



ANWENDUNGSZENTRUM

mikro
PRODUKTIONS
TECHNIK

3	ANWENDUNGSZENTRUM mikroPRODUKTIONSTECHNIK
4	Mikrofertigung
6	Präzisionsmaschinen
8	Messtechnik
10	Anwendungsszenarien
16	AMP gebäude
18	Stationen
20	Architektur
22	Labore
24	Ausstattung
27	UNSER service
28	Leistungen
30	Zusammenarbeit
32	Interview
34	Fraunhofer IPK
35	Ansprechpartner / Impressum



ANWENDUNGSZENTRUM **mikro**PRODUKTIONSTECHNIK

» Unsere Stärke ist die Systemkompetenz. Wir beherrschen nicht nur einzelne Mikrotechnologien, sondern decken das gesamte Spektrum der Mikroproduktion ab: von der Mikrofertigung über Präzisionsmaschinen bis hin zur Mikromesstechnik. Dadurch können wir unseren Kunden Komplettlösungen für ihre jeweilige Fragestellung anbieten. «

Prof. Dr. h. c. Dr.-Ing. Eckart Uhlmann

Optimale Bedingungen für feinste Bearbeitungstechnologien und perfekte Voraussetzungen für Spitzenleistungen in Forschung und Entwicklung – das bieten wir unseren Kunden und Partnern im Anwendungszentrum Mikroproduktionstechnik. Das neue, hochmoderne Laborgebäude ist speziell auf die besonderen Bedürfnisse von Hoch- und Ultrapräzisionstechnologien abgestimmt. Hier arbeiten Wissenschaftler des Fraunhofer-Instituts für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK

und des Instituts für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb IWF der Technischen Universität Berlin gemeinsam an der Entwicklung von Mikrokomponenten und mikrostrukturierten Bauteilen, der Optimierung von Prozessketten für die Serien- und Massenfertigung sowie an dem Test komplexer Mikrosysteme. Dank unserer langjährigen Erfahrung als Forschungsdienstleister in der Mikroproduktionstechnik sind wir bestens auf die unterschiedlichsten Aufgaben unserer Kunden vorbereitet. Egal ob Sie aus der Energie- und Antriebstechnik, dem Automobilbau, der Luft- und Raumfahrt, dem Werkzeug- und Formenbau oder der Feinwerktechnik kommen – sprechen Sie uns an. Wir nehmen jede neue Herausforderung gern an.

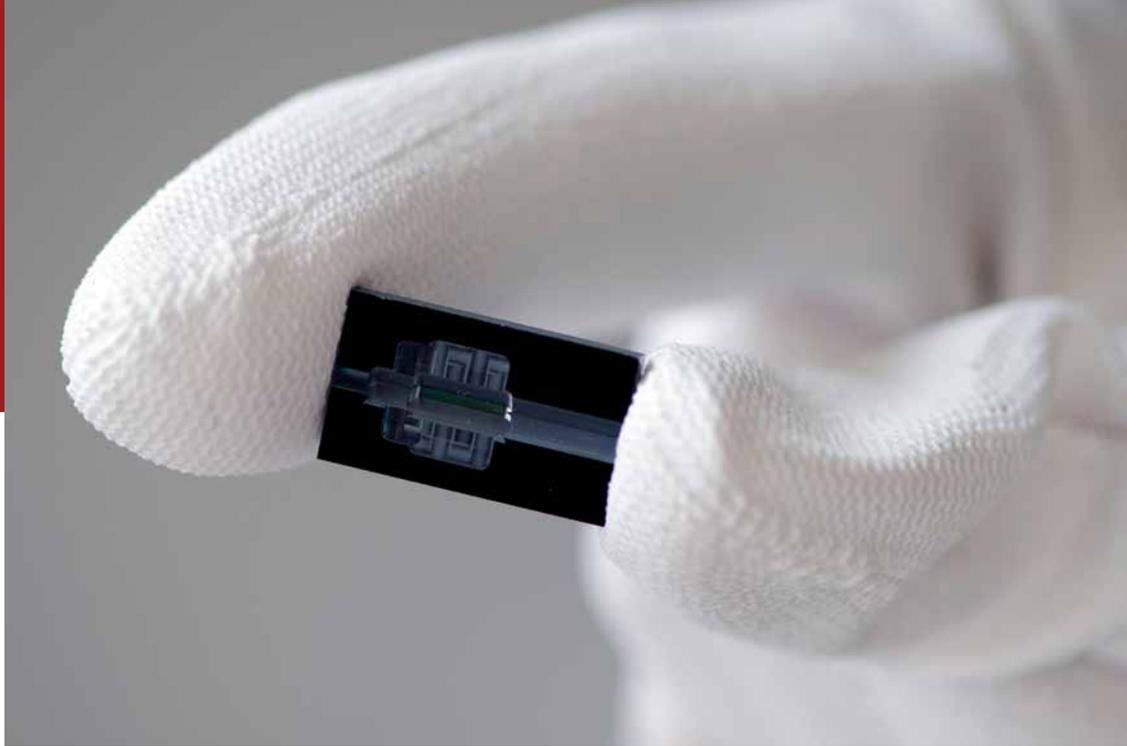
technologie OPTIMIEREN

Erodiermaschinen sind das Standbein des mittelständischen Brensbacher Unternehmens Zimmer&Kreim. Beim Senkerodieren werden Elektroden aus Elektrolyt-Kupfer und Wolfram-Kupfer eingesetzt, um Hartmetall zu bearbeiten, etwa für den Werkzeug- und Formenbau – auch im Mikrobereich. Je feiner die gefertigten Teile sind, desto schwerer fallen kleinste Abweichungen an den Randzonen ins Gewicht. Deshalb haben sich Zimmer&Kreim an das AMP gewandt. Gemeinsam mit unserem Kunden ermitteln wir an der »Genius 1000 The Cube« experimentell die Haupteinflussparameter für Abweichungen und ihre Wechselwirkungen, so dass wir die optimierte Parametereinstellung bestimmen können. Randzonenuntersuchungen weisen uns dabei den Weg.

USB-Sticks werden kleiner und kleiner – bei drastisch steigender Speicherleistung. Das erfordert immer kleinere Bauteile in immer kompakteren Anordnungen. Entsprechend benötigen die Hersteller immer feinere Werkzeuge und Formen, die wiederum von immer genaueren Werkzeugmaschinen hergestellt werden. Die Mikrofertigung im AMP gewährleistet genau das. Mit der Qualifizierung neuer Werkzeuge, der Auslegung von Fertigungsprozessen und der Entwicklung neuer Messstrategien ermöglichen wir es unseren Kunden in Nanostrukturen

vorzudringen, die vor kurzer Zeit noch als utopisch galten: Bauteile mit Strukturmerkmalen im ein- bis dreistelligen Mikrometerbereich sind in der Mikrofertigung im AMP an der Tagesordnung. Möglich wird das durch den Einsatz spezieller Technologien.

Die Mikrofunktenerosion ist eine solche Technologie. Sie ist nahezu unabhängig von mechanischen Werkstoffeigenschaften und deshalb besonders geeignet zur Bearbeitung hoch-



Prototyp einer mikrooptischen Bank, gefräst mit Diamantwerkzeugen in Silizium

harter Werkstoffe. Mit einem Drahtdurchmesser von 20 μm werden 2,5-dimensionale Bauteile bearbeitet, etwa für Systems-in-Package – intelligente Mikrosysteme aus Sensoren, Schaltkreisen, Speichern etc. auf kleinstem Raum. Bei schwer zerspanbaren Werkstoffen setzen wir Licht als Werkzeug ein: Durch sogenannten kalten Abtrag mit Laserstrahlung werden in 5-Achs-Bearbeitungszentren zum Beispiel Mikrostrukturen in Formeinsätze eingebracht.

Auch das bei der Herstellung großer Bauteile eingesetzte Fräsen wird zur Mikrobearbeitung genutzt. Jedoch liegen hier die Durchmesser der Werkzeuge bei 0,1 bis 1 mm. Mit ihnen können kleinste Elektroden für die Mikrosenkerosion hergestellt werden. Auch für die Produktion von Formeinsätzen und

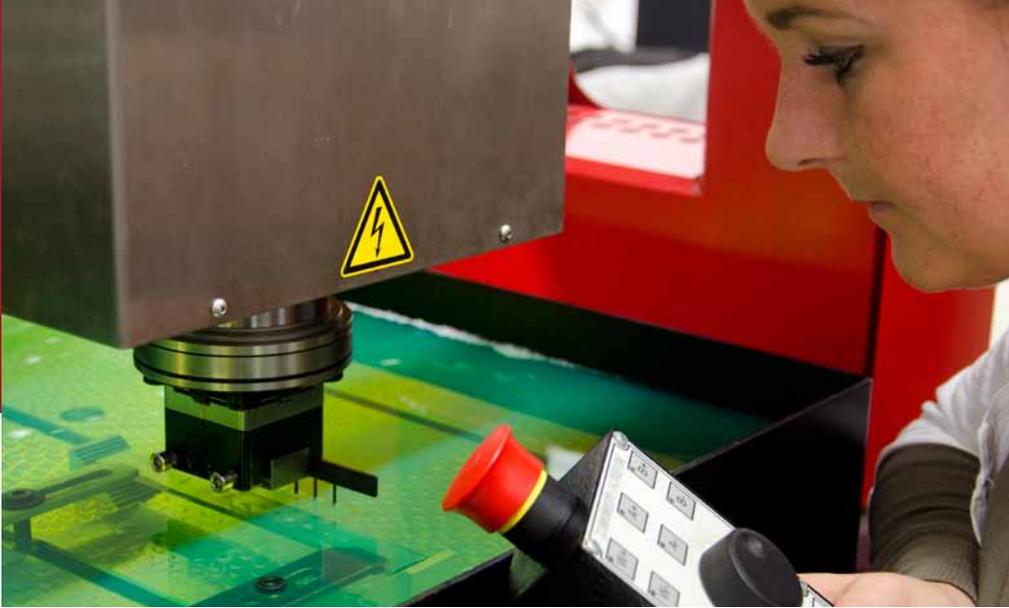
feinmechanischen Bauteile aus harten Materialien ist das Mikrofräsen prädestiniert.

