

INFOBRIEF *Ausgabe 51/17*

In dieser Ausgabe:

<i>Projekt im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 926 Bauteiloberflächen: Morphologie auf der Mikroskala, gestartet – Teilprojekt B09: Geometrische Strukturierung von Bauteiloberflächen durch Mikroschleifen</i> ..	2
<i>Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) fördert Projekt zur additiven Fertigung</i>	
<i>CVC-Leitprojekt - Additive Manufacturing in der Nutzfahrzeugproduktion</i>	3
<i>DFG Schwerpunkt Programm SPP 1476 erfolgreich abgeschlossen</i>	
<i>Kleine Werkzeugmaschinen für kleine Werkstücke</i>	4
<i>IRTG 2057 - Physical Modeling for Virtual Manufacturing Systems and Processes</i>	
<i>4. General Meeting in Kaiserslautern hat stattgefunden</i>	4
<i>Neue Mitarbeiter</i>	4
<i>Ausgewählte Veröffentlichungen</i>	4

Teilprojekt B09: Geometrische Strukturierung von Bauteiloberflächen durch Mikroschleifen

Die Oberfläche eines Bauteils entscheidet über dessen Funktion, Lebensdauer und Qualität. Im SFB 926 werden in einer interdisziplinären Kooperation zwischen Maschinenbau, Verfahrenstechnik und Oberflächenphysik wissenschaftliche Grundlagen der Erzeugung, Charakterisierung und Anwendung funktionspezifischer Bauteiloberflächen erarbeitet. Hierbei liegt der Fokus auf Prozessen und Verfahren auf der Mikroskala. Ein wesentliches Ziel des SFB 926 ist es, Oberflächenerzeugungs-Morphologie-Eigenschafts-Beziehungen (OMEB) zu erforschen, die es erlauben, vom Herstellverfahren und seinen Prozessparametern direkt auf das Einsatzverhalten eines Bauteils zu schließen. Umgekehrt erlaubt es die Kenntnis der OMEB, aus funktionellen Anforderungen an ein Bauteil, ein optimales Bauteildesign abzuleiten. Dabei werden Mikrostrukturierungsverfahren, wie das additive Fertigen, das Mikrofräsen oder das Mikroschleifen in verschiedenen Projekten erforscht.

Mikrostrukturierte Bauteile aus sprödharten Werkstoffen finden u.a. in reibungsoptimierten Maschinenelementen, in der Mikrofluidik sowie in der Medizintechnik Anwendung. Es werden immer kleinere Strukturgrößen sowie bessere Strukturqualitäten gefordert. Dabei bietet sich das Mikroschleifen mit Mikroschleifstiften (Werkzeug und Werkstück siehe Abbildung) als eine Alternative zu Laser-, Strahl- oder Ätzverfahren an. Mikroschleifstifte bestehen aus Grundkörpern, die mit Abrasivstoffen beschichtet werden. Im Rahmen des Teilprojektes B09 bestehen diese Grundkörper aus Hartmetall oder Schnellarbeitsstahl, welche mit galvanischen oder mit neu entwickelten chemischen Beschichtungsverfahren beschichtet werden.

Beide Beschichtungsverfahren basieren auf dem gleichen Prinzip. Schleifkörner aus kubischem Bornitrid (cBN) oder Diamant kommen in Kontakt mit dem Grundkörper, auf den Nickel abgeschieden wird. Bei beiden Verfahren wird der Grundkörper in eine nickelionenreiche Lösung eingetaucht. Dabei handelt es sich in beiden Fällen um ein Nickelionen-Reduktionsverfahren, bei dem Nickelionen an der Rohlingsoberfläche entladen werden und dadurch ein Nickelwachstum initiiert wird. Dies geschieht bei einem galvanischen Verfahren anhand von Elektronenübertragung innerhalb eines elektrischen Kreises und bei einer chemischen Beschichtung durch eine autokatalytische Reduktion. Dabei ist der galvanische Beschichtungsprozess aufgrund geringerer Beschichtungstemperaturen und längerer Lösungsstandzeit leichter zu automatisieren. Der chemische Beschichtungsprozess produziert hingegen härtere, gleichmäßigere Schichten und kann auch bei geometrischen Hinterschneidungen das Bauteil beschichten.

