

FBK

Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Betriebsorganisation Kaiserslautern

INFOBRIEF *Ausgabe 55/18*

In dieser Ausgabe:

Neues Transferprojekt im Rahmen des SFB 926 gestartet

Auslegung und Fertigung flächenhafter Kalibriernormale auf Basis realer Bauteiloberflächen..... 2

DFG-Projekt „Qualitätsschutz mittels Chargen-Fingerprint“ erfolgreich abgeschlossen

Untersuchung der Identifizierungsverfahren der optischen Emissionsspektrometrie
und energiedispersiven Röntgenspektroskopie zum Schutz vor Bauteilfälschungen..... 3

DFG-Projekt zu Ganzheitlichen Produktionssystemen erfolgreich gestartet

Erforschung der Wechselbeziehungen zwischen Ganzheitlichen Produktionssystemen und Industrie 4.0... 3

Neues Großgerät am FBK..... 4

Fabrikplanung Virtuelle Lernfabrik..... 4

Neue Mitarbeiter 4

Ausgewählte Veröffentlichungen 4

Neues Transferprojekt im Rahmen des SFB 926 gestartet Auslegung und Fertigung flächenhafter Kalibriernormale auf Basis realer Bauteiloberflächen

Da die Oberflächentopographie vieler Bauteile einen entscheidenden Einfluss auf ihre Funktion hat, ist es von essenzieller Bedeutung, die Topographie dieser Bauteile messen zu können. Um eine Kalibrierung und gegebenenfalls anschließende Justierung der dafür verwendeten Messgeräte zu gewährleisten, werden Kalibriernormale verwendet. Genormte Kalibriernormale für den flächenhaften Anwendungsfall sind in der DIN EN ISO 25178-70 festgelegt. Diese flächenhaften Kalibriernormale weisen jedoch künstliche Oberflächenstrukturen auf, welche somit teilweise stark von der zu kalibrierenden Messanwendung abweichen.

Im Transferprojekt T03 des SFB 926 sollen deshalb unter der Leitung von Herrn Prof. Dr.-Ing. Jan C. Aurich (FBK) und Herrn Prof. Dr.-Ing. Jörg Seewig (MTS) flächenhafte Kalibriernormale auf Basis realer Bauteiloberflächen ausgelegt und gefertigt werden, um einen möglichst hohen Bezug zwischen der Kalibrierung und der späteren Messaufgabe zu ermöglichen.

Im Rahmen von Vorarbeiten wurden bereits für den profilhaften Anwendungsfall Kalibriernormale anhand realer Bauteiloberflächen ausgelegt und auf ihre messtechnischen Eigenschaften und ihre Fertigung hin untersucht. Im Projekt T03 sollen die Vorteile der praxisnahen Kalibrierung auf die flächenhafte Messanwendung übertragen werden. Dabei wird die Eignung von spanenden Fertigungsverfahren zur Herstellung dieser Normale systematisch untersucht. Die Einflüsse von Werkstoff, Werkzeug, Fertigungsverfahren und Prozessparametern sind dabei von essenzieller Bedeutung, weshalb diese im Rahmen des Projekts analysiert und verbessert werden sollen.

Zusätzlich wurde im Rahmen der Vorarbeiten im SFB 926 deutlich, dass für einige flächenhaft messende Topographiemessgeräte noch keine geeigneten Kalibrieransätze vorhanden sind. Beispielsweise die Kalibrierung der lateralen Auflösungsgrenze u.a. des Ellipso-Höhen-Topometers, welches im Teilprojekt B07 des SFBs untersucht wurde, ist bislang nicht genau festgelegt bzw. genormt. Deshalb sollen im Projekt T03 neue Ansätze zur Kalibrierung von flächenhaft messenden Messgeräten ausgearbeitet werden.

Das Projekt ist in einen fertigungstechnischen und einen messtechnischen Anteil untergliedert. Der fertigungstechnische Anteil wird vom FBK sowie den industriellen Projektpartnern LT Ultra (Ultrapräzisionsmaschinen und -komponentenhersteller) und Matzdorf (Diamantwerkzeughersteller) bearbeitet. Der MTS und die industriellen Partner Jenoptik und Optosurf (beides Messgerätehersteller) führen die Forschungsarbeiten im messtechnischen Bereich durch.

