrieb eines systematischen Risikomanagements erfordert eine regelmäßige Analyse und Bewertung des eigenen Managementsystems. Eine effiziente Bewertung gelingt mit einem Self-Assessment-Konzept, das das Fraunhofer IPT gemeinschaftlich mit industriellen Partnern entwickelt hat. Solche Selbstbewertungsinstrumente bieten Unternehmen die Gelegenheit, die eigene Einschätzung ausgewählter Managementsysteme darzulegen und systematisch Stärken und Schwächen aufzudecken, sodass Verbesserungsmaßnahmen identifiziert werden können.

Das Self-Assessment-Konzept enthält nicht nur die entwickelten Mindeststandards und zugehörigen Prozesse, Methoden und Kennzahlen für die unterschiedlichen Managementsysteme, sondern auch methodische Grundlagen zur Anwendung des Konzepts. Dazu gehört das Software-Tool SAMS (Self-Assessment-Management-Systeme), das die Durchführung von Self-Assessments deutlich erleichtert. Im Self-Assessment-Konzept und in der Softwarelösung SAMS hat das Fraunhofer IPT langjährige praktische Projekterfahrungen in Unternehmen verschiedenster Branchen umgesetzt.

could prove to be costly and even cause critical situations. Risk management strategies cover entire life cycles: risk assessments for development projects, quality assurance measures for procurements, the stabilization of manufacturing processes and finally measures to ensure that the products are safe when used by the customers. In addition to analyses of the risk management strategies applied by manufacturing companies, the Fraunhofer IPT is also conducting studies into the risk management practices of the service industries. This research takes place as part of the project "ServRisk – Risk-minimizing innovations for industrial services" which is sponsored by the Government of the Land North Rhine Westphalia (contract no.: 290071902).

Self-assessment evaluations of management systems

Any company that wants to operate an effective risk management system must regularly analyze and evaluate its management system. An efficient way of delivering such analyses is provided by the self-assessment concept that was developed by the Fraunhofer IPT in close cooperation with its industrial partners. Self-assessment tools provide enterprises with the opportunity of representing its own evaluation of selected management systems, systematically identifying strengths and weaknesses with a view to designing measures for further improvement.

The self assessment package comprises not only a definition of certain minimum standards and the corresponding processes, techniques and indicators for the different management systems, but also the methodological foundations for a successful application of the concept. This includes the SAMS software tool (Self Assessment Management Systems) that greatly facilitates the conduct of self-assessments exercises. Both the self-assessment concept and the SAMS software solution are based on many years of practical project experience acquired by the Fraunhofer IPT in its work for companies and corporations from a wide range of industries.



Studie zu Qualitätsmanagementsystemen in der Industrie

Mit der Studie »Qualität in produzierenden Unternehmen Deutschlands 2010« untersuchte das Fraunhofer IPT aktuelle Zusammenhänge zwischen den Qualitätsmaßnahmen und dem Erfolg von Unternehmen.

Die Studie zeigt, dass 79 Prozent der erfolgreichen Unternehmen den Qualitätsaspekt bereits umfassend in ihrer Unternehmensstrategie verankert haben. Das Fraunhofer IPT belegt damit, dass der Aspekt »Qualität als strategischer Fokus« ein wichtiger Baustein für den unternehmerischen Erfolg ist. Erfolgreiche Unternehmen passen die vielfältigen Methoden des Qualitätsmanagements individuell an ihre Bedürfnisse an und reagieren kontinuierlich auf die Veränderungen in ihrem Umfeld.

Für die Studie befragte das Fraunhofer IPT rund 500 produzierende Unternehmen der Branchen Maschinenbau, Optik, Medizintechnik, Automobil- und Elektrotechnik. Die Entwicklung der vergangenen Jahre zeigt, dass Qualitätsmanagementsysteme heute in fast 90 Prozent der Unternehmen zu finden sind. Wirkungsvolle Systeme bilden zudem bereichsübergreifend alle Prozesse und Abläufe im Unternehmen transparent ab.

Die Studie erläutert, welche Kriterien ein ganzheitliches Qualitätsmanagement umfasst und wie dieses in den Unternehmen umgesetzt wird.

Die Studie ist als Buch mit 80 Seiten über das Fraunhofer IPT erhältlich: markus.grosse.boeckmann@ipt.fraunhofer.de

Study about quality management systems in the industry

In its study "Quality in German Manufacturing Companies 2010", the Fraunhofer IPT examined the links between quality assurance policies and corporate success.

The study shows that 79 percent of successful companies have comprehensively integrated quality concerns into their corporate strategies. The Fraunhofer IPT thereby demonstrates that the idea of "quality as a strategic focus" is an important module for corporate success. Successful enterprises customize the various aspects of quality management to their individual requirements and continuously react to the changes that occur in their business environments.

For the purposes of the study, the Fraunhofer IPT interviewed leading representatives from about 500 manufacturing enterprises in mechanical engineering, the optical and the medical technology industries, car manufacturing and electrical engineering. The developments of the past few years have demonstrated that quality management systems have been introduced in nearly 90 percent of all companies. Effective systems provide transparent and cross-departmental representations of all processes and operational procedures in the company.

The study describes the criteria of integrated quality management systems and the corporate strategies of implementing them.

The study has been published as a book (80 pages, german only) and can be ordered from the Fraunhofer IPT: markus.grosse.boeckmann@ipt.fraunhofer.de

TECHNOLOGIEMANAGEMENT TECHNOLOGY MANAGEMENT



Die Fähigkeit, technologischen Wandel schnell umzusetzen, entscheidet immer öfter über den wirtschaftlichen Erfolg. Daher ist ein durchdachtes Technologiemanagement heute kein Luxus mehr, sondern eine Notwendigkeit. Wer eine erfolgreiche Wettbewerbsposition aufbauen und halten will, muss seine Technologien kundenorientiert entwickeln, erschließen, einsetzen und substituieren.

Hier gilt es Produkt-, Produktions- und Materialtechnologien ganzheitlich zu betrachten und zu bewerten. Nur ein strukturiertes Technologiemanagement ermöglicht es, die eigenen technologischen Fähigkeiten optimal auf Kundenanforderungen abzustimmen, die richtigen Technologien gezielt weiter zu entwickeln und dadurch erfolgreiche Differenzierungspotenziale aufzubauen.

Ziel ist ein professionelles Technologiemanagement, mit dem Unternehmen frühzeitig die richtigen Technologien identifizieren, diese optimal einsetzen und unwirtschaftliche oder veraltete Technologien rechtzeitig substituieren können.

Unsere Leistungen

- Technologiemanagement- und FuE-Analysen (Audits)
- Organisations- und Prozessgestaltung
- Technologie-Roadmapping
- Technologie- und kompetenzbasierte Geschäftsfelderweiterung
- Technologie- und Marktpotenzialanalysen
- Unternehmensbewertung
- Produktionsoptimierung
- Benchmarking und Studien

Kontakt/Contact

Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Markus Wellensiek
Telefon/Phone +49 241 8904-114
markus.wellensiek@ipt.fraunhofer.de

The ability to implement technological change rapidly and decisively is a vital condition for economic success. This is why a sophisticated technology management is no longer a luxury but a necessity in today's ultracompetitive business environment. Anybody who wants to obtain and maintain a successful market position, will need to adapt the processes of developing, implementing and of eventually replacing technologies according to the changing requirements of customers.

For this purpose, product, production and material technologies must be viewed and treated in an integrated manner. Only a structured technology management will allow companies to successfully adapt their technological skills to customer requirements, to pick the right technologies in which to invest for further research and to develop and cultivate unique selling propositions.

Professional technology management enables companies to identify the right technologies at an early stage, to use these technologies correctly and to replace technologies before they become obsolete or no longer economically viable.

Our services

- Technology management and R&D audits
- Design of industrial processes and organizational restructuring
- Technology roadmaps
- Technology- and competence-based business expansion
- Analyses of technological and market potentials
- Technology evaluation
- Optimization of production processes
- Benchmarking and studies

Technologiemanagement bei der Vaillant Group: Langfristiges Denken und Handeln als Erfolgsfaktoren

Mit weltweit rund 12 300 Mitarbeitern ist die Vaillant Group eines der führenden Unternehmen in der Heiz-, Klima- und Lüftungstechnik. Das Familienunternehmen setzt nicht auf kurzfristige Erfolge, sondern legt besonderen Wert auf die langfristige Steigerung des Unternehmenswertes durch konsequente Ausrichtung auf Innovationen. Um seinen technologischen Vorsprung zu halten, setzt das Unternehmen auf ein systematisches Technologiemanagement. Dies erlaubt es, frühzeitig neue Ideen und Technologien zu identifizieren, ganzheitlich zu bewerten, ihren Einsatz transparent zu planen und sie gezielt weiter zu entwickeln. Derzeit führt die Vaillant Group ein strukturiertes, bereichsübergreifendes Technologiemanagement ein.

Technologiemanagement bewerten, optimieren und anwenden

In einem gemeinsamen Projekt mit der Vaillant Group überprüfte und optimierte das Fraunhofer IPT das derzeitige Technologiemanagement des Unternehmens. Ziel war es, das bestehende Gesamtkonzept hinsichtlich der Organisation, der Aufgaben und Prozesse und der existierenden Hilfsmittel zu bewerten. Das Fraunhofer IPT führte dazu bei Vaillant ein umfassendes Audit durch. Auf Basis der Ergebnisse detaillierte das Fraunhofer IPT einige Elemente des bisherigen Technologiemanagementkonzepts, so dass es den aktuellen Anforderungen und organisatorischen Randbedingungen des Unternehmens optimal entspricht.

Das veränderte Konzept wurde in einem Entwicklungsbereich von Vaillant bereits exemplarisch umgesetzt. Dabei sammelten die beteiligten Mitarbeiter erste Anwendungserfahrungen mit den Prozessen und Hilfsmitteln des Technologiemanagements: »Technologieradare« und »Technologieportfolios« helfen dabei, frühzeitig und systematisch neue technologische Ideen

The Vaillant Group's technology management: Long-term thinking and acting as basis for success

The Vaillant Group employs about 12,300 people world-wide and is one of the leading corporations in the heating and air conditioning industry. It is also a family business that has always prioritized innovations and long-term increase of corporate value rather than short-term gains. The company has introduced a systematic technology management as a means of defending its competitive advantage. This system allows Vaillant to identify new ideas and technologies at early stages of their development, to conduct integrated evaluations, to plan their eventual use in a careful and transparent manner and to adapt them to their own requirements. Vaillant is currently preparing the cross-departmental introduction of a structured technology management.

Evaluation, optimization and application of technology management

As part of a joint project with the Vaillant Group, the Fraunhofer IPT examined and evaluated Vaillant's current technology management. The objective was to deliver an independent assessment of the overall concept in the light of its internal structure, its tasks, its processes and the existing resources. For this purpose, the Fraunhofer IPT conducted a comprehensive audit and subsequently detailed certain elements of Vaillant's technology management, matching it perfectly with current requirements and structural conditions of the enterprise.

Vaillant has already exemplarily implemented the new technology management concept into a development area, allowing employees to gather initial experiences with the processes and resources of the new system. "Technology radars" and "technology portfolios" will help the company to identify and evaluate new technological ideas and trends systematically and at an early stage. A "technology roadmap" will provide a clear representation of any measures that may be required and

und Trends zu erkennen und zu beurteilen. Anhand einer »Technologie-Roadmap« lässt sich der Handlungsbedarf darstellen und der Produkt- und Technologieeinsatz langfristig aufeinander abstimmen. So entsteht eine bereichsübergreifende Transparenz über technologische Entwicklungsaktivitäten. Diese erste Umsetzung des optimierten Technologiemanagements bewies Praxistauglichkeit und lieferte erste greifbare Ergebnisse sowie wichtige Erfahrungen für die weitere Umsetzung.

Konzeptstudie zur Fertigung einer Raketendüse

EADS Astrium ist eines der führenden Unternehmen der Raumfahrtindustrie. Der Unternehmensbereich Space Transportation entwickelt und fertigt Raumfahrzeuge und -systeme für den Einsatz im Weltall. In einem Programm der European Space Agency werden zukünftige Raketenkonzepte entwickelt.

Ziel des Projekts war es, geeignete Fertigungstechnologien und -konzepte für Raketendüsen zu identifizieren und zu bewerten. Da das Gewicht jeder einzelnen Komponente großen Einfluss auf die Kosten von Raumtransporten nimmt, kam es bei der Auswahl des Designs und des Materials der Raketendüse vor allem auf eine gewichtsoptimierte Bauweise an.

In einem ersten Schritt analysierte das Fraunhofer IPT gemeinsam mit EADS Astrium zunächst die Anforderungen an das Material, die geometrischen Dimensionen und die Toleranzen und berücksichtigte dabei auch die Schnittstellen zu anderen Raketenteilen wie dem Triebwerk. Weitere Betrachtungen galten den unterschiedlichen Gestaltungsvarianten der Düse und des »Interfaces« zur Brennkammer. Um alle Vor- und Nachteile der verschiedenen Bauweisen zu berücksichtigen, kamen bei der Konzeptbewertung sowohl Technologieexperten von EADS Astrium als auch weitere Fertigungsspezialisten zu Wort.

allow a long-term coordination of product development and technology development, guaranteeing a cross-departmental transparency about technological development activities. This first practical implementation of the optimized technology management demonstrated its suitability for industrial environments and provided concrete results as well as important experiences on which the further roll-out of technology management can be based.

Conceptual study about the production of a rocket nozzle

EADS Astrium is a leading aerospace company. The Space Transportation business unit develops and manufactures spacecraft and technology systems for use in space. Within a program of the European Space Agency, new rocket concepts for the future are currently in development.

The project aimed to identify and evaluate suitable manufacturing concepts and processes for the production of rocket nozzles. Since the weight of each individual component has an important impact on the cost of space travel, weight-optimization was of great concern for the rocket design and an important criterion for the selection of materials.

The Fraunhofer IPT and EADS Astrium started by closely analyzing the required properties of the materials, the geometric dimensions and the tolerances while also taking into account the interfaces with other elements of the rocket such as the engine. The different design options for the nozzle and the interface with the combustion chamber were also considered. In order to analyze all pros and cons of the different options, the concept evaluation involved technology specialists from EADS Astrium as well as other manufacturing experts.

Zusätzlich wurden Materialalternativen geprüft und mit Blick auf die festgelegten Anforderungen bewertet. Der Vergleich verschiedener Materialeigenschaften wie Temperaturbeständigkeit oder Umformbarkeit bildete die Grundlage für eine systematische Auswahl des Materials zur Fertigung der Raketendüse.

Auswahl einer optimalen Prozesskette

Ein breit angelegtes Screening diente dem Fraunhofer IPT dazu, verschiedene Umform- und Fügetechnologien im Hinblick auf ihre Eignung für die Düsenfertigung zu analysieren und die Ergebnisse mit den Technologieexperten von EADS Astrium zu diskutieren. Eine Bewertung der Technologien anhand von Kriterien wie Herstellkosten, Prozesssicherheit und Flexibilität bildete die Basis für eine Vorauswahl der aussichtsreichsten Technologien, die später detailliert betrachtet wurden. Das Projektteam identifizierte alternative Prozessketten zur Fertigung der gesamten Düse, deckte kritische Prozessschritte auf und erarbeitete Lösungsvorschläge, um abschließend die am besten geeignete Prozesskette auszuwählen.

Das Fraunhofer IPT schuf auf diese Weise eine transparente Informationsbasis an geeigneten Technologien und Konzepten zur Fertigung der zukünftigen Raketendüse. EADS Astrium entwickelte die empfohlene Prozesskette im Anschluss an das Projekt weiter und setzte sie mit Erfolg zur Fertigung eines Demonstratorbauteils ein.

Alternative materials were tested and evaluated in view of the existing profile of requirements. The systematic selection of the materials for the rocket nozzle was based on a comparison of material properties such as heat resistance and formability.

Selection of the best possible process chain

The Fraunhofer IPT used a comprehensive screening process to analyze a wide range of forming and joining technologies, establishing whether or not they were suitable for the task in hand before submitting the results of these tests to EADS Astrium and discussing them with the experts. A technology assessment that was based on criteria such as manufacturing costs, process reliability and flexibility provided the basis for a first selection of potential candidates which were then subjected to more thorough analyses. The project team designed alternative process chains for the production of the nozzle, identified critical process steps and developed solutions on the basis of which the most suitable process chain was eventually determined.

The Fraunhofer IPT used this process to establish a transparent foundation of information featuring viable technologies and concepts for the construction of the future rocket nozzle. After the completion of the project, EADS Astrium subjected the recommended process chain to a further development stage and eventually implemented it in the manufacturing of a demonstrator component.

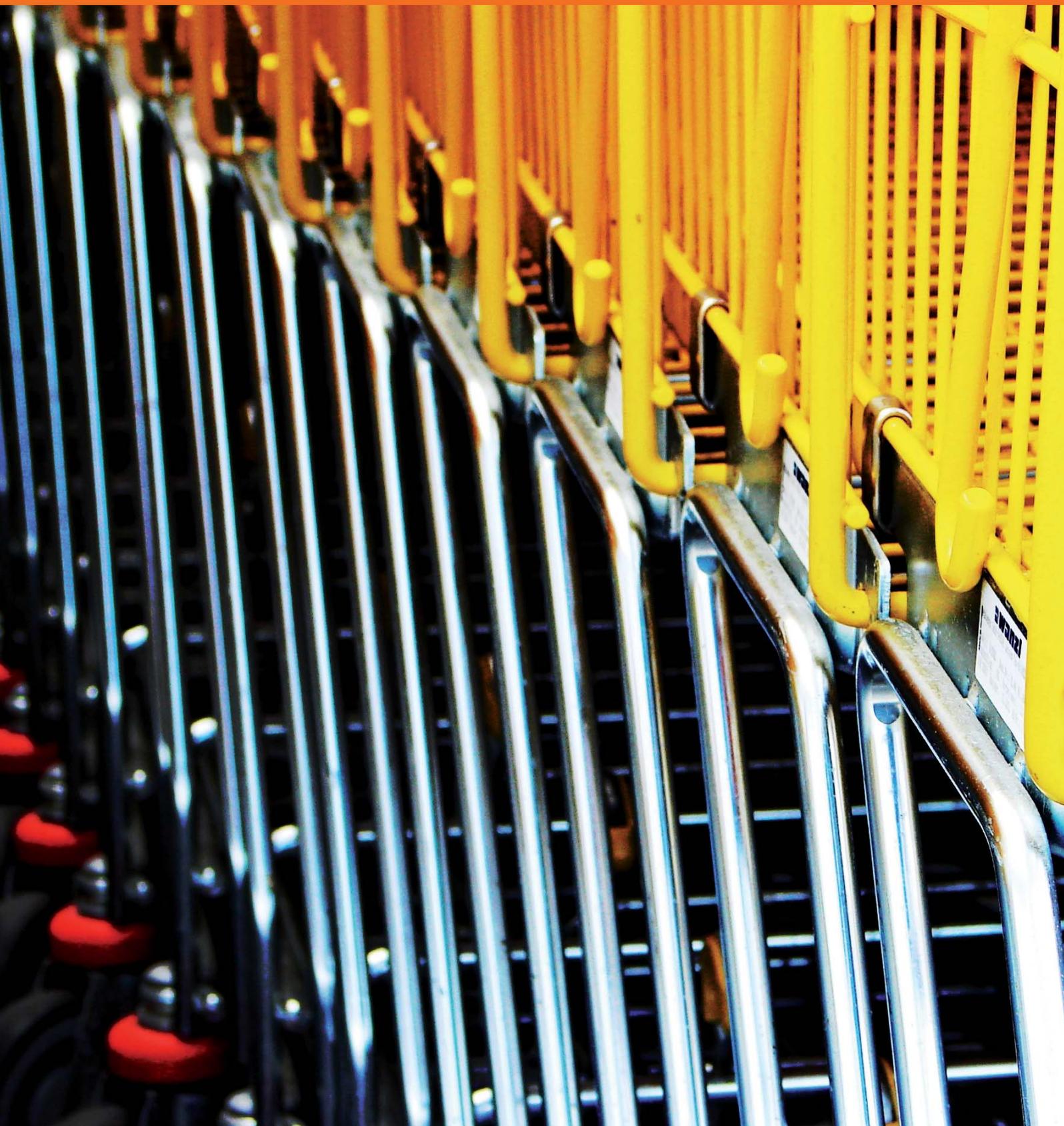
Leitfragen des Technologiemanagements

- Welche Technologien sind in Zukunft verfügbar?
- Welche Bedeutung haben die derzeit eingesetzten Technologien?
- Was sind Ihre Kerntechnologien?
- Wie können Sie technologische Alleinstellungsmerkmale wirkungsvoll aufbauen?
- Welche Produkt- und Produktionstechnologien benötigen Sie für Ihr zukünftiges Produktspektrum?
- Welche technologischen Entwicklungen sollten Sie forcieren, wann sollten diese starten und unter welchen Voraussetzungen abgebrochen werden?
- Wie nutzen Sie das Potenzial Ihrer Technologien effizienter?
- Wie können Sie Ihre Produkte mit technologischen Maßnahmen gegen Piraterie schützen?
- Wann und wie sollte der Wechsel auf eine andere Technologie erfolgen?

Key questions of technology management

- Which technologies will be available in future?
- How important are the currently used technologies?
- What are your core technologies?
- How can be generated unique technological selling points?
- What product and production technologies do you need for the product range of the future?
- What technological developments do you seek to implement, when will you start and when or under what circumstances will you abandon these plans?
- How can you more effectively exploit the potentials of your technologies?
- What technologies can you use to protect your products against piracy?
- When and how should you convert to a different technology?