Die Werkzeuge können beim galvanischen und chemischen Beschichtungsprozess prozesssicher Durchmesser von kleiner 5 μm erreichen. Dabei liegt der Fokus der Forschung darauf, die grundlegenden Zerspanmechanismen in diesen kleinen, bisher nicht betrachteten Dimensionen zu erarbeiten. Durch den immer kleiner werdenden Mikroschleifstiftdurchmesser steigen bei der Herstellung und der Anwendung dieser Mikroschleifstifte die Anforderungen an die Werkzeugmaschine. So werden

aufgrund der immer kleiner werdenden Werkzeugdurchmessern, trotz Hochleistungsspindeln, die Drehzahlen von über 100.000 min^{-1} erreichen, nur geringe Schnittgeschwindigkeiten erreicht. Um die verhältnismäßig niedrigen Schnittgeschwindigkeiten zu kompensieren, werden niedrige Vorschübe bei der Materialbearbeitung eingestellt.

Im Rahmen des Teilprojektes B09 soll eine Verschleißerkennung beim Mikroschleifen von gehärtetem 16MnCr5 im Prozess erforscht werden. Es soll detektiert werden, wann ein Werkzeug über keinen schleiffähigen Belag mehr verfügt und es damit nur noch zu einer Werkstoffverdrängung kommt bzw. wann es zum Werkzeugbruch kommt. Hierfür wird derzeit untersucht, ob durch Prozesskräfte- und Akustikmessungen Rückschlüsse auf den Verschleiß der Werkzeuge im Prozess gezogen werden können.

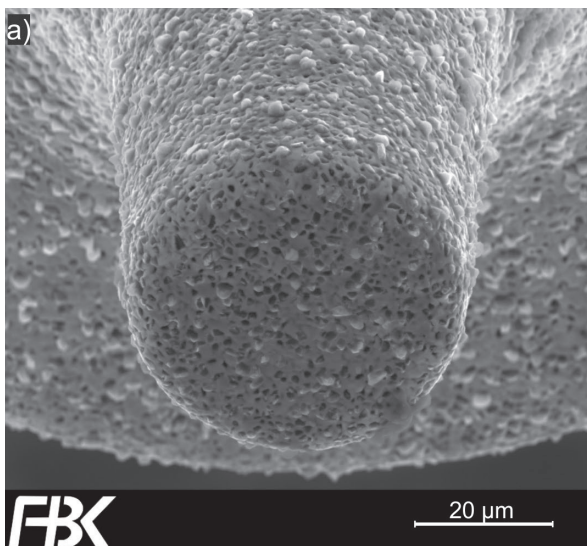
Weiterhin besteht zum Teilprojekt B10 „Einfluss des Oberflächenzustands auf das quasistatische und zyklische Verformungs- und Schädigungsverhalten von TRIP/TWIP Stählen“ des Lehrstuhls für Werkstoffkunde eine enge thematische Verknüpfung. Durch die eingebrachten Phasentransformationen beim Mikroschleifen von hochlegierten TRIP/TWIP-Stählen können Rückschlüsse auf die mechanische Last während des Prozesses gezogen und damit neue Erkenntnisse hinsichtlich der Prozesskräfte gewonnen werden. Die Erkenntnisse werden für die Entwicklung eines Werkzeugverschleißerkennungssystems eingesetzt, welches frühzeitig erkennt, wann ein Werkzeug nicht mehr fähig ist, die geforderte Strukturqualität einzuhalten.

