

Technische Universität Darmstadt
Institut für Produktionsmanagement,
Technologie und Werkzeugmaschinen
Prof. Dr.-Ing. Eberhard Abele
Prof. Dr.-Ing. Joachim Metternich

Otto-Berndt-Straße 2
64287 Darmstadt

Telefon +49 (0) 6151 16-2156
Telefax +49 (0) 6151 16-3356

info@ptw.tu-darmstadt.de
www.ptw.tu-darmstadt.de



Jahresbericht 2014

Institut für Produktionsmanagement,
Technologie und Werkzeugmaschinen



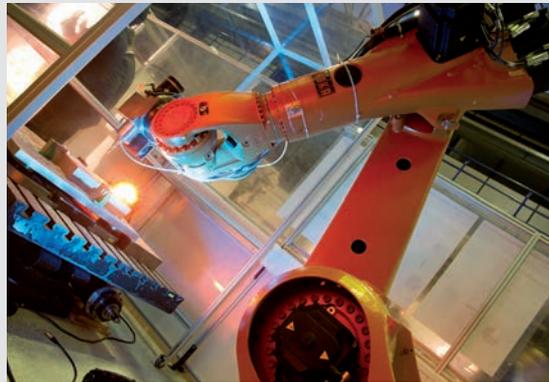
Cover:

Schruppbearbeitung mit Hochschubfräser
auf 5-Achs-Bearbeitungszentrum

Technische Universität Darmstadt
**Institut für Produktionsmanagement,
Technologie und Werkzeugmaschinen, PTW**

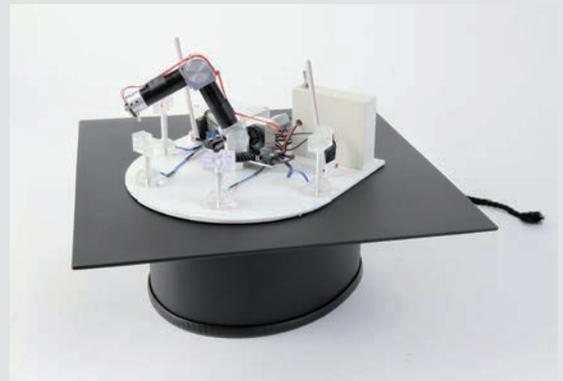
Institutsleitung
Prof. Dr.-Ing. Eberhard Abele
Prof. Dr.-Ing. Joachim Metternich

16



Forschung

42



Wissenschaftliche Veröffentlichungen

56



Studium & Lehre

	Vorwort	5
1	Das PTW im Überblick	8
2	Neues vom PTW	10
3	Veranstaltungen und Ereignisse	12
4	Forschung	16
4.1	Forschungsgruppe Werkzeugmaschinen und Komponenten	18
4.2	Forschungsgruppe Zerspanungstechnologie	22
4.3	Forschungsgruppe Mikroproduktion	26
4.4	Forschungsgruppe Center für industrielle Produktivität	30
4.5	Forschungsgruppe Management industrieller Produktion	34
4.6	Forschungsgruppe Umweltgerechte Produktion	38
5	Wissenschaftliche Veröffentlichungen	42
5.1	Dissertationen	44
5.2	Veröffentlichungen in Fachzeitschriften und Konferenzbeiträge	50
6	Mitarbeit in Gremien	54
7	Studium & Lehre	56
7.1	Vorlesungen	58
7.2	Tutorium	59
7.3	Studentische Arbeiten	60
7.4	Studierendenzahlen	69
	Personalstand	70
	Anfahrt	73
	Impressum	74



„Es ist nicht unsere Aufgabe, die
Zukunft vorauszusagen, sondern auf
sie gut vorbereitet zu sein“.

Perikles (Attischer Staatsmann)



Prof. Dr.-Ing.
Eberhard Abele

Prof. Dr.-Ing.
Joachim Metternich

Institutsleitung des PTW

Liebe Freunde und Partner des PTW, sehr verehrte Damen und Herren,

unter dem Schlagwort „Industrie 4.0“ hat sich im abgelaufenen Jahr – neben den Themen Energieeffizienz und demographischer Wandel – ein weiteres Thema in der Diskussion über die Produktion der Zukunft etabliert. Die Vertreter des Ansatzes erwarten, dass sich Produkte von selbst den Weg durch die Fabrik suchen, Mitarbeiter ihre Anwesenheit flexibel selbst bestimmen, Maschinen und Anlagen ihre Parameter selbst optimieren und letztendlich die Stückzahl eins zu den Kosten der Großserienproduktion zu haben ist.

Es ist zu Industrie 4.0 viel gesagt und noch mehr geschrieben worden. Wie nicht anders zu erwarten, wirft ein neues Thema zunächst mehr Fragen auf als Antworten gegeben werden können. Dies gilt v.a. für erfahrene Produktionspraktiker. Sie suchen nach einem eigenen Zugang zum dem für sie neuen und unzureichend strukturierten Thema. Für eine industriennahe Forschungseinrichtung wie das PTW signalisiert diese Situation Handlungsbedarf.

Für uns am PTW stellt die Schlanke Produktion das Leitbild einer effizienten und sich kontinuierlich verbessernden Produktion dar: Prozesse zeigen Abweichungen auf und Mitarbeiter nutzen diese Abweichungen, um Probleme zu lösen. Eine konsequente Führung vor Ort, Fördern und Fordern von Mitarbeitern und ein Vorleben von systematischer Problemlösung bilden die Grundlage dieses Engagements. Die spannende Frage ist, wie sich Industrie 4.0 zu diesem etablierten und bewährten Leitbild verhält. Vieles erscheint widersprüchlich. Deutlich wird aber schon heute, dass viele Elemente aus Industrie 4.0 die Schlanke Produktion ideal ergänzen werden, so z.B. eine schnelle Problemerkennung und Fehlereingrenzung durch eine verbesserte Informationsverfügbarkeit. Es handelt sich also um ein hochspannendes, neues Themengebiet

- auch für uns. Wir haben hierfür im Jahr 2014 durch entsprechende Projekte die Weichen gestellt, wie Sie beim aufmerksamen Lesen unseres vorliegenden Jahresberichts erkennen werden.

Trotzdem ist sicher: Wir werden am PTW auch in den kommenden Jahren klare Schwerpunkte in angestammten Themenbereichen setzen, wie z.B. der Zerspanungstechnologie und der Maschinenteknik. Auch hier gab es einige Highlights am PTW, wie beispielsweise die Vorstellung einer neuen Entgrat-Technologie bei unserem erfolgreichen Messeauftritt auf der AMB. Wir sind überzeugt, dass unsere Industriepartner und die deutsche Industrie als Ganzes hier auch in Zukunft sowohl als Hersteller oder auch als Anwender ihr Geld verdienen werden. Reale, greifbare Produkte sind weiter der Kristallisationspunkt, an dem sich der Kundennutzen generiert. Wir werden uns aber auch intensiv der Frage stellen, wie sich das Umfeld in unseren Fabriken und im Markt durch neue Technologien, energieeffiziente Verfahren und den demografischen Wandel ändern wird. Dabei ist für uns die Leitfrage, wo neue Technologien der Katalysator für entweder effizientere Herstellungsprozesse oder einen erhöhten Kundennutzen sind – und zwar nachweisbar. **Sie sind weiterhin herzlich eingeladen, die Antwort auf diese und weitere spannende Fragen gemeinsam mit uns zu suchen.**

Mit freundlichen Grüßen

Prof. Dr.-Ing. Eberhard Abele
Geschäftsführender Institutsleiter

Prof. Dr.-Ing. Joachim Metternich
Stellv. Institutsleiter

Darmstadt, im März 2015





Grundsteinlegung
der energieeffizienten
Fabrik der Zukunft
(ETA-Fabrik)

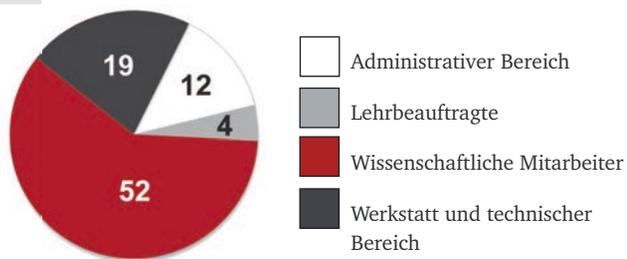
Den dazugehörigen
Artikel finden Sie auf
Seite 12.



Das PTW im Überblick

MitarbeiterInnen

Anzahl nach Tätigkeit



87 Angestellte am PTW betreuen:

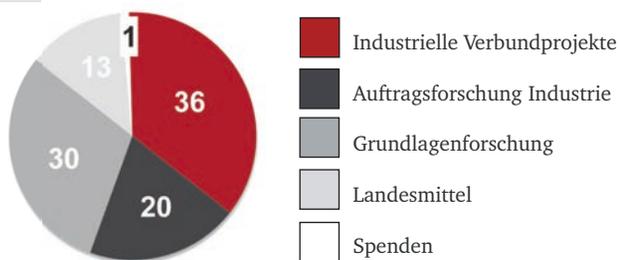
9 Vorlesungen mit ca. 1300 Hörern pro Jahr

ca. 50 Forschungsprojekte

ca. 120 Master- und Bachelorarbeiten pro Jahr

Mitteleinnahmen

Aufteilung in Prozent



ca. 5,5 Mio. € eingeworbene Drittmittel für Forschungsprojekte pro Jahr

ca. 2/3 unserer Projekte sind mit direkter Industriebeteiligung

Unser Maschinenpark im Überblick

Maschinen (Auszug)

- 3 5-Achs Bearbeitungszentren
- 1 5-Achs Dentalfräsmaschine
- 2 BAZ zur Mikro- und Feinbearbeitung
- 2 4-Achs Bearbeitungszentren
- 3 CNC-Drehmaschinen
- 5 3-Achs Bearbeitungszentren
- 2 Roboter mit Frässpindel
- 2 SLM-Anlagen

Versuchsstände

- Versuchsstände für Motorspindeln
- HSC-Versuchsstand
- Schleuderprüfstand für Fliehkraftuntersuchungen
- Wuchtmaschine

Messgeräte (Auswahl)

- KMM (Leitz PMM 864, Quindos7)
- 3D-Oberflächenscanner (GFM)
- Messmikroskope (Alicona, Hitec)
- Modalanalyseequipment
- Laser-Tracer
- Form- und Lagemessgeräte (Mahr)
- Werkzeugmessmaschine
- REM und EDX Analysator
- High-Speed Kameras



Maschinenvermessung mit dem Laser-Tracer-System

Ihre AnsprechpartnerInnen

Prof. Dr.-Ing. E. Abele
Geschäftsführender
Institutsleiter



Prof. Dr.-Ing. J. Metternich
Stellvertretender
Institutsleiter



Assistenz

Renate Doyle
06151 16-2156
doyle@ptw.tu-darmstadt.de



Assistenz

Christine Sutton
06151 16-5454
sutton@ptw.tu-darmstadt.de



Oberingenieure



Dipl.-Wirtsch.-Ing.
Stefan Seifermann
06151 16-2356
seifermann@ptw.tu-darmstadt.de



Dipl.-Ing.
Tilo Sielaff
06151 16-6714
sielaff@ptw.tu-darmstadt.de

ForschungsgruppenleiterInnen

Werkzeugmaschinen und Komponenten



Dipl.-Ing. Lars Holland
06151 16-5480
holland@ptw.tu-darmstadt.de

Support-Team

Wissensmanagement



Ellen Schulz
06151 16-3556
schulz@ptw.tu-darmstadt.de

Zerspanungstechnologie



Dipl.-Ing. Dominik Schäfer
06151 16-6621
schaefer@ptw.tu-darmstadt.de

Öffentlichkeitsarbeit



Sibylle Scheibner
06151 16-6640
scheibner@ptw.tu-darmstadt.de

Mikroproduktion



Dipl.-Ing. Sören Dietz
06151 16-6620
dietz@ptw.tu-darmstadt.de

Veranstaltungsmanagement



Annette Heb
06151 16-6421
heb@ptw.tu-darmstadt.de

Center für industrielle Produktivität



Dipl.-Ing. Felix Wiegel
06151 16-6823
wiegel@ptw.tu-darmstadt.de

Finanzen | Controlling



Jochen Schledt
06151 16-2456
schledt@ptw.tu-darmstadt.de

Management industrieller Produktion



Dipl.-Wirtsch.-Ing. Laura Faatz
06151 16-3830
faatz@ptw.tu-darmstadt.de

Systemadministrator



Boris Prinzisky
06151 16-4191
prinzisky@ptw.tu-darmstadt.de

Umweltgerechte Produktion



Dipl.-Wirtsch.-Ing. Martin Beck
06151 16-6619
beck@ptw.tu-darmstadt.de

Mechanische Werkstatt



Mirko Feick
06151 16-2556
feick@ptw.tu-darmstadt.de

Neues vom PTW

Neue MitarbeiterInnen in 2014

Werkzeugmaschinen
und Komponenten

Dipl.-Ing.
Christian Baier



Zerspanungstechnologie

M.Sc.
Timo Scherer



Werkzeugmaschinen
und Komponenten

M.Sc.
Felix Hähn



Center für
industrielle Produktivität

Dipl.-Wirt.-Ing.
Judith Enke



Werkzeugmaschinen
und Komponenten

M.Sc.
Pfeiffer Guido



Center für
industrielle Produktivität

M.Sc.
Carsten Schaede



Zerspanungstechnologie

M.Sc.
Christian Bölling



Management
industrieller Produktion

M.Sc.
Andreas Wank



Zerspanungstechnologie

M.Sc.
Christian Hasenfratz



Umweltgerechte
Produktion

M.Sc. M.Eng.
Christoph Bauerdick



Zerspanungstechnologie

M.Sc.
Mihir Joshi



Umweltgerechte
Produktion

M.Sc.
Niklas Panten





Versuchsfeld-News

Der Schwerpunkt der additiven Fertigung wurde um ein weiteres System für die Verarbeitung von Metallen erweitert. Die neue Laser-Sinter-Anlage von EOS zeichnet sich durch eine gesteigerte Auflösung im Vergleich zu bisherigen Systemen aus. Ermöglicht wird dies durch die Verwendbarkeit von Partikelgrößen im einstelligen Mikrometerbereich und einem Fokusbereich des Lasers von ca. 30 μm . Forschungsseitig wird hierbei die additive Mikrofertigung für Grundlagen- sowie industriennahe Entwicklungsprojekte fokussiert.



EOS EOSINT μ 60 | Laser-Sinter-Systeme

Im April 2014 wurde am PTW die neue Werkzeugmaschine der Firma Heller angeliefert und für den Bereich Schwerzerspannung in Betrieb genommen. Hierbei handelt es sich um ein 4-Achs-Horizontaltbearbeitungszentrum mit der Typbezeichnung H5000. Die Bauweise dieser Werkzeugmaschine und die eingesetzte Motorspindel eignen sich dank ihrer Stabilität und hohen Dynamik hervorragend für die Zerspaltung von schwer zerspanbaren Werkstoffen wie sie im Bereich des Industrie-Arbeitskreises Titan zerspant werden.



Heller H5000 | Vierachsiges Bearbeitungszentrum

Das Mess- und Analyse-Equipment am PTW wurde durch ein Desktop-Rasterelektronenmikroskop mit integriertem Elementanalysator vom Typ Phenom Pro-X erweitert. Das Gerät arbeitet mit Beschleunigungsspannungen von 5 – 15 kV, wodurch es möglich ist, Bilder mit einer Vergrößerung bis zum Faktor 100.000 zu erstellen. Durch die kompakte Bauweise des Gerätes ist es möglich, Proben schnell in das Gerät einzuschleusen. Von der Präparation bis zum Bild vergehen nur wenige Minuten. Zum Einsatz kommt das Gerät bei der Verschleißuntersuchung von Werkzeugen sowie bei der Analyse von additiv gefertigten Mikroteilen.



Desktop Rasterelektronenmikroskop Phenom Pro-X

Ausgewählte Veranstaltungen

Grundsteinlegung der energieeffizienten Fabrik der Zukunft (ETA-Fabrik) am 12.08.2014 auf dem Campus Lichtwiese

Vier Jahre nach den ersten Pinselstrichen ist das derzeit größte Einzelforschungsvorhaben der TU Darmstadt am 12.08.2014 in die bauliche Umsetzungsphase gestartet.

Gemeinsam mit dem Projektkonsortium, Unterstützern des Projekts sowie Vertretern der Bundes- und Landesministerien wurde die feierliche Grundsteinlegung auf dem Campus Lichtwiese der TU Darmstadt vollzogen.

Zusammen mit dem Präsidenten der TU Darmstadt, Prof. Hans Jürgen Prömel, enthüllten Prof. Eberhard Abele und der Projektleiter der ETA-Fabrik, Martin Beck, den Grundstein.



Seitens der Industrie wurden dem PTW durch das Vorstandsmitglied der Bosch Rexroth AG, Dr. Stefan Spindler, sowie dem Leiter Entwicklung und Innovationsmanagement der Viessmann GmbH & Co KG, Walter Bornscheuer, Glückwünsche zu dem weiteren Meilenstein zum Forschungsprojekt überbracht. Auch die Vertreter der Förderer vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und des Landes Hessen schlossen sich diesen Glückwünschen an. So richteten sich auch die Worte von Dr. Hans-Christoph Wirth vom BMWi an das PTW und das Projektkonsor-

tium für ihre Vorreiterrolle auf dem Gebiet der Energieeffizienzforschung in der industriellen Produktion: „Forschung und Entwicklung sind der Schlüssel, das Energiesystem der Zukunft überhaupt bauen zu können. Das innovative Umfeld hier hat beinahe die politischen Ereignisse vorgegesehen und vorhergesehen“.

Im kommenden Herbst sollen die Bauarbeiten abgeschlossen sein, sodass mit der Inbetriebnahme begonnen werden kann.

Die feierliche Eröffnung wird derzeit vom Projektteam unter Federführung des PTW für das Frühjahr 2016 geplant und organisiert.

v.l.
M. Beck, Projektleiter ETA-Fabrik
Prof. Abele, Institutsleiter PTW
Prof. Prömel, Präsident TU Darmstadt
J. Stephan, Dietz Joppien Architektur
Dr. Spindler, Bosch Rexroth
R. Schweer, HMWVL
Dr. Wirth, BMWi
Dr. Müller, Bosch Rexroth
W. Bornscheuer, Viessmann



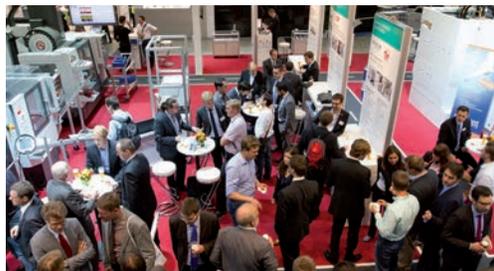
Ansprechpartner am PTW
Dipl.-Ing. Felix Junge
Telefon: 06151 16-75777
junge@ptw.tu-darmstadt.de



16.–20. September 2014 Internationale Ausstellung für Metallbearbeitung (AMB) in Stuttgart

Vom 16. bis 20. September 2014 fand die Internationale Ausstellung für Metallbearbeitung (AMB) in Stuttgart statt. Dort präsentierte das PTW gemeinsam mit 19 Mitausstellern die Sonderschau „Innovationstour Metallbearbeitung“. Hierbei wurden neueste Innovationen aus den Bereichen Energieeffizienz, Lean Machining, Entgraten und prozesssichere Komplettbearbeitung präsentiert. Bei täglich zwei geführten Besucherrundgängen wurden die Besucher über die Trends von Morgen informiert. Zentrum des 540 Quadratmeter großen Gemeinschaftsstands bildete das Wiedererkennungsmerkmal der Innovationstour, der rote Doppeldeckerbus. Je Bereich informierte eine zentrale Haltestelle über die jeweiligen Innovationsthemen. Die Sonderschau verzeichnete hohe Besucherzahlen und vielzählige neue Industriekontakte.

Das PTW bedankt sich bei allen Mitausstellern für den erfolgreichen Messeauftritt. Die nächste Sonderschau „Innovationstour Metallbearbeitung“ des PTW findet im Rahmen der AMB vom 13. bis 17. September 2016 statt.



Ansprechpartner am PTW
Dipl.-Ing. Christian Baier
Telefon: 06151 16-6703
baier@ptw.tu-darmstadt.de



Ansprechpartner am PTW
Carsten Schaede, M.Sc.
Telefon: 06151 16-75305
schaede@ptw.tu-darmstadt.de

Hessischer Wirtschaftsminister besucht PTW

Der Hessische Wirtschaftsminister Tarek Al-Wazir besuchte im Rahmen seiner Antrittsbesuche an der TU Darmstadt die Prozesslernfabrik des PTW. Nach einer anfänglichen Führung durch die Prozesslernfabrik CiP ließ er sich über den Fortschritt der Modellfabrik „ETA“ berichten und überreichte den Zuwendungsbescheid für das Projekt „Effiziente Fabrik 4.0“, welches gemeinsam von den Instituten PTW und DiK durchgeführt wird.



China verleiht Prof. Dr.-Ing. Eberhard Abele Friendship Award

Am 29. September 2014 wurde der Institutsleiter Prof. Dr.-Ing. Eberhard Abele in Peking als erster TUD-Professor mit dem Friendship Award der Volksrepublik China geehrt.