TECHNOLOGIEEINKAUF
TECHNOLOGY PURCHASING



Viele Unternehmen sehen den Einkauf nach wie vor als reine Unterstützungs- und Bestellfunktion an. Doch in Zeiten, in denen die technologischen Anforderungen an die beschafften Waren stetig wachsen und Lieferketten komplexer werden, kommt dem Einkauf eine strategische Bedeutung zu, die häufig unterschätzt wird.

Die Potenziale des Einkaufs lassen sich nur dann voll ausschöpfen, wenn der Einkauf eine strategische Querschnittsfunktion einnimmt. Im Zusammenspiel mit anderen Unternehmensfunktionen wie Produktion, Vertrieb und Entwicklung eröffnen sich bislang oft ungenutzte Chancen, Wertbeiträge für das Unternehmen zu leisten.

Auch der Umgang mit Lieferanten muss sich zu einem verstärkt kooperativen Lieferantenmanagement entwickeln. Ziel ist es, strategische Lieferanten zu gewinnen und ihren Erfolg direkt mit dem des einkaufenden Unternehmens zu verknüpfen.

Unsere Leistungen

- Lieferantenmanagement
- Kosten- und Preisanalysen
- Organisations- und Prozessgestaltung
- Einkaufsanalysen
- Benchmarking
- Studien

Kontakt/Contact

Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Markus Wellensiek
Telefon/Phone +49 241 8904-114
markus.wellensiek@ipt.fraunhofer.de

In the eyes of many enterprises, purchasing is a mere supporting function, its main purpose being the processing of orders. In an era, however, when the procured products are subject to ever more ambitious technological requirements and integrated into supply chains of increasing complexity, purchasing is in fact of strategic importance, even if this importance is not always recognized.

The potentials of effective purchasing can only be fully exploited when it is assigned a strategic role. In interaction with other corporate functions such as Production, Sales and Research and Development, Purchasing can significantly enhance the value of the enterprise.

For this purpose, it is important to actively manage business relationships with suppliers and to maintain cooperative relationship with certain key suppliers. The objective is to acquire strategic suppliers whose own success is closely linked with the success of the company that purchases their goods.

Our services

- Supplier management
- Cost and price analyses
- Process design and organizational restructuring
- Strategic sourcing analyses
- Benchmarking
- Studies

Globale Optimierung der Materialkosten

Die Forderung der Kunden nach niedrigeren Preisen und höherer Qualität führt dazu, dass die globale Optimierung der Materialkosten einen immer höheren Stellenwert einnimmt: Viele Unternehmen sehen sich gezwungen, die Kosten ihrer Produkte immer weiter zu reduzieren. Das Geschäftsfeld »Trucks« der Daimler AG führte deshalb in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IPT ein Optimierungsprojekt durch, das weltweite Potenziale bei Beschaffungsmaterialien identifizierte und umsetzte.

Ziel des Programms »Material Strategy and Innovation Council« war es, die Kosten für Beschaffungsmaterial durch technische und kommerzielle Maßnahmen sowie eine geringere Anzahl an Varianten auf globaler Ebene zu senken. Das fachliche Know-how der Mitarbeiter aus den Bereichen Einkauf, Entwicklung und Kostenplanung der Daimler AG und die Methodenkompetenz des Fraunhofer IPT ergänzten sich dabei hervorragend und führten zu einer effektiven und effizienten Projektbearbeitung.

Das Team untersuchte in einem dreistufigen Prozess verschiedene Teilefamilien der Warengruppen »Powertrain«, »Chassis«, »Mechatronics« und »Cabin«. In der ersten Projektphase bildete das so genannte Linear Performance Pricing (LPP) und der Variantenbaum die methodische Basis für die weltweite Suche nach unerschlossenen Potenzialen. Das statistische Analyseverfahren LPP erlaubt es, die Preise von Zukaufteilen unterschiedlicher Lieferanten mit verschiedenen Leistungsmerkmalen innerhalb homogener Teilefamilien zu vergleichen. So lässt sich die Preis-Leistungs-Relation der Bauteile durch Preis- und Kostentreiber beschreiben. Ansatzpunkte für spätere Optimierungsmaßnahmen ergeben sich aus der Abweichung einzelner Teilepreise von einer Preisgeraden, die das beste Preis-Leistungs-Verhältnis innerhalb der betrachteten Teilefamilie beschreibt. Das statistische Analyseverfahren LPP

Global optimization of material costs

To maintain competitive advantage in today's global business world, reducing material costs is of increasing importance for international corporations. In order to identify and to implement material cost reduction potentials on a global scale, an optimization program was launched in Daimler AG's truck division and supported by Fraunhofer IPT.

The program "Material Strategy and Innovation Council" aims to achieve material cost reductions through technical and commercial measures as well as variant cost reductions. The technical expertise provided by Daimler AG staff members from purchasing, product engineering and cost planning was combined with the methodological competence of the Fraunhofer IPT and ensured an effective and efficient project management.

In a three-stage process, analyses were performed for various product groups belonging to the four main commodity groups "Powertrain", "Chassis", "Mechatronics" and "Cabin". In stage one, the so-called Linear Performance Pricing analysis (LPP) as well as variant analyses provided the methodological foundation for the search for unexploited potentials. The so-called Linear Performance Pricing model (LPP) compares supplied components with different properties sourced from different suppliers – as long as they can be assigned to the same "component family". The price-performance ratios of the components within the same family can be described using a set of price or cost drivers. The extent to which individual components deviate from an "ideal" price line provides the basis for conclusions and any concrete optimization measures. This statistical method was complemented by so called "variant trees", which allow a target-oriented analysis of a large product variety.

wird durch den Variantenbaum ergänzt, der eine zielgerichtete Analyse der Variantenvielfalt zulässt.

Dieser Methodenbaukasten bildete die Informationsbasis für globale Workshops, an denen sich Einkäufer, Entwickler und Kostenplaner aus Europa, Japan, den USA und Brasilien beteiligten. Ziel der Treffen war es, die auffälligen Beschaffungsteile in den LPP-Charts und Variantenbäumen zu diskutieren und Optimierungsansätze abzuleiten, die in der zweiten Projektphase einer intensiven Untersuchung unterzogen wurden.

In einem dritten Schritt wurden konkrete technische oder kommerzielle Optimierungsmaßnahmen wie Lieferantenwechsel, Variantenreduktion, Materialsubstitutionen, Prozessoptimierungen, Design- und Technologiewechsel identifiziert und umgesetzt. (Kontakt: Dipl.-Ing. Dipl.-Kfm. Volker Richters, volker.richters@daimler.com)

Konsortial-Benchmarking im Einkauf

Bereits zum dritten Mal hat das Fraunhofer IPT gemeinsam mit einem Industriekonsortium ein Konsortial-Benchmarking im Einkauf durchgeführt. Beteiligt waren die Carl Zeiss AG, Daimler AG, EADS GmbH, Hilti AG, Nestlé Deutschland AG und Vorwerk Elektrowerke GmbH & Co. KG sowie das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR). Diese Konsortialpartner legten zu Beginn des Projekts anhand eigener aktueller Fragen und Herausforderungen die thematischen Schwerpunkte für den Benchmarking-Vergleich fest. Auf dieser Basis wurden Unternehmen in Europa schriftlich befragt und einer Analyse unterzogen. Das Fraunhofer IPT identifizierte mit dem bewährten Auswertungs- und Auswahlprozess fünf besonders erfolgreiche Unternehmen, die eine Auszeichnung erhielten.

Hervorragende Einkaufsstrategien fanden sich bei den fünf Siegern Aston Martin Lagonda Limited, GETRAG FORD Transmissions GmbH, Georg Fischer Automotive AG, Heidelberger Druckmaschinen AG und Holcim (Deutschland) AG. Als weite-

This modular kit of analytical tools, techniques and methods provided the basis for cross-regional workshops attended by buyers, product engineers and cost planning experts from operating sites in Europe, Japan, the US and Brazil. These workshops succeeded in identifying a whole range of concrete optimization measures whose effects were subsequently verified and quantified in stage two of the project.

In stage three, the measures identified were implemented in the various product groups. These measures included changing of suppliers, reducing the number of variants or design options, substituting materials, redesigning and optimizing processes as well as introducing design modifications or new technologies. (Kontakt: Dipl.-Ing. Dipl.-Kfm. Volker Richters, volker.richters@daimler.com)

Consortium benchmarking in purchasing

The Fraunhofer IPT conducted a consortium benchmarking in purchasing, the third of its kind. The consortium featured Carl Zeiss AG, Daimler AG, EADS GmbH, Hilti AG, Nestlé Deutschland AG and Vorwerk Elektrowerke GmbH & Co. KG as well as the German Aerospace Centre (DLR). At the start of the project, these companies determined the focus of the benchmarking based on current issues and their own requirements. On this basis, a survey among companies all over Europe was designed and questionnaires were dispatched. By applying a set of clearly defined selection criteria, five particularly successful companies were then selected as best practice examples and nominated for an award.

The five companies that received an award for their exceptional processes and strategies in purchasing were the following: Aston Martin Lagonda Limited, GETRAG FORD Transmissions GmbH, Georg Fischer Automotive AG, Heidelberger Druckmaschinen AG (manufacturer of printing machines) and Holcim Germany (manufacturer of building materials). As a further result of the nine-month benchmarking

res Ergebnis des fast neunmonatigen Benchmarking-Prozesses, in dem das Fraunhofer IPT und die Konsortialpartner aktuelle Ansätze und Vorgehensweisen im Einkauf im Detail analysiert hatten, kristallisierten sich zehn allgemeine Erfolgsfaktoren für Einkaufsorganisationen heraus:

1. Wertschöpfung wird mehr und mehr durch den Einkauf betrieben
2. Mitarbeiter: Gezielt in die wichtigste Einkaufsressource investieren
3. Prozesstransparenz als Basis für effiziente Beschaffungsvorgänge
4. Einkauf nur durch den Einkauf
5. Potenziale auch im Nichtproduktivmaterialeinkauf heben
6. Frühe Einbindung des Einkaufs zahlt sich auch im Nichtproduktivmaterialeinkauf aus
7. Angemessene Preise erfordern mehr als Kostentransparenz
8. Der Einkauf als Treiber für Materialkostensenkungen in der Serie
9. Mit weniger Lieferanten zusammenarbeiten, dafür aber intensiver
10. Lieferanteninnovationen sind keine Selbstläufer

Neben Lösungsansätzen für ausgewählte aktuelle Fragen des Einkaufs spiegeln solche Benchmarking-Analysen auch die wirtschaftliche Situation und aktuelle Trends wider. So fand das Konsortial-Benchmarking im Einkauf 2010 noch in Zeiten der Finanz- und Wirtschaftskrise statt, die die Rahmenbedingungen für den Einkauf verändert und den Schwerpunkt deutlich verschoben hat: Während das vergangene Benchmarking im Jahr 2007 noch den Einkauf in Niedriglohnländern oder die Koordination weltweiter Einkaufsstandorte thematisierte, konzentrierte sich der Einkauf nun stärker auf Materialkostensenkungen, den Abbau des so genannten »Maverick Buying« oder die Bereinigung der Lieferantenbasis. Damit trägt der Einkauf dazu bei, den Unternehmenserfolg zu sichern; zugleich legt er den Grundstein für eine höhere Leistungsfähigkeit und stärkt seine eigene Position im Unternehmen.

process, during which the Fraunhofer IPT and the members of the consortium analyzed current purchasing approaches and strategies in detail, ten factors were identified that have a particularly positive impact on the success of purchasing organizations:

1. Creation of value will be powered more and more by purchasing.
2. Employees: targeted investments into the most important resource in purchasing.
3. Transparency is the basis for efficient purchasing processes.
4. Only purchasing should purchase.
5. Raising the potential of non-productive materials too.
6. Early integration also relevant in non-productive materials purchasing.
7. Achieving appropriate prices requires more than just transparency in costs.
8. Purchasing drives reduction in material costs in serial production.
9. reduce the supply base and cooperate more intensively.
10. Supplier innovations don't just happen.

In addition to highlighting purchasing issues, benchmarking analyses such as the one conducted also reflect current economic developments and trends. It is therefore important to bear in mind that the consortium benchmarking in purchasing 2010 was performed in a period of economic and financial crisis. This crisis had a strong influence on the overall conditions under which purchasing operates. Whereas the previous benchmarking in 2007 had focused on topics such as sourcing activities in low-wage countries and the coordination of global purchasing chains, reducing material costs, avoiding maverick buying and consolidating the supplier base were high on the agenda in 2010. Based on this approaches, purchasing can make a significant contribution to corporate success while simultaneously providing the foundations for improved performance and reinforcing its own position within the corporate structures.

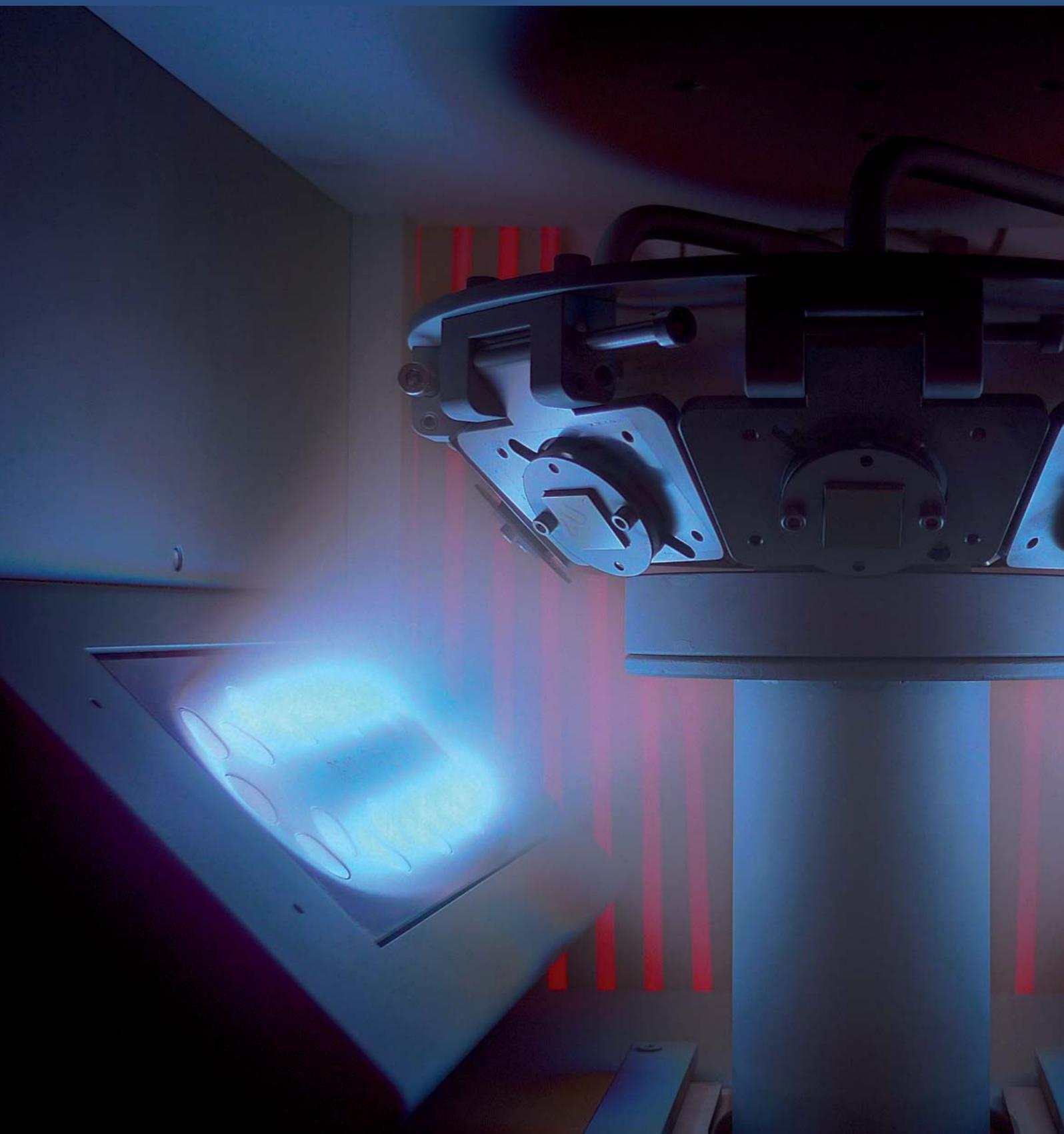
Leitfragen des Technologieeinkaufs

- Wie sieht eine Einkaufsstrategie für ihr Unternehmen aus, bei der der Einkauf seine Potenziale vollständig entfalten kann?
- Wie können echte Einkaufserfolge gemessen werden?
- Wie sichert man eine frühe Einbindung des Einkaufs in die Produktentwicklung und in andere relevante Unternehmensprozesse?
- Wie kann die Transparenz in Beschaffungsmärkten gesteigert werden?
- Wie bestimmt man angemessene Einkaufspreise und erzielt nachhaltige Kostensenkungen?
- Wie ist die systematische Identifizierung strategischer Partner möglich?
- Wie kann die Leistungsfähigkeit und Innovationskraft Ihrer Lieferantenbasis gesteigert werden?
- Wie können Einkaufsrisiken effektiv identifiziert und wirkungsvoll vermieden werden?

Key questions of technology purchasing

- How can you design a purchasing strategy for your enterprise which ensures that purchasing potentials are fully exploited?
- How can the real success of purchasing activities be measured?
- How can the early integration of purchasing into product development and other relevant corporate processes be realized?
- How can supply market transparency be increased?
- How can appropriate purchasing prices be determined and how can significant cost reductions be achieved?
- How can strategic partners be systematically identified?
- How can the performance of your suppliers be increased and how can they be encouraged to be more innovative?
- How can procurement risks be effectively eliminated?

FRAUNHOFER PROJECT CENTER FOR COATINGS IN MANUFACTURING PCCM – GRIECHENLAND GREECE



Beschichtete Zerspan- und Umformwerkzeuge kommen bis heute nur selten in anspruchsvollen Anwendungen zum Einsatz, da die Schichteigenschaften exakt an die Bedingungen der jeweiligen Anwendung angepasst werden müssen. Ist dies nicht der Fall, können die Werkzeuge durch die Beschichtungen keine höhere Leistung erzielen. Eine große Herausforderung ist es daher, ohne aufwändige und teure Praxistests sicherzustellen, dass neu entwickelte Beschichtungen zuverlässig in der Produktion eingesetzt werden können. Das Fraunhofer Project Center for Coatings in Manufacturing PCCM, eine Kooperation des Fraunhofer IPT und des Centre for Research & Technology Hellas CERTH, entwickelt zu diesem Zweck neue Prüfsysteme und Methodiken, mit denen sich die Leistungsfähigkeit der Beschichtungen schnell und anwendungsbezogen untersuchen lässt.

Unsere Leistungen

- Entwicklung hochleistungsfähiger und an die Anwendung angepasster Schichtsysteme
- Entwicklung von Methoden zur Schichtanalyse
- Simulation der Schichteigenschaften
- Anwendungsorientierte Qualifizierung von Zerspanwerkzeugen
- Ermittlung optimaler Prozessparameter
- Prozessbezogene Standzeitermittlung von Beschichtungen
- Qualifizierung und Zertifizierung von Beschichtungen

Kontakt/Contact

Dipl.-Ing. Marc Busch
Telefon/Phone +49 241 8904-701
marc.busch@ipt.fraunhofer.de

The use of coated cutting and molding tools in high performance applications is still limited, because the coating properties have to be customized to suit the requirements of each individual application. If this is not done, an improvement of the tool performance cannot be guaranteed. The challenge is therefore to ensure the reliability of newly developed coatings in a production environment, without resorting to the currently used extensive and expensive practical testing. The Fraunhofer Project Center for Coating in Manufacturing PCCM, a cooperation of the Fraunhofer IPT and the Centre for Research & Technology Hellas CERTH, develops new testing systems and qualification techniques that enable the fast and application-oriented determination of the performance of coatings in order to meet this challenge.

Our services

- Development of high-performance and customized coating systems
- Development of techniques to perform coating analyses
- Simulation of coating properties
- Application-oriented qualification of milling tools
- Identification of optimum process parameters
- Establishment of the process-specific coating lifetimes
- Qualification and certification of coatings

Im Fraunhofer PCCM bringt das Fraunhofer IPT seine Expertise in Produktionstechnologien wie der Hochleistungszerspanung oder dem Präzisionsblankpressen von Glasoptiken ein, das CERTH seine einzigartige Analysemethodik für beschichtete Werkzeuge, die auf anwendungsorientierten Testmethoden basiert. Die Kombination aus beidem bildet ein Kompetenzzentrum zur Prüfung und Zertifizierung beschichteter Werkzeuge für anspruchsvolle Anwendungen, das europaweit seinesgleichen sucht.

Schwerpunkt der Aktivitäten im Fraunhofer PCCM sind vor allem die folgenden beiden Anwendungsgebiete:

- Hochleistungsschichtsysteme für die Zerspanung schwer zu bearbeitender Werkstoffe
- Beschichtungen für Formwerkzeuge zum Präzisionsblankpressen komplex geformter Glaslinsen

Im Jahr 2010 endete die dreijährige Aufbauphase des Fraunhofer PCCM. In dieser Zeit konnten beide Forschungseinrichtungen nicht nur Erfahrungen und Wissen austauschen, sondern auch bereits neue Analysemethoden und Testanlagen entwickeln sowie Industrieprojekte durchführen. Diese erste Phase wurde erfolgreich mit der Bewilligung einer zweijährigen Konsolidierungsphase abgeschlossen, in der die entwickelten Dienstleistungen und Produkte zur Marktreife gebracht und kommerziell eingeführt wurden.