Weiterhin werden im Rahmen des Teilprojektes B09 Mikroschleifstifte hergestellt, die die Herstellung von Freiformflächen erlauben. So kann das neu entwickelte chemische Beschichtungsverfahren dazu eingesetzt werden, um beispielsweise Mikroschleifstifte mit Kugelkopf oder Schwalbenschwanzspitze herzustellen. Die entwickelten Mikroschleifstifte werden dann auf einer 5-Achs-Mikrobearbeitungsmaschine eingesetzt, die es ermöglicht dreidimensionale Strukturen herzustellen.

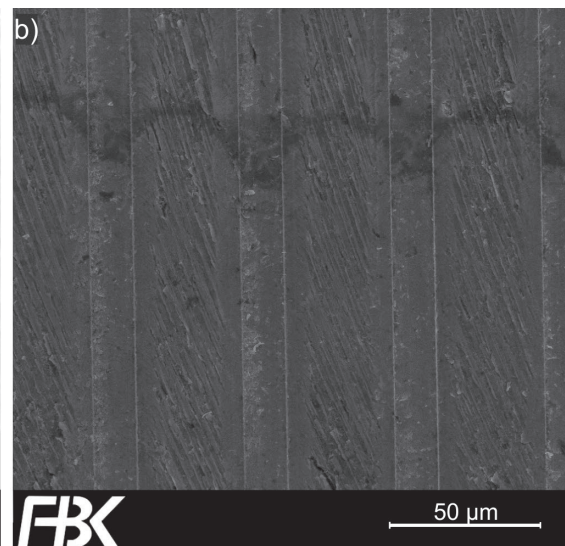
In Kooperation mit anderen Teilprojekten im SFB 926 findet die Mikrostrukturierung von funktionsoptimierten Bauteilen statt. So werden unter anderem mikrostrukturierte Kettenbolzen mit einfachen, regelmäßigen Strukturen mit dem Ziel der Reibungsminderung bei Kettentrieben hergestellt (Teilprojekt C02 „Wechselwirkung zwischen Oberflächenmorphologie und Verschleiß bei Kettentrieben“ des Lehrstuhls für Maschinenelemente und Getriebetechnik). In Teilprojekt C03 („Biofilme auf mikrostrukturierten Oberflächen“, Lehrgebiet Bioverfahrenstechnik) werden strukturierte Bauteiloberflächen benötigt, um die Bildung von Biofilmen zu untersuchen.

Kontakt

Dipl.-Ing. Peter Arrabiyeh
E-Mail: peter.arrabiyeh@mv.uni-kl.de
Telefon: 0631 205 - 5483



a) Mikroschleifstift



b) geschliffene Mikrostrukturen in gehärtetem 16MnCr5

Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) fördert Projekt zur additiven Fertigung CVC-Leitprojekt - Additive Manufacturing in der Nutzfahrzeugproduktion

Die unterschiedlichen infrastrukturellen Rahmenbedingungen, gesetzliche Vorschriften sowie weitere nutzungsspezifische Anforderungen der einzelnen Absatzmärkte haben zu stark heterogenen Kundenanforderungen in der Nutzfahrzeugindustrie geführt. Zur Erfüllung dieser Kundenanforderungen bieten die Nutzfahrzeughersteller ein enorm variantenreiches Produktportfolio an. Für die Entwicklungs- und Produktionsnetzwerke der Hersteller sind dementsprechend komplexe Prozessketten notwendig. Die Beherrschung der Produkt- und Prozesskomplexität ist daher eine zentrale Herausforderung für die Nutzfahrzeughersteller und stellt gleichzeitig einen strategischen Erfolgsfaktor im weltweiten Wettbewerb dar.