Zu Beginn des Projekts stehen die Modellierung und Prozessauslegung, welche zu gleichen Teilen beiden Bereichen zugeschrieben werden kann. Die Identifikation realer Bauteiloberflächen und die Auswahl geeigneter Werkstoffe für die Fertigung der Kalibriernormale sowie die virtuelle

Modellierung von 3D-Mess- und Fertigungsprozessen und die Untersuchung vorhandener Ansätze zur Auslegung von flächenhaften Kalibriernormalen bilden die Grundlage für weitere Arbeitsschritte im Laufe des Projekts. Die Modellierung von 3D-Mess- und Fertigungsprozessen erfolgt dabei auf Grundlage von Simulationen, welche im Rahmen der beschriebenen Vorarbeiten schon für den profilhaften Anwendungsfall verwendet wurden. Diese Simulationen beruhen auf dem Prinzip der morphologischen Filterung, welches für die Abtastung eines Werkstücks mit der Tastspitze eines Tastschnittgeräts sehr genau untersucht ist. Die zweidimensionalen Simulationen aus den Vorarbeiten sollen im Rahmen des Projekts auf den dreidimensionalen Anwendungsfall ausgeweitet werden, sodass auch beispielsweise Rundlaufabweichungen des Werkzeugs beim Mikrofräsen berücksichtigt werden können.

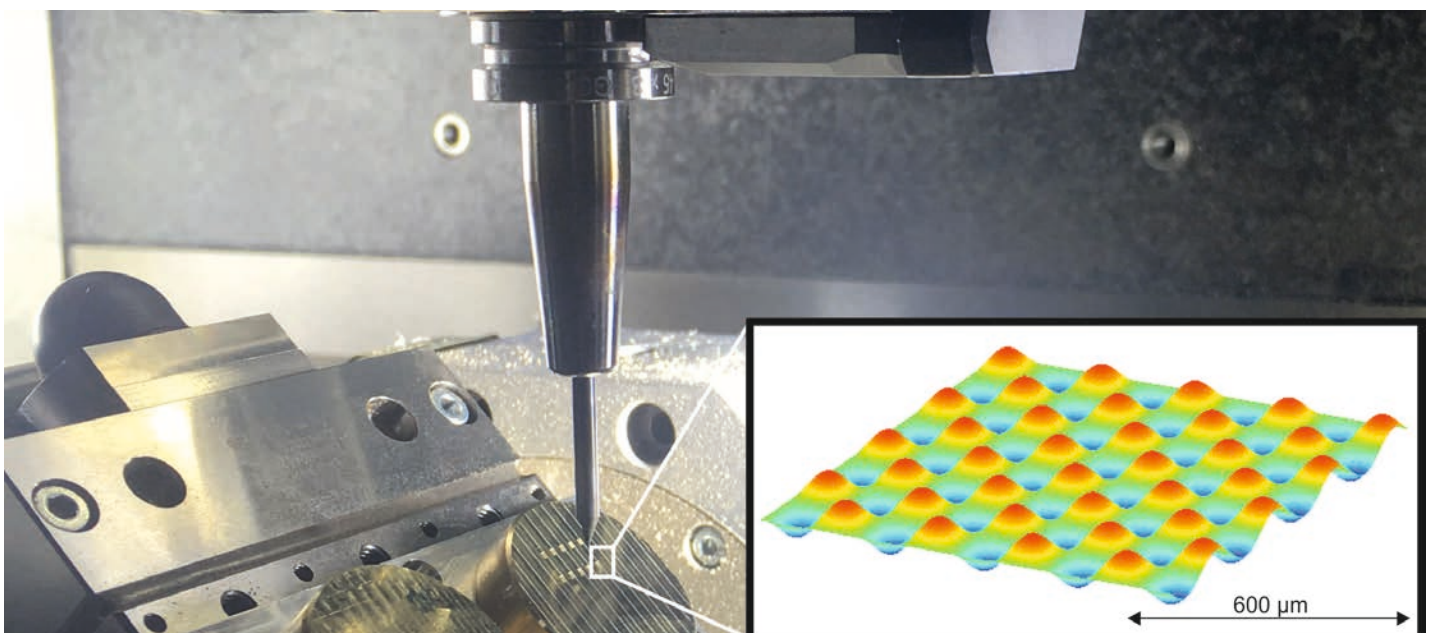
Von der fertigungstechnischen Seite folgen anschließend die Auswahl der Werkzeuge, Prozessparameter und -strategien. Auf Grundlage dieser Auswahl werden zunächst Kalibriernormale nach DIN EN ISO 25178-70 gefertigt, bevor im letzten Schritt Kalibriernormale ausgehend von realen Bauteiloberflächen gefertigt werden. Die Fertigung der Normale erfolgt dabei auf dem Ultrapräzisionsbearbeitungszentrum (MMC 600 H) der Firma LT Ultra, welches eine 5-Achs-Simultanbearbeitung erlaubt. In aktuellen Projektarbeiten wurde der Einfluss der Steuerdaten auf die mikrogefräste Oberflächenstruktur der Kalibriernormale untersucht. Dazu wurden Normale nach DIN EN ISO 25178-70 mit Mikro-Kugelfräsern (Radius 100 bzw. 50 μm) aus Diamant und Hartmetall gefertigt, bei denen die Steuerdaten (Diskretisierung, Bahnabstand und Neigungswinkel) variiert wurden. Es wurde deutlich, dass die Steuerdaten einen erheblichen Einfluss auf die Oberflächenqualität haben. Bei der Prozessauslegung ist es daher essenziell, auch den Einfluss der Steuerdaten zu berücksichtigen.