Beschichtungen für die Hochleistungszerspanung

Die hohen thermomechanischen Belastungen während der Zerspanung schwer zu bearbeitender Materialien führen zu einem erhöhten und diskontinuierlichen Werkzeugverschleiß. Durch geeignete Beschichtungssysteme und vor allem durch eine ganzheitliche Abstimmung des Gesamtsystems »Werkstück-Werkzeug-Prozessparameter« gelingt es, die Leistungsfähigkeit von Fräsprozessen deutlich zu steigern. Um die Fräsprozesse systematisch und anwendungsorientiert

The Fraunhofer IPT contributes its extensive know-how of demanding production technologies such as the machining of aerospace materials or precision-glass molding, while CERTH contributes the unique methodology for analyzing coated tools and components through application-specific testing methods that it has developed into the Fraunhofer PCCM. The combination of the two creates a competence center for testing and qualification of coated tools and components in demanding applications that is unique in Europe.

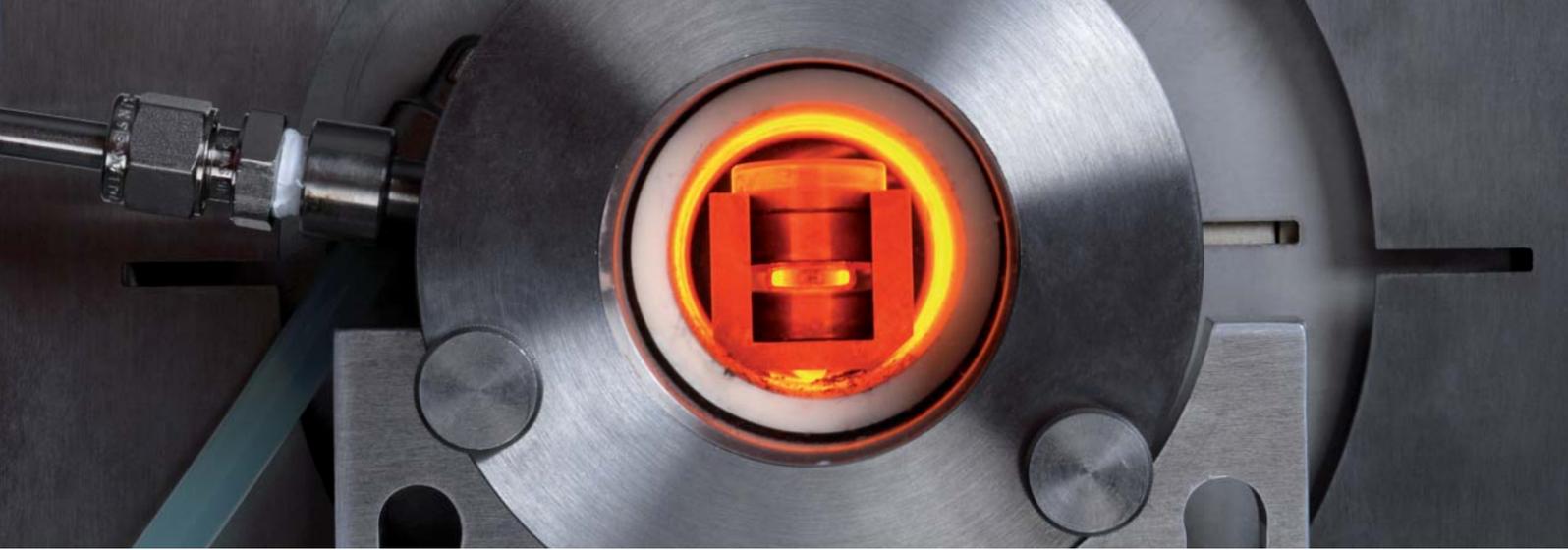
The Fraunhofer PCCM focuses its activities in particular on the following areas:

- High performance coating systems for cutting hard-to-machine materials
- Coatings for molds used in the precision glass molding of complex-formed lenses

In 2010, the three year ramp-up phase of the Fraunhofer PCCM was completed. This phase provided the two research institutions with ample opportunities of sharing and exchanging their knowledge and experience. These exchanges provided the foundation for the development of new analysis methods and testing systems for coated tools, which were subsequently applied in several industrial projects. This first phase was successfully concluded with the approval of a subsequent two year consolidation phase. In this phase, starting 2011, the newly developed services and products were brought to market maturity and become commercially available.

Coatings for high performance cutting tools

The high levels of thermo-mechanical stress during the cutting of hard-to-machine materials cause an increased and discontinuous tool wear. The application of adapted coating systems and in particular the integrated adjustment of the entire "workpiece-tool-process parameters" complex allows a drastic



auszulegen, entwickelte das Fraunhofer IPT einen Prüfstand, mit dem sich die Vorgänge während der Spanbildung im Analogieversuch detailliert analysieren lassen. Anhand der ermittelten Daten können präzise Rückschlüsse für die Fräsprozessauslegung gezogen werden.

Beschichtungen für das Präzisionsblankpressen

Die hohen thermischen, mechanischen und chemischen Belastungen während des Präzisionsblankpressens komplex geformter Glasoptiken führen zu vorzeitigem Werkzeugverschleiß. Spezielle Schutzschichten können die Standzeit der Werkzeuge deutlich verlängern und so die Wirtschaftlichkeit des Prozesses um ein Vielfaches verbessern. Das Fraunhofer PCCM arbeitet an der Entwicklung und systematischen Qualifizierung von Beschichtungen mit geringen Wechselwirkungen zum Glas. Durch modernste Sputter-PVD-Beschichtungstechnologie lassen sich sowohl keramische als auch Edelmetallschichten in höchster Qualität abscheiden, die für verschiedene Substrat- und Glassorten optimiert sind. Neue Analysemethoden erlaubten hier zum ersten Mal eine anwendungsorientierte Schichtqualifizierung.

Angebot des Fraunhofer PCCM zur Bestimmung von Schichteigenschaften

- Mechanische Eigenschaften bis 600 °C durch Nanoindentierung
- Ermüdungsspannung bis 600 °C durch Impact Tests
- Adhäsion bis 600 °C durch geneigte Impact Tests
- Diffusion bis 1400 °C unter anwendungsnahen Bedingungen
- Modifikation von Eigenspannungen durch Mikrostrahlen
- Spannungsbelastung – Belastungsratencharakteristik durch dynamische Impact Tests
- FEM-Schichtsimulation

enhancement of the milling process performance. In order to realize a systematic and application-oriented process design, a new type of test bench was developed at the Fraunhofer IPT. This analogy test bench facilitates the detailed analysis of the occurring phenomena during the chip formation process. Based on the data acquired at the test bench, precise conclusions for the milling process design can be derived.

Coatings for precision glass molding tools

The high thermal, mechanical and chemical stresses applied during the precision glass molding of complex-shaped optical components cause the molding tools to wear prematurely. Special protective coatings can significantly increase the lifetime of the molding tools and, in turn, the profitability of the process. The Fraunhofer PCCM is working on the development and systematic qualification of coatings that are inert towards glass. High quality ceramic and noble metal coatings are deposited through state-of-the-art sputtering PVD coating technology. These coatings are optimized for different substrate and glass types. By using newly developed analysis methods, it became possible for the first time to perform a quick, application-specific coating qualification.

Fraunhofer PCCM methods for the determination of coating properties

- Mechanical properties under up to 600 °C through nano-indentation
- Fatigue stress under up to 600 °C through impact tests
- Adhesion strength under up to 600 °C through inclined impact tests
- Diffusion under up to 1,400 °C and application-specific stresses
- Modification of residual stress through microblasting
- Stress – strain rate characteristics through dynamic impact testing
- FEM coating simulation

FRAUNHOFER CENTER FOR MANUFACTURING INNOVATION CMI – USA



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 Department. 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 Hochtechnologiebereiche. Daneben bietet das Fraunhofer CMI seinen Kunden eine breite Palette an Ingenieurdienstleistungen bis hin zur vollständigen Übernahme sämtlicher Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten.

Unsere Leistungen

- Optoelektronik und Lichtwellenleiter
- Biotechnologie
- Mechanische Mikrobearbeitung
- Entwicklung von Präzisionsmaschinen
- Produktentwicklung und Prototyping
- Prozesstechnologie
- Entwicklung und Aufbau von Automatisierungsequipment
- Beratung für Produktentwicklung und Fertigung

Kontakt/Contact

Prof. Dr. Andre Sharon
Telefon/Phone +1 617 353-1888
sharon@bu.edu

The Fraunhofer Center for Manufacturing Innovation in Boston, USA, is a business unit of the Fraunhofer IPT. The center is affiliated with Boston University (BU) and collocated with the Department of Manufacturing Engineering on the BU campus. Similar to Fraunhofer IPT, Fraunhofer CMI develops holistic manufacturing and production technology solutions for domestic and international clients in the fields of biotechnology, life science and information technology. Research at Fraunhofer CMI is primarily focused at process automation for the high tech industry. Furthermore Fraunhofer CMI offers its clients a broad range of engineering services including consulting, component design, process development as well as outsourcing of R&D efforts.

Our services

- Fiber optics and optoelectronic components
- Biotechnology
- Mechanical micromachining
- Development of precision machines
- Product development and prototyping
- Process development
- Development and set up of automation equipment
- Engineering consulting

Vollautomatisierte, pflanzliche Impfstoff-Fabrik

Das Fraunhofer CMI hat in enger Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer Center for Molecular Biotechnology CMB in Newark/Delaware, USA, und der Boston University eine vollautomatisierte, skalierbare »Pflanzenfabrik« entwickelt. Erstmals lassen sich damit aus nicht-genmanipulierten Pflanzen innerhalb weniger Wochen große Mengen an Impfstoff oder anderen proteinbasierten Medikamenten gewinnen. Die pflanzliche Impfstoff-Fabrik nutzt so genannte virale Vektoren, die die Produktion von Proteinen in schnell wachsenden Pflanzen gezielt anregen. Die eigens entwickelte Anlage ist in der Lage, Samenkörner zu setzen, Pflanzen zu pflegen und schließlich den viralen Vektor einzuschleusen, der die Pflanzen veranlasst, das gewünschte Protein zu produzieren. Sobald die richtige Menge des Wirkstoffs in der Pflanze vorhanden ist, erntet sie die Biomasse selbstständig.

Bisher dauerte es oft viele Monate, die geforderten Dosen an Impfstoff oder anderen proteinbasierten Medikamenten, beispielsweise Antikörpern, bereitzustellen. Pflanzen können davon jedoch schnell und kostengünstig große Mengen produzieren. Um die Substanzen herzustellen, galt es, einen gleichbleibenden, wiederholbaren Prozess nach den Standards der cGMP-Richtlinien (Current Good Manufacturing Practices) zu entwickeln.

Obwohl diese Art der Medikamentenherstellung immer noch viele Schritte traditioneller Pflanzenzucht wie das Pflanzen, die Bewässerung und die Ernte erfordert, gelang es, diese Tätigkeiten – vergleichbar mit anderen industriellen Abläufen – vollständig zu automatisieren. Die Prozesse lassen sich nun schnell, sicher und kostengünstig skalieren: von wenigen Milligramm in der Laborumgebung bis hin zu mehreren Kilogramm. Außerdem verlangt der Prozess keine herkömmliche Kultivierung oder Fermentation mehr wie die heute üblichen Verfahren.

Fully automated plant-based vaccine factory

Fraunhofer CMI, working jointly with Fraunhofer CMB and Boston University, has developed a fully automated, scalable "factory" that uses natural (non-genetically-modified) green plants to efficiently produce large quantities of vaccines and therapeutics within weeks. This first-of-a-kind, plant-based vaccine factory takes advantage of plant viral vector technology that enables production of specific proteins within the leaves of rapidly growing plant biomass.

The factory's robotically tended, custom engineered machines plant seeds, nurture the growing plants, introduce a viral vector that directs the plant to produce a target protein and harvest the biomass once the target has accumulated in the plant tissue. Traditional methods of vaccine production can take many months. This plant-based technology enables rapid, large scale production of vaccine material in a cost effective manner. It has the potential to revolutionize how biological materials are manufactured. In order to quickly produce large quantities of vaccine material or other protein-based medicines, such as antibodies, in compliance with cGMP, (Current Good Manufacturing Practices), it was necessary to develop a consistent, repeatable process.

Even though the process of making vaccines from plants includes many aspects of traditional horticulture such as growing, watering and harvesting, the entire process was automated using techniques found in industrial type processes. This enabled quick, safe, and cost-effective scale-up from a few milligrams in a laboratory setting to the many kilograms. The resulting process is faster, less expensive, safer, and does not require the sophisticated culturing or fermentation necessary in the current vaccine production processes. This will be the first cGMP facility for plant-based protein production.

National Health Institute fördert ambulantes SERS-Messverfahren

Das Fraunhofer CMI freut sich über die Zusage einer Förderung seiner Entwicklungsarbeiten zur SERS-Messtechnologie durch das National Health Institute der USA. Das Forschungsprojekt ist auf fünf Jahre angelegt und mit einem Budget von 4,2 Mio. \$ dotiert. Ein interdisziplinäres Team aus Mikrobiologen, Chemikern, Optik-Wissenschaftlern, Biophysikern, Bioingenieuren und Infektionsforschern arbeitet nun gemeinsam daran die SERS-Technologie für ein ambulantes Diagnosesystem nutzbar zu machen.

Das Fraunhofer CMI setzt dabei auf die oberflächenverstärkte Raman-Streuung (SERS): Diese Messtechnologie ist mit ihrer analytischen Empfindlichkeit und Genauigkeit besonders geeignet, nicht nur einzelne Bakterien aufzuspüren, sondern auch ihre Stämme zu unterscheiden. Als Beispiel dienen methicillinresistente und -empfindliche Staphylokokken.

Das Fraunhofer CMI entwickelte bereits ein System zur schnellen Aufbereitung von Proben, das Bakterien aus menschlichem Blut isoliert, ihre Konzentration erhöht und sie in ein SERS-geeignetes Substrat einbringt. Ein Prototyp der zweiteiligen Anlage präpariert die Bakterien innerhalb von 20 Minuten für die SERS-Untersuchung.

Ziel ist es nun, eine komplette, vollautomatisierte Anlage zur Präparation der Proben in einer ambulanten Umgebung zu entwickeln, eine Datenbank der häufigsten Ursachen für bakterielle Infektionen aufzubauen, die molekulare Struktur der Bakterien mit den Signaturen der SERS-Analysen zu verknüpfen und schließlich die Funktionsfähigkeit des Gesamtsystems zu belegen. Schritt für Schritt möchte das Fraunhofer CMI zeigen, dass sich die SERS-Messtechnik für die ambulante Diagnostik bakterieller Erkrankungen und die Bestimmung der Therapieform eignet.

NIH funds SERS efforts

Fraunhofer CMI is proud to announce that it secured funding through the United States National Institute of Health (NIH) for its efforts in the area of Surface enhanced Raman Spectroscopy (SERS). The project is projected to run for 5 years with an overall budget of \$4.2 mio. An interdisciplinary team, covering the fields of clinical microbiology, chemistry, optics, biophysics, bioengineering and infectious diseases, has joined in this project to demonstrate that the technology can be developed into a system for point-of-care diagnostics.

The technology is based on surface enhanced Raman spectroscopy, which has been shown in our collaborator's labs to have exquisite analytical sensitivity (down to one bacterium) and specificity (being able to distinguish bacteria to the strain-level). As an example, we have used it to distinguish between methicillin-resistant and -susceptible Staphylococci. We envision that this technology will provide the basis of a revolution in point-of-care diagnosis of bacteremia. To that end, we have been developing a fast sample preparation system for the isolation and concentration of bacteria from human blood, followed by deposition of bacteria onto the SERS substrate. A first-generation 2-part system which can prepare the bacteria for identification by SERS within 20 minutes has been developed.

In this project, Fraunhofer CMI will design a single fully automated unit for the sample preparation in a point-of-care setting, develop the SERS library to include the most common causes of human bacteremia, determine the molecular basis for the SERS signatures, and then demonstrate the functionality of the entire system. In this step-wise manner, we will be able to validate that the technology could be used as a point-of-care system for bacterial diagnostics and drug-susceptibility determination.

GESCHÄFTSFELDER

BUSINESS UNITS

- 106 **Turbomaschinen und Luftfahrt**
Turbomachines and Aerospace
- 110 **Life Sciences Engineering**
Life Sciences Engineering
- 114 **Optik und optische Systeme**
Optics and Optical Systems
- 118 **Zentrum für Präzisions und Mikrotechnik**
Center for Precision and Micro Technology
- 122 **Werkzeugbau**
Tool and Die Making

TURBOMASCHINEN UND LUFTFAHRT TURBOMACHINES AND AEROSPACE



Höhere Effizienz und niedrigere Emissionswerte sind heute die zentralen Ziele bei der Entwicklung und Herstellung von Turbomaschinen für Luftfahrt und Energieerzeugung. Das Fraunhofer IPT beherrscht die konventionellen Fertigungstechnologien und erarbeitet neue Lösungen, um bedarfsgerecht stabile Prozesse auszulegen, damit moderne Turbomaschinen diese wirtschaftlichen und ökologischen Anforderungen gleichermaßen erfüllen.

Das Fraunhofer IPT nutzt seine ganzheitliche Kompetenz im Bereich der Fertigungstechnologie, um die wesentlichen Entwicklungschancen in den Produktions- und Reparaturabläufen von Turbomaschinenherstellern schnell und sicher zu identifizieren. So erschließen wir gemeinsam mit unseren Kunden ungenutzte Leistungspotenziale in ihren Einzeltechnologien. Wir setzen auf die integrative Vernetzung unserer Kompetenzen, um durchgängige Prozessketten zu entwerfen und in automatisierte Fertigungslösungen umzusetzen.

Unsere Leistungen

- Simultane 5-Achs-Fräs- und Drehbearbeitung
- Bewertung der Zerspanbarkeit neuer Werkstoffe
- Konstruktion neuer Spannsysteme
- Entwicklung individueller CAM-Module, NC-Datenanalyse und -optimierung
- Integration von Messtechnik in Produktionsabläufe und Datenhandling
- Automatisierte adaptive Schleifbearbeitung
- Automatisierte Produktionslösungen für faserverstärkte Kunststoffe
- Analyse der produktbezogenen Lebenszykluskosten

Kontakt/Contact

Dipl.-Ing. Martin Witty
Telefon/Phone +49 241 8904-428
martin.witty@ipt.fraunhofer.de

Higher levels of efficiency and lower emissions are today's two main objectives in the development and production of turbomachines for applications in aviation and power generation. The Fraunhofer IPT has many years of experience with the conventional manufacturing techniques and also the skills to develop new solutions, designing stable customized processes that enable modern turbomachines to meet the requirements of both economic viability and ecological compatibility.

The Fraunhofer IPT is making full use of its production technology competence to quickly and reliably detect the key opportunities for further development in the production and repair processes of turbomachine manufacturers. In close cooperation with our clients, we identify the full potential of their individual technologies and enable them to exploit these. We network our skills and experiences to design integrated process chains and to convert our concepts into automatic manufacturing solutions.

Our services

- Simultaneous 5-axis milling and turning
- Evaluation of the machinability of new materials
- Construction of new clamping systems
- Development of customized CAM modules, NC data analysis and optimization
- Integration of measuring equipment into production processes and data handling
- Automatic adaptive grinding
- Automatic production solutions for fiber-reinforced plastics
- Analysis of product-specific life cycle costs

Integrative Produktionstechnik für energieeffiziente Turbomaschinen – TurPro

Turbomaschinen in Kraftwerken und Flugtriebwerken müssen extreme Belastungen aushalten und dabei zuverlässig funktionieren. Ihre Fertigung und Instandhaltung ist jedoch mit hohen Kosten verbunden und sehr aufwändig. Das Fraunhofer IPT arbeitet deshalb gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT und elf namhaften Industriepartnern im Fraunhofer-Innovationscluster »TurPro« an neuen Technologien und Prozessen für die Fertigung und Instandhaltung energieeffizienter Turbomaschinen.

Ziel ist es, Bearbeitungszeiten zu verkürzen, Prozessstabilität zu vergrößern, die Präzision der oft sicherheitskritischen Bauteile zu verbessern und Kosten zu senken. Dazu entwerfen die Mitglieder des Innovationsclusters in interdisziplinärer Zusammenarbeit neue, integrative Prozessketten – von zerspanenden Fertigungsverfahren und generativer Laserfertigungstechnik über CAx-Technologien und optische Sensorik bis hin zur Werkzeug-, Maschinen- und Anlagentechnik.

Ein Teilprojekt innerhalb des Innovationsclusters befasst sich mit der Entwicklung einer durchgängigen automatisierten Prozesskette für die Instandsetzung von Turbinenschaufeln. Bestehende Prozessketten sind durch hohe manuelle Aufwände gekennzeichnet, die die Robustheit, Reproduzierbarkeit und Effizienz der Prozesse beeinträchtigen. Da die Turbinenschaufeln im Einsatz stark beansprucht werden, befinden sich diese bei der Ankunft am Reparaturstandort in einem nicht-definierten geometrischen Zustand: Verschiedene Bereiche der Schaufeln sind mit Rissen durchzogen oder ganze Bereiche durch Erosion abgetragen. Jede Schaufel muss daher individuell untersucht werden, bevor sie eine komplexe Reparaturkette, bestehend aus verschiedenen Bearbeitungszentren, durchläuft.