Additive Fertigung kann entscheidend zur Bewältigung der Komplexität in der Nutzfahrzeugproduktion beitragen. Darunter werden alle Fertigungsverfahren verstanden, bei denen durch schichtweisen Aufbau von Werkstoff ein Bauteil hergestellt wird. Dieses Wirkprinzip ermöglicht es, komplexe Geometrien herzustellen, wie sie mit konventionellen Fertigungsverfahren nur mit hohem Aufwand oder überhaupt nicht möglich sind. Die sich daraus ergebende Designfreiheit bietet das Potenzial, durch eine Integralbauweise die Anzahl der notwendigen Bauteile zu reduzieren. Neben der Einsparung von Fertigungs- und Montageprozessen für einzelne Bauteile entfallen auch Logistikprozesse. In der Nutzfahrzeugproduktion können durch den Einsatz additiver Fertigungsverfahren daher die komplexen Prozessketten teilweise oder sogar vollständig substituiert werden. Weiterhin ergeben sich neue Geschäftsprozesse dadurch, dass Ersatzteile im Bedarfsfall potenziell beim Servicepartner vor Ort herzustellen sind und damit auf ein kostenintensives Ersatzteillager verzichtet werden könnte.

Für den Einsatz von additiven Fertigungsverfahren in der Nutzfahrzeugproduktion existiert derzeit allerdings noch Forschungsbedarf in Bezug auf die Einsatzpotenziale der einzelnen Verfahren, der Prozesskettengestaltung sowie dem Qualitätsmanagement. Unter der wissenschaftlichen Leitung des FBK nimmt sich das CVC-Leitprojekt „Additive Manufacturing in der Nutzfahrzeugproduktion“ diesem Forschungsbedarf an. Der Fokus des Projekts liegt auf der Herstellung von Werkzeugen und Funktionsbauteilen aus Metall mit additiven Fertigungsverfahren. Mit dem Commercial Vehicle Cluster (CVC) Südwest hat das FBK einen Kooperationspartner, der additive Fertigung als einen seiner Forschungsschwerpunkte definiert hat. Das CVC stellt im Rahmen des Projekts insbesondere die Praxistauglichkeit der Forschungsergebnisse, durch Feedback und Ergebnistransfer zu seinen 87 Mitgliedsunternehmen aus der Nutzfahrzeugbranche, sicher. Als Konsortialpartner sind weiterhin namhafte Fahrzeughersteller aus der Nutzfahrzeugindustrie beteiligt.

Ziel des CVC-Leitprojekts ist es, die Potenziale additiver Fertigungsverfahren für die rheinland-pfälzischen Unternehmen der Nutzfahrzeugindustrie nutzbar zu machen. Mit der Auftaktveranstaltung am 19.01.2017, bei der alle Projektpartner und auch Vertreter der Landesregierung aus Mainz anwesend waren, ist das Projekt offiziell gestartet. In Arbeitspa-

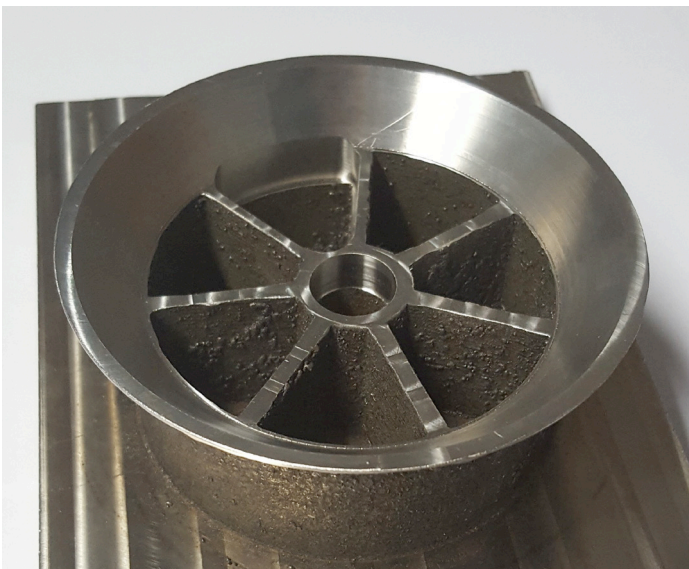
ket 1 des Projekts wird ein technisch-wirtschaftliches Konzept zur Bewertung der Einsatzpotenziale von additiver Fertigung in der Nutzfahrzeugproduktion erarbeitet. Dafür werden nutzfahrzeugspezifische Demonstratoren definiert und additiv gefertigt. Aus dem Vergleich mit den entsprechenden konventionell gefertigten Bauteilen kann ein Bewertungskonzept entwickelt werden. Weiterhin wird ein additiv gefertigter Edelstahl (1.4404) werkstoffkundlich charakterisiert. Dieser wurde ausgewählt, da für diesen Werkstoff sowohl das Selective Laser Melting Verfahren als auch das Verfahren Laserauftragschweißen anwendbar sind und so ein Vergleich zwischen den beiden additiven Fertigungsverfahren möglich wird. Bei der Untersuchung steht insbesondere der Erkenntnisgewinn über die Ermüdungseigenschaften unter dynamischer Belastung im Vordergrund.

