



Fraunhofer
IPT

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR PRODUKTIONSTECHNOLOGIE IPT

JAHRESBERICHT 2011 ANNUAL REPORT



FRAUNHOFER IPT

JAHRESBERICHT
2011
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 Haus ist eine Maschine zum Wohnen. Das sagte der berühmte Architekturstyler Le Corbusier. Wohnen wollen wir im Neubau des Fraunhofer IPT zwar nicht – uns wohlfühlen und dabei effizient zusammen arbeiten aber schon. Deshalb stand für 2011 nicht nur der lang ersehnte Baubeginn des Parkhauses auf dem Plan. Auch unser interner Strategieprozess erhielt hohe Priorität: Genau wie der Anbau auf dem früheren Parkplatz die bestehenden Büros, Maschinenhallen und Labore sinnvoll ergänzen wird, fordert auch das personelle Wachstum neue tragfähige interne Strukturen und Prozesse. Auf diese Weise wollen wir uns in den kommenden Jahren vergrößern, uns internationaler aufstellen und doch gleichzeitig unsere einzigartige Institutskultur bewahren. Bei einem Treffen mit unseren Kuratoren in der historischen Fraunhofer-Glashütte in Benediktbeuern haben wir diese Pläne im November bereits ein erstes Mal auf den Prüfstand gestellt und grünes Licht erhalten.

Auch unsere Fraunhofer-Projektgruppe Entwurfstechnik Mechatronik hat am Standort Paderborn neue Räume bezogen: »Zukunftsmeile 1« lautet nun die vielversprechende Adresse unserer Mechatronik-Experten. Wir freuen uns, dass die Arbeiten so zielorientiert vorangehen und dass wir in Paderborn ein hoch motiviertes Team in unseren Reihen haben.

Doch nicht nur Baumaßnahmen und Umzüge haben das Jahr 2011 geprägt, sondern auch große und kleine, interne und externe Veranstaltungen. So traf unsere erste internationale Konferenz im Geschäftsfeld Turbomaschinen im Februar auf ein höchst interessiertes Branchenpublikum. Auf dem Programm fanden sich neueste Ergebnisse des Fraunhofer-Innovationsclusters »TurPro«, den wir im April gemeinsam mit dem Fraunhofer ILT und elf Industriepartnern erfolgreich abschließen konnten. Ende Mai spannten wir mit dem Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquium den Bogen noch

Dear readers,

the house is a machine for living – at least that's what the architect Le Corbusier says. We may not plan to live in the new annex of the Fraunhofer IPT, but we have every intention of having a good time there and of working together in a spirit of good and efficient cooperation. This is why the year 2011 marked for us more than the – much anticipated – start of the construction works for the new multi-storey car park: our internal strategic process enjoyed the same priority. Much in the same way that the annex which is being constructed on the former parking lot will complement the existing offices, workshops and laboratories, the increasing size of our institution and our workforce requires new, resilient and stable internal structures and processes. We want to further increase our range and widen our international scope over the next few years while simultaneously preserving the unique culture and philosophy of our institution. During a meeting with our trustees in November – held at the historical Fraunhofer glass factory in Benediktbeuern – we put our plans up for discussion and received a "green light".

The Fraunhofer Project Group for Mechatronic Systems Design has also moved into new premises at its operating site in Paderborn: our mechatronics team is now operating from the address "Zukunftsmeile 1", "No. 1, Future Zone" – you can't express ambition much better than that. We are delighted that their work is progressing so well and that we have such a highly motivated team within our ranks.

The year 2011 was, however, not only marked by construction projects and moves into new premises – there were also many important internal meetings and external conferences, large ones and small ones. In February, our first international conference for the turbomachine industry attracted many representatives from big corporations. The program included the latest results of the Fraunhofer innovation cluster "TurPro"



etwas weiter: Der wohl bedeutendste Fachkongress der Produktionstechnik, den wir alle drei Jahre gemeinsam mit dem Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen ausrichten, lockte mehr als 900 internationale Fachbesucher über zwei Tage zu uns nach Aachen.

Je mehr wir unsere Kompetenzen ausbauen, desto mehr gibt es auch im eigenen Haus zu entdecken. Deshalb haben wir bereits Anfang 2010 damit begonnen, unsere interne Kommunikation systematischer zu gestalten. Als Ergänzung zu unserem internen Newsletter, dem »NewsPool«, haben wir im Oktober 2011 den Blick einen ganzen Tag lang nach innen auf das Institut gewandt: Unser interner Informationstag unter dem Motto »IPTinside« wurde von allen Beteiligten mit großer Begeisterung angenommen und soll ab jetzt häufiger stattfinden. Die Ergebnisse der fraunhoferweiten Mitarbeiterbefragung, die im November abgeschlossen wurde, geben uns für die interne Kommunikation weitere wertvolle Impulse.

Die stetige Weiterentwicklung des Instituts stellt hohe Anforderungen – nicht nur an die Wirtschaftserträge, sondern gerade auch an diejenigen, die dazu beitragen, sie zu erwirtschaften. An dieser Stelle gebührt großer Dank unseren Kunden und Projektpartnern, ebenso wie unseren Mitarbeitern. Sie alle bilden das Fundament für unsere Arbeit, auf das wir bauen, um gemeinsam auch in Zukunft gut aufgestellt zu sein und erfolgreich am Markt zu agieren.

Februar 2012

A handwritten signature in blue ink that reads "F. Klocke".

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

that we completed successfully in April together with the Fraunhofer ILT and eleven industrial partners. In late May, we co-hosted (together with the WZL of the RWTH Aachen University) an even bigger event, the "Aachen Machine Tool Colloquium", perhaps the world's largest congress for experts in production technology. More than 900 international visitors joined us in Aachen for the event which is only scheduled once every three years.

The wider we extend our skills and competences, the more there is to discover in our own institution. This is why we started in early 2010 to design a better and more efficient in-house communication system. We are now publishing an internal newsletter, called "NewsPool", and dedicated one full day in October 2011 to the exchange of views and experiences with all the people at our institute. This initial "IPTinside" information day was such a success that we have already decided to turn this into a more regular event. An internal survey among our workforce was completed in November, and the results will provide us with further valuable insights and ideas for the future.

In the wake of the continuous evolution and development of the institute, its business and its balance sheet total, the burden of responsibility is growing for everyone whose job it is to generate the underlying revenues and profits. I would like to express my deeply felt gratitude to our customers, our project partners and our employees. They provide the foundation for the work that guarantees our future prosperity and success.

February 2012

INHALT

CONTENTS

2	Vorwort Foreword	27	Kuratorium Board of Trustees
6	Das Fraunhofer IPT im Profil In Profile: The Fraunhofer IPT	28	Unsere Geschäftsfelder Our Business Units
8	Das Erfolgsrezept: Menschen und Maschinen Our Formula for Success: Technology plus Human Resources	58	Unsere Kompetenzen Our Competencies
13	Ausstattung Equipment	98	Unsere Außenstellen Our Branch Offices
16	Organigramm Organizational Chart	110	Ereignisse, Publikationen, Referenzen Events, Publications, References
18	Die Fraunhofer-Gesellschaft The Fraunhofer-Gesellschaft	128	Impressum Editorial Notes
20	Denken in Prozessketten To Consider the Entire Process	129	Informations-Service Information Service
22	Exzellente Zusammenarbeit Excellent Cooperation		
24	Das Institut in Zahlen Facts and Figures		

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
- Entwurfstechnik Mechatronik 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
- Mechatronic systems design
- 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
- 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
- Turbomachinery
- Tool and die making

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 375 Menschen arbeiten am Fraunhofer IPT 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 mehr als zehn Jahren versucht das Fraunhofer IPT verstärkt Wissenschaftlerinnen für Forschungsprojekte zu gewinnen. Insgesamt beschäftigte das Fraunhofer IPT im Jahr 2011 zwölf Wissenschaftlerinnen und 103 Wissenschaftler. Dies entspricht einer Frauenquote von rund zehn 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.

More than 375 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 12 women in a workforce of 115 scientists, a ratio of ten percent. Even though our attempt to recruit larger numbers of young women for jobs in the engineering sciences will remain difficult



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

Karrieren beginnen am Fraunhofer IPT

Die grundlegende Personalpolitik des Fraunhofer IPT hat sich seit Gründung des Instituts 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 »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

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.

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.

Careers start at the Fraunhofer IPT

The basic principles of human resource management have changed little since the Fraunhofer IPT was established more than 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, 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

DAS ERFOLGSREZEPT: MENSCHEN UND MASCHINEN

OUR FORMULA FOR SUCCESS: TECHNOLOGY PLUS HUMAN RESOURCES

Beratung bei der Karriereplanung wird von fast allen unseren wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern genutzt. Im Jahr 2011 haben elf 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 immer noch recht angespannten Bewerberlage ist es uns jedoch stets gelungen, diese Stellen zu besetzen. Rund ein Drittel der neu eingestellten Mitarbeiter haben das Fraunhofer IPT bereits während ihres Studiums als studentische Hilfskraft oder durch Studien- und Abschlussarbeiten kennengelernt. Doch hat in den vergangenen Jahren auch 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.

Als Ergebnis aus dem internen Projekt »Exzellente Positionierung der Dienstleistungsbereiche« des Vorjahres hat das Fraunhofer IPT im Jahr 2011 einige konkrete Maßnahmen ergriffen, um die internen Abläufe mit Blick auf die Wertschöpfung besser miteinander zu verzahnen und Reibungsverluste zu vermeiden – all dies nicht zuletzt mit dem Ziel, die Zufriedenheit unserer Mitarbeiter und Kunden mit den erbrachten internen wie externen Dienstleistungen weiter zu erhöhen.

Die ersten Projekte wurden im Jahr 2011 bereits erfolgreich abgeschlossen. Die Standardisierung bestehender Prozesse und Hilfsmittel sowie deren Abbildung im hauseigenen

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 2011, 11 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.

Based on results from the previous year's internal project on "Excellent Positioning of the Service Sectors", the Fraunhofer IPT took some concrete steps in 2011 to mutually interlink its operating procedures in order to facilitate the creation of value and to avoid needless friction – and last but not least to further increase (internal as well as external) customer satisfaction with the range and quality of its services.

The first projects were already completed successfully in 2011. The standardization of our processes and resources has made



Qualitätsmanagement-System nach ISO 9001:2008 sind sehr gut vorangeschritten. Eine Vielzahl an Vereinfachungen wurde bereits umgesetzt. Das interne Projekt mündet nun in einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess.

Weiteres Personalwachstum in Aachen und Paderborn

Allein in den vergangenen fünf Jahren ist das Fraunhofer IPT von 249 auf 377 Mitarbeiter angewachsen, die Zahl der Festangestellten erhöhte sich seit 2006 von 116 auf mehr als 195.

Starken Einfluss auf das Wachstum im Jahr 2011 hatte die neu gegründete Fraunhofer-Projektgruppe Entwurfstechnik Mechatronik in Paderborn. Die Projektgruppe mit Anbindung an das Fraunhofer IPT stützt sich auf die Forschungsarbeiten und Erfahrungen des Heinz Nixdorf Instituts der Universität Paderborn. Die drei an der Fraunhofer-Projektgruppe beteiligten Professoren Jürgen Gausemeier, Wilhelm Schäfer und Ansgar Trächtler sind Lehrstuhlinhaber und leiten leistungsfähige Arbeitsgruppen am Heinz Nixdorf Institut. Erreicht die Projektgruppe, die mit zunächst 17 Mitarbeitern im Jahr 2011 gestartet ist, bis zur Evaluierung im Jahr 2015 alle geforderten Ziele, kann 2016 die Institutsgründung erfolgen. Die Projektgruppe wird sich in einem innovativen Umfeld entwickeln: Sie ist seit November 2011 wichtiger Bestandteil des Forschungs- und Entwicklungsclusters »Zukunftsmeile Fürstenallee« in Paderborn.

Hatte das Fraunhofer IPT aufgrund des starken Wachstums im Aachener Institutsteil bereits im Jahr 2010 bereits separate Büro- und Hallenflächen in der Nähe des Instituts angemietet, sollen nun drei weitere Bauvorhaben in der Steinbachstraße zusätzlichen Raumgewinn schaffen: die beiden Neubauten für das Fraunhofer IPT und das benachbarte Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT sowie ein gemeinsames Parkhaus mit rund

good progress – as has their integration into the in-house (ISO 9001:2008 compliant) quality management system. Many processes were effectively streamlined. The internal project has since sparked off a process of continuous improvement.

Increasing headcounts at Aachen and Paderborn

In the past five years alone, the headcount of the Fraunhofer IPT has risen from 249 to 377. In 2006, we had 116 permanent employees – today, there are 195.

A substantial part of this growth in 2011 is accounted for by the establishment of the Fraunhofer project group for mechatronic systems design in Paderborn. This project group is linked to the Fraunhofer IPT and intends to build on the research activities and experiences of the Heinz Nixdorf Institute at the University of Paderborn. The three professors who are involved in the Fraunhofer project group – Jürgen Gausemeier, Wilhelm Schäfer and Ansgar Trächtler – are fully tenured and lead highly efficient working groups at the Heinz Nixdorf Institute. If the project group – which started in 2011 with 17 employees – manages to achieve all of its targets by the time of the first major evaluation in 2015, a new institute may be established as early as the following year. The project group will be able to develop in an innovation-friendly environment: since November 2011, it is one of the key elements of the Paderborn-based research and development cluster "Zukunftsmeile Fürstenallee".

Back in 2010, the Fraunhofer IPT had already reacted to the growing spatial requirements of its Aachen-based institutes by renting separate offices and working spaces in the vicinity of the parent facilities. Three additional development projects in Steinbachstraße are now planned to create even more room for expansion: two new buildings for the Fraunhofer IPT and the neighbouring Fraunhofer Institute for Laser Technology

DAS ERFOLGSREZEPT: MENSCHEN UND MASCHINEN

OUR FORMULA FOR SUCCESS: TECHNOLOGY PLUS HUMAN RESOURCES

350 Stellplätzen an der Forckenbeckstraße. Die Bauarbeiten für das Parkhaus haben im Oktober 2011 begonnen, die Fertigstellung ist für Mitte 2012 geplant.

Der Neubau des Fraunhofer IPT mit Büros, Laboren und Erweiterung der Maschinenhalle beginnt direkt im Anschluss an die Fertigstellung des Parkhauses auf der Fläche des ehemaligen Mitarbeiterparkplatzes und wird eine Gesamtfläche von 550 m² umfassen. Die bisherige Infrastruktur bleibt zum großen Teil unverändert. Im Anschluss an den bestehenden Bürotrakt wird ein neuer Bürokomplex mit fünf Stockwerken errichtet.

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

Interne Kommunikation auf dem Prüfstand

Das starke Wachstum des Instituts macht es erforderlich, neue Kommunikationslösungen und -strukturen zu schaffen. Ein erster Schritt in Richtung einer höheren Transparenz war neben der Einführung eines internen Newsletters, der erste hausweite Informationstag »IPT inside«, eine gemeinsame Initiative mit Vorträgen und Vorführungen aus Abteilungen, die am Abend mit einem gemütlichen Grillfest ausklang. Mit dem neuen Veranstaltungsformat ist es in hervorragender Weise gelungen, die Forschungsthemen der Fachabteilungen für alle Mitarbeiter begreifbar darzustellen und den abteilungsübergreifenden Austausch anzuregen. Das Feedback war überwältigend positiv, viele Mitarbeiter wünschten sich eine baldige Wiederholung. Eine Wiederholung im Jahr 2012 ist bereits in Planung.

ILT as well as a common multi-storey car park with places for 350 cars in Forckenbeckstraße. The construction of the latter has begun in October 2011, completion of the project is scheduled for mid 2012.

The construction of the new Fraunhofer IPT annex – featuring offices, laboratories and an extended engineering workshop on a total surface of 550 m² – on the grounds of the former staff parking lot will start as soon as the new car park has been completed. The existing infrastructure will remain largely unaffected. A new five-floor wing with offices will be constructed as an extension of the existing office building.

The construction project has a total budget of app. € 14 million plus € 2.5 million for the car park. The budget is evenly shared by the federal government and the government of the state of North Rhine Westphalia.

New techniques of internal communication

The rapid growth of the Institute requires us to develop new solutions and structures for an effective communication. Initial steps towards more transparency have included an internal newsletter and the first ever "IPT inside" information day which used a combination of presentations and guided tours to explain the research activities of the individual departments in an easy-to-understand fashion to all of the Institute's employees, initiating and encouraging cross-departmental exchanges. The day was rounded off in the evening with a barbecue. Employee feedback has been so overwhelmingly positive that a repeat of the event has already been scheduled for 2012.

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 Ultrapräzisions-
zerspanung 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 DMC165 V
Linear

Beschichtungsanlage

Coating system

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

AUSSTATTUNG

EQUIPMENT

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 »LaserTurn«
- Anlagen zur Generativen Fertigung von Keramik- und Metallteilen: Stereolithographie, Lasersintern: EOSINT M 160, EOSINT M250 Xtended; Lasergenerieren und Drahtauftragschweißen: Röders RFM-600 CMB
- Drückmaschine zum konventionellen und laserunterstützten Metalldrücken: Leifeld PNC/CNC 75
- 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: NX Unigraphics, CATIA V5, Pro Engineer Wildfire, Mastercam, Vericut, Cimatron, NC Profiler, Delcam
- FEM-Simulationsprogramme: ABAQUS, AdvantEdge, ANSYS, Cosmos M
- Zemax, Mountains Map, Vision 32, COMETinspect, PolyWorks



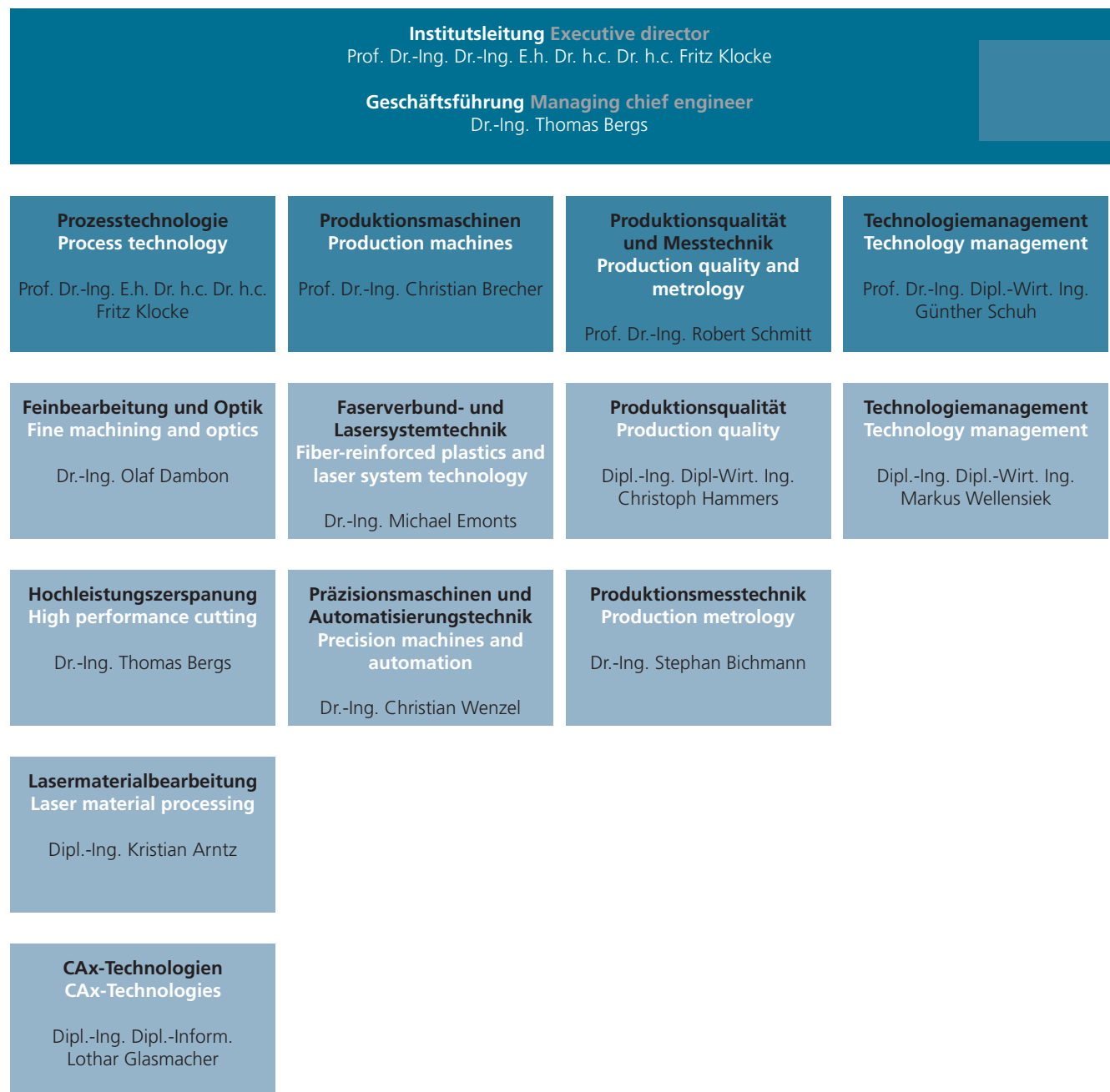
Mess- und Prüfeinrichtungen

Metrology and testing equipment

- Laserinterferometer zur Formprüfung: Zygo VeriFire AT+6“, Wyko 6000, Fisba µPhaseDCI 2HR
- Deflektometrie-Messsystem: SpecGAGE^{3D}
- Asphären-Messplatz: Mahr Surf LD120 Aspheric
- Wellenfrontmessgeräte: TriOptics WaveMaster, Trioptics WaveMaster LAB
- Weißlicht-Interferometer zur Mikrotopographie- und Rauheitsbestimmung: Veeco NT 1100
- Weißlicht-Interferometer für große Bauteile: Bruker NPFLEX 3D Surface Metrology System
- Konfokales 3D-Oberflächenmesssystem: Nanofokus µSurf Custom
- Hochauflösendes, optisches 3D-Oberflächenmesssystem: Alicona Imaging Infinite Focus System G4
- 5-Achs-Koordinatenmessgerät zur multisensoriellen Freiformkontrolle mit taktilen und optoelektronischen Messköpfen: Werth Videocheck IP
- 3D-Koordinatenmessgerät: Werth Videocheck UA 400
- Quarzkristall-3-Komponenten-Dynamometer: Kistler 9255 B
- Portalintegrierter chromatischer Sensor zur 3D-Oberflächenmessung: FRT MicroProof 100
- Lasertriangulationsscanner, Steinbichler L-Scan; Nikon LC 60D integriert in Werkzeugmaschine und Koordinatenmessgeräte
- Streifenprojektionssysteme, Steinbichler COMET 5 11M
- Form- und Oberflächenmessgeräte: Taylor Hobson Talysurf, Talysurf
- Rundheitsmesssystem mit optischer Antastung: Mahr MMQ 400
- Rasterelektronenmikroskop: Zeiss DSM 962 inkl. EDX-Analyse Oxford Isis, Carl Zeiss NeonTM EsB mit EDX-/EBSD-Analysesystem
- Konfokales Laserscanning-Mikroskop: Leica TCS SL
- Konfokales Lasermikroskop: Keyence VK-9700
- Fluoreszenz-Mikroskop: Keyence BZ-9000
- Lichtmikroskop: Zeiss Axiophot inkl. Bildanalyse SIS analySIS auto
- Digital-Mikroskop: Keyence VHX-500F
- 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
- 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

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 20 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 1,8 Milliarden Euro. Davon fallen 1,5 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Über 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Knapp 30 Prozent werden 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 20,000 staff are qualified scientists and engineers, who work with an annual research budget of € 1.8 billion. Of this sum, more than € 1.5 billion is generated through contract research. More than 70 percent of the Fraunhofer-Gesellschaft's contract research revenue is derived from contracts with industry and from publicly financed research projects. Almost 30 percent 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 2011 die Einrichtung der Fraunhofer-Projektgruppe »Entwurfstechnik Mechatronik«, die sich mit der Entwicklung mechatronischer Systeme für die Regelungstechnik, Softwaretechnik und Produktentstehung befasst.
- 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 2011 the Fraunhofer IPT runs 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

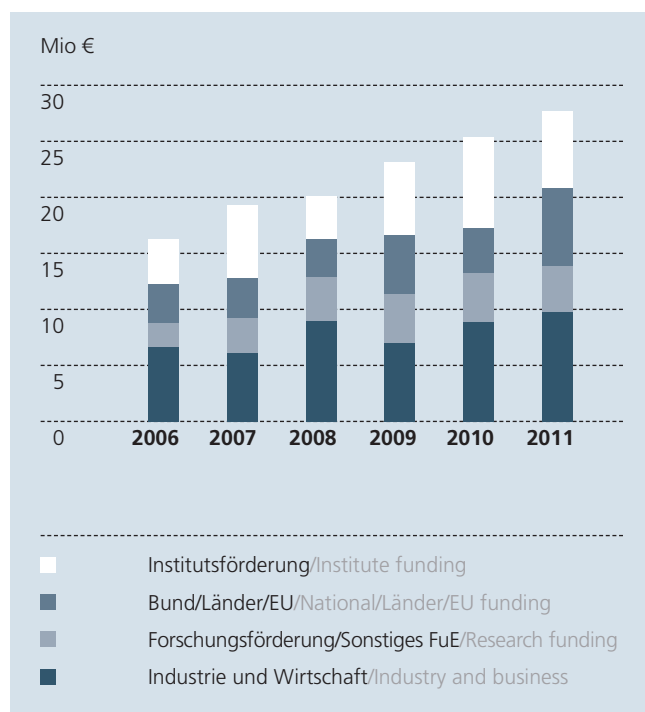
- Market studies
- Design and small series
- Measuring activities
- Simulations

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 2011 ein Volumen von ca. 22,5 Mio €. Er wies für das Berichtsjahr eine Eigenfinanzierungsquote des Instituts von etwa 79 Prozent auf.

Vertragsforschung

Die Erträge aus Forschungsprojekten, die von Bundes- und Länderministerien gefördert wurden, sind leicht gesunken und trugen mit 3,18 Mio € bzw. 17 Prozent zur Eigenfinanzierung bei.

Die Erträge aus Projekten mit der EU-Kommission sind im Vergleich zum Vorjahr um 0,7 Mio € auf 1,7 Mio € gestiegen. 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 9,17 Mio €, also 51 Prozent des Eigenfinanzierungsanteils erreichten.

Die Zahlen geben den vorläufigen Jahresabschluss 2011 an.

Operational budget

The operational budget amounted to approx. € 22.5 million in 2011, with 79 percent self-financing.

Contract research

Profits generated through research in national and state-funded projects decreased slightly, contributing € 3.18 million to the institute's financing (18 percent).

Profits generated through EU-funded projects increased by € 0.7 million to € 1.7 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 € 9.17 million to the institute's finances (51 percent).

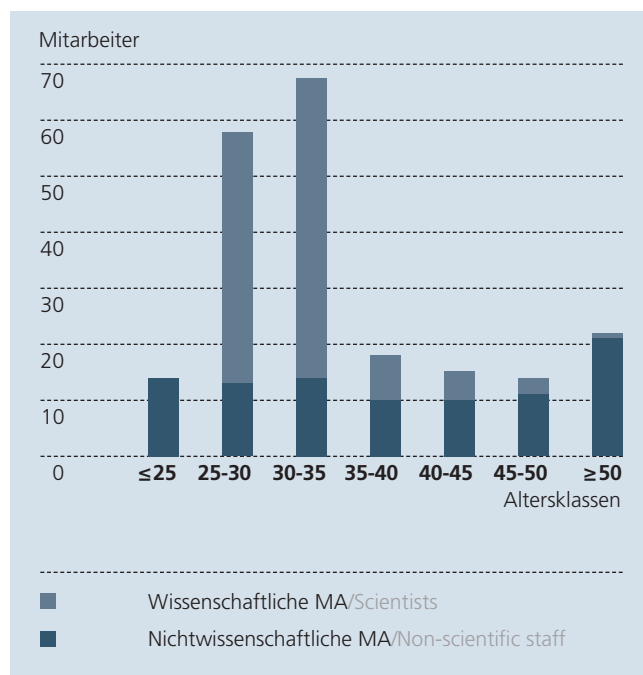
The figures indicate the preliminary annual financial statement of 2011.

DAS INSTITUT IN ZAHLEN FACTS AND FIGURES

Personalstruktur des Fraunhofer IPT

Im Jahr 2011 waren im Schnitt 377 Mitarbeiter am Institut beschäftigt. Der Personalbestand der festangestellten wissenschaftlichen und nicht wissenschaftlichen Mitarbeiter wuchs in diesem Jahr auf 196 Mitarbeiter an. Der Anteil der Wissenschaftler lag bei ca. 60 Prozent. Kennzeichnend ist ein hoher Anteil an jungen Mitarbeitern zwischen 25 und 35 Jahren, vorwiegend wissenschaftliche Mitarbeiter, die häufig nach dem Studium am Institut ins Berufsleben einsteigen. Daneben zeigt sich ein solider Sockel an nichtwissenschaftlichen Mitarbeitern durchgängig über alle Altersklassen.

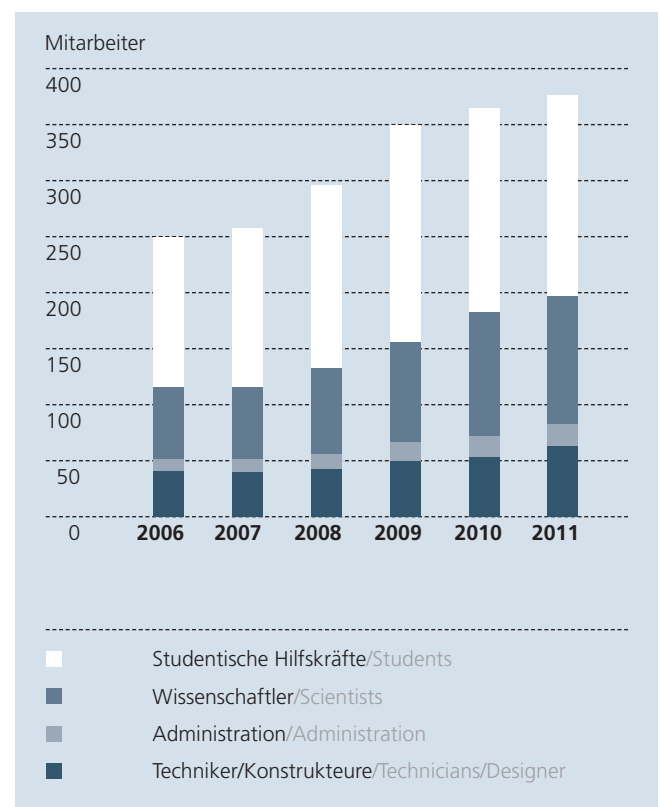
Am Fraunhofer Center for Manufacturing Innovation CMI in Boston, USA, waren in diesem Jahr 49 Mitarbeiter beschäftigt. Die Zahl der festangestellten wissenschaftlichen Mitarbeiter betrug 2011 17 Mitarbeiter. Drei nicht wissenschaftliche Festangestellte unterstützten sie bei der Projektarbeit.



Personnel structures at the Fraunhofer IPT

An average of 377 staff was employed at the institute in 2011, with around 196 permanent staff members in scientific and non-scientific departments (60 percent scientific staff). Remarkable is the high proportion of young employees aged 25 to 35, mostly graduates starting their career at the Fraunhofer IPT as scientific staff. Besides there is a continuously strong base of non-scientific staff of all ages.

The Fraunhofer Center for Manufacturing Innovation CMI in Boston, USA, employed a staff of 49 in the past year, 17 of which were permanent scientific staff with a support staff of three.



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. 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

Dr.-Ing. Matthias Fauser
Dr. Johannes Heidenhain GmbH, Traunreut

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

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

Dr.-Ing. Markus Hilleke
inform GmbH, Mainz

Dr.-Ing. Hans-Robert Meyer
Mitglied des Beirates Nordmetall e.V., Hollern-Twielenfleth
Member of the Advisory Board Nordmetall 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

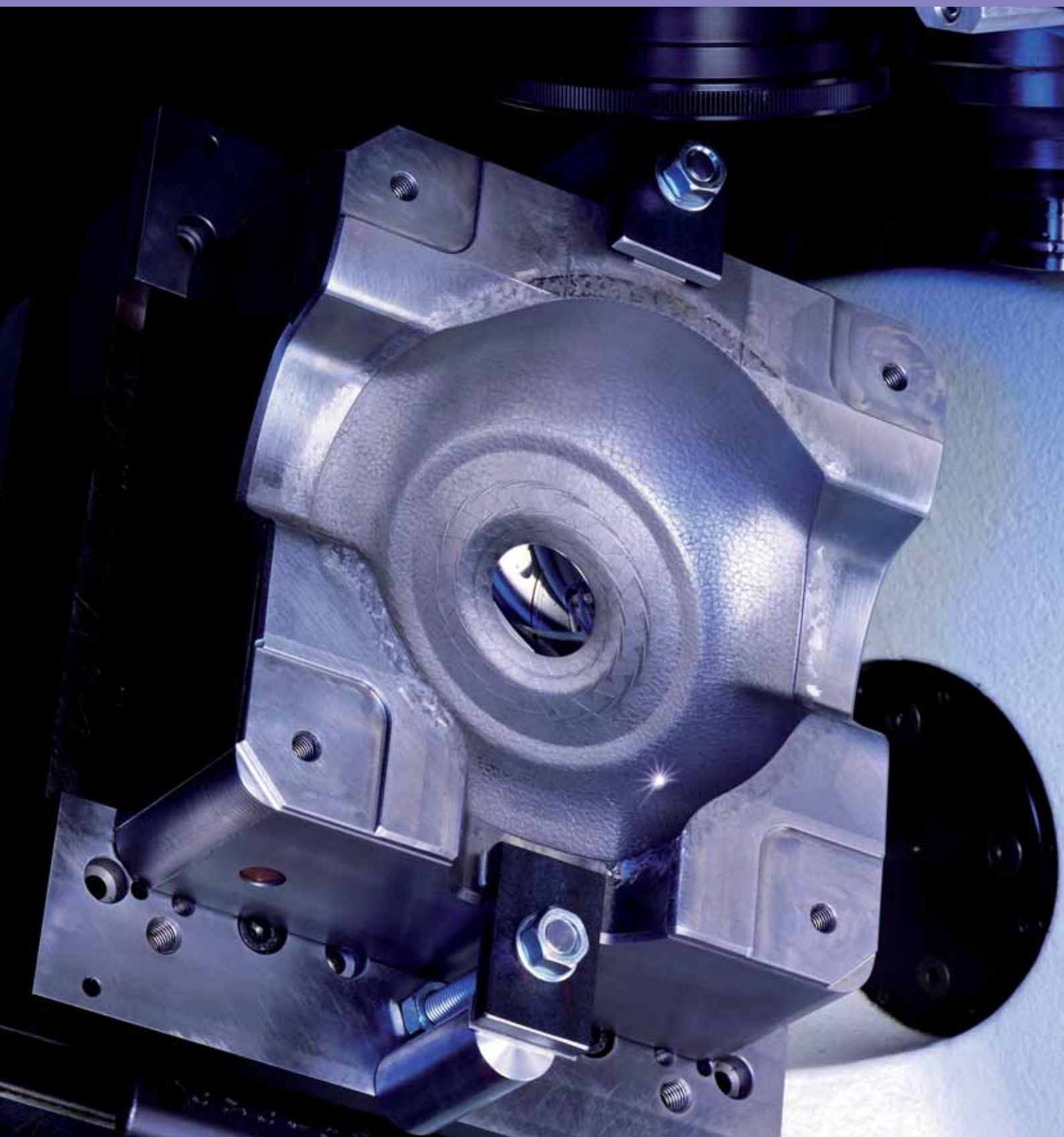
Karl Schultheis, MdL
Mitglied des Landtags Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf
Member of the North Rhine-Westphalian Landtag, Düsseldorf

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

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

UNSERE GESCHÄFTSFELDER

OUR BUSINESS UNITS



Wer in der Produktionstechnik erfolgreich sein will, muss immer wieder über die eigenen Grenzen blicken, Veränderungen schnell erkennen und flexibel mitgestalten. In unseren Geschäftsfeldern orientieren wir uns daher besonders an den strategischen Bedarfen verschiedener Branchengruppen. Hier zeichnet uns ein tiefgehendes Verständnis für die individuellen Anforderungen und Möglichkeiten der entsprechenden Kundengruppen aus, sodass wir die Entwicklungen entscheidend vorantreiben können.

Wir führen in unseren Geschäftsfeldern das breite Kompetenzspektrum unserer Fachabteilungen zusammen und können unseren Kunden so durchgängige und bedarfsgerechte Lösungen anbieten. Abhängig von den jeweiligen Schwerpunkten greifen wir auch auf unser erweitertes Netzwerk zurück und binden die Kompetenzen unserer Partner ein. Eine besonders enge Kooperation verbindet uns hier mit dem Fraunhofer CMI und dem Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH. Dies versetzt uns in die Lage, interdisziplinäre Aufgaben auch über die Grenzen eng gesteckter Arbeitsgebiete hinweg zu lösen.

Being successful in the field of production technology requires the ability to overcome one's limitations and the willingness to react fast and flexibly in the face of sudden changes. In our business units we take a close look on the strategic demands of different industries, being well known for our profound knowledge of their individual needs and scopes and for driving further developments.

In our business units we use the wide expertise of our departments and provide comprehensive solutions to our customers. Depending on the task we employ our enhanced network and involve partners, in particular the Fraunhofer CMI and the Laboratory for Machine Tools and Production Engineering WZL of the RWTH Aachen. This enables us to solve interdisciplinary problems.

30 Turbomaschinen

Turbomachinery

36 Leichtbau-Produktionstechnik

Lightweight Production Engineering

40 Werkzeugbau

Tool and Die Making

46 Optik und optische Systeme

Optics and Optical Systems

52 Life Sciences Engineering

TURBOMASCHINEN

TURBOMACHINERY

Höhere Effizienz und niedrigere Emissionswerte sind die zentralen Ziele bei der Entwicklung moderner Turbomaschinen. Kennzeichnend sind zum Beispiel hochfeste Werkstoffe, komplexe Geometrien und integrierte Komponenten. Zukunftsweisende Ansätze lassen sich oft erst dann realisieren, wenn auch neue Fertigungsverfahren eingesetzt werden. Die Anforderungen an die Qualität der Komponenten sind sehr hoch und stellen die Produktion vor besondere Herausforderungen hinsichtlich Prozessstabilität und Wirtschaftlichkeit.

Das Fraunhofer IPT beherrscht die konventionellen Fertigungstechnologien und entwickelt auf dieser Basis neue Lösungen. Wir bauen dabei auf unsere ganzheitliche Kompetenz im Bereich der Fertigungstechnologie, um gemeinsam mit den Herstellern von Turbomaschinen die wesentlichen Entwicklungschancen in den Produktions- und Reparaturabläufen schnell und sicher zu identifizieren. So erschließen wir mit unseren Kunden wirtschaftliche und technologische Potenziale. Wir entwerfen dabei durchgängige Prozessketten und überführen sie in automatisierte Fertigungslösungen.

Unsere Leistungen

- Simultane 5-Achs-Fräs- und Drehbearbeitung
- Bewertung der Zerspanbarkeit neuer Werkstoffe
- Konstruktion neuer Spannsysteme
- Durchgängige CAx-Prozessketten, Entwicklung spezialisierter CAx-Module, NC-Datenanalyse und -optimierung
- Integration von Messtechnik in Prozessketten
- Automatisierte adaptive Schleifbearbeitung
- Analyse der produktbezogenen Lebenszykluskosten

Kontakt/Contact

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

Increased efficiency and lower emissions – these are the main objectives in today's development of turbo engines for applications in the aerospace and power generation industries. Typical features of modern turbo engines include high-strength materials, complex geometries and integrated components. Groundbreaking new ideas can often only be realized once that new manufacturing techniques have been introduced. Components are subjected to very strict quality requirements, and production engineers must design processes that guarantee high levels of stability and efficiency.