Noch kleiner geht es nur mit der Ultrapräzisionszerspanung. Im schwingungsgedämpften Speziallabor werden mit monokristallinen Diamantwerkzeugen beispielsweise spiegelnde Oberflächen für optische Anwendungen in Buntmetalle und Kunststoffe eingebracht.

In der Mikrofertigung arbeiten wir an der kontinuierlichen Erweiterung des bearbeitbaren Materialspektrums und der Verfeinerung gängiger Fertigungstechnologien. Dabei behalten wir stets auch den Kostenaspekt im Auge, denn um die Mikroproduktionstechnik in der Praxis voranzubringen, muss sie für unsere Kunden aus der Industrie erschwinglich sein.

maschinensysteme MASSSCHNEIDERN

Hybrides Feinbohren ist das Ziel des neuartigen Maschinensystems, das das AMP im Verbund mit zehn Industriepartnern und dem Fraunhofer ILT im Projekt »MicroDrill« entwickelt. Dabei geht es darum, die Verfahren Laserbohren und Erodieren zusammenzuführen. Das Wendelbohren mit dem Laser ermöglicht nahezu exakt kreisrunde Bohrungen; durch Verkippen des Laserstrahls können konische Bohrungen erzeugt werden. Der Minimaldurchmesser der Bohrungen beträgt 40 μm . Bei Größen unter 100 μm treten jedoch Formabweichungen auf. Diese Abweichungen werden mit dem Verfahren der Mikrofunktenerosion nachbearbeitet, was gegenüber der Weiterbearbeitung mit dem Laser deutlich zeitsparender ist. Relevant ist die Technologie etwa für die Produktion von Einspritzdüsen, die eine Fertigungstoleranz von $\pm 1 \mu\text{m}$ haben, oder auch für die Fertigung von Spinddüsen mit ihrem Durchmesser von weniger als 50 μm . Bei komplexen Bohrgeometrien, wie bei Kühlbohrungen üblich, kommt außerdem die Mikrobahnerosion zum Einsatz. All das in einer einzigen Anlage.



Mikrorodieren

Würde man ein Auto exakt im Verhältnis 1:100 nachbauen, würde es sich proportional verhalten wie das große Vorbild? Mit Sicherheit nicht, denn beispielsweise wirken sich Materialausdehnungen aufgrund von leichten Temperaturschwankungen überproportional stark auf die winzigen Teile aus. Auch Korrosion und Schwingungen, die bei üblichen Fertigungsgrößen nicht einmal bemerkt würden, verändern die Wirkprinzipien im Kleinen drastisch.

Dasselbe gilt für Werkzeugmaschinen. Mit einem veränderten Maßstab ist es auch hier nicht getan. Jede Präzisionsmaschine für die Mikroproduktionstechnik muss deshalb weitgehend neu erfunden werden.

Der Präzisionsmaschinenbau ist eine der Kernkompetenzen im AMP. Die speziellen Bedürfnisse unserer Kunden sind uns dabei seit vielen Jahren Herausforderung und Inspiration zugleich. So haben wir zum Beispiel mit einem unserer mittelständischen Partner ein Multitalent unter den Präzisionsmaschinen geschaffen: Es kombiniert Fräser, Abtraglaser und

eine rotierende, hochfrequent oszillierende Stiftelektrode zur Funkenerosion. Oder auch der »HiDynMolder«, ein Bearbeitungszentrum für die flexible Fertigung von Mikrobauteilen und -strukturen, das wir gemeinsam mit dem mittelständischen Familienbetrieb Wissner entwickelt haben. Hierbei haben wir das Hochpräzisionsfräsen um die Prozessmodule Lasermaterialbearbeitung und optische Geometrieerfassung ergänzt.

Bei der Entwicklung neuer Präzisionsmaschinen und der Optimierung vorhandener Anlagen setzen wir je nach Bearbeitungsaufgabe auf Verfahren, die sich über die Jahre als Best Practices bewährt haben. Bei der Struktur- und Thermooptimierung sind das etwa Finite-Elemente-Analysen, bei der Kinematik- und Dynamikanalyse die Mehrkörpersimulation und bei der thermischen Verlagerung klassische experimentelle Untersuchungen. Um die beste Lösung für das spezifische Problem eines Kunden zu entwickeln, werden wir jedoch auch gerne kreativ und gehen immer wieder völlig neue Wege.

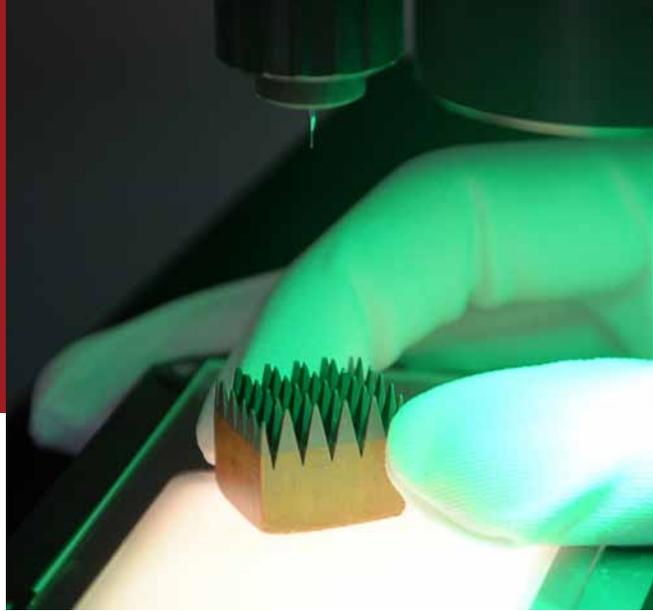
qualität EXAKT BESTIMMEN

Laserprojektionen von Schriftzügen oder Spezialbeleuchtungen in Museen erfordern oft winzige optische Systeme mit komplex geformten Linsen. Diese Linsen haben meist eine sogenannte Freiform-Oberfläche. Das Hauptproblem der Hersteller: Die Qualitätssicherung bei solchen Oberflächen ist langwierig und kompliziert. Taktile Messsysteme zerkratzen häufig die Linsen, der Einsatz optischer Systeme hingegen – etwa der eines Weißlicht-Interferometers – ist zeitaufwändig und erfordert einen zusätzlichen Arbeitsschritt außerhalb der Maschine. Gemeinsam mit dem Institut für Optik der Universität Erlangen-Nürnberg entwickeln wir deshalb ein optisches Messsystem, das direkt in den Arbeitsraum einer Ultrapräzisionsmaschine integriert wird. Dazu miniaturisieren wir den Messaufbau der Phasenmessenden Deflektometrie (PMD), die eine optische Flächenmessung ermöglicht. Auf diesem Weg können wir eine Messgenauigkeit von $1,5 \mu\text{m}$ erreichen, bei einer Messdauer von nur fünf Minuten. Zum Vergleich: Die Vermessung einer Freiform mit einem Weißlicht-Interferometer kann mehrere Stunden dauern.

Wo produzierte Teile oder Strukturen mit dem Auge kaum erkennbar sind, entgehen Produktionsabweichungen von wenigen Prozent der Wahrnehmung allemal. Kein Hersteller kann es sich leisten, jedes einzelne Teil von seinen Mitarbeitern unter dem Mikroskop auf Fehler prüfen zu lassen – eine ohnehin sehr ungenaue Methode der Qualitätssicherung. Am AMP entwickeln wir deshalb Messtechniken, die mit höchster Genauigkeit automatisiert bestimmen, ob ein winziges Produkt Gutteil oder Ausschuss ist.

Auch Prozessoptimierungen sind nur möglich, wenn die Fertigungsparameter genau erfasst werden. Die optischen und taktilen Messgeräte des AMP helfen bei der raschen Parameterbestimmung. Für eine kontinuierliche Prozessüberwachung integrieren wir bei unseren Kunden Sensoren direkt in den Arbeitsraum der Präzisionsmaschinen. Diese Sensoren sammeln permanent Informationen etwa zu Genauigkeit, Geschwindigkeit und Verschleiß im Fertigungssystem.

Bei unseren taktilen und optischen Messgeräten legen wir großen Wert auf Flexibilität. Sie decken eine Bandbreite unterschiedlichster Messaufgaben ab, die so vielfältig sind, wie die Produkte, um deren Güte es geht: Von der Bestimmung von Geometrien über exakte topographische Vermessungen bis hin zur Prüfung der korrekten Platzierung z. B. von



Mikromessen

Anschlüssen. Die flexible Einsetzbarkeit unserer Messtechnik entspricht unserem Anspruch, unsere Technologie auch kleinen und mittelständischen Unternehmen zugänglich zu machen. Unsere Kunden können schnell und vor allem auch kostengünstig von bereits vorhandenen, individuell anpassbaren Systemen profitieren.