Im Arbeitspaket 2 werden zunächst die Ursachen, welche die Nutzfahrzeughersteller und Zulieferer derzeit daran hindern, additive Fertigungsverfahren in ihre Entwicklungs- und Produktionsnetzwerke zu integrieren, untersucht. Dabei wird der Fokus insbesondere auf kleine und mittlere Unternehmen (KMU) gelegt. Aus dieser Analyse werden Anforderungen an eine nutzfahrzeugspezifische Handlungsanleitung zur Integration von additiven Fertigungsverfahren in bestehende Prozessketten entwickelt. Arbeitspaket 3 befasst sich mit der Sicherstellung der Qualitätsstandards in Entwicklungs- und Produktionsprozessketten bei der Integration additiver Fertigungsverfahren. In einem ersten Schritt werden dafür die aktuellen Qualitätsstandards bei der Nutzfahrzeugproduktion analysiert, wobei zwischen Eigenfertigung und Auftragsabwicklung über einen Zulieferer unterschieden wird. In einem zweiten Schritt erfolgt eine Spezifikation der Qualitätsmerkmale von konventionell gefertigten Funktionsbauteilen sowie den zugehörigen Entwicklungs- und Fertigungsprozessketten. Daraus werden die Anforderungen an eine nutzfahrzeugspezifische Handlungsanleitung zum Qualitätsmanagement in additiven Entwicklungs- und Produktionsprozessketten abgeleitet.

Arbeitspaket 4 beschäftigt sich mit neuen Geschäftsmodellen, welche sich durch den Einsatz von additiven Fertigungsverfahren in der Nutzfahrzeugindustrie ergeben. Zunächst gilt es, Kriterien zur Bewertung von Geschäftsmodellpotenzial beim Einsatz von additiven Fertigungsverfahren zu erarbeiten. Diese werden aus den Anforderungen an die gegenwärtigen Geschäftsmodelle der Nutzfahrzeughersteller und deren Zulieferer abgeleitet. Darüber hinaus soll ein Workshop-Format entwickelt werden, welches Nutzfahrzeughersteller und deren Zulieferer befähigt, neue Geschäftsmodelle durch den Einsatz additiver Fertigungsverfahren zu identifizieren und zu bewerten. Dieses wird durch einen Leitfaden ergänzt, welcher die dafür notwendigen Methoden, Vorgehen und Verantwortlichkeiten beschreibt. Während allen Arbeitspaketen findet eine kontinuierliche Validierung der Arbeitsergebnisse durch Feedbackgespräche mit den CVC Mitgliedern statt.

Kontakt

M. Sc. Christopher Gläßner
E-Mail: christopher.glaessner@mv.uni-kl.de
Telefon: 0631 205 - 4225



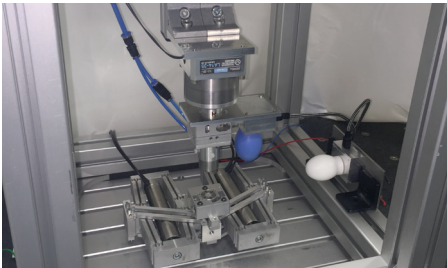
Additiv gefertigtes Demonstratorbauteil



Das Projekt Additive Manufacturing in der Nutzfahrzeugproduktion wurde von der Europäischen Union aus dem Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung gefördert.

