MASCHINENBAU UND VERFAHRENSTECHNIK

FBK

Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Betriebsorganisation Kaiserslautern

INFOBRIEF *Ausgabe 50/16*

In dieser Ausgabe:

KSB-Stiftung fördert Forschungsprojekt zur Optimierung von Wendeschneidplatten
Optimierung der Werkzeugstandzeit beim Drehen von ADI-Werkstoffen durch Schneidkantenpräparation mit elastisch gebundenen Schleifwerkzeugen (OptiADI) 2

DFG-Projekt erfolgreich gestartet
Qualitätsschutz von Investitionsgütern durch eine bauteilinhärente Unikatsidentifizierung mittels Chargen-Fingerprint 3

Teilprojekt des SFB 926 geht nach erfolgreicher erster Förderperiode in die zweite Runde
Multiskalenmodellierung und Simulation des Mikrospanens von cp-Titan 3

Arbeitskreistreffen hat stattgefunden
Aftersales in der Investitionsgüterindustrie 4

Auszeichnungen studentischer Arbeiten
Zwei Studenten des FBK gewinnen renommierte Preise des Freundeskreises der TU Kaiserslautern und der Kreissparkassen-Stiftung 4

Einladung zur Ergebniskonferenz
Durchgängige modellbasierte Entwicklungsprozesse für Produkte und Produktionssysteme – Ergebnisse aus drei Jahren Forschung im Projekt mecPro² 4

Neue Mitarbeiter 4

Ausgewählte Veröffentlichungen 4

TECHNISCHE UNIVERSITÄT KAISERSLAUTERN

KSB-Stiftung fördert Forschungsprojekt zur Optimierung von Wendeschneidplatten

Optimierung der Werkzeugstandzeit beim Drehen von ADI-Werkstoffen durch Schneidkantenpräparation mit elastisch gebundenen Schleifwerkzeugen (OptiADI)

Die stetig wachsenden Anforderungen an die Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit von Prozessen und Produkten verlangt eine ganzheitliche Verbesserung der Wertschöpfungs- und Prozesskette. Unter diesem Aspekt kommt der Optimierung der Schneidengeometrie bei der geometrisch bestimmten Zerspanung eine zentrale Rolle zu. Ausferritisches Gusseisen mit Kugelgraphit (Austempered Ductile Iron = ADI) stellt aufgrund seiner Materialeigenschaften, im Vergleich zu konventionellen Gusseisenwerkstoffen, höhere Anforderungen an das Werkzeug. Die hohen thermischen und mechanischen Belastungen während der Zerspanung können zur raschen Schädigung der Schneide führen. Insbesondere bei der Verwendung von scharfen Schneiden oder der Nutzung von Schneidenformen, die für die spanende Bearbeitung von ADI ungeeignet sind, kann dies zu instabilen Zerspanprozessen, schlechter Bearbeitungsqualität und geringer Werkzeugstandzeit führen. Die gezielte Präparation der Schneidkante wirkt dem entgegen, da die Stabilität der Schneide erhöht und die Haftung von Verschleißschutzschichten verbessert wird.