The Fraunhofer IPT has a long successful track record in the design and adaptation of conventional production technology and uses this foundation to develop new solutions. Building on our skills and experience in all aspects of production technology, we are cooperating closely with turbo engine manufacturers to identify the key development opportunities in production and maintenance processes, exploring as well as exploiting efficiency and technology potentials with and on behalf of our clients. We are using our wide range of skills and technological competence to design integrated process chains and to develop them into automatic manufacturing solutions.

Our services

- Simultaneous 5-axis milling and machining
- Rating the machinability of new materials
- Construction of new clamping systems
- Integrated CAx process chains, development of specialized CAx modules, NC data analyses and optimization
- Integration of measuring equipment into process chains
- Automated adaptive grinding processes
- Analyses of product-specific life cycle costs



Fraunhofer-Innovationscluster »TurPro« als Schlüssel zu richtungsweisenden Innovationen

Turbomaschinen in Kraftwerken und in Flugtriebwerken müssen extreme Belastungen aushalten und stellen höchste Ansprüche an Fertigung und Reparatur. Im Fraunhofer-Innovationscluster »Integrative Produktionstechnik für energieeffiziente Turbomaschinen – TurPro« entwickelten das Fraunhofer IPT und das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT gemeinsam mit elf namhaften Industriepartnern neue Fertigungs- und Reparaturkonzepte für Turbomaschinen. Das Ergebnis sind richtungsweisende Innovationen sowohl auf der Ebene einzelner Bearbeitungstechnologien als auch im Hinblick auf die durchgängige Ausgestaltung entlang der gesamten Prozesskette. Alle beteiligten Partner im Industriekonsortium profitieren nachhaltig von den Weiterentwicklungen. Sämtliche Teilprojekte erschlossen individuelle Potenziale bei den Projektpartnern, um die Leistungsfähigkeit ihrer Fertigung zu steigern und damit einen Vorsprung gegenüber dem Wettbewerb zu erzielen.

Der Fraunhofer-Innovationscluster hatte eine Laufzeit von insgesamt drei Jahren. Zusammen mit den eingebrachten Industriemitteln und den Fördermitteln des Landes Nordrhein-Westfalen sowie der Fraunhofer-Gesellschaft umfasste das Projekt ein Gesamtvolumen von zehn Millionen Euro.

Prototypenfertigung von Blisks – Komplexität beherrschen

Die Auslegung von Dreh- und Fräsprozessen zur Fertigung von Blisks (Blade Integrated Disks) erfordert ein fundiertes Verständnis für die Grundlagen der Zerspanprozesse. Die technologischen Herausforderungen liegen in der Beherrschung der schwer zu zerspanenden Materialien und in der Bearbeitung der labilen Schaufelprofile. Die aerodynamischen und strukturmechanischen Zielvorgaben müssen bei den sehr teuren Rohteilen bereits in der ersten Prozessauslegung erfüllt werden. Weitere Iterationsschleifen sind in der Praxis meist nicht möglich.

Fraunhofer Innovation Cluster "TurPro": the key to groundbreaking innovations

Turbo engines in power stations and aircrafts must be able to withstand extreme levels of stress – production and maintenance techniques therefore need to meet the highest possible standards. In the Fraunhofer Innovation Cluster "Integrative Production Technology for Energy-Efficient Turbomachinery – TurPro", the Fraunhofer IPT, the Fraunhofer Institute for Laser Technology ILT and eleven corporate partners jointly developed new production and maintenance concepts for turbomachinery, designing groundbreaking innovations both for individual production technologies and for the further integration of the entire process chain. All project partners will reap the long-term benefits of the project's innovations. Each and every sub-project has helped the members of the industrial consortium to exploit existing potentials, allowing them to increase their productivity and to gain an edge in the competition with their business rivals.

The Fraunhofer Innovation Cluster was completed after three years. The project – including the investments of the industrial consortium, the public funds contributed by the federal state of North Rhine Westphalia and the resources of the Fraunhofer Gesellschaft – had a total volume of € 10 million.

Prototype production of blisks – Managing complexity

The design of milling and turning processes for the production of blisks (blade Integrated disks) requires a deep understanding of the machining processes involved. Technological challenges abound, mainly because the materials are in general difficult to machine and because the blade profiles are highly sensitive. For cost reasons, the processes must hit their aerodynamic, structural and mechanical targets straight away, the first time around. Iteration loops are, for all intents and practical purposes, not part of the production scenario. Over the past few years, the Fraunhofer IPT has continuously

Das Fraunhofer IPT hat in den vergangenen Jahren kontinuierlich neue Tools zur CAM-Planung und Simulation für die Prototypenfertigung von Blisks entwickelt und in den industriellen Einsatz überführt. Das breite Kompetenzspektrum des Fraunhofer IPT erlaubt es, alle Elemente aus dem industriellen Anwendungsfall abzubilden und durchgängig zu betrachten. Je nach Bedarf untermauern wir unsere Lösungsansätze für individuelle Herausforderungen durch wissenschaftliche Grundlagenuntersuchungen oder setzen auf eigens zu diesem Zweck entwickelte Simulationsmodelle. Auf Basis der gewonnenen Technologiedaten zu den Bearbeitungsprozessen leiten wir passende Bearbeitungsstrategien ab und überführen diese in anwendungsorientierte CAX-Module zur Planung der Blisk-Fertigung und -Reparatur.

So hat das Fraunhofer IPT im Fraunhofer-Innovationscluster »TurPro« die vollständige Dreh- und Fräsbearbeitung für zwei Bliskstufen ausgelegt. Die Prozesse wurden dabei anhand von Prototypen qualifiziert und in den Maschinenpark der Auftraggeber implementiert.

Durchgängige Prozessketten zur Fertigung und Reparatur

Gemeinsam gelang es dem Fraunhofer IPT und ILT im Fraunhofer-Innovationscluster »TurPro«, neue, wirtschaftliche Bearbeitungskonzepte für Komponenten von Turbomaschinen zu entwickeln. Ein wichtiges Ziel war dabei, durchgängige Prozessketten zur Fertigung und Reparatur von Turbomaschinenkomponenten zu erarbeiten. Beispielhaft setzte das Team dazu jeweils eine Prozesskette zur Reparatur von Gasturbinenschaufeln und zur generativen Herstellung von Verdichterschaufeln aus Flugzeugtriebwerken um.

Das Fraunhofer IPT hat dafür die Softwareplattform »CAX-Framework« weiterentwickelt. Mit dem »CAX-Framework« lassen sich sämtliche Produktionsdaten entlang der gesamten Prozesskette generieren und verwalten. Es umfasst relevante Simulationstools und spezialisierte CAM-Module für das

developed new tools for CAM planning and simulations for blisk prototype manufacturing processes – to a point where they were ready to be integrated into industrial environments. The wide range of skills available at the Fraunhofer IPT allows us to represent all elements of the industrial application in question and to subject them to an integrated analysis. Depending on the circumstances of the individual case, we develop our solutions on the basis of scientific research studies or design specifically customized simulation models. Based on the technological data we have acquired about the processing challenges in hand, we then design case-specific processing strategies and integrate them into application-oriented CAM modules.

This is also how the Fraunhofer IPT designed comprehensive milling and turning processing strategies for two stages of blisk production in the Fraunhofer Innovation Cluster »TurPro«. The processes were qualified in two prototypes and implemented into the equipment of the client corporation.

Integrated process chains for production and maintenance

Through their joint efforts in the Fraunhofer Innovation Cluster »TurPro«, the Fraunhofer IPT and the ILT managed to develop new, efficient processing concepts for the components of turbomachinery. One important objective of the project was the design of integrated process chains for the production and maintenance of turbo engine components. For this purpose, the team developed one process chain each for the maintenance or repair of gas turbine blades and for the generative production of compressor blades in jet engines.

As part of this project, the Fraunhofer IPT extended the functionality of the software platform »CAX-Framework«. The »CAX-Framework« allows the generation and administration of all production data along the process chain. It features relevant simulation tools and customized CAM modules for laser scanning, laser deposition welding and adaptive restoration



Laserscannen, Laserauftragschweißen und Rekonturieren durch Fräsen oder Schleifen. Das einheitliche Datenmanagement und eine durchgängige Referenzierungsmethode vereinfachen die Integration hochauflösender 3D-Lasermesstechnik in die Prozesskette. Damit gelingt es, die tatsächlichen Geometriedaten der Werkstücke zu erfassen, die Bearbeitung an die individuellen Abweichungen vom Sollzustand anzupassen und damit präziser und effizienter umzusetzen. Auf diese Weise konnte ein Schaufel-Tip durch Laserauftragschweißen aufgebaut und anhand der aufgenommenen Messdaten und des Soll-Modells adaptiv auf die individuelle Schaufelgeometrie rekonturiert werden.

Die im Rahmen der vorwettbewerblichen Forschung entwickelten CAX-Technologien dienten als Basis für die Umsetzung spezialisierter CAX-Prozessketten zur Fertigung und Reparatur bei den Industriepartnern.

Höhere Wirtschaftlichkeit von Bearbeitungsprozessen am Beispiel des Tauchfräsens

Bei der Fertigung von Blisks für Turbomaschinen liegt ein großer Teil des Zerspanungsvolumens in schwer zugänglichen Bereichen. Die eingesetzten Werkzeuge weisen ein großes Aspektverhältnis von Länge zu Durchmesser auf und reagieren daher sensibel auf große radiale Belastungen. Die Nachgiebigkeit der Werkzeuge und ihr Schwingungsverhalten legen die Grenzen der Prozessauslegung fest. Nur durch Anpassung der Bearbeitungsstrategie lässt sich die Wirtschaftlichkeit der Zerspanung deutlich steigern.

Das Fraunhofer IPT hat dazu ein neues Tauchfräsverfahren entwickelt: Die geschickte Werkzeugführung reduziert dabei die Belastung auf die Werkzeugschneide. Dies ermöglicht höhere Zerspanungsraten und längere Werkzeugstandzeiten. Im Vergleich zu konventionellen Tauchfräsverfahren sind die Werkzeuge bei gleicher Produktqualität bis zu 85 Prozent länger nutzbar.

through milling or grinding. Through standardized data management and an integrated referencing method, we facilitated the integration of high-resolution 3D-laser metrology into the process chain, enabling us to identify the actual geometry data of the workpieces, to adapt the processing routines to the individual deviations from the target state and, on the basis of these improvements, to work with higher degrees of precision and efficiency. With the new technique, we constructed a blade tip through laser deposit welding and managed to apply it to the individual blade geometry through a process of adaptive restoration and on the basis of the acquired measurement data as well as the target model.

The CAX technologies developed during pre-competitive research activities formed the basis for the implementation of specialized CAX process chains at the project partners manufacturing and repair facilities.

More efficient processing routines – Example: Plunge milling

Much of the machining in the production of blisks for turbomachinery needs to be performed in areas that are not easily accessible. The tools used for this process have a high aspect ratio and are therefore very sensitive to high levels of mechanical loads. The flexibility of these tools and their vibration behavior determine the limitations of the process design and require a differentiated analysis. This is the only way to increase the efficiency of the processes involved.

For this purpose, the Fraunhofer IPT has developed a new plunge milling or plunge milling technique. A clever handling of the tool reduces the tool blade's levels of mechanical stress, ensuring higher material removal rates and longer tool service lives. In comparison with conventional plunge milling techniques, the service lives of the tools can be increased by up to 85 percent without compromising the quality of the finished products in any way.

Da beim Tauchfräsen nicht der Umfangs-, sondern nur der Stirnbereich des Werkzeugs eingreift, ergeben sich weitere Potenziale, die Wirtschaftlichkeit zu verbessern: Im Stirnbereich können Wendeschneidplatten eingesetzt werden, sodass sich teure Vollhartmetallwerkzeuge durch kostengünstigere, modular aufgebaute Werkzeuge ersetzen lassen. Modulare Werkzeugkonzepte bieten darüber hinaus noch die Möglichkeit, den Grundkörper als schwingungsdämpfendes Element auszuführen. So kann das ungünstige Schwingungsverhalten der Werkzeuge optimiert und die Zerspanleistung weiter erhöht werden.

Maschinenintegrierte Messtechnik

Immer höhere Anforderungen an die Fertigungstoleranzen und eine wachsende Komplexität der Bauteile, die die Zugänglichkeit für die Messsensoren erschweren, bieten den Herstellern von Turbomaschinen weitere große Herausforderungen. Nur mit modernster und miniaturisierter Sensorik gelingt eine zeit- und kostengünstige Geometrieprüfung und die Einhaltung der geforderten Toleranzen. Die Auswahl und Qualifizierung einer bedarfsgerechten Sensorik war deshalb ein weiteres Ziel im Fraunhofer-Innovationscluster »TurPro«.

Eine Herausforderung dabei war, diese Sensorik in die Werkzeugmaschine zu integrieren und anzusteuern. Denn die maschinenintegrierte Messung erspart die zeitaufwändige Entnahme des Werkstücks zur anschließenden Vermessung im Messraum und das exakte Wiedereinspannen in die Werkzeugmaschine. Die Integration der Sensorik in die Maschine ermöglicht eine 5-achsige Messung und minimiert den Aufwand für die Geometrieerfassung. Dies verkürzt die Durchlaufzeit der gesamten Prozesskette.

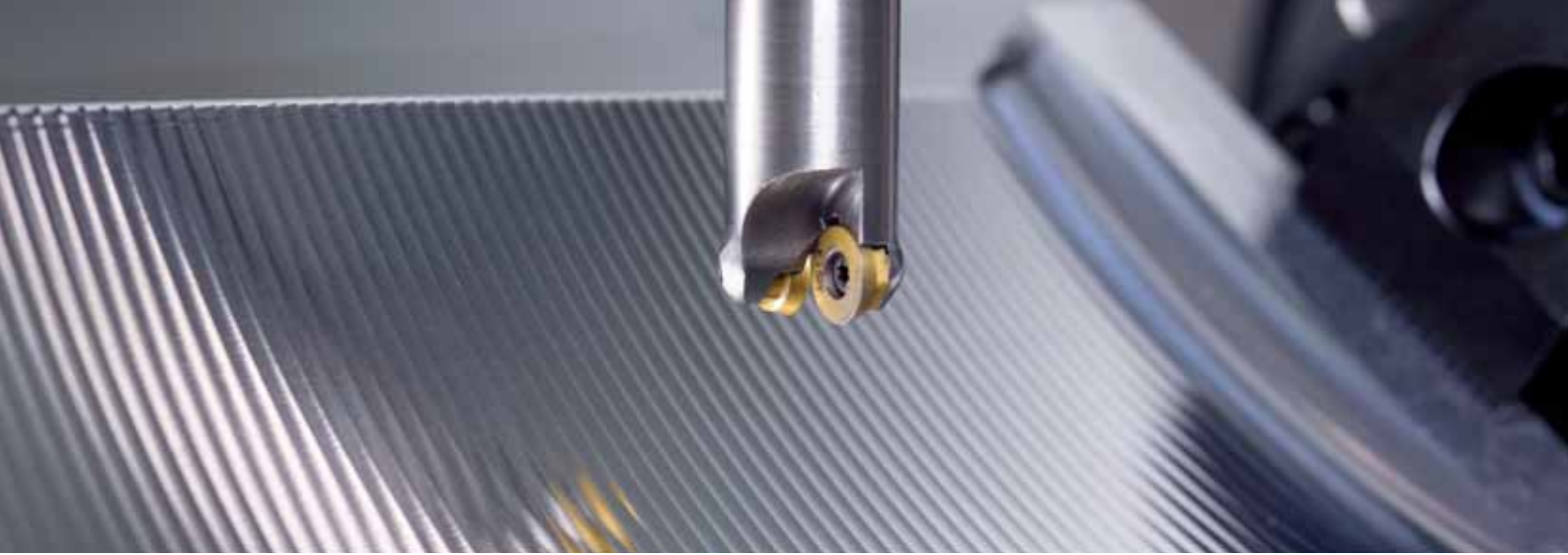
Das Fraunhofer IPT entwickelte dazu ein spezialisiertes CAM-Modul, um den Sensor in der Werkzeugmaschine wie ein Werkzeug zu führen. Dieses Konzept ist nicht an einen bestimmten Maschinentyp gebunden und lässt sich auf

Since only the front side of the tool – and not the shaft – is actively involved in the immersion milling process, there are further, as yet untapped potentials for efficiency savings: it is possible to use indexable inserts in the front side area, providing the option of replacing costly hard metal tools with relatively inexpensive modular components. Modular tool concepts also allow the operators of the facility to design the base body as a vibration-absorbing element, optimizing the – generally poor – vibration behavior of the tools and further increasing the productivity of the machining process.

Machine-integrated metrology

Technological challenges that the producers of turbomachinery must face include increasingly narrow manufacturing tolerances and the growing complexity of the components – this makes it harder for the measuring sensors to access the relevant areas. Only the most sophisticated and miniaturized sensor technology is capable of delivering geometrical data without consuming too much time or resources while meeting the strict tolerance requirements. This is why the selection and proper qualification of adequate sensor technology was a key task for the Fraunhofer Innovation Cluster "TurPro".

Key challenges of the project were the integration and the control of the sensors within the machine tool. Efficiency requirements make it vital to perform the measurements inside the machine, dispensing with the need to remove the workpiece from the production equipment, to establish its dimensions in a separate measuring chamber and then having to re-clamp it in exactly the same spot, a very time-consuming and therefore costly process. The integration of the sensors into the machine enables a 5-axis measurement, streamlines the geometrical check and shortens the cycle time for the entire process chain.



verschiedene Bearbeitungsmaschinen übertragen. Die Führung des Messensors wurde so weit optimiert, dass die Messung auch an schlecht zugänglichen Oberflächengeometrien möglich wird.

Dabei orientierte sich das Fraunhofer IPT an den besonderen Herausforderungen, die bei der Fertigung komplexer Turbomaschinenkomponenten auftreten. Die Messdaten werden aufbereitet und an die durchgängige Softwareplattform »CAx-Framework« übergeben. Sie stehen so entlang der gesamten Prozesskette zur Verfügung. Dies bildet die Basis für die adaptive Bearbeitung von Turbinenschaufeln und Blisks – sowohl zur Neuteilfertigung als auch zur Reparatur von Turbomaschinenkomponenten.

Beschichtungstechnologien für Zerspanwerkzeuge

Beschichtete Zerspanwerkzeuge kommen bisher nur eingeschränkt in anspruchsvollen Anwendungen wie der Fertigung von Turbomaschinenkomponenten zum Einsatz, da die Schichteigenschaften exakt an die Bearbeitungsaufgabe angepasst sein müssen. Wenn das nicht der Fall ist, kann eine reproduzierbare Leistungssteigerung durch die Beschichtungen nicht gewährleistet werden. Die Herausforderung ist es, ohne aufwändige und kostenintensive Praxistests sicherzustellen, dass neu entwickelte Beschichtungen zuverlässig in der Produktion eingesetzt werden können. Hierzu entwickelt Fraunhofer zurzeit, unter anderem auch im EU-geförderten Projekt »QuickPro« (Förderkennzeichen 262272), eine Methodik zur schnellen Qualifizierung von Werkzeuggeometrien und Beschichtungen für die Multiachs-Fräsbearbeitung von Titanlegierungen und hochharten Stählen. Um die werkzeug- und prozesstechnologischen Entwicklungen direkt in der Produktionsumgebung einzusetzen, arbeiten neun Partner aus Industrie und Forschung interdisziplinär für zwei Jahre zusammen.

For this purpose, the Fraunhofer IPT developed a specialized CAM modul for controlling the sensor inside the machine tool. This technique is not tied to a specific machine model or make and can be used for different types of processing equipment. The control of the measuring sensor was optimized to the point where we can now conduct measurements even on surface geometries that are particularly difficult to access.

The Fraunhofer IPT focused on the challenges encountered in the production of complex turbomachinery components. The measured data are processed and transferred to the CAx software platform "CAx-Framework", which is why they remain available along the entire process chain. This provides the foundation for the adaptive processing of turbine blades and blisks – in both production and maintenance or repair applications.

Coating technologies for machining tools

Coated machining tools have so far been used for certain high end applications only – for example, in the production of turbomachinery components – because the properties of the coating must be customized in exactly the right way according to the processing task in hand. Unless this is very carefully done, the coatings will not serve their purpose of delivering reproducible performance improvements. The challenge is to ensure – without time-consuming and costly practical tests – that newly developed coatings can be used reliably in an industrial environment. For this purpose, the Fraunhofer IPT is currently developing – also in the "QuickPro" project, funded by the EU (contract number 262272) a method that would allow the rapid qualification of tool geometries and coatings for the multi-axis milling of titanium alloys and high-strength steels. Overall nine partners from industry and research will work together for a period of two years and conduct interdisciplinary studies with a view to, ultimately, transferring newly developed tool and process technologies into a manufacturing environment.

LEICHTBAU-PRODUKTIONSTECHNIK

LIGHTWEIGHT PRODUCTION ENGINEERING

Das Spektrum an Leichtbauwerkstoffen ist heute sehr weit und die Einsatzfelder sind nahezu unbeschränkt. Bei vielen Anwendungen verhindern jedoch wirtschaftliche Gründe immer noch den Einsatz dieser innovativen Materialien – vor allem dann, wenn große Stückzahlen gefordert sind. Im Geschäftsfeld »Leichtbau-Produktionstechnik« entwickelt das Fraunhofer IPT daher innovative Lösungen für die Großserienproduktion von Leichtbaukomponenten. Für Branchen wie Automotive und Aerospace, aber auch im Umfeld der Erneuerbaren Energien oder der Verfahrenstechnik bündeln wir unsere Kompetenzen aus der Produktionstechnologie mit unserem Wissen über die besonderen Herausforderungen der Verarbeitung von Leichtbaumaterialien. Im Auftrag unserer Kunden und Partner entwickeln wir Prozesse, Anlagen, Werkzeuge und Software für das Fügen, die Handhabung und die Qualitätssicherung von Faserverbundwerkstoffen, Hochleistungsmetallen, Keramiken und Multimaterialsystemen.

Unsere Leistungen

- Produktionsgerechte Entwicklung von Multimaterial- und Faserverbundstrukturen
- Entwicklung und Automatisierung von Produktionssystemen für die Herstellung von Multimaterial- und Faserverbundstrukturen
- Handhabung flexibler Halbzeuge
- System- und Prozessentwicklung für das automatisierte Fügen und Trennen von Leichtbaukomponenten
- Online-Qualitätssicherung
- Funktionsintegration in Faserverbund- und Multimaterialstrukturen
- Leichtbaugerechte Produktionsplanung

Kontakt/Contact

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

The range of lightweight construction materials has expanded enormously over the years and the areas of application considerations prevent the deployment of these innovative materials – particularly when large quantities are required. In the "Lightweight Production Technology" business unit, the Fraunhofer IPT and the Laboratory for Machine Tools and Production Engineering (WZL) of the RWTH Aachen University are therefore developing innovative manufacturing systems and technologies for large-scale manufacture of lightweight components. We focus our expertise in production technology and our knowledge of the challenges to be overcome when processing lightweight materials for the automotive and aerospace industries as well as in renewable energy environments, oil and gas, process engineering and other areas of industry. On behalf of our clients and partners, we develop processes, manufacturing installations, machine tools and software for primary and reforming operations, for joining, handling, functionalizing, reinforced plastics, high-performance metals, ceramics and multi-material systems.

Our services

- Production-oriented development of multi-material and fiber-reinforced structures
- Development and automation of production systems for the manufacture of multi-material and fiber-reinforced structures
- Handling flexible semi-finished goods
- Development of automated joining, fastening and cutting systems for lightweight components
- Online-quality assurance
- Integration of functions modules in fiber composite and multi-material structures
- Lightweight component-oriented production planning



Integrative Prozesskette zur Herstellung endlosfaserverstärkter thermoplastischer FVK-Bauteile

Das Fraunhofer IPT entwickelt und optimiert Tapelegeköpfe und -anlagen zur automatisierten Produktion thermoplastischer endlos-kohlenstofffaserverstärkter Strukturbauteile für die Luft- und Raumfahrt. Mit der laserunterstützten Ablage der Tapes übereinander und der gleichzeitigen Konsolidierung lassen sich unidirektionale endlosfaserverstärkte Bauteile oder Organobleche mit hohem Faservolumengehalt bis zu 65 Prozent ohne zeit- und energieintensive Aushärtung im Autoklaven produzieren. Zudem werden die Produktionsanlagen nicht mit Epoxidharz kontaminiert.

Im Projekt »Integrative Prozesskette für die automatisierte und flexible Produktion von Bauteilen aus faserverstärkten Kunststoffen – FibreChain« entwickelt das Fraunhofer IPT ein automatisiertes und dennoch flexibles Produktionssystem zur Serienfertigung hochleistungsfähiger und recyclebarer Leichtbaukomponenten aus endlosfaserverstärkten Thermoplasten. Das Vorhaben wird von der Europäischen Union innerhalb des siebten Rahmenprogramms (Förderkennzeichen FP7-NMP-2010-Large-4) unter dem Grant Agreement Nr. 263385 gefördert.

Thermoformen belastungs- und verschnittoptimierter Organobleche

Das Thermoformen von Organoblechen bietet Potenzial für die wirtschaftliche Großserienproduktion von Leichtbaukomponenten aus FVK. Ein Schlüssel zu mehr Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit liegt in der Belastungs- und Verschnittoptimierung der FVK-Halbzeuge. Im Projekt »Energieeffiziente Produktion funktionsintegrierter thermoplastischer Faserverbundbauteile – E-Profit« erarbeitet das Fraunhofer IPT Strategien für die Herstellung belastungs- und verschnittoptimierter Organobleche aus unidirektionalen, thermoplastischen Prepregs. Ein Schwerpunkt liegt auf der Herstellung und

Integrated process chain for the production of continuous fiber-reinforced thermoplastics

The Fraunhofer IPT develops and optimizes tape-laying units and tape-laying machines for the automatic production of continuous fiber-reinforced, structural thermoplastic components in the aerospace industries. By laying the tapes on top of each other and consolidating them at the same time, it is possible to produce unidirectional continuous fiber-reinforced components or organic sheets with fiber contents of up to 65 percent, avoiding the need for time-consuming and energy-intensive hardening processes in an autoclave. Nor will the manufacturing facilities be contaminated with epoxide resin.

As part of the project "Integrated process chain for the automatic and flexible production of components made from fibre-reinforced plastics – FibreChain", the Fraunhofer IPT is currently developing an automatic and, at the same time, flexible system for the large series production of high-performance, recyclable lightweight components made from continuous fiber-reinforced thermoplastics. The project has received a grant from the European Union's seventh framework programme (contract number FP7-NMP-2010-Large-4) under grant agreement no. 263385.

Thermoforming of organic sheets with load capability optimization and cutting waste optimization

The thermoforming of organic sheets provides potentials for the efficient production of FRP lightweight components in large series. Higher levels of performance and efficiency can be reached through optimizing the load capabilities and cutting the waste of the semi-finished FRP products. As part of the project "Energy-efficient production of functionally integrated fiber-reinforced thermoplastics – E-Profit", the Fraunhofer IPT is developing strategies for the production of organic sheets from unidirectional, thermoplastic prepregs, optimizing their load capabilities and reducing the amount

Untersuchung des Umformverhaltens solcher Bleche und auf der hauptzeit-parallelen und fasergerechten Funktionalisierung der Bauteile. Das Projekt »E-Profit« (Förderkennzeichen 02PJ2230) wird innerhalb des BMBF-Rahmenkonzepts »Forschung für die Produktion von morgen« gefördert.

Greifertechnologien zur Handhabung biegeschlaffer 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. Innerhalb der Forschergruppe »FOR860 TP3: Handhabung trockener und imprägnierter textiler Preforms« erforscht das Fraunhofer IPT grundlegende Mechanismen für den Greif-, Handhabungs- und Transportvorgang vorimprägnierter Faserhalbzeuge. Dazu wurde eine Datenbank aufgebaut, die die Greifmechanismen verschiedener Greifersysteme abhängig von der Handhabungsaufgabe bewertet. Zusätzlich entwickelte das Fraunhofer IPT neue Greifersysteme und Handhabungsstrategien. Das Ergebnis ist ein Handhabungssystem, das den besonderen Herausforderungen der manuellen Verarbeitung vorimprägnierter textiler Halbzeuge begegnet. Dazu gehört das sichere Aufnehmen der imprägnierten und damit klebrigen Prepregs sowie das sichere reproduzierbare Ablegen, ohne dass sich dabei Falten bilden, Fasern beschädigt werden oder Greifersysteme kontaminiert werden.

of cutting waste. One part of the research is focused on the production and the analysis of the sheets' forming properties and on a customized, fiber-specific functionalization of the components during the production process. The project "E-Profit" (contract number 02PJ2230) receives funds from the German Federal Ministry for Education and Research (BMBF) as part of the framework concept "Research for Tomorrow's Production Processes".

Gripper technologies for the proper handling of flexible semi-finished FRP products

The extent to which reliable reproducible handling strategies for semi-finished FRP products such as fabrics and mats are in place for the production of fiber-reinforced structural components has a profound impact on the process itself and the ultimate quality of the products. In the researchers' group "FOR860 TP3: The handling of dry and impregnated textile preforms", the Fraunhofer IPT is exploring basic mechanisms for different techniques of gripping, handling and conveying pre-impregnated semi-finished FRP products. For this purpose, a database has been established that assesses the gripping mechanisms of different gripping systems, depending on the various handling tasks involved. On top of that, the Fraunhofer IPT has also developed new gripping systems and handling strategies. The result is a handling system capable of confronting the specific challenges of manually processing pre-impregnated semi-finished textile products, including the task of safely and reproducibly picking up and putting down impregnated and therefore sticky prepregs without creating wrinkles in the textile, damaging the fibers or contaminating the gripper systems.



Zerspanung faserverstärkter Kunststoffe

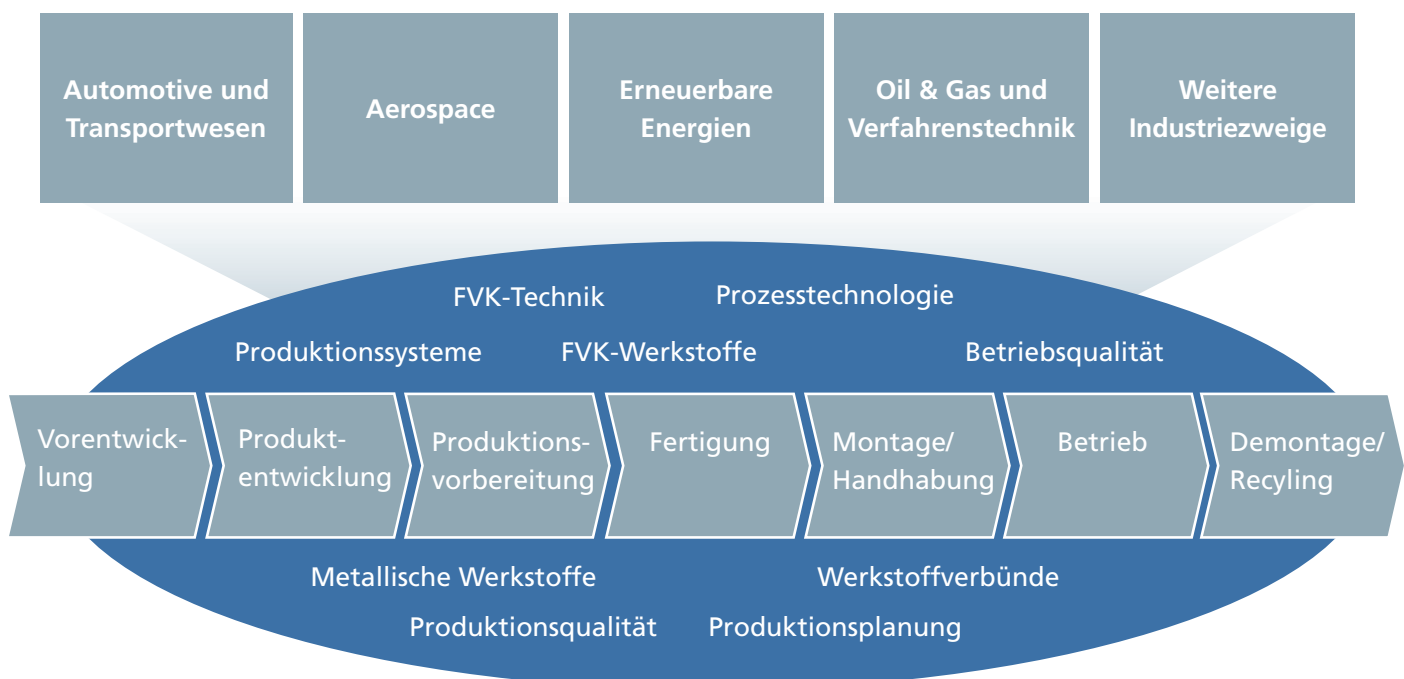
Durch die inhomogene Struktur und die unterschiedlichen mechanischen und thermischen Eigenschaften von Fasern und Matrizen ändert sich beim Zerspanen faserverstärkter Kunststoffe die Zerspannsituation. Als Folge entsteht nicht nur eine hohe Prozessdynamik, auch die Oberflächengüte leidet darunter und der Werkzeugverschleiß wächst. Die Ursache dafür liegt in der starken abrasiven Wirkung der Verstärkungsfasern.

Um faserverstärkte Kunststoffe besser zerspanen zu können, optimiert das Fraunhofer IPT systematisch die entsprechenden Prozessparameter und Bearbeitungsstrategien, abhängig von der Faserorientierung und der Faser-Matrix-Kombination. Außerdem entwickelt das Fraunhofer IPT die Werkzeuge gezielt weiter und konzipiert Spannsysteme für dünnwandige Strukturen.

Machining of fiber-reinforced plastics

Due to the differences in the structures and the mechanical as well as thermal properties of fibers and matrices, the machining of fiber-reinforced plastics can be a tricky, uneven business. The process dynamics are high, surface qualities can suffer, and tool wear increases, due to the strongly abrasive effect of the reinforcement fibers.

In order to allow a more efficient machining of fiber-reinforced plastics, the Fraunhofer IPT is systematically optimizing the process parameters and machining strategies for individual fiber alignments and fiber-matrix combinations. At the same time, the Fraunhofer IPT is also developing new tool designs and new clamping systems for thin-wall structures.



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 Aachener Werkzeugbau Akademie GmbH.

Unsere Leistungen

- Individuelle Beratungsprojekte zu den Themen
 - Technologieauswahl, -einsatz und -optimierung
 - Kostensenkung und Reduktion von Durchlaufzeiten
- Forschungsprojekte
 - Auftragsforschung
 - Konsortialforschungsprojekte
 - Grundlagen- und Transferprojekte
 - Durchführung technologischer Projekte innerhalb der WBA Aachener Werkzeugbau Akademie
- Aus- und Weiterbildung
 - Kolloquium »Werkzeugbau mit Zukunft«
 - Seminare und Vorträge
- Kennzahlen-Datenbank zum Werkzeugbau
 - Benchmarking-Projekte und 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 Aachener Werkzeugbau Akademie GmbH.

Our Services

- Individual consultation projects about
 - Selection, implementation and optimization of technology
 - Cost-efficiency drives and reduction of cycle times
- Research projects
 - Contract research
 - Consortium research projects
 - Basic research and transfer projects
 - Implementation of technology projects in the context of the WBA Aachener Werkzeugbau Akademie
- 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 and studies
- "Toolmaker of the Year" competition



Wettbewerb »Excellence in Production« zum Werkzeugbau des Jahres 2011

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 2011 ging der interne Werkzeugbau der Audi AG aus Ingolstadt als Gesamtsieger des Wettbewerbs und damit als »Werkzeugbau des Jahres 2011« hervor. Gemeinsam mit dem WZL der RWTH Aachen ermittelte das Fraunhofer IPT die sieben Finalisten des Wettbewerbs anhand eines ausführlichen Vergleichs von mehr als 290 Werkzeug- und Formenbau-Betrieben im deutschsprachigen Raum. Zehn fachkundige Juroren aus Industrie, Politik und Wissenschaft bestimmten die Sieger in drei 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 nominieren 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.

Ressourceneffizienter Werkzeugbau

Tiefziehwerkzeuge zur Umformung von hoch- und höherfesten Stählen oder von Aluminiumlegierungen für neue Leichtbaukonzepte im Automobilbereich unterliegen einem hohen Verschleiß. Dadurch erhöht sich der Ressourceneinsatz

Competition "Excellence in Production": Toolmaker of the Year 2011

The competition "Excellence in Production" has become an institution in the tool and die making industry, and the award for the "Toolmaker of the Year" is seen as an important indicator for the technological sophistication of the companies involved. In 2011, the internal tool shop of Audi AG in Ingolstadt was crowned the overall winner and awarded the title "Toolmaker of the Year 2011". The Fraunhofer IPT had, together with the WZL of the RWTH Aachen University, drawn up a shortlist of seven finalists that was based on a comprehensive comparison between more than 290 companies from the tool and die making industry all over the German-speaking countries in Europe. The jury – featuring ten experts from the worlds of business, politics and science – determined the winners of each of the three categories and the overall champion.

The competition "Excellence in Production" (EiP) is staged annually and open to internal as well as external, independent tool, die and mold manufacturers. The jury assesses the technological performance along the entire process chain 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 top companies receive a quality seal certifying their successful participation to their customers, suppliers and employees.

Resource-efficient tool manufacturing processes

Molding dies for high-strength and higher-strength steels or aluminium alloys in new lightweight construction concepts of the automotive industry are subjected to high levels of stress. This requires the deployment of additional resources for manufacturing as well as, eventually, the repair of the worn-out dies. In order to increase efficiency and cut costs, the project

sowohl in der Fertigung als auch bei der Reparatur der verschlissenen Werkzeuge. Um hier die Effizienz zu verbessern und Kosten zu sparen, werden im Projekt die Aktivflächen der Werkzeuge durch gezielte Modifikationen von Werkstoff und Geometrie optimiert.

Die Fraunhofer-Gesellschaft initiierte zu diesem Zweck gemeinsam mit dem Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen und 20 Unternehmen das Verbundprojekt »InnoCaT3 – Ressourceneffizienter Werkzeugbau«, um die Effizienz des Werkzeugbaus deutlich zu verbessern. Das Fraunhofer IPT als Koordinator des Verbundprojekts ist in zwei Teilprojekte involviert: Im Teilprojekt »Automatisierte Korrektur von Umformwerkzeugen« entsteht ein Robotersystem zur automatisierten Vermessung und Feinbearbeitung von Werkzeugen, mit dem sich Durchlaufzeiten verkürzen und damit Ressourcen effizienter nutzen lassen. Ziel im Teilprojekt »Verschleißreduktion von Tiefziehwerkzeugen durch Geometrie- und Aktivflächenoptimierung« ist eine »Shape-Optimierung« der Ziehkanten. Außerdem werden verschiedene Laseroberflächenverfahren für den lokalen Verschleißschutz der Werkzeugoberflächen qualifiziert, um den Ressourcenbedarf zu reduzieren.

Die Projektpartner schaffen in einem iterativen Austausch zwischen Werkzeugentwicklern, Werkzeugbauern und Anwendern die Voraussetzungen für die Fertigung neuer, leistungsfähigerer Tiefziehwerkzeuge. Den Ausgangspunkt bildet hier eine Produktanalyse. Unter Leitung des Fraunhofer IPT entwickeln die Projektpartner die Laseroberflächenbehandlung für die anwendungsbezogene Funktionalisierung der hochbeanspruchten Werkzeugaktivflächen weiter. Parallel dazu entsteht unter Leitung des WZL ein Software-Tool, das eine schnellere und genauere Berechnung der Werkzeugbelastungen selbst bei komplexen Geometrien erlaubt. Im Anschluss wird eine »Shape-Optimierung« der Ziehkantengeometrie anhand der berechneten Werkzeugbelastungen durchgeführt.

optimizes the active surfaces of the tools by modifying their raw materials and the geometries.

For this purpose and in order to increase the efficiency of common tool manufacturing processes, the Fraunhofer-Gesellschaft initiated the joint project "InnoCaT3 – Resource-efficient tool manufacturing", together with the WZL of the RWTH Aachen University and 20 industrial partners. In addition to acting as the coordinator of the joint project, the Fraunhofer IPT is also contributing to two of the sub-projects: the working group on the "Automatic correction of forming dies" is developing a robot system for the automatic measuring and fine machining of tools, shortening cycle times and allowing a more efficient use of existing resources. The sub-project "Reduction of wear in molding dies through an optimization of geometries and active surfaces" aims to improve the shapes of the bevelled edges. On top of that, different laser surface treatment techniques are qualified to protect the tool surfaces locally from wear in order to reduce the resource requirements.