Bei der dauerhaften Implementierung unserer Messtechnik dienen Sensoren ebenso der Prozessführung wie der Prozessüberwachung. Vor allem im zweiten Fall ist es nicht damit getan, Vorgänge zu erfassen und Daten zu sammeln. Hinzu kommt die informationstechnische Herausforderung, die gewonnenen Daten in den Prozess zurückzuführen. Das heißt, sie müssen automatisch vom System ausgewertet, auf Optimierungspotenzial hin geprüft und als Handlungsanweisung an die Präzisionsmaschinen rückübermittelt werden. Auf diese Weise ist ein Maschinensystem der Mikrofertigung in der Lage, sich selbst zu überwachen, seine Leistung ohne Fremdeinwirken zu steigern und gegebenenfalls Warnungen auszugeben, wo eine Entscheidung menschliche Kompetenz erfordert.

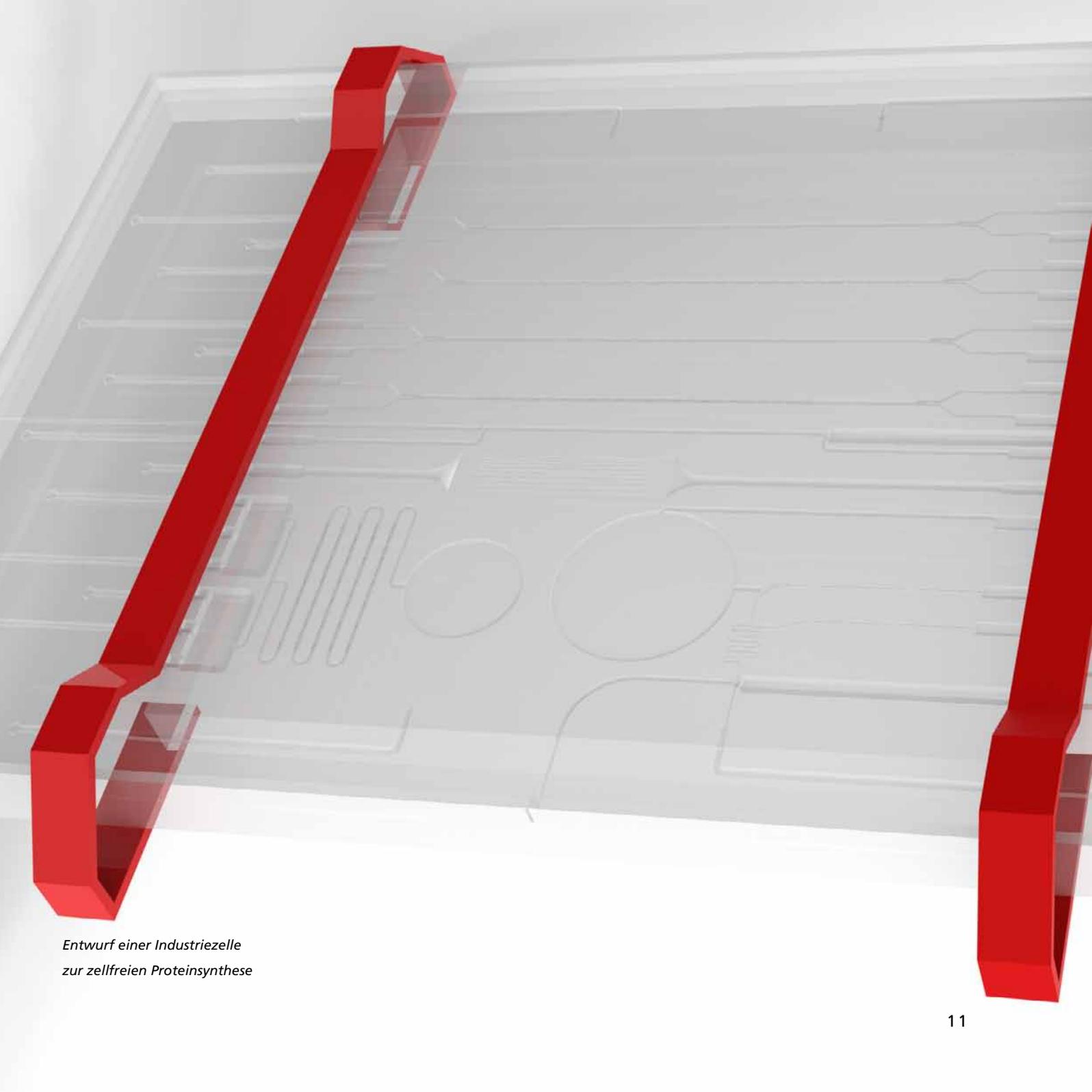
INTERDISZIPLINÄRE ENTWICKLUNGS- ARBEIT IN DER **biotechnologie**

»Unendlich groß ist die Rolle des unendlich Kleinen in der Natur«, erkannte der französische Forscher Louis Pasteur Mitte des 19. Jahrhunderts. Ähnliches wird in naher Zukunft für das Verhältnis zwischen Biotechnologie und deutschem Wirtschaftswachstum gelten. Die Branche konnte selbst im Krisenjahr 2009 ihre Forschungsausgaben stabil halten und neue Arbeitsplätze schaffen. Daher zählt die Biotechnologie zu jenen Schlüsseltechnologien, die als Wachstumsmotor besondere Förderung durch die Hightech-Strategie der Bundesregierung erfahren.

Am AMP treiben wir mit Unterstützung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung die Verknüpfung der Biotechnologie mit den klassischen Ingenieurwissenschaften voran. In unserer interdisziplinär aufgestellten Nachwuchsgruppe »PrE-BioTec« greifen Kompetenzen der Mikrobiologie und Genetik mit produktionstechnischem Know-how ineinander: Wissenschaftler der Fachgebiete Fertigungstechnik, Werkstoffwissenschaften, Biologie und Mikrobiologie entwickeln innovative biotechnologische Verfahren zur Anwendung im industriellen Kontext.

Im Zentrum der Arbeit steht die sogenannte zellfreie Biotechnologie. Bisher werden industrielle Biotech-Produkte wie Zitronensäure oder Enzyme für die Waschmittel- und Kosmetikindustrie von vitalen Mikroorganismen erzeugt. Dabei wird ein großer Teil der eingesetzten Substrate und Energien für den mikrobiellen Stoffwechsel benötigt. Das eigentlich gewünschte Erzeugnis ist nur ein Nebenprodukt des zellulären Metabolismus, die Ausbeute entsprechend gering.

Das PrE-BioTec-Team befasst sich daher mit Verfahren und Technologien zur Synthese von Biomolekülen, die auf den Einsatz vitaler Mikroorganismen verzichten. Sie verwenden stattdessen nur jene Zellbestandteile, die für die Synthese zwingend erforderlich sind. Wichtigster Forschungsgegenstand sind die Entwicklung und Optimierung von Bioreaktoren, in denen die Synthese ablaufen kann. Solche Geräte sind zwar bereits kommerziell erhältlich, meist jedoch mit Volumina von fünf bis zehn Litern. Mit Pre-BioTec streben wir dagegen eine Miniaturisierung in den Mikroliterbereich an, die den Materialverbrauch signifikant verringern und den Probandurchsatz erhöhen wird.



*Entwurf einer Industriezelle
zur zellfreien Proteinsynthese*



Fraunhofer CHARITÉ 3D Vision



CINE 1

MIKROKOMPETENZ FÜR PATIENTENGERECHTE **medizintechnik**

Ob chirurgische Instrumente, endoskopische Geräte oder Herzschrittmacher – die Mikrotechnik ist aus modernen medizintechnischen Geräten und Systemen nicht wegzudenken. Insbesondere für die minimalinvasive Chirurgie und die patientenindividuelle Medizin sind die Technologien, die im AMP entwickelt werden, eine Kernvoraussetzung.

Durch das Geschäftsfeld Medizintechnik des Fraunhofer IPK haben wir seit vielen Jahren hervorragende Verbindungen in die Medizin und umfangreiche Erfahrungen damit, Technologien in diesem hochsensiblen Feld für Patienten nutzbar zu machen. In enger Kooperation mit Klinikern der Charité Universitätsmedizin Berlin entwickeln unsere Medizintechniker sowohl mikrotechnische Instrumente für endoskopische Eingriffe, als auch passgenaue Implantate. Auf unserer Erfolgsliste stehen Mikromanipulatoren, die bei endoskopischen Eingriffen durch einen winzigen Schnitt komplexe Bewegungen des Instruments im Innern des Patienten ermöglichen. Auch entwickeln wir Implantate, für die wir CAD/CAM-Modelle aus den individuellen Patientendaten ableiten, so dass sich

die künstlichen Teile perfekt in den individuellen Körper einfügen. Bei der Fertigung dieser Produkte und ihrer weiteren Optimierung ist wieder die Mikroproduktionstechnik gefragt.

Umgekehrt werden auch die Technologien der Medizintechnik im AMP eingesetzt. So greifen unsere Mikro-Experten beispielsweise numerische Verfahren zur 3-D-Rekonstruktion auf, die wir für medizinische Anwendungen entwickelt haben. Ursprünglich dienten sie dazu, eine bessere Darstellung von Bauteildaten zu erreichen. So ist das Geschäftsfeld Medizintechnik ein wichtiger Baustein im interdisziplinär ausgerichteten AMP.

