



INFOBRIEF *Ausgabe 63/21*



Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Betriebsorganisation Kaiserslautern

In dieser Ausgabe:

<i>CVC Leitprojekt – Nutzung von KI in der Nutzfahrzeugproduktion nimmt Fahrt auf</i>	
Erschließung von Potenzialen des Maschinellen Lernens in der Nutzfahrzeugproduktion	2
<i>DFG-finanziertes Projekt erfolgreich abgeschlossen</i>	
Schwingungsunterstütztes Mikrofräsen	2
<i>Neues Projekt im Rahmen des IRTG 2057 gestartet</i>	
Kinematische Simulation des Mikroschleifens	3
<i>DFG-Projekt erfolgreich abgeschlossen</i>	
Erforschung des Zusammenhangs zwischen Ganzheitlichen Produktionssystemen und Industrie 4.0	2
<i>Arbeiten am FBK in Zeiten von Covid-19</i>	
Erfolgreiche Lehre und Forschung trotz Pandemie	4
Neuer Mitarbeiter	4
Ausgewählte Veröffentlichungen	4

CVC Leitprojekt – Nutzung von KI in der Nutzfahrzeugproduktion nimmt Fahrt auf

Erschließung von Potenzialen des Maschinellen Lernens in der Nutzfahrzeugproduktion

Die Nutzfahrzeugproduktion zeichnet sich durch branchenspezifische Charakteristika aus, welche einen direkten Transfer von Lösungen aus verwandten Bereichen, wie z.B. dem Automobilbau, erschweren. Das markanteste Charakteristikum ist eine hohe Variantenvielfalt bei häufig kleiner Stückzahl der einzelnen Varianten. Der hieraus resultierende ansteigende Komplexitätsgrad in der Produktion führt oftmals zu einer erhöhten Fehleranfälligkeit oder zu hohen Kosten.

Zur Beherrschung derartiger komplexer Produktionssysteme zeigen Methoden des Maschinellen Lernens (ML), einem Teilgebiet der Künstlichen Intelligenz, zunehmend ihre Anwendungsreife. Das Ziel dieser Methoden besteht darin, aus großen und heterogenen Datenmengen Schlüsse und Prognosen für zukünftige Prozesse abzuleiten. Durch die fortschreitende Digitalisierung im Rahmen von Industrie 4.0 machen zusätzlich echtzeitnahe Sensor- und Steuerungsdaten einen signifikanten Anteil der zur Verfügung stehenden Daten aus. Diese zunehmend große Menge an zur Verfügung stehenden Daten begünstigt den Einsatz von ML. Während sich in der Massenproduktion (z.B. im Automobilbau) die Daten für einzelne Varianten häufen und somit vergleichsweise große Datenmengen für lernende Modelle zur Verfügung stehen, verteilen sich die Datenmengen in der Nutzfahrzeugproduktion auf die gesamte Breite. Runtergebrochen auf die Anzahl der unterschiedlichen Varianten bleiben hierbei weniger Datensätze pro Bauteil zur Verfügung. Durch die damit einhergehende erhöhte Heterogenität der Datenbasis ergeben sich neue Herausforderungen für die Anwendbarkeit von ML, welches in der Regel größere homogene Datenmengen zur Ableitung aussagekräftiger Modelle benötigt. Während in der Massenproduktion hochspezialisierte und durch die große Datenbasis sehr genaue Modelle entstehen, erfordert die Variantenvielfalt der Nutzfahrzeugindustrie die Entwicklung von Modellen mit einem höheren Grad an Generalisierbarkeit, welche leichter auf andere Anwendungen transferierbar sind. Hinzu kommt ein weiterhin hoher Anteil nicht-digitalisierter manueller Tätigkeiten, welcher die Menge an verfügbaren Daten pro Variante zusätzlich verringert.