In an iterative exchange between development engineers, toolmakers and industrial clients, the project partners provide the foundations for the production of new and sophisticated molding dies. Starting with a product analysis, the project partners – under the coordination of the Fraunhofer IPT – develop the laser surface treatment techniques that are required for an application-oriented functionalization of the highly-stressed tool surfaces. At the same time, the WZL oversees the design of a software tool that is capable of calculating tool stress levels more quickly and with higher degrees of precision, even when complex geometries are involved. Finally, the geometries of the bevelled edges are reshaped and optimized on the basis of the calculated stress levels.



Die Kombination von Geometrie- und Werkstoffmodifikation der Aktivflächen soll die Standzeit der Werkzeuge im realen Einsatz verlängern und gleichzeitig die Ressourceneffizienz deutlich verbessern. Die Industriepartner im Projekt sind direkt an den Entwicklungen beteiligt und stellen sicher, dass sich die anwendungsorientierten Projektergebnisse für den industriellen Einsatz verwerten lassen. Die beteiligten Werkzeugbauunternehmen testen die modifizierten Tiefziehwerkzeuge direkt in ihrer Produktionsumgebung.

Polierstrategien für defektfreie Oberflächen

Formoberflächen aus hochlegiertem Werkzeugstahl von Hand auf Hochglanz zu polieren erfordert heute eine genaue Kenntnis der richtigen Oberflächenbearbeitung. Die Erfahrungen zur Herstellung der polierten Oberflächen eignen sich Mitarbeiter individuell über viele Jahre an. Zudem ist das Verfahren sehr zeitintensiv und nicht reproduzierbar. Schäden an der bearbeiteten Oberfläche lassen sich bisher nicht klassifizieren und systematisieren. Ebenso lässt sich meist nicht zurückverfolgen, durch welche Bearbeitungsschritte welche Ergebnisse erzielt wurden.

Das Fraunhofer IPT hat erstmals unterschiedliche Oberflächen-defekte umfassend untersucht und systematisch erfasst. Dafür wurden in Zusammenarbeit mit der schwedischen Universität Halmstad ein einheitliches Vokabular und schlüssige Erklärungsmodelle für verschiedene Polierfehler erarbeitet. Zehn Stahlsorten wurden näher untersucht. Als Ergebnis entstand eine Defekttabelle auf Basis der europäischen Norm EN ISO 8785, mit der sich typische Oberflächendefekte beim Polieren von Werkzeugstählen einordnen lassen. Mit einer Internetdatenbank bietet das Fraunhofer IPT eine zentrale, kostenlose Plattform für Informationen und Erfahrungen rund um das Polieren hochlegierter Werkzeugstähle.

By combining modifications of geometry and materials of the active surfaces, the useful lives of the tools in their industrial environments can be extended, and resources can be more efficiently used. The industrial partners in the project are directly involved in the development process, ensuring that the application-oriented project results will eventually be implemented into actual manufacturing processes. The project partners from the toolmaking industry can test the modified molding dies directly in their own production lines.

Polishing strategies for defect-free surfaces

The manual high-gloss polishing of mold surfaces that are made from high-alloy tool steel requires a deep knowledge of the correct surface treatment technique. Employees acquire the experience needed to create these polished surfaces over many years. On top of that, the technique is time-consuming and not reproducible. There is, until now, no way of systematically classifying damages of the treated surfaces, and it is rarely possible to trace back which results were produced by which steps in the processing sequence.

The Fraunhofer IPT has now, for the first time, subjected different surface defects to a range of comprehensive analyses and developed a classification system. For this purpose, the Fraunhofer IPT and the Swedish University of Halmstad jointly compiled a standardized vocabulary and designed a logically coherent model capable of explaining the various polishing errors. Ten types of steel were subjected to a closer analysis which led to a table of defects, based on the European standard EN ISO 8785, that allows a classification of typical surface defects which may result from the polishing of tool steels. The Fraunhofer IPT is providing free access to an Internet database as a central platform for information and experiences with the polishing of high-alloy tool steel.

Mit der am Fraunhofer IPT entstandenen Systematik lassen sich nun in weiteren Schritten zuverlässige und robuste Bearbeitungsstrategien zur Vermeidung von Oberflächen-defekten ableiten. Ein weiteres Ziel ist die Entwicklung eines weitgehend automatisierten Polierprozesses mit Hilfe eines Standard-Industrieroboters. In Zukunft soll der Roboter die Endbearbeitung komplex geformter Stahlwerkzeuge unterstützen – automatisiert und in reproduzierbarer Qualität. Die für einen weitgehend automatisierten Prozess notwendige integrierte CAD-CAM-Prozesskette wird ebenfalls entwickelt und an zwei Polier-Roboter-Anlagen getestet.

Standzeiterhöhung von Werkzeugen und Formen durch kombinierte Oberflächenbehandlung

Schmiede- und Druckgusswerkzeuge unterliegen einem hohen adhäsiven und abrasiven Verschleiß, der die Standzeit der eingesetzten Werkzeuge erheblich verkürzt. Ein gezielter Schutz der Oberfläche kann die Ausbringungsmenge erheblich erhöhen und zur Effizienz des Produktionsprozesses beitragen. Die Kosten für Material und Werkzeug sowie für die Stillstandzeit der Produktionsanlage können erheblich gesenkt werden. Um dies im Alltag zu erreichen, entwickelt das Fraunhofer IPT eine vollautomatisierte CAx-basierte Strategie zur kombinierten Laseroberflächenbehandlung von Werkzeugen und Formen. Mit diesem Verfahren werden Randschichten mit besonders hohem Verschleiß lokal mittels Laserlegieren und -dispargieren behandelt und so effektiv vor Verschleiß geschützt. Im Nachfolgeprozess kann der Einsatz nitriert werden. Während das Nitrieren vor adhäsivem Verschleiß schützt, wirkt die Laserbehandlung dem abrasivem Verschleiß entgegen.

Für die Laseroberflächenbehandlung hat das Fraunhofer IPT ein CAx-Modul entwickelt, in dem die Prozessdaten hinterlegt sind und so zur Bearbeitung verschiedener Geometrien dienen. Die Bearbeitung des Werkzeugs erfolgt dann an einer für

The system developed at the Fraunhofer IPT provides the foundation for the next step: the design of reliable and robust processing strategies to avoid surface defects. The development of a largely automatic polishing process on the basis of a standard industrial robot is also planned. In the future, this robot will support the finishing of steel tools with complex geometries, automatically operated and with reproducible quality levels. The integrated CAD-CAM process chain that is required for such a largely automatic process will also be developed and tested in two robot polishing facilities.

Longer tool and die service lives as a result of combined surface treatments

Forging dies and die-casting molds are subject to high levels of adhesive and abrasive forces that are liable to shorten their service lives considerably. An efficient protection of the surfaces concerned can increase the output significantly and make the production process more efficient. The costs required for materials and tools can be as drastically cut as the downtime of the production facility. In order to exploit these potentials for routine operations, the Fraunhofer IPT is developing a fully automatic CAx-based strategy for a combined laser surface treatment of tools and dies that locally protects margin layers – subject to particularly high forces of wear – through laser alloying and dispersing. In a follow-up process, the insert can be nitrated to add a protection against adhesive wear to the laser treatment protection against abrasive wear.

For the purposes of the laser surface treatment, the Fraunhofer IPT has developed a CAx module where the process data are being stored, making them available for the processing of different geometries. The machining of the tool is performed by a customized 5-axial facility, developed by the Fraunhofer IPT in cooperation with a renowned industrial engineering company.



den Prozess modifizierten 5-Achs-Anlage, die das Fraunhofer IPT zusammen mit einem namhaften Maschinenhersteller entwickelt hat.

WBA Werkzeugbau Akademie GmbH

Rund 5700 Werkzeugbaubetriebe mit rund 70 000 Beschäftigten in Deutschland sind in den kommenden fünf bis zehn Jahren vom Fachkräftemangel bedroht. Deutschland bildet mit Japan und den USA weltweit den Schwerpunkt der Branche. Doch stehen diese Vorreiter vor der Herausforderung, Antworten unter dem gestiegenem Wettbewerbsdruck durch neue Marktteilnehmer auf sich ändernden Märkten zu finden.

Im Oktober 2011 stellte sich die WBA Aachener Werkzeugbau Akademie der Öffentlichkeit mit dem Weiterbildungsprogramm sowie dem Demonstrationswerkzeugbau und ihren Seminarräumen vor. Die Expertise und das gebündelte Know-how des Werkzeugmaschinenlabors WZL der RWTH Aachen und des Fraunhofer IPT zu aktuellen Branchenthemen bildet mit stetig wachsenden Partnerschaften führender Unternehmen des Werkzeugbaus praxisgerechte Wissensvermittlung, um im Wettbewerb bestehen zu können.

Das gesamte Angebot der Werkzeugbau Akademie greift auf Branchenerfahrungen aus mehr als zehn Jahren zurück und umfasst Weiterbildungs-, Forschungs- und Beratungsangebote.

WBA Werkzeugbau Akademie GmbH

About 5700 tool making companies in Germany with a total workforce of 70,000 employees will suffer from a shortage of skilled workers over the next five to ten years. Germany, Japan and the US are the worldwide leaders of this industry, but must develop a response to the increasing competitive pressures that are generated by new players on a rapidly changing global market.

In October 2011, the WBA Aachener Werkzeugbau Akademie GmbH introduced itself to the public, presenting a professional training program, a demonstration tool making facility and a range of seminar rooms. The experience and industrial know-how of the WZL of the RWTH Aachen University and the Fraunhofer IPT as well as a rapidly growing number of partnership arrangements with leading tool manufacturing corporations will guarantee practice-oriented courses, providing the clients with the wherewithal required to survive in a tough climate of global competition.

The service range of the Werkzeugbau Akademie is the result of more than ten years of experience in the industry, including qualification and training, research and consulting.

OPTIK UND OPTISCHE SYSTEME

OPTICS AND OPTICAL SYSTEMS

Die wachsende Nachfrage nach immer kompakteren technischen Produkten und der Trend zur Miniaturisierung nehmen starken Einfluss auf die Herstellung von Optiken. Dies zeigt sich in unterschiedlichsten Bereichen, etwa bei Konsumgütern, wie Handys und Digitalkameras, aber auch bei hochwertigen Industriegütern der Lasertechnik oder im Bereich der Telekommunikation. Besondere Herausforderungen bestehen darin, komplexe Geometrien wirtschaftlich herzustellen und die optischen Komponenten in die entsprechenden Endgeräte zu integrieren.

Das Fraunhofer IPT beschäftigt sich im Branchenfokus Optik mit dem Design und der Fertigung komplexer High-End-Optiken aus Glas und Kunststoff sowie der Montage optischer Systeme. Die Technologieentwicklung und die Umsetzung durchgängiger Prozessketten zur direkten und replikativen Fertigung optischer Komponenten und Systeme zählen ebenso zu unseren Stärken wie der Einsatz und Aufbau leistungsfähiger Ultrapräzisions-Messtechnik und faseroptischer Sensorik, die wir dazu nutzen, Prozesse zu automatisieren, neu zu entwickeln und zu optimieren.

Unsere Leistungen/Our services

- Herstellung von Glasoptiken/Manufacturing of glass optics

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

- Herstellung von Kunststoffoptiken/Manufacturing of plastic optics

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

The growing demand for ever more compact technology and the intensifying trend towards the miniaturization of such products are the twin forces that determine the development of today's optical industry. Whether the components are destined for consumer goods such as cell phones and digital cameras or for high-end industrial products such as laser technology and telecommunication equipment, the challenge is to find economically viable and efficient techniques of manufacturing complex geometries and of integrating the optical components into the finished device.

The business unit for optics at the Fraunhofer IPT develops complex, high-end-optical components made from glass and plastics and assembles different components into optical systems. We specialize on technology development and the implementation of integrated process chains for the direct and replicative production of optical components and systems as much as on the development and deployment of high-performance ultra-precision metrology equipment and fibre-optic sensors, using them to automate, redesign and optimize industrial processes.

- Optikprüfung/Optics testing

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



Prozessketten für die Replikation von Glasoptiken

Die starke Nachfrage nach Produkten mit immer kleineren optischen Systemen hat in der Fertigung qualitativ hochwertiger Glasoptiken in den vergangenen Jahren zu einem Umdenken geführt: Direkte Fertigungstechnologien wie das Schleifen und Polieren können nicht länger mit den Anforderungen Schritt halten, denn für eine Massenfertigung sind sie meist zu zeit- und kostenintensiv. Die Aufgabe ist es daher, durch replikative Verfahren größere Stückzahlen mit vergleichbarer Qualität in kürzerer Zeit bereitstellen zu können.

Im DFG-geförderten transregionalen Sonderforschungsbereich (SFB) untersucht das Fraunhofer IPT deshalb grundlegende Fragen der Optikreplikation. Im Mittelpunkt steht die ultrapräzise Bearbeitung von Formeinsätzen. Arbeiten zur Glasreplikation, zum Präzisionsblankpressen sowie zur Simulation dieses Prozesses ergänzen die Aktivitäten. Ziel ist es, die Prozesse auf Basis wissenschaftlich fundierter Modellvorstellungen transparenter zu gestalten, um anwendungsgerechte Lösungen für die industrielle Praxis abzuleiten und zu erarbeiten.

WaferLevelOptics – Waferbasierte Replikation von Glasoptiken

Mikrooptiken aus Glas präzise aufeinander auszurichten und in optische Systeme zu integrieren, verlangt nach neuen Lösungen. Bei der Herstellung von Kunststoffoptiken ist die waferbasierte Fertigung bereits heute ein etabliertes Verfahren. Dadurch sinken in der Fertigung sowohl die Kosten als auch der Handhabungsaufwand. Die Technologien für die Replikation von Glasoptiken sind jedoch deutlich komplexer, daher existiert bis heute noch keine Prozesskette für die waferbasierte Fertigung von Mikrooptiken aus Glas. Aus diesem Grund hat sich ein europäisches Konsortium von zehn internationalen Partnern aus sechs europäischen Ländern

Process chain for the replication of glass optics

The strong demand for products with ever smaller optical systems has caused the manufacturers of high-quality glass optics to revise their strategic thinking over the past few years: direct manufacturing technologies such as grinding and polishing are no longer capable of meeting the increasingly high efficiency requirements, generally consuming too much time, effort and money for the production of large series. Manufacturers aim to develop replicative techniques capable of providing large quantities of similar quality levels in shorter periods of time.

In the dedicated transregional Collaborative Research Centre which is funded by the German Research Association (DFG), the Fraunhofer IPT is investigating basic issues concerning the replication of optics, focusing on ultra-precision processing techniques for mold inserts and, to a lesser extent, on glass replication, precision molding and simulation techniques. The research aims to design more transparent solutions on the basis of scientifically developed models, eventually arriving at application-oriented solutions for industrial environments.

WaferLevelOptics – Wafer-based replication of glass optics

The precise alignment of glass micro-optics and their eventual integration into optical systems requires innovative solutions. Manufacturers of plastic optics have been successfully using wafer-based production technology for some time, cutting costs as well as handling times. The technologies for the replication of glass optics, however, are substantially more complex, which is why there is, until today, no process chain for the wafer-based production of glass micro-optics. This is what a pan-European consortium of ten partners from six European countries has set out to change: their joint project "WaferLevelOptics" has been designed to deliver a complete

zusammengefunden: Innerhalb von drei Jahren soll durch die intensive Zusammenarbeit der Partner im Projekt »Wafer-LevelOptics« eine vollständige Prozesskette zur erfolgreichen Fertigung von Glasmikrooptiken auf Waferbasis entstehen. Ziel des Projekts ist es, die Technologie des Präzisionsblankpressens für die waferbasierte Optikfertigung zu qualifizieren. Dazu wird eine große Anzahl an Mikrooptiken auf einen Glaswafer abgeformt, zu optischen Systemen gestapelt, verbunden und anschließend auseinandergeschnitten.

FlexPaet – Rekombination komplexer Mikrostrukturen auf großflächigen Kunststoffoptiken

Großflächige strukturierte Kunststoffoptiken besitzen für die Beleuchtungstechnik und als Hintergrundbeleuchtung für LCDs optimale Eigenschaften. Die optische Funktionalität stellen dabei komplexe, dreidimensionale Mikrostrukturen sicher. Doch die Herstellung solch großflächiger Bauteile, in deren Oberflächen Strukturen mit Abmessungen von wenigen tausendstel Millimetern eingebracht werden, stellte die Produktionstechnik bislang vor unlösbare Probleme.

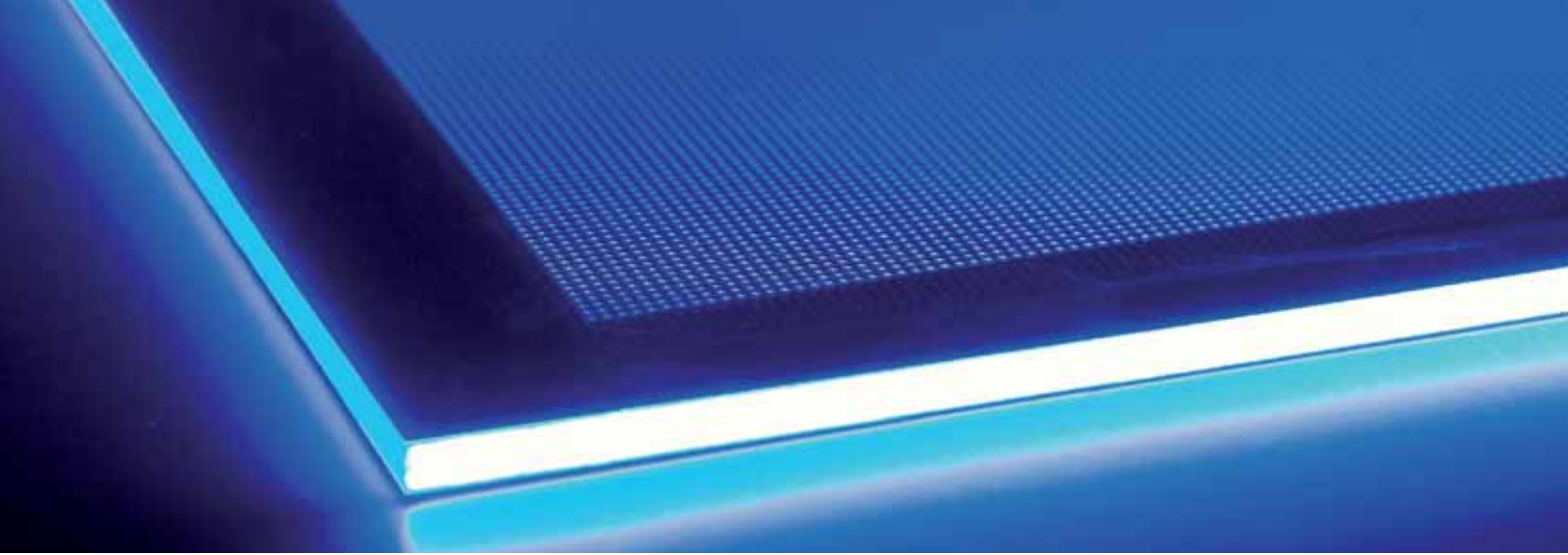
Im Forschungsprojekt »FlexPAET«, das von der Europäischen Union im 7. Rahmenprogramm gefördert wurde (Förderkennzeichen IN-7013), hat das Fraunhofer IPT deshalb ein Verfahren zum adaptiven, mehrschrittigen Heißprägen entwickelt und die Technologie in eine Prozesskette zur kostengünstigen Herstellung flächiger Beleuchtungsoptiken eingebunden. Auf Flächen bis zu 1 x 2 m² lassen sich mit einem neuen Maschinensystem nun Mikrostrukturen mit einer Positioniergenauigkeit von 2 µm einbringen. Hinsichtlich der Flexibilität und Geschwindigkeit ergeben sich neue 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.

process chain for the wafer-based production of glass micro-optics within three years. The project aims to qualify the precision molding technology for wafer-based optics manufacturing, molding a large number of micro-optics on a glass wafer, stacking these optics into integrated systems, connecting and finally cutting them apart.

FlexPaet – Recombining complex micro-structures on large-surface plastic optics

Large-surface, structured plastic optics are ideally suitable for applications in lighting technology and as background illumination for LCDs. Their optical functionality is provided by complex and three-dimensional micro-structures. The production of such components, however, with micro-structures in the micrometer range of a few thousandths of a millimeter across large surfaces, has so far confronted production engineers with seemingly insoluble problems.

As part of the "FlexPAET" research project, sponsored by the European Union in its 7th framework programme (contract number IN-7013), the Fraunhofer IPT has now developed a technique of adaptive, multi-step hot embossing, integrating this new technology into a process chain that is intended to enable the cost-efficient production of large-surface lighting optics. A newly designed machine system is capable of applying micro-structures on surfaces with sizes of up to 1 x 2 m², achieving accuracies of 2 µm. The production of optically functionalized surfaces will be able to explore and exploit new potentials of flexibility and speed. The optical functions of the embossed component will be analyzed directly inside the production equipment, using integrated measuring technology and allowing the production engineers to identify any design defects straight away while the optical components are still inside the machine.



OptiLight – Mikrostrukturierte, lokal-funktionale Oberflächen für hocheffiziente Beleuchtungssysteme

Funktionsintegrierte Hybridlinsen oder Freiformreflektoren können dazu beitragen, Straßenleuchten gezielter einzusetzen. Indem ungewünschte Beleuchtung der Umgebung reduziert wird, lässt sich der Energieverbrauch deutlich senken. Im Projekt »OptiLight« (Förderkennzeichen 02PO2464) erarbeitet das Fraunhofer IPT gemeinsam mit sieben Projektpartnern eine effiziente Produktionskette für mikrostrukturierte, dickwandige Polymer-Hybridoptiken. Um die Ressourcenaufwände in der Produktion insgesamt um etwa 50 Prozent zu senken, werden die Linsen in einem angepassten Spritzprägeprozess hergestellt. Die neue Technologie erlaubt die präzise und effiziente Herstellung und Vermessung komplexer Formeinsätze und das Spritzprägen komplexer, dickwandiger Hybridoptiken.

Die Projektpartner streben nach Projektabschluss weitere, bi- und multilaterale Projekte an, um die entwickelten Lösungen und Komponenten in weiteren Produkten und Anwendungsbereichen zum Einsatz zu bringen. Möglichkeiten zur Verwendung solch hocheffizienter Beleuchtungssysteme finden sich unter anderem bei Mineralölgesellschaften, Automobilherstellern, Einzelhandelsketten, Restaurantketten sowie bei der Beleuchtung von Industriehallen.

Miniaturisierung optischer Messsysteme durch Lichtwellenleiter

In der modernen industriellen Fertigung, vor allem in der Automobilindustrie, der Mikrosystem- und Medizintechnik, gibt es einen starken Trend zu immer filigraneren und komplexeren Strukturen. Je stärker die Fertigung in den Ultrapräzisionsbereich vordringt, desto dringender wird auch der Bedarf an miniaturisierter Messtechnik mit hoher Messgenauigkeit. Ein zentraler Forschungsschwerpunkt des Fraunhofer IPT ist

OptiLight – Micro-structured, locally functional surfaces for highly efficient lighting systems

Functionally integrated hybrid lenses or free-form reflectors can make a contribution to a more efficient use of street lamps. By cutting unnecessary environmental lighting, energy consumption can be drastically reduced. In the "OptiLight" project (contract number 02PO2464), the Fraunhofer IPT and its seven project partners are jointly developing an efficient production chain for micro-structured, thick-walled polymer hybrid optics. In order to reduce the resources required for the production by about 50 percent, the lenses are manufactured in an adapted injection-compression molding process. The new technology allows complex mold inserts to be measured and manufactured with high degrees of precision and cost effectiveness. It also enables the injection-compression molding of complex, thick-walled hybrid optics.

The project partners intend to continue their joint research in the form of additional bilateral and multilateral projects once the current project has been completed, using the newly designed solutions and components for other products and applications. High-efficiency lighting systems could, for example, find customers in the oil and automotive industries, retailing and gastronomy. They could also be used to illuminate manufacturing environments in other industries.

Miniaturization of optical measuring systems through optical waveguides

Modern industrial manufacturing – particularly in the automotive, micro systems and medical technology industries – is experiencing growing demand for ever more filigree and more complex structures. The higher the requirements for precision or ultra-precision levels of accuracy, the higher the demand for miniaturized metrology with high levels of measuring

deshalb die Miniaturisierung messtechnischer Komponenten. Durch den gezielten Einsatz von Lichtwellenleitern, Mikrooptiken und mikromechanischen Bauteilen sind wir in der Lage, Messsysteme und Messsonden deutlich zu verkleinern und Mess- und Prüfaufgaben auch unter schwierigsten Voraussetzungen zu lösen – im Sinne einer anwendungsorientierten, kundenindividuellen Lösung.

Angepasste Strahlformungsoptiken auf Basis von Mikro- und GRIN-Optiken sowie GRIN-Fasern verwenden wir zur Kollimation, Fokussierung und Freistrahlskopplung. Für eine Umlenkung des Lichtstrahls zwischen 0° und 90° schleifen wir Faserendflächen an oder montieren Mikroprismen. Je nach Anwendung erzielen wir Sondendurchmesser unter $80\ \mu\text{m}$. Die so gefertigten und montierten Messsonden lassen sich dank der flexiblen Lichtwellenleitertechnologie und der damit verbundenen starken Miniaturisierung hervorragend in Produktionsmaschinen und Messgeräte integrieren. Auf diese Weise gelingt eine Online-Maschinenüberwachung selbst im Präzisions- und Ultrapräzisionsbereich sowie die Inspektion kleinster Bohrungen oder Spaltmassen mit Toleranzen im Mikrometer- und Nanometerbereich.

Wellenfrontmesstechnik und Mikro-/Nano-Koordinatenmessgeräte

Freigeformte Optiken eignen sich besonders für die Auslegung kompakter optischer Systeme mit wenigen Bauteilen. Doch der Fertigung fehlt es auch heute noch an einer flexiblen Messtechnik zur Optimierung der Fertigung und zur Qualitätssicherung der Freiformoptiken. Ein vielversprechender Ansatz ist die Shack-Hartmann-Sensorik, die jedoch noch nicht über die Flexibilität und den ausreichenden Messbereich verfügt, um starke Abweichung von Regelgeometrien erfassen zu können. Zu diesem Zweck hat das Fraunhofer IPT das BMBF-geförderte Projekt »VariScan« (Förderkennzeichen 13N11707) gestartet. Der Lösungsansatz ist, die zu messende Wellenfront

accuracy. The Fraunhofer IPT conducts research into the miniaturization of measuring equipment. The use of optical waveguides, micro-optics and micro-mechanical components enables a substantial miniaturization of metrology systems, allowing us to develop application-oriented, customized solutions even under the most difficult of circumstances and conditions.

Customized beam-shaping and beam-deflection optics that are based on micro-optics, GRIN optics and GRIN fibres are used for collimation, focusing and open beam coupling. . In order to deflect the light beam by angles of 0° to 90° , we whet fibre endfaces or attach micro-prisms with glue. Depending on the application, we achieve probe diameters smaller than $80\ \mu\text{m}$. The measuring probes that are manufactured and assembled in this way can be easily integrated into production and measuring equipment, thanks to their high level of miniaturization and the flexibility of optical waveguide technology. This allows the operation of an online monitoring system even for equipment that needs to meet precision and ultraprecision requirements. It also enables us to perform inspections of very small drilling holes and gap dimensions with tolerances in the micrometer and nanometer ranges.

Wavefront measuring technology and micro/nano coordinate measuring equipment

Aspherical optics are particularly suitable for the design of compact and lightweight optical systems that feature only a small number of components. Manufacturers, however, still have no flexible measuring technology they could use to optimize their production techniques for freeform optics or on which they could rely for their quality assurance operations. One route towards a solution for this problem could lead via the Shack-Hartmann sensor – even if, at the moment, it is not yet capable of providing the high levels of flexibility and resolution that are required to identify important short-wave



von einer Mikrospiegelmatrix in einzelne, eindeutig codierte Subaperturen zu zerlegen, die nacheinander auf eine hochdynamische, analoge Auswerteeinheit gelenkt werden. So lässt sich die gesamte Wellenfront abtasten und jeder Messpunkt kann mit dem gesamten Messbereich des Detektors erfasst werden. Dies ist ein großer Vorteil gegenüber dem konventionellen Shack-Hartmann-Verfahren, bei dem nur ein kleiner Teil des Detektors zur Auswertung der Subapertur zur Verfügung steht. .

Das Ziel ist eine Erweiterung des Messbereichs um das fünf-fache bei gleichbleibend hoher Auflösung. Gleichzeitig kann durch die hohe Anzahl der Einzelspiegel in kommerziellen Mikrospiegel-Arrays die Anzahl der Messpunkte um den Faktor 10 gesteigert werden. So wird der gesamte Scan-Vorgang in wenigen Sekunden durchgeführt. Das System wird in Zukunft erstmals eine flexible Messtechnik für asphärische und in Maßen freigeformte Optiken wie Gleitsichtbrillengläser bieten – bei vergleichbaren Kosten wie mit konventionellen Systemen.

surface defects. To address this problem, the Fraunhofer IPT has initiated the “WaveSense” project, funded by the German Federal Ministry of Economics and Technology under the project number N 12638-07. The project aims to use an array of micro-mirrors to separate the wavefront (the object of the measuring process) into individual, uniquely coded sub-apertures, directing the sub-apertures successively to a highly dynamic, analog evaluation unit. This allows the entire wavefront to be scanned, and each measuring point can be identified with the total measurement range of the detector. This makes the new technique far superior to the conventional Shack-Hartmann technique which only made a small section of the detector available for the evaluation of the sub-aperture.

Ultimately, the project is designed to broaden the measuring range five-fold without losing anything in terms of resolution. The large number of individual mirrors in commercial micro-mirror arrays also allows the number of measuring points to be increased by a factor of 10, ensuring that the entire measuring operation is completed in a matter of seconds. The system has been designed to provide the first flexible measuring technique for aspherical and (moderately) freeform optics – at costs that are still comparable with the costs of conventional systems.

LIFE SCIENCES ENGINEERING

Das Geschäftsfeld »Life Sciences Engineering« zeichnet sich durch ein hohes Maß an Interdisziplinarität aus. Durch die fachübergreifende Zusammenarbeit zwischen Biotechnologen, Mediziner*innen 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. Die Automatisierung biotechnologischer Prozesse und die Entwicklung medizintechnischer Produkte sind unsere Spezialität.

Unsere Leistungen

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

Kontakt

Dipl.-Ing. (FH) Ulrike Koropp
Telefon +49 241 8904-327
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. Our specialty are the automation of biotechnology processes and the development of new products for medical technology.

Our services

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

Contact

Alexis Sauer-Budge, Ph.D
Phone +1 617 353 1888
asauerbudge@ipt.fraunhofer.org



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 automatisierbare Prozessschritte, setzt sie anhand spezialisierter Funktionsprototypen um und erprobt diese umfassend. 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 has become a trend – not only in the form of automated laboratory and analytical equipment, but more often by the concatenation of biotechnological work processes into fully automated production facilities. The automation increases throughput, reproducibility, process stability and also enables continuous process monitoring. These features are essential for a successful industrial production of biotechnological products.

In our business unit "Life Sciences Engineering" we are working on the automation of complex biotechnological processes for tissue engineering, stem cell biology and plant biotechnology. The challenge in these three industry-related research projects lies in the modification of the established manual laboratory procedures for the special requirements of automation. Within our own laboratories, we develop new automated process steps, implement them with custom-built prototypes and optimize the process conditions. For the construction of fully automated production facilities, these individual solutions are integrated into an automated and sterile environment.

The close interaction between our different departments is of great benefit for the processing of projects. The direct exchange of interdisciplinary knowledge enables our high aptitude for innovation. Our strong experience with targeted project management and the evaluation of market strategies also contribute to the success of the projects.

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 auch 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 Projektziel ist die automatisierte Herstellung, Vermehrung und Differenzierung induzierter pluripotenter Stammzellen, mit denen sich neue Medikamente für Erkrankungen des Nervensystems oder des Herzens erforschen lassen.

Zur Herstellung der induzierten pluripotenten Stammzellen werden im Projekt »StemCellFactory« adulte, also »erwachsene« Körperzellen durch ein spezielles Verfahren der Reprogrammierung in den Zustand von embryonalen Stammzellen zurückversetzt. Diese Methodik und die anschließende gezielte Differenzierung der Zellen erlauben es, Wirkstoffe direkt an neuronalen oder kardialen Zellpopulationen zu testen, die beispielsweise aus Hautzellen von Patienten gewonnen wurden. Für Erkrankungen des Nervensystems und des Herzens standen solche zellbasierten Testsysteme bislang nicht zur Verfügung. Für die erforderliche Automatisierung des manuell sehr aufwändigen und langwierigen Laborprozesses untersuchte das Fraunhofer IPT alle biologischen Prozesse von der Zellisolation aus Haut und Knochenmark über die Kultivierung, Reprogrammierung und Selektion der pluripotenten Stammzellklone bis hin zur Differenzierung in Vorläuferzellen von Nervenzellen. Anhand der erstellten Ablaufdiagramme konnten Lastenhefte für alle erforderlichen automatisierten Komponenten erstellt werden. Derzeit wird intensiv am 3D-Modell der StemCellFactory gearbeitet, die erforderlichen Geräte beschafft und Steuerung und Programmierung geplant. Die Demonstratoranlage zeigt nicht nur die Automatisierung aller erforderlichen Zellkulturschritte, sondern bietet auch eine umfassende Prozessüberwachung.

Automatic stem cell production

Since late 2010, the government of the German federal state of North Rhine Westphalia has been funding the three-year project "StemCellFactory" (contract number 005-1007-0023). The project unites – under the coordination of the RWTH Aachen University and Life & Brain GmbH (Bonn) – the University of Bonn, the Max Planck Institute for Molecular Biomedicine (Münster), Bayer Technology Services GmbH and Hitec Zang GmbH. It has been designed to develop techniques for the automatic production, propagation and differentiation of induced, pluripotent stem cells with a view to using them in the development of new drugs for the fight against diseases of the nervous system and the heart.

For the production of pluripotent stem cells, the "Stem-CellFactory" project uses adult body cells, restoring them to their previous state as embryonic stem cells by a special "reprogramming" technique. On the basis of this method and the subsequent cell differentiation, active substances can be tested directly on neural or cardiac cell populations that have been extracted from – for example – the patients' skin cells. No such cell samples have so far been available for diseases of the nervous system and the heart. The automation of the – manually very time-consuming and lengthy – laboratory process required the Fraunhofer IPT to analyze all biological processes from the isolation of skin and bone marrow cells to the cultivation, reprogramming and selection of the pluripotent stem cell clones as well as the differentiation in neuronal progenitor cells. Based on the initial flow charts, we developed specifications for all components that are required in the automation of the process. Current research is focused on the development of a 3D model of the StemCellFactory, the procurement of all necessary equipment and plans for controlling and programming techniques. Beyond a fully automated sequence of all steps required for the cell cultivation, the demonstrator model will also include a comprehensive process monitoring system.



Automatisierte Herstellung von Hauttestsystemen

Die Fraunhofer-Zukunftsstiftung fördert das Forschungsprojekt »Automated Tissue Engineering on Demand«, in dem vier Fraunhofer Institute seit 2008 ein Produktionssystem zur automatisierten Herstellung humaner Gewebemodelle entwickeln. Nach dem Aufbau der Produktionsanlage zielt die zweite Projektphase seit April 2011 auf die Verwertung eines ersten Produkts: ein einschichtiges Epidermismodell, das für Unbedenklichkeits- und Wirksamkeitstests in der Kosmetik-, Chemie- und Arzneimittelindustrie eingesetzt wird, um neue Wirkstoffe zu entdecken oder neu entwickelte Produkte auf ihre Sicherheit vor der Markteinführung zu prüfen. Neben den Validierungs- und Optimierungstätigkeiten an der Produktionsanlage findet jetzt die Vorbereitung einer Ausgründung statt. Zukünftig sollen über das entwickelte Produktionssystem verschiedene Testsysteme produziert und durch die Ausgründung dem Markt zugänglich gemacht werden.

Automatisierte Wirkstoffproduktion in Tabakpflanzen

Ein zweites von der Fraunhofer-Zukunftsstiftung gefördertes interdisziplinäres Kooperationsprojekt startete im Jahr 2009 mit dem Ziel, eine automatisierte Produktionsanlage für die biotechnologische Herstellung von Biopharmazeutika, beispielsweise Impfstoffen, in Tabakpflanzen zu entwickeln. Aufgaben des Fraunhofer IPT innerhalb dieses Projekts sind die Auslegung, die Konstruktion und der Aufbau eines hochmodernen Gewächshauses. Die Entwicklungsaufgabe umfasst die Umsetzung spezieller Prototypen zur Auslegung der erforderlichen Produktionsprozesse wie Aussaat und Ernte sowie die Mess-, und Regelungstechnik zur Aufzucht der Pflanzen. Die gleichbleibenden Bedingungen bei der Bewässerung, Beleuchtung und anderen Parametern können dann eine konstante Qualität der gezüchteten Pflanzen und der enthaltenen Wirkstoffe garantieren.

Automatic production of skin test systems

The Fraunhofer Zukunftsstiftung (Future Foundation) is supporting the research project "Automated Tissue Engineering on Demand" that has – since 2008 – united four Fraunhofer Institutes in a common effort to develop an automatic production system of human tissue models. Since the production facility was completed, the second project stage has (since April 2011) been focused on the development of an initial product: a single-layer epidermis model for safety and efficacy tests in the cosmetics, chemical and pharmaceutical industries (designed to establish the safety and efficacy of new substances before they are launched on the market). While the production facility is subjected to a range of validation and optimization activities, the establishment of a spin-off company is in preparation. The newly designed production system will in future manufacture different test systems, while the spin-off company will distribute these systems commercially.

Automatic production of active substances in tobacco plants

Another interdisciplinary cooperation project that is also supported by the Fraunhofer-Zukunftsstiftung has been aiming since 2009 to develop automatic production facilities for the biotechnological production of biopharmaceuticals – such as vaccines – in tobacco plants. As its contribution to the project, the Fraunhofer IPT is designing, constructing and installing a sophisticated modern greenhouse. Its brief includes the implementation of special prototypes for the design of the required production processes such as sowing and harvesting as well as the development of metrology and control technology systems that are required for the propagation of the plants. Stable conditions – levels of irrigation, lighting and other parameters – will be provided to guarantee consistent quality levels of the cultivated plants and the active substances they are meant to produce.

Präparation von Blutproben zur Diagnose bakterieller Erkrankungen

Eine der größten Herausforderungen bei der Identifizierung bakterieller Krankheitserreger in physiologischen Proben oder bei Umweltanalysen ist die geringe Ausgangskonzentration der Erreger. Standardmethoden zur Erhöhung der Konzentration sind die Vermehrung der Bakterien im Labor, die Vervielfachung der Bakterienproteine durch molekularbiologische Maßnahmen (PCR) oder eine Signalverstärkung bei der Analyse durch antikörperbasierte Nachweisverfahren (ELISA). Die wissenschaftliche Literatur der vergangenen Jahre beschreibt verschiedene neue Nachweismethoden, unter anderem bioMEMS-basierte Methoden. Diese sind sehr vielversprechend, besonders im Hinblick auf ihre ambulante Anwendung und ihre Empfindlichkeit. Doch sie erfordern meist sehr reine und konzentrierte Krankheitserreger zur Analyse. Um solche neuen Analysemethoden in die Praxis zu überführen, müssen daher parallel auch neue Methoden für eine automatisierte und schnelle Aufbereitung der Proben entwickelt werden. Ein dringender Bedarf besteht beispielsweise an schnellen, so genannten Point-of-Care-Diagnoseverfahren für bakterielle Infektionen der Blutbahn. Um die neuen, bioMEMS-basierten Analyseverfahren ambulant nutzen zu können, bedarf es neuer Methoden zur Zellisolation und zur Konzentration der Bakterien aus dem Blut.