Das Anwendungszentrum Mikroproduktionstechnik vereint in seinem breit aufgestellten Team unter anderem Forscher aus den Feldern Maschinenbau, Elektrotechnik und Informatik. Interdisziplinär ausgebildete Mitarbeiter wie Biotechnologen ergänzen das Team und bringen das nötige Know-how mit, damit wir unseren Kunden geballte Systemkompetenz statt Partikularwissen anbieten können.

condition monitoring UND mro IM HOCHPRÄZISIONSMASCHINENBAU

Der deutsche Maschinenbau behauptet im internationalen Vergleich eine beispiellose Vormachtstellung. Doch die Konkurrenz holt auf: Selbst Niedriglohnländer produzieren inzwischen solide, konkurrenzfähige Anlagen. Zur Sicherung ihrer Marktposition steht den deutschen Maschinenbauern ein Paradigmenwechsel bevor: weg von »herstellen, ausliefern, fertig« hin zu integrierten Sach-Dienstleistungsangeboten, bei denen der Kunde nicht nur eine Anlage, sondern auch umfassende Unterstützung z. B. bei ihrer zustandsgerechten Wartung und Instandhaltung (Maintenance, Repair and Overhaul – MRO) erwirbt.

Die Idee ist für beide Seiten lohnend. Dem Maschinenbauer öffnet sie eine große Bandbreite zusätzlicher Absatzmöglichkeiten. Diese kann von Wartung in festen Intervallen bis zur flexiblen Reaktion auf unerwartete Ausfälle im Sinne einer Verfügbarkeitsgarantie reichen. Beim Kunden reduziert sich die Investitionshürde, wenn vom Kauf bis zur Ablösung einer Anlage zielgerichtete Unterstützung von einem Anbieter garantiert ist. Das gilt vor allem bei Anlagen mit hohem Automatisierungsgrad und langer Lebensdauer oder in

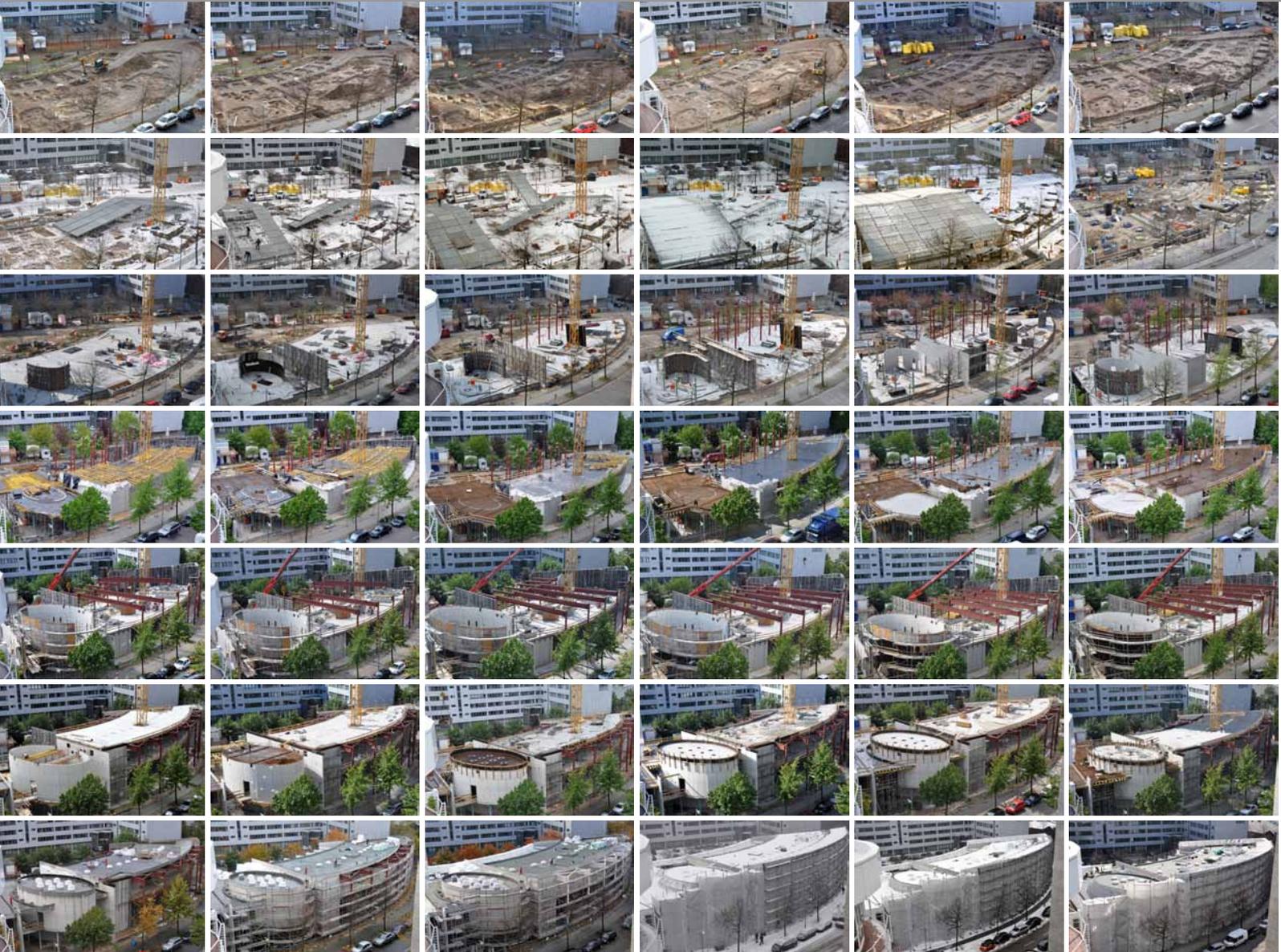
Sparten mit geringem Standardisierungsgrad wie der relativ jungen Mikroproduktionstechnik.

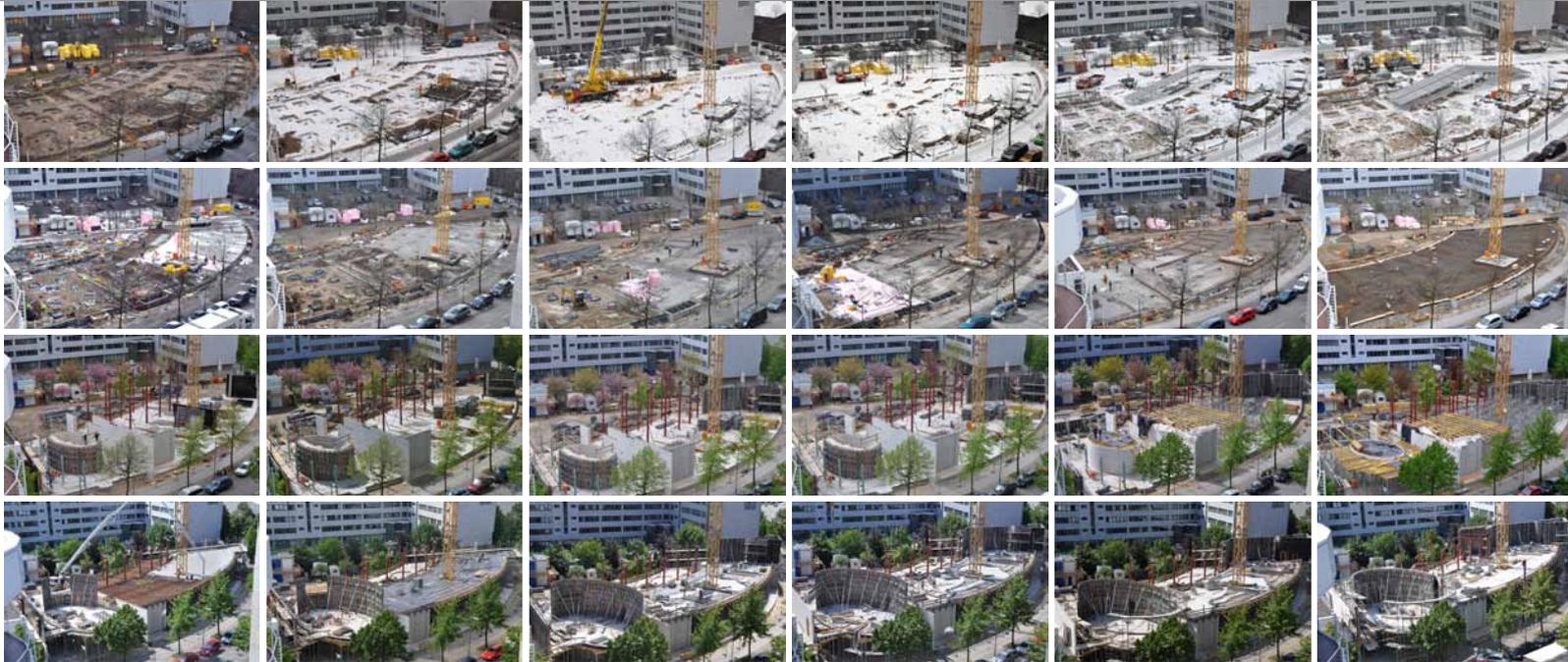
Um solche Angebote effektiv und effizient zu gestalten sind Konzepte nötig, die dem Anbieter einer Dienstleistung bereits während des Betriebs zustandsbezogene Informationen zur Verfügung stellen. Am AMP entwickeln wir entsprechende Konzepte für Hochpräzisionsmaschinen. Ein Beispiel: Eine Frässtation für die Produktion hochwertiger mechanischer Uhrwerke wurde in ein Informationssystem mit einem Condition-Monitoring-System eingebunden. Dadurch können zustandsorientiert Wartungsbedarfe antizipiert sowie Wartungen organisiert und unterstützt werden. Unter anderem registrieren Beschleunigungs- und Temperatursensoren in der Mikrofrässpindel den Zustand der Wälzlager, da diese bei den hohen Drehzahlen in der Mikrofräsbearbeitung besonders großer Beanspruchung ausgesetzt sind und am ehesten verschleifen. Herausforderungen stecken dabei vor allem in der Relevanzbeurteilung der gesammelten Daten, ihrer Verarbeitung zu nutzbarem Wissen und der Integration in ein geeignetes Informationssystem.