Ziel des Leitprojektes ist es, die Potenziale, Hemmnisse und Herausforderungen bei der Umsetzung von Lösungen des Maschinellen Lernens unter Einbeziehung der spezifischen Charakteristika in der Nutzfahrzeugproduktion zu bestimmen und darauf aufbauend einen Handlungsleitfaden für produzierende Unternehmen zu erstellen. Dabei werden die Methoden des ML hinsichtlich ihrer Fähigkeit zum Umgang mit heterogenen Daten untersucht, sowie Verfahren zur Homogenisierung bzw. künstlichen Anreicherung der Datenbasis (Data Augmentation).

DFG-finanziertes Projekt erfolgreich abgeschlossen

Schwingungsunterstütztes Mikrofräsen

Bei der Herstellung kleinster Strukturen (Strukturgrößen deutlich < 1 mm) bietet das Mikrofräsen eine Möglichkeit, hohe Oberflächengüten zu erreichen. Aufgrund der filigranen Werkzeuge (Durchmesser oftmals < 50 μm), die für solche Anwendungen notwendig sind, wird eine entsprechend hohe Spindeldrehzahl zum Erreichen einer ausreichenden Schnittgeschwindigkeit benötigt. Bei der Herabskalierung des Zerspanprozesses hin zu Werkzeugdurchmessern des MikrofräSENS ändert sich außerdem das Verhältnis zwischen Schneidkantenradius und Spanungsdicke, weshalb es beim Mikrofräsen vermehrt zu Quetschvorgängen (Ploughing) kommt. Dabei wird der Werkstoff nicht vom Werkstück getrennt, sondern durch elastische und plastische Deformation unter der Schneide hindurchgedrückt, was zur Beeinträchtigung der erzeugten Oberfläche führt. Eine Möglichkeit, die Spanungsdicke temporär zu erhöhen, ist die Überlagerung der Schnittbewegung mit einer zusätzlichen Schwingungsbewegung. Schwingungsunterstützte Zerspanung führt durch die Superposition beider Bewegungen zu einem diskontinuierlichen Werkzeugengriff und wird bei Fertigungsprozessen mit größer dimensionierten Werkzeugen bereits erfolgreich zur Reduktion von Zerspankräften und Werkzeugverschleiß eingesetzt.

Ziel des Projekts war die Untersuchung schwingungsunterstützter Zerspannung bei der Mikrobearbeitung. Hierzu wurde ein System entwickelt, welches durch den Einsatz eines Piezo-Aktors das Werkstück in Schwingung versetzt, um so die geforderte, zusätzliche Relativbewegung zu erreichen. Die Schwingung des Werkstücks erfolgt dabei senkrecht zur Drehachse des Werkzeugs. Hauptbestandteil des entwickelten Schwingungssystems ist ein Rahmen, der in bestehende Mikrobearbeitungszentren integriert werden kann. Auf diesem werden Werkstückhalter und Werkstück befestigt, sowie der Piezo-Aktor mechanisch vorgespannt. Die Schwingung des Piezo-Aktors wird über Fest-

Im Leitprojekt wurden zur Erreichung dieser Zielstellung drei charakteristische Anwendungsfälle identifiziert, welche jeweils weitere Forschungsfragen aus dem Bereich des ML aufwerfen.

Eines der Anwendungsprobleme betrifft die optische Erkennung von Fehlteilen, die Herausforderung besteht hierbei in der geringen Datenbasis pro Variante. Um dieser entgegen zu wirken, werden Methoden der Datenaugmentierung mittels heuristischer Verfahren untersucht. Eine weitere Anwendung ist die optische Qualitätskontrolle von Schweißpunkten, welche durch die hohe Variantenzahl erschwert wird. Klassische merkmalsbasierte Methoden erwarten hierbei eine variantenspezifische Anpassung, die mit einem sehr hohen manuellen Aufwand einhergehen. Die Nutzung des Neural Radiance Fields (NeRF) bietet hierbei eine Möglichkeit mittels ML beliebige zusätzliche Perspektiven zu generieren, um so die notwendige Datenbasis zur Unterscheidung der Varianten zu ermöglichen. Aktuell liegt der Fokus der Forschung bei den Potenzialen des Neural Radiance Fields (NeRF) für die Generierung von virtuellen Modellen im Vergleich zu den Ansätzen aus der Photogrammetrie, welche aus einer Reihe von Aufnahmen eine Punktwolke extrahiert. Dabei lernt ein neuronales Netz aus einer Reihe von Bildern, eine 3-dimensionale Szene, inklusive Tiefeninformation, zu rekonstruieren. Der universelle Einsatz dieser Technologie, verbunden mit der vereinfachten Datenaufbereitung, bietet ein großes Potenzial für die bildgestützte Qualitätskontrolle. Von besonderem Interesse ist dies vor allem für die variantenreiche Produktion zur Erhöhung und Homogenisierung der Datenbasis.