Der Preis wird ausländischen Experten verliehen, die in den Bereichen Technologie, Ökonomie, Bildung und Kultur zur wirtschaftlichen und sozialen Entwicklung in China beigetragen haben. Der Award – die höchste Auszeichnung, die die Volksrepublik China ausländischen Experten verleiht – wurde den insgesamt 100 Geehrten aus 25 Nationen im Rahmen einer feierlichen Zeremonie durch Vizepremier Ma Kai überreicht. Sie alle wurden am 30. September 2014 von Ministerpräsident Li Ke-qiang empfangen und aus Anlass des 65. Bestehens der Volksrepublik China zu einem Staatsbankett geladen an dem die gesamte chinesische Regierung, samt Staatsoberhaupt Xi Jiping anwesend war.

Eberhard Abele – der gemeinsam mit drei weiteren deutschen Experten, den Award entgegen nehmen durfte – erhielt ihn für sein über 15-jähriges Engagement im Forschungs- und Bildungsbereich in enger Kooperation mit der National University of

Astronautics and Aeronautics in Nanjing (NUAA). Etliche deutsche mittelständische Unternehmen wie auch deutsch-chinesische Gemeinschaftsunternehmen konnten von dieser Partnerschaft bisher profitieren.

„Die Verleihung des Awards ist eine große Ehre für unser Institut und ist auch ein Verdienst meiner Mitarbeiter und Kollegen an der Technischen Universität Darmstadt“, so Eberhard Abele in einem Interview mit der an der Verleihung teilnehmenden Presse nach der Feier.

Das Redaktionsteam gratuliert Herrn Prof. Dr.-Ing. Abele sehr herzlich zu dieser Auszeichnung.



Technologietag in Darmstadt „Zerspanen mit Industrierobotern“

Aufgrund der positiven Resonanz auf das vorangegangene Seminar in 2012 veranstaltete das PTW am 9. Oktober 2014 zum zweiten Mal den Technologietag zum Thema „Zerspanen mit Industrierobotern“. Die Relevanz und das steigende Interesse an dem Thema spiegeln sich vor allem in der gewachsenen Teilnehmerzahl von etwa 80 Vertretern aus Forschung und Industrie wider. Im Rahmen des Technologietages wurden in Vorträgen innovative Lösungen, Trends und Entwicklungen auf dem Gebiet vorgestellt. Im Brennpunkt der Vorträge lagen diesmal verschiedene Methoden zur Erhöhung der Bearbeitungsgenauigkeit sowie die Bearbeitung von großen Werkstücken. Die Vorträge wurden in einer Führung durch das

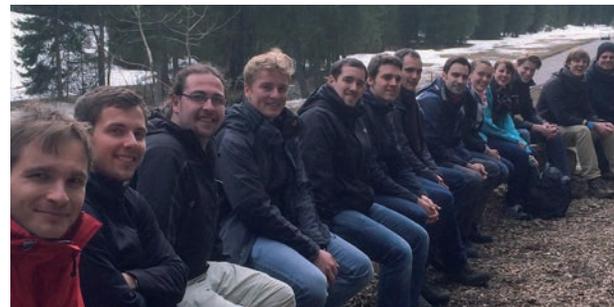


Versuchsfeld mit der Demonstration aktueller Forschungsthemen des PTW hinsichtlich der Industrierobotik ergänzt. Gezeigt wurden unter anderem das Zerspanen komplexer Geometrien und neuartiger Spannsysteme. Im Rahmen der Forschungsthemen stellten einige Industriepartner und Firmen ihre innovativen Ansätze und bereits realisierte Lösungen im Bereich der IT, der Konstruktion sowie Visionstechnik vor. Somit bot der Technologietag gleichermaßen dem Anwender und dem Entwickler in der Automatisierungstechnik eine hochaktuelle Informationsgrundlage über die Bearbeitung mit Industrierobotern.
www.ptw-robotertechnologietag.de



Ansprechpartner am PTW
Dipl.-Ing. Kaveh Haddadian
Telefon: 06151 16-76136
haddadian@ptw.tu-darmstadt.de

Forschung erfordert einen mutigen Schritt nach vorne Team-Event im Rahmen der Strategietagung „Quo-Vadis“ 2014



Vorankündigungen



13th Powertrain Manufacturing Conference
Powertrain Production 2020 – Global Networks | New Processes | Resource Efficiency
November 17 – 18, 2015 | Germany, Darmstadt
www.powertrain-conference.de



ICUME 2015
2nd International Conference on Uncertainty in Mechanical Engineering
November 19 – 20, 2015 | Germany, Darmstadt
www.sfb805.tu-darmstadt.de



Im März 2016 wird das Institut PTW der TU Darmstadt die Energieeffizienzmodellfabrik „ETA-Fabrik“ feierlich eröffnen. Gäste werden die Möglichkeit haben, die Modellfabrik - in der Maschinen, Gebäudeausrüstung und Gebäudehülle energetisch vernetzt und ganzheitlich optimiert werden - im Rahmen von Führungen zu besichtigen. Anlässlich der Eröffnungsfeier wird der Schwerpunkt der am Tag darauf stattfindenden 8. Darmstädter Energiekonferenz auf dem Thema „Energieeffizienz in der Produktion“ liegen.

Die Forschungsgruppen am PTW

Exzellenz in der Produktion basiert nach dem Verständnis des PTW auf der Fähigkeit, Technik und Organisation optimal miteinander zu verbinden.

Ganzheitlich optimale Lösungen für die Produktion müssen nach dem Verständnis des PTW immer beide Welten berücksichtigen. Das erfordert Tiefgang in den jeweiligen Fachthemen, eine breite grundlegende Qualifikation im gesamten Themenfeld der Produktion und die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen den Wissenschaftlern am PTW. Die fachlichen Spezialisierungen erreichen die Mitarbeiter des PTW in sechs Forschungsgruppen:

- Werkzeugmaschinen und Komponenten
- Zerspanungstechnologie
- Mikroproduktion
- Center für industrielle Produktivität
- Management industrieller Produktion
- Umweltgerechte Produktion.

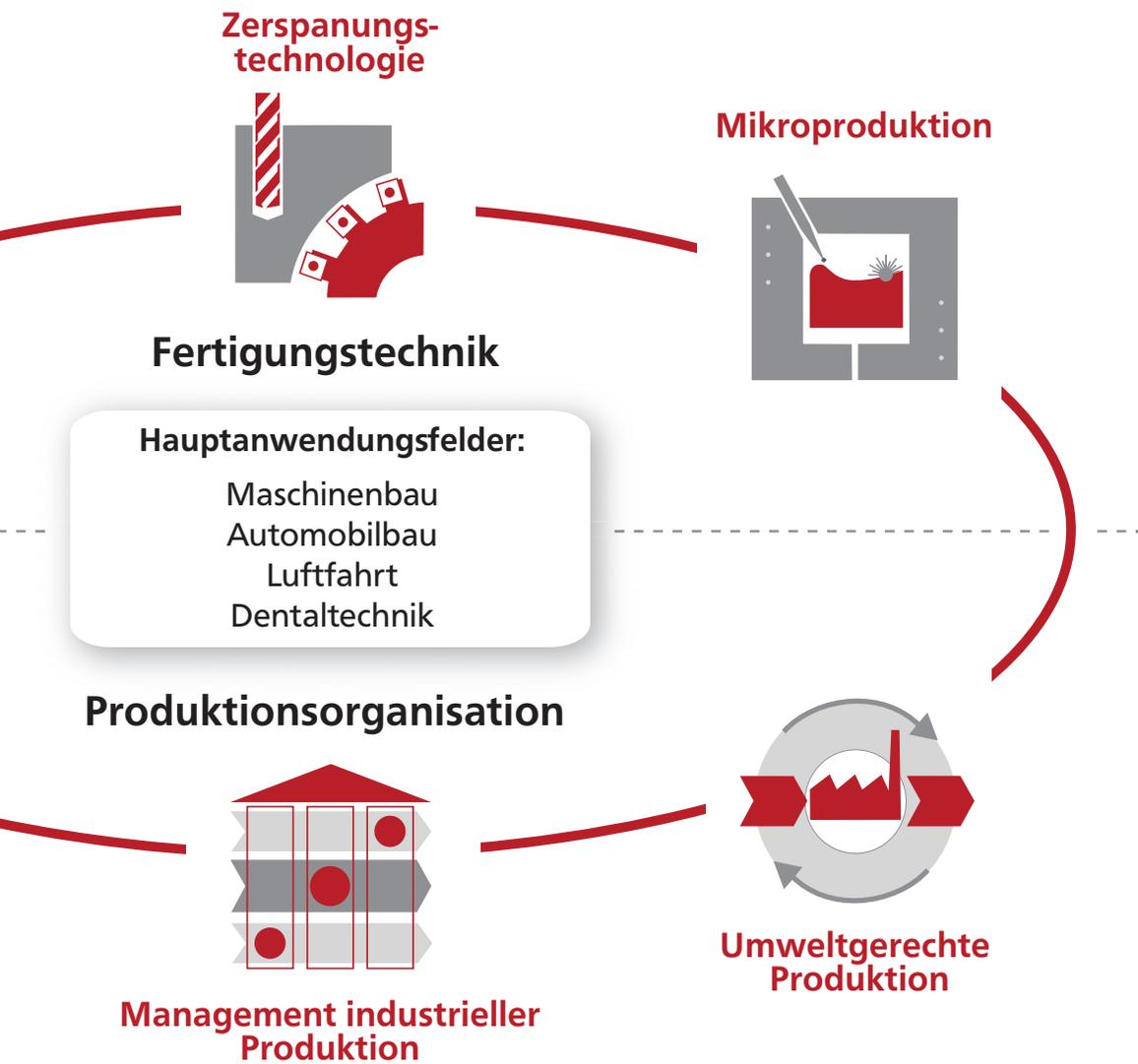
Die Stärke des PTW wächst nicht zuletzt aus der Zusammenarbeit dieser Forschungsgruppen, z. B. durch gemeinsames Bearbeiten von Forschungsprojekten.

**Werkzeugmaschinen
und Komponenten**



**Center für industrielle
Produktivität
(Prozesslernfabrik)**





„Erfolgreich zu sein setzt zwei Dinge voraus: Klare Ziele und den brennenden Wunsch, sie zu erreichen.“

Johann Wolfgang von Goethe



Werkzeugmaschinen und Komponenten

Forschungsgruppe im Überblick

Moderne Werkzeugmaschinen sind heute komplexe mechatronische Systeme. Nur ein perfekt abgestimmtes Zusammenspiel der verschiedenen mechanischen, elektrischen und elektronischen Einzelkomponenten führt zu optimalen Bearbeitungsergebnissen bei aktuellen Maschinen und neuen innovativen Konzepten. Die Weiterentwicklung der Zerspanungstechnologie, steigende An-

forderungen an die Bauteilqualität und Prozesssicherheit sowie steigender Kostendruck in der Produktion stellen dabei neue Anforderungen an spanende Werkzeugmaschinen und deren Komponenten, z.B. Motorspindeln und Führungen.

Forschungsschwerpunkte

Mechatronische Systeme und Komponenten

- Entwicklung von mechatronischen / adaptronischen Lösungen zur Steigerung der Prozesssicherheit und Bauteilqualität
- Systemidentifikation und Beurteilung des Maschinen- und Prozessverhaltens
- Intelligente Werkzeugsysteme
- Verwendung innovativer Werkstoffe in Maschinenkomponenten
- Entwicklung metrologischer Systeme

Motorspindelssysteme

- Entwicklung und Analyse von Motorspindeln und deren Kernkomponenten
- Untersuchung der Wechselwirkungen zwischen Zerspanprozess und Spindelssystem
- Optimierung von Speisung und Regelung des Spindelantriebs
- Zustands- und Prozessüberwachung

Zerspanen mit Industrierobotern

- Numerische Modellierung der Roboterstruktur
- Qualitätssicherung von Bauteilen mittels Digitalisierung mit Robotern
- Robotergestütztes, automatisiertes Entgraten komplexer Konturen

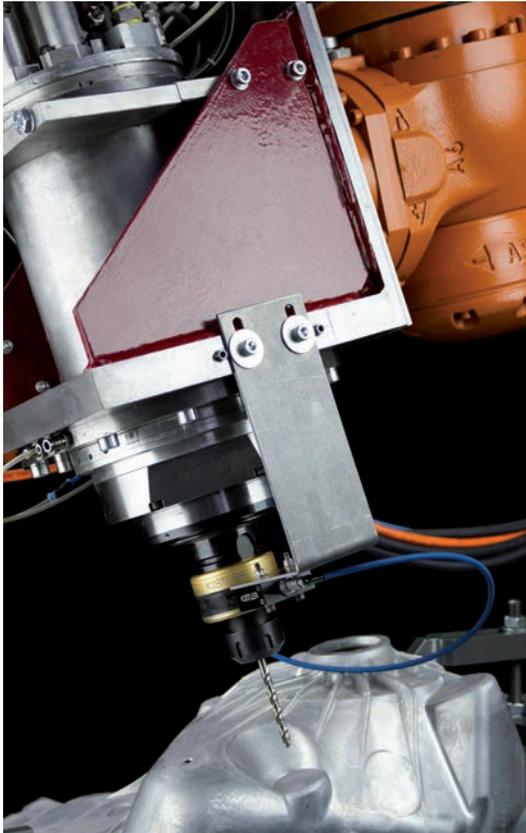


Bild links:
Zerspanen mit
Industrierobotern

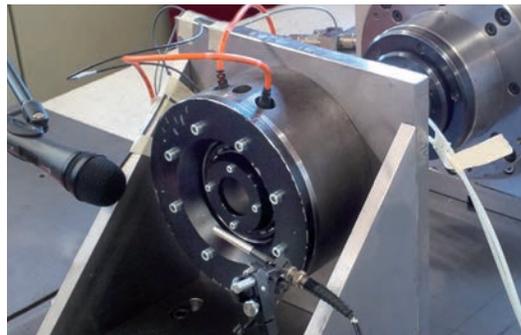


Bild rechts (oben):
Prototyp eines intelligenten
Werkzeugsystems

Bild rechts (unten):
Prüfstandsuntersuchungen zum
Verhalten von Wälzlagern

Dienstleistungen (Auszug)

- Simulative Untersuchungen (FEM) von Werkzeugmaschinen und deren Komponenten
- Messtechnische Untersuchungen von Maschinen und Komponenten (Modalanalyse, Steifigkeitsanalyse, Betriebsschwingungsmessung, Kraftmessung)
- Bewertung der Maschinengenauigkeit nach VDI/DGQ 3441 und DIN ISO 230
- Entwicklung kundenspezifischer Lösungen zur Steigerung der Prozesssicherheit und Prozessleistung
- Experimentelle Untersuchung von
 - » Spindelsystemen bei der Bearbeitung und auf Belastungsprüfständen
 - » Spindellagern
- Analyse und Vermessung von Industrierobotern
- Experimentelle Zerspanuntersuchungen

» Perfekt abgestimmtes
Zusammenspiel «

Mitarbeiter der Forschungsgruppe | Gruppenleiter Dipl.-Ing. Lars Holland
 Dipl.-Ing. Christian Baier | Dipl.-Wirt.-Ing. Matthias Berger | Andreas Bretz, M.Sc.
 Dipl.-Ing. Christian Daume | Thomas Grosch, M.Sc. | Dipl.-Ing. Kaveh Haddadian | Felix Hähn, M.Sc.
 Alexander Hoßfeld, M.Sc. | Guido Pfeiffer, M.Sc. | Sebastian Schmidt, M.Sc.

Werkzeugmaschinen und Komponenten

Ausgewählte Forschungsprojekte der Gruppe

Hochproduktive generative Produktherstellung durch laserbasiertes, hybrides Fertigungskonzept **PROGEN**

Ausgangslage

Mit generativen Laserschmelzverfahren lassen sich heutzutage zahlreiche innovative Produkte ressourcenschonend und ökonomisch herstellen. Nahezu alternativlos ermöglicht diese noch sehr junge Verfahrensgruppe den werkzeuglosen, schmelzmetallurgischen Urformprozess. Beschränkungen finden sich hier in der geringen Produktivität, limitierten Geometriefreiheit und eingeschränkter Verarbeitbarkeit der relevanten metallischen Hochleistungswerkstoffe. Der Anspruch internationaler Wettbewerbsfähigkeit produzierender Unternehmen sowie das Interesse am dem Ausbau eines nachhaltigen Vorsprungs erzeugen in Forschung und Industrie einen Bedarf an neuen additiven-generativen Verfahren.

Zielsetzung und Vorgehensweise

Ziel des BMBF-geförderten Forschungsprojektes PROGEN ist die Erarbeitung eines roboterbasierten, hybriden Hochleistungsverfahrens durch die Kombination generativ-auf-

tragender und spanend-abtragender Fertigungsprinzipien. Zusammen mit den Projektpartnern A² Anlagentechnik & Automation GmbH, der Adam Opel AG, der Airbus Group, BCT, der DURUM Verschleiß-Schutz GmbH, dem Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS, der Industriellen Steuerungstechnik GmbH und Laserline sollen hierbei die Verfahren über ein Robotersystem intelligent verkettet werden. Als zu qualifizierendes Basisverfahren wurde das Laser-Draht-Auftragsschweißen gewählt. Die Verkettung der Verfahren in einer Roboterzelle lässt sich wie folgt beschreiben: Basierend auf CAD/CAM Daten wird in einem lageweisen Bauprozess der direkte Materialauftrag über eine Digitalisierung mit einem vom PTW zu gestaltenden Fräs- und Schleifbearbeitungsprozess verknüpft. Anschließend erfolgt eine Qualitätskontrolle über eine erneute Digitalisierung und einem Vergleich mit den CAD Daten. Falls erforderlich, wird die Prozessschleife basierend auf den hieraus abgeleiteten CAM Daten erneut durchlaufen.

Verkettung der Verfahren bei PROGEN



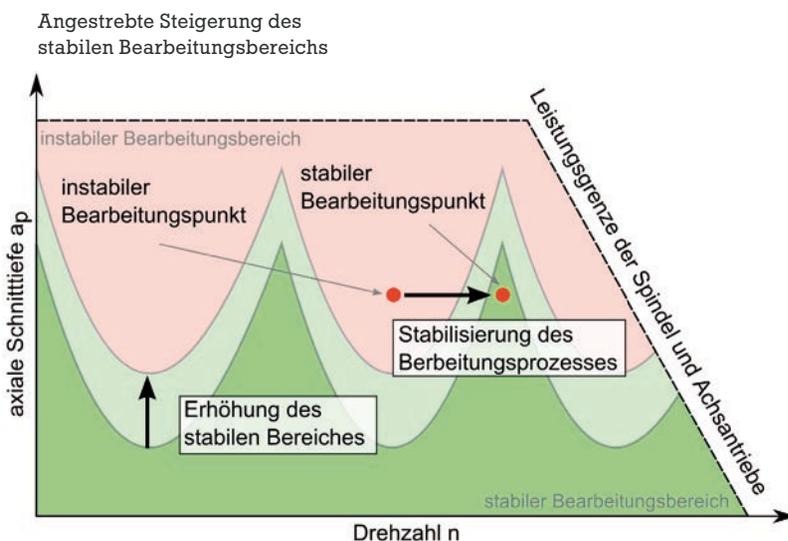
Ansprechpartner am PTW
Dipl.-Ing. Christian Baier
 Telefon: 06151 16-6703
 baier@ptw.tu-darmstadt.de

Innovatives Maschinenkonzept mit aktiver Prozessüberwachung und angepassten Materialeigenschaften unter Verwendung von UHPC

Die Anforderungen an Werkzeugmaschinen steigen branchenübergreifend stetig an. Häufig ist eine höhere Ausbringungsmenge bei wachsendem Qualitätsanspruch gefordert. Dies bedingt ein immer höheres Zeitspanvolumen, wodurch ein Zielkonflikt entsteht. Die erzielbare Zerspan-Leistung von Werkzeugmaschinen wird von der Leistung der Maschinenkomponenten, der Maschinenstruktur und dem eingesetzten Werkzeug begrenzt. Im Zuge der ständigen Forderung nach Produktivitätssteigerung werden die Schnitttiefe, der Zahnvorschub und die Schnittgeschwindigkeit erhöht. Vielen Anwendern fehlt allerdings das Bewusstsein, dass bei hochproduktiver Arbeitsweise bereits kleine Störungen oder äußere Einflüsse wie Dickenschwankung oder Werkstoffinhomogenität zu einem instabilen Bearbeitungsprozess führen können. Die Folgen sind eine deutliche Verkürzung der Lebensdauer der Werkzeugmaschine, verschlechterte Werkstückeigen-

schaften und ein verkürzter Werkzeugstandweg.

Im Rahmen des gemeinsamen AIF-Forschungsvorhabens in Kooperation mit der DATRON AG, Rampf Machine Systems (ehemals Epucret) und dem IWB der Universität Stuttgart soll ein innovatives Maschinenkonzept entwickelt werden. Die Verwendung eines speziellen Hochleistungsbetons (Ultra High Performance Concrete - UHPC) als Werkstoff für Maschinenkomponenten ermöglicht die gezielte Anpassung des Eigenverhaltens der Maschinenstruktur auf innere und äußere Einflüsse. Zusätzlich wird der Zerspanprozess sensorisch überwacht. Bei Detektion eines instabilen Bearbeitungsprozesses werden die Bearbeitungsparameter automatisch angepasst und so der Fräsprozess stabilisiert. Durch diese Maßnahmen wird, bezogen auf vergleichbare Bearbeitungsmaschinen bei gleichbleibender Bearbeitungsqualität eine Steigerung der Produktivität um mindestens 20 % angestrebt.