Gleichzeitig werden von der messtechnischen Seite neue Strategien zur Transformation von Oberflächen und neue Kalibrieransätze für Topographiemessgeräte entwickelt. Außerdem wird die Rückführung und Bilanzierung der Messunsicherheit weiter untersucht. Aktuell wird die Auslegung eines Kalibriernormals für Streulichtsensoren bearbeitet. Bisher existiert für winkelauflösende Streulichtsensoren keine geschlossene Rückführungskette, weshalb diese im Projekt T03 ermittelt werden soll.

Zum Ende des Projekts entsteht somit ein Leitfaden zur Modellierung und Fertigung von Kalibriernormalen auf Basis realer Bauteiloberflächen.

Kontakt

Dipl.-Ing. Katja Klauer
E-Mail: katja.klauer@mv.uni-kl.de
Telefon: 0631 205 – 3386



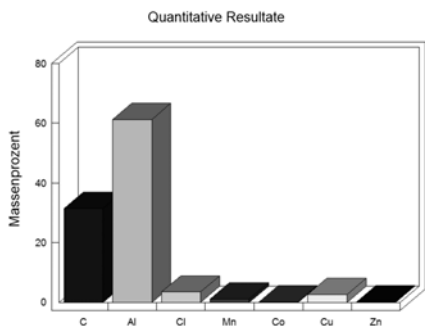
Mikrofräseprozess zur Fertigung eines Kalibriernormals

DFG-Projekt „Qualitätsschutz mittels Chargen-Fingerprint“ erfolgreich abgeschlossen

Untersuchung der Identifizierungsverfahren der optischen Emissionsspektrometrie und energiedispersiven Röntgenspektroskopie zum Schutz vor Bauteilfälschungen

Die Fälschung von Bauteilen stellt für Investitionsgüterhersteller ein großes Problem dar. Die Fälschung von Bauteilen bzw. das Anbieten von gefälschten Ersatzteilen ist nicht zuletzt aufgrund der hohen Margen bei Ersatzteilen für Produktpiraten interessant. Um die Funktionsfähigkeit von Investitionsgütern durch Originalbauteile bzw. Originalersatzteile sowie die Rückverfolgbarkeit von Bauteilen im Lebenszyklus sicherzustellen, ist ein Identifizierungsverfahren für die Bauteile notwendig. Problematisch ist dabei jedoch, dass auch die für das Verfahren vorgesehenen Identifizierungsmerkmale kopiert werden können. Ein fälschungssicheres Identifizierungsverfahren zeichnet sich dadurch aus, dass die zu prüfenden Merkmale auch dann nicht identifiziert werden können, wenn die technische Funktionsweise des Verfahrens bekannt ist. Hierzu werden stochastische Prüfmerkmale genutzt, d. h. zufällig auftretende Merkmale.

In dem DFG-Projekt „Qualitätsschutz von Investitionsgütern durch eine bauteilinhärente Unikatsidentifizierung mittels Chargen-Fingerprint“ wurde untersucht, inwiefern die Verfahren optische Emissionsspektrometrie (OES) und energiedispersive Röntgenspektroskopie (EDX) geeignet sind, eine eindeutige Identifizierung von Proben durchzuführen.