Condition Monitoring für Wartungsprozesse bei Hochpräzisionsmaschinen

22.7.2009 BIS 25.11.2011





**AMP
gebäude**





1

Ausgangsproblem, Idee

Zu eng, zu separiert, zu unspezifisch. Die Labore der Arbeitsgruppe Mikroproduktionstechnik an der Außenstelle Adlershof entsprachen zu Beginn des neuen Jahrtausends immer weniger den Ansprüchen der rund 30 Wissenschaftler von Fraunhofer IPK und IWF. Die Idee, das PTZ um einen hochspezialisierten Anbau zu erweitern und die Außenstelle zurück an den Hauptstandort am Spreebogen zu holen, gewann zunehmend an Reiz. Temperatur- und feuchtigkeitskonstante Labore sollten ideale Voraussetzungen für modernste Mikroproduktionstechnik bieten.



2

Finanzierung

Das Budget für den geplanten Spezialbau konnte das Fraunhofer IPK unmöglich allein stemmen. Mit Unterstützung der Fraunhofer-Gesellschaft, des Berliner Senats, des BMBF und schließlich auch der TU Berlin konnten jedoch die benötigten 4,6 Millionen Euro mobilisiert werden. Die größte Hürde für den mikroproduktionstechnischen Standort war genommen.



3

Architekturwettbewerb

In einem Architekturwettbewerb ging der Planungsauftrag für den Spezialbau an das Büro des Berliner Architekten Peter Bayerer. Bayerer war in den 1980er Jahren bereits am Entwurf des PTZ-Hauptgebäudes beteiligt gewesen. Die markante Gestaltung des Produktionstechnischen Zentrums, die mit dem deutschen Architekturpreis ausgezeichnet wurde, setzte sich auch in seinen Plänen für den Anbau fort. Im Sommer 2009 rückten die ersten Bagger an.



4

Grundsteinlegung

In einem Festakt wurde am 11. Februar 2010 der offizielle Startschuss für den Erweiterungsbau des AMP gegeben. Anwesend waren hochrangige Mitglieder der deutschen Forschungslandschaft, u. a. Fraunhofer-Vorstandsmitglied Professor Ulrich Buller, Staatssekretär Hans-Gerhard Husung, der damalige Vizepräsident der TU Berlin Professor Johann Köppel sowie Dr. Heike Bauer vom BMBF. Neben der Euro-Währung und den Bauplänen des Gebäudes enthält die Grundsteinkapsel auch Werkzeuge und Produkte der Mikroproduktionstechnik.



5

Richtfest

Mitte 2010 stand der Rohbau. Am 9. Juli erhob sich der Richtkranz in die Luft. Ein Kran auf der Baustelle zog das Gebinde hoch über das Dach des AMP. Nach Zimmermannspruch und Nagelschlag durch den Institutsleiter des Fraunhofer IPK, Professor Uhlmann, feierten Bauarbeiter und Mitarbeiter des PTZ mit ihren Familien gemeinsam den Fortschritt des Neubaus.



6

Verschließung

Am 16. September 2011 öffneten pünktlich zum PTZ-Sommerfest erstmals die Türen des AMP für die Mitarbeiter, die in Labore und Büros strömten und das Gebäude offiziell »erober-ten«. Mit Umsetzung und Verschließung der Grundsteinkapsel war das AMP zum Bezug freigegeben.



7

Umzug

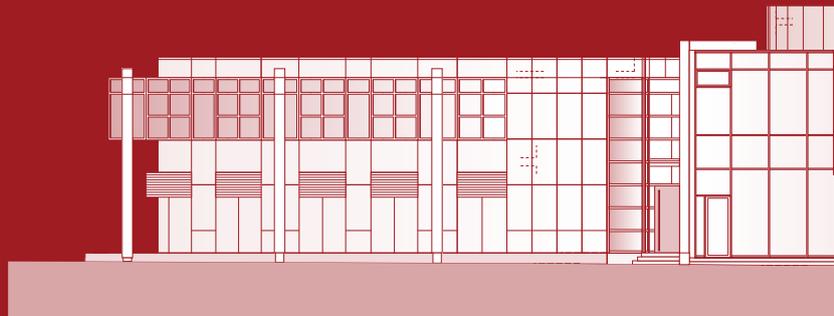
Bis in den November 2011 erstreckten sich die aufwändigen Umzugsarbeiten aus Adlershof an die Spree. Die tonnenschweren Maschinen und Anlagen wurden sicher in Holzkisten verpackt, mit Spezialtransporten ins AMP überführt, eine nach der anderen mit den Laborkranen an ihre vorgesehene Position gesetzt und in langwieriger Kleinstarbeit angeschlossen und neu ausgerichtet. Pünktlich zur Feier des 25. Jubiläums des PTZ am 25. November 2011 war alles geschafft.



8

Eröffnung

Zahlreiche Gäste aus Wirtschaft und Politik wohnten der feierlichen Eröffnung des AMP am 25. November 2011 bei. Der Neubau bietet Potenzial, für das Produktionstechnische Zentrum ebenso wie für den Wissenschaftsstandort Charlottenburg: Dank der neuen Labor- und Büroflächen können auf den rund 1200 m² hochkarätige Forschungsanfragen umgesetzt und bis zu 30 zusätzliche Mitarbeiter eingestellt werden.



VIEL PLATZ FÜR **kleine teile**

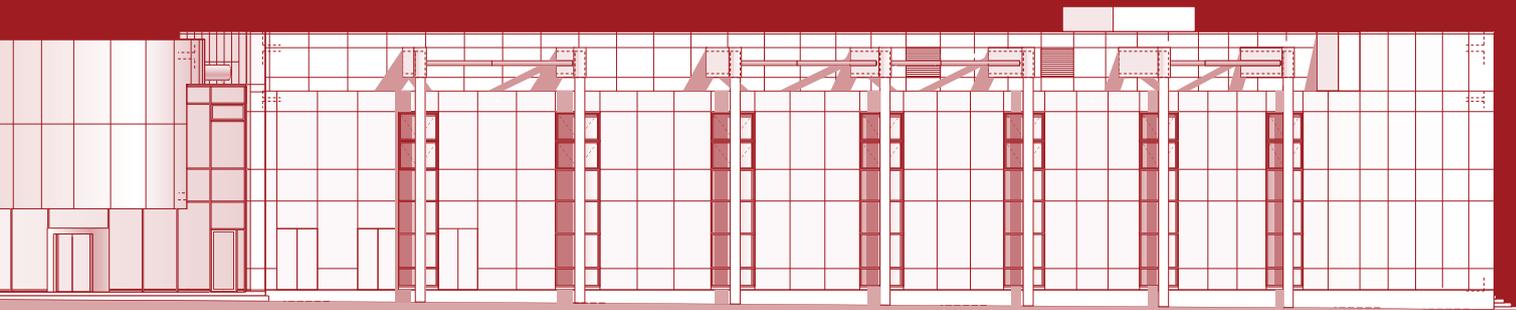
Mit dem AMP erhält das PTZ ein hochmodernes Laborgefüge, das speziell auf die besonderen Bedürfnisse der Feinstbearbeitung abgestimmt ist.

Bis zu 100 Nanometer klein sind die Bauteile und Strukturen, die moderne Maschinen heute bearbeiten können. Das entspricht 10^{-7} m oder dem Zehntel der Dicke eines Spinnenfadens. Entsprechend klein sind die Werkzeuge der Mikroproduktionstechnik – und entsprechend empfindlich reagieren sie auf Umgebungseinflüsse. Die Ausdehnung eines Werkzeugs bei Temperaturschwankungen um wenige Grad Celsius genügt, um ein Produkt in Ausschussware zu verwandeln; bereits kleinste Werkstoffveränderungen durch Korrosion machen eine Bearbeitung nach den festgelegten Parametern unmöglich.

Mit dem AMP haben wir einen Spezialbau realisiert, der die Bedürfnisse genauester Fertigungsverfahren berücksichtigt. Im ganzen Gebäude ist die relative Luftfeuchtigkeit regulierbar, damit sie weder 55 Prozent übersteigt und somit Korrosion ausschließt, noch unter 45 Prozent sinkt, was gesundheits-

schädlich für die Mitarbeiter wäre. In zwei Laboren mit Hochpräzisionsumgebung kann die Temperatur konstant auf $20\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ gehalten werden, um eine zu starke Ausdehnung der Werkzeuge zu verhindern. Das Ultrapräzisionslabor, der sensibelste Bereich des AMP, wird sogar mit einer Genauigkeit von $\pm 0,2\text{ °C}$ temperiert. Zudem wurde dieses Labor auf einem gesonderten Fundament errichtet, das schwingungsentkoppelt inmitten des restlichen Gebäudefundaments liegt. Die tragenden Säulen reichen besonders tief in den Grund hinein und das Fundament selbst hat eine ungewöhnlich hohe Masse. All das dient als passive Schwingungsdämpfung: Weder die Schwingungen von der Straße, noch jene, die im Gebäude selbst entstehen, übertragen sich unmittelbar auf diesen Bereich.