DFG Schwerpunkt Programm SPP 1476 erfolgreich abgeschlossen Kleine Werkzeugmaschinen für kleine Werkstücke

Heutzutage kommen in immer mehr Branchen Mikrobauteile und -strukturen zur Anwendung. So werden zunehmend kostengünstige mikrotechnische Produkte und miniaturisierte Bauteile benötigt, die bsw. in der Medizintechnik, Optik, im (Mikro-) Formen- und Werkzeugbau und der Mikroreakorteknik eingesetzt werden. Zur Herstellung von Mikrobauteilen und -strukturen widmen sich aktuelle Forschungsaktivitäten meist der Skalierung bestehender Fertigungsverfahren und der Bildung komplexer Prozessketten, bei denen mehrere Maschinen zur Herstellung eines Bauteils eingesetzt werden. Dabei steht die Bauteilgröße in der Regel in einem ungünstigen Verhältnis zur Größe der Werkzeugmaschine. Der große Bauraum der Maschinen schränkt die Dynamik ein, woraus hohe Investitions-, Bearbeitungs- und Betriebskosten resultieren. Kleinere, an die Arbeitsaufgabe angepasste Bearbeitungsmaschinen sind meist hoch spezialisiert und können nur bestimmte Bauteile oder Strukturen herstellen. Daraus resultierte das übergeordnete Ziel des Schwerpunktprogramms SPP 1476 (www.spp1476.de) die Werkzeugmaschine selbst zu miniaturisieren und dadurch ihre technischen Kenngrößen an die zu fertigenden Mikrowerkstücke anzupassen. Neben der Anpassung der Maschine an die zu bearbeitenden Werkstücke sollte die Maschine



Beispielkonfiguration eines Maschinensystems, entwickelt im Rahmen des SPP 1476

aus verschiedenen Modulen mit jeweils speziellen Eigenschaften aufgebaut werden. Dies ermöglicht es, durch den einfachen und flexiblen Austausch der Maschinenmodule auf die schnell wechselnden Anforderungen in der Mikrobearbeitung zu reagieren.

Eine wichtige Voraussetzung für die Herstellung von Mikrobauteilen und -strukturen mittels spanender Fertigungsverfahren ist die Bereitstellung von schnellen und sehr präzisen Werkzeugspindeln. Dabei werden zwei grundlegende Anforderungen an die Werkzeugspindel der Werkzeugmaschine gestellt. Zum einen muss zur Erreichung einer ausreichend hohen Schnittgeschwindigkeit durch die Spindel eine sehr hohe Drehzahl bereitgestellt werden. Zum anderen muss die Spindel gleichzeitig einen sehr geringen Rundlauffehler aufweisen. Um eine hohe Rundlaufgenauigkeit bei gleichzeitig hohen Drehzahlen zu erreichen, wurden im Rahmen des SPP 1476 am FBK mehrere luftgelagerte Werkzeugspindeln entwickelt. Die Spindeln erreichen Drehzahlen von bis zu 466.000 min⁻¹ bei geringsten Rundlaufabweichungen. Mit ihren geringen Abmessungen sind die Spindeln sehr gut an die Anforderungen der Mikrobearbeitung angepasst. Der Werkzeugschaft in den Spindeln wird direkt als Rotor verwendet und wird dadurch zu einem funktionellen Bestandteil der Spindel Lagerung. Eine Werkzeugaufnahme oder ein Werkzeugträger entfällt somit vollständig. Dadurch ist die Rundlaufgenauigkeit des Werkzeugs nicht mehr von der Spanngenauigkeit einer Werkzeugaufnahme, sondern nur noch von der Rundlaufgenauigkeit der Lagerung und den Herstellungstoleranzen des Werkzeugs abhängig.