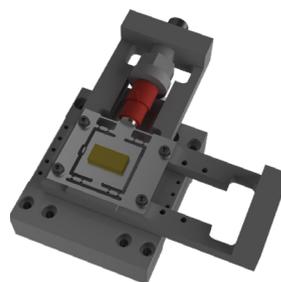
Neben diesen Forschungsfragen adressiert das Projekt zudem die Einführung von Methoden des Maschinellen Lernens im betrieblichen Alltag. Ein stetig besser werdender Zugang zu Rechenleistung und benutzerfreundlicher Software eröffnet hierbei neue und breitere Anwendungsfelder für die Technologien des ML. Zudem ist der Nutzfahrzeugsektor stark von kleinen und mittelständischen Unternehmen geprägt, für die die eigenständige Befähigung ohne konkrete Handlungsanleitungen oft ein hohes Risiko darstellt. Hier greift das geförderte Projekt durch einen engen Austausch mit assoziierten Partnern aus der Branche direkt an und entwickelt praxisnahe Handlungsanleitungen.

Kontakt

M.Sc. Patrick Rüdiger

E-Mail: patrick.ruediger@mv.uni-kl.de

Telefon: 0631 205 – 4282



CAD-Modell des Schwingungssystems

körpergelenke des Werkstückhalters auf das Werkstück übertragen. Konstruktive Interferenz bei der Schwingungsanregung in einer Eigenfrequenz führt zu einer deutlichen Steigerung der Amplitude von Schwingungen. Eingesetzt wird das Schwingungssystem aus diesem Grund in der Eigenfrequenz, welche zu einer Verstärkung der Schwingungsbewegung des Piezo-Aktors führt. Zur Definition des optimalen Arbeitsbereiches des Schwingungssystems wurden deshalb die Steifigkeit der Festkörpergelenke sowie die Eigenfrequenzen und die dabei auftretenden Schwingungsformen des Werkstückhalters mittels Finite-Elemente-Methoden bestimmt. Durch die Anwendung des Schwingungssystems konnte ein positiver Einfluss der Schwingungsbewegung auf die während des Prozesses auftretenden Zerspankräfte sowie die resultierende Oberflächenrauheit festgestellt werden. Zudem wurde ein verbessertes Verschleißverhalten der eingesetzten Mikrofräswerkzeuge beobachtet. Auf Basis der erzielten Ergebnisse stellt die Schwingungsunterstützung eine vielversprechende Erweiterung der Mikrobearbeitung zur Reduktion des Werkzeugverschleißes, der Zerspankraft und der Oberflächenrauheit dar.

Kontakt

Dipl.-Ing. Sebastian Greco

E-Mail: sebastian.greco@mv.uni-kl.de

Telefon: 0631 205 – 5938

Neues Projekt im Rahmen des IRTG 2057 gestartet Kinematische Simulation des Mikroschleifens