Das Fraunhofer CMI hat für die Probenvorbereitung ein neues funktionales Gefäß und eine Methodik entwickelt, mit der sich ein Bakterienkonzentrat anhand einer marktüblichen Ultrazentrifuge schnell und einfach aus einer Blutprobe isolieren lässt. Aus 10 ml des infektiösen Bluts lassen sich damit bis zu 20 µl an reinem Bakterienkonzentrat gewinnen. Der Prototyp des Zentrifugegefäßes besteht aus mehreren Kammern, die durch Messventile miteinander verbunden sind. Durch dieses neue Verfahren wird es möglich, auch Proben mit einer geringen

Solving a Critical Bottleneck in Bacteremia Diagnostics: Sample Preparation

One of the major challenges in detecting bacterial pathogens in physiological and environmental samples is that the bacterial concentration is very low. Standard methodologies overcome this hurdle by amplifying the target, either through culture to multiply the number of pathogens, or through molecular or chemical means of amplification (e.g. PCR or ELISA). Over the past decade, a number of novel detection technologies, such as bioMEMS-based methods, have been reported in the literature. These methods are very promising in terms of their application to the point-of-care setting and their sensitivity, but often require purified and concentrated pathogens to be delivered to a surface, which often is not addressed. To enable implementation of these new detection technologies, new methods are needed for automatable and rapid sample preparation of pathogens. In the field of medicine, there is an urgent need for the rapid identification bacteria in bloodstream infections at the point-of-care. To implement new bioMEMS detection technologies in this setting, new methods for isolating and concentrating bacteria from blood are needed.

Fraunhofer CMI has been developing a new type of sample preparation device and methodology to rapidly isolate and concentrate bacteria from blood that works within a standard swinging bucket centrifuge. The input to the system is 10 ml of infected blood and the output is 20 µl of purified and concentrated bacteria. The prototype is a multi-chamber device with metering valves between each of the chambers. The device has been shown to have a lower limit of detection of ~10 CFU/mL (below the clinically required level) and works for various important pathogens. The work has generated significant commercial interest.



Konzentration, unterhalb des klinischen Wertes von 10 KbE, auf alle wichtigen Erreger zu analysieren. Eine weitere Vermarktung des Systems steht bereits in Aussicht.

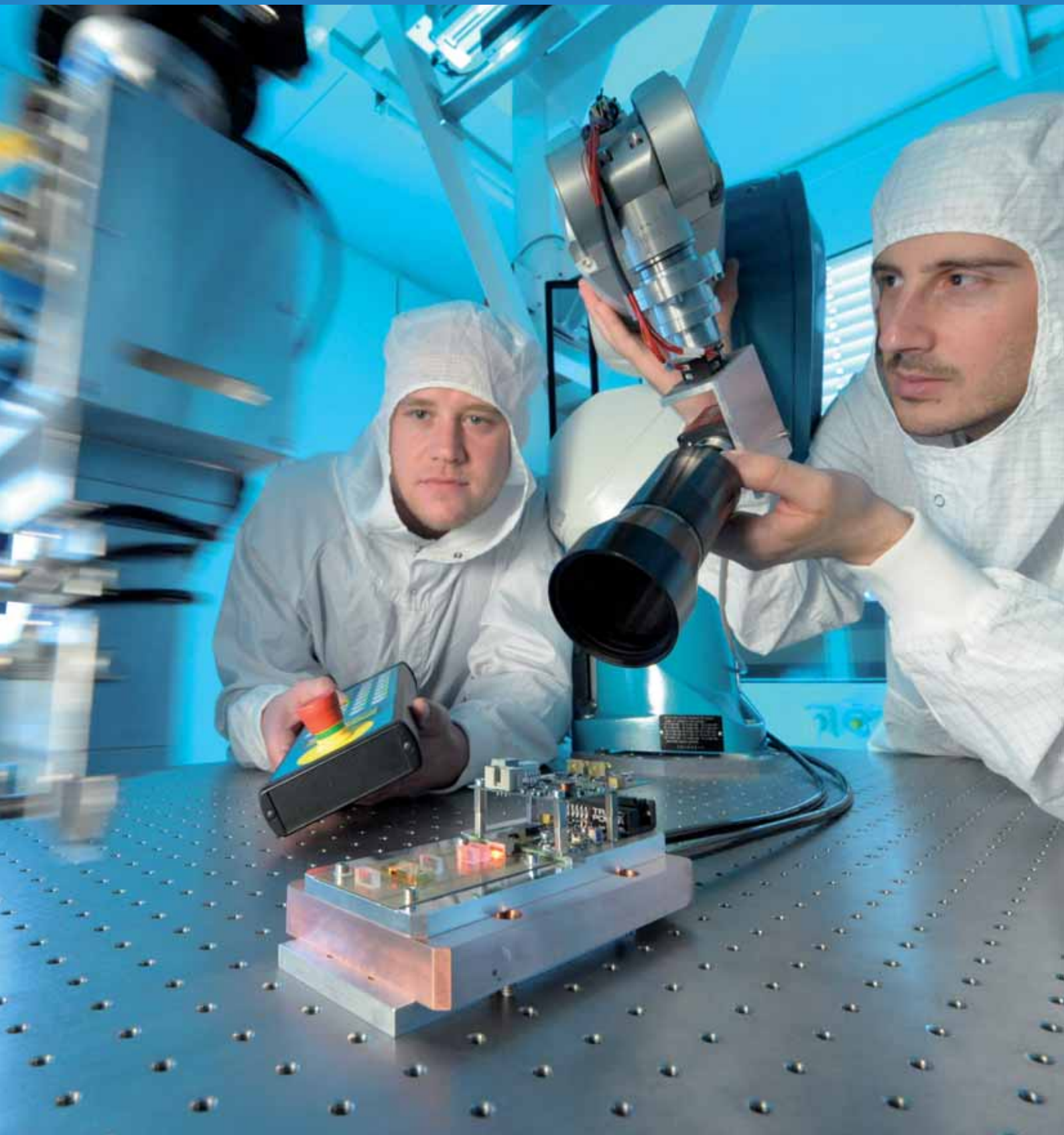
Neues Testverfahren zur Wirksamkeit von Antibiotika

Standardisierte Methoden, mit denen sich die Empfindlichkeit von Bakterien gegenüber Antibiotika untersuchen lässt, basieren heute meist auf der Beobachtung, wie stark sich die Bakterien unter dem Einfluss des Antibiotikums noch vermehren können. Doch diese Methoden sind sehr zeitintensiv, teuer und wenig empfindlich, besonders wenn langsam wachsende Organismen untersucht werden müssen. Für einen echten Schnelltest wäre es erforderlich, den Schritt der Bakterienkultur auszulassen. Das Fraunhofer CMI entwickelt deshalb einen mikrofluidischen Test, der die Reaktion der Zellen auf Antibiotika unter dem Einfluss mechanischer und/oder chemischer Stressfaktoren untersucht und damit das Warten auf das Zellwachstum überflüssig macht. Das System basiert auf der Annahme, dass die Zellen durch die gezielt eingebrachte Belastung ihre Reparaturmechanismen einsetzen. Antibiotika setzen oft bei diesen biochemischen Stoffwechselwegen an, die beispielsweise die Biosynthese von Zellwänden, Proteinen oder der DNA-Transkription steuern. Wenn ein Antibiotikum die Reparaturprozesse der Zellen behindert, sterben sie unter Stresseinfluss ab. Das Fraunhofer CMI hat diese Testmethode bereits für 18 Stämme des *Staphylococcus aureus* erprobt. Nun sollen neue mikrofluidische Elemente die Leistungsfähigkeit des Tests weiter verbessern. Das Fraunhofer CMI entwickelt Berechnungs- und Modellierungsverfahren, um das Design der Elemente direkt am Computer zu optimieren.

Novel Antibiotic Susceptibility Diagnostics

Current standard methods for detecting antibiotic susceptibility are based on the ability of the bacteria to proliferate in the presence of antibiotics, and thus these techniques are time-consuming, costly, and insensitive, particularly for evaluation of slow-growing organisms. To develop a truly rapid susceptibility test, one must circumvent the need for growth. We are developing a microfluidic test that interrogates the response of cells to antibiotics in the presence of mechanical and/or chemical stressors and thereby obviates the time needed for growth. The core of the hypothesis is that by straining the cell, we induce the cellular repair processes and associated biochemical pathways. These pathways are often targets of antibiotics (e.g. cell wall biosynthesis, protein synthesis, DNA transcription). If the antibiotic hinders those repair processes, the cell will die under the continued application of stress. We have demonstrated the methodology for 18 strains of *Staphylococcus aureus*. We are continuing to design new microfluidic designs to improve the performance of the methodology, including using techniques such as computational modeling to enhance our design optimization.

UNSERE KOMPETENZEN OUR COMPETENCIES



Grundlage für den Erfolg des Fraunhofer IPT ist das Kompetenzspektrum in unseren Fachbereichen. Hier konzentrieren wir unsere Forschungsarbeit und entwickeln Produktionstechnologien weiter.

Wir fördern und betreiben anwendungsorientierte Forschung, setzen Forschungsergebnisse in die Praxis um, beraten mit Relevanz und Wirkung zum unmittelbaren Nutzen für die Industrie und leisten dadurch einen wichtigen Beitrag zu deren Wettbewerbsfähigkeit.

Unseren Kunden bieten wir eine große Vielfalt an technologischen Produkten sowie individuelle Forschungs- und Entwicklungsdienstleistungen aus allen Bereichen der Produktionstechnik.

The basis of the Fraunhofer IPT's success is the widespread expertise in all our departments. Here we focus on our research activities and the further development of production technologies.

We conduct applied research, implement our results in an industrial context, and provide relevant and effective consulting services for the direct benefit of industry, thereby contributing significantly to the competitiveness of companies.

We offer a large variety of technological products and individual R&D services in all areas of production technology to our customers.

60 Lasermaterialbearbeitung
Laser Material Processing

64 Hochleistungszerspanung
High Performance Cutting

68 CAx-Technologien
CAx-Technologies

72 Feinbearbeitung und Optik
Fine Machining and Optics

76 Präzisions- und Sondermaschinen
Precision and Special Purpose Machines

80 Faserverbund- und Lasersystemtechnik
Fiber-Reinforced Plastics and Laser System Technology

84 Produktionsmesstechnik
Production Metrology

88 Produktionsqualität
Production Quality

92 Technologiemanagement
Technology Management

94 Technologieeinkauf
Technology Purchasing

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, den Formenbau oder Life Sciences Engineering 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 mit 5-achsigen Bearbeitungszentren verbessert die Lebensdauer und das Einsatzverhalten hochbelasteter Bauteile und Formen deutlich und vereinfacht die Reparatur.

Unsere Leistungen

- Laserstrahlstrukturieren von 3D-Oberflächen
- Laserstrahlfügetechnologien für Sonderanwendungen
- Lasertrahlgestützte Umformung und Zerspanung
- Laseroberflächenbehandlung für den Verschleißschutz
- Optimierung des Verschleißwiderstands und Reparatur 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, tool and die making of Life Sciences Engineering.

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



Werkzeugsystem für das laserunterstützte Drehen von Ingenieurkeramik

Die Hartfeinbearbeitung verschleißfester Bauteile aus Ingenieurkeramik ist äußerst aufwändig. Aufgrund der besonderen Härte der Werkstoffe kommen fast ausschließlich Schleifprozesse in Frage, die lange Prozesszeiten und ein aufwändiges Abrichten der Werkzeuge erfordern. Die laserunterstützte Bearbeitung mit bestimmter Schneide erlaubt eine wesentlich höhere Flexibilität im Bearbeitungsprozess. Selbst komplexe Bauteilgeometrien lassen sich auf diese Weise NC-gesteuert herstellen. Der Prozess beruht auf dem Prinzip der thermischen Erweichung im Bereich der Schnittzone. Dazu wird ein definierter Bauteilbereich unmittelbar vor der Schneide durch Laserstrahlung aufgeheizt.

Durch die Entwicklung eines Werkzeugsystems, das vollständig in den Werkzeugrevolver von Drehmaschinen integriert wird, kann dieser Prozess nun erstmals im industriellen Umfeld zum Einsatz kommen. Die so genannten »Laser-Tools« werden dabei mit einer modifizierten VDI-Schnittstelle im Revolver der Drehmaschine gespannt, es kann konventionell und laserunterstützt zerspannt werden.

Auf der Fachmesse EMO Hannover präsentierte das Fraunhofer IPT das gemeinsam mit der A. Monforts Werkzeugmaschinen GmbH & Co. KG entwickelte System erstmals der Öffentlichkeit. Das Drehen einer gesinterten Siliziumnitrid-Keramik »von der Stange« und der laserunterstützte Abstechprozess stießen beim Messepublikum und in den Medien auf äußerst positive Resonanz.

Tool system for the laser-assisted turning of high-performance ceramics

The hard finishing of wear-resistant components made from high-performance ceramics is extraordinarily time-consuming and expensive. Since these materials are extremely hard, the only suitable grinding processes require long processing times and lengthy tool configurations. Laser-assisted techniques that work with defined blades, on the other hand, provide much higher levels of flexibility and enable even components with complex geometries to be machined in an NC-system. This technique is based on the principle of thermal softening in the cutting zone. This means that a defined section of the component – located immediately in front of the blade – is warmed and softened by laser radiation.

Thanks to the development of a tool system that is fully integrated into the tool turret of turning machines, this technique can now be rolled out in an industrial environment for the first time. The so-called "laser tools" are fastened in the turret of a turning machine and equipped with modified VDI interfaces. Machining can be performed conventionally and with laser assistance.

At the EMO Hannover trade fair, the Fraunhofer IPT presented the new system – jointly developed with A. Monforts Werkzeugmaschinen GmbH & Co. KG – in public for the very first time. Visitors and media showed great interest in the turning of straight from the bar sintered silicon nitride ceramic and the laser-assisted cutting-off process.

Laserauftragschweißen großer Flächen mit Scannertechnologie

Das Laserauftragschweißen zeichnet sich durch einen geringen Energieeintrag in das Bauteil aus. Damit verbunden ist eine geringe Beeinflussung von Werkstückrandzone und -geometrie. Der Durchmesser des Laserstrahls bestimmt dabei die maximale Breite der Beschichtungsspur. Übernimmt ein Laserscanner die Führung des Laserstrahls, lässt sich die Auftragspur verbreitern und es können auch ohne höhere Vorschubgeschwindigkeit deutlich größere Flächenleistungen erzielt werden. Dazu wird ein drahtförmiger Zusatzwerkstoff eingesetzt, der die Flexibilität des Laserscanners nicht einschränkt.

Im Projekt FlexScan (Förderkennzeichen 02PK2146) entwickeln die Abteilungen »Lasermaterialbearbeitung« und »Faserverbund- und Lasersystemtechnik« des Fraunhofer IPT gemeinsam mit der Arges GmbH ein Scannersystem mit flexibler Drahtzuführung für den industriellen Einsatz. Untersucht wird unter anderem, wie sich durch so genannte Fülldrähte das Legierungsspektrum erweitern lässt.

Effiziente Herstellung reibungsmindernder Strukturen

Lebensdauer und Leistungsfähigkeit von Motoren, Pumpen und Dichtsystemen hängen stark von ihrer Belastung ab. Durch ständige Reibung verschleiben die Oberflächen der beweglichen Teile im industriellen Einsatz besonders schnell. Selbst Schmiermittel können diesen Prozess nur verzögern, aber nicht aufhalten.

In verschiedenen Projekten zeigte das Fraunhofer IPT im Jahr 2011, dass gezielt eingebrachte Strukturen unterschiedlichen Einfluss auf das Reibungsverhalten ausüben können, doch es fehlt bis heute die Möglichkeit, solche Strukturen gezielt auszulegen.

Large-surface laser metal deposition with scanner technology

Laser metal deposition is a technique that requires the input of only small amounts of energy into the component, thus leaving the non-targeted areas and the geometry of the workpiece largely unaffected. The diameter of the laser beam determines the maximum width of the deposition track. If a laser scanner guides the laser beam, this track can be widened, and it becomes possible to treat large surfaces even without increasing the feed rate. For this purpose, a wire-shaped material is added that does not restrict the flexibility of the laser scanner.

Under the "FlexScan" project (contract number 02PK2146), the Fraunhofer IPT departments for "Laser material processing" and "Fiber-reinforced plastics technology and laser systems technology" are joining the engineers from Arges GmbH to develop a scanner system with a flexible wire feed system for industrial manufacturing environments. They will also try to establish how the application of so-called fluxcored wires may serve to widen the range of usable alloys.

Efficient production of friction-reducing structures

The durability and the performances of engines, pumps and sealing systems are, to a certain extent, a function of the levels of mechanical stress to which they are exposed. Constant friction in particular quickly wears out the surfaces of moveable components in industrial environments. Lubricants can only slow down this process, not prevent it.

In 2011, the Fraunhofer IPT used a range of projects to demonstrate that specifically designed and applied structures can influence the friction behaviour. Until now, however, there has been no proven technique of applying such structures.



Ende des Jahres 2011 startete nun am Fraunhofer IPT das Projekt »STOKES – Selective tribological optimisation of fluid kinetics and efficiency by laser surface structuring« (Förderkennzeichen 286783). In diesem Projekt formuliert das Fraunhofer IPT gemeinsam mit sieben europäischen Partnern aus Wissenschaft und Industrie Auslegungsregeln für mikrostrukturierte Oberflächen in Hydraulikanwendungen und entwickelt das Laserstrukturieren als Prozess für die industrielle Serienfertigung weiter.

Dazu werden mit dem Laser Mikrostrukturen in die gleitenden Kontaktflächen von Pumpen und Dichtungen eingebracht. So können die beweglichen Teile leichter aufeinander gleiten, auch Schmiermittel verteilen sich gleichmäßiger. Das verringert nicht nur den Verschleiß der hochbeanspruchten Komponenten, sondern es verbessern sich gleichzeitig auch die Leistung und der Energieverbrauch.

Gemeinsam erproben die insgesamt sechs Unternehmen im Projekt das Laserstrahlstrukturieren anhand von realen Produkten und verbessern damit die Oberflächeneigenschaften der hochbeanspruchten Baugruppen. Von der neuen Technologie profitieren nicht nur die Hersteller von Pumpen, Motoren und Dichtungen, sondern auch ihre Kunden aus Branchen wie der Automobilindustrie, dem Formenbau, der Lebensmittel-, Pharma- und Petrochemie oder der Energieerzeugung.

In late 2011, the Fraunhofer IPT started the project "STOKES – Selective tribological optimization of fluid kinetics and efficiency by laser surface structuring" (contract number 286783). In this project, the Fraunhofer IPT and seven European partners from science and industry are jointly developing design rules for micro-structured surfaces in hydraulic applications, evolving the laser-structuring technique to the point where it can benefit the production of large series in an industrial environment.

For this purpose, lasers are used to apply micro-structures on the moving contact surfaces of pumps and sealing systems, allowing the moveable parts to slide on top of each other with greater ease and lubricants to spread out more evenly. This reduces the wear of the highly stressed components while increasing overall performance and cutting energy consumption.

The six corporate project partners are subjecting the technique of laser-beam structuring to joint tests on real products, improving the surface properties of the highly-stressed assemblies. The new technology benefits not only the manufacturers of pumps, engines and sealing systems, but also their clients in industries such as car manufacturing, mold making, food processing, power generation and the pharmaceutical and petrochemical industries.

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 tools. 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



Zerspanung von Inconel DA 718 – Systematische Untersuchungen decken Optimierungspotenziale auf

Direct aged (DA) Inconel 718 ist ein neuer Werkstoff, der wegen seiner sehr hohen Warmfestigkeit über das Potenzial verfügt, Turbomaschinen deutlich effizienter zu machen. Der Wunsch der Triebwerkshersteller ist es, diese Chance zu nutzen und Inconel DA 718 im Triebwerksbau einzusetzen. Der neue Werkstoff ist jedoch vergleichsweise schwierig zu bearbeiten. Hier fehlen zudem weitergehende Erfahrungen. Im Jahr 2011 untersuchte das Fraunhofer IPT deshalb im Fraunhofer-Innovationscluster »TurPro« systematisch die Zerspanbarkeit von Inconel DA 718 bei der Drehbearbeitung. Im Vordergrund standen technologische Untersuchungen zum Einfluss der Schnittstrategie, der Schnittparameter, der Werkzeuge und der Kühlstrategien auf das Bearbeitungsergebnis. Durch die systematischen Untersuchungen konnten einige Optimierungspotenziale aufgedeckt werden. Diese Potenziale für den industriellen Einsatz zu nutzen ist jetzt Ziel der weitergehenden Forschungs- und Entwicklungsarbeiten.

Technologie und Bearbeitungsstrategien für Parabelfräswerkzeuge

Besonders beim Fräsen komplexer Bauteilgeometrien gelingt es Unternehmen heute oft nur noch, sich durch radikal neue Werkzeugtechnologien vom Wettbewerb abzuheben. Das Mehrachsfräsen mit konventionellen Fräs Werkzeugen wie Kugelkopf-, Schaft- und Torusfräsern zu beherrschen reicht dazu längst nicht mehr aus. Vielmehr müssen durch völlig neue Werkzeugtechnologien und einer Prozesstechnologie, die sich an die individuellen Anforderungen der Industrie anpassen, Produktqualität und Prozesseffizienz verbessert werden. Der neue Ansatz des Fraunhofer IPT basiert auf einer, geometrieangepassten Werkzeugtechnologie für das simultane Mehrachsfräsen. Dabei werden die lokalen Geometriemerkmale des Bauteils im Kopf- und Umfangsbereich der Werkzeuggeometrie abgebildet. Das parabelförmige

The machining of Inconel DA718 – Systematic analyses reveal optimization potentials

Direct Aged (DA) Inconel 718 is a new material which is rich in potential due to its high levels of heat resistance. It can, above all, make turbo engines far more efficient which is why the manufacturers of such engines are, unsurprisingly, eager to use Inconel 718 DA for their purposes. The new material is, however, difficult to machine, and few operators have acquired any skills or experiences in this area. This is why the Fraunhofer IPT started in 2011 to subject the machinability of Inconel 718 DA in turning applications to a range of systematic tests as part of the Fraunhofer innovation cluster "TurPro". The focus was very much on technological analyses of the various cutting strategies, cutting parameters, tools, cooling strategies and their impact on the result. This systematic study revealed significant optimization potentials. Further research and development activities will now try to exploit these potentials for the benefit of industrial manufacturing applications.

Technology and machining strategies for parabola-shaped milling tools

When it comes to milling complex component geometries, most enterprises can only gain a competitive edge by implementing radically new tool technologies. Multi-axis milling alone, for example, is no longer able to do the job – at least not as long as conventional milling tools such as ball nose cutters, end mills and Torus cutters are used. And even the most innovative tool technologies must nowadays be complemented by process technologies that are customized to meet the individual product quality and process efficiency targets of the industrial client corporation. The new approach of the Fraunhofer IPT is based on a new, geometrically adapted tool technology for the simultaneous multi-axis milling process that mirrors the local geometries of the component in the top area and the peripheral surface area of the tool geometry. The

Fräswerkzeug wird im CAM-System modelliert. Geeignete Bearbeitungsstrategien dienen dazu, angepasste Werkzeugbahnen zu erzeugen. Die Bearbeitungsdauer beim Fräsen kann so deutlich verkürzt und die Prozesseffizienz erhöht werden. Das neue Parabelfräswerkzeug wird dann anhand von Formeinsätzen für den Spritzguss und an Strukturbauteilen für den Motorsport erprobt.

Zerspanung von Titanaluminiden

Titanaluminide bieten ein enormes Potenzial, das Gewicht von Turbinen mit Betriebstemperaturen bis zu 800 °C zu reduzieren. Sie gelten daher als Schlüsseltechnologie für die Effizienzsteigerung der kommenden Triebwerksgenerationen. Als intermetallische Legierungen weisen Titanaluminide in einem breiten Temperaturbereich sprödes Verhalten auf. Hier können während der Zerspanung unkontrolliert Mikrorisse auftreten – ein K.O.-Kriterium für die sicherheitskritischen Bauteile der Triebwerksbranche.

Anfang 2004 startete das Fraunhofer IPT deshalb ein umfangreiches Entwicklungsprogramm (Förderkennzeichen MEF 662 003), um ein fundiertes Prozessverständnis zur simultanen 5-Achs-Fräsbearbeitung des Materials aufzubauen. Bis 2006 wurden die voll lamellare Gusslegierung Ti-48Al-2Cr-2Nb und die Duplex-Schmiedelegierung TiNb-V5 detailliert untersucht. Jedoch blieben die erhofften industriellen Projekte für die folgenden vier Jahre aus.

Erst im April 2010 flogen am Fraunhofer IPT wieder Titanaluminid-Späne: Die Abteilung Hochleistungszerspanung konzentrierte sich bei ihren Entwicklungen zur Zerspanung ausschließlich auf die neue TiNb-Legierung. In gleich mehreren Projekten der Jahre 2010 und 2011 entwickelte das Fraunhofer IPT Frässtrategien sowie Kühl- und Schmierstrategien für die TiNb-Zerspanung und qualifizierte die dazugehörigen Werkzeugmaschinen und Fräswerkzeuge für den Zerspan-

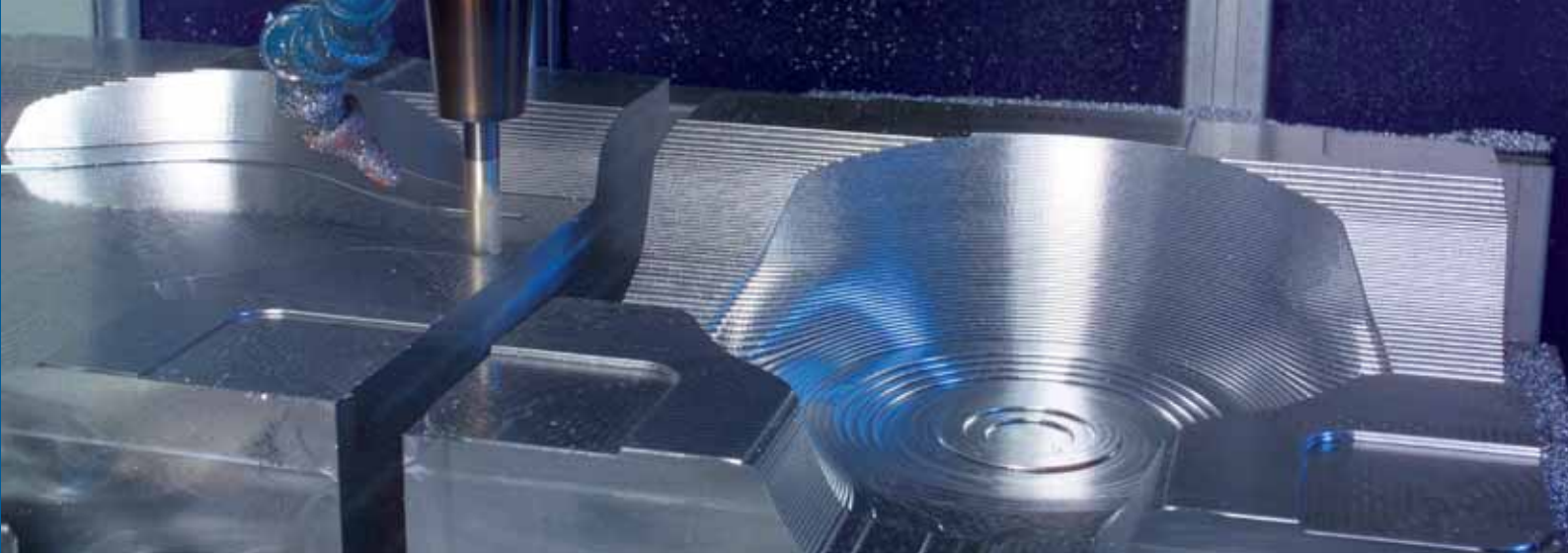
parabola-shaped milling tool is modelled in the CAM system. Suitable machining strategies generate the adapted tool paths. This serves to shorten the duration of the milling process considerably and enhances the efficiency of the process. The suitability of the new parabola-shaped milling tool for injection-molding and car racing applications will be tested on mold inserts and structural components respectively.

The machining of titanium aluminides

Titanium aluminides offer an excellent chance of reducing the weight of turbines that generate operating temperatures of up to 800 °C. This is why these materials are considered as potential key elements of technologies for the construction of the next, more efficient generation of aircraft engines. Titanium aluminides, however, are intermetallic alloys that may develop brittleness in a wide range of temperatures, causing uncontrolled micro-fissures during machining – obviously not something the manufacturers of aircraft engines would be willing to tolerate in a material for safety-critical components.

This is why the Fraunhofer IPT started a comprehensive development programme back in 2004 (contract number MEF 662 003) to develop a profound understanding of the processes involved in the simultaneous 5-axis-milling of such materials. Until 2006, the research focused on the fully lamellar casting alloy Ti-48Al-2Cr-2Nb and the duplex forged alloy TiNb-V5, but no industrial projects materialized over the next four years.

It was only in April 2010 that the titanium aluminide chip-pings began to fly around the workshops of the Fraunhofer IPT again: the department for high-performance machining concentrated its research activities exclusively on the new TiNb alloy. For several projects in the years 2010 and 2011, the Fraunhofer IPT developed milling strategies and cooling or lubrication strategies for TiNb machining, qualifying the machine tools and milling equipment for the processes involved.



prozess. Die Entwicklungen wurden auf den Maschinen der Kunden und Zulieferer individuell bis zur Serienreife angepasst.

Modellierung von Zerspanungsprozessen

Im DFG-geförderten Exzellenzcluster »Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer« hat das Fraunhofer IPT in Partnerschaft mit dem WZL der RWTH Aachen eine Plattform zur ganzheitlichen Simulation von Werkzeugmaschinen- und Zerspanungsprozessen bereitgestellt. Die Abteilung Hochleistungs-zerspanung des Fraunhofer IPT hat eine Software zur Modellierung von Zerspanungsprozessen entwickelt, mit der sich die Prozesskräfte komplexer Fräsprozesse vorhersagen lassen. Die Software ermittelt außerdem geometrische Spanbildungskennwerte für ein besseres Prozessverständnis und unterstützt so eine schnelle und zielgerichtete Auslegung von Hochleistungsprozessen. Für die nächste Projektphase ist geplant, ein Softwarepaket zur Vorhersage von Materialeigenschaften in Zerspanprozessen zu entwickeln, um den Zeitaufwand zur Prozessauslegung weiter zu reduzieren.

Im Exzellenzcluster forschen 21 Lehrstühle und sieben An-Institute aus dem werkstoff- und produktionstechnischen Spektrum der RWTH Aachen gemeinsam an den Grundlagen einer zukunftsfähigen produktionswissenschaftlichen Strategie. Die Partner im Exzellenzcluster entwickeln dazu speziell auf Hochlohnländer zugeschnittene Methoden für die Organisation und den Technologieeinsatz in Hochlohnland-Produktionsstätten. Zielbranchen der Forschungsaktivitäten sind neben der Automobilbranche die Luft- und Raumfahrt, die Energieerzeugung sowie der Maschinen- und Anlagenbau.

The new technological developments were then tested on the machines of clients and suppliers and customized or adjusted until they were fit for series production applications.

Modelling of machining processes

In the Cluster of Excellence "Integrated Production Technology for High-Wage Countries" funded by the German Research Association (DFG), the Fraunhofer IPT and the WZL of the RWTH Aachen University have provided a platform for the integrated simulation of machine tool and machining processes. For this platform, the department for high-performance machining of the Fraunhofer IPT has developed a software that models machining processes, allowing to predict the process forces of complex milling applications. The same software is also capable of establishing the geometrical chip formation parameters, allowing our engineers to develop a more profound understanding of the processes at work and to quickly design efficient and target-oriented high-performance operations. The plan is to develop a software package during the next project stage that is capable of predicting how different materials will behave in machining processes. That will allow a further reduction of the time requirements for the individual process design.

In the Cluster of Excellence 21 university institutes (each lead by a fully tenured professor) and seven university-associated research institutes from material technology and productions technology disciplines at the RWTH Aachen University are jointly conducting research into the fundamental principles for viable production technologies and manufacturing strategies of the future. The partners of the Cluster of Excellence are developing techniques of structural organization and the deployment of sophisticated technologies that are customized to meet the requirements of high-wage economies and their industrial operating sites. The main target industries for these research activities include car manufacturing, the aerospace industry, power generation and heavy or industrial engineering.

CAX-TECHNOLOGIEN

CAX-TECHNOLOGIES

CAX-Technologien sind ein integraler Bestandteil jeder automatisierten Fertigungsprozesskette – vom Produktdesign und der Prozessauslegung über Analyse- und Simulationswerkzeuge sowie die Maschinenfähigkeitsanalyse 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 Softwareplattform unterstützt die Entwicklung kundenspezifischer Softwaremodule für die Ultrapräzisions- und Feinbearbeitung, Hochleistungszerspanung, Laseroberflächenbehandlung und Messtechnik. Mit der Software »NCProfiler« bietet das Fraunhofer IPT NC-Datenanalysen mit anschließender Optimierung und berücksichtigt dabei besonders die Eigenschaften der individuellen Maschinen und CNC-Steuerungen.

Unsere Leistungen

- Integrative CAX-Prozessketten für die Herstellung von Turbomaschinenkomponenten, Werkzeug- und Formenbau, sowie Optikfertigung
- Entwicklung von spezialisierten CAM-Module integriert im »CAX-Framework«
- Simulationsgestützte Planung, Programmierung und Optimierung von Prozessen
- Kundenindividuelle Analyse, metrikbasierte Bewertung und kriterienorientierte Optimierung von CAX-Prozessketten
- NC-Datenanalyse und -optimierung mittels »NCProfiler«-Software
- Maschinenindividuelle NC-Programmanalyse

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 manufacturing process chain – from product and manufacturing process design via the development of analysis tools and simulation tools right down to the machine capability analyses and the manufacturing process itself. The Fraunhofer IPT develops comprehensive software solutions for automated process chains in the industrial production and repair of components, customizing these solutions according to the requirements of individual clients and project partners.

The "CAX Framework" by the Fraunhofer IPT is a flexible software platform that supports the development of customized software modules for ultra-precision and fine machining, high-performance machining, laser surface treatment and metrology. The "NCProfiler" software enables the Fraunhofer IPT to provide NC data analyses and to perform their subsequent optimization, taking into account the specific properties of the individual machine tools and CNC systems.

Our services

- Integrated CAX process chains for manufacturing of turbo engine components as well as for the mould and die production and optics
- Development of specialized CAM modules, integrated into the "CAX Framework"
- Simulation-supported planning, programming and optimization of processes
- Customized analysis, metrics-based evaluation and criteria-oriented optimization of CAX process chains
- NC data analysis and optimization through the use of "NCProfiler" software
- Machine-oriented NC program analysis



Durchgängige CAx-Prozessketten zur Fertigung und Reparatur

Automatisierte Fertigungs- sowie Reparaturprozessketten erfordern konsistente Schnittstellen und einen reibungslosen verlustfreien Datentransfer zwischen den involvierten Prozessen. Auf der Basis der eigenentwickelten Softwareplattform »CAx-Framework« implementiert das Fraunhofer IPT ganzheitliche Produktionslösungen, die beim Kunden eine prozesskettenübergreifende Datendurchgängigkeit schaffen. Ziel ist die Reduktion von Fertigungsfehlern und Ausschuss durch konsistente Datenübertragung und -verarbeitung.

»CAx-Framework« zur Entwicklung und Integration kundenindividueller CAx-Module

Das »CAx-Framework« als flexible Softwareplattform unterstützt die Entwicklung und Implementierung spezialisierter Softwaremodule. Die Systemkomponenten bieten grundlegende Werkzeuge, Methoden und Algorithmen zur Planung beliebiger Werkzeugwege mit angepassten Prozessparametern.

Das Fraunhofer IPT entwickelte eine Reihe simulationsgestützter CAM-Module zur Planung komplexer Mehr-Achs-Prozesse für das Fräsen, Schleifen, Polieren, Laserauftragschweißen, Laserhärten und -legieren, Laserstrukturieren sowie zur optischen und taktilen Geometriedatenerfassung. In den spezialisierten CAx-Modulen werden eigenentwickelte wie auch kundenspezifische Bearbeitungsstrategien implementiert, die über eine benutzerfreundliche GUI konfiguriert und im Simulationsmodul überprüft werden. Anschließend erzeugt die Software die Bearbeitungsdaten in standardisierten NC-Zwischenformaten und konvertiert sie mit dem integrierten Postprozessor in alle gängigen NC-Formate.

Integrated CAx process chains for applications in production and repair

Automated process chains for manufacturing and repair require consistent interfaces and a smooth, lossless data transmission between the processes involved. On the basis of the self-developed software platform "CAx-Framework", the Fraunhofer IPT implements integrated production technology that enable the customer to establish data consistency across individual process chains. The objective is the elimination of defects in manufacturing and the reduction of noncompliance in quality through consistent information transfer and data processing.

"CAx Framework" for the development and integration of customized CAx modules

The "CAx Framework" is a flexible software platform that supports the development and implementation of specialized software modules. The system components provide basic tools, methods and algorithms, enabling the user to plan a wide range of tool paths with accordingly adjusted process parameters.

The Fraunhofer IPT has developed a series of simulation-supported CAM modules, allowing the user to plan complex multi-axis processes for milling, grinding, polishing, laser deposit welding, laser hardening, laser alloying, laser structuring as well as the optical and tactile acquisition of geometrical data. The specialized CAx modules feature self-developed as well as customized processing strategies that are configured with the help of a user-friendly GUI before being subjected to tests in the simulation module. The software then generates the machining data in standardized NC interim formats and converts them into all common NC formats, using the integrated post-processor.

Das »CAX-Framework« bietet umfassende Schnittstellen für die Integration neuer CAX-Module sowie zur nahtlosen Anbindung an marktübliche CAX-Systeme.

Auf der Basis des »CAX-Frameworks« entwickelte die Abteilung CAX-Technologien außerdem eine Methodik zur metrikgestützten Bewertung von CAX-Prozessketten als Basis für eine kriterienbasierte Optimierung.

Konsistente Datenrepräsentation und Referenzierung in der Ultrapräzisionsbearbeitung – KoDaRe

Innerhalb des Projekts »KoDaRe« – unterstützt durch das BMBF (Förderkennzeichen 13N10890) – entwickelt das Fraunhofer IPT zusammen mit Industriepartnern eine CAX-Software für die Planung von Prozessketten zur direkten und replikativen Optikkfertigung. Durch konsistente Datenhaltung und eine hochpräzise Hardware-Referenzierung gelingt es, Freiformoptiken und integrierte Optikkomponenten von besonders hoher Qualität zu fertigen.

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

Die Software »NCProfiler« des Fraunhofer IPT analysiert NC-Daten, ermittelt kritische Bereiche des Werkzeugweges und optimiert diese hinsichtlich der dynamischen Eigenschaften der CNC-Maschine. Fehler wie mangelhafte CAD-Datenqualität, Werkzeugorientierungsfehler oder fehlerhafte NC-Postprozessor-Ausgaben werden schnell aufgedeckt und behoben. Ziel ist es, eine bessere Oberflächenqualität und Formgenauigkeit bei gleichzeitig kürzerer Fertigungsdauer sowie eine höhere Stabilität der Fertigungsprozesse zu erreichen. Der »NCProfiler« verfügt unter anderem über Postprozessoren für NC-Formate wie Heidenhain iTNC, Sinumerik 840D, ISO-NC, NX-CLS-Format, CATIA APT und verarbeitet diese.

The "CAX Framework" provides comprehensive interfaces for the integration of new CAX modules and for the creation of seamless links with the widely used commercial CAX systems.