Dafür, dass sich das neue AMP-Gebäude lückenlos in die bestehende Architektur des PTZ einfügt, sorgte der Architekt Professor Peter Bayerer. Er war bereits in den 1980er Jahren an der Planung des preisgekrönten PTZ-Hauptgebäudes beteiligt und hat auch den hochmodernen Komplex aus Labor- und Büroflächen entworfen, der das PTZ nun um 1200 m^2 erweitert.



Grundfläche 1 200 m²

Relative Luftfeuchtigkeit 45 – 55 %

Basistemperatur 20 °C

Temperaturabweichung Hochpräzisionslabor ± 1 °C

Temperaturabweichung Ultrapräzisionslabor ± 0,2 °C

Schwingungsverhalten zum Teil passiv gedämpft

Speziallabore Hochpräzisionslabor

Ultrapräzisionslabor

Labor für Prozessentwicklung

Variable Laborflächen 380 m²

Kosten 4,6 Mio. €



flexibel UND KUNDENORIENTIERT

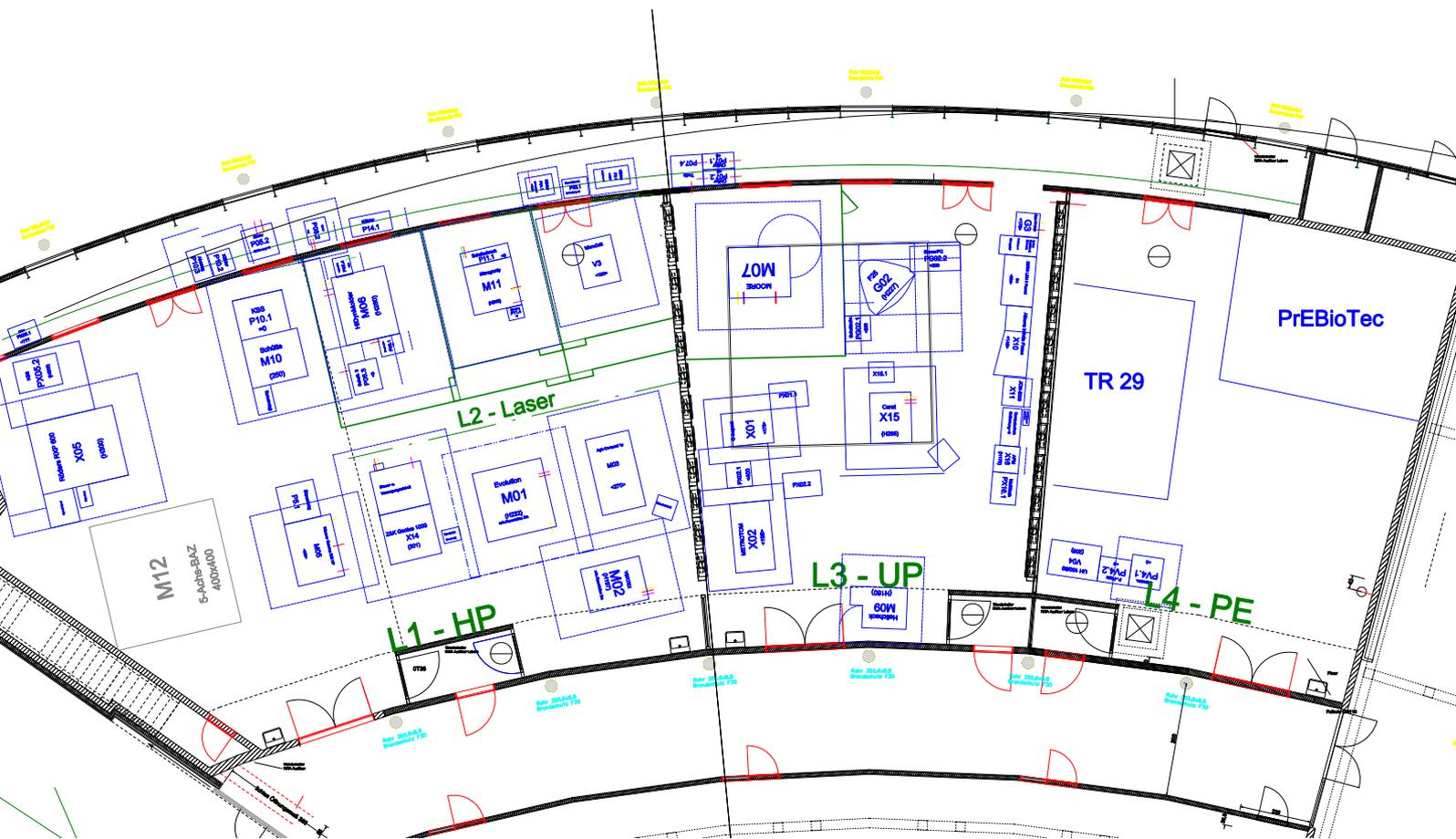
Die drei Speziallabore des AMP sind mit modernster Maschinen- und Messtechnik für die Hoch- und Ultrapräzisionsbearbeitung sowie die Prozessentwicklung ausgestattet. Das besondere daran: 380 m² der insgesamt 780 m² Laborfläche können durch transparente Wände variabel in Einzellabore unterteilt werden. Im Labor für Prozessentwicklung gibt es zudem keinerlei feste Einbauten. Statt dessen ist eine Freifläche für flexible, temporäre Experimentalaufbauten reserviert, beispielsweise zur Überprüfung des mikrobiellen Befalls von Fluiden oder für Experimente zu Beschichtungsprozessen. So besteht ausreichend Platz, um bei Bedarf die Vor-Ort-Situation unserer Kunden nachzubilden. Lediglich das Highlight-Projekt »PrEBioTec« und der Sonderforschungsbereich »Transregio 29« haben längerfristig eigene Flächen im Labor für Prozessentwicklung.

Das Hochpräzisionslabor ist das größte der drei Labore. In ihm befinden sich die Zentren für die mikroproduktionstechnischen Fertigungsverfahren Schleifen, Fräsen, Bohren und EDM.

Integriert in das Hochpräzisionslabor ist ein räumlich abgetrenntes Labor für die Laserbearbeitung. Hier befinden sich auch die vom PTZ mit entwickelten Werkzeugmaschinen HyDinMolder und MicroDrill.

Das Ultrapräzisionslabor verfügt über einen schwingungsgedämpften Bereich. Es beherbergt die empfindlichen Messsysteme des »Zeiss-Zentrums«, weitere kleine Messanlagen sowie die hochsensible 5-achsige CNC-Maschine »350 FG« der Firma Moore.

Bestandteil des Neubaus ist außerdem ein Applikationszentrum großflächig strukturierter Bauteile und Systeme (AZGMS). Hierfür haben wir maschinell aufgerüstet und sind nun in der Lage, mittels modernster Technik auch große Bauteile in hoher Genauigkeit zu strukturieren. Das ist etwa für die Reinigungstechnik, den Werkzeug- und Formenbau, aber auch für die Branchen der Strömungs- und Solartechnik interessant.