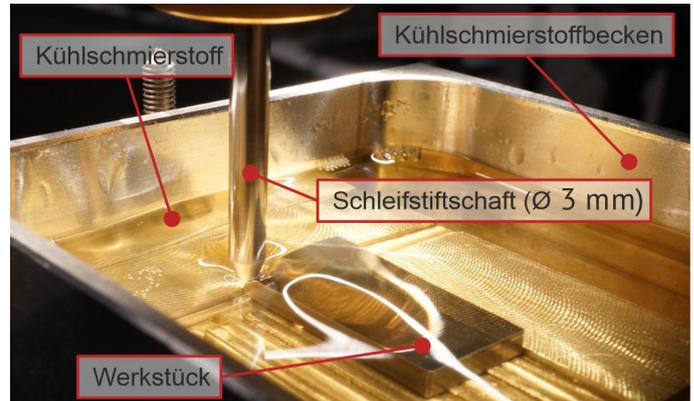
Im Rahmen der durch die DFG geförderten International Research Training Group (IRTG) 2057 werden physikalische Modelle bzw. Simulationen für die Fertigungstechnik auf Fabrik-, Maschinen- und Prozessebene entwickelt. Einen Teil davon bildet die Erforschung der Mikrofertigung. Diese gewinnt durch immer kleiner werdende Bauteile und die Herstellung definierter Oberflächenstrukturen, bspw. für die Optik, zunehmend an Bedeutung.

Im Rahmen des gestarteten Projekts liegt der Fokus auf dem Fertigungsverfahren des Schleifens mit Mikroschleifstiftwerkzeugen. Ziel ist es, die Auswirkung der Kinematik auf die Werkstückoberfläche zu untersuchen. Die namensgebenden, stiftförmigen Grundkörper der Werkzeuge werden am FBK aus Rohlingen geschliffen und über einen chemischen Prozess mit Schleifbelag beschichtet. Es resultieren hochwertige Werkzeuge in Bezug auf Schleifbelaghafung und Geometrie. Für das Projekt kommen Werkzeuge aus HSS mit einem Nenndurchmesser von 400 µm zum Einsatz. Im Vordergrund steht die Untersuchung von Oberflächen, die über die Umfangsfläche des zylinderförmigen Werkzeugs erzeugt wurden. Hier bilden sich zum einen einzelne, stark hervorstehende Schleifkörner ab. Zum anderen sind hier Topografien zu erwarten, die aus bestimmten Prozess-Maschine-Interaktionen resultieren, d. h. Wechselwirkungen zwischen Fertigungsverfahren und Werkzeugmaschine. Beispielsweise kann es sich um periodische Abweichungen durch Schwingungen der Hauptspindel handeln. Zuletzt wird auch der Einfluss des am Werkzeugumfang auftretenden Verschleißes betrachtet.

Neben Experimenten stellen Simulationen einen bedeutenden Teil des Projektes dar. Deren Vorteil liegt darin, dass spezifische Effekte und deren Resultat auf das Werkstück ohne Störgrößeneinfluss untersucht und ihre Auswirkung auf die Werkstückoberfläche auch für andere Parameter prognostiziert werden können.

Die im Fokus liegenden Einflüsse auf die Werkstücktopografie entstehen im Wesentlichen durch die Kinematik des Prozesses. Ein mögliches Hilfsmittel zur Untersuchung solcher Einflüsse stellen kinematische Simulationen dar, welche im Rahmen des Projekts für das Mikroschleifen

implementiert werden. Im Vordergrund steht dabei die Untersuchung der Werkstücktopografie, die aus der rein geometrischen Betrachtung des Eingriffs durch das Werkzeug in das Werkstück abgeleitet werden kann. Für das dafür notwendige Werkstückmodell werden die Schleifkörner als Polyeder unterschiedlicher Abmessungen nachgebildet und statistisch auf den virtuellen Werkzeugoberflächen positioniert. Im Anschluss werden sowohl die translatorischen als auch rotatorischen Bewegungen jedes einzelnen Kornes simuliert. Die Kenntnis dieser Bewegungsbahnen der Körner ermöglicht die virtuelle Nachbildung der resultierenden Werkstücktopografie im Prozess. Mithilfe der Ergebnisse des Projekts werden tiefere Erkenntnisse über kinematische Effekte beim Mikroschleifen gewonnen, die zur Prozessverbesserung verwendet werden.