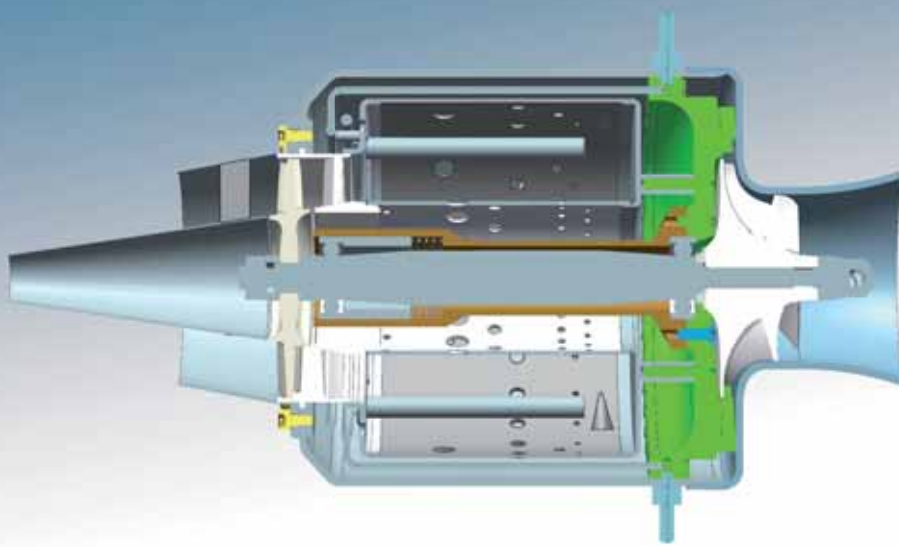
Based on the "CAX Framework", the CAX-Technologies department has also developed a method for the metrics-supported evaluation of CAX process chains that is meant to provide the foundation for criteria-based optimization processes.

Consistent data representation and referencing in ultra-precision machining – "KoDaRe"

As part of the "KoDaRe" project (contract number 13N10890) which is funded by the German Federal Ministry for Education and Research (BMBF), the Fraunhofer IPT and its industrial partners are currently developing a CAX software tool that will facilitate a reliable planning of process chains for the direct and replicative production of optical components. Consistent data management and high-precision hardware referencing allow the production of top-quality free-form optics and integrated optical components.

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

The Fraunhofer IPT's "NCProfiler" software analyzes NC data and identifies critical sections of the tool path before optimizing them in consideration of the CNC equipment's dynamic properties. Technical problems such as poor CAD data quality, tool alignment errors and flawed NC post-processor outputs are quickly identified and corrected. The software has been designed to combine improved surface quality and dimensional accuracy with shorter manufacturing periods and more stable manufacturing processes. The "NCProfiler" is equipped with post-processors for NC formats such as Heidenhain iTNC, Sinumerik 840D, ISO-NC, NX-CLS and CATIA APT and processes them.



Maschinenindividuelle NC-Programmanalyse

Die maschinennahe NC-Programmanalyse kann die NC-Programmqualität verbessern, indem sie die individuelle Maschinencharakteristik in den Optimierungsprozess einbezieht. Die Abteilung »CAx-Technologien« entwickelt auch spezielle Abnahmebauteile, die auf Basis analytisch definierter NC-Programme gefertigt werden. Mit passend erstellten Messprogrammen lassen sich die Abnahmebauteile hochgenau vermessen und Handlungsempfehlungen für Maschinennutzer und -hersteller ableiten.

Mikrogasturbine

Die Abteilung »CAx-Technologien« initiierte das Studentenprojekt »Mikrogasturbine«, in dem die Komponenten einer selbst entwickelten Mikrogasturbine hergestellt und später montiert werden. Für die Auslegung und Fertigung der Triebwerkskomponenten galt es, strömungstechnische und fertigungsgerechte Aspekte zu beachten. Wichtige Forschungsschwerpunkte waren dabei der Einsatz und die Optimierung automatisierter und hochpräziser Fertigungsprozesse wie das Hochgeschwindigkeitsfräsen oder generative Verfahren. Das breite Themenspektrum rund um die Mikrogasturbine bildete die Basis für zahlreiche Studentenarbeiten, die in enger Kooperation mit dem Institut für Strahlantriebe und Turboarbeitsmaschinen der RWTH Aachen, den Fachbereichen für Luft- und Raumfahrttechnik sowie Maschinenbau und Mechatronik der FH Aachen und mit dem Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT erfolgen.

Machine-oriented NC program analysis

Machine-oriented NC program analyses are used for the improvement of NC program quality by taking into consideration the individual machine tool characteristics in the optimization process. The CAx-technologies department is also developing specialized test workpieces that are based on analytically defined NC programs. Customized measuring programs ensure that the geometry of these test workpieces can be determined after manufacturing with high levels of accuracy and that recommendations for both manufacturers and users of the equipment can be issued on the basis of the results.

Micro gas turbine

The CAx-technologies department initiated the student project "Micro Gas Turbine" during which the components of a self-developed micro gas turbine are manufactured and subsequently assembled. The design and manufacturing processes of the engine components had to take into account flow engineering as well as production engineering requirements. The research therefore concentrated on the application and the optimization of automatic high-precision manufacturing technologies such as high-speed milling and generative processes. The wide range of subjects involved in constructing a self-developed micro gas turbine provided the basis for many student papers that were drafted in close cooperation with the Institute for Jet Propulsion and Turbomachinery at the RWTH Aachen University, the departments for Aeronautics, Industrial Engineering and Mechatronics of the FH Aachen and the Fraunhofer Institute for Laser Technology ILT.

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



Roboterbasierte Schleif- und Polierbearbeitung

Mit der automatisierten Schleif- und Polierbearbeitung entwickeln wir für den Werkzeug- und Formenbau, für die Herstellung von Turbomaschinen und für die Medizintechnik roboterbasierte Fertigungssysteme, mit denen sich Oberflächen in technischer bis hochglänzender Qualität produzieren lassen. Durch die Kombination von Industrierobotern, Bearbeitungsspindeln und speziellen kraftgeregelten Werkzeugaufnehmern sowie einer Cx-umgebung lassen sich in interdisziplinären Projekten mit Industrie und Forschung rotatorische und translatorische Schleif-, Läpp-, und Polierprozesse für freigeformte Werkzeuge und Formen entwickeln, die anschließend programmiert und automatisiert ausgeführt werden können.

Im EU-Projekt »poliMATIC« (Förderkennzeichen FP7-NMP, Grant Agreement No. 246001) baut das Fraunhofer IPT eine Roboterpolierzelle auf, um die aufwändige manuelle Schleif- und Polierbearbeitung zu automatisieren. Dieses Fertigungssystem erlaubt eine automatisierte und reproduzierbare Feinbearbeitung (vom Schleifen bis zum Polieren) von Freiformflächen bis zu einer Oberflächenrauheit von wenigen Nanometern. Im Projekt »Automatisierte Korrektur von Umformwerkzeugen« der »Innovationsallianz Green Carbody Technologies – InnoCaT« (Förderkennzeichen 02PO2730) entwickelt das Fraunhofer IPT ein roboterbasiertes Fertigungssystem für die Schleifbearbeitung von Umformwerkzeugen, mit denen sich die Werkzeuge in reproduzierbarer Qualität abziehen und strichpolieren lassen. Ziel des Projekts ist es, den Ressourcenverbrauch bei der Bauteilfertigung zu verringern und Kosten zu reduzieren.

Hochpräzise Optiken aus Glas

Im BMBF-Verbundprojekt »3DOptics« (Förderkennzeichen 02PC2011) arbeitete das Fraunhofer IPT zusammen mit sieben weiteren Partnern an einer Wertschöpfungskette zur kostengünstigen und flexiblen Fertigung geometrisch anspruchsvoller Mikrooptiken aus Glas. Das Projekt behandelte

Robot-based grinding and polishing processes

On the basis of automatic grinding and polishing processes, we are developing robot-based manufacturing systems for the tool and die making industries, turbine manufacturers and medical technology that can generate surfaces in anything between technical and high-gloss qualities. The combination of industrial robots, milling spindles and special-force controlled tool holders with a Cx environment allows us to design interdisciplinary projects with partners from industry and research to develop rotary and translational grinding, lapping and polishing processes for freeform tools and dies that can be subsequently programmed and automatically performed.

Under the EU project "poliMATIC" (contract number FP7-NMP, grant agreement No. 246001), the Fraunhofer IPT is constructing a robot polishing cell to automate the time-consuming process of manual grinding and polishing. This manufacturing system allows automatic and reproducible fine machining processes (from grinding to polishing) to obtain surface roughness levels of a few nanometers. Under the project "Automatic correction of forming dies" of the "Innovation Alliance Green Carbody Technologies – InnoCaT" (contract number 02PO2730), the Fraunhofer IPT is developing a robot-based manufacturing system for the grinding of forming dies that is capable of polishing the tools while aligning the grooves in the same direction at high and reproducible levels of quality. The project aims to help component manufacturers in cutting both their use of resources and their costs.

High-precision glass optics

In the collaborative "3DOptics" project (contract number 02PC2011) of the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF), the Fraunhofer IPT and seven partner organizations developed a value chain for the cost-effective and flexible production of glass micro-optics with complex geometries. The project was designed to analyze the entire

die gesamte Prozesskette des Präzisionsblankpressens, angefangen bei der Simulation über das Werkzeugdesign und die Werkzeugfertigung bis hin zur Replikation freigeformter Glasoptiken. Im letzten Jahr der Förderperiode fertigte das Konsortium auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse als Demonstrator eine beidseitig freigeformte Mikrolinse für die Diodenlaserkollimation.

Die Wirtschaftlichkeit des Präzisionsblankpressens von Glasoptiken hängt hauptsächlich von der Standzeit der eingesetzten Formwerkzeuge ab. Diese lässt sich durch Schutzschichten auf der Werkzeugoberfläche deutlich erhöhen. Das Fraunhofer IPT entwickelte zusammen mit acht weiteren Partnern im Innonet-Projekt »SpeedCoat« (Förderkennzeichen 16IN0700) eine Methodik für die schnelle anwendungsbezogene Qualifizierung solcher Schichten. Hier erprobte das Fraunhofer IPT mit seinen Partnern im Jahr 2011 einen Prüfstand für die schnelle und kostengünstige Qualifizierung neuer Schichtsysteme und erarbeitete einen methodenbasierten Entwicklungsansatz.

Effizientes Fertigungssystem zur Ultrapräzisionszerspanung von Stahl

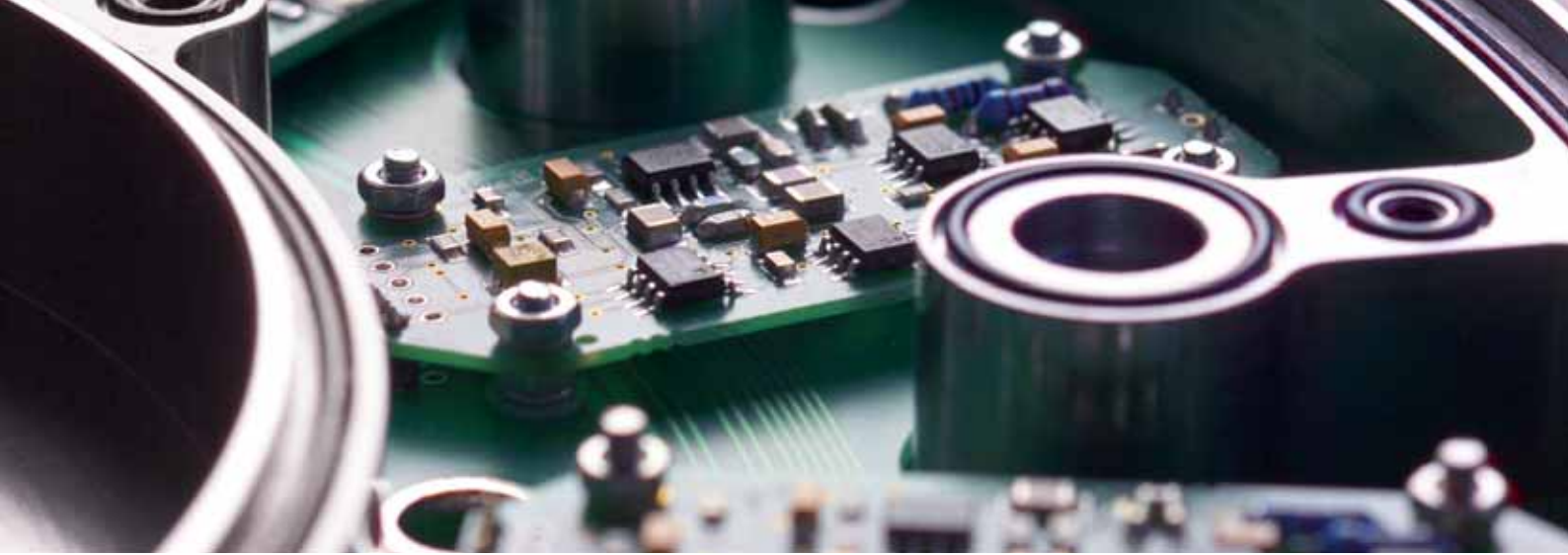
Innerhalb des Fraunhofer-internen Projekts zur »Mittelstandsorientierten Eigenforschung« (MEF) mit dem Namen »Steel4Optics« hat das Fraunhofer IPT ein weltweit einzigartiges Ultraschallsystem mit einer Frequenz von 80 kHz zur Diamantdrehbearbeitung von gehärtetem Stahl entwickelt. Damit können optische 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 Diamantwerkzeuges 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.

precision molding process chain from simulation and tool design to tool manufacturing and the replication of freeform glass optics. In the final year of the funding period, the consortium manufactured – on the basis of the knowledge it had acquired up to that point – a double-sided freeform micro-lens for diode laser collimation as a demonstrator object.

The economic viability of precision molding is largely a function of long tool and die service lives – which can be substantially increased by coating the surfaces under strain. In the Innonet project "SpeedCoat" (contract number 16IN0700), the Fraunhofer IPT and eight project partners developed a technique for the quick and application-oriented qualification of such surfaces. In 2011, the Fraunhofer IPT and its partners designed a test station for the quick and cost-effective qualification of new coating systems, establishing a method-based development approach.

Efficient production system for the ultra-precision machining of steel

Under the internal project on "Industrial Research for SMEs" that focuses on "Steel4Optics", the Fraunhofer IPT has developed a globally unique ultrasound system with a frequency of 80 kHz for the diamond-based machining of hardened steel. The system enables the production of optical molds in diameters of up to 75 mm with levels of surface roughness of 5 nm Ra and dimensional accuracies of less than 1 µm P-V. The service life of the diamond tool will be at least 200 times longer than the service lives of diamond tools in conventional machining systems. The technology enables the production of aspherical, concave and convex molds for injection molding that do not need to undergo the time-consuming process of nickel coating. It is planned to use this technology in the future for other materials that are equally difficult to machine such as ceramics.



Erste Schritte zur Vermarktung des Systems hat eine Unternehmensausgründung – die son-x GmbH – aus dem Institut bereits eingeleitet (www.son-x.com). Die son-x GmbH entwickelt, fertigt und vertreibt Systeme zur ultraschallunterstützten Diamantzerspanung. Diese sind so konzipiert, dass sie ohne großen Aufwand in jede Drehmaschine integriert werden können.

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. Diese Schäden im weiteren Fertigungsprozess auszugleichen verursacht hohe Kosten. Außerdem verringert sich dadurch auch die Effizienz der Endprodukte. Das Fraunhofer IPT untersuchte deshalb 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 Mittelpunkt des EU-Projekts »ThermoGrind« (Förderkennzeichen FP7-BSG-SME, Grant Agreement No. 232600) stand deshalb ein Ansatz der werkstückseitigen Temperaturmessung. Dazu wurde die optische Transparenz des Werkstoffs Saphir für die in der Kontaktzone initiierte Infrarotstrahlung genutzt und ein neues infrarot-transparentes Waferspannsystem (Chuck) entwickelt. Es erlaubt die Erfassung der durch den Wafer und das Spannsystem transmittierten infraroten Strahlung und damit die direkte Messung der Kontaktzonen-temperatur. In einem zweiten Projektschritt wurde eine temperaturbasierte Regelung des Schleifprozesses entwickelt, mit der unter industriellen Bedingungen eine optimale Prozessstabilität erzielt werden kann.

A Fraunhofer IPT spin-off company – called son-x GmbH – has already taken initial steps towards a market launch for the system (www.son-x.com). Son-x GmbH develops, manufactures and distributes systems for ultrasound-assisted diamond machining. These systems have been designed for easy integration into any conventional turning equipment.

Process monitoring for sapphire machining

The manufacturers of modern LED light sources use monocrystalline sapphire wafers for their substrates. Today's most common process chain for the production of these wafers features a lapping process for the purpose of planarization which can cause substantial damages in deeper levels of the substrate. It can be very costly to compensate for these damages in the downstream production process, and they also affect the quality of the finished product. In an attempt to optimize the existing technology, the Fraunhofer IPT therefore carried out tests with the rotational grinding of extremely hard sapphire materials.

The determination of process variables in the immediate zone of contact between wafer and grinding tool is a key element in the development of a stable machining process. This is why the EU project "ThermoGrind" (contract number FP7-BSG-SME, grant agreement no. 232600) focused on measurements of the workpiece temperature, exploiting the optical transparency of the sapphire material for the transmission of infrared radiation generated in the zone of contact and developing a new, infrared-transparent wafer clamping mechanism (chuck). Under the system, the infrared radiation that is transmitted through the wafer and the clamping mechanism is measured, allowing the direct establishment of the contact zone temperature. In a second step, the project developed a temperature-based control system for the grinding process capable of achieving the highest possible level of process stability in an industrial environment.

PRÄZISIONS- UND SONDERMASCHINEN

PRECISION AND SPECIAL PURPOSE MACHINES

Die Arbeitsbereiche der Abteilung »Präzisions- und Sondermaschinenentwicklung« erstrecken sich über die gesamte Entwicklung von Präzisions- und Sondermaschinen. Hier ist es unser Ziel, hochgenaue Sondermaschinen und Komponenten nach den Wünschen unserer Kunden ganzheitlich zu entwickeln. Von der ersten Maschinenkonzeption über die Auslegung und Optimierung kritischer Komponenten bis hin zur steuerungstechnischen Umsetzung und Implementierung komplexer Regelungssysteme setzen wir ihre Anforderungen um. Die Charakterisierung bestehender Maschinen ist ein weiteres Schwerpunktthema in der Gruppe.

Unsere Stärken liegen in der Entwicklung hochpräziser Produktionsmaschinen für die Optikbranche sowie die Medizin- und Biotechnik. Selbst für komplexe Automatisierungsaufgaben erarbeiten wir effiziente und technisch zuverlässige Lösungen.

Unsere Leistungen

- Maschinen- und Anlagenkonzeption
- Konstruktion von Sondermaschinen
- Analyse und Gutachten zu existierenden Systemen
- Steuerungsprojektierung und Programmierung
- Charakterisierung von Produktionsanlagen

Kontakt/Contact

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

The department for "Precision and Special Purpose Machines" designs customized engineering technology – entire facilities as well as components – across a wide range of fields. We help our clients to realize their ideas and to meet their requirements by developing engineering concepts, by designing and optimizing critical components and by implementing control technology or complex operating systems. The group also performs characterizations of existing equipment.

We concentrate on the development of high-precision production machines for the optics industry and applications in medical technology and biotechnology, designing efficient and technically reliable solutions even for complex automation tasks.

Our services

- Design of machines and integrated facilities
- Construction of special purpose machines
- Analyses and assessments of existing systems
- Configuration of control systems and programming
- Characterization of production facilities



Geometrische Charakterisierung hochpräziser 3- und 5-Achs-Maschinen

Höchste Präzision an Bauteilen wird in immer mehr Anwendungsfeldern gefordert. Dies gilt nicht nur für sehr kleine, sondern auch für extrem große Bauteile, beispielsweise für Getriebegehäuse von Windkraftanlagen mit Gewichten bis zu 30 Tonnen und lateralen Abmaßen im Meterbereich. Für die Herstellung solcher Bauteile kommen sowohl 3-Achs- als auch 5-Achs-Maschinen zum Einsatz. Eine elementare Voraussetzung für gute Bauteilqualität ist die geometrische Genauigkeit der verwendeten Werkzeugmaschine. Das Fraunhofer IPT entwickelt im AiF-geförderten Projekt »Opti-5-Achs« Messroutinen, mit denen sich solche Werkzeugmaschinen hochpräzise charakterisieren lassen. Zum Einsatz kommen kommerzielle Messsysteme: ein Dreistrahlinterferometer der SIOS Meßtechnik GmbH, ein taktiles System, bestehend aus den Messsystemen MT-Check und R-Test von IBS Precision Engineering sowie ein System, bestehend aus vier Lasertracern der Etalon AG. Durch die Bewegungscharakterisierung des Tool Center Points im Bearbeitungsraum der Werkzeugmaschine lassen sich die Fehler der Einzelachsen und die Lage der Einzelachsen zueinander anhand eigens entwickelter mathematischer Routinen systematisch in kürzester Zeit bestimmen. Die taktile Technik setzt das Fraunhofer IPT auch für Dienstleistungsmessungen in Maschinen mit einem Bearbeitungsvolumen unterhalb eines Kubikmeters ein. In Großwerkzeugmaschinen kommen Lasertracer für solche Messungen erfolgreich zum Einsatz.

Automatisierte Montage von Laseroptiken

Die Montage von Lasersystemen ist weitestgehend durch manuelle oder teilautomatisierte Arbeitsschritte gekennzeichnet. Im Falle der Teilautomatisierung handelt es sich um proprietäre, selbst entwickelte Ansätze der Lasersystemhersteller, die nicht als veröffentlichter Stand der Technik dem Markt zur Verfügung stehen. Das Fraunhofer IPT hat in mehreren Entwicklungsprojekten ein parallelekinematisches Positioniersystem

Geometric characterization of high-precision 3-axis and 5-axis machines

An increasing number of industries is demanding components that are capable of meeting high-precision requirements – and this is true not only for very small, but also for extremely large components such as the transmission casings of wind turbines that can weigh up to 30 tons and have lateral dimensions in the range of several meters. 3-axis and 5-axis machines are used for the production of such components. High quality components require machine tools with high levels of dimensional accuracy. In the project "Opti-5-Achs" funded by the AiF, the Fraunhofer IPT is developing measurement routines designed to characterize such machine tools with high degrees of precision. These routines are based on commercial measuring equipment: a triple-beam interferometer from SIOS Meßtechnik GmbH, a tactile system featuring the metrology systems MT-Check and R-Test from IBS Precision Engineering and a system that comprises four laser tracers from Etalon AG. By characterizing the movement of the tool center point in the machine tool processing chamber, any defects of the individual axes and errors in the alignment of the different axes can be discovered quickly and systematically on the basis of specifically designed mathematical routines. The Fraunhofer IPT is also using the tactile technology for contract measurements in machines with processing volumes of up to one cubic meter. Large machine tools are successfully using laser tracers for such measurements.

Automatic assembly of laser optics

Laser systems are largely assembled in a sequence of manual or, at best, semi-automatic production steps – but even this needs to be qualified by pointing out that any such semi-automation is generally based on proprietary, self-developed techniques of each individual laser systems manufacturer that are not, therefore, available on the market as "state of the art technology". The Fraunhofer IPT has conducted a

mit sechs Freiheitsgraden zur ultrapräzisen Positionierung von Mikrooptiken entwickelt: den Commander6. Das System lässt sich in unterschiedliche Grobpositioniereinheiten mechanisch und auch steuerungstechnisch integrieren. Für die Justage von Fast Axis Collimation Lenses (FAC) hat das Fraunhofer IPT den Commander6 in eine Montageanlage, die »MicRohCell compact« der Rohwedder Micro Assembly GmbH, integriert. Das Fraunhofer IPT entwickelte dafür den vollständigen Aufbau für die Komponentenzufuhr, die aktive Justage mittels Bildverarbeitung und Algorithmik und für das Dosieren von Klebstoff zur Fixierung der Komponenten. Das System steht für Machbarkeitsanalysen, kundenindividuelle Adaptionen und für die Überführung zum Kunden am Institut bereit.

Deterministische Auslegung von Ultraschallsystemen

Ultraschall unterstützt die Hybridisierung und die Miniaturisierung von Prozessen: Seine Anwendungsfelder reichen vom ultraschallunterstützten Schleifen von Keramiken über das Ultraschall-Superfinishing und das Ultraschall-Diamantdrehen von Stahl bis hin zu medizintechnischen Anwendungen bei Kataraktoperationen. Das Fraunhofer IPT hat eine durchgehende Auslegungskette für Ultraschallschwinger entwickelt und setzt diese für Auslegungszwecke ein. Dazu gehört die Bestimmung simulationsrelevanter Materialdaten ebenso wie die FEM-Simulation mit Optimierungsroutinen, der Aufbau und die Charakterisierung von Schwingern mittels Laservibrometrie und die Prozessentwicklung. In aktuellen Arbeiten erweitert das Fraunhofer IPT die Berechnungsmethodik auf komplexere Geometrien und Mehrschwingersysteme.

range of development projects to design a parallel-kinematic positioning system called Commander6 which features six degrees of freedom for the ultra-precision positioning of micro-optics. The system can be integrated into the mechanics and cybernetics of a range of rough positioning units. For the purpose of aligning Fast Axis Collimation Lenses (FAC), the Fraunhofer IPT integrated the Commander6 into an assembly plant of Rohwedder Micro Assembly GmbH, the "MicRohCell compact". The Fraunhofer IPT designed the component supply mechanism, the active alignment function which is based on imaging applications and algorithms and the glue dosage mechanism for the fixation of the components. The system is available at the Institute for feasibility analyses, customizations and for the transfer to the client.

Deterministic design of ultrasound systems

Ultrasound enables the hybridization and miniaturization of industrial processes: its many applications include the ultrasound-assisted machining of ceramics, ultrasound-superfinishing, the ultrasound-assisted diamond turning of steel and medical interventions such as cataract operations. The Fraunhofer IPT has developed an integrated design chain for ultrasonic oscillators and is using this chain for the development of innovative ideas including the determination of simulation-relevant material data, FEM-simulations with optimization routines, the construction and the characterization of oscillators through laser vibrometry and process engineering. Currently, the Fraunhofer IPT is extending the application of its calculation techniques to more complex geometries and multiple-oscillator circuits.



Analyse von Steuerungs- und Antriebskomponenten

Moderne Antriebssysteme in Werkzeugmaschinen für ultrapräzise Anwendungen setzen sich üblicherweise aus einem optischen Wegmesssystem, einem Antriebsverstärker, einem linearen, eisenlosen Direktantrieb und einer Maschinensteuerung zusammen. Am Markt verfügbar ist eine Vielzahl an Komponenten mit unterschiedlichen Spezifikationen. Das Verständnis über die tatsächlich notwendige Leistung der Einzelkomponenten ist nur schwach ausgeprägt, die Kompatibilität und auch die Vor- und Nachteile gesamtheitlicher Systeme sind wenig bekannt. Das Fraunhofer IPT untersucht deshalb systematisch an einem eigens entwickelten Prüfstand die Leistungsfähigkeit von Einzelkomponenten und Systemen als Gesamtheit, um passende Systemarchitekturen für die gewünschte Leistung abzuleiten.

Analysis of control technology and drive system components

Modern drive systems in machine tools for ultra-precision applications commonly feature an optical path measurement system, a servo amplifier, a linear and coreless direct drive and a machine control system. A wide range of components with different technical data is commercially available, but there is little general understanding of the actual requirements for each individual component, and little is known about the compatibility as well as the advantages and drawbacks of integrated systems. The Fraunhofer IPT therefore subjects individual components and integrated systems to systematic performance tests, using a dedicated, self-developed test station to design suitable systems architectures for each required performance profile.

FASERVERBUND- UND LASERSYSTEM- TECHNIK

FIBER-REINFORCED PLASTICS AND LASER SYSTEM 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

- Sondermaschinenentwicklung 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 System 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 system technology, combining machining and laser material machining as well as laser-assisted processing in a single facility.

Our services

- Development of customized equipment for laser-assisted tape laying and tape winding operations
- 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 (milling, turning, forming, shearing)



Laserunterstütztes Tapelegen thermoplastischer CFK- und GFK-Prepregs

Während kohlenstoffaserverstärkte Kunststoffe (CFK) überwiegend im Bereich der Luft- und Raumfahrt eingesetzt werden, finden die vergleichsweise kostengünstigeren und am Markt hochverfügbaren glasfaserverstärkten Kunststoffe (GFK) ein breiteres Einsatzfeld, zum Beispiel im Kraftwerk-/Anlagenbau, in Kläranlagen, in Kühlwassersystemen, in der Geothermie, in der Chemie- und Lebensmittelindustrie oder in der Ölindustrie. Bis heute konnten sich zur Fertigung dieser GFK-Bauteile lediglich Produktionsverfahren zur Verarbeitung duroplastischer Matrixsysteme (zum Beispiel Epoxidharz) etablieren.

Im BMBF-geförderten KMU-innovativ-Projekt »GreenGlass-Fiber« (Förderkennzeichen 01LY1107A) entwickelt das Fraunhofer IPT ein neues Tapelege-Verfahren und -System, das erstmals die automatisierte Produktion von Wickelbauteilen aus ungefärbten endlosglasfaserverstärkten thermoplastischen Kunststoffen (GFK) mit CO₂-Laserunterstützung ohne die bisher erforderlichen zeit-, energie-, emissions- und kosten-aufwändigen Prozessschritte zur Aushärtung im Autoklaven ermöglicht.

Mikro-Pullwinding medizintechnischer Operationsinstrumente

Die minimalinvasive Chirurgie setzt wegen der stark eingeschränkten Sicht auf das Operationsgebiet auf verschiedene externe Bildgebungsverfahren. Doch nur die Magnetresonanztomographie (MRT) kann hochaufgelöste Aufnahmen von Weichgewebe in beliebigen Schnittebenen des menschlichen Körpers liefern. Zum Einsatz kommen MR-sichere, nicht-metallische Operationsinstrumente wie Punktionsnadeln, Führungsdrähte und Katheter aus Faserverbundwerkstoffen, die sich artefaktfrei im MRT abbilden lassen und gleichzeitig

Laser-assisted tape laying of thermoplastic CFRP and GFRP prepregs

While carbon-fiber reinforced plastics (CFRP) are largely confined to applications in the aerospace industry, the – relatively – inexpensive and commercially distributed GFRP components (glass-fiber reinforced plastics) are more widely used, for example in the construction of power stations and industrial facilities, in water treatment, cooling water systems, the exploitation of geothermal energies, chemical engineering, food processing and the oil industry. The current techniques of choice for the production of these GFRP components mainly involve the processing of duroplastic matrix systems such as epoxide resin.

In the SME innovation project "GreenGlassFiber" (contract number 01LY1107A) funded by the German Federal Ministry for Education and Research (BMBF), the Fraunhofer IPT is developing a new tape laying technique and system. It will, for the first time, enable the automatic, CO₂ laser-assisted production of wound components made from non-dyed, continuous glass fiber reinforced thermoplastics (GFRP), dispensing with the need for the time-consuming, energy-intensive, costly and ecologically damaging through the generation of emissions autoclave curing processes.

Micro-pullwinding of surgical instruments

Surgeons who conduct minimally invasive interventions rely almost completely on the external imaging technique of their system. Of all the available techniques, Magnetic Resonance Imaging (MRI) is the only one that can deliver high-resolution images of soft tissues for virtually any cross-section in the human body. Surgeons who use this imaging technique must use MRI-compatible, non-metallic instruments such as puncture needles, guide wires and catheters that are made from fiber composites because only these components can

den hohen Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften gerecht werden. Zur Herstellung der Instrumente entwickelte das Fraunhofer IPT eine miniaturisierte Variante des Pultrusionsverfahrens und setzte die Technologie großserientauglich um: Durch 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 Ziel-2-Programm »Regionale Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung (EFRE)« fördert die NRW-Bank das Forschungsprojekt »Multifunctional Image Guided Interventions« (Förderkennzeichen 005-1003-0085), das in das Medizintechnik-Cluster »Medtec in.nrw« eingegliedert ist. Das Fraunhofer IPT ist hier mit der Verfahrens- und Systementwicklung für das Mikro-Pullwinding eingebunden. Ziel ist die Herstellung miniaturisierter Querschnitte der Profile von etwa 500 µm mit axial variabel einstellbaren mechanischen Eigenschaften. Dies soll in einem kontinuierlichen Herstellungsprozess durch Kombination der Mikro-Pultrusion mit dem Mikro-Winding gelingen. Die Produkte können anschließend sowohl in der Röntgendurchleuchtung, der Ultraschallbildgebung und im Magnetresonanztomographen eingesetzt werden.

Laserunterstütztes Fräsen

Hochleistungswerkstoffe wie Nickelbasislegierungen oder technische Keramiken können wegen herausragender mechanischer Eigenschaften durch Fräsen nur eingeschränkt bearbeitet werden. Das Fraunhofer IPT hat einen neuen Ansatz entwickelt, bei dem Laserstrahlung durch Spindel und Werkzeug über mitrotierende Optikkomponenten direkt vor dem Schneideneingriff auf das Werkstück trifft und es dadurch erwärmt. So lassen sich selbst ohne Kühlschmierstoffe die Prozesskräfte bis zu 80 Prozent reduzieren und höhere Materialabtragsraten, bessere Oberflächenqualitäten und um 60 Prozent längere Werkzeugstandzeiten erzielen.

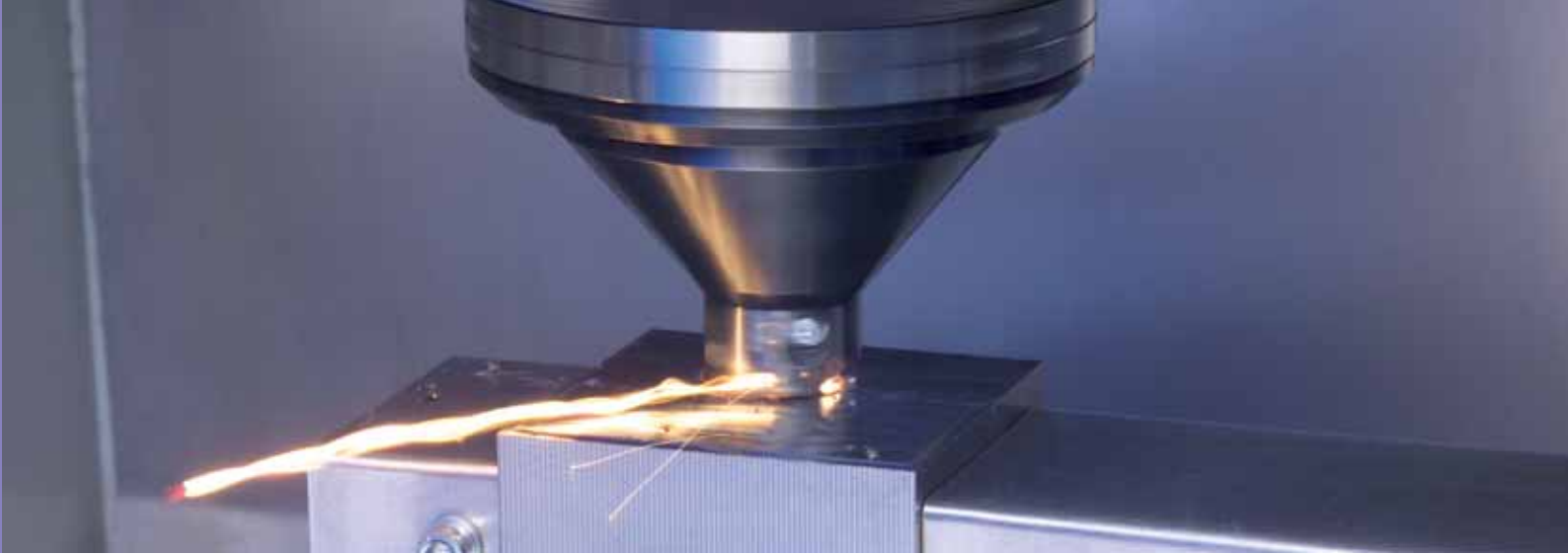
guarantee artefact-free MRI imaging while meeting the mechanical requirements.

For the purpose of manufacturing such instruments, the Fraunhofer IPT has developed a miniaturized version of the pultrusion technique, implementing the technology in such a way that it can also be applied for the production of large series. As a result, micro-pultrusion has now for the first time been enabled to generate (in a continuous process) profiles with diameters in the sub-500 µm range for applications in medical technology and metrology.

As part of the program "Regional Competitiveness and Employment (EFRE)", the NRW-Bank supports the research project "Multifunctional Image Guided Interventions" (contract number 005-1003-0085) which belongs to the medical technology cluster "Medtec in.nrw". The Fraunhofer IPT contributes research into the development of micro-pullwinding processes and systems, aiming to produce miniaturized cross-sections of the profiles with sizes of about 500 µm and axially variable, adjustable mechanical properties in a continuous manufacturing process by combining micro-pultrusion and micro-winding. The products are intended for X-ray, ultrasound imaging and MRI applications.

Laser-assisted milling

Due to their mechanical properties, high-performance materials such as nickel-based alloys and technical ceramics are largely unsuitable for milling. The Fraunhofer IPT, however, has now developed a new approach where laser beams are guided by jointly rotating optical components through spindle and tool to the exact spot of the workpiece that lies immediately in front of the cutter. The laser beam preheats the material, reducing the process forces – even without cooling lubricants – by up to 80 percent and thus achieving higher material removal rates, higher surface qualities and a 60 percent increase in the average tool life.



Ziel im BMWi-Projekt »TooLAM« (Förderkennzeichen 16INE033) ist es, den aktuellen Status des laserunterstützten Fräsens vom Labormaßstab zur Industriereife zu führen. Dazu wird ein modulares und skalierbares Werkzeugsystem mit integrierter Optik entwickelt. Im Projekt »HybMan« (Förderkennzeichen I/85318), gefördert von der Volkswagenstiftung, entwickelt das Fraunhofer IPT eine kombinierte Bearbeitung aus laserunterstütztem Fräsen und Laserstrahlpolieren zur Herstellung hochfester Bauteile mit definierten Oberflächeneigenschaften.

Laserunterstützte Blechverarbeitung in der Serienproduktion

Das Fraunhofer IPT hat sein Verfahren zum laserunterstützten Stanzen für die Blechverarbeitung weiterentwickelt: Durch lokale und kurzzeitige Werkstoffentfestigung im Bereich der zu bearbeitenden Blechregionen gelingt es, die Verfahrensgrenzen speziell für hochfeste Materialien wie Federstähle stark zu erweitern. Beim Scherschneiden erhöht sich der Glattschnittanteil bei gleichem Schneidspalt auf nahezu 100 Prozent. So entstehen nicht nur exzellente Kantenqualitäten, auch können geometrisch komplexere Bauteile hergestellt werden: Das Ziehverhältnis lässt sich um 100 Prozent steigern, Biegeradien bis zu 85 Prozent minimieren und in hochfeste Federstähle lassen sich Einprägungen bis zu 50 Prozent der Blechdicke einbringen.

Das Fraunhofer IPT hat nun ein modular in Pressensystemen einsetzbares »hy-PRESS«-System für die Serienproduktion entwickelt. Ein hybrides Schwingungsentkopplungssystem erlaubt weltweit erstmals die Integration hochdynamischer Scanner in Folgeverbundwerkzeuge und damit die Bestrahlung des Materials direkt im Folgeverbundwerkzeug, etwa in Exzenterpressen. Es kombiniert damit die hohe Flexibilität eines Scannersystems mit den geringen Kosten einer Serienfertigung mit Folgeverbundwerkzeugen.

It is the objective of the "TooLAM" project (contract number 16INE033) funded by the German Federal Ministry of Economics and Technology (BMWi) to take the technology of laser-assisted milling into industrial environments. For this purpose, a modular and scalable tool system with integrated optics is currently in development. As part of the "HybMan" project funded by the Volkswagen Foundation (contract number I/85318), the Fraunhofer IPT is developing a combined process featuring laser-assisted milling and laser-beam polishing for the production of high-strength components with defined surface properties.

Laser-assisted sheet metal processing in high-volume production environments

The Fraunhofer IPT has further developed its own laser-assisted punching system for sheet metal processing. By locally softening the sheet for short periods of time, the limitations of the process can be pushed back, especially for high-strength materials such as spring steel. The area of smoothly cut material in shear cutting increases by nearly 100 percent using the same blade clearance, guaranteeing high-quality edges and also making it possible to produce components with complex geometries. The drawing ratio increases by 100 percent, the bending radius falls by up to 85 percent, and even high-strength spring steels can be embossed to levels that reach down as deep as 50 percent of their total strength.

The Fraunhofer IPT has now developed a "hy-PRESS" system for high volume production environments that can be used modularly in press systems. A hybrid vibration decoupling system is the first of its kind anywhere in the world that allows highly dynamic scanners to be integrated into progressive tools, enabling the engineers to irradiate the material directly in the progressive tool, for example in eccentric presses. The system combines the high levels of flexibility provided by a scanner system with the low costs of large series production environments that feature progressive tools.