Verfahren zur Schneidkantenpräparation von Wendeschneidplatten, die gegenwärtig industriell weit verbreitet sind, sind Bürsten, Strahlen sowie Gleit- bzw. Schleppschleifen. Hinsichtlich der prozesssicher herstellbaren Formen und Größen der Schneide und insbesondere der gezielten Variation der Schneidkantenpräparation entlang des Verlaufs der Schneide sind die genannten Verfahren in ihren Möglichkeiten jedoch stark begrenzt. Deshalb wird im Rahmen des Forschungsprojekts OptiADI ein am FBK entwickeltes, neuartiges Verfahren auf Basis elastisch gebundener Schleifwerkzeuge zur Schneidkantenpräparation eingesetzt. Dieses Verfahren ermöglicht es, die Größe des Verrundungsradius und die Form der Schneide entlang deren Verlauf gezielt zu variieren. Neben einer gleichmäßigen Präparation, welche einen einheitlichen Radius und eine einheitliche Form aufweist, können so auch ungleichmäßig präpartierte Schneidkanten erzeugt werden. Eventuelle Vorteile ungleichmäßig präparierter Schneidkanten, die bisher noch nicht zum Drehen von ADI eingesetzt wurden, in Bezug auf die Werkzeugstandzeit und das Bearbeitungsergebnis können so im Vergleich zu gleichmäßig präparierten Schneidkanten erforscht werden. Bislang wurde das neue Verfahren ausschließlich für die Präparation von Schneidkanten an Vollhartmetallfräsern angewendet. Im Projekt OptiADI wird dieses Verfahren hinsichtlich der Prozessführung und der zu wählenden Einstellgrößen (z. B. Zustellung, Vorschubgeschwindigkeit oder Schleifwinkel) auf den neuen Anwendungsfall „Präparation von Schneidkanten an Wendeschneidplatten zum Drehen“ übertragen. Um geeignete Schneidengeometrien für das Drehen von ADI zu finden, werden Schneiden mit unterschiedlichen Geometrien erzeugt und zum Drehen eingesetzt. Die Schneiden unterscheiden sich hinsichtlich des Verrundungsradius, der Schneidenform und dem Verlauf der Präparation entlang der Schneidkante. Durch eine belastungsspezifische, d.h. ungleichmäßige Präparation der Schneidkante wird der Verschleißwiderstand stark belasteter Schneidenteile gezielt erhöht, um so die Standzeit der Werkzeuge zu verbessern. Dabei muss ein Kompromiss zwischen einer ausreichenden Stabilität und einer guten Schneidfähigkeit der Schneide gefunden werden, um einerseits Ausbrüche zu verhindern und andererseits ein möglichst gutes Bearbeitungsergebnis zu erzielen.

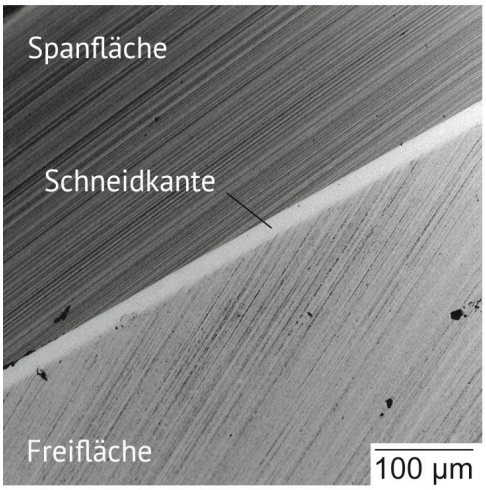
Zur Umsetzung der Schneidkantenpräparation an einer 5-Achs-Werkzeugschleifmaschine wurden mögliche Prozessführungen rechnergestützt, mittels kinematischer Simulationen in der maschineneigenen Computer-Aided-Manufacturing (CAM)-Umgebung, ermittelt. Im Unterschied zu Fräsern oder Bohrern ist es bei Wendeschneidplatten nicht möglich, auf vorprogrammierte Operationen in der für rotationssymmetrische Werkzeuge konzipierten CAM-Umgebung zurückzugreifen. Stattdessen ist es erforderlich, den Numerical Control (NC) Code für den Präparationsprozess von Grund auf zu programmieren und dessen Umsetzbarkeit zunächst virtuell zu überprüfen. Diese virtuelle Überprüfung dient dazu, die Relativbewegung zwischen Schleifscheibe und der zu präparierenden Schneidkante entlang des Umfangs der Wendeschneidplatte zu kontrollieren. Die zu wählenden Einstellgrößen für eine spezifische Verrundung können jedoch aufgrund des elastischen Verhaltens der Schleifscheibe und des kraftgesteuerten Materialabtrags nicht virtuell ermittelt werden.