Gefördert durch:



Konsortium:



Ansprechpartner am PTW

Dipl.-Wirt.-Ing. Matthias Berger
Telefon: 06151 16-76124
berger@ptw.tu-darmstadt.de



Ansprechpartner am PTW

Sebastian Schmidt, M.Sc.
Telefon: 06151 16-75406
s.schmidt@ptw.tu-darmstadt.de



Zerspanungstechnologie

Forschungsgruppe im Überblick

Die Zerspanungstechnologie sieht sich in den kommenden Jahren deutlich gestiegenen Anforderungen ausgesetzt. Neben der ökonomischen Prozessgestaltung mit hohen Zerspanleistungen ist die gleichzeitige energie- und ressourceneffiziente Auslegung der spanenden Bearbeitung zukünftig unabdingbar. Weiterhin erhöht der Einsatz von immer leistungsfähigeren und hochfesten Konstruktionswerkstoffen den Innovationsdruck auf die Zerspanungstechnologie. Im Zuge

dieser verschärften Randbedingungen gilt es, die eingesetzten Werkzeuge und Maschinen sowie die gewählte Technologie und Bearbeitungsparameter zu überdenken, zu optimieren oder gegebenenfalls zu ersetzen, um den gestiegenen Quantitäts- und Qualitätsansprüchen zu genügen. Die Forschungsgruppe Zerspanungstechnologie nimmt sich diesen Herausforderungen an und fokussiert sich dabei auf Zerspanprozesse mit definierter Schneide.

Forschungsschwerpunkte

Zerspanung von Powertrain-Komponenten

- Ganzheitliche Produktivitätssteigerung von Zerspanprozessen mit definierter Schneide
- Implementierung innovativer Kühlverfahren
- Auslegung von Hochleistungsschneidstoffen

Schwer zerspanbare Werkstoffe

- Werkzeugoptimierung von Fräswerkzeugen hinsichtlich Schneidstoff, Beschichtung und Geometrie
- Prozessentwicklung zur wirtschaftlichen Titanzerspanung
- Simulation und Modellbildung

Bohren, Reiben und Entgraten mit hoher Qualität

- Werkzeugoptimierung von Hochleistungsbohrern und -reibahlen
- Simulation der Bohr-, Reib- und Entgratbearbeitung
- Beherrschung von Unsicherheiten in der Prozesskette Bohren-Reiben

Hochgeschwindigkeitsbearbeitung

- Entwicklung von Fräswerkzeugen (z.B. Schneidstoffe, Beschichtungen) zur HSC-Bearbeitung von Blechen
- Zerstörende und zerstörungsfreie Prüfungen zur Ermittlung der max. Betriebsdrehzahlen schnelldrehender Werkzeuge

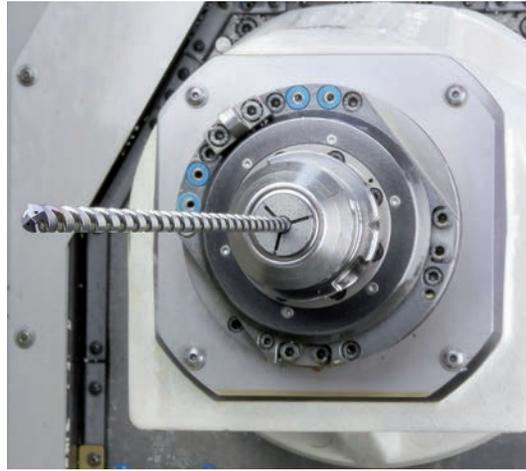
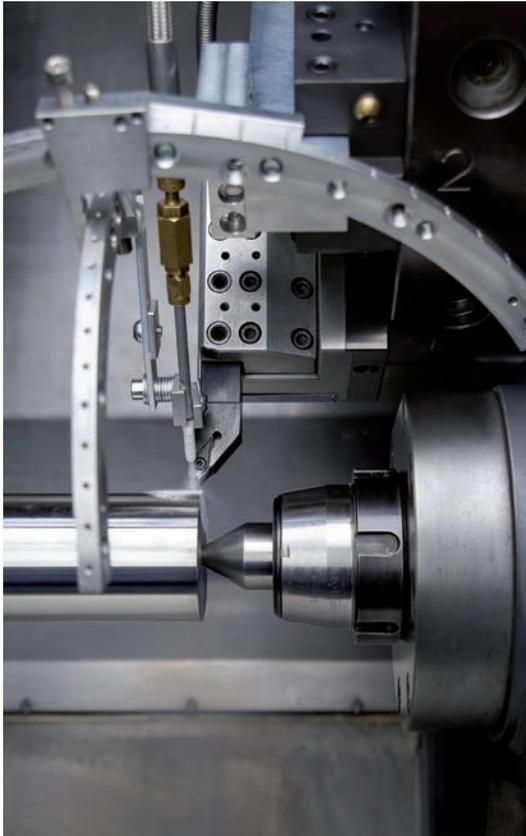


Bild links:
Kryogene Prozesskühlung
bei der Zerspanung von
hitzebeständigen Stahl-
guss-legierungen



Bild rechts (oben):
Tieflochbohren mittels
überlanger Vollhartmetall-
Spiralbohrer auf einem
5-Achs-Bearbeitungs-
zentrum

Bild rechts (unten):
Bearbeitung von Titan-
legierungen mit Unter-
stützung durch induktive
Materialerwärmung

Dienstleistungen (Auszug)

- Optimierung von Bearbeitungsparametern und -strategien bei Dreh-, Fräs- und Zylinder Bohrprozessen hinsichtlich
 - » Standzeiten und Werkzeugverschleiß
 - » Prozesskräfte
 - » Oberflächenqualitäten
- Optimierung der Werkzeuggeometrie von Hochleistungsschneidstoffen (Hartmetall, Keramik, CBN, PKD) zur Verbesserung des Einsatzverhaltens
- Untersuchung von Bauteileigenschaften unter Einfluss verschiedener Kühlverfahren
- Optimierung der Werkzeuggeometrie und der Bearbeitungsparameter zur Erhöhung der Werkzeugstandzeit und Verbesserung der Bauteilqualität für
 - » Dreh- und Fräswerkzeuge
 - » Entgratwerkzeuge
 - » Überlange Spiralbohrer
- Fliehkraftbelastungsuntersuchungen von HSC-Werkzeugen und sonstigen rotierenden Komponenten
- Analyse der Kraft- und Schwingungsverhältnisse bei der HSC-Bearbeitung

»Energie- und ressourceneffiziente
Zerspanungslösungen«

Mitarbeiter der Forschungsgruppe | Gruppenleiter Dipl.-Ing. Dominik Schäfer
Christian Bölling, M.Sc. | Dipl.-Ing. Sebastian Güth | Christian Hasenfratz, M.Sc.
Thomas Heep, M.Sc. | Mihir Joshi, M.Sc. | Nils Lautenschläger, M.Sc. | Timo Scherer, M.Sc.
Jia Tian, M.Eng. | Dipl.-Wirt.-Ing. Emrah Turan

Zerspanungstechnologie

Ausgewählte Forschungsprojekte der Gruppe

Entwicklung neuer Entgratwerkzeugkonzepte – CAM-gestütztes Entgraten

Das Entgraten ist ein nicht wertschöpfender jedoch unerlässlicher Bearbeitungsschritt, welcher oftmals manuell erfolgt. Studien belegen, dass die Kantenbearbeitung sowie das Entgraten von Präzisionskomponenten bis zu 30% der kompletten Bauteilkosten ausmachen können. Um diesen sehr zeit- und kostenintensiven Prozess zu automatisieren, existieren für das Entgraten von Kreuzbohrungen verschiedene Werkzeuge, welche auf einer rotatorischen Hauptbewegung basieren und auf das Konzept einer gerade Schneidengeometrie setzen. Aufgrund der Tatsache, dass diese Konzepte den Grat nur unzureichend entfernen und zudem eine ungleichmäßige Fasenbreite über den Umfang der Bohrungsverschneidung anbringen, wurde am PTW der TU Darmstadt in der Gruppe Zerspanungstechnologie ein neuartiges Entgratwerkzeug für Kreuzbohrungen entwickelt, bei dem erstmals die bekannte Lage des Grats im Raum genutzt und die Schneidengeometrie auf die Verschneidungssituation angepasst wird. Dieses Vorgehen ermöglicht eine prozesssichere, automatisierte Entgratung von Kreuzbohrungen sowie das Anbringen gleichmäßiger, schmaler Fasenbreiten über dem Umfang der Verschneidungskurve.

Ausstehende Forschungsphase

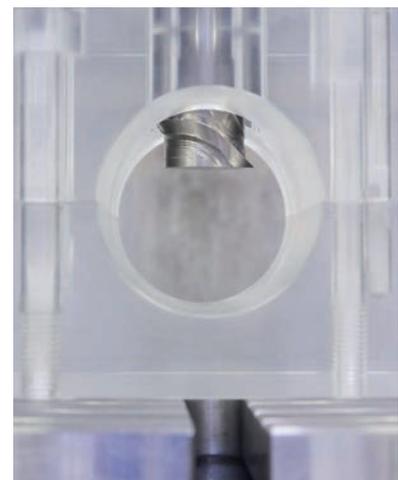


Entgraten mit NX CAM

Das Entwicklungskonzept der Lösung NX von Siemens PLM Software zeigte sich am geeignetsten für die Entwicklung eines leicht zu bedienenden Moduls im Sinne der Durchgängigkeit in Fertigung und Konstruktion. Das Entgratwerkzeug wird deshalb ausschließlich für die Programmierung aus NX CAM von Siemens PLM Software vorgesehen. Hieraus ergeben sich folgende Vorteile für den CAM-Anwender:

- Einfache Programmierung: Entgraten mit 5 Klicks
- Grafische Überprüfung der Werkzeugwege
- NC Code-basierende Maschinensimulation
- Kollisionskontrolle an der virtuellen Maschine

Entgratvorgang an einem Acrylglassdemonstrator



Ansprechpartner am PTW

Dipl.-Ing. Sebastian Güth
Telefon: 06151 16-6621
gueth@ptw.tu-darmstadt.de

Neue Fertigungstechnologie für schwer zerspanbare Werkstoffe

Der internationale Wettbewerb und das steigende Umweltbewusstsein fordern steigende Effizienz und einen schonenden Umgang mit den vorhandenen Ressourcen. Die Unternehmen der Luft- und Raumfahrt begegnen diesem Trend mit stetiger Gewichtsreduzierung und sinkendem Treibstoffverbrauch ihrer Produkte. Zur Gewichtsreduzierung und Erhöhung des Wirkungsgrades setzen die Hersteller allen voran auf Titan- und Nickelbasislegierungen als Werkstoff. Die Legierungen bieten mit ihren speziellen Eigenschaften die idealen Werkstoffe für die Luft- und Raumfahrtindustrie, deren Nachfrage stetig steigt. Nachteilig hingegen bereiten die Werkstoffeigenschaften den Fertigungsverfahren größte Schwierigkeiten. Die spanende Bearbeitung von Titan- und Nickelbasislegierungen nehmen einen erheblichen Kostenanteil der Gesamtkosten ein. Folglich hat sich das vom BMBF geförderte Projekt: „SchwerSpan“ zum Ziel gesetzt, die Fertigungsverfahren zur spanenden Bearbeitung der Legierungen weiter zu entwickeln und eine wirtschaftliche spanende Bearbeitung zu generieren. Das Ziel des Projekts ist es, das Zeitspanvolumen beim Fräsen von Titan, bzw. Titan-

legierungen und Nickel-Superlegierungen (Nickelbasislegierungen, Alloy 718) durch die Entwicklung neuer Fertigungsstrategien, Substrate, Beschichtungen, Kühlschmierstoffe und angepasster Werkzeuggeometrien zu verdoppeln. Die erwarteten Ergebnisse hierfür gliedern sich in drei Bereiche:

- Entwicklung einer neuen Fertigungstechnologie zur Steigerung des Zeitspanvolumens bei der Zerspannung von schwer zerspanbaren Werkstoffen
- Entwicklung eines Schrubb- und Schlichtwerkzeugs zur fräsenden Bearbeitung von schwer zerspanbaren Werkstoffen
- Prozesssimulation

Weitere Informationen erhalten Sie unter:
www.schwerspan.tu-darmstadt.de



Variation der Werkzeugbeschichtungen zur Titanbearbeitung

Projektpartner



Ansprechpartner am PTW

Christian Hasenfratz, M.Sc.
Telefon: 06151 16-76137
hasenfratz@ptw.tu-darmstadt.de

BETREUT VOM



GEFÖRDERT VOM





Mikroproduktion

Forschungsgruppe im Überblick

Die zunehmende Miniaturisierung von Bauteilen erfordert innovative Lösungen im Bereich der Fertigungstechnologie.

Parallel zu den hohen Qualitätsansprüchen an die Maßhaltigkeit und den realisierbaren Oberflächengüten wird auch das Werkstoffspektrum ständig erweitert. Zum Einsatz kommen Fräsver-

fahren sowie additive Technologien, welche speziell für die Anwendung im Mikrometerbereich weiter entwickelt wurden. Die Möglichkeit einer Funktionsintegration stellt eine weitere Produktinnovation für Unternehmen der Medizintechnik, den Werkzeug- und Formenbau oder die optischen Technologien dar.

Forschungsschwerpunkte

Digitale dentale Prozesskette zur Unikatproduktion

- Ganzheitliche Betrachtung der dentalen Prozesskette
- Erarbeitung leistungsfähiger CAD/CAM-Strategien
- Entwicklung hybrider Fertigungsprozesse (aufbauend und abtragend)

Additive Fertigung

- Unsere Kompetenzen
- Realisierung funktionsintegrierter Strukturen
- Qualifizierung neuer Werkstoffe
- Mikro Rapid Manufacturing

Mikrozerspanung

- Werkzeugentwicklung für die Mikrozerspanung
- Optimierung von Bearbeitungsstrategie
- Mikrostrukturierung von Bauteilen und Oberflächen



EOSINT μ 60
Mikro-SLM Anlage zur
additiven Fertigung von
Mikrobauteilen aus Metall



Bild (links):
Fräsende Bearbeitung einer
Zahnkrone aus einer
Chrom-Kobalt Legierung

Bild (rechts):
Darmstädter Hochzeitsturm
gefertigt auf der
Mikro-SLM Anlage.
Maße: 8x6x28 mm

Dienstleistungen (Auszug)

- Entwicklung von Fräswerkzeugen für medizintechnische Produkte
- Anpassung von Bearbeitungsstrategien (Templates) bzgl. verwendeter Maschinen und Werkzeuge
- Einführung von Weiterentwicklungen in der digitalen dentalen Prozesskette (repräsentative Prozesskette vorhanden)

Im Bereich der additiven Fertigung

- Unterstützung bei der Prozessanwendung und -auslegung
- Beratung zur prozessgerechten Bauteilgestaltung
- Steigerung der Prozesssicherheit, Produktivität und Qualität
- Erarbeitung von Lösungen für die Prototypen- und Serienfertigung
- Etablierung hybrider Fertigungsprozesse

» Maßhaltigkeit bis in den
einstelligen Mikrometerbereich «

Mitarbeiter der Forschungsgruppe | Gruppenleiter Dipl.-Ing. Sören Dietz
stellv. Gruppenleiter Dipl.-Ing. Jakob Fischer | Vitali Dejkun, M.Sc. | Michael Kniepkamp, M.Sc.
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Hanns Stoffregen

Mikroproduktion

Ausgewählte Forschungsprojekte der Gruppe

Projektabschluss

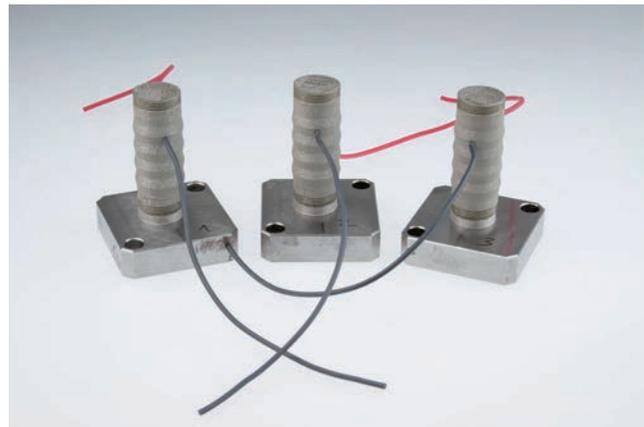
LOEWE-Zentrum AdRIA (Adaptronik Research, Innovation, Application)

Ausgangslage

Adaptronik beschreibt eine interdisziplinäre Technologie, mit der sich autonome Struktursysteme realisieren lassen, die sich selbständig an sich verändernde Randbedingungen anpassen. Diese adaptiven Strukturen benötigen strukturintegrierte Aktor- und Sensorsysteme auf Basis multifunktionaler Materialien sowie eine ebenfalls strukturintegrierte, echtzeitfähige und energieautarke Regelungstechnik. ZS: Das LOEWE-Zentrum AdRIA ist ein Forschungszentrum, das im Rahmen des hessischen Forschungsförderprogramm „LOEWE“ gefördert wird. Als vorrangiges Ziel werden im LOEWE-Zentrum AdRIA die wissenschaftlich-technologischen Themenfelder der Adaptronik konsequent weiterentwickelt, um eine ganzheitliche Entwicklung adaptronischer Produkte zu erreichen. Übergeordnetes technologisches Ziel ist es, mit Hilfe der Adaptronik einen nachhaltigen Leichtbau technischer Strukturen zu ermöglichen, bei sowohl gleichzeitig verbesserter Energieeffizienz über dem Lebenszyklus, als auch erhöhter Funktionalität sowie Performancesteigerung. Um diese Ziele zu erreichen, werden im LOEWE-Zentrum AdRIA sowohl Grundlagenforschung und Technologieentwicklung in definierten Technologiebereichen, als auch die Technologiedemonstration anhand von 3 exemplarischen Leitprojekten verfolgt. Das PTW war Leiter des Technologiebereichs Fertigung, dessen Forschungsziel die technologische Entwicklung sowie Gestaltung wirtschaftlicher Fertigungsprozesse für adaptronische Systemkomponenten ist.

Ergebnis

Am PTW ist im Rahmen von AdRIA ein einzigartiger Prozess entwickelt worden, um piezoelektrische Vielschichtaktoren monolithisch in einer metallischen Umhausung zu kapseln. Auf diese Weise können adaptronische Komponenten kostengünstig in Kleinserien gefertigt werden, die drei zentrale Anforderungen erfüllen: (1) Anwendungsspezifische Anpassbarkeit (bspw. Steifigkeit), (2) Schutz vor schädigenden Umwelteinflüssen (u.a. Feuchtigkeit) sowie (3) direkte Vorspannung des Aktors durch thermisch induzierte Schrumpfung des Gehäuses.



Smart Structures: Mittels selektiven Laserschmelzens monolithisch gekapselte piezoelektrische Aktoren

Weitere Informationen können Sie unter www.loewe-adria.de erfahren.



Ansprechpartner am PTW

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Hanns Stoffregen
Telefon: 06151 16-6616
stoffregen@ptw.tu-darmstadt.de

Projektpartner



Gefördert durch



Werkzeugentwicklung für die Zirkondioxidzerspanung

Ausgangslage

Keramischer Zahnersatz wird bei Zahnärzten und Patienten aufgrund der mechanischen und ästhetischen Eigenschaften zunehmend beliebter. Die teilautomatisierte dentale Prozesskette zur Herstellung des individuellen Zahnersatzes besteht aus Fertigungssicht aus einer makrobasierten Fräsbahnberechnung, 5-Achs-Fräsbearbeitung und der anschließenden manuellen Verblendung des Zahngerüst durch den Zahntechniker. Mit dem Einsatz einer hochästhetischen vollanatomischen Zirkonkrone kann auf die manuelle Verblendung verzichtet werden. Dabei muss sowohl die finale Maßhaltigkeit als auch die geforderte Oberflächengüte während der spanenden Bearbeitung prozesssicher eingestellt werden. Dies stellt neue Anforderungen an das Maschinensystem und die eingesetzte Werkzeugtechnologie.

Zielsetzung und Ergebnisse

Das im Rahmenprogramm „Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand“ (ZIM) geförderte Verbundprojekt wurde interdisziplinär in einer Kooperation aus zahnmedizinischen Experten der Goethe Universität Frankfurt, dem Dentallabor Teuber aus Darmstadt, dem Werkzeugspezialisten der Firma Kopp-Schleiftechnik und dem PTW durchgeführt. Am PTW wurde das Fräswerkzeug für die zerspanende Fertigung von vollanatomischem Zahnersatz entwickelt und erprobt. Durch eine Steigerung der Fertigungsgenauigkeit und der

Oberflächengüte konnte die manuelle Nachbearbeitung deutlich reduziert und eine geeignete Werkzeuggeometrie für die Zirkonbearbeitung abgeleitet werden.



Kronen aus Zirkondioxid und
Werkzeuge für die Zerspanung



Ansprechpartner am PTW

Vitali Dejkun, M.Sc.
Telefon: 06151 16-6620
dejkun@ptw.tu-darmstadt.de

Projektpartner





Center für industrielle Produktivität (CiP)

Forschungsgruppe im Überblick

Die Prozesslernfabrik CiP stellt ein innovatives Aus- und Weiterbildungszentrum dar, in dem seit Mai 2007 über 4.000 Studenten und 1.800 Mitarbeitern aus der Industrie die wichtigsten Methoden zur Gestaltung effizienter Produktionsprozesse vermittelt wurden. Die Umsetzung erfolgt anhand der kompletten Wertschöpfungskette eines Unternehmens, die mit Wareneingang des Rohmaterials bis zum Versandprozess der Fertigwaren im CiP auf 500 m² abgebildet ist.