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 Leistungen

- 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 Medizin- und Biotechnologie
 - Aufbau von 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

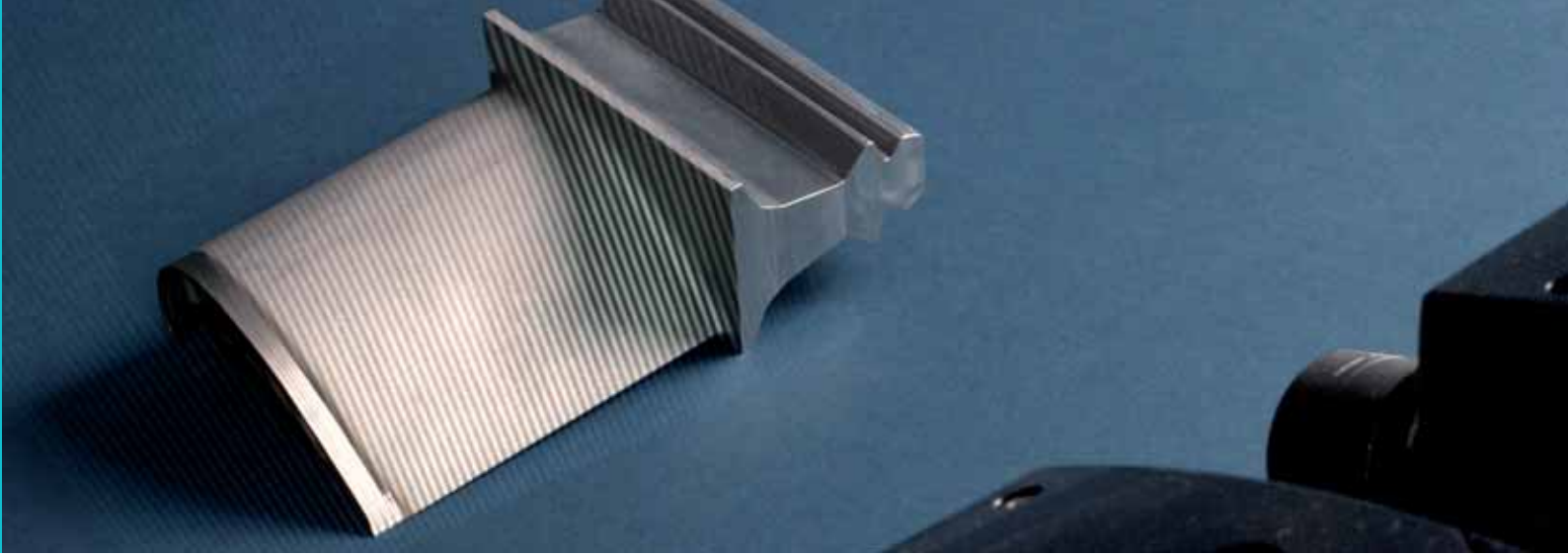
Kontakt/Contact

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



Design und Simulation optischer Systeme

Die Auslegung und Optimierung optischer Systeme, etwa von Abbildungs- und Strahlformungsoptiken, sind im Entwicklungsprozess unverzichtbar. Beides erfordert nicht nur tiefgehendes physikalisches Verständnis und langjährige Erfahrungen, sondern vor allem auch einen genauen Blick auf wirtschaftliche Faktoren. In der Entwicklung optischer Systeme gilt es daher, sowohl die Leistungsfähigkeit der einzelnen optischen Elemente, ihrer Beschichtungen und mechanischen Aufnahmen als auch das optimale Zusammenspiel der Komponenten zu beurteilen, um ein technisch und wirtschaftlich optimales Design zu erreichen.

Das Fraunhofer IPT analysiert und optimiert optische Systeme im Auftrag seiner Kunden und Projektpartner. Dazu gehört auch das Optikdesign für Neuentwicklungen, die auf Kundenwunsch produktionstechnische, messtechnische und wirtschaftliche Randbedingungen berücksichtigen. Wir analysieren außerdem bestehende optische Systeme und identifizieren Fehlereinflüsse, um Optimierungspotenzial aufzudecken. Das Leistungsspektrum des Fraunhofer IPT erstreckt sich dabei auf die folgenden Gebiete:

- Optisches und mechanisches Systemdesign
- Bewertung der Abbildungsleistung
- Streulicht- und Toleranzanalysen
- Design diffraktiver Elemente (z. B. CGHs)
- Schnittstellen zu CAD/CAM-Applikationen
- Berücksichtigung von Messdaten

Als kommerzielle Software wird das weitverbreitete Designprogramm ZEMAX eingesetzt. Es eignet sich ideal zur computer-gestützten Analyse, um Fehlereinflüsse bestehender optischer Systeme in Toleranz- und Streulichtanalysen zu bewerten und zu analysieren, etwa bei optischen Messgeräten, Beleuchtungs- oder Strahlformungsoptiken. Für Fälle, bei denen die kommerzielle Software an ihre Grenzen stößt, kommen Eigenentwicklungen des Fraunhofer IPT zur Anwendung.

Design and simulation of optical systems

The design and optimization of optical systems such as imaging optics and beam-shaping optics are indispensable stages of any development process. Both require not only a profound understanding of the physical processes involved as well as many years of experience, but also – and above all – a sound grasp of the underlying economic factors. Any development of optical systems must include an assessment of the optical elements in terms of their performance, of their coatings, of their supporting structures and of the way in which all of these components are interlinked in order to ensure that the ultimate result represents the technologically and economically best possible solution.

The Fraunhofer IPT analyzes and optimizes optical systems on behalf of its clients and project partners, also designing optics for newly developed solutions that – at the clients' request – need to take into account conditions such as existing production and metrological equipment and economic factors. On top of that, we also analyze existing optical systems, identifying error impacts to reveal optimizing potentials. The Fraunhofer IPT's range of services covers the following fields:

- Design of optical and mechanical systems
- Evaluation of imaging performance
- Scattered light and tolerance analyses
- Design of diffractive elements (CGHs, e.g.)
- Interfaces to CAD/CAM applications
- Evaluation of measuring data

The widely utilized design programme ZEMAX (commercial software) is used to perform computer-assisted analyses, to assess and to analyze the error impacts of existing optical systems in scattered light and tolerance analyses, for example in optical measuring devices, illumination optics and beam-shaping optics. For cases in which the commercial software can no longer deliver viable results, the Fraunhofer IPT develops its own solutions.

OptoLign - Messdatenverarbeitung für die Herstellung optischer Freiformflächen

Komplexe optische Freiformoptiken sind für viele Anwendungen in den Bereichen Medizintechnik, Consumer-Elektronik, Automotive und Beleuchtung von großem Nutzen: Sie ermöglichen beispielsweise die Minimierung der Aberrationen optischer Systeme oder tragen dazu bei, die Anzahl an Komponenten zu verringern und reduzieren so Bauraum und Gewicht, etwa in Anwendungen wie Head-up-Displays, Scanneroptiken oder Teleskopen. Die Fertigung dieser Präzisionsoptiken stellt hohe Anforderungen an die Qualitätsprüfung. Nicht nur die eigentliche Messtechnik, sondern gerade auch die Messdatenauswertung ist hier von großer Bedeutung. Im Projekt »OptoLign« (Förderkennzeichen 150916) entwickelt das Fraunhofer IPT Methoden zur besseren Ausrichtung der Mess- an den Soll- und Ist-Verfahren. Ziel ist ein vollflächiger Soll-Ist-Vergleich für optische Freiformflächen. Von dieser Lösung profitiert nicht nur die direkte, sondern auch die replikative Fertigung durch Formenbau und Abformung.

Entwicklung kundenindividueller Messmittel

Gefertigte oder montierte Bauteile mit den passenden Messmitteln zu prüfen ist eine wichtige Voraussetzung für sichere Produktqualität. Häufig jedoch erfordert eine Prüfaufgabe individuelle Messsysteme oder Prüfvorrichtungen, die nicht am Markt erhältlich sind. Hier setzen Sonderentwicklungen an, die gezielt besondere messtechnische, wirtschaftliche und produktionstechnische Randbedingungen erfüllen.

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

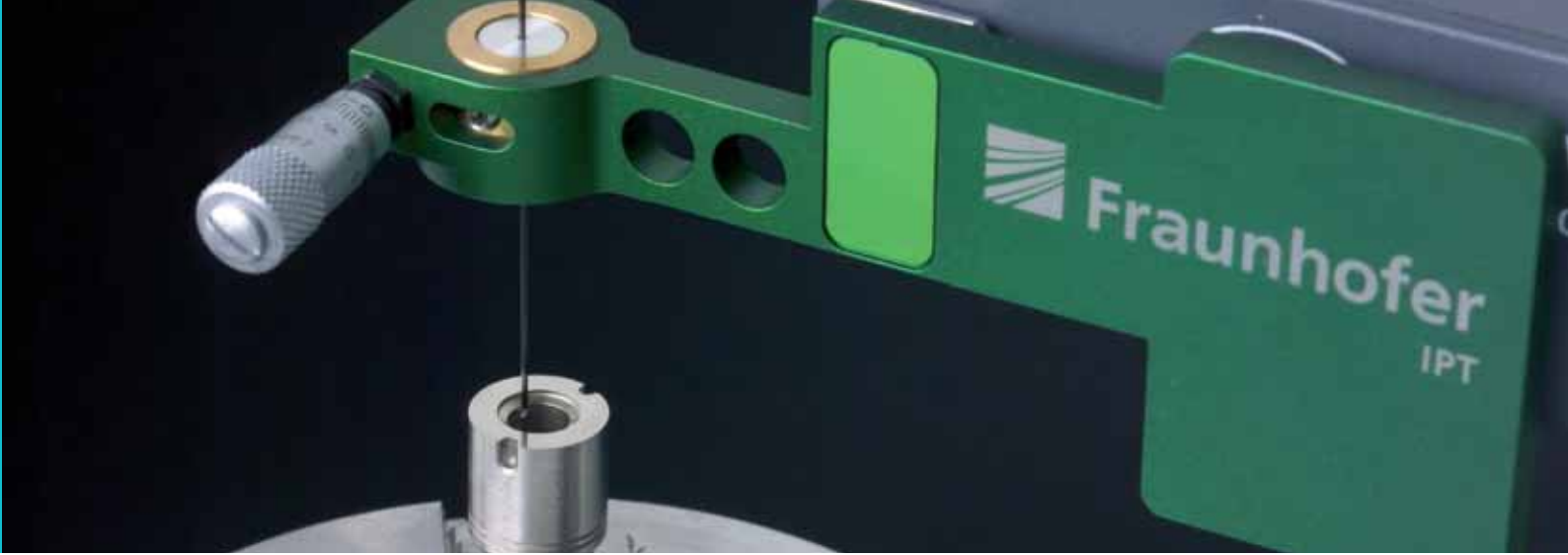
OptoLign – Processing of measurement data for the production of optical freeform surfaces

Complex freeform optics are much in demand by applications in medical technology, consumer electronics, car manufacturing and lighting: they make it possible, for example, to decrease the aberrations of optical systems and the number of components, reducing spatial requirements and weight of head-up displays, scanner optics and telescopes. The production of these precision optics requires quality assurance operations that are up to the task: not only in terms of the measuring equipment but also in terms of the data processing techniques that are used. Under the "OptoLign" project (contract number 150916), the Fraunhofer IPT is developing methods for a better alignment of measuring data and target data, with a view of ultimately performing comprehensive actual-target comparisons for entire optical freeform surfaces. Such a solution would benefit both the direct and the replicative manufacturing processes through mould and die making.

Development of customized measuring equipment

All quality control systems must feature measuring devices capable of establishing the exact dimensions of manufactured or assembled components. Some of these tasks, however, require highly specialized equipment that is not commercially available. For such tasks, customized products need to be developed that fit the metrological, economical or technological conditions.

On behalf of its clients, the department for "Production Metrology" of the Fraunhofer IPT develops customized measuring and sensor systems that allow the high-precision monitoring and characterization of new production techniques. Fiber-optical waveguides, capable of guiding the light to the exact spot where it is required, are the key element in miniaturized measuring systems. Since the waveguides transmit the



sie die Messsignale optisch übertragen, lassen sich robuste Sensordesigns entwickeln. Diese Sensoren sind unempfindlich gegenüber elektromagnetischen Störungen und erlauben so 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.

Hochgenaue miniaturisierte Messtechnik

Lichtwellenleiter als Werkzeug der Prozess- und Produktüberwachungsmesstechnik, bieten entscheidende Vorteile gegenüber konventionellen messtechnischen Lösungen: Sie punkten nicht nur durch ihr hohes Maß an Flexibilität, ihre Fähigkeit zur Miniaturisierung und durch ihre Nutzerfreundlichkeit. Sie sind auch unempfindlich gegenüber elektromagnetischen Feldern. Um die Prozessüberwachung und die Produktprüfung im Produktionsumfeld zu verbessern – oder um sie zum Teil erst möglich zu machen – entwickelt das Fraunhofer IPT im Projekt »FiberInspect« zusammen mit der fionec GmbH und der Sios Messtechnik GmbH ein neues faseroptisches Messsystem mit einer Messunsicherheit von wenigen Mikrometern und einem Messbereich oberhalb eines Millimeters. Durch den Einsatz moderner Kamerasysteme werden zusätzlich Messfrequenzen von mehreren Kilohertz erreicht.

measuring signals optically, robust sensor designs can be developed. These sensors are not sensitive to electromagnetic interference and allow accurate measurements in the nanometer dimension. Fiber-based sensors are also stable over long periods of time and resistant against many aggressive chemicals.

In addition to sensors for geometrical measurements, the Fraunhofer IPT is also designing and developing probes to measure temperatures, to establish pressure levels and for spectroscopy applications – many of these probes have already been successfully integrated into endoscopy systems. The Fraunhofer IPT develops, produces and assembles the sensors before integrating them into machines and metrology equipment. It also constructs and develops the opto-mechanical design of individual measuring probes.

High-precision miniature measuring equipment

Optical waveguides are superior to conventional measuring equipment in production monitoring facilities: they are more flexible, more user-friendly and can be miniaturized. On top of that, they are also resistant to interference from electromagnetic fields. In order to improve current techniques of process monitoring and quality assurance in industrial environments – or to provide techniques that render such monitoring and assurance processes possible in the first place – the Fraunhofer IPT is developing – together with two project partners, fionec GmbH and Sios Messtechnik GmbH – a new fiber-optical measuring system that features measurement uncertainties of a few micrometers and a measuring range of more than one millimeter. By using sophisticated modern camera systems, measuring frequencies of several kilohertz can be obtained.

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
 - Prozessmanagement in Produktion und Administration
 - Aufbau integrierter Managementsysteme
 - Zertifizierungsvorbereitung
 - Aufbau und Verbesserung von Energiemanagementsystemen
 - Optimierung von Prozessketten in der Fertigung
 - Green Quality – Integrierte ökonomische und ökologische Bewertung (LCA/LCC)
- Risikomanagement
 - Gestaltung von Risikomanagementsystemen, z. B. nach DIN ISO 3100
 - Entwicklung von Methoden zur Risikobeurteilung
 - Projektorientiertes Risikomanagement
 - Durchführung von Risiko-Analysen, z. B. mittels FMEA, FTA, ETA oder DRBFM

Kontakt/Contact

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

Distinctive products and flawless, efficient processes are what make companies stand out from their business rivals in the tough climate of global competition: they are their “unique selling points”. It is the job of quality management to deliver robust processes for industrial environments as well as safe and reliable products. The key component in the quality management process is the efficient application of the proper methods, tools, procedures and technologies to qualify the organizational structure, the engineering hardware and the workforce.

We shape production quality, researching and developing high-performance tools and processes to manufacture safe and reliable products with high levels of both economic and ecological efficiency.

Our services

- Production efficiency
 - Process management in production and administration
 - Development of integrated management systems
 - Preparation for the certification process
 - Design and optimization of energy management systems
 - Optimization of manufacturing process chains
 - Green Quality – Integrated assessment on the basis of economic and ecological criteria (LCA/LCC)
- Risk management
 - Design of risk management systems in compliance with recognized standards (such as DIN ISO 31000)
 - Development of risk assessment techniques
 - Project-specific risk management systems
 - Completion of risk analyses through FMEA, FTA, ETA, DRBFM and other techniques



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 im AiF-geförderten Projekt »EmSi« (Förderkennzeichen 17052N) eine systematische Vorgehensweise für produzierende Unternehmen. Diese soll die Unternehmen in die Lage versetzen, ein effizientes Energiemanagement umzusetzen, zu betreiben und im Anschluss eine Zertifizierung nach der Norm ISO 50001 zu erlangen. Bereits durch erste technische, organisatorische und kaufmännische Maßnahmen lassen sich häufig schon mehr als 15 bis 20 Prozent der jährlichen Energiekosten einsparen.

Technisches Risikomanagement

Produzierende Unternehmen sind durch Gesetze, Normen und Standards, beispielsweise die EN ISO 14971, MPG und FDA, zu sicheren Produkten verpflichtet. Auch der Wunsch nach einer sicheren Arbeitsumgebung veranlasst viele von ihnen, betriebliche, operationelle oder produktbezogene Sicherheitsstandards zu erfüllen. Dies in die betriebliche Praxis umzusetzen ist Gegenstand des technischen 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 alleine sind hier nicht mehr ausreichend.

Durch den praktischen Einsatz bewährter Instrumente und Methoden des präventiven Qualitätsmanagements wie FMEA, FTA und DRBFM sowie die Entwicklung neuer Methoden des technischen Risikomanagements unterstützt das Fraunhofer IPT in zahlreichen bilateralen Projekten Unternehmen unterschiedlicher Größe – vom KMU bis zum Großunternehmen.

Energy management

The introduction of energy management systems has a direct impact on corporate profits and losses since such systems provide the structures and conditions required for a responsible use of valuable energy resources. The Fraunhofer IPT is therefore developing systematic processes as part of the AiF-sponsored "EmSi" project (contract number 17052N) that are intended to enable manufacturing corporations to implement and operate efficient energy management systems and eventually – on their strength – to acquire an ISO 50001 certification. Even a limited program of technological, structural and commercial improvements can frequently cut the annual energy costs by at least 15 to 20 percent.

Technical risk management

Manufacturing corporations are obliged – through laws and standards such as EN ISO 14971, MPG and FDA – to deliver safe products to their customers, while their own wish to provide a safe working environment will make them introduce internal operating and product-specific safety standards. Technical risk management systems have the task of implementing these standards efficiently into the daily operating routines. They face the challenge of subjecting complex product and new manufacturing techniques to such risk management procedures. Existing analytic tools are often no longer adequate for the task of delivering truly comprehensive risk assessments.

Through the practical application of tried and tested preventive quality management tools and techniques (such as FMEA, FTA and DRBFM) as well as the development of new technology risk management approaches, the Fraunhofer IPT is supporting companies of different sizes – from SMEs to large corporations – in a wide range of bilateral projects.

Übergeordnetes Ziel im AiF-Projekt »SysRisk« (Förderkennzeichen 16745N) ist ein systemisches Risikomanagement, das Risiken ganzheitlich und zielgerichtet behandelt. »Systemisch« bedeutet dabei, dass die Risiken eines Unternehmens nicht wie bisher isoliert betrachtet werden, sondern gleichzeitig aus Sicht des Kunden oder Anwenders, der Unternehmensführung und des effizienten internen Betriebs beurteilt werden. Hier gilt es, neue Methoden und Werkzeuge zu entwickeln, mit denen sich technische und organisatorische Risiken differenziert und multidimensional bewerten und kommunizieren lassen.

Beide Forschungsprojekte wurden aus Haushaltsmitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen »Otto von Guericke« e.V. (AiF) gefördert.

Studie: »Technisches Risikomanagement in produzierenden Unternehmen«

Das Fraunhofer IPT und die P3 Ingenieurgesellschaft mbH haben in einer gemeinsamen Studie den Stand des Risikomanagements in deutschen Unternehmen untersucht. Für die Studie mit dem Titel »Technisches Risikomanagement« befragten Fraunhofer IPT und P3 Ende 2010 produzierende deutsche Unternehmen aus den Bereichen Maschinen- und Anlagenbau, Automobilindustrie, Luft- und Raumfahrt-industrie, Elektrotechnik, Medizintechnik sowie Lebensmittelindustrie, welchen Stellenwert Risikomanagementsysteme für sie haben und welche Methoden und Konzepte sie zum Risikomanagement anwenden. 180 Unternehmen haben an der Studie teilgenommen.

Die Studie zeigt, dass deutsche Industrieunternehmen die Potenziale von Methoden des präventiven Risikomanagements noch nicht effektiv nutzen. Die Gründe dafür liegen vor allem darin, dass viele Unternehmen ihr Risikomanagement falsch verstehen: Die meisten setzen das Risikomanagement nicht präventiv ein, sondern handeln erst, wenn die Fehler aufge-

The AiF project "SysRisk" (contract number 16745N) has been designed to develop systemic structures that deliver an integrated and targeted risk management approach. "Systemic" means that the individual risks of any given corporation are not assessed in isolation but simultaneously from the perspectives of the client or customer, the executive management and the requirements of an efficient internal operation. New techniques and tools must be developed that allow a differentiated and multi-dimensional assessment of technological and structural risks as well as their efficient communication.

Both of these research projects receive funds from the German Federal Ministry for the Economy and Technology (BMWi) through the Federation of Industrial Research Associations "Otto von Guericke" e.V. (AiF) .

Study on "Technical Risk Management in Manufacturing Corporations"

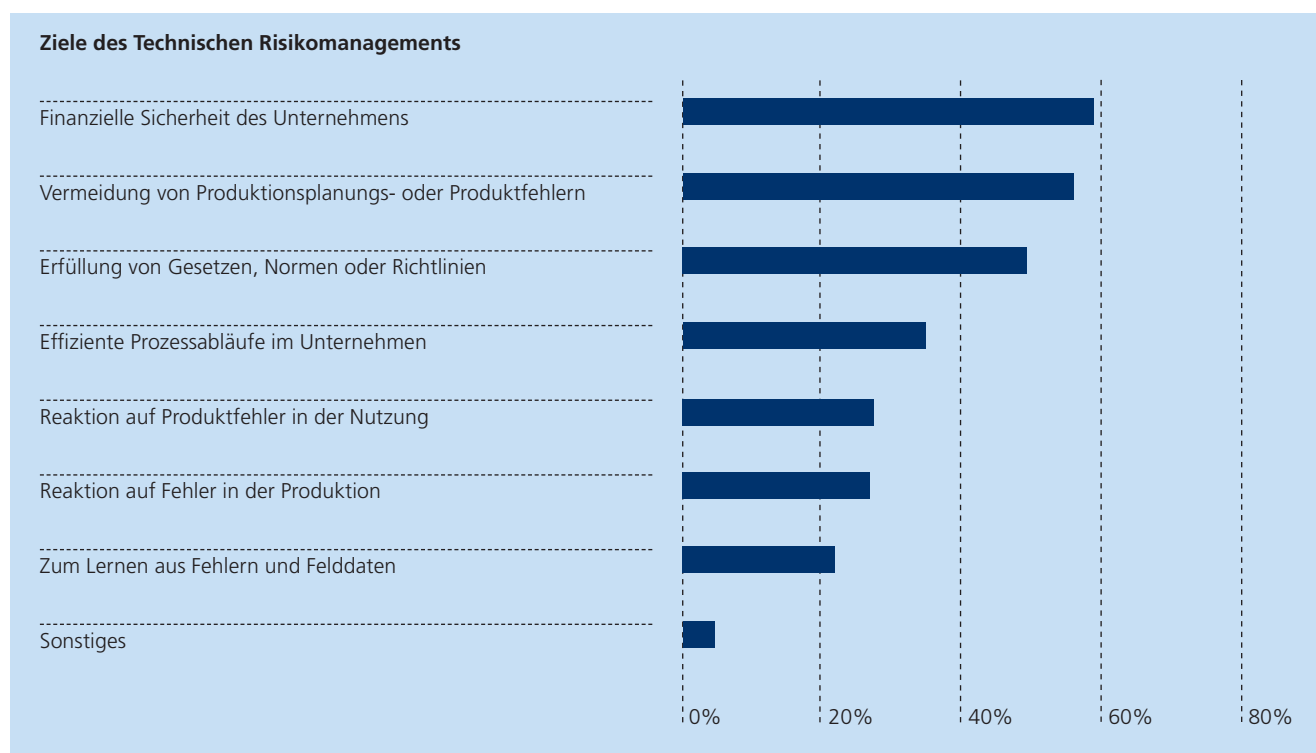
In a joint study, the Fraunhofer IPT and P3 Ingenieurgesellschaft mbH have analyzed the current state of risk management in German enterprises. For the purpose of the study called "Technical Risk Management", the Fraunhofer IPT and P3 asked German manufacturing corporations from a wide range of industries (industrial engineering and mechanical engineering, the automotive and aerospace industries, electrical engineering, medical technology and food manufacturing) in late 2010 what importance risk management systems had for them and which risk management techniques they applied. 180 corporations participated in the survey.

The study demonstrated that German manufacturing corporations were not sufficiently exploiting the potentials of preventive risk management systems, mainly because they misunderstood the essence of risk management: most companies were not using risk management systems to prevent errors but to correct them after they had already occurred, in effect conducting a crisis management rather than



treten sind. Sie betreiben also allenfalls Krisenmanagement. Die Studie offenbart vor allem Unsicherheiten im Umgang mit Risiken. Mehr als zwei Drittel der Teilnehmer sind davon überzeugt, dass das Risikomanagement einen großen Einfluss auf den Unternehmenserfolg hat. Ebenfalls gut zwei Drittel glauben aber auch, dass es in ihrem Unternehmen nicht richtig umgesetzt wird. Die befragten Unternehmen setzen am häufigsten die Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA) ein, um Risiken zu identifizieren und zu analysieren. Nach Ansicht von P3 und Fraunhofer IPT zeigen die Studienergebnisse, dass weitere Methoden notwendig sind, die den Aufwand reduzieren und damit auch den Nutzen des Risikomanagements steigern. Zugleich sind individuellere Konzepte gefragt, die zur Ausbildung eines umfassenden Risikoverständnisses und einer ausgeprägten Risikokultur im jeweiligen Unternehmen beitragen.

a risk management operation. The study mainly demonstrated existing uncertainties of how to deal with risks. More than two thirds of the participants are convinced that their risk management system has a positive impact on the corporate business. At the same time, two thirds also believe that their company is failing to implement the risk management system properly. Most of the companies that were surveyed say that they were predominantly using Failure Mode and Effects Analyses (FMEA) to identify and analyze risks. In the view of P3 and the Fraunhofer IPT, the results of the study show that additional techniques are required to simplify the analytical process and to increase the benefits of the risk management systems. At the same time, concepts need to be more specifically customized, allowing the individual corporations to develop a more comprehensive understanding of risks and a more sophisticated risk culture.



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 weiterzuentwickeln und dadurch erfolgreich 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 – today more than ever. 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 his technologies to the changing requirements of his clients and customers.

For this purpose, product, production and material technologies must be viewed and treated as an integrated whole. 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 their unique selling propositions.

Professional technology management operations enable companies to identify the right technologies at an early stage, to use these technologies correctly and to replace technologies in time that are either obsolete or no longer economically viable.

Our services

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



Konsortialbenchmarking im Technologiemanagement 2010/2011

Um herausragende Ansätze im Technologiemanagement zu identifizieren, führte das Fraunhofer IPT gemeinsam mit einem Industriekonsortium bestehend aus zwölf hochkarätigen Unternehmen zum dritten Mal ein Konsortialbenchmarking im Technologiemanagement durch. Nach einer weltweiten Befragung von rund 300 Unternehmen, persönlichen Telefoninterviews und Vor-Ort-Besuchen bei den erfolgreichsten Unternehmen wurden in einer Abschlusskonferenz die fünf Unternehmen mit den besten Ansätzen im Technologiemanagement vor der Fachpresse als »Successful Practice in Technology Management 2010/11« ausgezeichnet: die 3M Deutschland GmbH, Delphi Corporation, die Dräxlmaier Group, Nokia Siemens Networks und die Schott AG. Gerade der intensive Erfahrungsaustausch mit den fünf erfolgreichsten Unternehmen vor Ort ermöglichte es den Partnern, Erfolgsrezepte kennenzulernen und diese in Ihren eigenen Verantwortungsbereich zu übernehmen.

Technologiemanagement-Community: Branchenübergreifende Strategien für den technologischen Vorsprung

Um die erfolgreiche Zusammenarbeit aus dem Konsortialbenchmarking weiterzuführen, gründeten die 3M Deutschland GmbH, die Bayer CropScience AG, die Daimler AG, die Gieseke & Devrient GmbH, die Grünenthal GmbH, die Miele & Cie. KG und das Fraunhofer IPT einen Arbeitskreis, in dem sie sich mit aktuellen und zukünftigen Themen im Technologiemanagement auseinandersetzen. Als Themenschwerpunkte für das Jahr 2012 wurden die Technologiestrategie und Open Innovation festgelegt. Die Mitglieder der Community tauschen sich in regelmäßigen, durch das Fraunhofer IPT moderierten Treffen über ihre Erfahrungen im Technologiemanagement aus und erarbeiten Lösungen für bestehende Fragen. Die Community bietet den Technologiemanagern damit ein Forum, um gemeinsam Chancen und Risiken neuer Entwicklungen zu diskutieren und an Erfolgsbeispielen zu lernen.

Consortium Benchmarking in Technology Management 2010/2011

For the third time, the Fraunhofer IPT and an industrial consortium of twelve high-profile corporations have conducted a joint benchmarking exercise to identify best practice approaches in technology management. Following a global survey among approximately 300 companies, phone interviews and personal visits of selected operating sites, the following five companies received awards as "Successful Practice in Technology Management 2010/11" at a concluding conference in front of representatives from the trade press: 3M Deutschland GmbH, Delphi Corporation, Dräxlmaier Group, Nokia Siemens Networks and Schott AG. The partners welcomed the opportunities of exchanging views and experiences with the five winners of the contest and of familiarizing themselves on site with the successful strategies – not least with the view of integrating the prize-winning approaches into their own systems.

Technology Management Community: Cross-Industry strategies for technology leadership

With the intention of continuing their successful cooperation from the benchmarking project in a new context, 3M Deutschland GmbH, Bayer CropScience AG, Daimler AG, Gieseke & Devrient GmbH, Grünenthal GmbH, Miele & Cie. KG and the Fraunhofer IPT have established a working group to discuss current and future developments in technology management. The subject for the 2012 roundtable discussions will be "Technology Strategy" and "Open Innovation". The members of the community will meet regularly under the chairmanship of the Fraunhofer IPT to exchange experiences in technology management and to develop solutions for the issues of the day, providing technology managers with a forum to discuss the risks and opportunities of new developments and enabling them to learn from best practices that have been applied elsewhere.

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 relationships 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 its goods.

Our services

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



Materialkostenoptimierung für rohstoffintensive Produkte

Aufgrund kontinuierlich steigender Rohstoffpreise gewinnen die Materialkosten vor allem für Hersteller rohstoffintensiver Produkte an Bedeutung. Um den branchenübergreifenden Herausforderungen adäquat zu begegnen und weiterhin wettbewerbsfähige Produkte anbieten zu können, müssen Optimierungspotenziale aufgedeckt und genutzt werden. Chancen zur Kostenreduzierung ergeben sich dabei nicht nur durch Substitution des hochpreisigen Materials, sondern ebenso durch konstruktive Maßnahmen oder alternative Lösungsprinzipien. Die Gruppe Technologieeinkauf des Fraunhofer IPT bietet Unternehmen methodische Unterstützung, solche Potenziale systematisch zu erkennen.

Das Fraunhofer IPT führt Kreativitäts-Workshops mit Teilnehmern aus allen relevanten Fachbereichen des Unternehmens durch und unterstützt diese dabei, die aussichtsreichsten Ansätze für eine Materialkostenoptimierung aufzudecken. Detaillierte Analysen und die Diskussion bereits bestehender Lösungsansätze schaffen im Unternehmen ein einheitliches Problemverständnis und ein gemeinsames Zielbild. Das Fraunhofer IPT setzt dabei auf verschiedene Methoden zur kreativen und innovativen Problemlösung, um gemeinsam mit dem Kunden alternative Lösungsideen zu entwickeln. So bietet sich nicht nur eine Materialsubstitution an, sondern auch konstruktive Umgestaltungen oder vollkommen neue Lösungsprinzipien und Produktkonzepte. Die Ideen bewerten die Workshopteilnehmer anschließend hinsichtlich ihres zu erwartenden Nutzens und setzen diesen in Relation zum geschätzten Umsetzungsaufwand. Durch eine Priorisierung können dann die nächsten Schritte gemeinsam festgelegt werden.

Material cost optimization for resource-intensive products

In the wake of the continuous rise of raw material prices, material costs are gaining in relative importance, particularly for the manufacturers of resource-intensive products. Optimization potentials must be identified and exploited if these manufacturers want to develop adequate responses to the cross-industry challenges they are facing and continue to supply the market with competitive products. It may (sometimes) be possible to replace the expensive material with a cheaper one, of course, but constructive measures and alternative approaches can also help to develop cost-cutting potentials. The group for Technology Purchasing at the Fraunhofer IPT can help enterprises to design the right techniques for the systematic identification and eventual exploitation of such potentials.

The Fraunhofer IPT conducts creativity workshops with participants from all relevant departments of the enterprise, helping them to identify the most promising approaches for material cost optimization. Detailed analyses and discussions about existing approaches ensure that everybody in the enterprise shares the same understanding of the underlying issues and is »on board« for the joint development of a solution. The Fraunhofer IPT applies various models of designing creative and innovative problem resolution strategies, developing alternative ideas in close cooperation with the client. The substitution of existing materials is just one of the possible solutions, in addition to constructive restructuring and the development of new principles or new product concepts. The participants of the workshop will in the end assess the proposed solutions in view of their anticipated benefits and in relation to the time and money it will cost to implement them. By prioritizing certain objectives, the next steps can then be agreed.

Investitionsoptimierung einer neuen Produktionsanlage

Im Auftrag eines Kunden der Automobilindustrie untersuchte das Fraunhofer IPT gemeinsam mit dem WZL der RWTH Aachen das Investitionsvolumen einer neu geplanten Produktionsanlage auf Einsparpotenziale. Nach eigenen Kalkulationen des Kunden überstiegen die Investitionskosten der neuen Produktionsanlage die Zielkosten um rund 18 Prozent. Ziel des Projekts war es deshalb, innerhalb kurzer Zeit Ansatzpunkte für eine Reduzierung der Investitionssumme zu identifizieren und diese in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht zu bewerten und zu priorisieren.

In einem ersten Schritt wurden gemeinsam die größten Kosten im Investitionsvolumen der neuen Produktionsanlage erfasst und bewertet. Im Rahmen der Analyse zeigten das Fraunhofer IPT und das WZL sowohl prozess- als auch produkt- und ressourcenseitige Ansätze zur Investitionsoptimierung auf, beispielsweise durch Taktzeitoptimierung, Variantenreduktion oder Werkzeugeinsparung. Für die aussichtsreichsten Optimierungsansätze fanden zusätzlich technische Machbarkeitsprüfungen statt. Detaillierte Kostenkalkulationen wurden in Workshops mit den Fachabteilungen und Lieferanten des Unternehmens abgestimmt. Aus den Ergebnissen konnte das Projektteam von Fraunhofer IPT und WZL konkrete Umsetzungsmaßnahmen ableiten und einen wichtigen Beitrag zur Einhaltung der Zielkosten leisten.

Konsortial-Benchmarking im Einkauf

Nach den ausgezeichneten Ergebnissen der vorangegangenen Benchmarking-Projekte startete das Fraunhofer IPT 2011 bereits zum vierten Mal einen groß angelegten Vergleich der besten Einkaufsabteilungen in Europa. Ziel des Projekts ist es, gemeinsam mit einem Industriekonsortium aktuelle Fragen und Herausforderungen des Einkaufs zu untersuchen und die Unternehmen mit den erfolgreichsten Vorgehensweisen

Optimizing capital expenditure at a new production facility

On behalf of a client from the automotive industry, the Fraunhofer IPT and the WZL of the RWTH Aachen University were looking for cost-cutting potentials in the investment budget of a new production facility. According to the client's own calculations, the investment budget had exceeded the target costs by about 18 percent. The project was therefore designed to identify cost-cutting possibilities, to assess the options in technical and economic terms and ultimately to prioritize them, all within very tight deadlines.

As an initial step, the largest cost factors in the budget of the new production facility were identified and evaluated. The analysis provided by Fraunhofer IPT and WZL included cost optimization approaches that focused on processes as well as on products and resources, applying cycle time optimization, reductions in product variants and tool economization. The most promising optimization approaches were subjected to technical feasibility studies. Detailed cost calculations were agreed in joint workshops with the client's departments and suppliers. The Fraunhofer IPT and WZL project team could then develop a concrete implementation schedule and help the client to meet his original capital expenditure target.

Consortial benchmarking in purchasing

Following the excellent results of previous benchmarking projects, the Fraunhofer IPT has started its fourth large-scale comparative analysis of Europe's most successful purchasing departments. The project is designed to subject all current issues and challenges in purchasing to the analyses of an industrial consortium and to identify the companies with the most successful strategies. In May 2012, the five best companies will receive awards for their "Successful Practices in Purchasing 2012" during the project's closing conference.



zu identifizieren. Die besten fünf Unternehmen werden im Mai 2012 während einer Abschlusskonferenz als »Successful Practices in Purchasing 2012« ausgezeichnet.

Das Benchmarking-Projekt dauert rund zehn Monate und umfasst drei eintägige Treffen des Konsortiums sowie fünf Besuche bei den »Successful-Practice-Unternehmen«. Das erste Treffen der Partner im September 2011 bildete den Auftakt. Hier stimmten sie die Projektschwerpunkte ab und legen fest, welche Themen ihnen in der anschließenden Untersuchung besonders wichtig sind. Auf dieser Basis erarbeitete das Fraunhofer IPT einen Fragebogen, der an Unternehmen im europäischen Raum verschickt wurde. Aus den antwortenden Unternehmen bestimmte das Fraunhofer IPT potenzielle »Successful Practices«, die telefonisch detailliert befragt wurden. Im folgenden »Review-Meeting« wählt das Konsortium fünf Unternehmen aus, die es in der letzten Projektphase besucht. Bei den Besuchen in den Unternehmen erhalten die Teilnehmer die Gelegenheit, eigene Fragen und Vorgehensweisen ausführlich mit den Experten vor Ort zu diskutieren. Während einer Abschlusskonferenz präsentieren das Fraunhofer IPT und die Konsortialpartner dann die Unternehmen mit den erfolgreichsten Einkaufskonzepten der Öffentlichkeit.

The benchmarking project will take roughly ten months and features three one-day meetings of the consortium as well as visits of the five "Successful Practice" companies. At their initial meeting in September 2011, the partners agreed the thematic framework of the project and the key subjects of the subsequent analysis. On this basis, the Fraunhofer IPT developed a questionnaire that was sent to enterprises all over Europe. The analysis of the written replies and more detailed phone interviews with promising candidates prepared the ground for the consortium's "Review Meeting" that eventually selected the five finalists. During the following on-site visits, members of the consortium had the opportunity of discussing their own concerns and practices with the experts of the nominees. The Fraunhofer IPT and the consortium partners will present their award to the most successful purchasing concept during the final conference of the project.

UNSERE AUSSENSTELLEN **OUR BRANCH OFFICES**



Aachen ist eines der wichtigsten Zentren der Produktionstechnik. Das Fraunhofer IPT bietet seine Forschungs- und Entwicklungsdienstleistungen darüber hinaus auch an weiteren Standorten im In- und Ausland an:

Die Fraunhofer-Projektgruppe Entwurfstechnik Mechatronik befasst sich als Institutsteil des Fraunhofer IPT in Paderborn mit der Entwicklung mechatronischer Systeme.

Im Fraunhofer Project Center for Coatings in Manufacturing PCCM entwickeln wir gemeinsam mit dem Centre for Research & Technology Hellas CERTH in Thessaloniki, Griechenland, Schichtsysteme für den industriellen Einsatz.