Messergebnis des Sumpenspektrums der EDX-Analyse

Die Verfahren messen die individuellen Verteilungen der Werkstoffzusammensetzungen in einzelnen Chargen metallischer Werkstoffe. Beim OES-Verfahren werden dazu Atome mittels Funkenstrahl in einen angeregten Zustand versetzt und senden Spektrellinien aus, welche den Elementkonzentrationen der einzelnen Werkstoffe

zugeordnet werden können. Beim EDX-Verfahren werden die Atome mittels Elektronenstrahl angeregt, sodass sie Röntgenstrahlen emittieren. Diese Röntgenstrahlen werden den Elementkonzentrationen zugeordnet.

Zur Sicherstellung der Vergleichbarkeit der Messergebnisse wurden für die Verfahren im Rahmen des Projektes zunächst die Einflüsse der Probenreinigung untersucht und standardisierte Vorgehensweisen für die Messungen festgelegt. Bei Untersuchungen der Messergebnisse an 42CrMo4, die mittels OES durchgeführt wurden, zeigte sich, dass die Reinigung mittels Ultraschall oder Ethanol eine bessere Zuordnung der Chargen ermöglicht. Für die Zuordnung von Proben zu Chargen wurden im Rahmen des Projektes die absoluten Differenzen der Elementkonzentrationen von den Werkstoffen addiert und mit der Referenzprobe verglichen, d. h. es wurden für alle vorhandenen Elemente die jeweiligen Differenzen zwischen der Probe und der Referenzprobe gemessen und die Werte der Differenzen aufsummiert. Um eine bessere Zuordnung zu gewährleisten, wurden in einem zweiten Schritt die prozentualen Differenzen berechnet. Beide Methoden wurden an verschiedenen Chargen von 42CrMo4 und V2A untersucht. Hierbei zeigte sich, dass in den Untersuchungen zu 80 % eine entsprechende Zuordnung zu den richtigen Proben gewährleistet werden konnte. Bei vergleichenden Messungen mit dem EDX-Verfahren zeigte sich, dass dieses Verfahren keine bessere Zuordnung der Proben erlaubte.

Zusammenfassend haben die Untersuchungen gezeigt, dass die beiden Verfahren OES und EDX keine eindeutige Identifizierung von Bauteilen erlauben. Trotz der nicht eindeutigen Zuordnung können die Verfahren jedoch genutzt werden, um mit einer hohen Wahrscheinlichkeit falsche Bauteile ausschließen zu können und Investitionsgüterhersteller somit vor falschen Ansprüchen zu schützen.

Kontakt

Hermann Meissner M.Sc.

E-Mail: hermann.meissner@mv.uni-kl.de | Telefon: 0631 205 – 4068

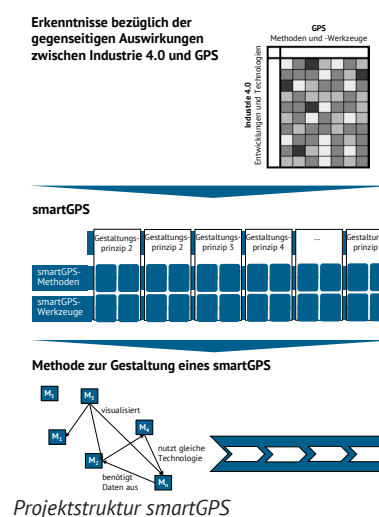
DFG-Projekt zu Ganzheitlichen Produktionssystemen erfolgreich gestartet

Erforschung der Wechselbeziehungen zwischen Ganzheitlichen Produktionssystemen und Industrie 4.0

Seit etwa 20 Jahren setzen immer mehr deutsche Industrieunternehmen auf ganzheitliche Produktionssysteme (GPS). Dabei geht es um ein unternehmensspezifisches, methodisches Regelwerk zur Gestaltung und Abstimmung einzelner und individueller Teilsysteme der Produktion wie Planung, Steuerung oder Ausführung. Gleichzeitig hat das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 tiefgreifende technische und organisatorische Änderungen innerhalb von Produktionssystemen zur Folge. Hierbei werden alle Einheiten des Produktionssystems über das Internet dezentral koordiniert und bei Bedarf flexibel rekonfiguriert. Allerdings liegt der Fokus aktueller Forschungsarbeiten im Bereich der Industrie 4.0 mehr auf den technischen Aspekten (z. B. cyberfähige Automatisierungstechnik, Datensicherheit) und weniger auf organisatorischen oder mitarbeiterbezogenen Ansätzen. Eine ganzheitliche Betrachtung der Faktoren Mensch, Organisation und Technik darf auch im Kontext der Industrie 4.0 nicht vernachlässigt werden.