Integrative Production Technology for Energy-Efficient Turbomachines – TurPro

Turbomachines in power stations and aircraft engines must be able to function properly even under extreme levels of stress – which is one reason why their production and maintenance are so time-consuming and costly. The Fraunhofer IPT, the Fraunhofer Institute for Laser Technology ILT and eleven industrial partners of high renown have now established the Fraunhofer Innovation Cluster “TurPro” to search for new technologies and processes to manufacture and maintain energy-efficient turbomachines.

The Innovation Cluster aims to shorten processing times, to increase the levels of process stability, to improve the precision of the – often safety-sensitive – components and to cut costs. For this purpose, the partners have established interdisciplinary teams that develop new integrative process chains – comprising machining techniques, generative laser production processes, CAx technologies, optical sensor technology as well as tool, mechanical and systems engineering.

One sub-project of the Innovation Cluster aims to develop an integrative automatic process chain for the maintenance of turbine blades. Existing process chains involve a great deal of manual labor which affects the robustness, the reproducibility and the efficiency of the processes concerned. Since the turbine blades are subjected to heavy stress when in operation, their geometric condition is often ill defined when they arrive at the repair workshop: Certain sections of the blades will be damaged by fissures while others will have been worn through erosion. This is why each blade must be examined individually before entering a complex repair chain which comprises a sequence of different processing centers.

Die Turbinenschaufel wird am Anfang der Prozesskette mit einem Lasertriangulationssensor optisch vermessen. Der Sensor ist über die Werkzeugaufnahme einer Werkzeugmaschine in den Reparaturablauf integriert und wird 5-achsig simultan über das Bauteil geführt. Die ermittelten 3D-Modelle werden für die Folgeprozessschritte »Mulden durch Fräsen«, »Laserauftragschweißen« und »Rekonturieren durch Fräsen« verwendet. Das Datenmodell kommt dabei auf einer für die folgenden Einzeltechnologien gemeinsamen Softwareplattform »CAx-Framework« zum Einsatz (vgl. Seite 46).

Zusätzlich entwickelte das Fraunhofer IPT innerhalb des Projekts ein Spannkonzep (vgl. Seite 38), mit dem sich die Turbinenschaufel an jeder Bearbeitungsstation der Reparaturkette innerhalb definierter Toleranzen reproduzierbar positionieren und spannen lässt. Indem die »Hardware« im gesamten Prozess durchgängig genutzt werden kann, reduzieren sich manuelle Eingriffzeiten und Referenzierungen oder entfallen sogar vollständig. Das neu entwickelte Spannkonzep positioniert die Turbinenschaufel selbstständig hochgenau innerhalb von 5 µm und spannt sie anschließend schwingungsgedämpft. Das Positionieren und Spannen der Schaufel ist in weniger als zehn Sekunden abgeschlossen. Ohne dass eine Referenzierung in der Maschine vorgenommen werden muss, kann das Programm gestartet werden.

Die Entwicklungsarbeiten und der Aufbau der Demonstratoren finden an den Fraunhofer-Instituten statt. Nur so können innerhalb kürzester Zeit lösungsorientierte Entwicklungen der stark integrativen Themen entstehen. Abschließend werden die Prozessketten in die IT-Landschaft und den Maschinenpark der Projektpartner implementiert.

At the start of the repair process, the turbine blade will be optically measured by a laser triangulation sensor. The sensor is integrated into the repair process chain by the tool holder of a machine tool and guided over the component simultaneously on 5 axes. The 3D models that have been established with this technique will then be used for the subsequent process stages of "molding through milling", "laser cladding" and "restoring the contours through milling". The resulting data model will be transferred to a software platform "CAx-Framework" which is jointly used for the individual downstream technologies (see also page 46).

For the same project, the Fraunhofer IPT also developed a clamping concept (see also page 38) that allows the turbine blade to be reproducibly positioned and clamped within defined ranges of tolerance at each processing station within the repair chain. By making the "hardware" available throughout for the entire process, there is less or even no need at all for manual processing and referencing. The newly developed clamping concept automatically positions the turbine blade, with an accuracy of under 5 µm, and subsequently fixes it, attenuating the vibration. The positioning and clamping of the blades takes less than ten seconds. The program can be started without any need for referencing in the machine.

The development and the construction of the demonstrators are performed at the Fraunhofer Institutes. This is the only way to guarantee that such a complex task can be completed with a result-oriented solution in such a short period of time. At the end of the project, the process chains will be implemented into the IT landscapes and the machine pools of the project partners.

LIFE SCIENCES ENGINEERING
LIFE SCIENCES ENGINEERING



Das Geschäftsfeld »Life Sciences Engineering« zeichnet sich durch ein hohes Maß an Interdisziplinarität aus. Durch die fachübergreifende Zusammenarbeit zwischen Biotechnologen, Medizinerinnen und Ingenieuren entstehen zukunftsweisende und produktionstechnologisch umsetzbare Lösungen. Wir – das Fraunhofer Center for Manufacturing Innovation CMI und das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT – bieten unseren Kunden eine integrierte Produkt- und Prozessentwicklung für komplexe Bearbeitungsaufgaben und Handhabungsabläufe aus dem vielschichtigen Bereich der Life Sciences (vgl. Seite 101). Die Automatisierung biotechnologischer Prozesse und die Entwicklung medizintechnischer Produkte sind unsere Spezialität.

Unsere Leistungen

- Technologieauswahl zur Bearbeitung und Mikrostrukturierung von Biomaterialien
- Automatisierung komplexer biotechnologischer Laborprozesse zur Zellkultur
- Entwicklung faseroptischer Sensoren und Sondenbau zur Diagnostik
- Auslegung von Lab-on-a-Chip-Systemen und Detektionsgeräten
- Konstruktion und Fertigung medizinischer Instrumente für die minimalinvasive Chirurgie
- Projektmanagement und Verwertungsstrategien

Kontakt/Contact

Dipl.-Ing. (FH) Ulrike Koropp
Telefon/Phone +49 241 8904-139
ulrike.koropp@ipt.fraunhofer.de

The business unit "Life Sciences Engineering" is characterized by a high level of interdisciplinary cooperation. Teams of biotechnology scientists, medical scientists and engineers are developing groundbreaking solutions that can be realized in industrial environments. We – the Fraunhofer Center for Manufacturing Innovation CMI and the Fraunhofer IPT – are providing our clients with integrated product and process development services for complex processing tasks and handling operations in the field of the life sciences (see also page 101). Our specialty are the automation of biotechnology processes and the development of new products for medical technology.

Our services

- Selection between different technologies for the processing and micro-structuring of biomaterials
- Automation of complex biotechnological cell culture processes
- Development of fiber-optic sensors and construction of probes for diagnostic purposes
- Design of lab-on-a-chip systems and detection devices
- Construction and production of medical instruments for minimally invasive surgeries
- Project management and commercialization strategies

Die Automatisierung biotechnologischer Laborprozesse liegt im Trend – nicht mehr nur in Form einzelner automatisierter Labor- und Analysegeräte, sondern immer öfter durch die Verkettung biotechnologischer Arbeitsabläufe in automatisierten Produktionsanlagen. Die Automatisierung erhöht den Durchsatz, die Reproduzierbarkeit sowie die Prozessstabilität und eröffnet darüber hinaus Wege zu einer kontinuierlichen Prozessüberwachung. All diese Aspekte sind für eine erfolgreiche industrielle Produktion biotechnologischer Produkte von großer Bedeutung.

Im Geschäftsfeld »Life Sciences Engineering« arbeitet das Fraunhofer IPT an der Automatisierung komplexer biotechnologischer Prozesse für das Tissue Engineering, die Stammzellbiologie sowie die Pflanzenbiotechnologie. Die Herausforderung bei diesen drei industrienahen Forschungsprojekten liegt in der Modifikation der etablierten manuellen Laborprozesse für die besonderen Anforderungen der Automatisierung. Das Fraunhofer IPT entwickelt innerhalb der hauseigenen Laborumgebung neue Prozessschritte, validiert diese umfassend und setzt sie anhand spezialisierter Funktionsprototypen um. Für den Aufbau der vollautomatisierten biotechnologischen Produktionsanlagen werden diese individuellen Sonderlösungen in eine automatisierte und sterile Anlagenumgebung integriert.

Die enge Vernetzung zwischen unseren vier Abteilungen ist für die Bearbeitung der Projekte von großem Vorteil. Der direkte fachliche Austausch bietet nicht nur ein hohes Innovationspotenzial. Auch gezieltes Projektmanagement und die Evaluation von Verwertungsstrategien tragen entscheidend zum Projekterfolg bei.

The automation of biotechnological laboratory processes is rapidly progressing – and has passed the stage where only individual items of laboratory equipment were concerned, increasingly connecting biotechnological procedures into long process chains that are entirely controlled by automatic manufacturing facilities. Automation increases throughput, reproducibility and process stability while also facilitating continuous process monitoring. All of these aspects are of great importance for the successful industrial production of biotechnological products.

The business unit "Life Sciences Engineering" of the Fraunhofer IPT conducts works on the automation of complex biotechnological processes for tissue engineering, stem cell biology and plant biotechnology. The challenge that unites these three applied research projects is the need to adapt the manually performed laboratory processes to the specific requirements of an automated chain. In this in-house research environment, the Fraunhofer IPT is developing and comprehensively validating new process steps before applying these concepts practically in functionally specialized prototypes. For the purpose of setting up fully automatic biotechnology production facilities, these customized solutions are then integrated into automatic and sterile industrial environments.

The dense network of existing relationships between our four departments is of great benefit to the progress of the projects. The possibility of conducting informal exchanges provides a large potential for innovative ideas. A highly skilled project management and the evaluation of commercialization strategies are also factors that have a decisive impact on the success of the project.

Automatisierte Herstellung von Hauttestsystemen

Die Fraunhofer-Zukunftsstiftung fördert das Forschungsprojekt »Tissue Engineering on Demand«, in dem vier Fraunhofer-Institute seit 2008 ein Produktionssystem zur Herstellung humaner Hauttestsysteme entwickeln. Ziel ist es, solche Systeme der Kosmetik-, Chemie- und Arzneimittelindustrie in großer Stückzahl zum Test von Substanzen bereitzustellen. Anfang 2011 startet der erste vollautomatisierte Prozessdurchlauf nach dreijähriger Entwicklungsarbeit. Das modular aufgebaute Produktionssystem wird unter sterilen Bedingungen zwei unterschiedliche Hautzelltypen aus humanen Hautbiopsaten isolieren, getrennt vermehren und in einer Kollagenmatrix wieder zu funktionalen Hautmodellen zusammensetzen. Verläuft die Anlagendemonstration erfolgreich, sollen verschiedene Verwertungsoptionen geprüft und die Anlage weiterentwickelt werden.

Automatisierte Produktion von Stammzellen

Seit Ende 2010 fördert das Land Nordrhein-Westfalen für insgesamt drei Jahre das Projekt »StemCellFactory« (Förderkennzeichen: 005-1007-0023). Neben den beiden Koordinatoren der RWTH Aachen und der Life & Brain GmbH in Bonn sind die Universität Bonn, das Max-Planck-Institut für molekulare Biomedizin in Münster sowie die Bayer Technology Services GmbH und die Hitec Zang GmbH als Projektpartner beteiligt. Das Fraunhofer IPT automatisiert in diesem Projekt die Prozessschritte und entwickelt die Messtechnik zur Prozessüberwachung. Das Projektziel ist die automatisierte Herstellung, Vermehrung und Differenzierung induzierter pluripotenter Stammzellen. Unter bestimmten Kulturbedingungen lassen sich diese aus menschlichen Körperzellen hergestellten Stammzellen in Nerven- und Herzzellen umwandeln, um neue Medikamente für Erkrankungen des Nervensystems oder des Herzens zu erforschen.

Automatic production of skin test systems

The Fraunhofer Future Foundation is sponsoring the research project "Tissue Engineering on Demand" for which four Fraunhofer Institutes pooled their resources in 2008 and have since been developing a method for the production of human skin test systems. The project aims to provide such systems in large production volumes to the cosmetics, chemical and pharmaceutical industries as a means to perform tests on substances. In early 2011, the first three years of research and development work will culminate in the first fully automatic process trial. The modular production system will (under sterile conditions) isolate two different skin cell types from human skin biopsies and propagate them separately before re-assembling them in a collagen matrix into functional skin models. If the demonstration facility works properly, the facility will be further improved and various commercialization options will be considered.

Automatic production of stem cells

Since late 2010, the Land North Rhine Westphalia has been sponsoring the three-year project "StemCellFactory" (contract no.: 005-1007-0023). The project partners include the two coordinators, the RWTH Aachen University and Life & Brain GmbH from Bonn, as well as the University of Bonn, the Max Planck Institute for Molecular Biomedicine at Münster, Bayer Technology Services GmbH and Hitec Zang GmbH. The Fraunhofer IPT contributes work on the automation of the individual process steps and develops the process monitoring measuring equipment. The project aims to automate the production, propagation and differentiation of induced pluripotent stem cells. Under certain cultivation conditions, these human body stem cells can be converted into cells of the nervous system or the human heart which would allow the researchers to explore the possibility of developing new pharmaceuticals to combat nervous or cardiac diseases.

OPTIK UND OPTISCHE SYSTEME
OPTICS AND OPTICAL SYSTEMS



Das Design und die Fertigung komplexer High-End-Optiken sowie die Montage optischer Systeme behandeln wir in unserem Geschäftsfeld »Optik und optische Systeme«. Mit unseren Spezialisten aus den Bereichen der Prozesstechnologie, der Maschinenentwicklung und der Messtechnik unterstützen wir Projekte von der Idee bis zum fertigen Produkt. Unser Ansatz für erfolgreiche Projekte in diesem anspruchsvollen Bereich liegt in der ganzheitlichen Betrachtung der einzelnen Prozessschritte und deren Einbindung in den Gesamtprozess. Wir entwickeln bereits seit vielen Jahren unterschiedliche Technologien zur direkten als auch replikativen Fertigung optischer Komponenten. Unser Leistungsspektrum erstreckt sich von refraktiven und diffraktiven optischen Elementen bis hin zu Transmissions- und Reflexionsoptiken. Unsere leistungsfähige Ultrapräzisions-Messtechnik versetzt uns in die Lage, Prozesse zu automatisieren, neue zu entwickeln und zu optimieren.

Unsere Leistungen

- Design optomechanischer Systeme
- Direktfertigung von Glas- und Metalloptiken
- Formenbau und Beschichtung für die Optikreplikation in Glas und Kunststoff
- Fertigung komplexer Optikkomponenten: Mikrolinsenarrays, Freiformflächen, diffraktive Strukturen
- Automatisierte Montage optischer Systeme
- Optikprüfung mit Interferometrie, Shack-Hartmann-Wellenfrontsensor, Deflektometrie sowie Mikro- und Nano-Koordinatenmessgeräten
- Bestimmung des Brechungsindex und der Dispersion
- Entwicklung optischer Messtechnik für Sonderaufgaben

Kontakt/Contact

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Danny Köllmann
Telefon/Phone +49 241 8904-486
danny.koellmann@ipt.fraunhofer.de

In our business unit "Optics and optical systems", we research the design and production of complex high-end optics as well as the assembly of optical systems. Our specialists in process technology, engineering and metrology support projects through their entire life cycle from the original idea to the finished product. In order to assure the success of our projects in this highly demanding area, we use an integrated approach, viewing each individual process step not as an isolated event but as an integral part of a larger whole. For many years, we have been developing a wide range of technologies for the direct production and replication of optical components. Our product range includes refractive and diffractive optical elements as well as transmission and reflection optics. Our high-performance ultra-precision metrology equipment allows us to automate, develop and optimize production processes.

Our services

- Design of optomechanical systems
- Direct manufacturing of glass and metal optics
- Mold making and coating for the replication of optics in glass and plastic
- Production of complex optic components: micro-lens arrays, free-form surfaces, diffractive structures
- Automatic assembly of optical systems
- Inspection of optics through interferometry, Shack-Hartmann wavefront sensors, deflectometry and micro- and nano-coordinate measuring equipment
- Determination of the refractive index and dispersion
- Development of optical metrology for customized applications

Vollständige Prozessketten für die Optikreplikation

Nach vier Jahren intensiver Forschungsarbeit endete 2010 das EU-weite Forschungsprojekt »Production4 μ « (Förderkennzeichen: FP6-2004-NI-4). 22 Partner aus führenden, internationalen Unternehmen, Forschungsinstituten und Verbänden entwickelten unter Leitung des Fraunhofer IPT umfassende Lösungen für die Fertigung besonders anspruchsvoller mikrooptischer Komponenten. Einen Schwerpunkt bildeten Hochpräzisions-, Ur- und Umformverfahren wie das Präzisionsblankpressen von Glasoptiken und das Präzisions-spritzgießen von Kunststofflinsen. Für beide Fertigungsverfahren galt es, vollständige Prozessketten für den hochanspruchsvollen Werkzeugbau zu entwickeln.

Das große industrielle Interesse an der Replikation von Optiken ist nicht nur auf die – im Vergleich zu anderen Herstellungsprozessen – geringen Kosten zurückzuführen. Die Technologie versetzt Unternehmen vielmehr in die Lage, mit herkömmlichen Prozessen nur schwierig herstellbare Formen wie Asphären, Arrays oder sogar diffraktive Optiken zu erzeugen.

Ziel des EU-geförderten Forschungsprojekts »Production4 μ « war es, die Verbreitung des Präzisionsblankpressens in der europäischen Industrie zu stärken und die Wettbewerbsposition zu verbessern. Zu diesem Zweck haben die Projektpartner zahlreiche Entwicklungsarbeiten in den Bereichen der Prozesstechnologie, Messtechnik, Prozesskettenplanung, des Qualitätsmanagements sowie der Automatisierung und Handhabung durchgeführt.

Complete process chains for the replication of optics

After four years of intense research and development, the EU-wide project "Production4 μ " (contract no.: FP6-2004-NI-4) was completed in 2010. 22 partner organizations – leading international corporations, research institutions and associations whose work was coordinated by the Fraunhofer IPT – developed comprehensive solutions for the production of high-end, high-performance micro-optical components. The project focused in particular on high-precision forming techniques such as the precision molding of glass optics and the precision injection molding of plastic lenses. Both of these production techniques required complete process chains for the production of high-end tools.

The fact that many industrial companies are interested in the replication of optics is not only a reflection of the relatively – in comparison with other production techniques – low costs involved. This technology also enables the companies to manufacture structures – such as aspherical shapes, arrays and even diffractive optics – that would greatly challenge conventional techniques.

The EU-funded research project "Production4 μ " aimed to help the precision molding process spread further among European manufacturers and help them consolidate their competitive strength. For these purposes, the project partners made substantial contributions to the development of process technology, metrology, process chain management, quality management as well as automation and handling.



Einige ausgewählte Forschungsschwerpunkte, die am Fraunhofer IPT abteilungsübergreifend bearbeitet wurden:

- die FE-Prozesssimulation zur frühzeitigen Schwindungskorrektur und gezielten Analyse des Glasumform- und Fließverhaltens
- die prozessgerechte Gestaltung und Auslegung der Formwerkzeuge auf Basis der Simulationsergebnisse
- die Integration von Referenz- und Messsystemen zur effizienten Herstellung der Formwerkzeuge in Fertigungsmaschinen
- die Qualifizierung von Werkstoffen, Beschichtungen und Gläsern für das Präzisionsblankpressen
- das Umformen von Gläsern bei Temperaturen bis 1500 °C
- die Erarbeitung messtechnischer Verfahren zur hochgenauen Erfassung steiler Flanken und zur Detektion lokaler Formfehler
- die geometrische Analyse der gepressten Optiken
- die Konzeption fertigungsorientierter Designregeln

Die Validierung der neu entwickelten Lösungen im Projekt geschah anhand verschiedener Demonstratoren wie asphärischen Glaslinsen für Kameras in Mobiltelefonen, doppelseitigen Zylinderlinsenarrays für medizinische Geräte und Laseranwendungen sowie asphero-diffraktiven Optiken.

Auf Basis der Entwicklungsergebnisse verfügt das Fraunhofer IPT nun über umfassende technologische und methodische Kompetenz in der Fertigung hochgenauer Optiken. Dadurch ist das Fraunhofer IPT in der Lage individuelle Prozessentwicklungen auf Basis eines vorliegenden Optikdesigns durchzuführen, Prototypen und Kleinserien zu fertigen und Industriepartner bei der Einführung neuer Herstellungstechnologien zu unterstützen.

These are some of the areas where interdisciplinary and cross-departmental research was conducted at the Fraunhofer IPT:

- FE process simulation to address shrinkage at an early stage and to analyze the forming behavior and the flow properties of the glass
- Process-specific design of the molds on the basis of the results from the simulation
- Integration of reference and measurement systems to allow the efficient mold production in production facilities
- Qualification of materials, coatings and different types of glass for the precision molding process
- Forming of glass under temperatures of up to 1,500 °C
- Development of metrological processes to acquire high-accuracy data about steep edges and to detect local irregularities and defects in shape
- Performing geometrical analyses of the molded optics
- Conceiving design rules ready to meet the challenges of an industrial manufacturing environment

The validation of the newly developed solutions was performed on several demonstrators such as aspherical glass lenses for cell phone cameras, double-sided cylindrical lens arrays for medical instruments and laser applications as well as asphero-diffractive optics.

By coordinating and contributing to the joint development effort, the Fraunhofer IPT has acquired comprehensive technological and methodological skills in the production of high-precision optics. This enables the Fraunhofer IPT to perform process customizations on the basis of existing optic designs, to manufacture prototypes and small production series and to support industrial partners in their search for and implementation of innovative production technologies.