Zur Erzeugung einer definierten Schneidengeometrie gilt es deshalb experimentell Zusammenhänge zwischen den Einstellgrößen Zustellung, Vorschubgeschwindigkeit und Schleifwinkel, welche die Größe des Materialabtrags bestimmen, und der resultierenden Schneidkantenform zu ermitteln. Erste Untersuchungen zeigen, dass durch die Veränderung der beschriebenen Einstellgrößen der Verrundungsradius r_β und die Form der Schneide K in einem breiten Bereich (r_β = 10 - 120 µm, K = 0,5 - 2) variiert werden können. Die Kontaktzeit zwischen der elastischen Schleifscheibe und der Schneidkante, welche über die Vorschubgeschwindigkeit gesteuert wird, hat sich insbesondere bei der Erzeugung von großen Verrundungsradien (r_β > 40 µm) als entscheidende Prozessgröße herausgestellt.

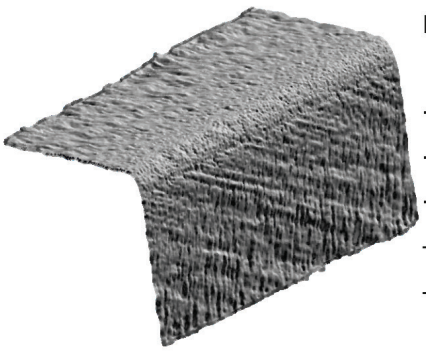
Mit Abschluss des Forschungsprojekts wird es möglich sein, an Wendeschneidplatten gewünschte Schneidenformen zu erzeugen. Darüber hinaus werden für das Drehen schwer zerspanbarer ausferritischer Gusseisenwerkstoffe mit Kugelgraphit geeignete Schneidengeometrien zur Verfügung stehen.

Kontakt
M. Sc. Joerg Hartig
E-Mail: joerg.hartig@mv.uni-kl.de
Telefon: 0631 205 – 3723

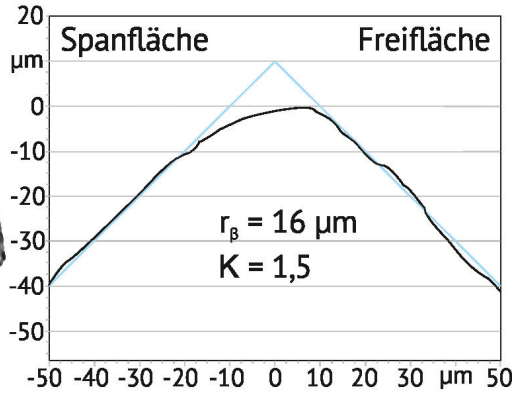
Raster Elektronen Mikroskop - Aufnahme der Schneidkante



Schneidkantenprofil gemessen mittels Streifenlichtprojektion



Vermessung der Schneidkantengeometrie



Präparationsergebnis an der Wendeschneidplatte

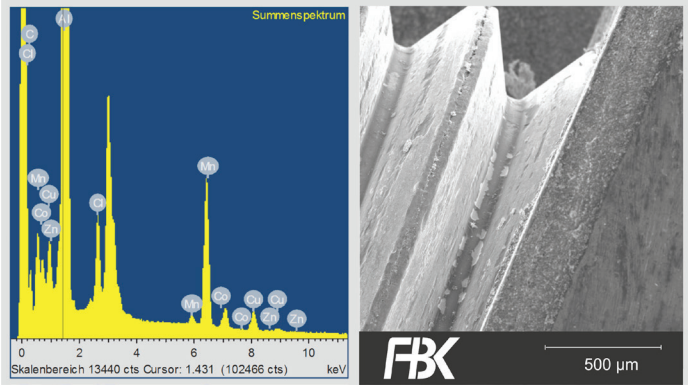
DFG-Projekt erfolgreich gestartet

Qualitätsschutz von Investitionsgütern durch eine bauteilinhärente Unikatsidentifizierung mittels Chargen-Fingerprint