Zu diesem Zweck wird im DFG-Projekt „Ganzheitliche Produktionssysteme für Industrie 4.0 – smartGPS“ das übergeordnete Ziel verfolgt, die wechselseitigen Auswirkungen der Gestaltungsprinzipien, Methoden und Werkzeuge der GPS und des Zukunftsprojekts Industrie 4.0 zu untersuchen. Weiterhin sollen die beiden Ansätze in einem erweiterten GPS, dem sogenannten smartGPS, zusammengeführt werden. Dadurch lassen sich organisatorische Aspekte eines GPS mit den Informations- und Kommunikationstechnologien der Industrie 4.0 in Einklang bringen. Außerdem sind Methoden zur Gestaltung von smartGPS zu erarbeiten, indem die kausalen und zeitlichen Zusammenhänge zwischen smartGPS-Methoden und -Werkzeugen identifiziert und beschrieben werden.

Im Projektverlauf werden daher zunächst die Auswirkungen von Industrie 4.0 auf die Elemente von GPS erforscht. Weiterhin wird untersucht, in welchem Maße die Technologien der Industrie 4.0 die Elemente eines GPS unterstützen können. Diese Analyse wird an vier theoretischen Produktionsszenarien, welche im Sinne der Industrie 4.0 spezifiziert



Projektstruktur smartGPS

sind, durchgeführt. Die daraus resultierenden Erkenntnisse werden im Anschluss dazu verwendet, um ein smartGPS zu generieren, indem technologische Potenziale der Industrie 4.0 mit organisatorischen Potenzialen des GPS verknüpft werden. Daraus wird ein Methodenbaukasten abgeleitet, welcher die Methoden eines smartGPS detailliert beschreibt. Weiterhin wird ein Verfahren zur unternehmensindividuellen Gestaltung eines smartGPS entwickelt. Das Verfahren

beschreibt die Kombination und Auswahl von smartGPS-Methoden und -Werkzeugen auf Basis der jeweiligen Unternehmensziele. Danach wird ein multikriterielles Bewertungskonzept bereitgestellt, welches die Auswahl der Methoden unterstützt. Abschließend werden die Ergebnisse anhand der vier theoretischen Produktionsszenarien überprüft, bewertet und bei Bedarf angepasst.

Kontakt

M.Sc. Pascal Langlotz

E-Mail: pascal.langlotz@mv.uni-kl.de | Telefon: 0631 205 – 4225

Neues Großgerät am FBK



Selektive Laserschmelzanlage

Die additive Fertigung in modernen Prozessketten gewinnt stetig an Bedeutung. Durch das schichtweise Aufbauen der Werkstücke können auf konventionelle Weise aufwändig zu fertigende Werkstücke mit vergleichsweise geringem Aufwand erzeugt werden. Zur Untersuchung der Möglichkeiten, die dieses spannende Forschungsfeld ermöglicht, wurde an den Lehrstühlen Fertigungstechnik und Betriebsorganisation (FBK), Konstruktion im Maschinen- und Apparatebau (KIMA), Werkstoffkunde (WKK), Maschinenelemente und Getriebetechnik (MEGT), Messtechnik und Sensorik (MTS) und Technische Mechanik (LTM) der Technischen Universität Kaiserslautern in enger Kooperation ein neues Großgerät angeschafft.

Das System zur additiven Fertigung (ProX DMP 320) der Firma 3D Systems arbeitet nach dem Verfahren des Selektiven Laserschmelzens.

Dabei wird das pulverförmige Rohmaterial nach jedem Schmelzvorgang mit definierter Schichtdicke im Bauraum des Systems aufgetragen. Ein Faserlaser mit einer Leistung von bis zu 500 W schmilzt die Werkstoffschicht an den entsprechenden Positionen, um Schicht für Schicht das gewünschte Werkstück zu fertigen. Der Bauraum des Systems misst 275x275x420 mm, die minimale Schichtdicke der einzeln aufgeschmol-

zenen Werkstoffschichten beträgt 2 μ m. Durch die umfangreichen Möglichkeiten der Prozesssteuerung des ProX DMP 320 können zahlreiche Fertigungsparameter des Selektiven Laserschmelzens variiert werden, um beispielsweise die Auswirkungen der Laserleistung oder Schichtdicke auf die Eigenschaften des Werkstückes zu untersuchen. Durch die Anschaffung des neuen Großgeräts können am FBK fortan die Besonderheiten der additiv erzeugten Werkstücke über die gesamte Prozesskette - von Fertigung bis spanende Nachbearbeitung - eigenständig untersucht werden.