Exakt geplant – Bauzeichnung für die Speziallabore

werkzeugMASCHINEN

AGIE compact 1 μ

2 Rotationsachsen

Senkerosive Bearbeitung optischer
Blenden

AGIEcut Evolution 2SFF

Rotierende Werkstückachse

Drahterosive Bearbeitung von
Rotationsbauteilen

Modifizierter AGIE

Quadraton

Bahnerosionsaustattung

Senkerosive Bearbeitung z. B. von
Suspensionsdüsen

AGIEcut Vertex 1F

6 Achsen

Drahterodieren von Normalen

HiDynMolder

5 Achsen

Kombinierte Fräs-Laser-Bearbeitung
komplexer Bauteile

Kugler MicroGantry

Ultra-Kurzplus-Laser

Strukturierung biologisch aktiver Flächen
für Sensoranwendungen

Moore Nanotech® 350 FG

5 Achsen

Ultrapräzisionszerspanung zur
Herstellung von Freiformflächen

Röders RXP 600

5 Achsen

Hochpräzisionskoordinatenschleifen
von sprödharten Werkstoffen

Schütte WU305micro

Exakte Werkstückpositionierung

Schleifen höchstpräziser Mikro-
zerspanwerkzeuge

Wissner Gamma 303 HP

3 Achsen

Hochpräzisionsbearbeitung von
Graphitelektroden

Z&K Genius 1000

»The Cube«

6 Achsen

Großflächiges Mikroerodieren von
Werkzeugen und Formen

Z&K MicroDrill

Kombinierte Bearbeitung

Formbohrungen mittels Laser und
Funkenerosion



mesSTECHNIK

Koordinatenmessgeräte

Zeiss F25

Hochgenaues Multisensormessen

Messung von mikrosystemtechnischen Komponenten

Zeiss UPMC 550 Carat

Höchstgenaue Form- und Lagemessungen

Referenzmessmaschine für das gesamte Spektrum der 3-D-Messtechnik

Zeiss O-Inspect

Optisches und taktiles Messen

Automatisierungsfähiges Multisensor-Koordinatenmessgerät für die Fertigung

Zeiss Metrotom 800

CT-basiert

Koordinatenmessgerät für Zusammenbau, Defekt- oder Materialanalyse

Rasterkraft- und

Rasterelektronenmikroskopie

Bruker Nano AFM

N8 NEOS

Kombiniertes Messen

AFM und optisches Mikroskop zur hochauflösenden Oberflächenanalyse

Nikon JCM 5000

Kurze Schleusenzeit

Einfach bedienbare Tisch-REM

Kontur- und Topographiemessgeräte

ZygoLOT NewView 5010

Rauheitsmessung unter $R_a = 1 \text{ nm}$

Hochgenaue Profil- und Topographiemessung optischer Flächen

Alicona Infinite Focus

Kombiniertes Form- und Rauheitsmessen

Optisches 3-D-Mikrokoordinatenmesssystem

Walter Helicheck

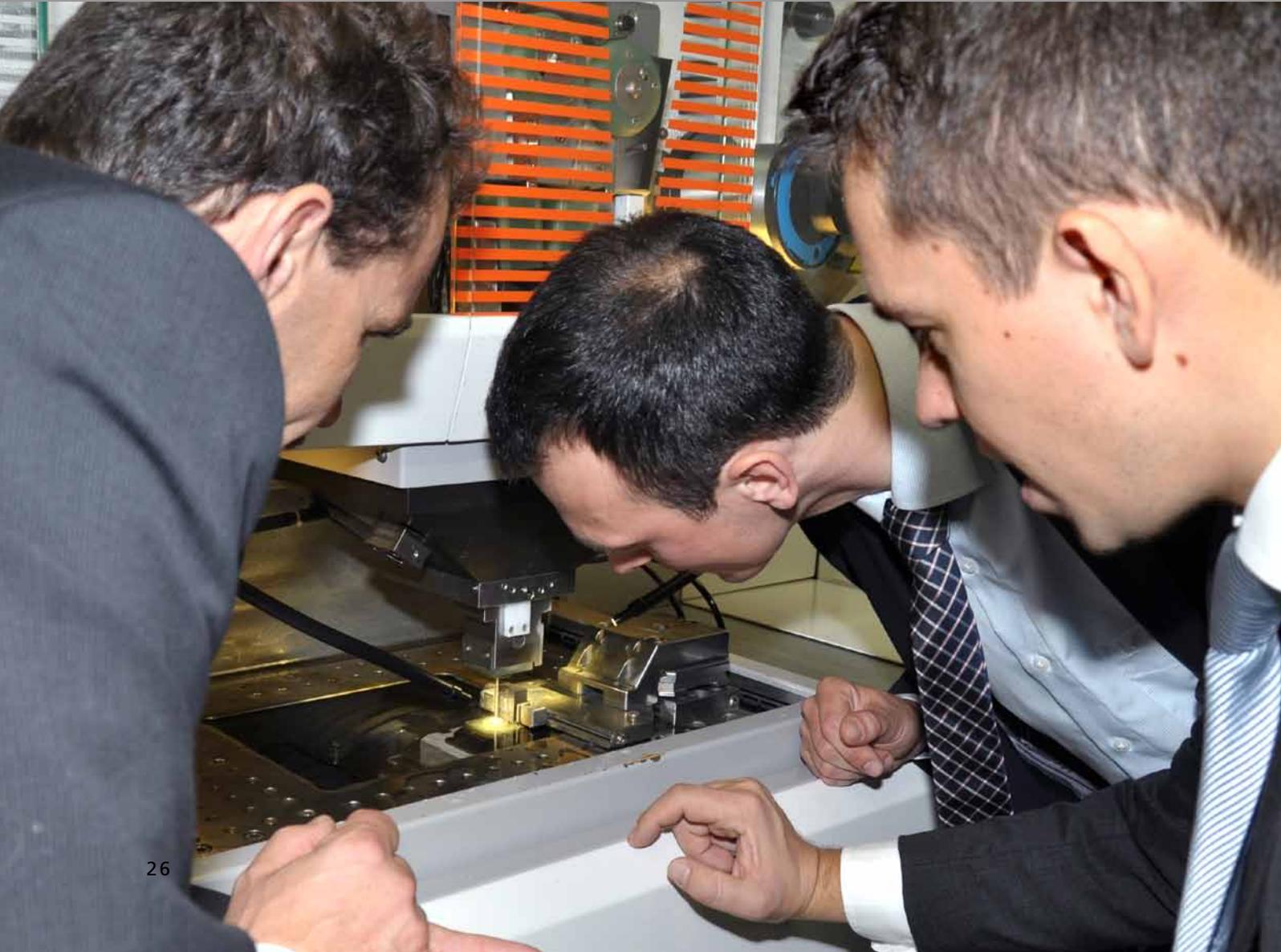
Berührungslos messen

CNC-Messmaschine zur Komplettmessung von rotationssymmetrischen Werkzeugen und Produktionsteilen

Zeiss LSM 5 Pascal

Messung von Flankenwinkeln nahe 90°

2- oder 3-dimensionale Aufnahmen beliebiger Strukturen



UNSER
service



BERATUNG – **forschung** – ENTWICKLUNG

Als Forschungsdienstleister haben wir immer die gesamte Systemwelt der Mikroproduktionstechnik im Blick. Unser Leistungsspektrum reicht von der Entwicklung technologischer Sonderlösungen und Produktionseinrichtungen über die Erstellung von Prozessketten für die Serien- und Massenfertigung bis hin zur Direktfertigung von Mikrokomponenten und mikrostrukturierten Bauteilen. Besonders in der Energie- und Antriebstechnik, dem Automobilbau, der Luft- und Raumfahrt, dem Werkzeug- und Formenbau und der Feinwerktechnik besitzen wir langjährige Erfahrung.

Wir realisieren für Sie die Entwicklung und Optimierung folgender Fertigungstechnologien:

- Ultrapräzisionsdiamantdrehen und -fräsen von Regelgeometrien und Freiformflächen
- Hochpräzisionsmikrofräsen komplexer Geometrien und hochwarmfester Werkstoffe
- Funkenerosive Bearbeitung von Metallen und keramischen Werkstoffen mit höchster Genauigkeit
- Lasermaterialbearbeitung in Ergänzung zur spanenden und funkenerosiven Fertigung

Wir untersuchen und modifizieren in Ihrem Auftrag:

- Mikrofräswerkzeuge
- Schneidstoffe für die Mikrozerspanung
- Elektrodenwerkstoffe für die Funkenerosion
- Mikroproduktionswerkzeugmaschinen
- Technologieparameter und Prozessketten für die Herstellung von Mikrobauteilen und -strukturen



In der Werkzeugmaschinenentwicklung bieten wir Ihnen:

- Simulationsgestütztes Design und Konstruktion hochpräziser Positioniersysteme
- Entwicklung von Gestellbaugruppen für Hochpräzisionsmaschinen
- Untersuchung und Optimierung des dynamischen Maschinenverhaltens von Mikrowerkzeugmaschinen
- Entwicklung von Elektrodenhalterungen und Rotations-einheiten für die funkenerosive Bearbeitung

Wir sichern die Qualität Ihrer Mikroprodukte durch:

- Maschinenintegrierte Werkstückmessungen für die steuerungsintegrierte Kompensation von bearbeitungsbedingten Fehlern
- Condition Monitoring in Maschinen zur Ultra- und Hochpräzisionsbearbeitung
- Messung von Oberflächen und Bauteilen mit modernster Rauheits- und Koordinatenmesstechnik
- Untersuchung und Bewertung von Prozessen mittels umfangreicher Prozessmesstechnik und -analytik

- Entwicklung und Optimierung von Sensoren und Messmethoden für die Untersuchung der biologischen Belastung von Maschinen und Anlagen

Darüber hinaus bieten wir Ihnen:

- Analyse von Prozessen der Mikroproduktionstechnik und Präzisionsfertigung
- Bewertung der Effektivität von Prozessen
- Entwicklung von Prozesssegmenten oder Prozessen unter Beachtung der Prinzipien hybrider Leistungsbündel

GEMEINSAM ZUM **erfolg**

Innovationen sind wichtig für den unternehmerischen Erfolg. So kann es Unternehmen gelingen, sich als Technologieführer auf dem Weltmarkt zu behaupten. Mit unserer langjährigen Kompetenz und Erfahrung in grundlagen- und anwendungsorientierter Forschung entwickeln wir innovative Produkte, Technologien und Verfahren und unterstützen Sie dabei, die Herausforderungen von morgen zu bewältigen. Dafür bieten wir Ihnen ein breites Spektrum an Kooperationsformen.

Industrieprojekte

Forschungs- und Entwicklungsaufgaben bieten eine effektive Möglichkeit, den Innovationsprozess in Ihrem Betrieb voranzutreiben. Wir entwickeln im Auftrag unserer Kunden praxisnahe und wirtschaftlich umsetzbare Lösungen.