Die Möglichkeit, Investitionsgüter bzw. deren Bauteile bezüglich ihrer Herkunft und ihres Weges über die gesamte Liefer- und Wertschöpfungskette verfolgen zu können, schafft Transparenz im Markt. Davon profitieren unmittelbar wie mittelbar alle Beteiligten, vom Produzenten bis zum Kunden, da Transparenz sowohl das Vertrauen in die Bauteilqualität selbst als auch in die Durchsetzbarkeit bestehender Rechte fördert und damit insgesamt der Rechtsbefriedung dient. Der Erforschung neuartiger Identifizierungsverfahren, die eine bessere Rückverfolgbarkeit und damit mehr Transparenz in der Liefer- und Wertschöpfungskette und letztlich einen gesteigerten Qualitätsschutz ermöglichen, kommt daher eine besondere Rolle zu.

Fälschungssicher sind Identifizierungsverfahren nur, wenn die zu identifizierenden Merkmale auch nach Veröffentlichung der technischen Funktionsweise nicht reproduziert werden können. Deshalb werden in diesem Vorhaben lediglich Merkmale betrachtet, die stochastische Ausprägungen besitzen und Unikate kennzeichnen. Durch die Verwendung zufällig verteilter, bauteilinhärenter Merkmale besteht auch bei bekanntem und veröffentlichtem Schutzprinzip nicht die Gefahr, dass die Merkmale gefälscht werden können und damit der Qualitätsschutz aufgehoben wird. Logisch erzeugte Merkmalsausprägungen, auch wenn sie Unikate kennzeichnen, können reproduziert werden, sobald die Logik erkannt wird. Daher wird im Projekt der Chargen-Fingerprint bzw. die individuelle und stochastische Verteilung von Merkmalen in einzelnen Chargen metallischer Werkstoffe erforscht. Hierfür wird auf die „Energiedispersive Röntgenspektroskopie“ und „Funkenspektroskopie“ zurückgegriffen. Anhand der Elementzusammensetzung soll ein individueller Fingerprint nachgewiesen werden, der noch im Endprodukt identifiziert werden kann. Es stehen insbesondere Ersatzteile im Fokus der Betrachtung. Hersteller können damit vor unberechtigten Haftungsklagen geschützt werden, da die Herkunft eines Ersatzteils zu jedem Zeitpunkt innerhalb des Lebenszyklus einer Maschine oder Anlage rückverfolgt werden kann. Hierdurch wird ein herstellerseitiger Qualitätsschutz generiert. Darüber hinaus kann der Chargen-Fingerprint zur Unikatsidentifizierung im Wareneingang des Kunden eingesetzt werden. Hierdurch können sich Kunden innerhalb der Wertschöpfungskette von der Originalität und damit von der Qualität eines gelieferten Bauteils überzeugen und sich somit gegen gefälschte Bauteile absichern.

Kontakt
Dipl.-Ing. Daniel Cichos
E-Mail: daniel.cichos@mv.uni-kl.de
Telefon: 0631 205 – 3224



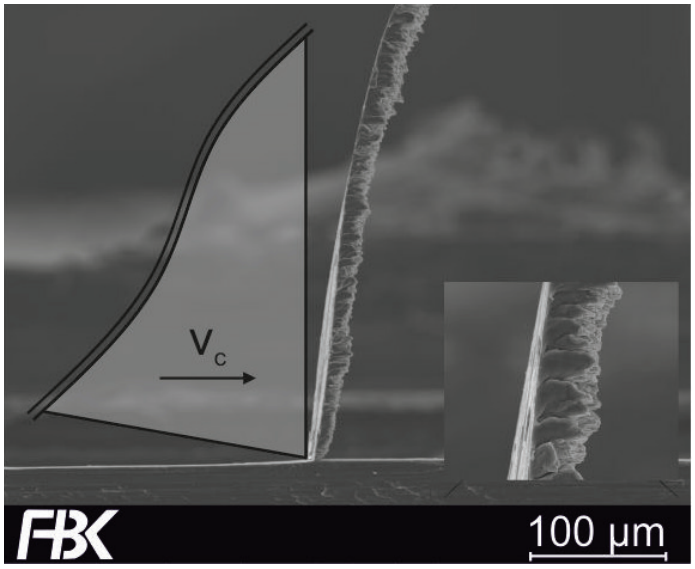
Messung der Elementarzusammensetzung an der Bauteiloberfläche sowie der Oberflächenbeschaffenheit