Neben dem Betrieb und der Weiterentwicklung der

Prozesslernfabrik beschäftigt sich die Arbeitsgruppe forschungsseitig mit vielseitigen Fragestellungen im Kontext der schlanken Produktion. Darüber hinaus unterstützt die Forschungsgruppe Unternehmen vor Ort bei deren täglichen Herausforderungen. Typische Industrieprojekte sind hierbei die Betreuung von Leuchtturmprojekten in Pilotbereichen der Montage, Zerspanung oder Intralogistik, Schulungen vor Ort zu ausgewählten Themen oder das Coaching von Mitarbeitern, wie z.B. bei der Einführung eines Shopfloormanagements.

Forschungsschwerpunkte

Schlanke Produktion und Informationstechnik

- Simulationsgestützte Analyse und Gestaltung von schlanken Material- und Informationsflüssen
- Unterstützung schlanker Produktionen durch Informationstechnik

Kompetenzentwicklung für die schlanke Produktion

- Aufbau, Betrieb und Weiterentwicklung von Lernfabriken
- Führungssysteme zur kontinuierlichen Verbesserung
- Shopfloor Management Systeme

Flexible Teilefertigung

- Entwicklung von ganzheitlichen Konzepten zur flexiblen Teilefertigung in Deutschland
- Produktivitätssteigerung durch Low-Cost-Automation Lösungen in der Zerspanung

Flexible Produktions- und Intralogistiksysteme

- Ganzheitliche Planung von Produktionssystemen und innerbetrieblichen Materialflüssen nach Prinzipien der schlanken Produktion
- Planung und Implementierung flexibler Produktions- und Intralogistiksysteme

Lean Quality

- Qualitätstechniken in der schlanken Produktion vor dem Hintergrund der Null-Fehler-Philosophie
- Integration von Qualitätsmanagementsystemen und schlanken Produktionssystemen

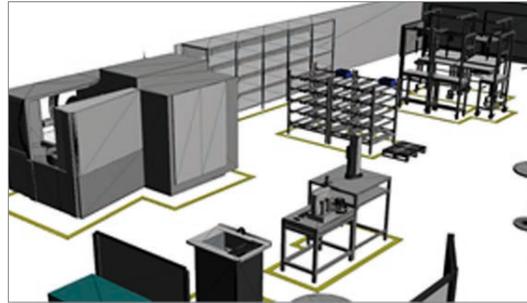


Bild (links):
Auch der administrative Bereich wird zur Schulung der Unternehmensprozesse genutzt

Bild (rechts):
Simulation von Produktionsabläufen



Der modulare Aufbau der Prozesslernfabrik ermöglicht größte Flexibilität bei der handlungsorientierten Kompetenzvermittlung

Dienstleistungen (Auszug)

- Gestaltung schlanker Wertströme mit den Methoden der schlanken Produktion und Materialflusssimulation
- Unterstützung bei der Gestaltung von Wertströmen nach Just-In-Time Gesichtspunkten (Austaktung, Pull-Systeme, Layout)
- Unterstützung bei der Einführung von Lean-Methoden und Fließfertigung in der Zerspanung („Lean Machining“)
- Analyse und Beratung zur Verbesserung von Rüst- und Instandhaltungsprozessen
- Entwicklung und Verstetigung eines zielorientierten Mitarbeiter-KVP in der Produktion
- Unterstützung bei der Konzeption und Umsetzung der eigenen Lernfabrik
- Gestaltung und Implementierung angepasster Shopfloor Management Systeme
- Analyse und Unterstützung bei der Optimierung der Materialbereitstellung in der Produktion
- Gestaltung und Implementierung von Qualitätsmanagementsystemen unter Berücksichtigung schlanker Produktionsprinzipien

» Wettbewerbsfähigkeit durch
schlanke Prozesse «

MitarbeiterInnen der Forschungsgruppe | Gruppenleiter Dipl.-Ing. Felix Wiegel
stellv. Gruppenleiter Dipl.-Wirtsch.-Ing. Michael Tisch | Siri Adolph, M.Sc.
 Dipl.-Wi.-Ing. Jörg Böllhoff | Dipl.-Wirtsch.-Ing. Stefan Czajkowski
 Dipl.-Wirt.-Ing. Judith Enke | Jens Hambach, M.Sc. | Christian Hertle, M.Sc.
 Dipl.-Wirtsch.-Ing. Tobias Meudt | Markus Philipp Röbler, M.Sc. | Carsten Schaede, M.Sc.

Center für industrielle Produktivität

Ausgewählte Forschungsprojekte der Gruppe

Altes Eisen oder weise Alte? – Entwicklung eines demografiesensiblen Kompetenzvermittlungskonzepts am Beispiel des Shopfloor Management

Je schneller sich die Welt dreht, desto mehr Menschen bekommen Angst, von der raschen Entwicklung immer neuer Technologien und Vorgehensweisen abgehängt zu werden. Das betrifft vor allem ältere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, von denen häufig angenommen wird, dass ihnen die Motivation oder die Fähigkeit zum Mithalten fehlt. In altersgemischten Teams prallen zudem unterschiedliche Lernbiografien, Lebenseinstellungen und Fähigkeiten aufeinander. Konflikte entstehen und erschweren die Zusammenarbeit und Weiterentwicklung des gesamten Teams. Oft ist jedoch nicht eine mangelnde Lernfähigkeit älterer Mitarbeiter das Problem sondern die Auswirkung von Altersstereotypen (altersbezogenen Vorurteilen).

Im August 2014 startete das Projekt ZielKom (Zielgerichtete, altersstrukturgerechte Vermittlung arbeitsplatzbezogener Kompetenzen durch Lernfabriken) in einer Kooperation des PTW mit dem Institut für Arbeitswissenschaft (IAD), dem Arbeitsbereich Technikdidaktik (TD) und den Firmen Mahr GmbH, Franz Kessler GmbH, DAW SE sowie der Technologieberatungsstelle beim DGB Hessen-Thüringen e. V. Im Mittelpunkt des Projekts steht die Kompetenzentwicklung

altersgemischter Teams mit dem Ziel, Beschäftigte über ihr gesamtes Arbeitsleben zu fördern und ihre Arbeitsfähigkeit bis zur Rente zu erhalten. Jeder der beteiligten Projektpartner steht für eine besondere Fragestellung und bringt seine spezifische Sichtweise mit ein.

In den drei Jahren Projektlaufzeit werden notwendige Kompetenzen in den Unternehmen erhoben und mittels Kompetenzentwicklungsmaßnahmen gefördert. Am Beispiel „Shopfloor Management“ trainieren Beschäftigte der beteiligten Unternehmen in der Prozesslernfabrik CiP am PTW Fachkompetenzen ebenso wie Sozial- und Kommunikationskompetenzen. Die evaluierten und erprobten Trainings werden dann in das jeweilige unternehmensinterne Weiterbildungsmanagement integriert. Zusätzlich wird erforscht wie sich die entwickelten Kompetenzentwicklungsmaßnahmen mittels Shopfloor Management in die tägliche Arbeit im Unternehmen integrieren lassen.

Das Projekt wird vom BMBF im Programm „betriebliches Kompetenzmanagement im demografischen Wandel“ gefördert.



Arbeit in altersgemischten Teams

Weitere Informationen erhalten Sie unter:
www.prozesslernfabrik.de



Ansprechpartner am PTW

Christian Hertle, M.Sc.
Telefon: 06151 16-6840
hertle@ptw.tu-darmstadt.de



Ansprechpartner am PTW

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Michael Tisch
Telefon: 06151 16-6622
tisch@ptw.tu-darmstadt.de

Sequenzfertigung: Schlanke Zerspanung in der Prozesslernfabrik CiP

Ausgangslage

Schlanke Produktionssysteme haben sich als effektives Mittel erwiesen, um verkürzten Produktlebenszyklen oder einer erhöhten Produktindividualisierung und den damit einhergehenden Flexibilitätsanforderungen an die Produktion zu begegnen. In der Zerspanung bieten die Werkzeugmaschinenhersteller allerdings weniger die schlanke Werkzeugmaschine, sondern vielmehr komplexe Alleskönner an, die verschiedenste Technologien in einer einzelnen Maschine vereinen und damit eine Komplettbearbeitung an einer einzelnen Arbeitsstation ermöglichen. Dies birgt jedoch verschiedene Nachteile: So ist die Anschaffung einer solchen Maschine mit einem hohen Investitionsvolumen verbunden, das die Erweiterungsflexibilität des Produktionssystems einschränkt. Zudem erfordert die Komplexität der Maschine eine entsprechend hohe Qualifikation des Personals – eine Anforderung, die jedoch dem zunehmenden Fachkräftemangel entgegensteht.

Zielsetzung und Vorgehensweise

Vor diesem Hintergrund erforscht die Forschungsgruppe CiP des PTW, inwiefern Methoden der schlanken Produktion, welche aus dem Montagebereich bekannt sind, auf die Zerspanung übertragen werden können. So wird in der Montage eine hohe Flexibilität durch die Aufteilung der komplexen Montageaufgabe in mehrere Teilaufgaben und die gleichmäßige Verteilung dieser Teilaufgaben auf verschiedene Arbeitsplätze einer getakteten Montageli-

nie erreicht. Die Prozesslernfabrik CiP verfügt dazu über eine Fertigungszelle, bestehend aus vier Fräs- und zwei Drehzentren. Die hierbei eingesetzten Maschinen haben nur einen sehr geringen Flächenbedarf und sind lediglich mit Basisfunktionen ausgestattet. Diese Fertigungszelle wird am PTW sowohl in der Forschung, Lehre als auch zum Transfer der Forschungsergebnisse in die industrielle Praxis genutzt. Dabei sind folgende Themen im Fokus:

- Wirtschaftlichkeit
- Anforderungsgerechte Low Cost Automatisierung
- Einflüsse auf die Produktqualität
- Austattung von Zerspanungszellen



Sequenzfertigung in der Prozesslernfabrik CiP

Weitere Informationen erhalten Sie unter:

www.youtube.com/watch?v=bnapDNIExts



Ansprechpartner am PTW

Dipl.-Wi.-Ing. Jörg Böllhoff
Telefon: 06151 16-6550
boellhoff@ptw.tu-darmstadt.de



Ansprechpartner am PTW

Carsten Schaede, M.Sc.
Telefon: 06151 16-75305
schaede@ptw.tu-darmstadt.de



Management industrieller Produktion (MiP)

Forschungsgruppe im Überblick

Innovationen in der Produktion sind zentrale Erfolgsfaktoren für einen weltweit wettbewerbsfähigen Standort und damit Garant für Arbeitsplätze in Deutschland. Innovationen zielen in diesem Zusammenhang auf Produktionstechnik und Produktionsprozesse ab. Gemeinsam schaffen sie die Basis für einen Wettbewerbsvorsprung und nutzen dabei die Stärken und Kompetenzen des Produktionsstandorts Deutschland.

Die Forschungsgruppe „Management industrieller Produktion“ untersucht Innovationen auf Prozessebene in der Produktion. Betrachtungsgegenstand sind Strategie-, Planungs-, Produktions- und Serviceprozesse.

Zusätzlich erarbeitet die Gruppe Studien zu wesentlichen Zukunftsfeldern der Produktion. In der jüngeren Vergangenheit waren dies das „Hand-

buch Globale Produktion“, die Studie „Made in Germany – Erfolgsfaktoren am Produktionsstandort Deutschland“, das „Handbuch zum Schutz vor Produktpiraterie im Maschinen- und Anlagenbau“, die Studie „Zukunft der Produktion“ und sowie die Studie „Technischer Strukturwandel und Auswirkungen auf die Zerspanungswerkzeuge“.

In bilateralen Forschungsprojekten löst die Gruppe konkrete Problemstellungen in Industrieunternehmen. Typische Aufgabenstellungen sind Verkürzung der Durchlaufzeiten, Erhöhung der Kosteneffizienz und Unterstützung bei der Auswahl geeigneter Maschinen- und Automatisierungskonzepte. Zusätzlich können Unternehmen im Bereich der Materialflusssimulation unterstützt werden.

Forschungsschwerpunkte

Optimiertes Werkzeugmanagement zur Verfügbarkeitserhöhung

- Entwicklung eines intelligenten, vernetzten Werkzeugkreislaufs (Forschungsprojekt „Smart Tool“)
- Entwicklung von Methoden zur Reduktion von Umlaufbeständen auf Basis von Tracing-Daten
- monetäre Bewertung alternativer Kühlstrategien

Schutz vor Produktpiraterie

- Integrierte technische und organisatorische Know-how-Schutzlösungen für den Maschinen- und Anlagenbau
- Entwicklung technischer Lösungen für Komponenten der Werkzeugmaschine
- Entwicklung nachhaltiger Bewertungsmethodiken und Strategien zur sicheren Auswahl der richtigen technischen Lösungen und optimalen Allokation begrenzter Ressourcen
- Organisation des Know-how-Schutzes im Unternehmen

Industrie 4.0 in komplexen Wertschöpfungsketten

- Konkretisierung von Industrie 4.0 zur Verbesserung von Qualität, Kosten, Geschwindigkeit und Wandelbarkeit
- Schutz vor Produktpiraterie im Kontext Industrie 4.0
- Entwicklung eines intelligenten, vernetzten Werkzeugkreislaufs



Bild (links):
Zieldimensionen
von Industrie 4.0

Bild (rechts):
Schutz vor
Produktpiraterie



Optimierung des
Werkzeugmanagements

Dienstleistungen (Auszug)

- Entscheidungsunterstützung bei der Fabrikplanung und Beschaffung von Betriebsmitteln
- Identifikation und Realisierung von Optimierungspotentialen im Werkzeugmanagement
- Analyse, Bewertung und Optimierung von Werkzeugspektren
- Beratung zur Entwicklung eines unternehmensindividuellen Know-how-Schutzkonzepts
- Organisatorische und technische Gestaltungsmöglichkeiten sicherer Informationsflüsse in der Fabrik der Zukunft
- Aufzeigen und Begleiten der Umsetzung von Anwendungsfeldern von Industrie 4.0 zur Effizienzsteigerung

Für unser Dienstleistungsangebot stehen uns folgende Hilfsmittel zur Verfügung

- » Planungstisch
- » 3D-Visualisierung von Fabriken und Betriebsmitteln
- » Materialflusssimulation

» Chancen und Risiken
frühzeitig erkennen «

MitarbeiterInnen der Forschungsgruppe | Gruppenleiterin Dipl.-Wirtsch.-Ing. Laura Faatz
stellv. Gruppenleiterin Eugenia Gossen, M.Eng. | Markus Sauer, M.Sc.
Eva Schaupp, M.Sc. | Andreas Wank, M.Sc.

Management industrieller Produktion

Ausgewählte Forschungsprojekte der Gruppe

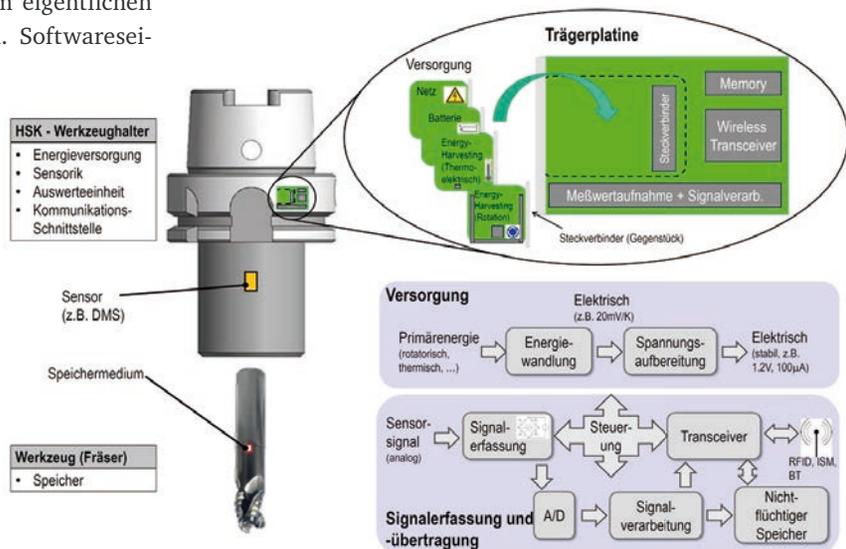
„Smart Tool“ – Der Werkzeugkreislauf 4.0

Die steigende Anzahl an Produktvarianten führt dazu, dass in zerspanenden Fertigungen immer mehr Werkzeuge und immer öfter Werkzeugwechsel an den Bearbeitungsmaschinen erforderlich sind. Aufgrund der vielfältigen Tätigkeiten im Werkzeugkreislauf ist der Aufwand so stark gestiegen, dass die verursachten Kosten nahezu ein Viertel der Fertigungskosten ausmachen. Ein Hemmnis zur Realisierung bestehender Optimierungspotenziale ist die mangelnde Informationstransparenz im Werkzeugkreislauf. Um diesen Herausforderungen zu begegnen wurde das vom BMBF geförderte Forschungsprojekt „Intelligente Werkzeuge für die vernetzte Fertigung von morgen - Smart Tool“ initiiert.

Ziel des Projektes ist es, ein Cyber-Physisches System „Smart Tool“, bestehend aus einem intelligenten Werkzeugsystem und dessen Interaktionspartnern im Werkzeugkreislauf, wie der Bearbeitungsmaschine, zu entwickeln. Das intelligente Werkzeugsystem ist dabei die Kerninnovation des Projekts, bestehend aus Werkzeughalter mit integrierter Sensorik, Logik- und Übertragungseinheiten sowie dem eigentlichen Werkzeug mit integriertem Speichermedium. Softwaresei-

tig sind eine ereignisbasierte Informationsarchitektur sowie eine Schnittstelle in Form eines Embedded Systems zu entwickeln, um die Vernetzung des Werkzeugkreislaufs zu erzeugen. Hierbei wird gleichzeitig ein Track&Trace-System realisiert, das insbesondere zur Reduktion der Werkzeugbestände beitragen soll. Das intelligente Werkzeugsystem fungiert im Werkzeugkreislauf als Kommunikations- und Informationspartner für die Interaktionspartner, so dass Planer aufwandsarm und zuverlässig wissen, wo und in welchem Zustand sich die Werkzeugsysteme in der Fertigung befinden. Gleichzeitig sollen dem Planer zukünftig aussagekräftige Informationen vergangener Einsätze zur Verfügung gestellt werden, um auf Basis dieses Erfahrungswissens eine optimierte Werkzeugauswahl durchführen zu können.

Intelligentes Werkzeugsystem



Ansprechpartnerin am PTW

Eva Schaupp, M.Sc.
 Telefon: 06151 16-3830
 schaupp@ptw.tu-darmstadt.de

Weitere Informationen erhalten Sie unter:
www.smarttool.tu-darmstadt.de

Entwicklung einer innovativen technischen Schutzmaßnahme für den Maschinen- und Anlagenbau

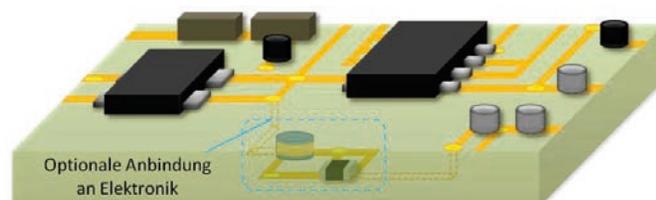
Ausgangslage

Das Risiko imitiert zu werden und somit nicht die volle Innovationsrente ausschöpfen zu können, ist für innovative Originalhersteller so hoch wie niemals zuvor und kann nicht länger ignoriert werden. In seiner neuesten Studie weist der VDMA, neben einem geschätzten Schaden von jährlich 7,9 Mrd. € für den deutschen Maschinen- und Anlagenbau, erstmalig auf alarmierende Zahlen zu „Produktpiraterie Made in Germany“ hin. Heutzutage reicht es nicht mehr, nur die Innovationszyklen stärker zu verkürzen. Vielmehr müssen internationale Unternehmen in den Schutz ihres Know-hows investieren, um den eigenen Wettbewerbsvorteil lokal, regional und international zu sichern. Bereits vorhandene technische Schutzmaßnahmen werden jedoch, aufgrund ihres hohen Preisniveaus und ihrer wenig erforschten Wirksamkeit nicht akzeptiert und nur selten eingesetzt.

Zielsetzung

Im Rahmen eines AiF Forschungsprojekts hat sich das PTW zusammen mit der Firma mikrolab das Ziel gesetzt, ein preisgünstiges, einfaches und sicheres Schutzkonzept zu entwickeln. Die in der Entwicklung befindliche technische Schutzmaßnahme ist zunächst für mechatronische Produkte ausgelegt und soll durch die Nutzung bereits inhärenter Komponenten Kosten- und Sicherheitsvorteile bieten. Basie-

rend auf neuartigen Entwicklungen und Kombinationen von Schwingkreisen, Widerstands-Arrays und bekannten Technologien der Chip-Herstellung soll ein Fingerabdruck des Produktes definiert werden, der eine eindeutige und nicht kopierbare Markierung darstellt und somit ein lückenloses Track-und-Trace ermöglicht. Eine optionale Anbindung der Elektronik an die Schaltung soll den signifikanten Vorteil bieten, dass bei intelligenter Elektronik, deren Funktion bzw. „Schutzcode“ von der Schaltung selbst überprüft werden kann. Bei einer Schaltung ohne Prozessoren und Firmware, kann der Schutz dennoch unabhängig von außen überprüft werden. Der Aufbau erster prototypischer Schutzkreisläufe ist ab Ende 2015 geplant.