Strategische Vorlaufforschung

Die Neu- und Weiterentwicklung zukunftsrelevanter Technologien und Märkte ist Ziel der öffentlich finanzierten auftragsunabhängigen Vorlaufforschung. Von den hierbei erworbenen Kenntnissen profitieren unsere Partner aus der Wirtschaft. Besondere, in die Zukunft gerichtete Aktivitäten haben wir in der jüngeren Vergangenheit zu folgenden Themen durchgeführt:

- Slow-Slide-Servo-Bearbeitung zur Fertigung von Freiformflächen
- Leichte Komponenten für Präzisionsmaschinen
- Prozessmodellierung für die Elektronikfertigung
- Fertigungsverfahren zur Herstellung von Hohlkörpern mit großen Aspektverhältnissen
- Modellierung komplexer Strukturen und Prozesse der Mikroproduktionstechnik



Kompetenznetzwerke

Um unseren Kunden ein umfassendes Know-how für ihre anwendungsbezogenen Problemlösungen zu bieten, kooperieren wir mit etablierten Instituten und Verbänden. Wir koordinieren die Collaborative Working Group »Micro-Production Engineering« der Internationalen Akademie für Produktionstechnik CIRP und sind Mitglied:

- im Verbund Produktion der Fraunhofer-Gesellschaft
- im Zentrum für Mikrosystemtechnik Berlin (ZEMI)
- im Kompetenznetz Optische Technologien Optec-Berlin-Brandenburg (OpTecBB) e. V.
- in Euspen – european society for precision engineering and nanotechnology
- in Co-Nanomet – Coordination of Nanometrology in Europe
- in den VDI-Richtlinienausschüssen für Mikrofräsen, Mikrofunktenerosion, Mikromaschinen
- in der Fraunhofer-Systemforschung »Zellfreie Bioproduktion«

Praxis der Mikrofertigung

Ein Forum zum Austausch von Erfahrungen und Ideen aus Wissenschaft und Praxis bieten wir interessierten Anwendern im Rahmen unserer Workshopreihe »Praxis der Mikrofertigung«. Theorie und Praxis unterschiedlichster Themen der Mikroproduktionstechnik können Sie direkt mit unseren Experten und den Teilnehmern von Konzernen sowie kleinen und mittelständischen Unternehmen erörtern. Die Ziele der einmal jährlich stattfindenden Workshops reichen von der Stärkung von Kompetenzen und dem Aufbau eines Kooperationsnetzwerkes bis hin zur Initiierung gemeinsamer anwendungsorientierter Forschungsprojekte und dem Transfer von Forschungsergebnissen in Unternehmen. Unsere Themenschwerpunkte:

- Mikrozerspanung
- Mikroabtragen
- Mikromesstechnik
- Werkzeugmaschinen für die Mikrobearbeitung



» Die Kooperation mit dem
Fraunhofer IPK hat unsere heutige
Maschinenkonstruktion nachhaltig
beeinflusst. «

Rolf Wissner

ZUR PERSON

Rolf Wissner ist mit Leib und Seele Maschinenentwickler. Der Wirtschaftsingenieur entdeckte während des Studiums seine Liebe zum Maschinenbau und baute noch vor seinem Diplom seine erste Fräsmaschine. Anschließend übernahm er die Wissner KG von seinem Vater und entwickelte das Unternehmen zu einem der führenden Hersteller von HSC-Fräs- und Lasermaschinen. Über 1000 Maschinensysteme der Wissner Gesellschaft für Maschinenbau mbH sind heute europaweit im Formenbau, Modellbau und in der Mikrobearbeitung im Einsatz.



DAS SAGEN UNSERE **partner**

Interview mit Rolf Wissner, Inhaber der Wissner Gesellschaft für Maschinenbau mbH

Herr Wissner, Sie arbeiten seit rund zehn Jahren mit dem Fraunhofer IPK zusammen. Wie kam diese intensive Kooperation zustande?

Anfang 2001 war das Fraunhofer IPK auf der Suche nach einem Maschinenbauer, der eine 5-achsige HSC-Präzisionsfräsmaschine mit zwei Frässpindeln für die Mikrofertigung ermöglichen kann. Fündig wurde das Institut bei uns. Nach ein paar Treffen und Telefonaten wurde die Maschinenkonfiguration den Wünschen der Wissenschaftler angepasst, konstruiert, gefertigt und geliefert. Die Gamma 303 High Performance liefert auch heute noch hervorragende Ergebnisse im Versuchsfeld des IPK. Die hervorragende Zusammenarbeit gab den Anstoß zu weiteren gemeinsamen Projekten.

Welche Themen standen im Vordergrund der Zusammenarbeit?

Ein Highlight ist sicherlich das gemeinschaftliche Forschungsprojekt »HiDynMolder«, bei dem ein hochdynamisches Bearbeitungszentrum für die Mikrofertigung zur Fräs- und Laserbearbeitung sowie für die integrierte Werkstückvermessung entwickelt wurde. Eine solche Maschine ist nach wie vor

weltweit einmalig. Erst durch die Verbindung unseres innovativen Firmenwissens und unserer Flexibilität mit der wissenschaftlichen und gleichzeitig anwendungsorientierten Herangehensweise, wie sie am Fraunhofer IPK praktiziert wird, konnte dieses technisch anspruchsvolle Projekt ein Erfolg werden. Der »HiDynMolder« wird am Fraunhofer IPK erfolgreich zur Herstellung komplexer Mikrostrukturen eingesetzt.

Welchen Nutzen hat Ihnen die Zusammenarbeit gebracht?

Die Kooperation mit dem Fraunhofer IPK hat unsere heutige Maschinenkonstruktion nachhaltig beeinflusst. Wir haben über die Jahre gemeinsam mit dem IPK die Leistung unserer Maschinen für die Mikrofertigung sowie für andere Fertigungsbereiche kontinuierlich optimiert. Zum einen sind für uns die guten räumlichen und messtechnischen Voraussetzungen des Instituts gerade für Langzeituntersuchungen sehr interessant. Zum Anderen können wir von dem Know-how der Fraunhofer-Forscher profitieren, weil sich das sowohl auf die maschinentechnischen als auch auf die fertigungstechnischen Fragestellungen bezieht. Vor allem die sehr sorgfältigen thermischen Analysen des IPK haben uns einen großen Schritt weiter gebracht und wurden direkt in unsere Maschinenkonstruktionen übernommen.



TECHNOLOGIEN FÜR DIE **zukunft**

Das Fraunhofer IPK in Berlin steht seit über dreißig Jahren für Exzellenz in der Produktionswissenschaft. Wir unterstützen die gesamte Prozesskette produzierender Unternehmen mit fundiertem Know-how und innovativen Lösungsideen.

Wir arbeiten an Methoden und Technologien für das Management, die Produktentwicklung, den Produktionsprozess und die Gestaltung industrieller Fabrikbetriebe. Im Mittelpunkt unserer Forschungsarbeiten stehen Verfahren zur Produktivitätssteigerung bei der Entwicklung und Herstellung von Produkten und deren Umsetzung in Systemlösungen. Dazu gehören auch die Konzeption und Realisierung von intelligenten Produktionsmitteln, deren Integration in komplexe Produktionsumgebungen sowie ihre optimierte Nutzung. Darüber hinaus erschließen wir neue Anwendungen in zukunftsreichen Gebieten wie der Sicherheits-, Verkehrs- und Medizintechnik.

Mit einem internationalen und interdisziplinären Team aus Wissenschaftlern sowie studentischen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern unterstützen wir unsere Partner und Kunden mit anwendungsorientierten Forschungs- und Entwicklungs-

leistungen. Neben unserer eigenen anwendungsorientierten Forschung entwickeln wir neue Lösungen in enger Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Unternehmen. Unsere Basisinnovationen überführen wir gemeinsam mit Industriepartnern in funktionsfähige Anwendungen. Dabei bearbeiten wir den gesamten Produktlebenszyklus – von der Produktidee über die Entwicklung, Auslegung und Erstellung von Produkten bis hin zur Wiederverwertung und Entsorgung. Die von uns entwickelten Prozesse und Verfahren sind Ergebnisse eines umfassenden Ansatzes. In unserer Arbeit sind wir davon geleitet, ökonomische Vernunft und weiterentwickelte Technik mit ökologisch begründeten Forderungen nach Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit zu verbinden. Dabei setzen wir auf die Innovationskraft und das Engagement unserer Mitarbeiter. Deshalb fördern wir gezielt und langfristig spezifisches Know-how und kreativen wissenschaftlichen Nachwuchs entlang unserer Kernkompetenzen.

ANSPRECHPARTNER

Fraunhofer Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK

Prof. Dr. h. c. Dr.-Ing. Eckart Uhlmann
Telefon +49 30 39006-100
uhlmann@ipk.fraunhofer.de

Anwendungszentrum Mikroproduktionstechnik AMP

Dr.-Ing. Dirk Oberschmidt
Telefon +49 30 39006-159
dirk.oberschmidt@ipk.fraunhofer.de

IMPRESSUM

Herausgeber

Prof. Dr. h. c. Dr.-Ing.
Eckart Uhlmann
Fraunhofer-Institut für
Produktionsanlagen und
Konstruktionstechnik IPK
Telefon +49 30 39006-100
uhlmann@ipk.fraunhofer.de

Redaktion

Claudia Engel
Ina Roeder
Katharina Strohmeier

Gestaltung

Anja Gollor
Sonja Hugi
Konstantin Heß

Anschrift der Redaktion

Fraunhofer IPK
Pascalstr. 8-9
10587 Berlin

Telefon +49 30 39006-140
Telefax +49 30 39006-392
info@ipk.fraunhofer.de

Fotos

Fraunhofer IPK: 18 (1);
Gerold Baumhauer: 18 (6);
Christoph Hein: 11; Konstan-
tin Heß: 1, 18 (4), 34; Armin
Löwenstein: 31; Steffen Pospis-
schil: 3, 18 (2, 8); Angela Salvo
González: 16, 17, 18 (7), 26,
28, 29; Katharina Strohmeier:
5, 7, 9, 12, 15, 18 (5), 25
Raum 317 Architekten:
18 (3), 21, 22, 23
Wissner GmbH: 32, 33