Teilprojekt des SFB 926 geht nach erfolgreicher erster Förderperiode in die zweite Runde

Multiskalenmodellierung und Simulation des Mikrospanens von cp-Titan

Im Teilprojekt A04 des SFB 926 werden die experimentellen und simulativen Arbeiten zur Vorhersage der durch die Mikrozerspanung entstehenden realen Oberflächenmorphologie von Titanwerkstoffen fortgeführt. Eine zentrale Aufgabe besteht in der Zusammenführung der Finite Elemente (FE) Implementierung des Materialmodells und der reinen kinematischen Simulation zu einer durch die experimentellen Arbeiten verifizierten Prozesssimulation. Experimentell wird in der 2. Förderperiode durch den Einsatz von Mikrofräswerkzeugen zum Drehen der Übergang vom Mikrodrehen zum Mikrofräsen realisiert. Hierdurch werden für das Mikrofräsen fundamentale Erkenntnisse über den Spanbildungsvorgang und die Prozessgrößen erzielt. Die Analyse des Einflusses der Werkstoffmikrostruktur auf die Kräfte, die bei der spanenden Bearbeitung auftreten, erfordert die Konstruktion einer an die Prozessbedingungen angepassten Kraftmessvorrichtung. Die Materialmodellierung der 1. Förderperiode wird weiterentwickelt, um das kristallplastische Materialverhalten insbesondere auch bei großen plastischen Deformationen abbilden zu können. In der 1. Förderperiode wurde eine effektive Methode zur Berechnung der Risstriebkraft in heterogenen dissipativen Medien erarbeitet. Die Richtung der Risstriebkraft wird in der 2. Förderperiode in den Algorithmus zur Neuvernetzung in der FE Simulation der Mikrozerspanung integriert, um den Einfluss der Kornorientierung auf die berechnete Oberfläche direkt abzubilden. Neben der Rissausbreitungsrichtung beeinflusst auch die elastische Entspannung der Körner hinter der Schneide (Springback-Effekt/Rückfederung) die entstehende Oberflächenmorphologie. Dieser Effekt wird in den Simulationen der 2. Förderperiode zusätzlich numerisch untersucht, insbesondere um zu bewerten, welcher der beiden Effekte für die Oberflächenmorphologie des bearbeiteten Werkstücks signifikanter ist. Die kinematische Simulation wird dahingehend erweitert, dass die Schartigkeit der Schneide sowie die Erkenntnisse, die aus der FE Simulation der Mikrozerspanung gewonnen werden, hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Oberflächenmorphologie integriert werden. Die experimentellen Untersuchungen sowie die Verknüpfung der FE mit kinematischen Simulationen in einer Prozesssimulation des Mikrozerspanens werden es erlauben, das Verständnis der auf der Kornebene stattfindenden Mikrozerspanvorgänge deutlich zu verbessern und die Oberflächenmorphologie in Abhängigkeit von den Prozessparametern vorherzusagen. Damit werden zukünftig höhere Anforderungen an die Güte der Oberflächenmorphologie erfüllt werden können.