**ZENTRUM FÜR PRÄZISIONS UND
MIKROTECHNIK**
CENTER FOR PRECISION AND MICRO
TECHNOLOGY



Das Geschäftsfeld »Zentrum für Präzisions- und Mikrotechnik« bündelt als Wissensplattform die technologischen Kompetenzen des Fraunhofer IPT in der Präzisions- und Mikrotechnik. Ziel ist ein ganzheitlicher Blick auf die Entwicklung von Präzisions- und Mikrokomponenten – von der Konstruktion über die Fertigung und Montage bis hin zur messtechnischen Charakterisierung.

Das Zentrum für Präzisions- und Mikrotechnik versteht sich als zentrale Anlaufstelle für die Entwicklung von Präzisions- und Mikrokomponenten. Unser Dienstleistungsangebot reicht von Seminaren und Beratungstätigkeiten bis hin zum Aufbau komplexer Präzisions- und Mikrosysteme sowie Sonderlösungen für die Präzisions- und Automatisierungstechnik. Aus den Bereichen Prozess- und Messtechnologie sowie dem Themenfeld der Maschinenentwicklung stehen Partnern und Kunden des Fraunhofer IPT kompetente Ansprechpartner für bi- und multilaterale Entwicklungsprojekte zur Verfügung.

Unsere Leistungen

- Auslegung und Fertigung von Präzisions- und Mikrokomponenten
- Ultrapräzise Fertigung komplexer Bauteile durch Ultrapräzisionszerspanung
- Ganzheitliche Betrachtung der Prozesskette zur Replikation von Präzisions- und Mikrokomponenten
- Entwicklung und Charakterisierung von Präzisions- und Ultrapräzisionsmaschinen
- Qualitätssicherung und Messtechnik in der Präzisionsfertigung
- Entwicklung von Systemen zur Präzisionsmontage
- Seminare zur Präzisions- und Mikrotechnik
- Zweijährliche Konferenz »Aachener Präzisionstage«

Kontakt/Contact

Dipl.-Ing. Philipp Kolb
Telefon/Phone +49 241 8904-422
philipp.kolb@ipt.fraunhofer.de

The business unit "Center for Precision and Micro Technology" operates as a knowledge platform, pooling the technological skills and resources of the Fraunhofer IPT in these two fields. It aims to provide an integrated view of precision technology and micro-technology components – from design and production to assembly and metrological characterization.

The Center for Precision and Micro Technology aims to provide a service hub for the development of precision components and micro-components. Our range of products and services includes seminars and consultation, the design of complex precision systems and micro-systems and customized precision and automation solutions. Partners and clients of the Fraunhofer IPT can discuss their bilateral and multilateral development projects with our competent, skilled and experienced experts in areas such as process technology, metrology and engineering design.

Our services

- Design and production of precision components and micro-components
- Ultra-precision production of complex components through ultra-precision machining
- Integrated process chain management for the replication of precision components and micro-components
- Development and characterization of precision and ultra-precision equipment
- Quality assurance and metrology in precision engineering
- Development of precision assembly systems
- Seminars about precision engineering and micro-engineering
- Biennial conference on precision engineering ("Aachen Precision Days")

Prozesskette zur Replikation von Kunststoffoptiken

LEDs erfreuen sich als Leuchtmittel wachsender Beliebtheit für Anwendungen in der Beleuchtungstechnik. So kommen sie zum Beispiel immer öfter in Automobilscheinwerfern oder in Systemen zur Gebäude- oder Straßenbeleuchtung zum Einsatz.

Das hohe Potenzial von LEDs zum Einsatz in ressourcen-effizienten Beleuchtungssystemen lässt sich nur durch hochpräzise gefertigte Vorsatzoptiken erschließen. Durch die vergleichsweise geringe Wärmestrahlung der energiesparenden Leuchtmittel eignen sich Kunststoffoptiken hervorragend für den Einsatz in Kombination mit LEDs. Von entscheidendem Vorteil sind dabei vergleichsweise geringen Kosten für die Replikation komplex geformter Kunststoffoptiken inklusive Justageelementen durch Spritzgieß- oder Spritzprägeverfahren.

Den ersten Schritt in der Prozesskette zur Replikation von Kunststoffoptiken bildet das Optik-Design. Für eine fertigungsgerechte Auslegung der optischen Elemente müssen bereits jetzt die Möglichkeiten und Einschränkungen der Herstellung berücksichtigt werden. Auf Basis des Optik-Designs werden anschließend Prozesse der Ultrapräzisionszerspanung wie das Diamantdrehen und Diamantfräsen eingesetzt, um Werkzeugformeinsätze mit Formhaltigkeiten im einstelligen Mikrometerbereich zu fertigen. Diese Formeinsätze verfügen über Oberflächengüten von weniger als 10 nm Ra. In einem ebenfalls hochpräzise gefertigten Spritzgieß- oder Spritzprägewerkzeug werden sie für den Replikationsprozess eingesetzt. Je nach Bauteilgeometrie setzt das Fraunhofer IPT Spritzgießsonderverfahren wie das Spritzprägen oder das Mehrschichtspritzgießen ein, um die hohen Toleranzanforderungen der Kunststoffoptiken zu erfüllen.

Die messtechnische Charakterisierung der Kunststoffoptiken bietet weitere große Herausforderungen, da komplexe Geometrien hochpräzise gemessen werden müssen. Durch

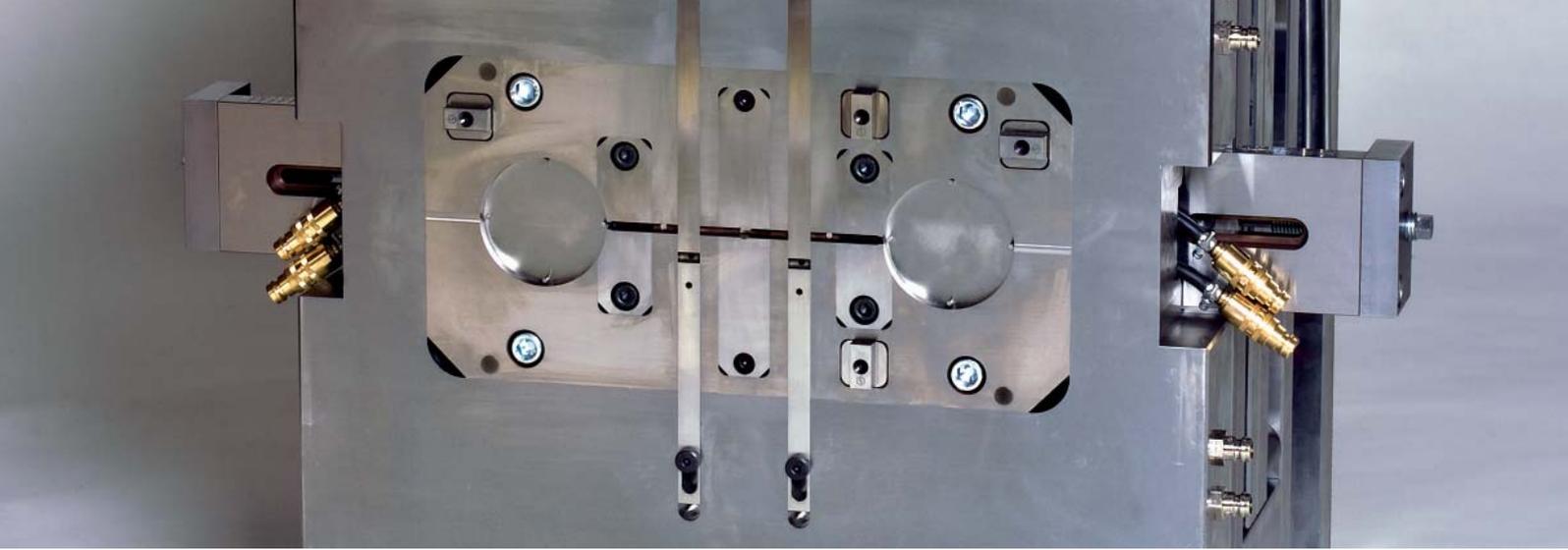
Process chain for the replication of plastic optics

LEDs provide increasingly popular solutions in many areas of lighting technology such as automotive headlights, lighting fittings for buildings or street lighting.

The large potential of LEDs for resource-efficient lighting, however, can only be fully exploited when they are equipped with high-precision engineered optical heads. Due to the relatively low levels of heat radiation emitted by energy-saving lighting elements, plastic optics are ideally suited to being used in connection with LEDs. Their key advantage is the relatively low price of replicating complex-formed plastic optics (including adjustment elements) in injection molding and injection compression processes.

The first link in the process chain to replicate plastic optics is the optical design. If the eventual arrangement of the optical elements must reflect the specific requirements of an industrial manufacturing process, the design will already have to take into account the possibilities and limitations of this process. Based on the optical design, ultra-precision machining processes such as diamond turning and diamond milling will be applied to manufacture tool mold inserts with accuracy levels in the single-digit micrometer range. These inserts will need to possess surface roughness levels of less than 10 nm Ra. They will eventually be used for replication in a high-precision injection molding and injection compression tool. Depending on the component geometry, the Fraunhofer IPT uses either customized injection molding techniques such as injection compressing or multi-layer molding in order to meet the strict tolerance requirements of plastic optics production.

The metrological characterization of the plastic optics poses more challenges since complex geometries require high-precision measuring systems. Optical metrology such as deflectometry serve the Fraunhofer IPT to measure the finished tool mold inserts and the replicated plastic optics before



optische Messverfahren wie die Deflektometrie misst das Fraunhofer IPT die gefertigten Werkzeugformeinsätze und die replizierten Kunststoffoptiken und referenziert beide hochpräzise anhand speziell entwickelter Software zueinander oder zur Soll-Geometrie. So lassen sich die Prozesse der Replikation komplexer Freiformflächenoptiken immer weiter verbessern und eine Schwindungskompensation durch iterative Optimierung der Werkzeugformeinsätze durchführen.

In den beiden Forschungsprojekten »InnoLight« (Förderkennzeichen: IN-7013) und »OptiLight« (Förderkennzeichen: 02PO2464) entwickelt das Fraunhofer IPT die Replikation von Kunststoffoptiken kontinuierlich und zielgerichtet weiter. Das Augenmerk liegt dabei nicht nur auf der Optimierung der Schnittstellen zwischen den einzelnen Gliedern der Prozesskette, sondern besonders auf der Verbesserung der Formhaltigkeit von Kunststoffoptiken. Hier kommen Spritzgießsondervverfahren wie das Spritzprägen oder das Mehrschichtspritzgießen zum Einsatz. Zur Schwindungskompensation dient eine iterative Anpassung der eingesetzten Werkzeugformeinsätze. Gerade hinsichtlich einer höheren Ressourceneffizienz des Replikationsverfahrens bieten diese Aspekte wichtige Ansatzpunkte.

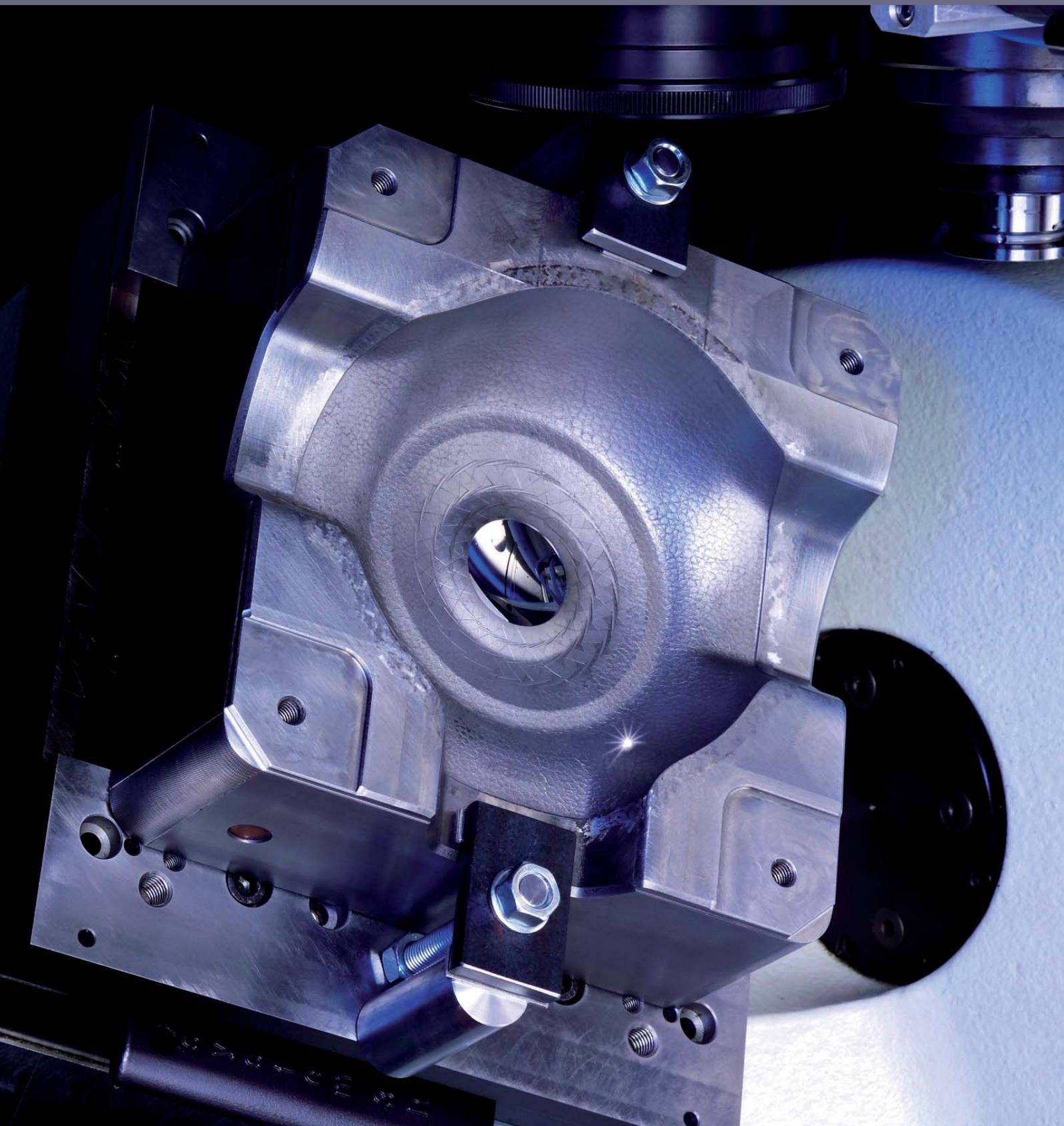
Im Projekt »OptiLight« hat das Fraunhofer IPT im Jahr 2010 einen ersten Prototypen einer Straßenleuchte mit LEDs und Kunststoffoptiken aufgebaut. In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT legte das Fraunhofer IPT eine LED-Vorsatzoptik aus und replizierte sie durch Kunststoffspritzguss. Diese ressourcenschonend gefertigte Optik erlaubt nun einen Betrieb der Straßenleuchte bei vergleichsweise geringem Energieverbrauch. Im ersten Halbjahr 2011 wird eine Straße in Aachen mit mehreren Prototypen der Leuchte ausgestattet.

customized software aligns them accurately with one another or with the data of the target geometry. This allows us to perform a continuous improvement of the processes to replicate the complex free-form surface optics and to compensate for any shrinkage by iteratively optimizing the tool mold inserts.

In the two research projects "InnoLight" (contract no.: IN-7013) and "OptiLight" (contract no.: 02PO2464), the Fraunhofer IPT is further developing the replication of plastic optics, focusing not only on the optimization of the interfaces between the individual links of the process chain but also and specifically on techniques that can increase the geometrical stability of the plastic optics. Special injection molding techniques such as injection compressing or multi-layer molding are applied for this purpose. Iterative adjustments of the tool mold inserts serve to compensate for any shrinkage. This approach is also providing important indications of how to increase the resource-efficiency of the replication technique.

The "OptiLight" project allowed the Fraunhofer IPT in 2010 to produce its first prototype for an LED-equipped street light with plastic optics. In close cooperation with the Fraunhofer Institute for Laser Technology ILT, the Fraunhofer IPT designed an LED optical head, replicating it through plastic injection molding. This resource-efficiently manufactured optical system allows the street light to be operated with a relatively low energy input. In the first half of 2011, a street in Aachen will be equipped with several prototypes of this new street light.

WERKZEUGBAU
TOOL AND DIE MAKING



Das Geschäftsfeld Werkzeugbau des Fraunhofer IPT bietet Unternehmen, Zulieferern und Kunden des Werkzeug- und Formenbaus ganzheitliche Lösungen, damit diese die vielfältigen Herausforderungen ihrer Branche erfolgreich bewältigen. Um unseren Kunden ein möglichst breites Angebot an Beratungs-, Forschungs- und Entwicklungsdienstleistungen liefern zu können, kooperieren wir eng mit dem Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen und der im November 2010 neu gegründeten WBA Werkzeugbau Akademie GmbH.

- Individuelle Beratungsprojekte zu den Themen
 - Technologieauswahl, -einsatz und -optimierung
 - Kostensenkung und Reduktion von Durchlaufzeiten
 - Industrialisierung
- Forschungsprojekte
 - Auftragsforschung
 - Konsortialforschungsprojekte
 - Grundlagen- und Transferprojekte
- Initiative und Arbeitskreis
 - Durchführung technologischer Projekte innerhalb der *aachener initiative Werkzeugbau*
- Aus- und Weiterbildung
 - Kolloquium »Werkzeugbau mit Zukunft«
 - Seminare und Vorträge
- Kennzahlen-Datenbank zum Werkzeugbau
 - Benchmarking-Projekte
 - Studien
- Wettbewerb zum »Werkzeugbau des Jahres«

Kontakt/Contact

Dipl.-Kfm. Martin Bock
Telefon/Phone +49 241 8904-159
martin.bock@ipt.fraunhofer.de

The business unit "Tool and Die Making" of the Fraunhofer IPT provides producers, suppliers and customers of the tool and die making industry with integrated solutions, enabling them to meet the various challenges of their individual business environments. In order to provide our clients with the widest possible range of consultation, research and development services, we cooperate closely with the Laboratory for Machine Tools and Production Engineering WZL of the RWTH Aachen University and the newly established (in November 2010) WBA Werkzeugbau Akademie GmbH.

- Individual consultation projects about
 - Selection, implementation and optimization of technology
 - Cost-efficiency drives and reduction of cycle times
 - Industrialization
- Research projects
 - Contract research
 - Consortium research projects
 - Basic research and transfer projects
- Initiative and working group
 - Implementation of technology projects in the context of the *aachener initiative Werkzeugbau* (working group on tool manufacturing)
- Vocational training and professional development
 - Colloquium "Tool and Die Making for the Future"
 - Seminars and speeches
- Database of tool and die making benchmarks
 - Benchmarking projects
 - Studies
 - Cluster benchmarkings
- "Toolmaker of the Year" competition

Wettbewerb »Excellence in Production« zum Werkzeugbau des Jahres 2010

Mittlerweile fest etabliert in der Branche des Werkzeug- und Formenbaus gilt der Wettbewerb »Excellence in Production« zum »Werkzeugbau des Jahres« als Gradmesser der Leistungsfähigkeit von Unternehmen. Im Jahr 2010 gingen die internen Werkzeugbauten der Hirschvogel Automotive Group aus dem oberbayerischen Denklingen als Gesamtsieger des Wettbewerbs und damit als »Werkzeugbau des Jahres 2010« hervor. Gemeinsam mit dem WZL der RWTH Aachen ermittelte das Fraunhofer IPT die acht Finalisten des Wettbewerbs anhand eines ausführlichen Vergleichs von mehr als 280 Werkzeug- und Formenbau-Betrieben im deutschsprachigen Raum. Zehn fachkundige Juroren aus Industrie, Politik und Wissenschaft bestimmten die Sieger in vier Kategorien und den Gesamtsieger.

Der Wettbewerb »Excellence in Production« (EiP) findet jährlich statt und wendet sich an interne und externe Werkzeug-, Formen- und Vorrichtungsbauer. Um die Sieger zu ermitteln, bewerten die Juroren nicht nur die technologische Leistungsfähigkeit entlang der gesamten Prozesskette, sondern betrachten vor allem auch finanzielle, organisatorische und strategische Aspekte. Ein Expertenteam besucht die nominierten Betriebe vor Ort und führt ein umfassendes »EiP-Audit« durch. In Interviews werden Mitarbeiter und Führungskräfte zu ausgewählten Themen befragt. Die Finalisten und die zwanzig besten Unternehmen erhalten ein Gütesiegel, das ihre Leistungsfähigkeit gegenüber Kunden, Lieferanten und Mitarbeitern dokumentiert.

Competition "Excellence in Production" to find the Toolmaker of the Year

The competition "Excellence in Production" has established itself as a viable barometer for the competitiveness of enterprises in the tool and die making industry, and the annual selection of the "Toolmaker of the Year" is an eagerly anticipated event. In 2010, the internal toolmaking division of Hirschvogel Automotive Group in Denklingen (Upper Bavaria) was picked by the jury as the winner of the competition and duly awarded the trophy. In close coordination with the WZL of the RWTH Aachen, the Fraunhofer IPT had selected eight finalists by comparing more than 280 tool and die making companies from the German-speaking countries in Europe. The jury featured ten experts from industrial corporations, politics and science and selected winners in each of the four sub-categories as well as one overall champion.