Platine mit verstecktem Fingerabdruck bzw. Kopierschutz



Ansprechpartnerin am PTW

Eugenia Gossen, M.Eng.
Telefon: 06151 16-5256
gossen@ptw.tu-darmstadt.de



Umweltgerechte Produktion

Forschungsgruppe im Überblick

Steigende Energiepreise und eine wachsende Umweltverantwortung stellen Unternehmen vor neue Herausforderungen. Ein Schwerpunkt der Forschungsgruppe Umweltgerechte Produktion beschäftigt sich mit der „Energieeffizienz von Produktionsmaschinen“. Über einzelne Maschinen hinausgehend wird auch die Fragestellung einer ganzheitlichen energetischen Optimierung einer Produktionsumgebung behandelt. Hierdurch ergeben sich weitere Schwerpunkte wie die „energetischen Verknüpfung von Fertigungsprozessen“ sowie das „Energiemanagement“. Im Projekt „ETA-Fabrik“ werden über eine vernetzte Betrachtung des Gebäudes, der technischen Gebäu-

deinfrastruktur und der Produktionsmaschinen weitergehende Energieeffizienzpotenziale in der Produktion erforscht. Darüber hinaus wird in der Gruppe das Projekt „ECOMATION“ bearbeitet, welches das Ziel verfolgt, echtzeitfähige Simulationsmodelle zur Prognose des Energiebedarfs von Werkzeugmaschinen zu entwickeln. Das von der Europäischen Union geförderte Projekt „EMC2-Factory“ fokussiert eine ganzheitliche Betrachtung von Komponenten einzelner Maschinen über die Optimierung von Prozessketten bis hin zu Managementmethoden, um die Energieeffizienz in der Produktion weiter zu steigern.

Forschungsschwerpunkte

Energieeffiziente Produktionsmaschine

- Energie-Effizienzanalysen von Produktionsmaschinen
- Energieeffiziente Komponenten
- Energieeffizienz bei Neuprojektierungen
- Optimierung im Bestand

Energie- und Versorgungstechnik in der Produktion

- Energie-Effizienzanalyse von Produktionsbetrieben
- Energieeffiziente Produktionsinfrastruktur
- Energetische Vernetzung von Produktionsmaschinen/TGA

Energie-Simulation in der Produktion

- Komponenten, Maschinen, Prozessketten, TGA
- Energieeffiziente-Optimierung
- Betriebsstrategien und Systemdesign
- Indirekte Messtechnik

Energie 4.0

- Energiemonitoring | Prozessmonitoring
- Lastmanagement
- Big-Data / Smart Data
- Gesamtheitliche Energiemesskonzepte



Bild (links):
Energetische Simulation
einer Werkzeugmaschine

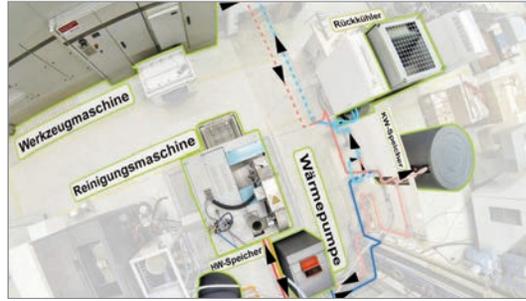


Bild (rechts):
Energetische Verknüpfung
einer Werkzeugmaschine
mit einer Reinigungs-
maschine



ETA-Fabrik ab 2016
am Eingang des
Campus TU-Lichtwiese
(Simulation)

Dienstleistungen (Auszug)

- Umsetzungsbegleitung von Energieeffizienzmaßnahmen an Produktionsmaschinen
- Komponentenweise Ermittlung von prozessbezogenen Energie- und Ressourcenverbräuchen durch Leistungsmessungen
- Durchführung von Potenzialanalysen zur energetischen Vernetzung
- Energetischer Benchmark von Technologievarianten zu Kälte- & Wärmebereitstellung sowie zur Speicherung von thermischer Energie
- Analyse potenzieller Energieeffizienzmaßnahmen durch energetische Simulation von Maschinenkomponenten
- Prädikative Abschätzung des zu erwartenden Energiebedarfs von Produktionsmaschinen und Prozessketten
- Workshops und Seminare zu Energieeffizienz in der Produktion

» Energieeffizienz
in der Produktion «

Mitarbeiter der Forschungsgruppe | Gruppenleiter Dipl.-Wirtsch.-Ing. Martin Beck
stellv. Gruppenleiter Dipl.-Wirtsch.-Ing. Philipp Schraml | Christoph Bauerdick, M.Sc. M.Eng.
Dominik Flum, M.Sc. | Dipl.-Ing. Felix Junge | Mark Helfert, M.Sc. | Niklas Panten, M.Sc.

Umweltgerechte Produktion

Ausgewählte Forschungsprojekte der Gruppe

ETA-Fabrik – Die energieeffiziente Modellfabrik der Zukunft

Nach der Durchführung des Projekts MaxiEM, in dessen Rahmen ein Bearbeitungszentrum energetisch überarbeitet wurde und Gesamteinsparungen in Höhe von 50% erzielt werden konnten, wurde vom PTW der TU Darmstadt gemeinsam mit derzeit insgesamt 36 Forschungspartnern, das Forschungs- und Demonstrationsprojekt ETA-Fabrik initiiert (ETA steht für: Energieeffizienz-, Technologie- und Anwendungszentrum).

Hierbei werden für die Metallbearbeitung repräsentative Produktionsanlagen unter Energieeffizienzaspekten analysiert und optimiert. Als Referenz dient die Prozesskette zur Herstellung eines Bauteils unseres Partners Bosch Rexroth. Bei den Produktionsanlagen handelt es sich um

- ein Drehzentrum
- ein Dreh-Schleifzentrum,
- zwei alternative Reinigungsverfahren und
- eine Wärmebehandlung (Gasnitrieren).

Ziel ist es, zusätzlich zur energetischen Verbesserung der einzelnen Produktionsanlagen, auch deren energetische Vernetzung zu ermöglichen, um beispielsweise unvermeid-

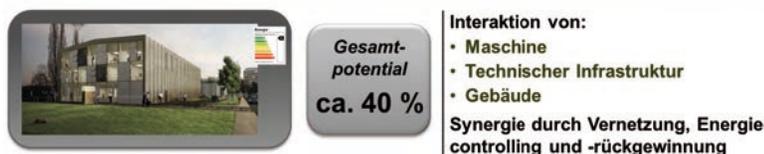
bare Abwärme Prozessen mit Wärmebedarf zuzuführen. In diesem Zug wird neben den Produktionsanlagen auch die Maschinenperipherie, die Haustechnik und das Fabrikgebäude in die Betrachtung einbezogen.

Neben den Forschungsfragestellungen sieht das Konzept der ETA-Fabrik die Errichtung einer Lernfabrik vor, in der im Rahmen von Vorlesungen, Übungen und Workshops zu „Energieeffizienz in der Produktion“ die Energiemanager der Zukunft ausgebildet und Maßnahmen zur Hebung von Energieeffizienzpotentialen in die Industrie transferiert werden sollen. Die Zielgruppe umfasst dabei Studenten der Ingenieurwissenschaften, technische Planer und Vertreter der Industrie. Ein modulares Lehrkonzept soll dabei sicherstellen, dass Inhalte gezielt und flexibel an die Interessen und Bedürfnisse der Teilnehmer angepasst werden können. Aufgeteilt in sechs Lerncluster soll im Rahmen des „ETA-Lernparcours“ der Weg zur energieeffizienten Fabrik, in didaktisch aufbereiteter Weise, sukzessiv besprochen werden. Weitere Informationen unter: www.eta-fabrik.de

Herausforderung: Energieeffizienz über alle Teilsysteme steigern



Ziel der η-Fabrik: Optimierung der Fabrik unter Berücksichtigung aller Teilsysteme



Ansprechpartner am PTW
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Martin Beck
Telefon: 06151 16-6619
beck@ptw.tu-darmstadt.de

Projektpartner



Gefördert durch



ECOMATION –

Ein Ansatz zur energieeffizienten Planung und Steuerung einer Produktion

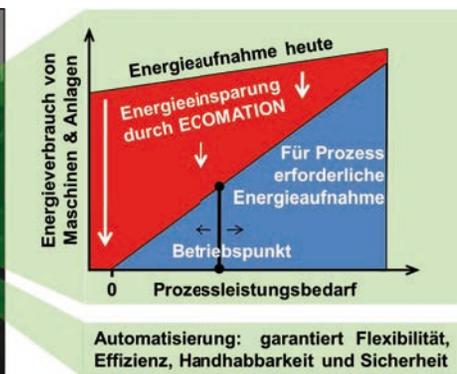
Ausgangslage

Im Fokus derzeit laufender oder bereits abgeschlossener Projekte und Programme steht oder stand die permanente Verbesserung von Prozessketten, Verfahren und Maschinenwirkungsgraden. Da Maschinen und Anlagen unter ständig wechselnden Anforderungen und Randbedingungen betrieben werden, erschließt eine derartige „Optimierung im Mittel“ nur einen Teil des Effizienzpotenzials. Maßnahmen zum energieoptimalen Betrieb und zur Steuerung von Maschinen und Anlagen unter Berücksichtigung der Energieeffizienz und weiterer Zielkriterien in situationsbezogener Gewichtung müssen dies ergänzen.

Zielstellung

Ziel der Forschergruppe ECOMATION ist es daher, Methoden zur Energieeinsparung durch Automatisierung für die Fertigungstechnik zu entwickeln. Durch situationsoptimales Auslegen und Ansteuern von Komponenten in maschinennahen Energieregelleisten wird der Verbrauch der einzelnen Maschine minimiert. In maschinenfernen Energieregelleisten auf Leitebene werden die Planung optimiert, Verlustherde in Anlagen und Fabriken identifiziert und Verbesserungsmaßnahmen eingeleitet. Als Grundlage für die Maßnahmen zur Effizienzsteigerung werden der von den Komponenten und dem Fertigungsverfahren verursachte Energieverbrauch, die Aufteilung in Nutz- und Verlustanteil und Möglichkeiten zur Beeinflussung des Energieverbrauchs analysiert und in Modelle überführt. Es werden Methoden entwickelt, um Verbrauch und Effizienzressourcen auf Basis der Maschinensignale per Software und unter minimalem Einsatz von Zusatzsensorik zu erfassen und nachhaltig zu senken.

Zielvision ECOMATION



Ansprechpartner am PTW

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Philipp Schraml
Telefon: 06151 16-75890
schraml@ptw.tu-darmstadt.de

Projektpartner





Wissenschaftliche Veröffentlichungen



„Zu wissen, was man weiß, und zu wissen, was man tut, das ist Wissen“.

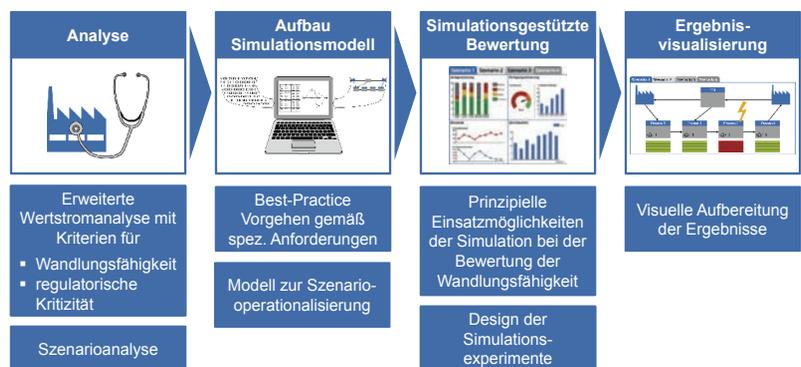
Konfuzius

Dissertationen

Methode zur simulationsgestützten Bewertung der Wandlungsfähigkeit im regulatorischen Umfeld der Medizintechnik

In der Medizintechnik besteht ein hohes öffentliches Interesse an die Produktsicherheit, welche durch gesetzliche Anforderungen entlang des gesamten Produktlebenszyklus sichergestellt werden. Die Auswirkungen dieser Regularien auf die Produktion und deren Wandlungsfähigkeit werden in der vorliegenden Arbeit eingehend untersucht, wobei erläutert wird, inwiefern diese zum einen die Gestaltungsfreiheit bei der Produktionssystemgestaltung einschränken und zum anderen zusätzlichen, nicht wertschöpfenden Aufwand in der Produktion verursachen. Gleichzeitig limitieren die Regularien die Wandlungsfähigkeit der Produktion, da diese einer stabilen Produktion eine hohe Bedeutung beimessen und jede Veränderung als potentielles Risiko für Fehler ansehen. Diese Rahmenbedingungen erfordern eine sorgfältige Planung der Wandlungsfähigkeit. Die Grundlage zur Planung eines wandlungsfähigen Produktionssystems bildet die Bewertung des bestehenden Zustands. In der vorliegenden Arbeit wird eine simulationsgestützte Methode zur Bewertung der Wandlungsfähigkeit in der Medizintechnik vorgestellt, um zum einen der Komplexität der Produktionssysteme in dieser Branche gerecht zu werden und zum anderen die regulatorisch

bedingten Einschränkungen systematisch in die Bewertung zu integrieren. Hierzu werden bestehende Strukturen erfasst und mit speziellen Wandlungsfähigkeitsindikatoren bewertet, wobei auch explizit die regulatorischen Einschränkungen ermittelt werden. Anschließend erfolgt die simulationsgestützte Bewertung des betrachteten Produktionssystems auf Grundlage von Szenarien. Diese Simulation liefert eine quantitative Bewertung in Form von Kennzahlen über die Robustheit des Produktionssystems gegenüber potentieller zukünftiger Entwicklungen und zeigt gezielt dessen Schwachstellen auf.



Methodenschritte zur
Bewertung der Wandlungsfähigkeit
in der Medizintechnik



Florian Albrecht

Schriftenreihe des PTW: „Innovation Fertigungstechnik“
ISBN: 978-3-8440-3485-1
Shaker Verlag, Aachen

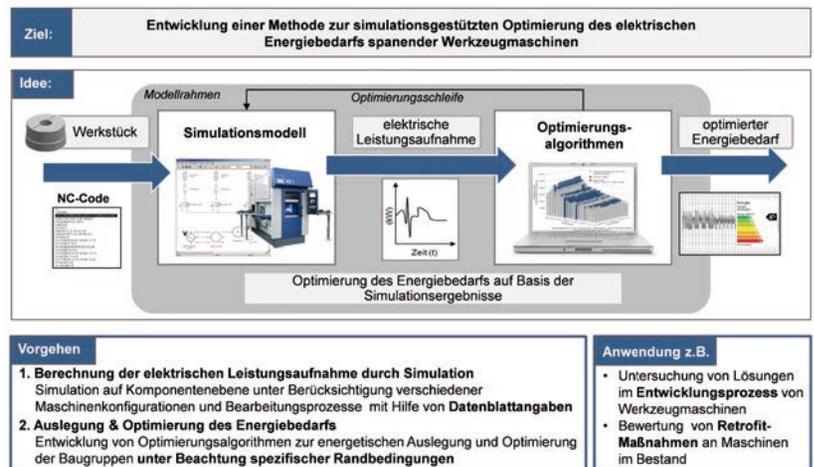
Simulationsgestützte Optimierung des elektrischen Energiebedarfs spanender Werkzeugmaschinen

Spanende Werkzeugmaschinen weisen ein hohes Potenzial zur wirtschaftlichen Steigerung ihrer Energieeffizienz auf. Auf Grund der Vielzahl von möglichen Optimierungsansätzen und mangelnder Instrumente zur Bewertung derselben wird oftmals das vorhandene Potenzial nicht in die Praxis umgesetzt. In dieser Arbeit wurde daher eine Methode entwickelt, die eine simulationsgestützte Optimierung des Energiebedarfs von spanenden Werkzeugmaschinen ermöglicht.

Die Methode basiert auf Simulationsmodellen einzelner Maschinenkomponenten, die als relevant für den Energiebedarf identifiziert wurden. Mit Hilfe der Modelle kann sukzessive der Energiebedarf einzelner Baugruppen und schließlich der Gesamtmaschine berechnet werden. Durch die Abbildung der Maschinensteuerung wurde die Ansteuerung der Komponenten in verschiedenen Betriebszuständen modelliert. Die Fähigkeit des Steuerungsmodells, ein im DIN-ISO Code programmiertes Teileprogramm verarbeiten zu können, ermöglicht zudem die Prognose des Energiebedarfs eines spezifischen Bearbeitungsprozesses. Der Einfluss der durch den Bearbeitungsprozess hervorgerufenen Zerspankräfte auf den Energiebedarf findet durch ein entsprechendes Modell Berücksichtigung.

Durch die Kopplung der Simulationsmodelle mit einem Optimierungsalgorithmus erfolgte eine automatisierte bedarfsgerechte Auslegung des Energiebedarfs der Baugruppen. Grundlage hierfür bildete die Analyse der Simulationsergebnisse, die zur Identifikation eines geeigneten Optimierungsansatzes führte. Die Untersuchung der mit

der Optimierungsmaßnahme erzielbaren Wirkung auf den Energiebedarf wurde unter Nutzung der entwickelten Simulationsmodelle durchgeführt. Neben der Zielgröße „Energieeffizienz“ finden dabei weitere Randbedingungen, wie bspw. Amortisationszeiten, Beachtung.



Methode zur simulationsgestützten Optimierung des el. Energiebedarfs spanender Werkzeugmaschinen



Christian Eisele

Schriftenreihe des PTW: „Innovation Fertigungstechnik“
 ISBN: 978-3-8440-3270-3
 Shaker Verlag, Aachen

Methode zur modellbasierten Integration des maschinenbezogenen Energiebedarfs in die Produktionsplanung

Aufgrund stark ansteigender Energiekosten wird der elektrische Energiebedarf von Produktionsmaschinen für Unternehmen immer wichtiger. Allerdings wurde dieser bislang in die Maschinenauswahl nicht mit einbezogen. Dies liegt im Wesentlichen daran, dass der Produktionsplaner bisher keine Möglichkeit hatte, den Energiebedarf von in Planung befindlichen Maschinen verlässlich zu prognostizieren und die damit verbundenen Energiekosten in seine Entscheidung mit einzubeziehen. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde eine Methode entwickelt, die dem Planer die Prognose des Energiebedarfs von Produktionsmaschinen ermöglicht. Der Energiebedarf kann somit zukünftig als Zielgröße in die Auswahl von Produktionsmitteln integriert werden. Der entwickelte Ansatz verfolgt eine komponentenorientierte Maschinenmodellierung auf vier

verschiedenen Betrachtungsebenen: Komponenten, Baugruppen, Maschinen und Prozessketten. Zur Beschreibung des energetischen Maschinenverhaltens wurde ein zustandsbasierter Ansatz verwendet.

Um die mittels von Modellen generierten Informationen zum Energiebedarf in den Entscheidungsprozess der Produktionsplanung zu integrieren, wurde ein kennzahlenbezogenes Entscheidungssystem zur Bewertung alternativer Maschinen entwickelt. Die Energiebedarfsmodelle und das Entscheidungssystem wurden schließlich an drei Beispielmotoren angewendet. Die Modellergebnisse wurden zudem durch den Vergleich mit Messdaten der Maschinen in Bezug auf die zuvor festgelegten Modellanforderungen untersucht.



Aufbau der entwickelten Methode



Sebastian Schrems

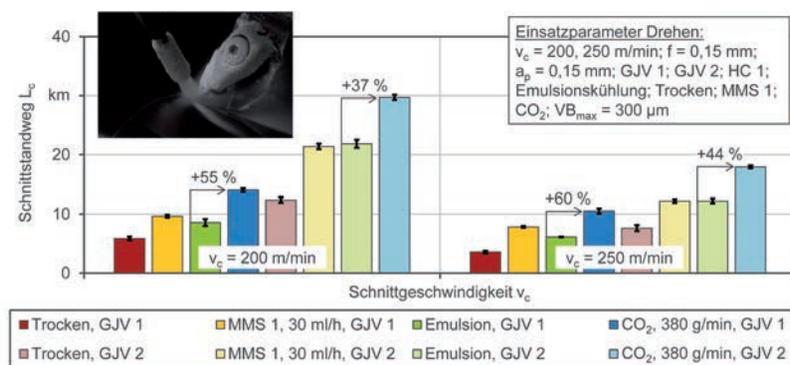
Schriftenreihe des PTW: „Innovation Fertigungstechnik“
ISBN: 978-3-8440-2999-4
Shaker Verlag, Aachen

Technologische Prozessauslegung für die Zerspanung von Gusseisen mit Vermiculargrafit unter kontinuierlichen Schnittbedingungen

Der Einsatz von GJV in der automobilen Serienfertigung ist momentan aufgrund seiner schlechten Zerspanbarkeit hauptsächlich auf Fahrzeuge der Oberklasse und den Nutzfahrzeugesektor beschränkt. Zerspanende Operationen an Zylinderkurbelgehäusen aus GJV, insbesondere kontinuierliche Prozesse wie das Zylinderbohren, sind durch niedrige Zerspanungsparameter als auch gleichzeitig geringe Werkzeugstandwege gekennzeichnet. Die Auslegung einer wirtschaftlichen Hochgeschwindigkeitsbearbeitung von GJV würde dazu beitragen, das Einsatzfeld dieses Hochleistungswerkstoffes auf die Volumensegmente der Klein- sowie der Mittelklassefahrzeuge auszudehnen.