Kontakt
Dipl.-Ing. Frank Schneider
E-Mail: frank.schneider@mv.uni-kl.de
Telefon: 0631 205 – 2868



Spanbildungsuntersuchung beim Mikrospanen

Arbeitskreistreffen hat stattgefunden

Aftersales in der Investitionsgüterindustrie

Der Arbeitskreis „Aftersales in der Investitionsgüterindustrie“ wurde aus dem Forschungsprojekt „KopiKomp“ heraus gegründet und wird seitdem zweimal jährlich vom Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Betriebsorganisation (FBK) organisiert. Mit Industrievertretern aus der Land-, Baumaschinen- und Reinigungsbranche werden in dem Arbeitskreis aktuelle und zukünftige Herausforderungen im Bereich Aftersales diskutiert. Vorteile sind der branchenübergreifende Austausch und Vergleich von Best Practices sowie neue Anregungen für das eigene Tagesgeschäft. Der vergangene Arbeitskreis im Mai 2016, wurde bei der Firma BOMAG in Boppard durchgeführt. In zwei Arbeitsblöcken stellten die Unternehmen ihren aktuellen Stand und zukünftige Vorhaben im Bereich „Social Media im Aftersales“ vor. Es wurden unterschiedliche Social Media (SM) Kanäle, Werkzeuge zum SM-Management sowie bereits realisierte SM-Inhalte präsentiert und diskutiert. Der Mehrwert einer Austauschplattform im Bereich Aftersales und die geeignete Konzipierung in Form eines Arbeitskreises wird dem FBK Lehrstuhl durch regelmäßiges positives Feedback bestätigt. Der Arbeitskreis ist jederzeit offen für Neuzugänge. Bei Interesse wenden Sie sich bitte an patrick.koelsch@mv.uni-kl.de.

Kontakt
M.Sc. Patrick Kölsch
E-Mail: patrick.koelsch@mv.uni-kl.de
Telefon 0631 205 - 3224

Auszeichnungen studentischer Arbeiten

Zwei Studenten des FBK gewinnen renommierte Preise des Freundeskreises der TU Kaiserslautern und der Kreissparkassen-Stiftung

Bert Henn verfasste seine Diplomarbeit im Bereich Mikrozerspanung und erhielt für seine ausgezeichnete Forschung den Preis des Freundeskreises der TU Kaiserslautern. In der Arbeit mit dem Titel „„Aufbau und Erprobung einer Galvanikeinheit für die Beschichtung von Mikroschleifstiften“ beschäftigte sich Herr Henn mit der Entwicklung einer galvanischen Beschichtung von Mikroschleifstiften aus Schnellarbeitsstahl, mit dem Ziel die Schichthaftung zu verbessern. Mikroschleifstifte sind am FBK seit 2006 ein Forschungsschwerpunkt und durch die Kompetenz in der Mikrozerspanung zählen die Mikrowerkzeuge mittlerweile zu den kleinsten und prozessstabilsten ihrer Art. Durch sie ist es möglich, in höchster Qualität beispielsweise Mikrooptiken oder medizinische Implantate herzustellen.
Der Preis der Kreissparkassen-Stiftung ging an Markus Müller der seine Studienarbeit mit dem Titel „Herstellung und Herstellungsoptimierung von Mikroschaftwerkzeugen auf einer Desktop Werkzeugmaschine“ ebenfalls im Themenfeld Mikrozerspanung am FBK anfertigte. Seine Arbeit beschäftigte sich mit der Anpassung der Mikrofräsergeometrie auf das Verhalten der Werkzeugmaschine und die speziellen Anforderungen des Mikrofräsprozesses. Durch seine Arbeit konnte die Standzeit der Mikrowerkzeuge deutlich gesteigert werden, wodurch das enorme Potential der Mikrofräsbearbeitung für die Funktionalisierung von Oberflächen, für beispielsweise Bioreaktoren oder medizinische Implantate wie Herzschrittmacher, weiter ausgebaut werden konnte.

Das FBK gratuliert seinen Studenten für die hervorragenden Leistungen.