Das Fraunhofer Center for Manufacturing Innovation CMI arbeitet eng mit dem Fraunhofer IPT zusammen. Am Standort Boston/USA bieten wir unseren Kunden nicht nur produktionstechnische Forschungs- und Entwicklungsleistungen vor Ort, sondern auch einen nachhaltigen Technologietransfer zwischen der europäischen und der amerikanischen Industrie.

Aachen is one of the most important centers of production technology. The Fraunhofer IPT also provides its research and development services through other locations in Germany and abroad:

The Fraunhofer Project Group for Software Design Methods and Mechatronics as the Paderborn branch of the Fraunhofer IPT works on the development of mechatronic systems.

At the Fraunhofer Center for Coatings in Manufacturing Project PCCM in Thessaloniki, Greece, we cooperate with the Centre for Research & Technology Hellas CERTH to develop coatings for industrial use.

The Fraunhofer CMI works closely with the Fraunhofer IPT. At our Boston/USA site location we offer our customers not only production technology research and development services on site, but also a sustainable technology transfer between European and American industry

100 Paderborn

Fraunhofer-Projektgruppe Entwurfstechnik Mechatronik
Fraunhofer Project Group Mechatronic Systems Design

104 Thessaloniki/GR

Fraunhofer Project Center for Coatings in
Manufacturing PCCM

106 Boston/USA

Fraunhofer Center for Manufacturing Innovation CMI

FRAUNHOFER-PROJEKTGRUPPE ENTWURFS- TECHNIK MECHATRONIK

FRAUNHOFER PROJECT GROUP MECHATRONIC SYSTEMS DESIGN

In der Fraunhofer-Projektgruppe Entwurfstechnik Mechatronik konzentrieren wir uns auf den Entwurf mechatronischer Systeme und die Konzeption der dafür notwendigen Produktionssysteme. So helfen wir Unternehmen, den Wandel zur Mechatronik zu vollziehen und innovative Erzeugnisse zu realisieren.

Wir fokussieren uns auf drei Kompetenzfelder: »Produktentstehung«, »Regelungstechnik« und »Softwaretechnik«. Unsere Forschungsschwerpunkte reichen damit von Methoden und Werkzeugen für die Entwicklung mechatronischer Produkte, über modellbasierte Entwürfe für intelligente und effizient entwickelte Systeme bis hin zu Softwarelösungen.

Unsere Leistungen

- Integration von Mechanik und Elektronik durch MID
- Präventiver Schutz vor Produktpiraterie
- Intelligent geregelte Fertigungsmaschinen
- Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme
- Durchgängiger, modellbasierter Softwareentwicklungsprozess
- Management und modellbasierte Softwarequalitätssicherung
- Optimierung der Mechatronikentwicklung
- Funktionale Sicherheit mechatronischer Systeme

Kontakt/Contact

Dipl.-Ing. Michael Grafe
Telefon/Phone +49 5251 5465-104
michael.grafe@ipt.fraunhofer.de

The Fraunhofer Project Group Mechatronic Systems Design creates mechatronic systems and designs the production systems that are required to fully exploit their potentials, helping corporations to manage the switch to mechatronic systems and to develop innovative products.

We focus on three areas of expertise: "Product engineering", "Control engineering" and "Software engineering". We develop new tools and techniques for the development of mechatronic products, model-based designs for intelligent and efficient systems as well as software solutions.

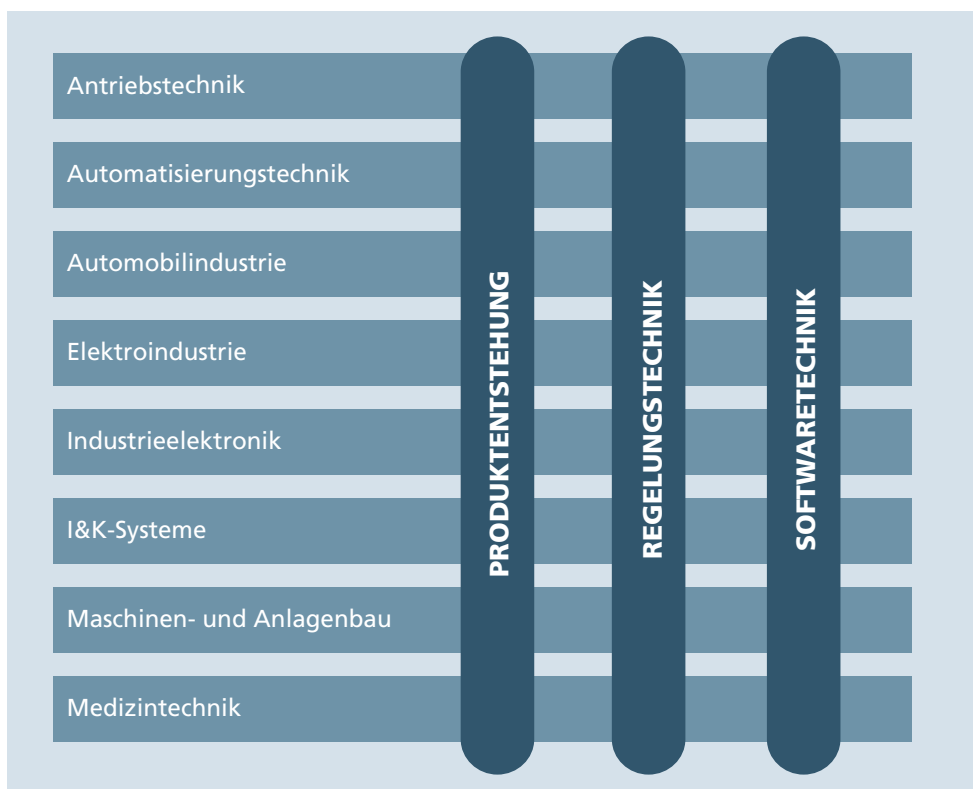
Our services

- Molded interconnect devices
- Preventive protection against product piracy
- Intelligent controlled manufacturing machines
- Modeling and simulation of dynamical systems
- Seamless model-based software development process
- Model-based software quality assurance
- Management and optimization of the mechatronic development
- Ensuring functional safety of mechatronic systems



Die Fähigkeit, innovative Industrieerzeugnisse hervorzubringen und auf dem Weltmarkt mit Gewinn zu verkaufen, bestimmt in hohem Maße den Lebensstandard in Deutschland. Auch in der so genannten Informationsgesellschaft hat die industrielle Produktion nach wie vor eine Schlüsselstellung. Die Erzeugnisse dieses Sektors beruhen typischerweise auf Mechatronik, das heißt, einem symbiotischen Zusammenwirken der Fachdisziplinen Maschinenbau, Elektrik/Elektronik, Regelungstechnik und Softwaretechnik. Die Mechatronik ist hier keine spezifische Technologie. Vielmehr ist sie ein Paradigma, das die Vorteile verschiedener Fachdisziplinen miteinander verbindet und durch diese Verbindung völlig neue Produktfunktionen und damit einen gesteigerten Kundennutzen ermöglicht. Die erfolgreiche Umsetzung des Paradigmas der Mechatronik ist ein zentrales Element bei der Erlangung von Wettbewerbsvorteilen.

The ability to manufacture innovative industrial products and to market them successfully (and profitably) on the global market determines the level of the general living standard in Germany. Even in a so-called "knowledge society", industrial manufacturing enjoys a central position. The products of industrial manufacturing are typically based on mechatronics, which means: a symbiotic interaction between industrial engineering, electric and electronic engineering, cybernetics and software technology. Mechatronics in this sense is not a specific technology but a paradigm that combines the benefits of different disciplines, creating new perspectives and functionalities and enhancing the tangible benefits of the customer. The successful implementation of the mechatronic paradigm is a central element in the successful struggle for a competitive edge.



Intelligente Technische Systeme OstWestfalenLippe

Die abzeichnende Entwicklung der Informationstechnik eröffnet Unternehmen des Maschinenbaus sowie der Elektro- und Automobilzulieferindustrie faszinierende Möglichkeiten für die Märkte von morgen: Intelligente Technische Systeme, die auf einer Symbiose von Informatik und Ingenieurwissenschaften beruhen und sich ihrer Umgebung und den Wünschen ihrer Anwender anpassen. Sie stiften Nutzen in der Produktion, im Haushalt, im Handel und auf der Straße; sie sparen Ressourcen, sind intuitiv zu bedienen und verlässlich. Den Innovationssprung von der Mechatronik zu Intelligenten Technischen Systemen wollen 173 Unternehmen, Hochschulen und Forschungseinrichtungen sowie weitere Organisationen gemeinsam durch eine Bewerbung im Spitzenclusterwettbewerb des BMBF angehen.

Unter der fachlichen Koordination der Projektgruppe wurden über 40 Forschungs- und Entwicklungsprojekte für Produkt- und Produktionsinnovationen definiert. Das Spektrum reicht von intelligenten Sensoren und Automatisierungslösungen über Haushaltsgeräte und Fahrzeuge bis hin zu vernetzten Produktionsanlagen. Das Gesamtprojektvolumen beträgt über 98 Mio. Euro.

Modellbasierte Entwicklung automotiver Systeme

In Kooperation mit dem Automobilzulieferer Hella KGaA Hueck & Co wurde ein modellbasierter, Automotive SPICE-konformer Entwicklungsprozess für Steuergeräte-Software weiterentwickelt. Die Arbeit erfolgte im Kontext der Innovationsallianz »Software Plattform Embedded Systems 2020«.

Im Softwareentwicklungsprozess für automobiler Steuergeräte entstehen zahlreiche Artefakte von den Kundenanforderungen über AUTOSAR-Entwurfsmodelle bis zum ausführbaren Code. Um die Durchgängigkeit und speziell die Nachverfolgbarkeit der Anforderungen (Traceability) über den gesamten Prozess

Intelligent technology systems East Westphalia Lippe

The foreseeable development of information technology will provide engineering companies as well as the suppliers of the electrical and car manufacturing industries with a fascinating range of possibilities for tomorrow's markets: intelligent technology systems that are the outcome of a joint effort by sophisticated IT and engineering research and that are capable of adapting to their environments and the specific requirements of their individual users. They will benefit the manufacturing process, households and transport – while consuming little energy and being easy (intuitively) to control as well as highly reliable. 173 companies, universities and research institutions as well as other organizations have decided to pool their resources for a joint application to the Leading-Edge Cluster Competition of the German Ministry for Education and Research (BMBF) in order to manage the leap in innovation required to advance from mechatronic designs to intelligent technology systems.

Under the technical coordination of the project group, more than 40 research and development projects for product and production innovations were defined, ranging from intelligent sensors and automation solutions to new household appliances, vehicles and complex production networks. The total volume of the project amounts to more than € 98 million.

Model-based development of automotive systems

In cooperation with the automotive supplier Hella KGaA Hueck & Co., we designed a model-based, Automotive SPICE-compliant development process for the software of electronic control units (ECUs). The project was completed in the context of the innovation alliance "Software Platform Embedded Systems 2020".

In the course of the development process for automotive software, a wide range of possible customer requirements



sicherzustellen, wurden formalisierte Anforderungsbeschreibungen entwickelt und Übergänge zwischen den Modellen der verschiedenen Entwicklungsphasen automatisiert.

Zusätzlich wurden teilautomatisierte Techniken zur Umsetzung von durch die ISO 26262 geforderten Maßnahmen zur funktionalen Sicherheit in den Entwicklungsprozess integriert. Um die Anwendbarkeit der erarbeiteten Konzepte zu überprüfen, wurde eine prototypische Werkzeugunterstützung realisiert und evaluiert.

Selbstkorrigierendes Biegewerkzeug

In einem Projekt mit der Weidmüller Interface GmbH & Co. KG und dem Lehrstuhl für Umformende und Spanende Fertigungstechnik der Universität Paderborn wurde ein Ansatz für ein selbstkorrigierendes Drahtbiegeworkzeug entwickelt.

Im Bereich der elektrischen Verbindungstechnik geht der Trend in Richtung miniaturisierter Metallteile bei gleichzeitig höchsten Anforderungen an die Fertigungsgenauigkeit. Mittels einer Selbstkorrektur wird nun im Biegewerkzeug automatisch auf Schwankungen im Fertigungsprozess und in den eingesetzten Werkstoffen reagiert, um die Qualitätsanforderungen wirtschaftlich zu erreichen.

Zu diesem Zweck wurden die Betriebsmittel um selbsterkennende und selbstkorrigierende (Self-X) Technologien erweitert, die autonom und situationsabhängig im Fertigungsprozess eingreifen. Die Arbeiten im Projekt umfassten die erforderlichen Modelle und Algorithmen sowie die Sensorik und Aktorik, sodass Korrekturingriffe in den Fertigungsprozess online für jedes einzelne Werkstück ermöglicht wurden.

had to be taken into account, and different AUTOSAR design models and executable codes were created. To ensure a seamless development process and requirements traceability, we developed a formal, textual requirement specification technique and automated transitions between models of the different development phases.

We also integrated semi-automatic techniques into the development process intended to implement all of the functional safety measures that are required by the ISO 26262 standard. To verify the applicability of the developed concepts, we realized and evaluated a prototypical tool-chain.

Self-correcting technology for a bending tool

Under a joint project with Weidmüller Interface GmbH & Co. KG and the Chair of Forming- and Machining Technology of the University of Paderborn, a new approach for the technological design of a self-correcting bending tool was developed.

Metal components in electrical connection technology are becoming ever smaller and must be produced with ever increasing standards of accuracy. The new bending tool reacts automatically to fluctuations in the manufacturing process and semi-finished products, using a self-correction mechanism to achieve existing quality targets in an efficient way.

For this purpose, the production equipment was equipped with self-detecting and self-correcting technology (Self-X) that intervenes into the manufacturing process automatically, triggered by certain events and situations in the production process. The work on the project included the development of the required models and algorithms as well as the selection of appropriate sensors and actuators, allowing corrective online interventions into the manufacturing process for each individual workpiece.

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 CETH, 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

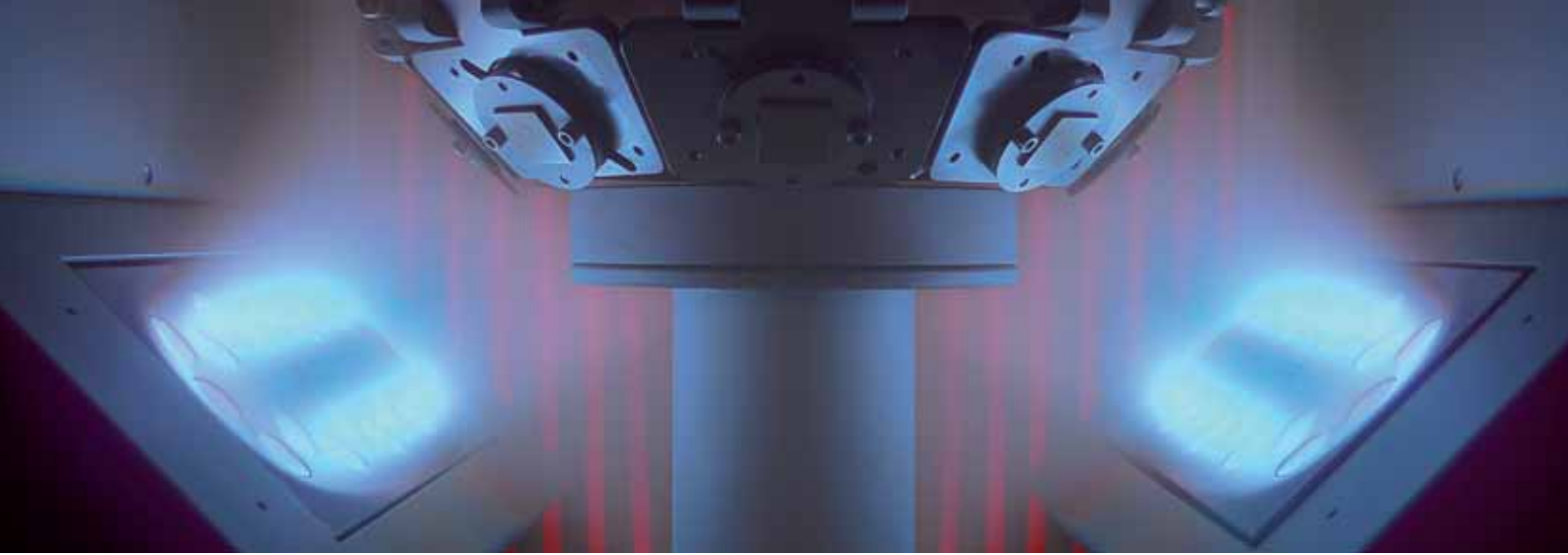
Kontakt/Contact

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 CETH, 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.

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 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.

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.

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 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 CENTER FOR MANUFACTURING INNOVATION CMI – USA

Gemeinsam mit der Boston University erforscht und entwickelt das Fraunhofer CMI am Standort Boston, USA, produktionstechnische Lösungen für ein weites Branchenspektrum – von der Biotechnologie und Biomedizintechnik über die Photonik bis hin zu den erneuerbaren Energien. Ingenieure, Hochschulpartner und Studierende arbeiten am Fraunhofer CMI gemeinsam daran, die Ergebnisse der Grundlagenforschung in industrietaugliche Praxislösungen zu überführen, die von lokalen wie globalen Kunden und Projektpartnern genutzt werden. Im Mittelpunkt der Entwicklungsarbeiten stehen hochpräzise Automatisierungssysteme für Hightech-Anwendungen sowie Medizintechnische Instrumente.

Unsere Leistungen

- Produktentwicklung
- Entwicklung und Aufbau hochpräziser Automatisierungslösungen
- Laboruntersuchungen und -instrumente

Kontakt/Contact

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

In collaboration with Boston University, Fraunhofer CMI conducts advanced research and development leading to engineering solutions for a broad range of industries, including biotech/biomedical, photonics, and renewable energy. Engineers, faculty, and students at the Center scale up basic research into advanced technologies that meet the needs of both domestic and global client companies. The primary focus is on the development of next-generation high-precision automation systems, instruments and medical devices.

Our services

- Product development
- Design and build of high precision automation solutions
- Laboratory assays and instruments

Vakuum-Positioniersystem

Für den Einsatz in speziell angefertigten spektrometrischen Messeinrichtungen hat das Fraunhofer CMI mehrere Vakuum-Positioniersysteme entwickelt und aufgebaut. Für spektrometrische Untersuchungen ist es erforderlich, die Proben sehr präzise in einer Vakuumkammer zu positionieren. Bisher kamen hier meist kommerzielle lineare Positioniersysteme zum Einsatz, die speziell für den Einsatz im Vakuum ausgelegt waren. Diese beanspruchten jedoch ein vielfach größeres Volumen in der Vakuumkammer als die eigentliche Probe.

Das Fraunhofer CMI hat deshalb ein Positioniersystem entwickelt, das im Verhältnis zu den maximalen Verfahrenswegen besonders kompakt gehalten ist. So können Anwender den begrenzten Arbeitsraum im Vakuum effizienter nutzen und in einer kleineren Vakuumkammer kürzere Zykluszeiten erreichen. Die Positioniertische haben einen Verfahrensweg von 125 x 125 mm, die äußeren Abmessungen betragen 200 x 200 x 63 mm. Alle erforderlichen Einrichtungen inklusive der Impulsgeber, Endschalter und Motoren befinden sich im Inneren des Gehäuses. Zusätzlich verfügt das Positioniersystem über eine hohe Positioniergenauigkeit von wenigen Mikrometern. Da der Positioniertisch im Vakuum verfährt, wurde spezielles Augenmerk darauf gelegt, die Wärme des Motors innerhalb der Umhausung abzuleiten, um die Positioniergenauigkeit nicht zu beeinflussen.

Integriert wurde außerdem ein System, mit dem sich elektrische Steuersignale der Messeinrichtung durch die Wand der Vakuumkammer führen lassen. Es wird durch einen externen Controller gesteuert und lässt sich via Ethernet an andere Steuerungskomponenten anschließen. Das Fraunhofer CMI entwickelte dafür eine Softwareschnittstelle, die es dem Benutzer erlaubt, den Positioniertisch mit Befehlen der Programmiersprache Visual C++ anzusteuern. Diese Schnittstelle stellt alle erforderlichen Funktionen zur Einstellung, Kalibrierung und Bewegungssteuerung zur Verfügung.

In-vacuum positioning system

Fraunhofer CMI has designed and built several in-vacuum positioning systems for the use in custom spectrometry instruments. These research tools require precise placement of the test samples in the demanding environment of a vacuum chamber. Current designs utilize commercial, "off-the-shelf" linear positioning hardware which has been vacuum prepared. However, this equipment is not space efficient and requires a working volume much larger than the sample positioning volume. The systems designed by Fraunhofer CMI are extremely compact with respect to their maximum travel. This allows the customer to use the in-vacuum space more effectively and specify a smaller vacuum chamber for reduced cycle times. The stages have an X/Y travel of 125 x 125 mm with an external envelope of 200 x 200 x 63 mm. All necessary instrumentation, including encoders, limit switches, motors, etc. are packaged within the envelope of the stage. In addition to the space requirements the positioning system also has a high positioning accuracy on the order of microns.

Since the stage is to operate inside a vacuum, special attention was paid to removing the heat generated by the motor through the housing of the stage without interfering with the positioning accuracy.

Included in the system design was the electrical vacuum feedthrough system that allows the electrical signals to be passed through the wall of the vacuum chamber. The system is powered by an external controller. It can be interfaced with other control hardware using Ethernet. Fraunhofer CMI provides a software interface that allows the user to operate the stages in Visual C++ providing all necessary functions to perform setup, calibration and motion tasks.

Beflockungsanlage für lange Kunststoffbänder

Das Fraunhofer CMI hat im vergangenen Jahr ein Testsystem für eine neue Methode der Beflockung entwickelt und aufgebaut. Es verteilt das Beflockungsmaterial gleichmäßig auf einem Kunststoffband und erzielt dabei einen Durchsatz von bis zu 25 Metern pro Minute.

Der Prozess der Beflockung für den speziellen Kunststoff umfasst mehrere Schritte, die durchlaufen werden müssen, bevor und nachdem der Flock aufgebracht wird: Das Kunststoffband kommt von einer Zuführungsspule und durchläuft ein Koronaentladungssystem. Dadurch verändert sich seine Oberflächenenergie und verbessert die Benetzungsfähigkeit für ein flüssiges Haftmittel. Das Benetzungsmittel wird durch ein Rollensystem aufgetragen, das in der Lage ist, die Schichtdicke des Mediums genau zu kontrollieren. Das Kunststoffband durchläuft dann mehrfach die eigentliche Beflockungseinheit, die eine gleichmäßige Schicht elektrostatisch ausgerichteter Fasern aufträgt. Durch Hochspannung werden die Partikel bis auf 100 kV geladen. Bei jedem Durchlauf wechselt die Orientierung des Bandes, um beide Seiten gleichmäßig zu behandeln. In einem letzten Schritt passiert das beflockte Kunststoffband ein Heizelement, um das Benetzungsmittel auszuhärten, bevor es wieder auf einer Spule aufgewickelt wird.

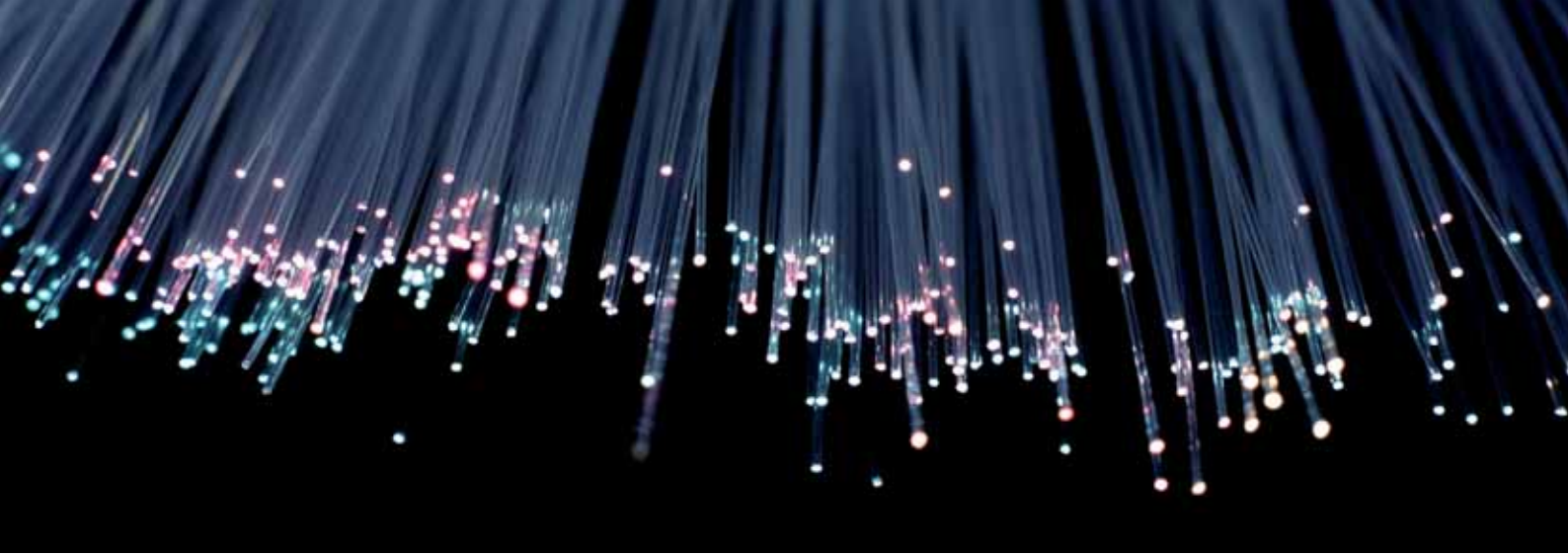
Das System entwickelte das Fraunhofer CMI als Machbarkeitsstudie für einen Industriekunden, der mit dem Beflockungsprozess nun Pilotversuche für den bevorstehenden Markteintritt durchführt. Sobald das neue Produkt Marktreife erlangt hat, plant der Kunde, in ein Produktionssystem zu investieren.

Continuous flocking system

Fraunhofer CMI has designed and built a test system to develop a novel flocking application. The system evenly applies flock to three dimensional plastic web material at a rate of up to 25 m/min.

The process of flocking this plastic involves several process steps post and prior to the actual flock application. The web material is fed from a supply spool through a corona discharge system. This modifies the surface energy of the plastic and improves its wettability for the application of a liquid adhesive in the next stage of the system. The adhesive is applied with a roll applicator system which is capable of precisely controlling the film thickness. The web then passes several times under a flocking unit designed to apply an even layer of electrostatically oriented flock fibers to the web. Each pass changes the orientation of the web to expose both sides to the flock application. A high voltage power supply charges the flock particles with up to 100 kV. In a last stage the now-flocked web is passed under heating elements to accelerate the curing of the adhesive before winding onto an outgoing spool.

The system was designed to prove the process of flocking and provide the client with pilot runs of flocked material for initial marketing studies. Once proven a viable new product, the client will invest in a production scale system.



Mess- und Führungssystem für Faseroptiken

Glasfaser-Gyroskope, auch als Faserkreisel oder Sagnac-Interferometer bekannt, sind hochgenaue Instrumente zur Messung von Winkelabweichungen. Sowohl deutliche, hochdynamische Drehbewegungen als auch kleinste Winkelabweichungen lassen sich anhand der Phasenverschiebung zweier synchroner Lichtsignale über lange Zeiträume zuverlässig aufspüren.

Zentrales Element des Glasfaser-Gyroskopen ist eine Spule, die ausgehend von der Spulenmitte in einer präzisen Matrix gewunden werden muss, um gleiche Weglängen für beide Lichtsignale zu gewährleisten. Eine präzise Faserführung ist hier ebenso wichtig wie eine genaue Kontrolle der Faser-Spannung während des gesamten Wickelvorganges. Diese hohen Anforderungen an die Wickelpräzision, verbunden mit Faserlängen von mehreren Kilometern, machen eine Automatisierung der Spulenwicklung unerlässlich für die Produktion qualitativ hochwertiger Gyroskope in größeren Stückzahlen.

Frühere Wickelsysteme des Fraunhofer CMI für Faseroptiken enthielten ein Messsystem, um jede Spindel vor dem Wickeln der Spulen genau zu charakterisieren. Im vergangenen Jahr verbesserte das Fraunhofer CMI das Messsystem, um Spulen verschiedener Größe zu vermessen. So kann der Anwender nun bestehende Anlagen an eine größere Produktpalette anpassen. Ein umfassendes Software-Update ging damit einher, das das System in die Lage versetzt, unterschiedliche Wickelverfahren für verschiedene Glasfaser-Spulen zu durchzuführen. Das frühere System nutzte ein sehr kleines Führungselement, um die optischen Fasern im Wickelprozess exakt zu positionieren. Das Fraunhofer CMI überarbeitete die Führungen und ersetzte das Bauteil und seine Ansteuerung durch ein völlig neues Prinzip. So konnte die Wiederholgenauigkeit der Wickelposition deutlich erhöht werden. Gleichzeitig schaltet das System bei Richtungswechseln an den Spulenenden schneller um und verbessert damit das Endergebnis des Herstellungsprozesses beim Anwender.

Advanced metrology and guiding system for fiber-optic coil winding

Fiber-optic gyroscopes, also called Sagnac interferometers, are highly precise sensors for the detection of angular motions. By evaluation of the phase shift between two synchronous light signals, large and highly dynamic rotations as well as smallest angular shifts can be detected reliably over long periods of time.

The heart of a fiber optic gyroscope is its coil, which has to be wound starting from the center of its fiber length using exact winding patterns in order to guarantee a symmetrical optical path for both optical signals. The winding requires precise fiber placement as well as close control of the winding tension. These requirements combined with typical coil length of multiple kilometers of fiber makes automating the winding a necessity for the economical production of high-quality gyroscopes.

Previous generations of the fiber-optic coil winder built by Fraunhofer CMI incorporated a metrology system to characterize each mandrel before winding a coil. Fraunhofer CMI developed an advanced metrology system that is capable of measuring different size coils, allowing the client to apply this sophisticated equipment to a larger product pallet than previously. This change went hand in hand with a major software update on the system that allows the user to run different recipes for different coils. The previous winder utilizes a very small guiding element to ensure the exact placement of the optical fiber as it is being wound onto the coil. Fraunhofer CMI re-designed the guiding system with a different guiding element, fundamentally changing the way it is actuated. This latest iteration of a guiding system significantly improves the repeatability of the guiding position while reducing the switching time when winding near the left or right flange, improving the client's bottom line.

EREIGNISSE, PUBLIKATIONEN, REFERENZEN

EVENTS, PUBLICATIONS, REFERENCES



- 112 **Konferenzen**
Conferences
- 117 **Messen**
Fairs
- 118 **Ehrungen**
Awards
- 119 **Veröffentlichungen 2011**
Publications 2011
- 126 **Dissertationen 2011**
Dissertations 2011
- 127 **Referenzen**
References
- 128 **Impressum**
Editorial Notes
- 129 **Informations-Service**
Information Service

KONFERENZEN CONFERENCES

16. Februar 2011

Abschlusskonferenz des Konsortial-Benchmarking im Technologiemanagement

Während einer feierlichen Abschlusskonferenz stellte das Fraunhofer IPT gemeinsam mit einem hochkarätigen Industriekonsortium die fünf besten Unternehmen seines internationalen Benchmarkings im Technologiemanagement vor. Ziel des Projekts war es, besonders erfolgreiche Ansätze und Konzepte im Technologiemanagement führender internationaler Unternehmen zu identifizieren. Für ihre herausragenden Leistungen zeichnete das Fraunhofer IPT bei der Audi AG in Ingolstadt als »Successful Practices« die 3M Deutschland GmbH, die Delphi Corporation, die Dräxlmaier Group, Nokia Siemens Networks und die Schott AG aus. Das Fraunhofer IPT ermittelte die Besten des Vergleichs in Zusammenarbeit mit einer Jury aus Leitern des Technologiemanagements und Mitgliedern der Forschung und Entwicklung erfolgreicher internationaler Unternehmen, die zugleich das Konsortium des Projekts stellten. Während der Abschlusskonferenz stellte Professor Günther Schuh die Projekterkenntnisse in Form von zehn handlungsleitenden Thesen zum Technologiemanagement vor. Wie eine erfolgreiche Umsetzung in der Praxis aussehen kann, präsentierten die Sieger-Unternehmen in jeweils eigenen Vorträgen und wurden anschließend durch Professor Schuh ausgezeichnet.

23.-24. Februar 2011

1st International Conference on Turbomachinery Manufacturing ICTM

Mit der 1st International Conference on Turbomachinery Manufacturing hatten das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT und das Fraunhofer IPT Unternehmen aus dem Flugzeugbau und der Energietechnik zum Erfahrungsaustausch und zur Diskussion über aktuelle Trends nach Aachen eingeladen. Der Fokus der Veranstaltung lag auf neuen Verfahren für die Herstellung und Reparatur moderner Turbomaschinen.

16 February 2011

Final Conference of the Consortium Benchmarking in Technology Management

At a festive gala during their final conference, the Fraunhofer IPT and an industrial consortium of high-profile corporations awarded prizes to the five winning companies of their international technology management benchmarking exercise. The project had been designed to identify particularly successful technology management strategies and best practice approaches of leading international enterprises. On the premises of Audi AG in Ingolstadt, the Fraunhofer IPT awarded the prizes for "Successful Practices" to 3M Deutschland GmbH, Delphi Corporation, Dräxlmaier Group, Nokia Siemens Networks and Schott AG. The Fraunhofer IPT had selected the five winners in close cooperation with a jury that featured technology managers and members of the research and development teams from the consortium companies. At the final conference, Professor Günther Schuh presented a summary of the results from the project in the form of ten concrete recommendations for a successful technology management. The winning companies then explained how these principles can be successfully implemented, based on their own experiences, before their representatives received their awards from the hands of Professor Schuh.

23-24 February 2011

1st International Conference on Turbomachinery Manufacturing ICTM

For their 1st International Conference on Turbomachinery Manufacturing, the Fraunhofer Institute for Laser Technology ILT and the Fraunhofer IPT had invited corporations from the aircraft and power engineering industries to Aachen to exchange experiences and to discuss current trends. The conference was intended to analyze new techniques for the production and maintenance of modern turbo engines.



Während der Konferenz stellten die beiden Institute zusammen mit namhaften Referenten aus Industrie und Wirtschaft neue Produktkonzepte und geeignete Fertigungstechnologien vor. Ziel war es, neue Perspektiven für interessante Märkte und Lösungsansätze für technologische Herausforderungen zu beleuchten. Eine Führung durch die beiden Fraunhofer-Institute bot den Konferenzteilnehmern die Gelegenheit, sich über laufende Forschungs- und Entwicklungsprojekte zu diesen Themen zu informieren und sich im Umfeld moderner Anlagen zu den erzielten Ergebnissen auszutauschen.

26.-27. Mai 2011

27. Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquium

Seit mehr als 60 Jahren befasst sich das Aachener Werkzeugmaschinen-Kolloquium (AWK) mit den aktuellen Entwicklungen der Produktionstechnik. Das 27. AWK stand auch 2011 wieder unter dem Leitthema »Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer«. In zwei parallelen Vortragsreihen mit 16 Vorträgen sowie in zusätzlich sechs Plenumsvorträgen aus Wissenschaft und Praxis konnten sich die Teilnehmer über neue Ansätze und Strategien informieren, um den aktuellen Herausforderungen der produzierenden Industrie zu begegnen.

Namhafte Referenten aus unterschiedlichsten Bereichen der Produktionstechnik und verwandten Arbeitsgebieten präsentierten gemeinsam mit den Wissenschaftlern des Werkzeugmaschinenlabors WZL der RWTH Aachen und des Fraunhofer IPT neue Konzepte für die Produktentwicklung und die Produktion, zeigten Unternehmensstrategien auf und berichteten über ihre Erfahrungen in der Umsetzung neuer Konzepte.

Optimismus prägte fast alle Vorträge des diesjährigen AWK. Deutlich wurde das vor allem im viel beachteten Vortrag von Prof. Dr. Hans-Werner Sinn, Leiter des Ifo-Instituts für Wirtschaftsforschung: »Heute stehen wir fantastisch da, weil das

During the conference, the two institutes, supported by renowned speakers from manufacturing corporations and other branches of the economy, presented innovative product ideas and manufacturing technologies for their implementation – with the objective of highlighting new perspectives for the development of promising markets and solutions for the current technological challenges. During a guided tour through both Fraunhofer Institutes, the participants had the opportunity of familiarizing themselves with ongoing research and development projects and to exchange views and opinions about their results.

26-27 May 2011

27th Aachen Machine Tool Colloquium

For more than 60 years, the Aachen Machine Tool Colloquium, the "AWK", has provided a forum for the discussion of current production technology trends. The 27th edition in May 2011 again highlighted the challenges of "Integrative Production Technology for High-Wage Countries". In two parallel courses featuring a total of 16 lectures and an additional six plenary lectures on scientific and practical issues, the participants could familiarize themselves with new approaches and strategies that would help them to meet the current challenges of the manufacturing industry.

Renowned speakers from different fields of production technology and neighboring disciplines as well as scientists from the Laboratory for Machine Tools and Production Engineering WZL of the RWTH Aachen University and the Fraunhofer IPT presented new product development and manufacturing ideas, explained existing corporate strategies and talked freely about their personal experiences with the implementation of new concepts.

Nearly all presentations at this year's AWK were characterized by an optimistic outlook. The renowned economist Prof. Dr. Hans-Werner Sinn, Director of the Ifo Institute for Economic Research,

Preis-Leistungs-Verhältnis der deutschen Waren hervorragend geworden ist«, so Sinn.

Fragen der Energiewirtschaft in allen Bereichen der Produktion und der nachhaltige Schutz der Umwelt setzten weitere Schwerpunkte des Kolloquiums, das mehr als 1400 Teilnehmer bewogen hatte, in den Aachener Eurogress zu kommen. Prof. Reimund Neugebauer vom Institut für Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse der Universität Chemnitz und Leiter des Fraunhofer-Instituts für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU, erläuterte die Vision einer energieautarken Fabrik mit emissionsfreier Produktion. Der Klimawandel und das begrenzte Vorkommen natürlicher Rohstoffe führen dazu, dass die Ressourceneffizienz in der Produktion immer stärker in den Fokus der Industrie rückt. Hier bestehe, so Neugebauer, die Herausforderung darin, sich einer Situation verknappender und teurer werdender Rohstoffe zu stellen. Erst die Anwendung von Effizienztechnologien und -produktionsanlagen könnten die Voraussetzungen dafür schaffen, auch in Zukunft im internationalen Wettbewerb zu bestehen.

Die fortschreitende digitale Vernetzung aller Unternehmensbereiche sieht Siemens-Vorstandsmitglied Prof. Siegfried Russwurm als zwingende Voraussetzung, um Innovationen in immer kürzeren Zyklen zu marktreifen Produkten zu entwickeln. Hier komme, so Russwurm, der Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter eine entscheidende Bedeutung zu.

All diese Entwicklungen zielen natürlich auf den langfristigen Erfolg der Unternehmen. Aber zu langfristigem Erfolg gehört mehr – das machte Dr.-Ing. Stefan Nöken, Mitglied der Konzernleitung der Hilti AG, am Beispiel seines Unternehmens deutlich: »Zum langfristigen Erfolg gehören auch eine handlungsweisende Unternehmensphilosophie, zentrale Unternehmenswerte, eine Koexistenz von Bewahren und Verändern, eine konsistente Markenführung sowie die Qualität der Führung«, erläuterte Nöken.

captured the mood of the colloquium when he stated: "We are today in an excellent position because the price-performance ratio of German products has become so favorable".

The colloquium – which was attended by more than 1400 participants in Aachen's Eurogress congress center – also drew attention to energy consumption issues in all areas of production and to the need for a sustainable economic development. Prof. Reimund Neugebauer from the Institute for Machine Tools and Production Processes at the University of Chemnitz, also the Director of the Fraunhofer Institute for Machine Tools and Forming Technology IWU, explained the idea of an energy self-sufficient factory with an emission-free production. The twin challenges of climate change and the impending shortage of natural resources were drawing the manufacturing industry's attention, he said, to the need for higher levels of resource efficiency in production. Faced with the challenge of falling raw material reserves and rising prices, Prof. Neugebauer said, only high-efficiency technologies and high-efficiency production facilities were able to provide the conditions in which our countries could prosper and survive in a business climate of tough international competition.