Im Rahmen dieser Arbeit werden Einsatzempfehlungen zur Steigerung von Wirtschaftlichkeit und

Produktivität bei der Zerspanung von GJV unter kontinuierlichen Schnittbedingungen abgeleitet. Die systematische Analyse der Auswirkungen verschiedener Kühlschmierstrategien in Kombination mit den eingesetzten Schneidstoffen unter Modulation der technologischen Einsatzbedingungen Schnittgeschwindigkeit, Vorschub und Zustellung auf das Zerspanergebnis ermöglicht dabei die Erarbeitung eines tiefergreifenden Prozessverständnisses. Im Sinne einer stetigen Verbesserung von Zerspanprozessen werden dem Anwender in der Automobilindustrie sowie den Herstellern von Zerspanungswerkzeugen und auch Produktionssystemen wertvolle Hinweise zur wirtschaftlichen und gleichzeitig produktiven Prozessauslegung herausfordernder Bearbeitungsaufgaben bei Bauteilen aus GJV an die Hand gegeben.



Einfluss von Kühlschmiermedien auf die Zerspanbarkeit von GJV (Gusseisen mit Vermiculargrafit)



Patrick Pfeiffer

Schriftenreihe des PTW: „Innovation Fertigungstechnik“
 ISBN: 978-3-8440-3040-2
 Shaker Verlag, Aachen

Entgraten von Kreuzbohrungen mit Industrierobotern

Industrieroboter werden in vielen Anwendungsgebieten zur Automatisierung von Fertigungsprozessen eingesetzt. Klassische Anwendungen finden sich bei Montage- und Schweißoperationen. Im Bereich der spanenden Bearbeitung ist der Einsatz bisher auf Anwendungen mit mittleren und geringen Qualitätsanforderungen beschränkt. Zwar werden Roboter bereits für Entgrataufgaben eingesetzt, aber auch hier beschränkt sich ein Einsatz auf die Bearbeitung grobtolerierte Bauteile mit hohen Stückzahlen.

Entgratprozesse an Innenkonturen mit hohen Qualitätsanforderungen werden meist manuell durchgeführt. Der Entgratprozess nimmt bei diesen Bauteilen bis zu 50% der Fertigungsdauer in Anspruch. Zwar existieren in der Industrie automatisierte Verfahren, wie ECM (Electro Chemical Machining), TEM (Thermal Energy Machining) oder AFM (Abrasive Flow Machining) diese können aber oft aus unterschiedlichen Gründen bei sicherheitsrelevanten Bauteilen nicht eingesetzt werden.

Diese Dissertation beschäftigt sich mit der Automatisierung des Entgratprozesses von Kreuzbohrungen. Ein spezieller Fokus liegt dabei auf sicherheitskritischen Bauteilen, wie sie beispielsweise in Hydrauliksystemen in Flugzeugen zu finden sind. Die Untersuchungen mit dem ausgewählten Spezialwerkzeug zeigen, dass eine erhebliche Zeitersparnis möglich ist. Zusätzlich wird die Programmierung des Roboters durch

ein entwickeltes Softwaremodul vereinfacht. Die Minimierung der Dauer der Positionierbewegungen des Roboters zwischen den einzelnen Bohrungen wird durch einen Ansatz basierend auf Algorithmen der Graphentheorie erreicht. Somit wird die potentielle Anwendbarkeit von Industrierobotern auch bei Anwendungen mit hohen Qualitätsanforderungen demonstriert.

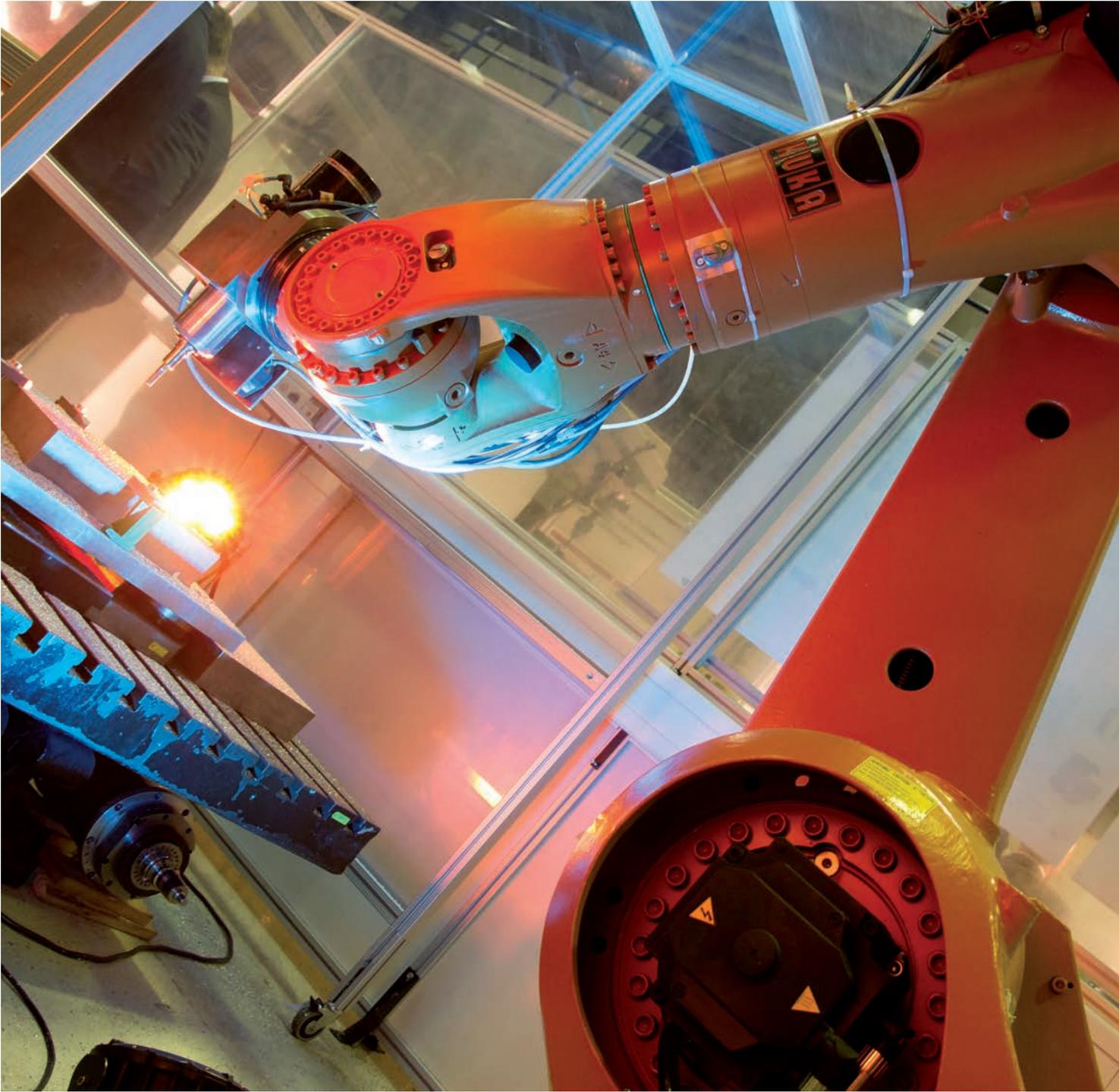


Eingesetztes Robotersystem zur
Entgratung von Kreuzbohrungen



Matthias Pischan

Schriftenreihe des PTW: „Innovation Fertigungstechnik“
ISBN: 978-3-8440-3566-7
Shaker Verlag, Aachen



Fachzeitschriften und Konferenzbeiträge

Artikel

Abele, Eberhard :

**Europa wird sich weiter vernetzen –
auch im Maschinen- und Anlagenbau.**

In: Maschinenbau und Metallbearbeitung, Kuhn
Fachverlag, Villingen-Schwenningen p. 8.
ISSN 1614-242X

Abele, Eberhard ; Bölling, Christian :
**Modellierung der geometrischen Eingriffs-
bedingungen bei der Ventilsitzbearbeitung am
Zylinderkopf.**

In: Werkstattstechnik online : wt, Springer VDI
Verlag, Düsseldorf, 104 (11/12) pp. 735-740.
ISSN 1436-4980

**Abele, Eberhard ; Dietz, Sören ; Dejkun, Vitali ;
Kniepkamp, Michael :**
**Individualisierte Medizintechnik –
Wachstumsmarkt für etablierte und neue
Produktionsverfahren.**

In: Maschinenbau und Metallbearbeitung,
Kuhn Fachverlag, Villingen-Schwenningen
(August) pp. 32-33. ISSN 1614-242X

**Abele, Eberhard ; Güth, Sebastian ; Davarpanah,
Mohammad Ali ; Lipovetski, Yevgeni :**
**FEM-Modell zur Sekundärgratsimulation –
Verifikation eines FEM-Modells zur Ent-
wicklung neuer Schneidengeometrien zum
prozesssicheren Entgraten.**

In: Werkstattstechnik online : wt, Springer
VDI Verlag, Düsseldorf, 104 (1/2) pp. 55-59.
ISSN 1436-4980

**Abele, Eberhard ; Pfeiffer, Patrick ;
Heep, Thomas :**
**Einfluss kryogener Kühlung auf die
Zerspanung von Gusseisen.**

In: Werkstattstechnik online : wt, Springer VDI
Verlag, Düsseldorf, 104 (1/2) pp. 40-48.
ISSN 1436-4980

**Abele, Eberhard ; Schäfer, Dominik ;
Güth, Sebastian ; Bölling, Christian :**
**Gute Führung zahlt sich aus | Trendbericht:
Bohrungsfeinbearbeitung im Motorenbau.**

In: Werkstatt + Betrieb : WB, Carl Hanser Verlag,
München, 147 (12) pp. 30-35. ISSN 0043-2792

Abele, Eberhard ; Sauer, Markus S. :
**Maschinenbau: Näher am Kunden mit
Industrie 4.0 Ansätzen.**

In: Maschinenbau und Metallbearbeitung, Kuhn
Fachverlag, Villingen-Schwenningen pp. 10-12.
ISSN 1614-242X

**Abele, Eberhard ; Schmidt, Seba-
stian (PTW) ; Hoßfeld, Alexander :**
HSC-Fräsbearbeitung in der Fließfertigung.

In: Werkstattstechnik online : wt, Springer VDI
Verlag, Düsseldorf, 104 (1/2) pp. 100-104.
ISSN 1436-4980

Abele, Eberhard ; Tian, Jia :
**Estimation of the rotational speed limit of mil-
ling cutters with screwed indexable inserts.**

In: Production Engineering : WGP, Springer
Verlag, Heidelberg, 8 (1-2) pp. 111-119.
ISSN 0944-6524

Abele, Eberhard ; Tian, Jia ; Turan, Emrah :
**Grenzdrehzahl lang auskragender Werkzeug-
systeme – Einfluss der Werkzeug-Spannfutter-
Kombination auf die erste biegekritische
Eigenfrequenz.**

In: Werkstattstechnik online : wt, Springer VDI
Verlag, Düsseldorf, 104 (1/2) pp. 60-65.
ISSN 1436-4980

**Adolph, Siri ; Tisch, Michael ;
Metternich, Joachim :**
**Challenges and approaches to competency
development for future production.**

In: Journal of International Scientific Pu-
blications – Educational Alternatives, Info
Invest Ltd, Bulgaria, 12 pp. 1001-1010

Hambach, Jens ; Albrecht, Florian :
Methoden der Szenariotechnik in der Fabrikplanung – Vorschlag für einen Gliederungsansatz zur Auswahl der passenden Technik.
In: Zeitschrift für Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb : ZWF, Carl Hanser Verlag, München, 109 (3) pp. 117-120. ISSN 0947-0085

Metternich, Joachim :
Produktivität in der Zerspanung – eine ganzheitliche Führungsaufgabe.
In: Maschinenbau und Metallbearbeitung, Kuhn Fachverlag, Villingen-Schwenningen pp. 34-35. ISSN 1614-242X

Rößler, Markus Philipp ; Abele, Eberhard ; Metternich, Joachim :
Simulation based multi-criteria assessment of lean material flow design alternatives.
In: Applied Mechanics and Materials, Trans-Tech Publications, Switzerland, 598 pp. 661-666

Rößler, Markus Philipp ; Metternich, Joachim ; Abele, Eberhard :
Learning to see clear: Quantification and multidimensional assessment of value stream mapping alternatives considering variability.
In: Business and Management Research, Sciedu Press, Canada, 3 (2) pp. 93-109. ISSN 1927-6001

Sauer, Markus S. ; Grosch, Thomas ; Abele, Eberhard :
Smart Tool – Entwicklung eines intelligenten Werkzeugsystems.
In: Zeitschrift für Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb : ZWF, Carl Hanser Verlag, München, 109 (7-8) pp. 542-545. ISSN 0947-0085

Seifermann, Stefan ; Stäudel, Tobias ; Abele, Eberhard ; Metternich, Joachim :
Schlanke Produktion und Automatisierung. Identifikation und Systematisierung der Begrifflichkeiten im Themenfeld der Low-Cost-Automatisierung.
In: Werkstattstechnik online : wt, Springer VDI Verlag, Düsseldorf, 104 (9) pp. 546-551. ISSN 1436-4980

Schmidt, Sebastian ; Abele, Eberhard :
Integration of discontinuous milling operations into the flow production of sheet metal profiles.
In: Journal of Machine Engineering, Wroclaw, Poland, 14 (4) pp. 95-102. ISSN 18957595

Schmidt, Sebastian (PTW) ; Abele, Eberhard :
Integration of discontinuous milling operations into the flow production of sheet metal profiles.
In: MM Science Journal, Prague, Czech Republic - Special Issue | 11th International Conference on High Speed Machining, September 11-12, 2014, Prague, Czech Republic ISSN 1803-1269

Tisch, Michael ; Adolph, Siri ; Metternich, Joachim ; Bauernhansl, Thomas ; Reinhart, Gunther :
Innovative Ansätze zur Kompetenzentwicklung für die Produktion der Zukunft.
In: Zeitschrift für Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb : ZWF, Carl Hanser Verlag, München, 109 (9) pp. 587-590. ISSN 0947-0085

Tisch, Michael ; Hertle, Christian ; Metternich, Joachim ; Abele, Eberhard :
Lernerfolgsmessung in Lernfabriken - Kompetenzorientierte Weiterentwicklung praxisnaher Schulungen.
In: Industrie Management, GITO Verlag, Berlin, 30 (3) pp. 20-24

Wiegel, Felix ; Adolph, Siri ; Metternich, Joachim :
Prozesslernfabrik CiP - Handlungsorientiertes Lernen durch zustandsbasierte Techniksysteme.
In: handling : Hoppenstedt Publishing, Darmstadt, 1-2 pp. 44-45. ISSN 0936-7365

Konferenz- oder Workshop-Beiträge

Abele, Eberhard ; Bretz, Andreas :
Integration of CFRP components in machine tools.

In: CIRP GA, Nantes, Aug. 29th, 2014

Abele, Eberhard ; Kniepkamp, Michael :
**Einordnung und Ausblick von Additiven
Fertigungsverfahren aus produktions-
technischer Sicht.**

In: 3D-Additive Manufacturing -
Herstellungstechnologie der Zukunft,
23. September 2014, Hanau.

**Adolph, Siri ; Tisch, Michael ;
Metternich, Joachim :**
**Challenges and approaches to competency
development for future production.**

In: 5th International Conference on Education,
Research and Development, 4.-8.9.14, Elenite,
Bulgarien

Berger, Matthias :
**Avoiding collision damage of motor
spindles through an innovative over-
load protection system.**

In: WGP Congress 2014 in Erlan-
gen, Germany, 9-10 September.

**Bretz, Andreas ; Landmann, Andreas ;
Rost, Robert :**
**Integration of Carbon Fibre Reinforced
Structures in Machine Tools.**

In: WGP Congress 2014 in Erlangen, Germany,
9-10 September 2014

**Dayal, Ram ; Stoffregen, Hanns ;
Fischer, Jakob ; Gambaryan-Roisman, Tatiana ;
Abele, Eberhard :**
**Heat Transport Phenomena Governing
Selective Laser Melting: Numerical
Investigation and Experimental Validation.**

In: Proceedings of the Fraunhofer Direct Digital
Manufacturing Conference, DDMC 2014,
12.-13.3.2014, Berlin

**Eberspächer, Philipp ; Schraml, Philipp ;
Schlechtendahl, Jan ; Verl, Alexander ;
Abele, Eberhard :**
**A model- and signal-based power consumption
monitoring concept for energetic optimization
of machine tools.**

In: 21st CIRP Conference on Life Cycle Enginee-
ring in Trondheim, Norway, 18-20 June 2014

**Fischer, Jakob ; Kniepkamp, Michael ;
Abele, Eberhard :**
**Micro Laser Melting: Analyses of Current
Potentials and Restrictions for the Addi-
tive Manufacturing of Micro Structures.**

In: Twenty- Fifth Annual International Solid
Freeform Fabrication, (SFF)
Symposium, Austin (TX), USA, 2014.

**Heep, Thomas ; Güth, Sebastian ;
Leong, Arnold :**
**Derivation of Recommendations for the
Manufacturing of High-Speed Reaming Tools.**
In: 11th International Conference on High Speed
Machining, (HSM 2014), September 11-12, 2014,
Prague, Czech Republic, ISBN 978-80-904077-7-0

**Heinemann, Tim ; Schraml, Philipp ;
Thiede, Sebastian ; Eisele, Christian ;
Herrmann, Christoph ; Abele, Eberhard :**
**Hierarchical Evaluation of Environmental
Impacts from Manufacturing System and
Machine Perspective.**

In: 21st CIRP Conference on Life Cycle Enginee-
ring in Trondheim, Norway, 18-20 June 2014

**Hoßfeld, Alexander ; Turan, Emrah ;
Abele, Eberhard ; Groche, Peter (ed.) :**
**HSC-Frässtrategien für die Bearbeitung von
Schienenoberbaumaterial in der
Gleisbauindustrie.**

In: Tagungsband 5. Zwischenkolloquium,
Sonderforschungsbereich 666, Integrale Blech-
bauweisen höherer Verzweigungsordnung,
ISBN 978-3-87525-372-6 . Meisenbach Verlag
GmbH, Bamberg

Metternich, Joachim :
**Lean 4.0? Herausforderungen und
Handlungsfelder.**
In: Hessenmetall Veranstaltung „Produktions-
management heute und in der Zukunft“
PTW, Darmstadt, 12.11.2014

Metternich, Joachim ; Abele, Eberhard ; Chryssolouris, George ; Sihn, Wilfried ; El Maraghy, Hoda ; Tracht, Kirsten ; Tolio, Tullio ; Mavrikios, Dimitris ; Mourtzis, Dimitris ; Jäger, Andreas ; Tisch, Michael ; Seifermann, Stefan : Definitions of „Learning Factories“.

In: CIRP Collaborative Working Group on Learning Factories, CIRP General Assembly, Nantes, France, August, 28th, 2014

Monnerjahn, Vinzent ; Heinzmann, Nicolas ; Lobers, Martin ; Groche, Peter ; Schmidt, Sebastian ; Linke, Marcel ; Spielmann, Raffael ; Abele, Eberhard : Herstellung multifunktionaler Profile und Profilverbindungen durch umformende und spanende Prozesse.

In: Tagungsband 4. Zwischenkolloquium SFB 666, TU Darmstadt, 2014. Meisenbach Verlag GmbH, Bamberg

Pfeiffer, Patrick ; Heep, Thomas : Wasser statt Öl, Trocken statt Nass, Gas statt Flüssigkeit - Einsatz neuer Technologien zur Produktivitätssteigerung.

In: Oemeta KSS Workshop, 29. Oktober 2014, Leinfelden-Echterdingen

Seifermann, Stefan ; Abele, Eberhard ; Metternich, Joachim : Learning Factories – Benefits for Research and exemplary Results.

In: CIRP January Meeting 2014, Paris, STC-O Technical Presentation, 23. Januar 2014

Seifermann, Stefan ; Böllhoff, Jörg ; Metternich, Joachim ; Bellaghnach, Amin : Evaluation of Work Measurement Concepts for a Cellular Manufacturing Reference Line to enable Low Cost Automation for Lean Machining.

In: Procedia CIRP 17 - Variety Management in Manufacturing. Proceedings of the 47th CIRP Conference on Manufacturing Systems

Sielaff, Tilo : Linked Energy Systems for Production Sites of the Future.

In: IGSTC – acatech – INAE Workshop „Strategies and Concepts of Advanced Manufacturing, 23. Januar - 24. Januar, New Delhi, Indien

Stoffregen, Hanns ; Butterweck, Katja ; Abele, Eberhard : Fatigue Analysis in Selective Laser Melting: Review and Investigation of Thin-walled Actuator Housings.

In: 25th Solid Freeform Fabrication Symposium 2014, Austin, Texas

Tisch, Michael ; Abele, Eberhard ; Chryssolouris, George ; El Maraghy, Hoda ; Metternich, Joachim ; Sihn, Wilfried ; Teti, Roberto ; AlGeddawy, Tarek ; Caggiano, Alessandra ; Jäger, Andreas ; Seifermann, Stefan :

Development of a typology / morphology.

In: CIRP Collaborative Working Group on Learning Factories, CIRP General Assembly, Nantes, France, August, 28th, 2014

Reports

Abele, Eberhard ; Sielaff, Tilo ; Beck, Martin : Schlussbericht zum Projekt MaxiEM - Maximierung der Energieeffizienz spanender Werkzeugmaschinen.