Oberflächenbearbeitung durch Mikroschleifen

Kontakt

Dipl.-Ing. Nicolas Altherr

E-Mail: nicolas.altherr@mv.uni-kl.de

Telefon: 0631 205 – 5482

DFG-Projekt erfolgreich abgeschlossen

Erforschung des Zusammenhangs zwischen Ganzheitlichen Produktionssystemen und Industrie 4.0

Das Konzept eines Ganzheitlichen Produktionssystems (GPS) fördert als Fortführung des Lean Production-Konzepts die Erreichung unternehmensindividueller Produktionsziele durch die Implementierung von Methoden (5S, Poka-Yoke, etc.). Diese Methoden sind standardisierte Vorgehensweisen, welche in der VDI-Richtlinie 2870 enthalten sind und adressieren die Faktoren Mensch, Technik und Organisation. Dem gegenüber liegt der Fokus des Konzepts der Industrie 4.0 auf der Umsetzung verschiedener Techniken (Digitaler Zwilling einer Werkzeugmaschine, Augmented Reality zur Montageunterstützung, etc.) mit dem Ziel, die digitale Welt mit der physischen Welt zu verknüpfen und dadurch die Effizienz in der Produktion zu steigern. Dabei berücksichtigen diese Technologien die Faktoren Mensch und Organisation nicht vollumfänglich, weshalb das Konzept Industrie 4.0 tiefgreifende technische und organisatorische Veränderungen hervorruft. Diese Veränderungen können durch die Methoden eines GPS kontrolliert werden. Im Forschungsvorhaben „smartGPS“ wurden die organisatorischen Aspekte eines GPS mit den technischen Aspekten der Industrie 4.0 in Einklang gebracht. Hierzu wurden die gegenseitigen Auswirkungen der Methoden eines GPS und Technologien der Industrie 4.0 untersucht und anschließend in einer gemeinsamen Methodenbibliothek zusammengeführt.

In einem ersten Schritt wurden solche Technologien der Industrie 4.0 identifiziert, welche bestehende Methoden eines GPS beeinflussen. Zur Identifikation dieser Wechselwirkungen wurde ein quantitatives Bewertungssystem entwickelt, das die Methoden eines GPS und die Technologien der Industrie 4.0 bewertet. Auf der Bewertung aufbauend wurden die Wechselwirkungen in vier Wechselwirkungskategorien (Substitution, Unterstützung, Erweiterung, Neutralität) eingeordnet. Dabei wurden bestehende Methoden eines GPS teilweise um Technologien der Industrie 4.0 erweitert, während für andere Methoden oder Technologien keine Wechselwirkungen festgestellt werden konnten. Eine Konstellation, bei der eine Substitution von Methoden durch Technologien möglich ist, wurde auf Basis dieser Bewertung nicht festgestellt.

Auf der Wechselwirkungsanalyse aufbauend wurde die smartGPS-Methodenbibliothek entwickelt, in die die neutral bewerteten Methoden unverändert aufgenommen und durch Methodensteckbriefe einheitlich



Methode der smartGPS-Bibliothek vereint 5S und digitale Montageanleitung

dokumentiert wurden. Die Beschreibung für Methoden, welche um Technologien erweitert werden, wurde entsprechend angepasst. Für Technologien, die unterstützende oder neutrale Wechselwirkungen aufweisen, wurde ein neuer Technologiesteckbrief angelegt und der smartGPS-Methodenbibliothek hinzugefügt. Abschließend wurden die kausalen und temporalen Zusammenhänge innerhalb der entwickelten smartGPS-Methodenbibliothek analysiert um daraus eine Implementierungsreihenfolge der smartGPS-Methoden zu erarbeiten.

Die Methodenbibliothek „smartGPS“, die Methoden eines GPS und Technologien der Industrie 4.0 vereint, ist ein Hilfsmittel für die Gestaltung unternehmensindividueller Produktionssysteme. Grundlegend hierfür ist die Bestimmung der Wechselwirkungen zwischen den Methoden und den Technologien. Außerdem unterstützt smartGPS die gemeinsame Implementierung von GPS und Industrie 4.0 durch eine Empfehlung der Implementierungsreihenfolge.