Siemens Executive Board member Prof. Siegfried Russwurm said that the continuous development of digital networks between all departments and business units of a corporation were a "necessary condition" for the development of innovations into marketable commodities in ever shorter cycles. Prof. Russwurm also emphasized the importance of training and retraining facilities for every corporation's employees.

All of this may be required to ensure a company's long term business success, but it is still not enough – as least as far as Dr.-Ing. Stefan Nöken was concerned, member of the Executive Board of Hilti AG. In his enterprise he had learned, Dr. Nöken said, that "long-term success also requires the type of corporate philosophy that provides clear and unambiguous guidance, central corporate values, an equilibrium between the forces



Das AWK 2011 hat sich damit wieder einmal als bedeutende und zentrale Plattform für den wissenschaftlichen Austausch in der Produktionstechnik bewährt.

5.-6. Oktober 2011

15. Business Forum Qualität

Das 15. Business Forum Qualität 2011 fand im »Super C« der RWTH Aachen unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. Robert Schmitt statt. Im Mittelpunkt der diesjährigen Veranstaltung von Fraunhofer IPT und dem WZL der RWTH Aachen standen Trends, Methoden und neue Konzepte des Qualitätsmanagements, mit denen sich hochwertige Produkte präventiv absichern lassen und die Qualität durch Kennzahlen messbar wird. Dem Aufruf zur Teilnahme an der Veranstaltung folgten Fach- und Führungskräfte aus Entwicklung, Produktion, Einkauf und Qualitätsmanagement.

In zwei Fachforen, »Technisches Risikomanagement« und »Qualitätskennzahlen« konnten die Gäste der Veranstaltung Einblick in neue Perspektiven und Schwerpunkte des Qualitätsmanagements nehmen. Auf dem Programm standen außerdem Praxisvorträge von Experten namhafter Unternehmen wie MAN Diesel & Turbo SE, Lufthansa Technik AG, CLAAS KGaA mbH oder BMW AG.

Ein gemeinsames Dinner mit Fachvortrag zur nachhaltigen Unternehmensführung und eine »Dinner Speech« von Dr. Volker Kefer, Vorstand der Deutschen Bahn AG, zum Thema »Qualität und Deutsche Bahn – Synonym oder Gegensatz?« boten schon am ersten Veranstaltungsabend Anregungen zur Diskussion und Gelegenheit, Kontakte zwischen den Teilnehmern zu knüpfen und zu vertiefen.

of preservation and innovation, a consistent brand policy and first-class leadership“.

In the end, the participants agreed that the AWK 2011 had once again lived up to its billing as a major forum for scientific exchanges in all issues of production technology.

5-6 October 2011

15th Business Forum on Quality Management

The 15th Business Forum on Quality Management 2011 was conducted in the "Super C" building of the RWTH Aachen University under the chairmanship of Prof. Dr.-Ing. Robert Schmitt. This year's event – jointly hosted by the Fraunhofer IPT and the Laboratory for Machine Tools and Production Engineering WZL of the RWTH Aachen University – focused on trends, techniques and new ideas in quality management to provide protection for high-quality products and to develop benchmarks that allow a "quantification of quality". The forum was attended by leading experts and managers from the fields of development, production, procurement and quality management.

Two separate forums on "Technology Risk Management" and "Quality Benchmarks" allowed the guests to familiarize themselves with new perspectives and new ideas in various fields of quality management. The event also featured presentations by experts from renowned corporations such as MAN Diesel & Turbo SE, Lufthansa Technik AG, CLAAS KGaA mbH and BMW AG.

On the evening of the first day, a joint dinner with a presentation on sustainable corporate management and a keynote speech on "Quality and the German Rail Network – Synonyms or a Contradiction in Terms?" from Dr. Volker Kefer, member of the Executive Board of Deutsche Bahn AG (German Rail), provided – in addition to a range of interesting insights – many opportunities of establishing new contacts and of exchanging views and experiences.

28. November 2011

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

Das Internationale Kolloquium »Werkzeugbau mit Zukunft« gilt als zentraler Branchentreffpunkt. Auf kompakte Art und Weise bot die Veranstaltung auch 2011 wieder praktische Handlungsempfehlungen, damit Unternehmen im Wettbewerb langfristig erfolgreich bestehen. Die Vorträge des Kolloquiums hielten erneut renommierte Experten der besten Unternehmen aus dem Werkzeug- und Formenbau sowie aus dem WZL der RWTH Aachen und dem Fraunhofer IPT.

Die Preisverleihung zum »Werkzeugbau des Jahres 2011« war der mit Spannung erwartete Höhepunkt der Veranstaltung und das Finale im jährlichen Wettbewerb »Excellence in Production«. Bereits zum dritten Mal stellte der interne Werkzeugbau der Audi AG den Gesamtsieger. Während der feierlichen Abendveranstaltung des Kolloquiums nahm Michael Breme als Leiter des Werkzeugbaus den Pokal entgegen. Überreicht wurde die Auszeichnung im Kurhaus in Wiesbaden vor rund 200 Zuschauern durch den Vorjahressieger Dr. Christian Hinsel von der Hirschvogel Automotive Group in Denklingen.

Weitere Sieger und Finalisten gab die Jury in drei Einzelkategorien, je nach Unternehmensgröße und -einbindung, bekannt. Neben dem Gesamtsieg gewann die Audi AG Sparte Werkzeugbau auch in der Kategorie »Interner Werkzeugbau über 100 Mitarbeiter«. Der Sieger der Kategorie »Interner Werkzeugbau unter 100 Mitarbeiter« aus dem Jahr 2009, die Gerresheimer Werkzeug- und Automatisierungstechnik GmbH konnte sich auch 2011 wieder behaupten. In der Kategorie »Externer Werkzeugbau unter 100 Mitarbeiter« setzte sich die Opus Formenbau GmbH aus Heiligkreuzsteinach bei Heidelberg gegen ihre Mitbewerber durch. Der Wettbewerb »Excellence in Production« fand in diesem Jahr bereits zum achten Mal statt.

28 November 2011

**11th International Colloquium
"Tool and Die Making for the Future"**

The international colloquium "Tool and Die Making for the Future" is the place where people from the industry meet every year to exchange views and experiences. The 2011 edition continued the event's tradition of presenting sound business advice in a compact and practice-oriented manner, helping enterprises to ensure their long-term survival in challenging business climates. The speakers at the colloquium came from some of the world's most successful tool and die manufacturing companies as well as from the WZL of the RWTH Aachen University and the Fraunhofer IPT.

The eagerly anticipated highlight of the event was the award ceremony for the "Tool maker of the Year 2011", the crowning conclusion of the annual "Excellence in Production" contest. For the third time, the overall winner came from the internal tool manufacturing operation of Audi AG. In front of 200 guests at the festive evening gala in the Wiesbaden Kurhaus, Michael Breme, director of the company's tool manufacturing department, received the trophy from the hands of Dr. Christian Hinsel who represented the previous year's winners, Hirschvogel Automotive Group (Denklingen).

The jury also announced the winners of the three individual sub-categories for companies of a certain size and level of independence. The tool manufacturing department of Audi AG also won the category for "Internal tool manufacturers in companies with more than 100 employees". The category "Internal tool manufacturers in companies with less than 100 employees" was won by Gerresheimer Werkzeug- und Automatisierungstechnik GmbH who had already been awarded the prize in 2009. The prize for the best "External tool manufacturer with less than 100 employees" went to Opus Formenbau GmbH from Heiligkreuzsteinach near Heidelberg. The "Excellence in Production" contest was staged for the eighth time.

MESSEN FAIRS

22.-27. Januar 2011

Photonics West

San Francisco/USA

1.-4. März 2011

Zuliefermesse Z

Leipzig

22.-24. März 2011

Medtec Europe

Stuttgart

29.-31. März 2011

JEC Composites

Paris/F

18.-21. April 2011

Photonica

Moskau/RUS

3.-6. Mai 2011

Control

Stuttgart

9.-12. Mai 2011

Optifab

Rochester/USA

23.-26. Mai 2011

Laser – World of Photonics

München

19.-24. September 2011

EMO

Hannover

27.-29. September 2011

MM Live

Birmingham/UK

16.-19. November 2011

Medica

Düsseldorf

28.-30. November 2011

bonding-Firmenkontaktmesse

Aachen

29. November - 2. Dezember 2011

EuroMold

Frankfurt/Main

30. November - 1. Dezember 2011

Precision Fair

Veldhoven/NL

EHRUNGEN AWARDS

Forschungspreis der Mühlhoff-Stiftung für Dipl.-Wirt.-Ing. Pascal Schug

Dipl.-Wirt.-Ing. Pascal Schug, wissenschaftlicher Mitarbeiter der Abteilung »CAx-Technologien« am Fraunhofer IPT, hat am 25. November 2011 den Förderpreis der Mühlhoff-Stiftung für seine ausgezeichneten Studienleistungen erhalten: Er empfing die Auszeichnung für seine Diplomarbeit mit dem Titel »Kriteriengestützte Bewertung und Selektion der Fräsoperationen zur wirtschaftlichen Fertigung von Turbomaschinenkomponenten«. Pascal Schug stellte vor Ort in Uedem die Inhalte seiner Diplomarbeit in einem kurzen Vortrag vor und nahm im Anschluss den Förderpreis entgegen

Ehrenplakette der FH Aachen für Sebastian Schwaak

Am 25. November 2011 erhielt Sebastian Schwaak im Krönungssaal des Aachener Rathauses die Ehrenplakette der FH Aachen: Er schloss im September 2010 sein Studium zum Bachelor of Engineering im Fach Biomedizinische Technik an der FH Aachen mit der Gesamtnote 1,3 ab. Sebastian Schwaak ist seit Februar 2010 als studentische Hilfskraft in der Abteilung Lasermaterialbearbeitung tätig und studiert nun im Masterstudiengang Produktentwicklung mit dem Schwerpunkt »Konstruktiver Maschinenbau«.

Borchers-Plakette der RWTH Aachen für Dr.-Ing. Michael Emonts

Für seine Doktorprüfung mit Auszeichnung erhielt Dr.-Ing. Michael Emonts im Juni 2011 die Borchers-Plakette der RWTH Aachen. Die Plakette, die jährlich vergeben wird und nach dem ehemaligen Rektor der Hochschule Professor Wilhelm Borchers benannt ist, wurde im Rahmen eines Festakts überreicht. Die Verleihung fand mit mehr als 650 Gästen im Audimax der RWTH Aachen statt.

Research Award of the Mühlhoff Foundation for Pascal Schug, Dipl.-Wirt.-Ing.

Pascal Schug, Dipl.-Wirt.-Ing. and Research Assistant at the "CAx technologies department" of the Fraunhofer IPT, has received the Research Award of the Mühlhoff Foundation in recognition of his excellent academic performances. He was awarded the prize in Uedem on 25 November 2011 for his bachelor's thesis on "Criteria-Based Assessment and Selection of Milling Operations for the Economically Efficient Production of Turbo Engine Components". Pascal Schug outlined the central points of his thesis in a brief presentation and received the research award subsequently.

Badge of Honour of the FH Aachen for Sebastian Schwaak

On 25 November 2011, Sebastian Schwaak received the Badge of Honour of the FH Aachen in the Coronation Room of Aachen's City Hall. He had completed his degree course in Biomedical Engineering at the FH Aachen as a Bachelor of Engineering in September 2010, finishing with an overall grade of 1.3. Since February 2010, Sebastian Schwaak has been working as a Student Research Assistant in the Department for Laser Material Processing and is continuing his studies with a Master's course in Product Development, concentrating on "Constructive Engineering".

Borchers Medal award of the RWTH Aachen University for Dr.-Ing. Michael Emonts

For his excellent doctoral examination results Dr.-Ing. Michael Emonts was awarded with the Borchers Medal of the RWTH Aachen University in June 2011. The medal is named after the former rector, Professor Wilhelm Borchers and was handed over to Michael Emonts during the annual ceremony at the Audimax of the RWTH Aachen in front of more than 650 guests.

VERÖFFENTLICHUNGEN 2011

PUBLICATIONS 2011

Behrens, B.; Wilbert, A.; Heinen, D.; Bock, M.: Für einen wettbewerbsfähigen Werkzeug- und Formenbau. Strategien für die Oberflächenbehandlung von Werkzeugen und Formen. In: Gießerei Erfahrungsaustausch. 2011, Nr. 3 + 4, S. 4-9.

Behrens, B.; Zunke, R.: Process strategies for polished steel surfaces. In: European Cells and Materials. 2011, Nr. 22, S. 29.

Berger, R.; Fleischle, D.; Körner, K.; Lyda, W.; Osten, W.; Sobotka, A.; Wenzel, C.; Brecher, C.: Interferometrische Messung von Freiform-Schneidkanten auf einer Diamantbearbeitungsmaschine. In: tm – Technisches Messen. 2011, Nr. 78, S. 439-446.

Bichmann, S.; Köllmann, D.; Mallmann, G.; Schmitt, R.: VDI 2133 Messung optischer Funktionsflächen und Referenzmarken für die replikative Optikfertigung. Inspection of optical surface and reference marks for the manufacturing of optics by means of replication. In: VDI Wissensforum GmbH (Hrsg.): Metrologie in der Mikro- und Nanotechnik. Düsseldorf, 2011, S. 187-195.

Bobek, T.; Zymła, C.; Glasmacher, L.: Data Handling in Modern Optics Manufacturing Processes. In: 2nd EOS Conference on Manufacturing of Optical Components (EOSMOC 2011) – World of Photonics Congress 2011. München, 23.-25.5.2011.

Brecher, C.; Emonts, M.; Stimpfl, J.; Dubratz, M.; Kermer-Meyer, A.: Innovative manufacturing of 3D-lightweight components. New insights in the processing of continuous fibre-reinforced thermoplastic prepregs. In: Laser Technik Journal. Jg. 35, 2011, Nr. 5, S. 36-40.

Brecher, C.; Kermer-Meyer, A.; Dubratz, M.; Emonts, M.: Laserunterstützte Verarbeitung thermoplastischer UD-Prepregs. In: »Sampe Tagung 2011«. Aachen, 16.2.2011, o.a.S.

Brecher, C.; Kermer-Meyer, A.; Emonts, M.: FibreChain. In: »InnoMateria 2011«. Köln, 15.-16. 3. 2011. o.a.S.

Brecher, C.; Kermer-Meyer, A.; Emonts, M.: Neue Verfahren und Prozessketten zur Produktion von belastungsoptimierten thermoplastischen Organoblechen. In: »ATZ Tagung – Werkstoffe im Automobilbau«. Stuttgart, 18.-19.5.2011, o.a.S.

Brecher, C.; Kermer-Meyer, A.; Emonts, M.: Laser-Assisted Processing of Fiber-Reinforced Thermoplastic Composites. In: »SPE ASIATEC 2011«. Tokio, Japan, 15.-16.2.2011, o.a.S.

Brecher, C.; Klocke, F.; Lohse, W.; Cabral, G.F.; Rasim, M.; Triebs, J.; minoufekr, M.; Bäuml, S.; Bergs, T.; Herfs, W.; Glasmacher, L.; Wegner, H.: Integrative Simulation of Machine Tool and Manufacturing Technology. In: Brecher, C. (Hrsg.): Integrative Production Technology for High-Wage Countries. ISBN: 978-3-642-21066-2, S. 373-434.

Brecher, C.; Lindemann, D.; Merz, M.; Wenzel, C.: FPGA-based control system for highly dynamic axes in ultra-precision machining. In: Control of precision systems. 2011, S. 17-22.

Brecher, C.; Loosen, P.; Müller, R.; Pyschny, N.; Pavim, A.; Vette, M.; Malik, A.; Fayzullin, K.; Haag, S.; Schmitt, R.: Integratives Produkt- und Prozessdesign für die selbst-optimierende Montage. In: Brecher, C. (Hrsg.): Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer. Berlin, 2011, S. 909-957.

Brecher, C.; Schütte, A.; Pyschny, N.; Emonts, M.: New Process and device for minimal invasive surgical suturing. In: Proceedings of the 2011 Design of Medical Devices Conference DMD2011. Minneapolis, MN, USA, 12.-14.4.2011, o.a.S.

Brecher, C.; Schuh, G.; Aghassi, S.; Schubert, J.; Arnoscht, J.; Fuchs, S.; Karmann, W.; Kozielski, S.; Roderburg, A.; Schiffer, M.; Stiller, S.; Tönissen, S.; Jeschke, S.; Bauhoff, F.; Jooß, C.; Orilski, S.; Richert, A.; Welter, F.: Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer. In: Brecher, C. (Hrsg.): Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer. Berlin, 2011, o.a.S.

Brecher, C.; Stimpfl, J.; Kermer-Meyer, A.; Dubratz, M.: Automatisierte Herstellung faser-verstärkter Leichtbaukomponenten. In: »WGP-Kongress«. Berlin, 8.-9.6.2011, o.a.S.

Brecher, C.; Stimpfl, J.; Kermer-Meyer, A.; Dubratz, M.; Emonts, M.: Load-optimised tailored thermoplastic FRP blanks for mass production. New insights in the processing of continuous fibre-reinforced thermoplastic prepregs allow the eco-friendly production of complex, safty-relevant and high-performance structural components by laser-assisted tape laying. In: JEC Composites Magazine. 48 Jg., Nr. 65, S. 60-62.

Brecher, C.; Wenzel, C.; Hannig, S.: Ultraschall steigert Produktivität beim Zerspanen harter Werkstoffe. In: Maschinenmarkt. 2011, Nr. 22, S. 24-27.

Brecher, C.; Wenzel, C.; Matrose, A.; Niehaus, F.: Fertigen von Mikrostrukturen erfordert spezielle Prozessführung. In: Maschinenmarkt. 2011, Nr. 9, S. 20-23.

Brummer, C.; Bausch, S.: Laser macht Drehmaschine zu einem flexiblen Multitool. In: Maschinenmarkt. 2011, S. 138-141.

Bulla, B.; Klocke, F.; Dambon, O.; Hüntten, M.: Ultrasonic assisted diamond turning of hardened steel for mould manufacturing. In: »Asian Society for Precision Engineering and Nanotechnology«. Hong Kong, China, 16.-18.11.2011, o.a.S.

Emonts, M.: Laserunterstütztes Scherschneiden von hochfesten Blechwerkstoffen. In: Klocke, F.; Schuh, G.; Brecher, C.; Schmitt, R. (Hrsg.): Berichte aus der Produktionstechnik. Aachen, 2011, Nr. 10/2010, o.a.S.

Emonts, M.: Neue Verfahren und Prozessketten zur Produktion von belastungsoptimierten Organoblechen. In: »ATZ Tagung«. Stuttgart, 18.5.2011, o.a.S.

Emonts, M.: Herstellung von belastungsoptimierten UD-endlosfaserverstärkten Thermoplast-Bauteilen. In: »Thermocomp Tagung«. Chemnitz, 29.6.2011, o.a.S.

Emonts, M.: Automatisierte Handhabung für die FVK-Großserienproduktion. In: »SAMPE Tagung«. Aachen, 16.2.2011, o.a.S.

Emonts, M.; Brecher, C.: Laser-assisted shearing: new process developments for the sheet metal industry. Maximization of clear-cut surface rates by local laser-induced softening of the sheet material. In: International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2011, (online).

Emonts, M.; Schütte, A.: Entwicklung und Produktion von MR-sicheren minimalinvasiven Operationsinstrumenten aus Faserverbundkunststoff. In: »Medical Visions«. Wattwil, Schweiz, 15.11.2011, o.a.S.

Frank, S.; Ungers, M.; Rolser, R.: Coaxial Control of Aluminum and Steel Laser Brazing Processes. In: Physics Procedia: Jg. 12, 2011, Part A, S. 752-760.

Frieben, J.; Tichy, M.: Automatic Deployment of IEC 61499 Function Blocks onto Interconnected Devices. In: SPS/IPC/DRIVES 2011: Elektrische Automatisierung – Systeme und Komponenten, Fachmesse & Kongress. 2011, S. 602.

Glasmacher, L.: Integrative CAx Process Chains for Turbo-machinery Part Manufacturing and Repair. In: »International Conference on Turbomachinery Manufacturing ICTM«. Aachen, 23.-24.2.2011, o.a.S.

He, P.; Wang, F.; Li, L.; Georgiadis, K.; Dambon, O.; Klocke, F.; Yi, A.Y.: Development of a low cost precision fabrication process for glass hybrid aspherical diffractive lenses. In: Journal of optics. Jg. 13, 2011, Nr. 8, o.a.S.

Hacker, P.; Kitzer, P.; Meinecke, M.; Schaller, C.; Schubert, J.; Schuh, G.; Weber, P.; Wellensiek, M.; Zeppenfeld, C.: Integratives Gestalten von Technologie, Produkt und Fertigung. In: Brecher, C.; Klocke, F.; Schmitt, R.; Schuh, G. (Hrsg.): Wettbewerbsfaktor Produktionstechnik – Aachener Perspektiven, Aachen, 2011, S. 297-316.

Hannig, S.: Flexural Oscillators for the Vibration Assisted Machining. In: »UPT- Mitgliederversammlung Frühjahr 2011«. Aachen, 31.3.2011, o.a.S.

Hannig, S.: Possibilities of Oscillating machining Technology. In: »EFCLIN«. Barcelona, Spanien, 12.-13. 5.2011, o.a.S.

Hannig, S.: Integrated Design of Ultrasonic Systems. In: »UPT-Tagung H2011«. Frankfurt a.M., 28.9.2011, o.a.S.

Heinen, D.: Signifikante Erhöhung der Verschleißbeständigkeit von Bauteilen mittels kombinierter Oberflächenbehandlung (CURARE). In: Schuh, G.; Boos, W. (Hrsg.): Werkzeugbau Akademie – Forschungsbericht 2010/2011. Aachen, 2011, S. 142-146.

Heinen, D.; Arntz, K.: Werkzeugverschleiß reduzieren. Automatisierte 5-achsige Laseroberflächenbehandlung für komplexe Bauteiloberflächen. In: MO – Magazin für Oberflächentechnik. Jg. 65, 2011, Nr. 3, S. 18-20.

Hesse, J.: Verzahnungsanregung im Antriebsstrang. In: Brecher, C.; Eversheim, W.; Klocke, F. (Hrsg.): Berichte aus der Produktionstechnik. Aachen, 2011, Nr. 1, o.a.S.

Hünten, M.; Hollstegge, D.; Wang, Y.; Krappig, R.; Dambon, O.; Klocke, F.: WaferLevelOptics – Project Enables Ever-Smaller Micro-Optics. In: EuroPhotonics. Jg. 13, 2011, October Issue, S. 24-26. In: EuroPhotonics. Jg. 16, 2011, Nr. 2, S. 24-26.

Hünten, M.; Hollstegge, D.; Wang, Y.; Krappig, R.; Dambon, O.; Klocke, F.: WaferLevelOptics – Neuer Ansatz zur Herstellung mikrooptischer Komponenten aus Glas. In: Photonik. Jg. 43, 2011, Nr. 3, S. 68-70.

Klocke, F.; Auerbach, T.; Glasmacher, L.; Kratz, S.; Minoufekar M.: Process Planning and Monitoring of Blisk Production. In: Brecher, C. (Hrsg.): Integrative Production Technology for High-Wage Countries. 1. Aufl., Aachen, 2011, S. 988-995.

Klocke, F.; Brecher, C.; Zünke, R.; Tücks, R.: Corrective polishing of complex ceramics geometries. In: Precision Engineering. Jg. 35, 2011, Nr. 2, S. 258-261.

Klocke, F.; Dambon, O.; Behrens, B.: Analysis of defect mechanisms in polishing of tool steels. In: Production Engineering – Research and Development. Jg. 5, 2011, Nr. 5, S. 475-483.

Klocke, F.; Dambon, O.; Bulla, B.: Tooling system for diamond turning of hardened steel moulds with aspheric or non rotational symmetrical geometries. In: »EUSPEN meeting 2011«. Cernobbio, Italy, 25.5.2011, o.a.S.

Klocke, F.; Dambon, O.; Bulla, B.: Diamond Machining of Optical Steel Molds. In: »Optifab 2011«. Rochester, USA, 12.5.2011, o.a.S.

Klocke, F.; Dambon, O.; Herben, M.: IR-Based Temperature Measurement in Rotational Grinding of Sapphire Wafers. In: Kuljanic, E. (Hrsg.): AMST'11 Advanced Manufacturing Systems and Technology, Ninth International Conference on Advanced Manufacturing Systems and Technology Proceedings. 2011, S. 623-634.

Klocke, F.; Dambon, O.; Hollstegge, D.; Hüntten, M.: Wafer Level Manufacturing of Glass Optics Optics Manufacturing Processes. In: Beckstette, K.; Comley, P. (Hrsg.): 2nd EOS Conference on Manufacturing of Optical Components (EOSMOC 2011). München, 2011, o.a.S.

Klocke, F.; Heinen, D.; Arntz, K.; Bäcker, V.; Schongen, F.; Feldhaus, B.: Verschleißreduktion von Werkzeugen durch gezielte Geometrie- und Aktivflächenoptimierung. In: Klocke, F.; Schuh, G. (Hrsg.): 11. Internationales Kolloquium »Werkzeugbau mit Zukunft«. Aachen, 2011, S. 93-96.

Köllmann, D.; Bichmann, S.; Schmitt, R.; Pfeifer, T.: Inspection of free-formed optical surfaces concerning form and orientation errors. In: Zagar, B. (Hrsg.): Proceedings of the 20th IMEKO TC2 Symposium on Photonics in Measurement. Linz, Austria, 16.-18.5.2011, S. 50-53.

König, N.; Bichmann, S.; Schmitt, R.: Hoch miniaturisierte Sensortechnik zur Rundheitsprüfung kleinster Bohrungen. In: »Fraunhofer-Allianz Vision Technologietag 2011«. Kaiserslautern, 29.-30.6.2011, o.a.S.

König, N.; Bichmann, S.; Schmitt, R.: Inline and In-Process Metrology: Challenges and Added Value. In: »Royal Society Satellite Meeting on Precision Measurement«. Kavli Royal Society International Centre, Chicheley Hall, Buckinghamshire, UK, 14.-15.07.2011, o.a.S.

Krappig, R.; Schmitt, R.: Messtechnik und Messdatenverarbeitung bei Oberflächenfehlern an optischen Bauteilen. In: »VDI Wissensforum – Fehler in optischen Bauteilen erkennen und vermeiden«. Baden-Baden, 10.11.2011, o.a.S.

Loosen, P.; Schmitt, R.; Brecher, C.; Funck, M.; Gatej, A.; Morasch, V.; Pavim, A.; Pyschny, N.; Müller, R.: Self-optimizing assembly of laser systems. In: Production Engineering – Research and Development. Jg. 5, 2011, Nr. 4, S. 443-451.

Miguel, J.J. de; Bobek, T.; Teichert, C.: Recent patents on self-organised magnetic nanodot arrays. In: Recent patents on nanotechnology. 2011, Vol. 5, No.1. ISSN: 1872-2105, S. 1-18.

Müller, R.; Brecher, C.; Corves, B.; Riedel, M.; Haag, S.; Vette, M.: Self-optimization as an enabler for flexible and reconfigurable assembly systems. In: Jeschke, S.; Liu, H.; Schilberg (Hrsg.): Intelligent Robotics and Applications – 4th International Conference, ICIRA 2011. Aachen, Germany, 6.-8.12.2011, Part II, Vol. 710, o.a.S.

Pfeifer, T.; Schmitt, R.; König, N.; Mallmann, G.: Interferometric measurement of injection nozzles using ultra-small fiber-optical probes. In: Chinese Optics Letters. Jg. 9, 2011, Nr. 7, S. 071202-1 - 071202-4.

Pothen, M.; Minoufekar, M.; Huwer, T.; Glasmacher, L.: NC-Datenanalyse und -optimierung Einsatz des »NCProfilers« im Werkzeug und Formenbau. In: wt Werkstattstechnik online. Jg. 101, 2011, Nr. 11/12, S. 724-729.

Saxler, J.: Gestaltungsmodell für Netzwerke zur Technologiefrüherkennung. In: Brecher, C.; Klocke, F.; Schmitt, R.; Schuh, G. (Hrsg.): Ergebnisse aus der Produktionstechnik. Bd. 1/2011. Aachen, 2011, o.a.S.

Schmitt, R.; Becker, P.; Schuh, G.; Hammers, C.; Franzkoch, B.; Röwekamp, M.; Rohrmus, D.; Münks, B.; Löffler, T.; Kaminksi-Nissen, M.; Ehrhardt, S.; Blankertz, C.; Frischemeier, S.: Eco2Production – Von der Ökobilanz zum Wettbewerbsvorteil. In: Brecher, C.; Klocke, F.; Schmitt, R.; Schuh, G. (Hrsg.): Wettbewerbsfaktor Produktionstechnik – Aachener Perspektiven. 2011, S. 125-156.

Schmitt, R.; Große-Böckmann, M.: Qualität in produzierenden Unternehmen Deutschlands 2010 – Methoden, Systeme und Erfolgsfaktoren des modernen Qualitätsmanagements. Aachen, 2011.

Schmitt, R.; Große-Böckmann, M.: Qualitätssysteme effizient und erfolgreich gestalten. In: Quality Engineering. Jg. 30, 2011, Nr. 2, S. 6-8.

Schmitt, R.; Große-Böckmann, M.: Methodischer Nachholbedarf in der Produktentwicklung. In: Quality Engineering. Jg. 30, 2011, Nr. 3, S. 14-16.

Schmitt, R.; Große-Böckmann, M.: Über Kennzahlen steuern. Prozesse, Mitarbeiter und Produktivität. In: Management und Qualität, Jg. 7, 2011, Nr. 3, S. 12-14.

Schmitt, R.; Große-Böckmann, M.: Neue Lösungsansätze für die Akzeptanz des Qualitätsmanagements. In: Quality Engineering. Jg. 30, 2011, Nr. 4, S. 10-13.

Schmitt, R.; König, N.: Design und Fertigung hochminiaturisierter Fasersonden für interferometrische Messungen. In: León, F.; Beyerer, J. (Hrsg.): XXV. Messtechnisches Symposium des Arbeitskreises der Hochschullehrer für Messtechnik e.V. Karlsruhe, 22.-24.9.2011, o.a.S.

Schmitt, R.; König, N.; Zheng, H.: Machine integrated optical measurement of honed surfaces in presence of cooling lubricant. In: Leach, R. (Hrsg.): Proceedings of the 13th International Conference on Metrology and Properties of Engineering Surfaces. National Physical Laboratory Teddington/UK 2011, S. 332-336.

Schmitt, R.; König, N.; Zheng, H.: Machine integrated optical measurement of honed surfaces in presence of cooling lubricant. In: Journal of Physics: Conference Series. 2011, Nr. 311, S. 012007 1-5.

Schmitt, R.; Krappig, R.: Development and Verification of a Wafer Adjustment Process via Wavefront-Analysis. In: »2nd EOS Conference on Manufacturing of Optical Components«. München, 23.-25.5.2011, o.a.S.

Schmitt, R.; Loosen, P.; Brecher, C.; Pavim, A.; Funck, M.; Morasch, V.; Gatej, A.; Pyschny, N.; Haag, S.: Self-Optimizing Flexible Assembly Systems. In: Computer Technology and Application. Jg. 2, 2011, Nr. 5, S. 333-343.

Schmitt, R.; Mallmann, G.: Development of a FD-OCT for the Inline Process Metrology in Laser Structuring Systems. In: Lehmann, P.; Osten, W.; Gastinger, K. (Hrsg.): Optical Measurement Systems for Industrial Inspection VII (Proceedings Volume). Bellingham, USA 2011, S. 808228-1/-9.

Schmitt, R.; Ottong, A.; Gut, H.: Mitigating technical risks by creative problem solving approaches. In: Institute of Electrical & Electronics Engineers Inc. (Hrsg.): The Role of Reliability and Maintainability in Design for Sustainability. Operations Center, New Jersey, 2011, S. 1-6.

Schmitt, R.; Schumacher, S.: Identifying, Analyzing and Evaluating Risks of Service Development – A Quality-oriented Approach. In: Lin, C.; Zhang, M. (Hrsg.): Proceedings of 2011 International Conference on Innovation, Management and Service. Singapore, 16.-18.9.2011, S. 177-182.

Schmitt, R.; Schumacher, S.; Föhr, R.: ChinaStar – Deutsche Dienstleister auf dem Weg nach China. In: Gatermann, I.; Fleck, M. (Hrsg.): Mit Dienstleistungen die Zukunft gestalten – Impulse aus Forschung und Praxis. Frankfurt a.M: Campus Verlag, 2011, S. 225-234.

Schmitt, R.; Schumacher, S.; Wiertz, J.: ServRisk – Service Management without innovation risks: In: Ganz, W.; Kicherer, F.; Schletz, A. (Hrsg.): Productivity of Services NextGen – Beyond Output/Input. Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 2011, S. 24.

Schmitt, R.; Zentis, T.: Agieren statt reagieren – Stand des technischen Risikomanagements in der Industrie. In: Qualität und Zuverlässigkeit. Jg. 56, 2011, Nr. 9, S. 32-36.

Schmitt, R.; Zentis, T.: New Approach for Risk Analysis and Management in Medical Engineering. In: Institute of Electrical & Electronics Engineers Inc. (Hrsg.): The Role of Reliability and Maintainability in Design for Sustainability. Operations Center, New Jersey, 2011, S. 1-6.

Schmitt, R.; Zentis, T.: Technisches Risikomanagement – Status Quo deutscher produzierender Unternehmen. In: Schmitt, R. (Hrsg.): Produkt- und Prozessqualität präventiv absichern und messbar machen. Aachen: Apprimus, 2011, S. 85-113.

Schmitt, R.; Zheng, H.; König, N.; Mally, M.: Optical immersed surface inspection of honed cylinder bores. In: Euspen (Hrsg.): Proceedings of the 11th Euspen International Conference. Lake Como, Italy, 23.-27.5.2011, S. 133-136.

Schuh, G.; Aghassi, S.; Orilski, S.; Schubert, J.: Technology roadmapping for the production in high-wage countries. In: Production Engineering – Research and Development: Jg. 5, 2011, Nr. 4, S. 463-473.

Schuh, G.; Boos, W.; Arntz, K.; Kuhlmann, K.; Rittstieg, M.: Meilensteine des Werkzeugbaus – Zentrale Einschätzung zu Entwicklungen der Branche. In: Form + Werkzeug. Jg. 19, 2011, Nr. 3, S. 28-31.

Schuh, G.; Drescher, T.; Wellensiek, M.: Technology-Leveraging – Das Technologiepotential gezielt abschöpfen. In: Gausemeier, J. (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung. Paderborn, 2011, S. 111-135.

Schuh, G.; Drescher, T.; Wemhöner, H.: Technologiemanagement lebensfähig gestalten. In: Maschinenmarkt: 2011, Nr. 26, S. 35-37.

Schuh, G.; Drescher, T.; Wemhöner, H.: Ein lebensfähiges Technologiemanagement schaffen – Wege zum Erfolg. In: Tools. Informationen der Aachener Produktionstechniker. Aachen, 2011, Nr. 2, S. 6-8.

Schuh, G.; Kreysa, J.; Hacker, P.: Jetzt die Weichen für einen gestärkten Einkauf stellen. In: Maschinenmarkt. 2011, Nr. 27, S. 20-22.

Schuh, G.; Schöning, S.; Haag, C.; Untiedt, D., Schulte-Gehrmann: A.-L., Commercial-technological Due Diligence. In: Berens, W.; Brauner, H. U.; Strauch, J. (Hrsg.): Due Diligence bei Unternehmensakquisitionen. Stuttgart, 2011, S. 593-622.

Schuh, G.; Schubert, J.; Aghassi, S.; Orilski, S.: Development of a technology roadmap for the production in high-wage countries. In: Hosni, Y. (Hrsg.): Technology and the Global Challenges Security, Energy, Water, and the Environment – 20th International Conference on Managemet of Technology (IAMOT). Miami Beach, Florida, USA, 2011. o.a.S.

Schumacher, S.: ServRisk – Risikominimierter Innovationsprozess für industrielle Dienstleistungen Veranstaltung. In: »Dienstleistungstag.NRW“. Düsseldorf, 27.9.2011.

Stürwald, S.; Schmitt, R.: Combination of a nano-coordinate measuring machine with a low-coherent digital holographic microscopy sensor for large-scale measurements. In: Proceedings of SPIE 8204, 82043U, 2011. o.a.S.

Stürwald, S.; Schmitt, R.: Anpassung von digitalholographischen Propagationsalgorithmen an kurzkohärente Lichtquellen in einem hochauflösenden Sensorsystem. In: Optik (Hrsg.): DGoO-Proceedings 2011. Erlangen: DGoO, 2011, o.a.S.

Stürwald, S.; Schmitt, R.: Large scale atomic force microscopy for characterisation of optical surfaces and coatings. In: International Journal of Precision Technology. Jg. 2, 2011, Nr. 2/3, S. 136-152.

Tawakoli, T.; Brecher, C.; Junghans, L.; Clemens, J.; Böhm, J.; Güntert, G.: Ultraschallunterstütztes Superfinishing von zylindrischen Präzisionsbauteilen. Villingen-Schwenningen, 2011, o.a.S.

Weckenmann, A.; Schmidt, H.; Schmitt, R.; König, N.; Zheng, H.: Evaluation of a Function oriented optical In-Process Measurement System for cylinder Liners – 100 % Measurement of the honed surface. In: Automatisierungstechnik (Hrsg.): 10th IMEKO Symposium Laser Metrology for Precision Measurement and Inspection in Industry (LMPMI). Düsseldorf: VDI-Verlag, 2011, Nr. 2156, S. 31-37.

Winands, K.: Laserstrahlstrukturieren von Freiformflächen. In: Schuh, G.; Boos, W. (Hrsg.): Werkzeugbau Akademie – Forschungsbericht 2010/2011. Aachen: Apprimus Verlag, 2011, S. 133-141.

Witte, A.; Schmitt, R.: System integration of sensors for fluorescence based lab on a chip systems. In: AMA Service GmbH (Hrsg.): Proceedings of the SENSOR+TEST Conferences 2011. Wunstorf: AMA Service GmbH, 2011, S. 150-150.

Zentis, T.; Schmitt, R.: Nachholbedarf in Sachen Risiko-
prävention. In: Quality Engineering. Jg. 30, 2011, S. 12-13.

DISSERTATIONEN 2011

DISSERTATIONS 2011

Saxler, J.: Gestaltungsmodell für Netzwerke zur Technologiefrüherkennung. Diss. RWTH Aachen, 2011

Vielhaber, K.: Wellenfrontsensor nach dem Shack-Hartmann-Prinzip auf Basis einer digitalen Mikrospiegel-Matrix. Diss. RWTH Aachen, 2011

Zunke, R.: Technological Analysis of Advanced Ceramics Polishing. Diss. RWTH Aachen, 2011

Rosen, C.-J.: Laserunterstützte Fräsbearbeitung hochfester Werkstoffe. Diss. RWTH Aachen, 2011

Utsch, P.: Steigerung der Arbeitsgenauigkeit mehrachsiger Maschinensysteme durch Kompakt- und Integralbauweise am Beispiel einer 5-Achs-Maschine. Diss. RWTH Aachen, 2011

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.
Seite 100-103: Dipl.-Medienwiss. Franzika Reichelt

Übersetzung/Translation

European Translation Centre Ltd., Capetang, F

Layout/Layout

Guido Flüchter

Fotos/Photos

Fraunhofer IPT
außer:
Titel: Heinz Nixdorf Institut
Seite 21, 23, 33, 89, 91, 95, 97, 109: Panther Media GmbH
Seite 31: MAN Diesel & Turbo SE
Seite 61: A. Monforts Werkzeugmaschinen GmbH & Co. KG
Seite 93: Audi AG
Seite 98: The Visible Earth, NASA

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, 2012

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

- ☐ Beratung und Management/Consulting and Management
- ☐ Leichtbau-Produktionstechnik/Lightweight Production Engineering
- ☐ Life Sciences/Life Sciences
- ☐ Maschinen- und Anlagenbau/Mechanical and Plant Engineering
- ☐ Optik/Optics
- ☐ Präzisions- und Mikrotechnik/Precision and Micro Technology
- ☐ Turbomaschinen/Turbomachinery
- ☐ Werkzeug- und Formenbau/Tool and Die Making

© 2012

**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