Darmstadt, 2014

Abele, Eberhard ; Ulrich, Krenzer : MAPAL Technologie Report 04 | Trochoides Fräsen | Mit hohem Vorschub zu tiefen Schnitten, MAPAL Präzisionswerkzeuge Dr. Kress KG, Aalen

Abele, Eberhard ; Wendel, Siegfried : MAPAL Technologie Report 05 | Thermische Spritzschichten wirtschaftlich bearbeiten, MAPAL Präzisionswerkzeuge Dr. Kress KG, Aalen

Roessler, Markus Philipp ; Spiertz, Daniel ; Metternich, Joachim : Lean production and willingness to change: German industrial survey.
Darmstadt, Deutschland

Rößler, Markus Philipp :
Energieeffizienz bei der industriellen Druck-
luftherzeugung: Studie zu Entwicklungen,
Trends und alternativen Erzeugungs-
technologien.
Karlsruhe, Deutschland

Rößler, Markus Philipp ; Spiertz, Daniel ;
Metternich, Joachim :
Lean production and willingness to change:
German industrial survey.
Darmstadt, Deutschland

PTWissenswert

Ausgabe Nr. 43, Juli
Ausgabe Nr. 44, November

unter: www.ptwissenswert.de können
Sie unsere Newsletter downloaden.

Mitarbeit in Gremien

acatech-Themennetzwerk
Produktentwicklung und Produktion
Prof. Dr.-Ing. Eberhard Abele

CIRP
Prof. Dr.-Ing. Eberhard Abele
» Fellow

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Stefan Seifermann
» Research Affiliate

Indo-German Science & Technology Centre
Prof. Dr.-Ing. Eberhard Abele
» Member of Governing Body

Technische Universität Darmstadt
Prof. Dr.-Ing. Eberhard Abele
» Mitglied Wissenschaftsrat
» Botschafter acatech

VDW-Arbeitskreis 5
„Werkzeugmaschinenkonstruktion“
Prof. Dr.-Ing. Eberhard Abele

Verein der Freunde des Instituts für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen e.V.

Im Jahre **1978** wurde der Verein der Freunde des PTW gegründet.

Der Verein bringt ehemalige und aktive Mitarbeiter des PTW, aber auch befreundete Industrieunternehmen zusammen, um die wissenschaftliche Arbeit des Instituts zu unterstützen. Dies geschieht in einem offenen Dialog zwischen Industrie und Hochschule, in dem Ideen für Weiterentwicklungen und auch gemeinsame Projekte entstehen.

Der Verein engagiert sich unter anderem in Form von finanzieller und technischer Unterstützung des PTW zur Verbesserung der Institutsausstattung und Erweiterung der Forschungsmöglichkeiten sowie der Finanzierung und Durchführung von verschiedensten Veranstaltungen. Die verfolgten Ziele des Vereins sind durchweg gemeinsinniger Natur.

Die Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter an einem Hochschulinstitut ist eine der interessantesten und sicher auch eine der prägendsten Phasen im Berufsleben. Über einen begrenzten Zeitraum von mehreren Jahren widmet man sich gemeinsam mit einem überschaubaren Kreis von Kollegen, die einen ähnlichen Hintergrund haben, wissenschaftlichen Fragestellungen. Wir wünschen uns, dass dieser persönliche Kontakt sich auch im Berufsleben fortsetzt und eine Quelle unbürokratischen Wissensaustausches darstellt.

Durch inzwischen regelmäßige Treffen hat der Verein insbesondere die letzten 10 Jahre einen erheblichen Mitgliederzuwachs erhalten. Über 90% aller promovierten PTW-Absolventen wurden die letzten Jahre Mitglieder im VdF.



„Wissenschaft ist eine Sammlung klarer Begriffe aus vielen lebhaften Erfahrungen über eine Sache.“

J.J. Heinse



Werden auch Sie Mitglied in dem Verein der Freunde des Instituts für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen e. V.

Falls Sie Fragen zum Verein haben oder diesem beitreten wollen, so wenden Sie sich bitte an Herrn Jochen Schledt, Otto-Berndt-Straße 2, 64287 Darmstadt
Tel.: 06151 16-2456 | Fax: 06151 16-3356 | E-Mail: schledt@ptw.tu-darmstadt.de

www.ptw.tu-darmstadt.de



Studium & Lehre



Lehre am PTW,
praxisnah und
multimedial

Vorlesungen

Titel	Inhalte	Dozent
Technologie der Fertigungsverfahren 6 CPs	Methoden und Ziele der Fertigungstechnik: Grundlagen der Fertigungsverfahren Urformen, Umformen, Trennen, Abtragen und Fügen; Anwendungsbeispiele, Grundlagen Fabrikbetrieb	Prof. E. Abele Prof. P. Groche
Werkzeugmaschinen und Industrieroboter 8 CPs	Zerspanungstheorie, Zerspanungspraxis, Auslegung von modernen Werkzeugmaschinen, Werkzeugmaschinenkomponenten, Produktionskonzepte, Grundlagen Industrieroboter	Prof. E. Abele
Automatisierung der Fertigung 4 CPs	Automatisierung in der Fertigungstechnik, Industrieroboter in der Fertigung, Verkettung von Fertigungssystemen	Prof. E. Abele
Management industrieller Produktion 4 CPs	Abläufe und Organisationsstrukturen in Industrieunternehmen. Schwerpunkt: Technische Unternehmensbereiche, Forschung und Entwicklung, Arbeitsvorbereitung, Produktionsdurchführung	Prof. E. Abele Prof. J. Metternich
Betriebswirtschaft für Ingenieure 4 CPs	Einführung in betriebswirtschaftliche Zusammenhänge. Ablauf und Methoden in kaufmännischen Unternehmensbereichen: Rechnungswesen, Personalwesen, Einkauf, Vertrieb	Dr. V. Schultz Prof. J. Metternich
Qualitätsmanagement – Erfolg durch Business Excellence 4 CPs	Aufgaben des Qualitätsmanagements, Qualität im Produktlebenszyklus, Prüfdatenerfassung und Messtechnik sowie Qualitätskosten, Wirtschaftlichkeit und rechtliche Aspekte	Dr. R. J. Ahlers
Vernetzte Produktionsstrukturen 4 CPs	Werkzeuge der Kommunikationstechnik, moderne Qualitätskonzepte, Kapazitätsmanagement, Produktionsplanung und -steuerung, Kooperation mit Zulieferern, Best practice Beispiele aus der Industrie	Prof. J. Kluge
Technologie und Management im Werkzeug- und Formenbau 4 CPs	Fertigungsverfahren für den Werkzeug- und Formenbau. Technologiemanagement und Organisation des Formenbaus	Dr. A. Daniel Prof. E. Abele
Lean Production 4 CPs	Lean Production explains in a demonstrative and practical way lean production systems, the concept of value orientation and waste, standardisation and stability, just-in-time and pull-systems, lean quality, value stream management, continuous improvement and lean logistics.	Prof. J. Metternich

Tutorium

Grundlagen der Roboterprogrammierung

Verständnis für grundlegende Fähigkeiten, die zum Programmieren eines KUKA Robotersystems nötig sind.



Exkursion zum
Schulungszentrum
ABB Robotics
Friedberg | Hessen

Am PTW wird unter anderem das Tutorium „**Grundlagen der Roboterprogrammierung**“ angeboten. Das Tutorium wird ab sofort jedes Semester angeboten und baut auf den Vorlesungen „Werkzeugmaschinen und Industrieroboter“ sowie „Automatisierung der Fertigung“ auf. In den 5 Tagen erhalten die Teilnehmer die Möglichkeit, die im Rahmen der Vorlesungen erworbenen theoretischen Grundlagen an praxisorientierten Beispielen am Industrieroboter anzuwenden und zu vertiefen.

Nachdem die Studierenden die Lerneinheit erfolgreich abgeschlossen haben, sind sie in der Lage:

- Robotersysteme zu bewegen und zu programmieren.
- Werkzeug-Werkstück-Koordinatensysteme zu definieren.
- Verschiedene Programmierarten der Robotersysteme zu unterscheiden und zu erläutern.
- Die Programmierung unter Einhaltung der Sicherheitsvorschriften auszuführen.
- CAM-Programme für die Bearbeitung mit Industrierobotern zu erstellen.

Abgerundet wird die Lehrveranstaltung durch eine Exkursion zum Schulungszentrum von ABB Robotics in dem den Studierenden weitere Robotersysteme und Programmiergrundlagen erläutert werden. Für das Engagement von ABB bedanken wir uns recht herzlich.

Studentische Arbeiten

Studienarbeiten

Beisser, Denis

Produktionsnahes Abweichungsmanagement unter Zuhilfenahme von Kennzahlen und IT-Systemen

Bode, Patrick

Entwicklung einer Methodik zur Erfassung von Industrie 4.0 - Technologien

Both, Christoph

Methoden zur multidimensionalen Entscheidungsunterstützung unter Unsicherheit: Klassifikation und Umsetzung eines ausgewählten Verfahrens

Claus, Peter

Anwendbarkeit der Lean Production zur Stabilisierung von Flugzeugwartungstätigkeiten

Coenen, Patrick

Experimentelle Untersuchungen zum thermomechanischen Bauteilverhalten beim Fräsen

Galic, Aleksandar

Kontinuierlicher Verbesserungsprozess im Cost Management

Glass, Rupert

Quantitative Auswertung zur Ermittlung der Verbreitung von Methoden der schlanken Produktion in Prozessindustrie, Montage und Zerspanung

Hahnen, Hendrik

Optimierung der Wertschöpfungskette einer Sonderbaumanufaktur durch Anwendung eines angepassten Lean-Produktionssystems mit Fokus auf Shop Floor Management und visuelles Management

Hennche, Albert

Optimierung der Produktion im Werkzeugbau mittels Methoden der schlanken Produktion

Hoffmann, Felix

Modellierung, Simulation und Verbesserung eines schlanken Produktionssystems mittels Fuzzy-Simulation

Horn, Thomas

Planung einer variantenreichen Fließmontage bei geringen Stückzahlen

Mähringer-Kunz

Identifikation und Bewertung geeigneter Spannmittel zur Werkstückspannung für die Sequenzfertigung

Manz, Simon

Identifikation und Adaption alternativer Methoden zur Modellierung von wertschöpfenden Systemen und Materialflüssen

Mühlbauer, Manfred

Durchführung und Auswertung einer industriellen Studie zur innerbetrieblichen Materialversorgung durch Routenzug-Systeme

Roßkopf, Aris

Systematische Untersuchung der Anwendbarkeit von Prinzipien und Methoden der Lean Production auf die Einzelfertigung und Ableitung von Implikationen für Wissenschaft und Praxis

Russ, Martin

Entwicklung eines Planungsprozesses für die Qualitätssicherung in einer Sequenzfertigungslinie

Schmeichel, Thomas

Analyse, Klassifikation und Bewertung operativer Methoden der Schlanken Produktion

Spiekermann, Karsten

Entwicklung eines mathematischen Algorithmus zur Routenbildung von innerbetrieblichen Milkruns

Spiertz, Daniel

Lean Production in deutschen Industrieunternehmen - Entwicklung einer fragebogenbasierten Marktstudie zur Identifikation von Potentialen in Produktionssystemen und bezüglich Veränderungsbereitschaft eines

Stadler, Marius

Vergleich der Regularien für das Qualitätsmanagement bei der Herstellung von Medizinprodukten mit der Automobilindustrie

Untersteller, Florian

Analyse und Bewertung von Methoden zur Beurteilung von Track und Trace Lösungen gegen Produktpiraterie

Voss, Antonia

Entwicklung eines Konzepts für eine optimierte Materialbereitstellung in der Motorenmontage

Warmuth, Michael

Parametrisierung von stochastischen Maschinenstörungen in der Materialflusssimulation

Rabascall, Jordi

Implementierung eines dynamischen Robotermodells und anschließende Untersuchung hinsichtlich Robustheit und Recheneffizienz

Schröder, Jenny

Wertstromdesign zur Integration der Sequenzfertigungslinie in den Wertstrom des Center für industrielle Produktivität

Schulze, Tim

Entwicklung einer Jidoka Systematik für die variantenreiche Zifferblattfertigung eines Automobilzulieferers

Spielmann, Raffael

Konzepterstellung einer aktiven Werkstück-Schwingungsdämpfung während der spanenden Blechbearbeitung

Thom, Stephan

Analyse und Gestaltung einer flexiblen, schlanken Wertschöpfungskette in der Teilefertigung

Toklu, Mahmud

Identifikation und Bewertung von Zielkonflikten zwischen Logistik und Montage bei der Materialbereitstellung an der Montagelinie

Turan, Murat

Wirtschaftlichkeitsanalyse zum Einsatz der HSC-Technologie bei der Weiterverarbeitung von Profilen

Diplomarbeiten

Gärtner, Tobias

Weiterentwicklung einer Lernfabriktypologie und Einordnung bestehender Lernfabriken

Heß, Tobias

Vergleich der Prozessfähigkeit von Sequenzfertigung und Komplettbearbeitung am Beispiel der Prozesslernfabrik CiP

Jäger, Marc

Entwicklung einer Methode zur frühzeitigen Planabschätzung in der Montageplanung mithilfe von Konnektivitätsgraphen

Nubert, Tobias

Experimentelle Untersuchungen zum instabilen Käfigverhalten von Wälzlagern

Bachelorthesis

Ahmed, Mohammed

Entwicklung von optimierten Ansteuerungsprofilen eines Direktantriebs für Einlegegeräte aufgrund von Simulationsmodellen

Ali, Fares Gamal

Konzeption und Konstruktion eines Prüfstands zur Untersuchung der HSK-A 100 Schnittstelle unter statischen und dynamischen Lasten

Andras, Daniel

Entwicklung von Bearbeitungstemplates zur fräsenden Nachbearbeitung von SLM hergestellten Medizinprodukten

Bahrenberg, Mirko

Konzept zur Optimierung der Produktionsplanung und -steuerung für eine variantenreiche Zifferblattfertigung

Bardy, Sebastian

Lernerfolgsmessung von Mitarbeitern im Rahmen des Shopfloormanagements am Beispiel des Unternehmens RSN Sihh GmbH

Böing, Tobias

Untersuchung der thermisch induzierten Vorspannung von piezoelektrischen Aktormodulen

Brinkhus, Henning

Experimentelle Gegenüberstellung des Einsatzverhaltens von verschiedenen Beschichtungen zur Titanbearbeitung

Brockhaus, Benjamin

Ermittlung der Minimalmenge kryogener CO₂-Kühlung bei der Zerspanung von Reintitan

Bugiel, Clemens

Detaillkonstruktion, Modellbildung und Prüfstandaufbau für die Sensorintegration in eine luftgelagerte Motorspindel

Büyükbayrak, Mirsat

Recherche zur Ursache von Käfiginstabilitäten in Wälzlagern

Cherkasky, Jenny

Elektrisches Lastmanagement als Geschäftsmodell für Industrie und Gewerbe

Dao, Duc Dung

Entwicklung eines Simulationswerkzeugs zur Ermittlung des mechanischen Verhaltens eines Kollisionsschutzsystems im Chrasfall

Daubenmerkl, Martin

Online-Bahnkorrektur eines Industrieroboters basierend auf Laser-Messdaten

Dillmann, Joel

Zerspanungstechnologische Analyse zur fräsenden Bearbeitung von Schienenoberbaumaterial

Eminovic, Edis

Entwicklung eines erweiterten Risiko-Ursachen-Kennzahl Modells für den Kow-how Schutz in globalen Unternehmensnetzwerken

Eulitz, Josef

Modellierung von Spanbildungsvorgängen bei der Drehbearbeitung von vermikularen Gusseisenwerkstoffen

Eydenkaldt, Dmitry

Entwicklung eines mathematischen Modells zur Simulation des mechanischen Verhaltens von Roll-Feed-Units und zur Auslegung von dazugehörigen Direktantrieben

Feller, Stefan

Erhöhung der Maßhaltigkeit von generativ hergestellten Medizinprodukten auf Basis von taktilen Bauteilvermessungen

Fuchs, Christina

Grundlagenuntersuchungen
zur Fräsbearbeitung von PEEK

Gesell, Christopher

Entwicklung eines kennzahlenbasierten Analyse-
und Bewertungsmodells zur Untersuchung der
Flexibilität innerbetrieblicher Milkrun-Systeme

Gohout, Christoph

Konstruktion und Entwicklung eines flexiblen
Spannsystems zur roboterbasierten Bearbeitung
von Strukturleichtbauteilen

Hernando, Román

Design and set-up of a flexible clamping system
for robot-based machining of structural
lightweight components

Jardin, Philippe

Entwicklung einer Regelung zur Kompensation
von Drehmomentspitzen bei Werkzeug-
wechslerantrieben

Jaziri, Saker

Analyse der Prozessstabilität beim Hochge-
schwindigkeitsfräsen von Stahlblechen
(ZStE 500)

Kappes, Christopher

Simulation der Energieflüsse in einem Versuchs-
stand zur Nutzung niederkalorischer Abwärme
einer Werkzeugmaschine durch thermische
Vernetzung mit einer Wärmesenke

Kern, Alexander

Entwicklung eines Modells für die Abbildung
des Drehmomentenprofils eines Doppelarmgreifer-
Werkzeugwechslers

Knebel, Benjamin

Neukonzeption eines Prüfstands zur Untersuchung
des Wälzlagerverhaltens

Kreß, Paul

Erfolgsfaktoren für die Lean Production Methode
Coaching im Rahmen des Shopfloormanagements
am Beispiel des Unternehmens RSN Sihh GmbH

Kühler, Marwin

Untersuchung von innerbetrieblichen Transporten
bei Einsatz von Manufacturing Execution Systems
unter verschwendungsarmen Kriterien

Kümmel, Kilian

Marktaufbereitung von schwer zerspanbaren
Werkstoffen

Laumeyer, Lars

Konstruktion und Entwicklung eines piezo-
pneumatischen Spannelementes zur Nach-
bearbeitung von Strukturleichtbauteilen

Leicht, Felix

Identifikation von Potenzialen und Barrieren
für den Einsatz von Mikro Laserschmelzen

Leser, Georg

Umsetzung und Inbetriebnahme einer Prüfein-
richtung zur Dichtigkeitsmessung von mittels
selektiven Laserschmelzens hergestellter
Wandelemente

Lezzi, Harald-Alberto

Entwicklung und Durchführung einer an die
glasverarbeitende Industrie angepassten Prozess-
analyse zum Qualitäts- und Leistungsnachweis
am Beispiel Hero-Glas Veredelungs GmbH

Linke, Marcel

Entwicklung einer Spanneinrichtung für die Fräs-
bearbeitung kontinuierlich bewegter Blechprofile

Markhoff, Jan

Ableitung und Klassifizierung von Synergiepoten-
tialen durch die Verbindung von Manufacturing
Execution Systemen und Materialflusssimulation

Metzger, Michael

Der Planungsprozess Steuerungstechnik in der Motorenfertigung

Müller, Peter

Optimierung der Werkzeuggeometrie für die Zirkon Zerspanung

Peper, Dominik

Ermittlung von Wärmerückgewinnungspotenzialen durch thermische Vernetzung am Beispiel von Dialysezentren

Petruschke, Lars

Entwicklung eines Leitfadens zur Identifikation von Energieeffizienzpotenzialen von Werkzeugmaschinen

Prothero, Courtney

Conception and Construction of a Test Stand for an Innovative Clamping System as an Alternative to Screws

Rosenthal, Tobias

Untersuchung des Flexibilitätsbedarfs bei der Materialbereitstellung durch innerbetriebliche Milkrun-Systeme

Schäfer, David

Analyse des Prozessfensters beim Mikro Laserschmelzen zur reproduzierbaren Erreichung definierter Bauteildichten

Schneider, Nico

Wirtschaftliche Maximierung des Zeitspanvolumens durch eine hybride Bearbeitung der Titanlegierung Ti-6Al-4V

Schwarz, Philipp

Entwicklung einer schwingungsdämpfenden Abstützung für die Fräsbearbeitung kontinuierlich bewegter Blechprofile

Stöwer, Andreas

Entwicklung von drehmomentoptimierten Steuerkurven für direktangetriebene Werkzeugwechsler und Prüfstandversuche

Stridde, Bastian

Erstellung eines Regelwerks für Steuerungsparameter zur Regulierung der Bestandsreichweiten am Beispiel eines Nutzfahrzeugherstellers

Tasler, Jan

Bewertung verschiedener Kühlschmierstrategien für die fräsende Titanbearbeitung

Tchuente, Patrick

Entwicklung eines mathematischen Modells zur Simulation des mechanischen Verhaltens von Einlegegeräten und zur Auslegung von dazugehörigen Direktantrieben

Urbanczyk, Linda

Implementierung und Evaluierung von Shopfloor Management als Pilotprojekt an einer Produktionsanlage in der Teststreifenproduktion bei Roche Diagnostics GmbH

Warmuth, Paul

Experimentelle Gegenüberstellung der Zerspanbarkeit von Titanlegierungen und Nickelbasislegierungen

Weber, Markus

Aufbau einer Simulationsumgebung für einen Synchron-Reluktanzmotor mittels FEM und Matlab/Simulink

Werner, Sebastian

Analyse und Konzeption des Werkzeugkreislaufs vor dem Hintergrund der Industrie 4.0: ein Praxisbeispiel am Standort Mülheim der Power Generation Division der Siemens AG

Wissel, Raphael

Entwicklung sensorintegrierter Werkzeuge und Spannfüter zur Identifikation von Unsicherheiten in Bearbeitungsprozessen

Witteler, Michael

Identifizierung der Fräsprozess - induzierten Schwingungen von Blechprofilen

Zeilinger, Astrid

Analyse der Potenziale zur Oberflächennachbearbeitung von additiv gefertigten Mikrobauteilen

Zerling, Torsten

Optimierung des Prüfprozesses der Proportionalmagnetventile im Hause Ross Europa

Zühlke, Simon

Entwicklung und Konstruktion eines Prüfstandes zur HSC-Fräsbearbeitung von Schienen

Masterthesis

Althoff, Christian

Theoretischer und experimenteller Vergleich von Identifikationsmethoden und Regelkonzepten für einen Synchron-Reluktanzmotor