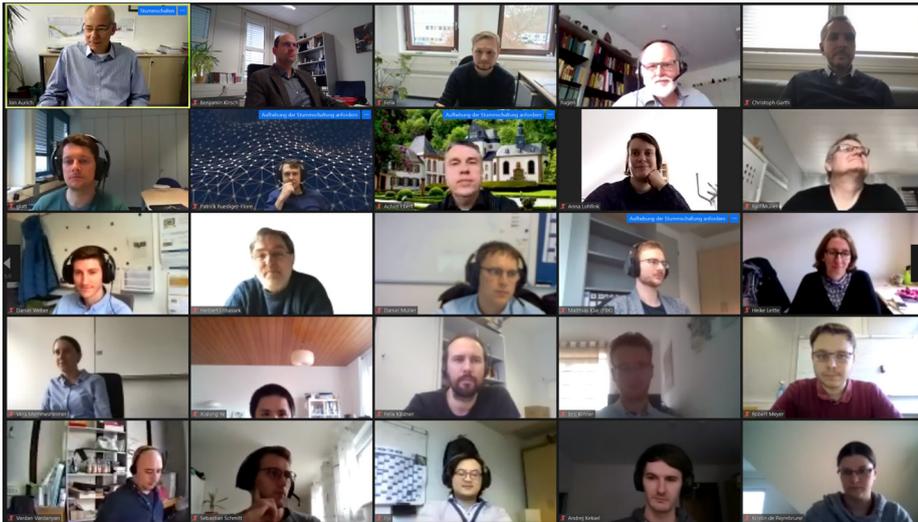
Kontakt

M.Sc. Pascal Langlotz

E-Mail: pascal.langlotz@mv.uni-kl.de

Telefon: 0631 205 – 4225

Arbeiten am FBK in Zeiten von Covid-19 Erfolgreiche Lehre und Forschung trotz Pandemie



Screenshot während der Online-Konferenz des IRTG 2057

Mit dem Ausbruch der Corona-Pandemie kristallisierte sich bereits im Frühjahr 2020 heraus, dass der Vorlesungsbetrieb nicht in gewohnter Form mit Präsenzveranstaltungen zum Sommersemester starten könne. Am FBK wurde sich daher in enger Absprache mit dem Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik schon vor Bekanntgabe der neuen Verordnungen zur Digitalen Lehre auf das nahende Sommersemester vorbereitet. Da zu diesem Zeitpunkt noch nicht davon auszugehen war, dass alle Studierenden Zugriff auf Soft- sowie Hardware haben, welche eine reibungslose Teilnahme an Videokonferenzen erlaubt, wurden die Vorlesungen aufgezeichnet und zum Download bereitgestellt. Parallel dazu wurden Online-Foren angeboten, in denen die Studierenden sich sowohl untereinander als auch mit den Lehrenden austauschen konnten. Nachdem von Seiten der TU Kaiserslautern für die Studierenden die Nutzung von Skype for Business und Zoom möglich war, wurden die Vorlesungen live übertragen. Dabei waren über den Sommer vereinzelt hybride Formate möglich, bei denen eine kleine Anzahl an Erstsemestern vor Ort unter den geltenden Hygienerichtlinien teilnahm, während die anderen Studierenden online den Livestream verfolgten. Sowohl bei den Studierenden als auch bei den Lehrenden stellte sich innerhalb kürzester Zeit eine Routine mit den neuen Formaten ein. Die Livestreams ermöglichen eine hohe Interaktivität, weshalb dieses Vorgehen auf positive Resonanz bei den Studierenden stößt. So konnten die Lehrveranstaltungen am FBK und

im gesamten Fachbereich den Umständen zum Trotz erfolgreich durchgeführt werden.