The annual competition "Excellence in Production" (EiP) is open to internal and external tool, die and mold manufacturers. The jury assesses the technological performance along the entire process chain as well as financial, organizational and strategic aspects of the operation. A team of experts visits the short-listed companies to conduct comprehensive "EiP audits", and employees as well as executives are interviewed. The finalists and the twenty best companies receive a quality seal, certifying the high quality of their output as well as the excellence of their customer relationships, supplier management and human resources system.



Technologieplanung im Werkzeug- und Formenbau

Die Beratung von Unternehmen zum Technologieeinsatz im Werkzeugbau ist ein Schwerpunkt im Geschäftsfeld Werkzeugbau. Mitte 2010 startete das Fraunhofer IPT ein Projekt zur Bewertung der technologischen Leistungsfähigkeit eines internen Werkzeugbaus aus Sicht der Produktanforderungen. Dafür wählte das Fraunhofer IPT zunächst die zu betrachtenden technologischen Verfahren aus und bewertete diese dann in enger Zusammenarbeit mit dem Werkzeugbau. Als Bindeglied zwischen Produktanforderungen und Maschinenleistungsfähigkeit diente eine Abstraktion des Produktspektrums. Anhand dieser Projektschritte gelang schließlich eine Bewertung der technologischen Leistungsfähigkeit. Der Projektabschluss umfasste nicht nur die Untersuchungsergebnisse, sondern zeigte auch Entwicklungsrichtungen im Produktspektrum auf, die das Fraunhofer IPT seinem Kunden in Form einer gewichteten Anforderungsliste mit auf den Weg gab.

WBA Werkzeugbau Akademie GmbH

Im November 2010 hat die WBA Werkzeugbau Akademie GmbH in Aachen ihre Arbeit aufgenommen: Ihre Gründung geht auf eine Initiative führender Unternehmen der Werkzeugbau-Branche zurück. Die Werkzeugbau Akademie sieht sich als eine Fortsetzung der langjährigen gemeinsamen Aktivitäten von Fraunhofer IPT und WZL im gemeinsamen Geschäftsfeld *aachener werkzeug- und formenbau*. Ziel der WBA Werkzeugbau Akademie GmbH ist es, die gemeinschaftliche Forschung sowie die Weiterbildung und Qualifizierung von Nachwuchs- und Führungskräften zu intensivieren. Das neue Angebot wendet sich an sämtliche Unternehmen der Branche und umfasst eine weite Palette an Weiterbildungen, Inhouse-Schulungen, Industrieberatung, Forschung, Benchmarking, Studien und Veröffentlichungen.

Technology planning in tool and die manufacturing

Consulting companies in technology questions is a major part of the business units activities. In the summer of 2010, the Fraunhofer IPT initiated a project to evaluate the production technology performances of internal tool making operations, assessing how well any such operation was adapted to the requirements of the production process. For this purpose, the Fraunhofer IPT started by selecting the technological processes it wanted to assess and evaluated them in close coordination with the tool manufacturer. An abstraction of the product range served as the link between product requirements and machine performance. On the basis of an analysis of these process stages, it was possible to conduct an assessment of the technological capability. In addition to the results of this assessment, the final project report also included a projection of the development that the product range will possibly and probably undergo in the future, provided by the Fraunhofer IPT to its client in the form of a weighted specification of requirements.

WBA Werkzeugbau Akademie GmbH

In November 2010, the WBA Werkzeugbau Akademie GmbH went into business at its base in Aachen. The "toolmaking academy" was established on the basis of a joint initiative by leading corporations from the industry and seeks to continue the tradition of the long-term cooperation between the Fraunhofer IPT and the WZL under the umbrella of the former *aachener werkzeug- und formenbau*. The WBA aims to encourage and intensify joint research activities as well as the professional development and acquisition of further qualifications by young scientists and executives from the industry. The new programs are addressed to all tool and die manufacturers and cover a wide range of training events, in-house education, industrial consulting, research, benchmarking, studies and publications.

**EREIGNISSE, PUBLIKATIONEN,
REFERENZEN**
EVENTS, PUBLICATIONS,
REFERENCES

- 128 **Konferenzen**
Conferences
- 133 **Messen**
Fairs
- 134 **Ehrungen**
Awards
- 135 **Veröffentlichungen 2010**
Publications 2010
- 144 **Dissertationen 2010**
Dissertations 2010
- 145 **Referenzen**
References
- 146 **Impressum**
Editorial Notes
- 147 **Informationsservice**
Information Service

KONFERENZEN

CONFERENCES

9. Februar 2010

Impulse 2010: Vorsprung durch innovative Produktionstechnik – Chancen für den Mittelstand

Wie produzierende Unternehmen von einer Zusammenarbeit mit den Instituten der Fraunhofer-Gesellschaft profitieren können war Thema eines Vortragsabends unter Federführung der nordrhein-westfälischen Industrie- und Handelskammern am 9. Februar 2010 in Aachen. Die Einladung hatte zahlreiche kleine und mittlere Unternehmen der Region erreicht: Rund 100 Teilnehmer aus ganz NRW wollten erfahren, wie sie durch gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsprojekte mit Fraunhofer als Partner ihre Wettbewerbsfähigkeit verbessern können.

Als fachlich kompetente Gastgeber standen gleich drei Fraunhofer-Institute bereit: das Fraunhofer IPT sowie das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT sowie für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie IME. Neben Fraunhofer-Vorstand Prof. Ulrich Buller und Prof. Günther Schuh als Vertreter des Direktoriums des Fraunhofer IPT waren auch der nordrhein-westfälische Innovationsminister Prof. Andreas Pinkwart und Bert Wirtz, der Präsident der IHK Aachen der Einladung als Referenten gefolgt. Abgerundet wurde die Veranstaltung durch drei Vorträge von Industriepartnern der gastgebenden Institute, die ihre Erfahrungen aus der Zusammenarbeit mit Fraunhofer schilderten.

Einhelliges Fazit des Abends, der nach angeregten Diskussionen mit einem Imbiss in den Räumen des Fraunhofer IPT ausklang: Nur mit einer hochentwickelten und extrem effizienten Produktionstechnik lässt sich langfristig der Wirtschaftsstandort Deutschland sichern. Die enge Vernetzung von Forschungseinrichtungen und Industrie ist heute unerlässlich, um zukunftsfähige produktionswissenschaftliche Strategien und innovative Technologien zu entwickeln.

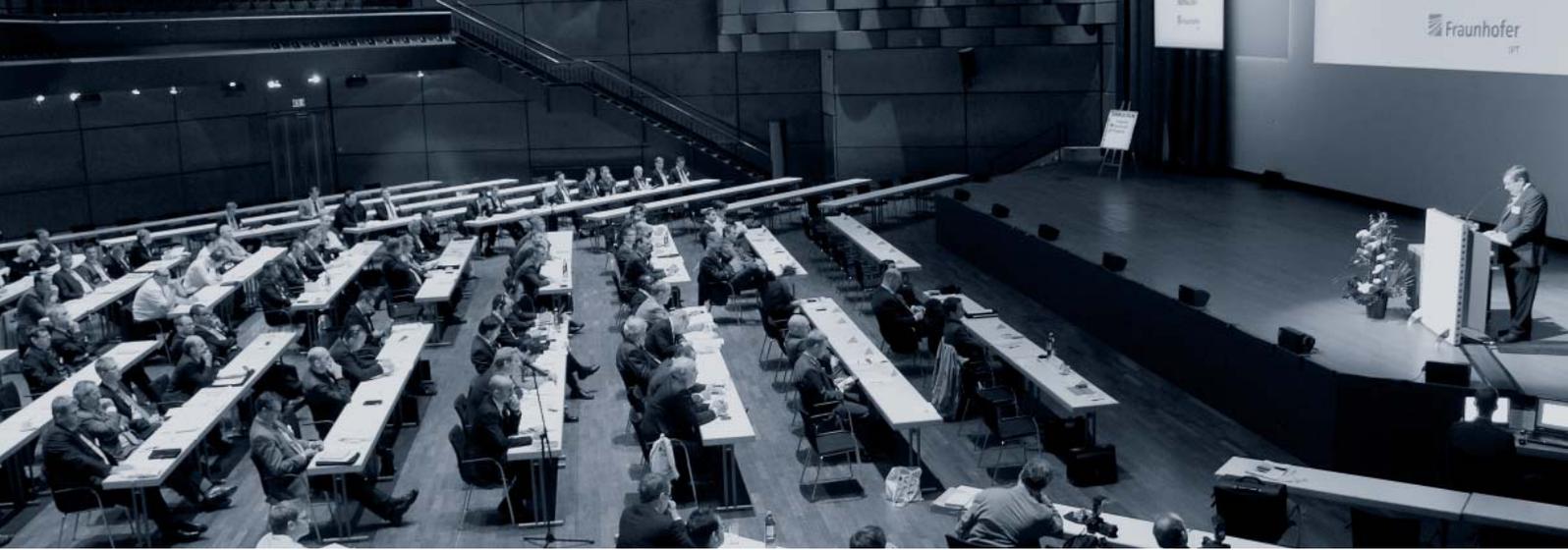
9 February 2010

Impulses 2010: How to gain a competitive advantage through innovative production technology – Opportunities for SME

How can manufacturing companies benefit from cooperating with institutes of the Fraunhofer-Gesellschaft? This was the question which the information event, organized by the Chambers of Commerce in the Land North Rhine Westphalia on 9 February 2010 in Aachen, sought to answer. Approximately 100 representatives from small and medium-sized enterprises in the region had come to hear how they could improve the competitiveness of their companies by conducting joint research and development projects with one of the Fraunhofer institutes.

Three Fraunhofer institutes were represented at the event to answer questions from the audience of businessmen: the Fraunhofer IPT, the Fraunhofer Institute for Laser Technology ILT and the Fraunhofer Institute for Molecular Biology and Applied Ecology IME. Speakers at the event included Prof. Ulrich Buller, Member of the Executive Board of the Fraunhofer-Gesellschaft, Prof. Günther Schuh, Director of the Fraunhofer IPT, Prof. Andreas Pinkwart, Minister for Innovation in the Land North Rhine Westphalia, and Bert Wirtz, President of the Chamber of Commerce of Aachen. The list of speakers was completed by representatives from three industrial partners who shared their experiences from the research and development projects jointly conducted with Fraunhofer institutes. After a round of lively discussions, the evening ended over refreshments in the function rooms of the Fraunhofer IPT.

There was a general agreement that only sophisticated and extremely efficient production technologies would be able to secure the long-term future of manufacturing in Germany. It was also felt that the establishment of tight networks between the different research institutions was an indispensable condition for the development of sustainable production strategies and innovative technologies.



3. März 2010

Abschlusskonferenz

»Konsortial-Benchmarking im Einkauf 2009/2010«

Das Fraunhofer IPT kürte am 3. März 2010 die fünf besten Unternehmen seines »Konsortial-Benchmarkings im Einkauf 2009/2010«. In einer europaweiten Studie (vgl. Seite 93), an der sich insgesamt 80 Unternehmen beteiligten, hatte das Fraunhofer IPT gemeinsam mit einem Konsortium namhafter Unternehmen erfolgversprechende Methoden und Vorgehensweisen im Einkauf ermittelt. Ausgezeichnet wurden fünf renommierte Unternehmen aus der Automobilindustrie, der Baustoffindustrie sowie dem Maschinen- und Anlagenbau. Während der Abschlusskonferenz des Konsortial-Benchmarking-Projekts präsentierten sie die Highlights ihrer Einkaufsorganisation.

Das Konsortium, bestehend aus den Unternehmen Carl Zeiss AG, Daimler AG, EADS GmbH, Hilti AG, Nestlé Deutschland AG und Vorwerk Elektrowerke GmbH & Co. KG sowie dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), wählte im Rahmen der Studie die fünf besten Unternehmen aus und analysierte sie eingehend während eines eintägigen Besuchs. Professor Günther Schuh, Direktor des Fraunhofer IPT und des Werkzeugmaschinenlabors der RWTH Aachen, erläuterte während der Abschlusskonferenz die wichtigsten Ergebnisse der Studie und zog ein ausführliches Fazit der Studie.

18.-19. Mai 2010

2. Aachener Präzisionstage

Am 18. und 19. Mai 2010 veranstaltete das Fraunhofer IPT zum zweiten Mal die »Aachener Präzisionstage«, eine internationale Konferenz mit dem Themenschwerpunkt der Präzisions- und Ultrapräzisionsfertigung für Teilnehmer aus Industrie und Forschung.

3 March 2010

Conference:

Consortium Benchmarking in Procurement 2009/2010

On 3 March 2010, the Fraunhofer IPT announced the five most successful participants of its study on "Consortium Benchmarking in Procurement 2009/2010" (see also page 93). 80 enterprises from all over Europe had submitted successful procurement strategies and practices to a consortium of distinguished corporations which was coordinated by the Fraunhofer IPT. In the end, five renowned companies – Aston Martin Lagonda Ltd., Getrag Ford Transmission GmbH, Georg Fischer Automotive AG, Holcim (Deutschland) AG and Heidelberger Druckmaschinen AG – were selected by the jury and invited to present their procurement operations at the concluding conference of the consortium benchmarking project.

The consortium, featuring Carl Zeiss AG, Daimler AG, EADS GmbH, Hilti AG, Nestlé Deutschland AG and Vorwerk Elektrowerke GmbH & Co. KG as well as the German Aerospace Centre (DLR), selected the five best companies and analyzed each of them in the course of one-day visits. Professor Günther Schuh, Director of the Fraunhofer IPT and of the machine tool laboratory of the RWTH Aachen University, summarized and explained in his keynote speech the most important results of the study.

18-19 May 2010

Aachen Precision Days

2nd Conference on Precision Engineering

On 18 and 19 May 2010, the Fraunhofer IPT hosted the 2nd Aachen Precision Days, a two-day international conference that focused on high-precision and ultra-precision engineering technologies.

Im Mittelpunkt der zweitägigen Konferenz standen neue Prozessketten zur Fertigung von Hightech-Komponenten – sowohl zur Produktion spezialisierter Einzelteile als auch zur Herstellung kostengünstiger Konsumgüter für Massenmärkte. Die technisch orientierten Vorträge zeigten den Teilnehmern der Aachener Präzisionstage neue Wege in der Herstellung technologisch anspruchsvoller Präzisions- und Mikrokomponenten auf: Nicht nur neue Verfahren, sondern auch kombinierte Anwendungen konventioneller und neuer Prozesse werden in der aktuellen und zukünftigen Mikropräzisionsforschung einen hohen Stellenwert einnehmen und bildeten deshalb einen Schwerpunkt der Veranstaltung.

Die Referenten stammten sowohl aus der Industrie, als auch aus renommierten Forschungseinrichtungen der Präzisions- und Ultrapräzisionstechnik. Anhand verschiedener Fertigungsfolgen mit unterschiedlichen technologischen Schwerpunkten gaben sie einen interdisziplinären Einblick in den aktuellen Stand der Technik und zukünftige Entwicklungen. Die Teilnehmer der 2. Aachener Präzisionstage konnten auf diese Weise gezielt und strukturiert Einblick in technologische Grenzbereiche nehmen.

28.-29. September 2010

**10. Internationales Kolloquium
»Werkzeugbau mit Zukunft«**

Bereits zum zehnten Mal trafen sich in Aachen am 28. und 29. September 2010 mehr als 300 Teilnehmer der Werkzeug- und Formenbaubranche zum internationalen Kolloquium »Werkzeugbau mit Zukunft«. 17 Referenten aus Industrie und Forschung gewährten den Teilnehmern in praxisnahen Vorträgen Einblicke in erfolgversprechende Strategien und neue Technologien. Parallel zu den Vorträgen nahmen ausgewählte Zulieferer die Möglichkeit wahr, sich den Teilnehmern im Foyer des Tagungszentrums zu präsentieren. Die Besichtigung der Maschinenhallen von WZL und Fraunhofer IPT bot am

Representatives from industrial corporations and research institutions had the opportunity of familiarizing themselves with the latest trends in the development of new process chains for the production of high-tech components, whether these components are used in highly specific and customized products or in cost-effectively manufactured consumer goods for the mass market. Technical speeches provided information about new ways in the production of technologically sophisticated precision and micro-components. Today's and even more so tomorrow's research into high-precision and micro-precision applications will still attempt to develop new techniques, but will also explore possible new ways of combining conventional and innovative processes – which is why such hybrid solutions provided a particularly strong focus for the conference.

The speakers at the event represented industrial manufacturers as well as renowned research institutions with a track record in high-precision and ultra-precision technology. They explained different manufacturing sequences that feature different technologies, providing interdisciplinary insights into today's state-of-the-art technology as well as possible future developments. This allowed the participants of the second "Aachen Precision Days" to acquaint themselves with news from an area of engineering technology where the borders of the possible are still moved further out on a regular basis.

28 -29 September 2010

**10th International Colloquium
"Tool and Die Making for the Future"**

More than 300 representatives from the tool and die manufacturing industry met in Aachen on 28 and 29 September 2010 for the tenth edition of the colloquium on "Tool and Die Making for the Future". 17 speakers from industrial companies and research institutions provided their audiences with information about potentially groundbreaking new strategies and technologies. At the same time, selected suppliers were



Nachmittag des ersten Veranstaltungstages viel Raum, aktuelle Forschungsarbeiten und deren Umsetzung in die betriebliche Praxis zu diskutieren.

Zum siebten Mal zeichneten WZL und Fraunhofer IPT während der feierlichen Abendveranstaltung des Kolloquiums ein Unternehmen zum »Werkzeugbau des Jahres« aus. Im historischen Ambiente des Krönungssaals im Rathaus der Stadt Aachen nahm die Hirschvogel Automotive Group, vertreten durch Geschäftsführungsmitglied Dr. Michael Dahme und den Leiter des Werkzeugbaus Dr. Christoph Hinsel, aus den Händen des Vorjahressiegers Andreas Summerer, Geschäftsführer der Summerer Technologies GmbH & Co. KG, den Preis für den besten Werkzeug- und Formenbau des Jahres 2010 entgegen.

5.-6. Oktober 2010

14. Business Forum Qualität

Am 5. und 6. Oktober 2010 fand im »Super C« und im »Manfred-Weck-Haus« der RWTH Aachen unter Leitung von Prof. Robert Schmitt das 14. Business Forum Qualität statt. Im Mittelpunkt der Veranstaltung standen Trends, Methoden und neue Konzepte des Qualitätsmanagements, mit denen sich hochwertige Produkte ressourceneffizient herstellen lassen. Die Veranstaltung wendete sich an Fach- und Führungskräfte aus Entwicklung, Produktion, Einkauf und Qualitätsmanagement.

Zwei Fachforen, »Green Quality – Prozesse und Produkte proaktiv und ressourceneffizient gestalten« und »Kundenreklamationen richtig nutzen – auf dem Weg zur Null-Fehler Produktion«, gaben Einblick in neue Perspektiven und Schwerpunkte des Qualitätsmanagements. Auf dem Programm standen unter anderem Praxisvorträge von Experten namhafter Unternehmen wie MAN Diesel & Turbo SE, Hilti Kunststoff GmbH, Daimler AG und BMW AG.

given the opportunity of presenting their companies and their products in the lobby of the congress centre. A joint visit of the machine halls of the WZL of the RWTH Aachen University and the Fraunhofer IPT on the afternoon of day one of the event allowed the participants to discuss their current research and ways of implementing their ideas into an industrial manufacturing environment.

During a festive evening gala, the WZL and the Fraunhofer IPT awarded this year's prize for the "Toolmaker of the Year" to the Hirschvogel Automotive Group. In the historical surroundings of the Coronation Room in Aachen's ancient City Hall, Executive Board Member Dr. Michael Dahme and Dr. Christoph Hinsel, Director for Tool Manufacturing, received the trophy from the hands of Andreas Summerer, Managing Director of Summerer Technologies GmbH & Co. KG who had won the prize in the previous year. The prize for outstanding achievements in tool and die manufacturing was awarded for the seventh time.

5-6 October 2010

14th Business Forum on Quality Management

Trends, methods and new quality management concepts for the resource-efficient production of high-quality goods were very much the focus of the 14th Business Forum on Quality Management which was hosted by the RWTH Aachen University and presented by Prof. Robert Schmitt on 5 and 6 October 2010 in the "Super C" and the "Manfred-Weck-Haus" at Aachen. The event was attended by industry executives from the departments of product development, production, procurement and quality management.

Two expert forums, "Green Quality – Proactive and Resource-Efficient Process and Product Design" and "How to Benefit from Customer Complaints – The Way to Zero-Defect Production", provided insights into new perspectives and new ideas

Ein gemeinsames Dinner mit Fachvortrag zur nachhaltigen Unternehmensführung und eine »Dinner Speech« über die Arbeit der Desertec-Stiftung boten schon am ersten Veranstaltungsabend Anregungen zur Diskussion und Gelegenheit, Kontakte zwischen den Teilnehmern zu knüpfen und zu vertiefen.

19.-20. Oktober 2010

6. Internationales Kolloquium

»Optik – Schlüsseltechnologie mit Zukunft«

Zum sechsten Mal trafen sich am 19. und 20. Oktober 2010 in Aachen mehr als 125 Experten der optischen Industrie zum Kongress »Optik – Schlüsseltechnologie mit Zukunft«. Eingeladen hatten das Fraunhofer IPT und das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT. Das Kolloquium sollte den Teilnehmern Einblicke in aktuelle Trends und Innovationen gewähren. Zwischen den Vorträgen zu den drei Themenfeldern »Strategien und Märkte«, »Technologie und Produktion« sowie »Produkte und Innovation« bot das Programm den Teilnehmern mit Institutsbesichtigungen viel Raum für einen regen Meinungsaustausch.