Kontakt

Dipl.-Ing. Sebastian Greco
E-Mail: sebastian.greco@mv.uni-kl.de
Telefon: 0631 205 - 5938

Ausgewählte Veröffentlichungen

J.C. Aurich, R. Ilsen, G. Mert, B. Kirsch: Nachhaltigkeit in der Produktion - Aufgabenstellungen und Lösungsansätze. Fortschritte in der Nachhaltigkeitsforschung (2018): S. 233-252.

J.E. Soares Filho, J.C. Aurich, F.J.P. Sousa, R.M. Nascimento, C.A. Paskocimas: Estimation of the minimum material removal thickness during the polishing process of ceramic tiles by laser triangulation. Ceramics International 44 (2018): S. 4646-4652.

S. Thielen, B. Magyar, B. Sauer, F. Schneider, P. Mayer, B. Kirsch, R. Müller, E. v. Harbou, J.C. Aurich: Functional investigation of zero lead radial shaft seal counter-surfaces turned with a special method. Tribology International (2018): S. 442-450

H. Hotz, B. Kirsch, S. Gutwein, S. Becker, E. v. Harbou, R. Müller, J.C. Aurich: Kryogenes Drehen von X6CrNiNb18-10 - Einfluss des Schneidkantenradius auf Prozesskräfte und Prozessergebnisgrößen. wt Werkstattstechnik online 108/1-2 (2018): S. 12-17.

C. Gläßner, B. Blinn, M. Burkhart, M. Klein, T. Beck, J.C. Aurich: Comparison of 316L test specimens manufactured by Selective Laser Melting, Laser Deposition Welding and Continuous Casting. 7. WGP-Jahreskongress (2017): S. 45-52.

K. Klauer, M. Eifler, F. Schneider, J. Seewig, J.C. Aurich: Ageing of roughness artefacts - impact on the measurement results. Proceedings of the 17th euspen International Conference (2017): S. 404-405.

A. Haße, R. Walecki, J. Fischer, C. Sinnwell: Demonstrator 2 - Kollaborative Entwicklung cybertronischer Produkte und Produktionssysteme. Modellbasierter Entwicklungsprozess cybertronischer Systeme (2017): S. 209-226.

Herausgeber

Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Betriebsorganisation
Prof. Dr.-Ing. Jan C. Aurich

Kontakt

Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Betriebsorganisation
Technische Universität Kaiserslautern
Postfach 3049
67653 Kaiserslautern

E-Mail: fbk@mv.uni-kl.de Tel.: 0631 205 - 2618
Internet: www.fbk-kl.de Fax: 0631 205 - 3238

Zu allen Veranstaltungen, Veröffentlichungen und Projekten erhalten Sie neben den angegebenen Quellen Informationen beim Herausgeber.

Der Infobrief ist auch in elektronischer Form als PDF-Datei über die Internet-Seiten des FBK erhältlich. Dort kann der Infobrief ebenfalls abonniert werden.

ISSN 1615-2492

Fabrikplanung Virtuelle Lernfabrik

12.-13. Juni 2018

Technische Universität Kaiserslautern

Teilnahmegebühr 1.000,- € zzgl. MwSt.

Fabrik-, Montage- sowie Prozessplaner

Ziele der Lernfabrik

- Verständnis produktionsprozessübergreifender Zusammenhänge
- Fabrikplanungsprozesse realitätsnah erleben
- Vermittlung notwendiger Methoden der Virtuellen Lernfabrik

Themen

- Methoden der Montageplanung
- Einsatz digitaler Werkzeuge der Fabrikplanung
- Selbstständige Problembewältigung bei der Montageplanung



Neue Mitarbeiter



Andreas Lange arbeitet seit Februar als wissenschaftlicher Mitarbeiter am FBK. Der Schwerpunkt seiner Tätigkeit liegt im Bereich Mikrozerspannung.



Pascal Langlotz ist seit Februar wissenschaftlicher Mitarbeiter am FBK. Der Schwerpunkt seiner Tätigkeit liegt im Bereich cyber-physische Produktionssysteme.