Um die Forschungsarbeiten am FBK weiterführen zu können, wurden gemäß den Empfehlungen des RKI frühzeitig Hygienekonzepte entwickelt, die ein sicheres Arbeiten in den Büros, aber auch im experimentellen Versuchsfeld ermöglichen. Hierzu wurden FFP-2 Masken zur Verfügung gestellt, Kontakttagebücher eingeführt, Desinfektionsmittelspender installiert und Plexiglas-Schutzwände aufgestellt. Zur weiteren Kontaktreduzierung wurde die Möglichkeit zur Heimarbeit unter Bereitstellung von Headsets, sowie Webcams eingeführt. Meetings, Versammlungen und die Teilnahmen an Konferenzen wurden in den virtuellen Raum verlegt. Dies hatte zur Folge, dass die jährliche Konferenz des IRTG 2057, sowie die Plenarversammlung des SFB 926 im November erstmals online durchgeführt wurden. Konferenzen finden inzwischen dank der Routine mit den digitalen Medien wie gewohnt statt; nur die vielen Diskussionen in Pausen und bei Abendveranstaltungen, die nicht selten zu Kooperationen und neuen Forschungsideen führten, werden von allen Teilnehmenden vermisst.

Kontakt

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

Neuer Mitarbeiter



Nicolas Altherr arbeitet seit Oktober als wissenschaftlicher Mitarbeiter am FBK. Der Schwerpunkt seiner Tätigkeit liegt im Bereich der Mikro- und Ultrapräzisionszerspannung.

Ausgewählte Veröffentlichungen

M. Zimmermann, D. Müller, B. Kirsch, S. Greco, J.C. Aurich: Analysis of the machinability when milling AlSi10Mg additively manufactured via laser-based powder bed fusion. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 112/3-4 (2021): S. 989-1005.

M. Glatt, H. Hotz, P. Kölsch, A. Mukherjee, B. Kirsch, J.C. Aurich: Predicting the martensite content of metastable austenitic steels after cryogenic turning using machine learning. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* (2020). DOI:10.1007/s00170-020-06160-6.

H. Hotz, B. Kirsch, T. Zhu, M. Smaga, T. Beck, J.C. Aurich: Surface layer hardening of metastable austenitic steel - Comparison of shot peening and cryogenic turning. *Journal of Materials Research and Technology* 9/6 (2020): S. 16410-16422.

S. Ehmisen, L. Yi, J.C. Aurich: Evaluating the Cumulative Energy Demand of Additive Manufacturing using Direct Energy Deposition. *Production at the leading edge of technology - Proceedings of the 10th Congress of the German Academic Association for Production Technology (WGP)* (2020): S. 357-367.

S. Basten, B. Kirsch, K. Gutzeit, H. Hasse, J.C. Aurich: Influence of the supplying technique of a sub-zero metalworking fluid on the performance of face turning of Ti-6Al-4V titanium alloy. *Proceedings of the 20th Machining Innovations Conference for Aerospace Industry* (2020): S.123-131.

S. Thielen, P. Breuninger, H. Hotz, C. Burkhart, T. Schollmayer, B. Sauer, S. Antonyuk, B. Kirsch, J.C. Aurich: Improving the tribological properties of radial shaft seal countersurfaces using experimental micro peening and classical shot peening processes. *Tribology International* (2020): 106764.

P. Langlotz, M. Glatt, F. J. P. Sousa, J.C. Aurich: Modelle als Grundlage für den Digitalen Zwilling – Fusion von physikalischen und datengetriebenen Modellen. *ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb* 115/5 (2020): S. 340-343.

M. Pier, C. Siedler, S. Dupont, K.J. Zink, J.C. Aurich: Digitalisierung für Mensch und Organisation im Aftersales. *Produktivitätsmanagement 4.0* (2020): S. 229-264.

A. Lange, D. Müller, B. Kirsch, J.C. Aurich: Magnetostructural modelling of micro machining spindles supported by active magnetic bearings. *Proceedings of the 20th euspen International Conference* (2020): S. 221-224.

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