Die zweitägige Konferenz, die sich in den vergangenen Jahren immer mehr zum regelmäßigen Branchentreff entwickelt hat, beschränkte sich nicht nur auf die Vorträge. Ein Rundgang durch die beiden gastgebenden Fraunhofer-Institute bot den Teilnehmern reichlich Gelegenheit zum Gedankenaustausch und zur fachlichen Diskussion. Das nächste Kolloquium wird voraussichtlich im November 2012 stattfinden.

in quality management. The program also included speeches by experts from internationally renowned enterprises such as MAN Diesel & Turbo SE, Hilti Kunststoff GmbH, Daimler AG and BMW AG.

A joint dinner on the evening of day one that was framed by speeches about sustainable corporate management and the work of the Desertec Foundation provided the participants with ample opportunities to exchange views and opinions and to make new acquaintances.

19 -20 October 2010

6th International Colloquium

”Optics – Key Technology for the Future”

On 19 and 20 October 2010, more than 125 experts from the optical industry met in Aachen for the sixth edition of the congress ”Optics – Key Technology for the Future”, hosted by the Fraunhofer IPT and the Fraunhofer Institute for Laser Technology ILT. The colloquium provided the participants with information about the latest trends and innovations. In between speeches about the three sub-topics of the colloquium – ”Strategies and markets”, ”Technology and production”, ”Products and innovation” – the program gave the experts plenty of time to exchange their views and opinions.

The two-day conference – which has over the years developed into a firm fixture in the calendar of the entire industry – provided a good blend of different elements: speeches, a visit of the two participating Fraunhofer institutes and many informal opportunities for exchanges of ideas and general expert talk. The next colloquium has been provisionally scheduled for November 2012.

MESSEN FAIRS

26.-28. Januar 2010

Photonics West

San Francisco/USA

13.-15. April 2010

JEC Composites

Paris/F

19.-23. April 2010

Hannover Messe

Hannover

3.-6. Mai 2010

Bio International Convention

Chicago/USA

4.-7. Mai 2010

Control

Stuttgart

8.-11. Juni 2010

Automatica

München

15.-18. Juni 2010

Optatec

Frankfurt/Main

27.-29. September 2010

MM Live

Birmingham/UK

26.-30. Oktober 2010

EuroBlech

Hannover

1. Dezember 2010

bonding-Firmenkontaktmesse

Aachen

1.-5. Dezember 2010

EuroMold

Frankfurt/Main

2.-3. Dezember 2010

Aeromart Toulouse

Toulouse/F

2.-3. Dezember 2010

Precision Fair

Veldhoven/NL

EHRUNGEN

AWARDS

Ausgezeichnet:

Fraunhofer-Medaille für Professor Fritz Klocke

Anlässlich seines 60. Geburtstages hat die Fraunhofer-Gesellschaft Professor Fritz Klocke am 11. Oktober 2010 die Fraunhofer-Medaille verliehen. Er erhielt die Medaille als Würdigung seiner Verdienste um die Fraunhofer-Gesellschaft. Professor Klocke leitet seit dem 1. Januar 1995 das Fraunhofer IPT und ist seit 2007 Vorsitzender des Fraunhofer-Verbunds Produktion.

Professor Hans-Jörg Bullinger, Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft, hob in seiner Ansprache zur Verleihung der Medaille besonders die internationalen Aktivitäten Klockes in den USA und Griechenland hervor. Die »Aachener Schule« sei weltberühmt und Klocke führe in hervorragender Weise fort, was auch schon seine Vorgänger bewegt haben, so Bullinger in seiner Laudatio.

Die Fraunhofer-Medaille ist neben der Otto-Kienzle-Gedenkmünze der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktionstechnik und Ehrendoktorwürden der Universitäten Hannover und Thessaloniki (Griechenland) eine weitere wichtige Anerkennung seiner Leistungen in der Produktionstechnik.

Die Fraunhofer-Medaille wurde am 6. März 1987 anlässlich des 200. Geburtstages von Joseph von Fraunhofer entworfen. Die Vorderseite ziert das Portrait Fraunhofers, die Rückseite eine Ansicht seiner Geburtsstadt Straubing. Die Medaille ehrt damit Personen, die sich um die Fraunhofer-Gesellschaft besonders verdient gemacht haben.

Fraunhofer Medal for Professor Fritz Klocke

On the occasion of his 60th birthday, Professor Fritz Klocke has been awarded the Fraunhofer Medal by the Fraunhofer-Gesellschaft. He received the honor in recognition of his services to the Fraunhofer-Gesellschaft in a ceremony on 11 October 2010. Professor Klocke has headed the Fraunhofer IPT since 1 January 1995 and has served as the Chairman of the Fraunhofer Group for Production since 2007.

In his laudatio, Professor Hans-Jörg Bullinger, Member of the Executive Board of the Fraunhofer-Gesellschaft, emphasized Professor Klocke's international activities in Greece and the US. The "School of Aachen" had acquired a global reputation for excellence, he said, and Prof. Klocke had continued in an excellent fashion what his predecessors had initiated.

The Fraunhofer medal is the latest in a long line of awards given to Prof. Klocke in recognition of his achievements in production technology. His most important awards include the Otto Kienzle Memorial Coin of the Scientific Society of Production Engineering (WGP) and honorary doctoral degrees from the universities of Hannover and Thessaloniki (Greece).

The Fraunhofer Medal was first presented on 6 March 1987 on the occasion of the 200th birth anniversary of Joseph von Fraunhofer. The front of the medal shows a portrait of the eminent scientist, the reverse a view of his home town of Straubing. The medal is awarded to personalities who have contributed to the renown and the prestige of the Fraunhofer-Gesellschaft.

VERÖFFENTLICHUNGEN 2010

PUBLICATIONS 2010

Archer, G.; O'Boyle, N.; Schuh, G.; Kreysa, J.: Einkauf (in) der Premiumklasse. Ergebnisse eines internationalen Benchmarking-Projekts Teil 5. In: Beschaffung Aktuell. Oktober 2010, S. 24-25

Behrens, B., Zunke, R.: Mehr als nur Fingerspitzengefühl. In: werkzeug & formenbau. 2010, Nr. 4, S. 52-53

Bobek, T.; Zymła, C.; Pranzas, B.; Glasmacher, L.: CAX-Technologie in der replikativen Optikkfertigung. In: wt Werkstattstechnik online. 100. Jg., 2010, Nr. 11/12, S. 897-902

Bobzin, K.; Klocke, F.; Bagcivan, N.; Ewering, M.; Georgiadis, K.; Münstermann, T.: Impact Behaviour of Ptlr-Based Coatings with Different Interlayers for Glass Lens Moulding. In: Key Engineering Materials. 35. Jg., 2010, Nr. 438, S. 57-64

Bock, M.: Wettbewerb »Excellence in Production« 2009. In: VDWF im Dialog. 2010, Nr. 1, S. 40-41

Bock, M.: Benchmarking im Werkzeugbau – von erfolgreichen Unternehmen lernen. In: Tools 1.2010, S. 8-10

Brecher, C.; Emonts, M.; Stimpfl, J.: Intelligent CO₂ beam guiding. In: Laser Assisted Net Shape Engineering. 6. Jg., 2010, Nr. 2, S. 157-166

Brecher, C.; Freundt, M.; Schöllhorn, D.: Modular and Generic Control Software System for Scalable Automation. In: Precision Assembly Technologies and Systems. 2010, S. 263-271

Brecher, C.; Guralnik, A.; Hannig, S.; Klein, W.: Adaptronik in Schleifmaschinen: Prozessregelung über hochdynamische Aktoreinheiten. In: Klocke, F.; Brinksmeier, E.; Werner, K. (Hrsg.): 3rd European Conference on Grinding ECG. 1. Aufl., Aachen: Apprimus, 2010, S. 3.1-3.24

Brecher, C.; Kermer-Meyer, A.; Dubratz, M.; Emonts, M.: Thermoplastische Organobleche für die Großserie. In: ATZ. 2010, Special: Korosserie und Bleche, S. 28-32

Brecher, C.; Kermer-Meyer, A.; Steyer, M.; Dubratz, M.; Emonts, M.: Laser-assisted Tape laying is moving forward to 3D. In: JEC Composites Magazine. 47. Jg., 2010, Nr. 57, S. 28-30

Brecher, C.; Kermer-Meyer, A.; Steyer, M.; Dubratz, M.; Emonts, M.: Laser-assisted thermoplastic Tape laying. In: JEC Composites Magazine. 47. Jg., 2010, Nr. 56, S. 71-73

Brecher, C.; Rosen, C.; Heinen, D.; Emonts, M.: Flexible Oberflächenbearbeitung durch scannerbasierte Systemtechnik. Strahlpendelung erhöht die Prozesseffizienz und Prozessflexibilität beim Laserauftragschweißen. In: Laser. 2010, Nr. 4, S. 50-53

Brecher, C.; Schlang, J.; Steyer, M.; Emonts, M.: Leicht für große Lasten. Laserunterstütztes Tapelegen und -wickeln thermoplastischer CFK-Prepregs. In: Plastverarbeiter. 61. Jg., 2010, Nr. 10, S. 134-135

Brecher, C.; Sobotka, A.; Wenzel, C.: iTool Design of a diamond grinding and lapping machine. In: Spaan, H.; Shore, P.; Brussel, H.; Burke, T. (Hrsg.): Proceedings of the 10th International Conference of the European Society of Precision Engineering & Nanotechnology. Delft, 31. Mai - 4. Juni 2010. Delft: Sieca Repro, S. 296-299

Brecher, C.; Utsch, P.; Klar, R.; Wenzel, C.: Compact Design for high precision machine tools. In: International Journal of Machine Tools and Manufacture. 50. Jg., 2010, Nr. 4, S. 328-334

Brecher, C.; Wenzel, C.; Hannig, S.; Schug, R.; Weber, A.: New systematic and time-saving procedure to design cup grinding wheels for the application of ultrasonic assisted grinding. In: International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 47. Jg., 2010, Nr. 1-4, S. 153-159

Castell-Codesal, A.: Laser-Rohreinschweißen. Rohrbündelfertigung in Rekordzeit. In: DVS Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V. (Hrsg.): Schweißen im Anlagen- und Behälterbau. (Reihe: DVS-Berichte, Bd. 262). Düsseldorf: DVS Media, 2010, S. 53-60

Fischbach, K.; Georgiadis, K.; Wang, F.; Chen, Y.; Yi, A.; Dambon, O.; Klocke, F.: Investigation of the effects of process parameters on the glass-to-mold sticking force during precision glass molding. In: Surface and Coatings Technology. 205. Jg., 2010, Nr. 2, S. 312-319

Gehrmann, A.; Wellensiek, M.; Schuh, G.: Development of a Technology Management Concept for SMEs. In: Towards new challenges for innovative management practices. 3. Jg., 2010, Nr. 2, S. 96-100

Gehrmann, A.; Wellensiek, M.; Schuh, G.: Rahmenbedingungen für das Technologiemanagement in mittelständischen Unternehmen. In: Gausemeier, J. (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung. (Reihe: HNI-Verlagsschriftenreihe, Bd. 237). Paderborn: HNI, 2010, S. 371-390

Gellißen, B.; Mallok, M.: Verbesserte Prozessstabilität beim Mikrofräsen. In: Fräsen + Bohren. 3. Jg., 2010, Nr. 6, S. 39

Gerschwiler, K.; Jelich, C.: Übersicht über neue Werkstoffe und Produkte. In: Tagungsband der Veranstaltung »OTTI-Seminar: Neue Werkstoffe wirtschaftlich zerspanen«. Regensburg, 9.-10. Juni 2010. 2010, S. 7-35

Haag, C.: Werthaltigkeitsprüfung technologiebasierter immaterieller Vermögenswerte. In: Brecher, C.; Klocke, F.; Schmitt, R.; Schuh, G. (Hrsg.): Ergebnisse aus der Produktionstechnik. Bd. 10/2009. Aachen: Apprimus, 2010, o. a. S.

Hannig, S.; Brecher, C.: Design of Transversal Ultrasonic Systems. In: Tagungsband der Veranstaltung »Beiratssitzung Forschungsgemeinschaft Ultrapräzisionstechnik e.V.«. Frankfurt am Main, 21. Oktober 2010, S. 26.

Hannig, S.; Brecher, C.: Design of Ultrasonic Systems. In: Tagungsband der Veranstaltung »Mitgliederversammlung der Forschungsgemeinschaft Ultrapräzisionstechnik e.V.«. Aachen, Fraunhofer IPT, 14.-15. April 2010, S. 27

Heinen, D.; Arntz, K.: Verschleißschutz für komplexe Werkzeugoberflächen – automatisierte Laseroberflächenbehandlung verlängert Werkzeugstandzeiten um 100 Prozent. In: VDFW im Dialog. 2010, Nr. 2, S. 22-23

Heinen, D.; Bock, M.: Standzeiterhöhung für Schmiedegesenke. Laseroberflächenbehandlung von Werkzeugen zum Verschleißschutz. In: Uddeholm Info. 2010, Nr. 1, S. 12

Jelich, C.: Zerspanung hochfester Legierungen. In: Tagungsband der Veranstaltung »OTTI-Seminar: Neue Werkstoffe wirtschaftlich zerspanen«. Regensburg, 9.-10. Juni 2010, S. 177-206

Klocke, F., Brecher, C., Zunke, R., Tücks, R., Zymla, C., Driemeyer Wilbert, A.: Hochglänzende Freiformflächen aus Stahlwerkzeugen. In: VDI-Z Integrierte Produktion. Special Werkzeug- und Formenbau, 2010, Nr. 3, S. 16-19

Klocke, F.; Arntz, K.; Mescheder, H.; Böker, J.: Laser Structuring of Freeform Surfaces. Proceedings of the »COMA 2010 – International Conference on Competitive Manufacturing«. Stellenbosch, Südafrika, 03. Februar 2010, o. a. S.

Klocke, F.; Behrens, B.: Polieren – immer noch ein Handwerk? Der Weg von der manuellen zur automatisierten Feinbearbeitung. In: Tagungsband der Veranstaltung: 10. Internationales Kolloquium »Werkzeugbau mit Zukunft«. Aachen, Fraunhofer IPT, 28.-29. September 2010. Aachen: Eigendruck Fraunhofer IPT, 2010, S. 89-101

Klocke, F.; Bergs, T.; Meinecke, M.; Jelich, C.: Process Design for the circular stagger milling of complex slot geometries. In: Tagungsband der Veranstaltung »4th CIRP International conference on high performance cutting, Vol. 1«. Gifu, Japan, 24.-26. Oktober 2010, S. 475-480

Klocke, F.; Bergs, T.; Meinecke, M.; Jelich, C.; Ur-Rehman, R.: Developments in Machining Aircraft and Power Plant Workpieces. In: Tagungsband der Veranstaltung »ICMC 2010 Sustainable Production for Resource Efficiency and EcoMobility«, Chemnitz 2010, o. a. S.

Klocke, F.; Brecher, B.; Zunke, R.; Tücks, R.: Corrective polishing of complex ceramics geometries. In: Precision Engineering. 2010, o. a. S.

Klocke, F.; Brecher, C.; Heinen, D.; Rosen, C.; Breitbach, T.: Flexible scanner-based laser surface treatment. In: Laser Assisted Net Shape Engineering 6. 2. Jg., 2010, Nr. 5 – Part 1, S. 467-475

Klocke, F.; Dambon, O.; Bulla, B.: Diamond turning of aspheric steel molds for optics replication. Photonics West 2010. In: Proceedings of the International Society for Optical Engineering – SPIE, Vol. 7590. San Francisco, USA: SPIE, 2010, o. a. S.

Klocke, F.; Dambon, O.; Bulla, B.: Direct diamond machining of aspherical steel moulds with sub micron accuracy.

In: Proceedings of the 10th International Conference of the European Society for Precision Engineering & Nanotechnology – EUSPEN. Delft, Netherlands, 31. May - 4. June 2010, o. a. S.

Klocke, F.; Dambon, O.; Bulla, B.: Direct diamond turning of aspheric steel molds in ultra precise accuracy.

In: Proceedings of the 25th Annual Meeting of the American Society for Precision Engineering (ASPE). Atlanta, USA, 31. Oktober - 4. November 2010, o. a. S.

Klocke, F.; Dambon, O.; Georgiadis, K.: Comparison of Nitride and Noble Metal Coatings for Precision Glass Molding Tools.

In: Key Engineering Materials, 35. Jg., 2010, S. 9-16

Klocke, F.; Dambon, O.; Hollstegge, D.; Wang, F.; Bresseler, B.: Integrated Process Chain for Glass Moulding of Freeform Surfaces. In: Optical Society of Japan (Hrsg.): 7th International Conference on Optics-photonics Design & Fabrication. (Reihe: Technical Digest). Kobe: Proactive Inc., 2010, S. 137-138

Klocke, F.; Heinen, D.; Liu, Y.; Arntz, K.; Ruset, C.: Kombinierte Oberflächenbehandlung von Werkzeugen. NC-gesteuerte kombinierte Oberflächenbehandlung zur Standzeitverlängerung von Werkzeugen. In: wt Werkstattstechnik online. 100. Jg., 2010, Nr. 6, S. 508-512

Klocke, F.; Timmer, A.; Bäcker, V.; Tönissen, S.; Frank, P.; Kauffmann, P.; Wächter, D.; Hollstegge, D.: Manufacturing-related product properties: challenges and changes. In: Tagungsband der Veranstaltung »1st International Conference on Product Property Prediction«. Bochum, 12.-13. April 2010, o. a. S.

Klocke, F.; Lung, D.; Jelich, C.; Gerschwieler, K.: »Neue Materialien braucht das Land«. In: Fertigung – das Fachmagazin für die Metallbearbeitung. Mai 2010. Landsberg: Verlag Moderne Industrie, 2010, o. a. S.

Malhotra, A.; Käwert, S.; Schuh, G.; Hacker, P.: Der Einkauf von Georg Fischer Automotive senkt die Kosten der Materialversorgung nachhaltig. Ergebnisse eines internationalen Benchmarking-Projekts Teil 4. In: Beschaffung Aktuell. September 2010, o. a. S.

Mierbach, S.; Schuh, G.; Ünlü, V.: Materialkostenoptimierung und -transparenz bei der GETRAG FORD Transmissions. Ergebnisse eines internationalen Benchmarking-Projekts Teil 3. In: Beschaffung Aktuell. August 2010, o. a. S.

Moll, T.; Orilski, S.; Schuh, G.: Forms of organisation for efficient technology management. In: Hosni, Y. (Hrsg.): Proceedings of the 19th International Conference on Management of Technology. Kairo: Nile University, 2010, o. a. S, erschienen auf CD-ROM

Neitzel, M.; Krämer, N.; Schütte, A.; Schnackenburg, B.; Krüger, S.; Kelm, M.; Günther, R.; Köhl, H.; Krombach, G.: Magnetic Resonance Imaging of the Cardiac Venous System and Magnetic Resonance-Guided Intubation of the Coronary Sinus in Swine. A Feasibility Study. In: Investigative Radiology. 45. Jg., 2010, Nr. 8, S. 502-506

Nollau, S.; Ürün, E.: Hohes Potential für das Präzisionsblankpressen. In: Laser und Photonik. 39. Jg., 2010, Nr. 1, S. 10-11

Orilski, S.; Moll, T.; Schuh, G.: Technology Roadmapping. A Dynamic, Data Based Approach. In: Hosni, Y. (Hrsg.): Technology as the Foundation for Economic Growth. 19th International Conference on Management of Technology – IAMOT 2010. Kairo: Nile University, 2010, o. a. S, erschienen auf CD-ROM

Petzoldt, K.; Sauter, T.; Franz, K.; Kerler, K.; Schneider, C.; Henke, R.; Schmitt, R.; Große-Böckmann, M.: Klimawirkung von Flugzeugemissionen im Rahmen einer Lebenszyklusanalyse von Verkehrsflugzeugen. In: Tagungsband der Veranstaltung: »Arbeitskreis Klima«. Ochsenfurt, 29.-31. Oktober 2010, o. a. S.

Pfeifer, T.; Schmitt, R.; König, N.; Mallmann, G.: Interferometric Measurement of Injection Nozzles using Ultra-Small Fiber-Optical Probes. In: Pfeifer, T.; Lin, J.; Zhou, B.; Zhuang, S. (Hrsg.): 19th IMEKO TC2 Symposium on Photonics in Measurements 2010 – Proceedings, Hangzhou, China, 13.-14. September 2010. (Reihe: IMEKO TC2, 2010). Hangzhou, China: China Jiliang University, 2010, S. 15-24

Schmelter, K.; Wellensiek, M.; Schuh, G.: Designing the interface between the development of technologies and products. In: Towards new challenges for innovative management practices. 3. Jg., 2010, Nr. 2, S. 196-202

Schmitt, R.; Becker, P.: Qualitätssensitive Aufwandsbestimmung in der replikativen Optikfertigung. Analyse komplexer Prozessketten. In: Industrie Management. 26. Jg., 2010, Nr. 6, S. 25-28

Schmitt, R.; Becker, P.: Qualitätsmanagement schont Ressourcen. In: VDI-Nachrichten. 64. Jg., 2010, Nr. 44, S. 13

Schmitt, R.; Becker, P.: Productivity Gain Through Successful Networking of Cross-Sited Production Process Chains. Proceedings of the 16th World Productivity Congress and European Productivity Conference. Belek-Antalya, Türkei, 2.-5. November 2010, o. a. S.