Kontakt

M. Eng., Dipl.-Ing. (FH) Christopher Müller
E-Mail: christopher.mueller@mv.uni-kl.de
Telefon 0631 205 - 2865

IRTG 2057 - Physical Modeling for Virtual Manufacturing Systems and Processes 4. General Meeting in Kaiserslautern hat stattgefunden

Vom 20. bis 23. Juni 2016 fand in Kaiserslautern das 4. General Meeting des IRTG 2057 "Physical Modeling for Virtual Manufacturing Systems and Processes" statt. Alle beteiligten Doktoranden und Professoren aus Deutschland und zahlreiche, dem Graduiertenkolleg angegliederten, amerikanischen Kollegen trafen sich in dieser Woche und diskutierten über aktuelle Projektstände und Kooperationsmöglichkeiten.

Das Treffen startete mit einem Intensivkurs zum Thema spanende Fertigung am Montag und Dienstag. Der Kurs war eine Kombination aus Vorlesungen zu den Grundlagen der Zerspaltung und Versuchen am FBK, bei welchen die Doktoranden selbst Maschinen und Messtechnik bedienten. Am Mittwoch und Donnerstag fand das eigentliche Treffen mit Präsentationen aller Doktoranden zu ihren Projekten statt.



Kontakt

Dr.-Ing. Benjamin Kirsch
E-Mail: benjamin.kirsch@mv.uni-kl.de
Telefon: 0631 205 - 3770

Neue Mitarbeiter



Marion Teubner arbeitet seit August 2016 im Sekretariat des IRTG 2057.



Nico Lenhart arbeitet seit August 2016 als Auszubildender Fachinformatiker, Fachrichtung Systemintegration am FBK.



Sebastian Greco arbeitet seit Oktober 2016 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am FBK. Der Schwerpunkt seiner Tätigkeit liegt im Bereich Mikrozerspaltung.

Ausgewählte Veröffentlichungen

J.C. Aurich, C. Effgen, B. Kirsch: Cutting edge preparation with elastic bonded superabrasive grinding wheels. *CIRP Annals - Manufacturing Technology* 65/1 (2016): S. 329-332.

M. Bohley, I.G. Reichenbach, C. Müller, B. Kirsch, J.C. Aurich: Compact hydrodynamic spindle module for micromachining applications. 16th international conference of the European Society for Precision Engineering and Nanotechnology (2016).

D. Cichos, P. Kölsch, J.C. Aurich: Concept for Planning and Controlling of Multiple, Parallel Engineering Changes in Manufacturing Systems. *Advanced Materials Research 1140 - Proceedings of the WGP Congress 2016 - Industrial Engineering* (2016): S. 497-504.

M. Eifler, F. Schneider, J. Seewig, B. Kirsch, J.C. Aurich: Manufacturing of new roughness standards for the linearity of the vertical axis - Feasibility study and optimization. *Engineering Science and Technology, an International Journal* (2016): [DOI:10.1016/j.jestech.2016.06.009]

G. Mert, C.F. Herder, N. Menck, J.C. Aurich: Innovative Services for Customized, Availability-oriented Business Models for the Capital Goods Industry. *Procedia CIRP 47 - Proceedings of the 8th Product-Service Systems across Life Cycle* (2016): S. 501-506.

F.J.P. Sousa, J.C. Aurich, R.M. do Nascimento, C.A. Paskocimas, D. Tartas: Experimental evaluation of on-line discrete tile rotations in the polishing process of ceramic tiles. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology* 14 (2016): S. 1-9.

C. Steimer, J.C. Aurich: Analysis of information interdependencies between product development and manufacturing system planning in early design phases. *Procedia CIRP 50 - Proceedings of the 26th CIRP Design Conference* (2016): S. 460-465.

S. Thielen, B. Magyar, B. Sauer, F. Schneider, P. Mayer, B. Kirsch, R. Müller, E. v. Harbou, J.C. Aurich: Functional investigation of zero lead radial shaft seal counter-surfaces turned with a special method. 17th Nordic Symposium on Tribology - NORDTRIB 2016 (2016).

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