Einladung zur Ergebniskonferenz

Durchgängige modellbasierte Entwicklungsprozesse für Produkte und Produktionssysteme – Ergebnisse aus drei Jahren Forschung im Projekt mecPro²

Vor drei Jahren begann das Konsortium mecPro² unter Führung der Schaeffler Technologies AG und Co. KG eine Herkulesaufgabe zu starten:
Wie kann ein modellbasierter Entwicklungsprozess für Cybertronische Produkte und Produktionssysteme vor dem Hintergrund der Herausforderungen von Industrie 4.0 entwickelt und mit Product-Lifecycle-Management-Systemen (PLM) unterstützt werden?
Die Konsortialpartner des Verbundprojektes mecPro² laden Sie nun herzlich zur Ergebniskonferenz ein. Neben der Vorstellung der integrierten Konzepte erwarten Sie eine Keynote, zahlreiche Möglichkeiten zur Diskussion und die Gelegenheit, die Umsetzung der Konzepte innerhalb von zwei Demonstratoren zu erleben. Die Ergebniskonferenz findet im Anschluss an den diesjährigen Tag des Systems Engineering am 28.10.2016 im fränkischen Herzogenaurach statt. Eine Anmeldung zur Ergebniskonferenz ist unter www.mecpro.de möglich.

Kontakt
M.Sc. Hermann Meissner
E-Mail: hermann.meissner@mv.uni-kl.de
Telefon: 0631 205 – 4068

Neue Mitarbeiter

M.Sc. Jörg Hartig arbeitet seit Mai 2016 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am FBK. Der Schwerpunkt seiner Tätigkeit liegt im Bereich Schleifen und Werkzeugentwicklung.

Dipl.-Ing. Hendrik Hotz arbeitet seit Juni 2016 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am FBK. Der Schwerpunkt seiner Tätigkeit liegt im Bereich Drehen.

Ausgewählte Veröffentlichungen

J.C. Aurich, F. Schneider, P. Mayer, B. Kirsch, H. Hasse: *Oberflächenerzeugungs-Morphologie-Eigenschafts-Beziehungen – Vom Fertigungsverfahren direkt zu den Bauteileigenschaften. ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 111/4 (2016): S. 213-216.*

J.C. Aurich, M. Zimmermann, S. Schindler, P. Steinmann: *Effect of the cutting condition and the reinforcement phase on the thermal load of the workpiece when dry turning aluminum metal matrix composites. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 82/5-8 (2016): S. 1317-1334.*

M. Bohley, I.G. Reichenbach, C. Müller, J.C. Aurich: *Development of a desktop machine tool for integrated ultra-small micro end mill production and application. Proceedings of the 11th International Conference on Micro Manufacturing Paper 13 (2016): S. 1-6.*

C. Herder, R. Ilsen, J.C. Aurich: *Konzept zur Bewertung des energetischen Leverage-Effekts in der Produktion von mobilen Arbeitsmaschinen. Proceedings of 4th International Symposium of Commercial Vehicle Technology (2016): S. 237-246.*

B. Kirsch, J.C. Aurich: *Herstellung von mikrostrukturierten Oberflächen mit einer Spezialschleifscheibe und Analyse des Abtragverhaltens. Jahrbuch Schleifen, Honen, Läppen und Polieren - Verfahren und Maschinen 67. Ausgabe (2016): S. 12-27.*

F. A. Rupprecht, B. Hamann, C. Weidig, J. C. Aurich, A. Ebert: *IN2CO - A Visualization Framework for Intuitive Collaboration. Proceedings of the Eurographics Conference on Visualization (EuroVis) (2016): S. 131-135.*

J. Seewig, M. Eifler, F. Schneider, B. Kirsch, J. C. Aurich: *A model-based approach for the calibration and traceability of the angle resolved scattering light sensor. Surface Topography: Metrology and Properties 4/2 (2016).*

M. Zimmermann, S. Schindler, P. Steinmann, J.C. Aurich: *Compensation of thermo-mechanically induced workpiece and tool deformations during dry turning. Procedia CIRP 46 - Proceedings of the 7th CIRP Conference on High Performance Cutting (2016): S. 31-34.*

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

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

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

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

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

ISSN 1615-2492