Schmitt, R.; Becker, P.: Green Quality – Kosten und Umwelt schonen. Die Synergie aus dem klassischen Qualitätsmanagement und aktuellem Umweltbewusstsein. In: Quality Engineering. 2010, Nr. 5, S. 12-13

- Schmitt, R.; Becker, P.; Frischemeier, S.: Green Quality – Kosten sparen und Umwelt schonen. In: Tools 3.2010, 17. Jahrgang, Aachen, 2010, S. 2-5
- Schmitt, R.; Becker, P.; Frischemeier, S.; Hatfield, S.: Green Quality – Bewertung der Ressourceneffizienz in der Fertigung. In: Brecher, C.; Schmitt, R.; Schuh, G.; Pfeifer, T.; Weck, M. (Hrsg.): Ressourceneffiziente Produktionstechnik. Aachen: Apprimus, 2010, S. 261-282
- Schmitt, R.; Becker, P.; Schaaf, U.: Lohnenswerter Aufwand. Fertigungsmesstechnik mit systematischer Auswahl optimieren. In: Qualität und Zuverlässigkeit. 55. Jg., 2010, Nr. 11, S. 54-56
- Schmitt, R.; Bichmann, S.; Köllmann, D.: Messung optischer Funktionsflächen und diffraktiver Strukturen für die Optikfertigung. In: VDI Wissensforum (Hrsg.): Koordinatenmesstechnik 2010 – Technologien für eine wirtschaftliche Produktion. 8. VDI-Fachtagung. (Reihe: VDI-Berichte. 2120). Düsseldorf: VDI, 2010, S. 87-94
- Schmitt, R.; Frischemeier, S.: Effizienzsteigerung durch Prozesskettenoptimierung. Ein ganzheitlicher Ansatz für die Verbesserung des Ressourceneinsatzes in der Produktion. In: Industrie Management. 26. Jg., 2010, Nr. 4, S. 57-60
- Schmitt, R.; Große-Böckmann, M.: QM wird zur Integrationsplattform. Wie sich Qualitätsmanagement in den Unternehmen entwickelt. In: Qualität und Zuverlässigkeit. 2010, Nr. 12, S. 20-24
- Schmitt, R.; Hatfield, S.: Strategische Ausrichtung zum industriellen Dienstleister. In: Economic Engineering. 2010, Nr. 1, S. 36-38
- Schmitt, R.; Hatfield, S.; Grundmann, R.: Implementierung einer Service-Organisation. Nachhaltiger Aufbau von Unternehmensstrukturen zur Realisierung ganzheitlicher Dienstleistungen. In: Gatermann, I.; Fleck, M. (Hrsg.): Technologie und Dienstleistung. (Reihe: Innovationen in Forschung, Wissenschaft und Unternehmen, Beiträge der 7. Dienstleistungstagung). Aachen: Campus, 2010, S. 65-72
- Schmitt, R.; Hatfield, S.; Grundmann, R.: Mittendrin. Qualitätsmanagement treibt Wandel zur Serviceorganisation. In: Qualität und Zuverlässigkeit. 54. Jg., 2010, 1. Aufl., S. 28-31
- Schmitt, R.; Hatfield, S.; Vieth, M.: Gemeinsam zum Erfolg!. Self-Assessment für Managementsysteme. In: Qualität und Zuverlässigkeit. 55. Jg., 2010, Nr. 7-8, S. 12-14
- Schmitt, R.; Hatfield, S.; Vieth, M.: Steiniger Weg zum Erfolg. Mit individueller Selbstbewertung zu besserer Qualitätskultur. In: Qualität und Zuverlässigkeit. 55. Jg., 2010, Nr. 7, S. 22-26
- Schmitt, R.; Henning, K.; Ottong, A.; Münstermann, T.: Kulturveränderung oder kulturbasierte Veränderung? Eine strategische Entscheidung. In: Meyer, J. (Hrsg.): Strategien von kleinen und mittleren Unternehmen. (Reihe: Jahrbuch der KMU-Forschung, Bd. 11). 1. Aufl. Lohmar: Josef Eul, 2010, S. 39-50
- Schmitt, R.; Köllmann, D.: Evaluation of Topography and Slope of Free-Formed Optics. In: Spaan, H.; Shore, P.; Brussel, H.; Burke, T. (Hrsg.): Proceedings of the 10th International Conference of the European Society for Precision Engineering and Nanotechnology. Cranfield, UK: Euspen, 2010, S. 95-99
- Schmitt, R.; Köllmann, D.: Messtechnische Charakterisierung optischer Komponenten. In: Tagungsband der Veranstaltung »Prozesskette zur Replikation von Präzisions- und Mikrokomponenten«. Aachen, 23.-24. November 2010, o. a. S.

Schmitt, R.; Köllmann, D.: Metrology for the Production of high-precision Optics. In: Tagungsband der Veranstaltung »Workshop: Effizientes Glasblankpressen hochpräziser Optik-Komponenten«. Berlin, 25. Februar 2010, o. a. S.

Schmitt, R.; Köllmann, D.: VDI 5582 Vorbereitung und Reinigung von Formeinsätzen und Proben für qualitätssichernde Messungen in der Produktionskette des Präzisionsblankpressens. In: VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik (Hrsg.): VDI/VDE-Handbuch Fertigungsmesstechnik. Berlin: Beuth, 2010, S. 1-10

Schmitt, R.; Köllmann, D.: Welcome Address: Production of Optics at the Technology Location Aachen. In: Schmitt, R. (Hrsg.): Optics – Key Technology for the Future. 1. Aufl. Aachen: Apprimus, 2010, S. 13-26

Schmitt, R.; Köllmann, D.; Bichmann, S.: Structured Surface Measurement. In: Tagungsband der Veranstaltung »Royal Society Scientific Seminar«. Buckinghamshire, 22.-23. November 2010, o. S. A.

Schmitt, R.; Köllmann, D.; Georgiadis, K.: VDI 5581 Messtechnische Maßnahmen zur Sicherung der Qualität beim Präzisionsblankpressen von asphärischen, Freiform- und Mikrooptiken. In: VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (Hrsg.): Fertigungsmesstechnik. Berlin: Beuth, 2010, S. 1-16

Schmitt, R.; König, N.: Interferometrische Fasersensoren für die hochgenaue Abstandsmessung im industriellen Einsatz. In: Tagungsband der Veranstaltung »Optische Fasern – Faseroptische Sensorik«. Nürnberg, 02. Dezember 2010. S. 73-87

Schmitt, R.; König, N.; Mallmann, G.: Surface profile characterization using low NA fibre optic sensors based on low-coherence interferometry. In: Informationstechnische Gesellschaft im VDE (ITG), VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA) (Hrsg.): Sensoren und Messsysteme 2010: Vorträge der 15. ITG/GMA-Fachtagung vom 18. bis 19. Mai in Nürnberg. Berlin-Offenbach: VDE, 2010, S. 177-181

Schmitt, R.; König, N.; Mallmann, G.; Depiereux, F.: Fiber-optical measurement of form deviations of rotation-symmetric parts. In: Measurement. 43. Jg., 2010, Nr. 5, S. 714-718

Schmitt, R.; Laass, M.; Wagels, C.; Isermann, M.: Selbstoptimierende Produktionssysteme durch kognitive Technologien. In: Tools. 3.2010, S. 18-21

Schmitt, R.; Laass, M.; Wagels, C.; Isermann, M.; Matuschek, N.: Selbstoptimierende Produktionssysteme durch kognitive Technologien. In: wt Werkstattstechnik online. 100. Jg., 2010, Nr. 1/2, S. 28-29

Schmitt, R.; Mallmann, G.: Evaluation of the usage of a fiber-optical low-coherence interferometer for surface profile measurements using Speckles analysis. In: Goncalves Jr., A.; Kaufmann, G. (Hrsg.): Speckle 2010: Optical Metrology – Proceedings Volume. (Reihe: Proceedings of SPIE, 7387). 1. Aufl. Bellingham WA, USA: SPIE, 2010, S. 73870N-1 – 73870N-8

Schmitt, R.; Mallmann, G.; Depiereux, F.: Tiefer Einblick in versteckte Orte. Formmessung mit faseroptischen Sensoren. In: Inspect. 11. Jg., 2010, Nr. 7, S. 88-89

Schmitt, R.; Marx, U.; Walles, H.; Heymer, A.: Optical coherence tomography investigation of growth cycles of engineered skin tissue. In: Kirkpatrick, S.; Wang, R. (Hrsg.): Optics in Tissue Engineering and Regenerative Medicine IV. (Reihe: Proceedings of SPIE, Bd. 7566). Bellingham, Washington, USA: SPIE, 2010, S. 75660-1 – 75660-9

Schmitt, R.; Nisch, S.; Mallmann, G.; Arenhart, F.: Wissensbasierte Optimierungsstrategien für komplexe Messprozesse am Beispiel der taktilen Formprüfung auf Koordinatenmessgeräten. In: Informationstechnische Gesellschaft im VDE (ITG), VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA) (Hrsg.): Sensoren und Messsysteme 2010: Vorträge der 15. ITG/GMA-Fachtagung, 18.-19. Mai 2010, Nürnberg. Berlin-Offenbach: VDE, 2010, S. 353-358

Schmitt, R.; Ottong, A.: A systematic approach to change considering corporate culture. In: Hanna, M. (Hrsg.): POM 2010 – Operation in Emerging Economics. Statesboro: The Production and Operations Management Society, 2010, S. 197

Schmitt, R.; Ottong, A.: Gaining Sustainability by Strategic Change Management. In: Proceedings of the 13th QMOD Conference on Quality and Service Sciences ICQSS 2010. Cottbus, 30. August – 01. September 2010, o. a. S.

Schmitt, R.; Ottong, A.: Veränderungsprojekte vor dem Hintergrund der Unternehmenskultur systematisch umsetzen. In: Wagner, R.; Engstler, M. (Hrsg.): Projektarbeit zwischen Effizienzdruck und Qualitätsforderungen. (Reihe: Beiträge zur Konferenz »interPM«). Heidelberg: dpunkt, 2010, S. 243-257

Schmitt, R.; Pfeifer, T.; Cai, Y.; Zhang, H.; König, N.: Optical Measurement System for Inline Inspection in Carbide Insert Production. In: Pfeifer, T.; Lin, J.; Zhou, B.; Zhuang, S. (Hrsg.): 19th IMEKO TC2 Symposium on Photonics in Measurements 2010 – Proceedings, Hangzhou, China, 13-14 September 2010. Hangzhou/China: China Jiliang University, 2010, S. 51-60

Schmitt, R.; Stürwald, S.: Flexible Optikprüfung mit Nanopositionier-Messsystemen und interferometrischer Referenzierung. In: Photonik – Fachzeitschrift für optische Technologien, 42. Jg., 2010, Nr. 3, S. 46-49

Schmitt, R.; Stürwald, S.: Imaging micro optical components with short coherent digital holographic microscopy. In: SPIE (Hrsg.): SPIE Proceedings. (Reihe: Photonics Europe 2010: Optical Engineering and Applications, Bd. 7717-23). Bellingham, Washington, USA: SPIE, 2010, S. 771700

Schmitt, R.; Stürwald, S.: Readjusting image sharpness by numerical parametric lenses in Forbes. Representation and Halton sampling for selective refocusing in digital holographic microscopy. In: Andrews, D.; Grote, J. (Hrsg.): SPIE Optics + Photonics 2010 – Conferences + Courses: 1-5 August 2010 San Diego. (Reihe: SPIE Optics + Photonics). Bellingham, Washington, USA: SPIE, 2010, S. 767-778

Schmitt, R.; Vielhaber, K.; Frischmeier, S.; Krey, S.: Resource Efficient Ultra-Precision Manufacturing of Free Form Optics with a Machine Integrated Form Test. In: Tagungsband der Veranstaltung »ICMC 2010«. Chemnitz, 29.-30 September 2010, o. a. S.

Schmitt, R.; Wagels, C.; Isermann, M.: Production Optimization by Cognitive Controlling Systems. In: Dimitrov, D. (Hrsg.): Proceedings of the International Conference on Competitive Manufacturing – COMA '10. Stellenbosch, Südafrika: Stellenbosch University, 2010, S. 153-158

Schmitt, R.; Wagels, C.; Isermann, M.; Matuschek, N.: Cognitive optimization of an automotive rear-axle drive production process. In: Journal of Machine Engineering. 9. Jg., 2010, Nr. 4, S. 71-80

Schmitt, R.; Witte, A.: Development of a micro positioning stage for lab on a chip applications. In: Tagungsband der Veranstaltung »IEEE/ICBEE 2010«. Kairo, Ägypten, 2. November 2010. Kairo: IEEE, 2010, S. 119-123

Schmitt, R.; Witte, A.; König, N.; Krah, M.: Mikromontage faseroptischer Sonden. In: Mikroproduktion. 7. Jg., 2010, Nr. 2, S. 22-25

Schuh, G.; Hacker, P.; Christian, F.; Sanjay, S.: RFID diagnostics of promotion execution. In: Institute of Electrical and Electronics Engineers (Hrsg.): 2010 IEEE International Conference on RFID. Piscataway, USA: IEEE, 2010, S. 134-140

Schuh, G.; Kreysa, J.; Gudergan, G.: Aktuelle Erfolgsfaktoren im Einkauf. In: Service Today. 2010, o. S. A.

Schuh, G.; Kreysa, J.; Hacker, P.: Jetzt die Weichen für einen gestärkten Einkauf stellen. In: Maschinenmarkt. 2010, Nr. 27, S. 20-22

Schuh, G.; Orilski, S.; Schubert, J.: Roadmapping for the Virtual Production. In: Proceedings of the International Conference on Advances in Production Management Systems (APMS) 2010. Cernobbio, Como, Italy, 11.-13. Oktober 2010, o. a. S.

Schuh, G.; Wellensiek, M.; Kreysa, J.: Wie der Einkauf aus der Krise neue Stärke schöpft. Ergebnisse eines internationalen Benchmarking-Projekts Teil 1. In: Beschaffung Aktuell. Juni 2010, S. 22-23.

Schuh, G.; Wellensiek, M.; Kreysa, J.: Worauf es im Einkauf derzeit ankommt. In: CVC News. 2010, Nr. 2, S. 48-50

Schuh, G.; Wellensiek, M.; Nollau, S.: Erfolgreiche Technologieentwicklung in Unternehmensnetzwerken. Herausforderung in der Auftragsentwicklung von Technologien durch virtuelle Technologieentwicklung bewältigen. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb. 105 Jg., 2010, Nr. 3, S. 189-192

Schuh, G.; Wellensiek, M.; Nollau, S.: Improved Sustainability of High Precision Optics Production. In: Proceedings of the APMS Conference 2010. (Reihe: APMS proceedings). 1. Aufl, 2010, o. a. S.

Sobotka, A.: Körperschall überwacht Qualität im Fertigungsprozess. In: Maschinenmarkt. 116 Jg., 2010, Nr. 17, S. 76-79

Stecher, A.; Schuh, G.; Ünlü, V.: Professionelles Einkaufen beim größten Baustoffproduzenten Norddeutschlands. Ergebnisse eines internationalen Benchmarking-Projekts Teil 6. In: Beschaffung Aktuell. November 2010, o. a. S.

Stürwald, S.; Schmitt, R.: Phase noise optimization in temporal phase-shifting digital holographic metrology for optical surfaces and life science. In: Tagungsband der Veranstaltung »CIRP January Meeting«. Paris, 19.-22. Januar 2010, o. a. S.

Stürwald, S.; Schmitt, R.: Phase Retrieval Algorithm for Form Testing Metrology in Production Environment. In: Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics. 8. Jg., 2010, Nr. 4, S. 42-47

Tzifa, A.; Krombach, G.; Krämer, N.; Bücker, A.; Günther, R.; Razavi, R.; Rosenthal, E.; Schwartz, C.; Varma, G.; Buhl, A.; Kohlmeier, A.; Walter, M.; Schaeffter, T.; Qureshi, S.; Krasemann, T.; Schütte, A.: Magnetic Resonance Guided Cardiac Interventions Using Magnetic Resonance Compatible Devices. A Preclinical Study and First-in-Man Congenital Interventions. In: *Circulation Cardiovascular Interventions*, 2010, Nr. 122, S. 585-592

Ungers, M.; Fecker, D.; Frank, S.; Donst, D.; Märgner, V.; Abels, P.; Kaierle, S.: In-Situ Quality Monitoring During Laser Brazing. In: *Physics Procedia*. 5. Jg., 2010, Nr. 2, S. 493-503

Ur-Rehman, R.; Richterich, C.; Arntz, K.; Klocke, F.: Numerical Techniques for CAM Strategies for Machining of Mould and Die. In: Hinduja, S.; Li, L. (Hrsg.): *Proceedings of the 36th International MATADOR Conference*. 1. Aufl. London, UK: Springer, 2010, S. 259-263

Wellensiek, M.; Nollau, S.; Hollstegge, D.: Mit Präzisionsblankpressen zur kostensparenden und ressourcenschonenden Optikproduktion. In: *ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*. 105. Jg., 2010, Nr. 5, S. 464-467

Zirm, M.; Schuh, G.; Kreysa, J.: Wie steuert die Heidelberger Druckmaschinen AG Lieferanteninnovationen? Ergebnisse eines internationalen Benchmarking-Projekts Teil 2. In: *Beschaffung Aktuell*. Juli 2010, o. a. S.

DISSERTATIONEN 2010

DISSERTATIONS 2010

Dörner, H.: Gläser und Werkzeugwerkstoffe zum Präzisionsblankpressen. Diss. RWTH Aachen, 2010

Eder, K.: Miniaturisierung und Integration der Optischen Kohärenztomographie (OCT) in biomedizinische Produktionsprozesse. Diss. RWTH Aachen, 2010

Emonts, M.: Laserunterstütztes Scherschneiden von hochfesten Blechwerkstoffen. Diss. RWTH Aachen, 2010

Gläser, T.: Untersuchungen zum Lasersintern zum Wolframkarbid-Kobalt. Diss. RWTH Aachen, 2010

Grüntzig, A.: Modeling of Grinding Wheel in Electrolytic in Process Dressing (ELID). Diss. RWTH Aachen, 2010

Hatfield, S.: Systematik zur strategisch-organisationalen Veränderung zum hybriden Produzenten. Diss. RWTH Aachen, 2010

Rauchenberger, J.: Reifegradmodelle als Ordnungsrahmen für systematische Prozessverbesserung am Beispiel des mechatronischen Entwicklungsprozesses. Diss. RWTH Aachen, 2010

REFERENZEN

REFERENCES



IMPRESSUM

EDITORIAL NOTES

Herausgeber

Publisher

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT
Steinbachstraße 17
52074 Aachen
Telefon/Phone +49 241 8904-0
Fax +49 241 8904-198
info@ipt.fraunhofer.de
www.ipt.fraunhofer.de

Redaktion

Editorial Staff

Susanne Krause M.A.

Mitarbeiter des Fraunhofer IPT
Seiten 101 - 103: Mitarbeiter des Fraunhofer CMI

Layout

Layout

Adelheid Peters

Fotos

Photos

Fraunhofer IPT
außer:
Seite 23, 81, 83, 84, 90, 110: Panther Media GmbH,
Seite 78: MEV Verlag GmbH,
Seite 100: Fraunhofer CMI,
Seite 106: MAN Diesel & Turbo SE,
Seite 110: Fraunhofer IGB/Rafael Kroetz

Druck

Print Shop

RHIEM Druck, Voerde

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

No part of this publication may be reproduced or transmitted
in any form or by any means without prior permission by the
publishers and without identification of the source. Voucher
copies are requested.

© Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT,
Aachen, 2011

INFORMATION-SERVICE

INFORMATION SERVICE

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

If you would like more information about the research and development activities and services at the Fraunhofer IPT, please post or fax us the following form, indicating your interests.

Fax +49 241 8904-6180

Ihre Anschrift/Your Address

Name _____

Titel/Title _____

Firma/Company _____

Abteilung/Department _____

Straße/Street _____

Postleitzahl/Postcode _____

Stadt/Town _____

Telefon/Phone _____

Fax _____

E-Mail _____

Periodica/Periodicals

- Tools – Informationen der Aachener Produktionstechniker (nur auf deutsch/german only)
- Jahresbericht/Annual report

Themen und Branchen/Themes and Industries

- Adaptive Fertigung/Adaptive Manufacturing
- Automatisierung und Sondermaschinen/Automation and Specialist Machines
- Computerunterstützte Fertigung/Computer-aided Manufacturing
- Faserverbundtechnik/Fiber-Reinforced Plastics Technology
- Feinbearbeitung und Mikrotechnik/Fine Machining and Micro Technology
- Funktionalisierung von Oberflächen/Functionalization of Surfaces
- Hochleistungszerspanung/High Performance Cutting
- Lasermaterialbearbeitung/Laser Machining
- Replikation von Optiken/Optics Replication
- Ultrapräzisionstechnik/Ultra Precision Technology

- Automobil/Automotive
- Energie/Energy
- Life Sciences/Life Sciences
- Luftfahrt/Aerospace
- Maschinen- und Anlagenbau/Mechanical and Plant Engineering
- Optik/Optics
- Präzisions- und Mikrotechnik/Precision and Micro Technology
- Werkzeug- und Formenbau/Tool and Die Making

© 2011

**Fraunhofer-Institut für
Produktionstechnologie IPT**

Institutsleitung

Executive Director

Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. Dr. h.c. Fritz Klocke

Institutsdirektorium

Board of Directors

Prof. Dr.-Ing. Christian Brecher

Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. Dr. h.c. Fritz Klocke

Prof. Dr.-Ing. Robert Schmitt

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

Prof. Dr. Andre Sharon

Steinbachstraße 17

52074 Aachen

Germany

Telefon/Phone +49 241 8904-0

Fax +49 241 8904-198

info@ipt.fraunhofer.de

www.ipt.fraunhofer.de