André, Christian

Untersuchung von chemischen und physikalischen Wechselwirkungen an Hartmetallen bei hohen Temperaturen

Arce, Alberto

Analyse, Bewertung und Effizienzoptimierung des Rüstvorganges einer Eis-Produktionslinie unter Anwendung des SMED-Verfahrens

Bahr, Sönke

Systemanalyse einer Anlage zur automatischen Inspektion von Flugzeugturbinen, unter besonderer Berücksichtigung des Einsatzes eines Weißlichtinterferometers

Bayer, Christian

Analyse von Möglichkeiten zur Low-Cost-Automatisierung im Rahmen von Picking-Prozessen in der Intralogistik

Beers, Johannes

Gestaltung und Qualifizierung einer flexiblen Fertigungszelle in der Stanzerei eines deutschen Automobilzulieferers nach den Prinzipien der Schlanke Produktion

Beutel, Sebastian

Entwicklung eines Simulationsmodells zum Vergleich verschiedener Steuerungsvarianten für den innerbetrieblichen Milkrun in der Produktionslogistik

Böker, Sabine

Konzeption und Entwicklung einer Expertenschulung zu Lean Production für die Kärcher Production System Academy

Bölling, Christian

Implementierung eines Spanquerschnittmodells für den Materialabtrag bei der spanenden Ventilsitzbearbeitung

Butterweck, Katja

Dauerfestigkeitsuntersuchungen von mittels selektiven Laserschmelzens hergestellten piezoelektrischen Aktormodulen

Coutandin, Patrick

Konzeption und Neuentwicklung eines innovativen Spannelements zum Ersatz von Schrauben

Dörr, Erik

Entwicklung eines Standardvorgehens zur Planung der Materialbestellung für die variantenreiche Montage und beispielhafte Anwendung in der Prozesslernfabrik CiP

Eckardt, Johannes

Klassifikation, Bewertung und Umsetzung von Attack- und Defense-Tree Szenario-Methoden für den Know-how-Schutz

Eimer, Daniel

Konzeption eines wissensbasierten Systems zur Einflussanalyse von Minimalmengenschmierung auf Bohrprozesse in der Serienfertigung

Eschner, Caren

Weiterentwicklung des Industrieteilnehmer-Workshops Lean im indirekten Bereich der Prozesslernfabrik

Fischer, Tobias

Standardisierung der Produktionsprozess- und Produktfreigabe eines Systemlieferanten in der Automobilindustrie

Föll, Sebastian

Entwicklung einer Prozesskette zur Lasermikrostrukturierung mit mechanischer Nachbearbeitung

Fräse, Roman

Konzeption und Entwicklung eines spielfreien Industrieroboters durch Einsatz von Direktantrieben

Hähn, Felix

Konstruktion und Entwicklung eines piezohydraulischen Spannelementes zur Nachbearbeitung von Strukturleichtbauteilen

Hauschild, Bastian

Entwicklung eines datenbankgestützten Leitfadens für die Standardisierung von Zerspanprozessen

Heeb, Steffen

Modellierung und Simulation unterschiedlicher Fertigungskonzepte zur Herstellung von Dreh- und Frästeilen

Heinz, Hauke

Die Rolle des Zolls im Kampf gegen Produktpiraterie – Eine Bewertung aktueller und potenzieller Maßnahmen

Hesse, Dennis

Maschinenintegrierte Bauteilvermessung auf CNC-Bearbeitungszentren

Hickmann, Jan

Neuentwicklung einer Minimalmengen-Schmierung für die HSC-Bearbeitung

Holderried, Stefan

Neuentwicklung und Auslegung einer Kleinformat-Fräsmaschine mittels FEM-Simulation

Huwa, Wladimir

Produktionsgerechte Bauteilgestaltung für die Sequenzfertigung

Klug, Maximilian

Aufbau des technischen Systems einer Prozesslernfabrik - Systematische Gestaltung des technischen Systems einer Lernfabrik zur grundlegenden Entwicklung von Kompetenzen für die schlanke Produktion

Koch, Fabian

Entwicklung einer Spanneinrichtung für die Fräsbearbeitung kontinuierlich bewegter Blechprofile

Kraft, Katharina

Kompetenzorientierte Gestaltung eines Lernmoduls „Qualitätstechniken der schlanken Produktion“

Kuhn, Christin

Chancen und Grenzen des Einsatzes von Lean Methoden in den indirekten Bereichen der Einzel- und Kleinserienfertigung - Untersuchung anhand der Fertigung von Hydraulikzylindern bei Bosch Rexroth Ahmedabad Indien

Lautenschläger, Nils

Entwicklung eines Werkzeugs für das automatische Detektieren von Graten in Bohrungsverschneidungen

Leipold, Hannah

Eignung des Design of Experiments zur Quantifizierung der Einflüsse auf die Fertigungsgenauigkeit bei Sequenzfertigung

Leong, Arnold

Erstellung einer Monte-Carlo Simulation zur Beschreibung von Unsicherheit bei der Werkzeugherstellung

Lonzer, Andreas

Grundlagen der Low-Cost Automatisierung und Implementierung im Betriebsmittelbau eines LKW-Herstellers

Meghdadi, Nima

Untersuchung der Spanbildungsvorgänge sowie der wirkenden Verschleißmechanismen bei der Zerspanung von ultrafeinkörnigen (UFG) Gradientenwerkstoffen

Meister, Patrick

Fräsende Nachbearbeitung von generativ gefertigten Bauteilen mit dem Fokus auf der Oberflächenanalyse

Merz, Dominik

Montage und systematische Untersuchung an einem neuartigen Werkzeugspannsystem für die Hochgeschwindigkeitsbearbeitung

Morocho Mondavi, Bayan Luantino

Konzepterstellung und Nutzenbewertung einer Montageabsicherung für ein vorgesteuertes Ventil

Müller, Johannes

Planung und Umsetzung eines Pilotprojekts zur Einführung eines Routenzugsystems für die innerbetriebliche Materialbereitstellung bei einem mittelständischen Automobilzulieferers

Müller, Niclas

Entwicklung eines Energieversorgungskonzepts für einen Schulcampus mittels dynamisch simulative Abbildung der einzelnen Teilsysteme

Nehrbaß, Alexander

Untersuchungen zum instabilen Bewegungsverhalten von Wälzlagern mittels Bildauswertung

Nicolay, André

Interdisziplinäre Planung von Supply Chain Networks: Konzeptentwicklung und Umsetzungsplanung

Protzmann, Tim

Entwicklung von Supportstrategien für das Mikro Laserschmelzen

Rehl, Christopher

Optimierung des Anlagenautomationskonzepts eines flexiblen Fertigungssystems zur Großgussbearbeitung von Getriebegehäuserohlingen von Traktoren

Riemer, Joshua

Entwicklung eines anwenderorientierten Entscheidungsinstruments zur Wahl einer geeigneten Simulationsmethode im Kontext von Materialflusssimulationsprojekten

Rönick, Katharina

Integration eines fahrerlosen Transportsystems im Montagebereich Türen des Audi A8

Rose, Pierre

Wertstromanalyse und simulative Materialflussgestaltung im Rahmen der Lean Production Einführung bei Airbus

Sandik, Mustafa

Development and Implementation of a Guideline for the Procurement of Machinery and Equipment (MAE) based on the BSH Production System

Schaede, Carsten

Konzeption und Erprobung einer Fertigungssteuerung in der flexiblen Teilefertigung

Schlitzer, Johanna

Kompetenzentwicklung von Mitarbeitern für den kontinuierlichen Verbesserungsprozess - Erarbeitung eines Qualifizierungskonzeptes zum Kaizen Trainer bei der Daimler AG

Schneider, Yann

Modellbildung und Simulation von innerbetrieblichen Milkruns am Beispiel der Prozesslernfabrik CiP

Schulze, Marcel

Simulation des Einflusses unterschiedlicher Tätigkeitsdauerverteilungen auf den Erfolg klassischer Lean Methoden in der Produktion

Ullrich, Sebastian

Fräsende Nachbearbeitung von generativ gefertigten Bauteilen mit dem Fokus eines minimalen Bearbeitungsaufmaßes

Unger, Dominik

Untersuchung der Hardware-in-the-Loop-Simulation während der Entwicklungsphase einer Verpackungsmaschine

Wahl, Christoph

Kompetenzentwicklung im Kontext von Industrie 4.0 - Erstellung einer Handlungsaufgabe zur Lean Methode Schnellrüsten (SMED)

Willeke, Nils

Methodik zur Bewertung und zum Vergleich einer Fließ- und einer Werkstattfertigung als Entscheidungsunterstützung in der Fabrikplanung

Wolff, Nicolas

Entwicklung eines Methodenbaukastens für die Analyse der Werkzeugversorgung zerspanender Prozesse

Zhang, Yi

Experimentelle und analytische Bestimmung der maximalen zulässigen Einsatzdrehzahl von Werkzeugen mit ISO-Kurzklemmhalter

Zhong, Hua

Entwicklung eines Demonstrators zum Aufzeigen der Potentiale von Industrie 4.0 im Kontext der schlanken Produktion

Zimmermann, Christina

Erarbeitung einer Methodik zur systematischen Erfassung des Nutzens der Value Stream Academy

Studierendenzahlen WS 2014|15

	Absolventen	
	Gesamt	1. Fachsemester
Diplom Allgemeiner Maschinenbau	41	0
Bachelor Mechanical and Process Engineering (MPE)	1863	393
Master Mechanical and Process Engineering (MPE)	1183	226
Master Paper Science and Technology (PST)	18	3
Bachelor of Education Metalltechnik	35	9
Master of Education Metalltechnik	37	6
Master of Education Druck- und Medientechnik	23	23
Gesamt	3200	640



„Die Neugier
steht immer an erster Stelle eines Problems,
das gelöst werden will“.

Galileo Galilei

Personalstand

Stand 31.12.2014

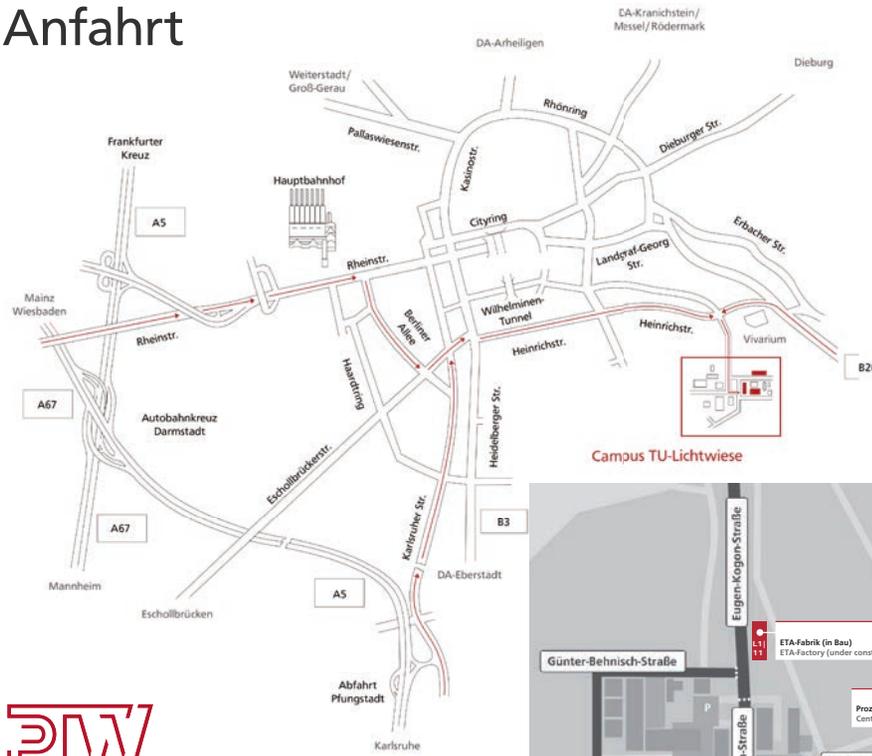
Name	Vorname	Titel/Tätigkeit
Abele	Eberhard	Prof. Dr.-Ing. (Institutsleiter)
Adams	Bruno	Versuchsfeldtechniker
Adolph	Siri	M.Sc.
Ahlers	Rolf-Jürgen	Prof. Dr.-Ing. (Lehrbeauftragter)
Arzt	Benjamin	Versuchsfeldtechniker
Baier	Christian	Dipl.-Ing.
Bauerdick	Christoph	M.Sc. M.Eng.
Baum	Nicolas	Auszubildender
Bechtel	Lukas	Auszubildender
Beck	Martin	Dipl.-Wirtsch.-Ing.
Berger	Matthias	Dipl.-Wirt.-Ing.
Bergmann	Michelle	Auszubildende
Bitsch	Roland	Facharbeiter
Böllhoff	Jörg	Dipl.-Wi.-Ing.
Bölling	Christian	M.Sc.
Bretz	Andreas	M.Sc.
Czajkowski	Stefan	Dipl.-Wirtsch.-Ing.
Daniel	Andreas	Dr.-Ing. (Lehrbeauftragter)
Daume	Christian	M.Sc.
Dejkun	Vitali	M.Sc.
Dietz	Sören	Dipl.-Ing.
Doyle	Renate	Assistenz Prof. Abele
Enke	Judith	Dipl.-Wirt.-Ing.
Faatz	Laura	Dipl.-Wirtsch.-Ing.
Feick	Mirko	Werkstatteleiter (Meister)
Fischer	Jakob	Dipl.-Ing.
Gossen	Eugenia	M.Eng.
Grosch	Thomas	M.Sc.
Güth	Sebastian	Dipl.-Ing.
Haddadian	Kaveh	Dipl.-Ing.
Hähn	Felix	M.Sc.
Hambach	Jens	M.Sc.



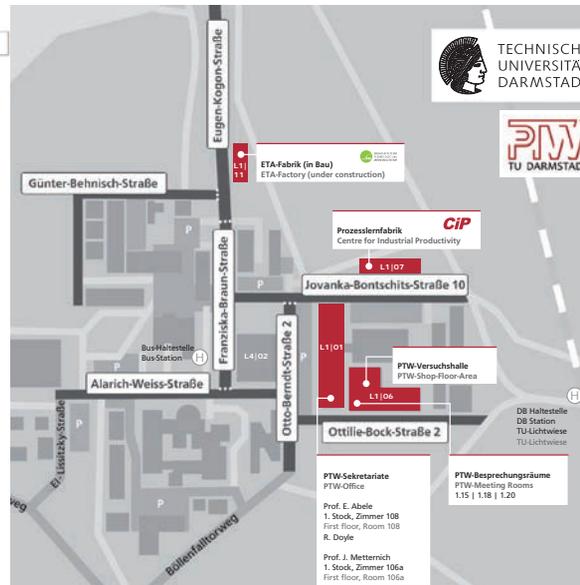
Name	Vorname	Titel/Tätigkeit
Hanika	Susanne	Finanzen Controlling
Hasenfratz	Christian	M.Sc.
Heb	Annette	Eventmanagement
Heep	Thomas	M.Sc.
Helfert	Mark	M.Sc.
Herdel	Jonas	Facharbeiter
Herdt	Cecilia	Finanzen Controlling
Hermann	Hans-Jürgen	Dipl.-Ing. (FH), Elektrotechniker
Hertle	Christian	M.Sc.
Hillgärtner	Karl-Heinz	Facharbeiter
Holland	Lars	Dipl.-Ing.
Hoßfeld	Alexander	M.Sc.
Joshi	Mihir	M.Sc.
Junge	Felix	Dipl.-Ing.
Klein	Damian	Auszubildender
Kluge	Jürgen	Prof. Dr. rer. nat. (Lehrbeauftragter)
Kniepkamp	Michael	M.Sc.
Kunz	Ingolf	stellv. Werkstattleiter (Meister)
Leußler	Kevin	Facharbeiter
Locker	Sebastian	Facharbeiter (Meister)
Mampel	Andreas	Facharbeiter (Meister)
Metternich	Joachim	Prof. Dr.-Ing. (stellv. Institutsleiter)
Meudt	Tobias	Dipl.-Wirtsch.-Ing.
Panten	Niklas	M.Sc.
Pfeiffer	Guido	M.Sc.
Prinzisky	Boris	Fachinf.-SysInt. (Leiter-IT)
Reinhold	Achim	Facharbeiter
Rosmann	Luca	Auszubildender
Rößler	Markus Philipp	M.Sc.
Rühl	Alexander	Auszubildender
Sauer	Markus	M.Sc.
Sauter	Marco	Auszubildender
Schaede	Carsten	M.Sc.

Name	Vorname	Titel/Tätigkeit
Schäfer	Dominik	Dipl.-Ing.
Scheibner	Sibylle	Öffentlichkeitsarbeit
Scherer	Timo	M.Sc.
Schledt	Jochen	Finanzen Controlling
Schmahl	Stefan	Auszubildender
Schmidt	Sebastian	M.Sc.
Schmidt	Jürgen	Facharbeiter
Schraml	Philipp	Dipl.-Wirtsch.-Ing.
Schultz	Volker	Dr. (Lehrbeauftragter)
Schulz	Ellen	Wissensmanagement
Schwarz	Christoph	Versuchsfeldtechniker
Seifermann	Stefan	Dipl.-Wirtsch.-Ing. (Oberingenieur)
Sielaff	Tilo	Dipl.-Ing. (Oberingenieur)
Stoffregen	Hanns	Dipl.-Wirtsch.-Ing.
Sutton	Christine	Assistenz Prof. Metternich
Tian	Jia	M.Eng.
Tisch	Michael	Dipl.-Wirtsch.-Ing.
Turan	Emrah	Dipl.-Wirt.-Ing.
Wank	Andreas	M.Sc.
Weiß	Hendrik	Auszubildender
Wenz	Torsten	Facharbeiter
Wiegel	Felix	Dipl.-Ing.

Anfahrt



**Institut für Produktionsmanagement,
Technologie und Werkzeugmaschinen**
Otto-Berndt-Straße 2
64287 Darmstadt
Telefon +49 (0) 6151 16-2156
Telefax +49 (0) 6151 16-3356
info@ptw.tu-darmstadt.de
www.ptw.tu-darmstadt.de



Anreise mit dem Auto

Von der A 5 Abfahrt Darmstadt-Stadtmitte
Bitte folgen Sie der Beschilderung „TU-Lichtwiese“ bis kurz vor den Ortsausgang. Dann biegen Sie rechts auf den Campus Lichtwiese ab. Am Ende dieser durchgehenden Straße biegen Sie links ab in die Alarich-Weiss-Straße und finden das Maschinenbaugebäude hinter dem roten Zahnrad.

Von der A 3 Abfahrt Hanau

Über den Autobahnzubringer B 45 fahren Sie Richtung Dieburg und von Dieburg über die B 26 Richtung Darmstadt. Am Ortseingang halten Sie sich links Richtung „TU-Lichtwiese“. An der ersten Kreuzung biegen Sie dann links zum Campus Lichtwiese ab.

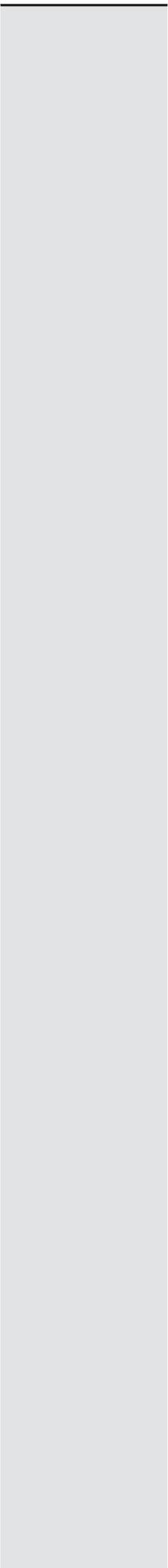
Anreise mit Bus und Bahn

Vom **Hbf Darmstadt** erreichen Sie mit der Buslinie K direkt die Endstation „TU-Lichtwiese“. Fahrtzeit ca. 30 Minuten.

Vom **Hbf Frankfurt** mit der Odenwaldbahn SE 65 Richtung Erbach (Odw.) bis zur Haltestelle: „TU-Lichtwiese“. Sie folgen dem Fußweg bis Sie rechter Hand das rote Zahnrad sehen. Dieses steht unmittelbar vor dem Foyer des Maschinenbaugebäudes.

Anreise mit dem Flugzeug

Vom **Flughafen Frankfurt Rhein/Main**, Bushaltestelle Nr. 14 mit dem HEAG-Airliner zum Darmstädter Hauptbahnhof. Weiter siehe oben. Informationen zum HEAG-Airliner: 06151 709-4115 oder www.heagmobilo.de



Impressum

Herausgeber

Technische Universität Darmstadt
**Institut für Produktionsmanagement,
Technologie und Werkzeugmaschinen**
Otto-Berndt-Straße 2
64287 Darmstadt
Telefon +49 (0) 6151 16-2156
Telefax +49 (0) 6151 16-3356
info@ptw.tu-darmstadt.de
www.ptw.tu-darmstadt.de

Institutsleitung

Prof. Dr.-Ing. Eberhard Abele
Prof. Dr.-Ing. Joachim Metternich

Redaktion

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Stefan Seifermann
Dipl.-Ing. Tilo Sielaff

Fotografie

PTW-Archiv

Gestaltung

Sibylle Scheibner
Katrin Hiemenz

Druck

typographics GmbH
64291 Darmstadt
www.27a.de

Corporate Design der
Technischen Universität Darmstadt
Schriften: Charter, Frontpage, Stafford
Farbe: 9c

© PTW Darmstadt 2015

Nachdruck, auch auszugsweise, nur
mit vorheriger schriftlicher Genehmigung
des Instituts.

