

IRTG 2057

Physical Modeling for
Virtual Manufacturing Systems and Processes



Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Betriebsorganisation Kaiserslautern

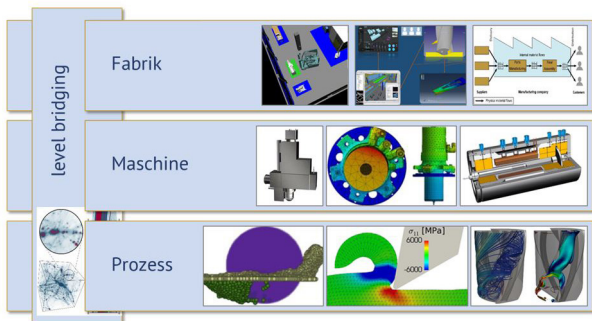
INFOBRIEF *Ausgabe 57/19*

In dieser Ausgabe:

<i>Internationales Graduiertenkolleg geht in die zweite Förderphase</i>	
Erfolgreiche Begutachtung des IRTG 2057	2
<i>BMBF-Projekt „InnoServPro – Innovative Serviceprodukte für individualisierte, verfügbarkeitsorientierte Geschäftsmodelle für Investitionsgüter“ auf der Zielgeraden</i>	
Ergebniskonferenz am 4. April 2019 im Rahmen der Hannover Messe	2
<i>Innovative neue Technologie für den Einsatz von Kühlschmierstoffen (KSS)</i>	
Transferprojekt des SFB 926 erfolgreich abgeschlossen	3
<i>WGP-Assistententreffen 2018 an der TU Darmstadt</i>	4
<i>Neue 3D-Drucker für die Lehre</i>	
Neu konzipierte Lehrveranstaltung zum Thema additive Fertigung	4
Neue Mitarbeiter	4
Ausgewählte Veröffentlichungen	4

Internationales Graduiertenkolleg geht in die zweite Förderphase Erfolgreiche Begutachtung des IRTG 2057

Mit rund fünf Millionen Euro fördert die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) das internationale Graduiertenkolleg „Physical Modeling for Virtual Manufacturing Systems and Processes“ der Technischen Universität Kaiserslautern (TUK) für weitere viereinhalb Jahre bis 2023. Damit kann an die 2014 begonnene erfolgreiche erste Förderphase angeknüpft werden, in der bereits 20 Promotionen innerhalb des IRTG abgeschlossen wurden. Als das erste internationale Graduiertenkolleg der Fachrichtung Produktionstechnik adressiert das IRTG 2057 die Entwicklung von virtuellen Modellen innerhalb der Produktion. Die Modelle decken hierbei Vorgänge von der Prozessebene über die Maschinenebene bis hin zur Fabrik ab (siehe Abbildung), womit die gesamte Prozesskette betrachtet wird. Dies fängt bei atomaren Wechselwirkungen an und geht über Produktionsflüsse in den Produktionsstätten bis hin zum energie- und ressourceneffizienten Planen ganzer Fabriken. Die sogenannten level bridging-Projekte beschäftigen sich mit Methoden und Modellen, um diese drei Ebenen zu verknüpfen und zu visualisieren, sowie eine die Ebenen übergreifende Zusammenarbeit zu ermöglichen. Insbesondere im Kontext der Industrie 4.0 stellen virtuelle Modelle eine wichtige Grundlage dar, um Abläufe in der Produktion besser verstehen, planen und steuern zu können. In der zweiten Förderperiode werden die Modelle auf die Bereiche Supply Chain und Augmented Reality erweitert und der Bereich additive Fertigung wird gestärkt.



Betrachtungsebenen der Modelle im IRTG 2057

Innerhalb des IRTG kooperieren Wissenschaftler der TU Kaiserslautern und der University of California an den Standorten Davis und Berkeley. Dabei sind die Arbeiten im IRTG 2057 interdisziplinär getrieben. So sind neben Instituten aus dem Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik auch Arbeitsgruppen aus der Physik und vor allem der Informatik Teil des Graduiertenkollegs. Diese Interdisziplinarität spiegelt sich auch in den entwickelten Modellen wider.

Neben diesem interdisziplinären Forschungsprogramm steht vor allem die Ausbildung der Doktoranden des IRTG 2057 im Vordergrund. Hierzu wurde ein Qualifikationsprogramm entwickelt, welches die besonderen Erfordernisse des Programms widerspiegelt. So erhält jeder Doktorand neben seinem Doktorvater einen Co-Advisor aus einer der Partneruniversitäten. Der fachliche Austausch und die Zusammenarbeit werden durch regelmäßige Treffen sowie durch mehrmonatige Forschungsaufenthalte an den jeweiligen Partneruniversitäten gefördert. Ergänzt wird dies

durch regelmäßige Seminare für Schlüsselqualifikationen und Vorträge von Gastwissenschaftlern. Kern des Qualifizierungsprogramms sind die von den beteiligten Wissenschaftlern entwickelten lecture lines. Diese behandeln übergeordnete Themenbereiche des IRTG 2057, um eine gemeinsame Wissensbasis für die Doktoranden der unterschiedlichen Fachrichtungen zu schaffen.



Struktur des Qualifikationsprogramms

Mit der Bewilligung der zweiten Förderphase können die begonnenen Arbeiten fortgeführt werden. Die Förderung über insgesamt neun Jahre wird es ermöglichen, die bisher meist in der Forschungsumgebung erprobten Modelle zu einer Reife zu entwickeln, die auch industrielle Anwendungen erlaubt. So dienen die Arbeiten eines Doktoranden im Bereich der additiven Fertigung als Grundlage für ein Software-Programm zur Auslegung von Leichtbaustrukturen. Wir sind sicher, dass es in der zweiten Förderphase weitere solche Erfolge und Ausgründungen geben wird.

Kurze Zeit nach der Bewilligung fand das 8. General Meeting des IRTG vom 24. bis 28. September 2018 am Lake Tahoe, Kalifornien, statt. Am 01.07.2017 startete die zweite Kohorte von Doktoranden, deren Arbeiten an die der ersten anknüpfen und sich somit weiter mit dem Thema „Physical Modeling for Virtual Manufacturing Systems and Processes“ beschäftigen. Nach dem letztjährigen Kick-off-Meeting in Davis konnten in diesem Jahr Fortschritte und erste Ergebnisse der zweiten internationalen Gruppe aus Doktoranden vorgestellt werden. Neben Doktoranden der TUK präsentierten Kollegen der kalifornischen Partneruniversitäten ihre Forschungsprojekte. Die Präsentationen und anschließenden Diskussionen regten zu gemeinsamen Kooperationen an. Neben den Präsentationen der Doktoranden fand die Vorlesungsreihe zum Thema „Features in Virtual Manufacturing“ statt. Es wurden grundlegende Kenntnisse und praktische Fähigkeiten in der Datenvisualisierung sowie Kernkompetenzen in Gestaltung, Realisierung und Nutzung von Visualisierung vermittelt. Der Verlauf des General Meetings zeigt, wie im IRTG die interdisziplinäre und internationale Doktorandenausbildung konsequent weiterverfolgt wird.

Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Jan C. Aurich
E-Mail: fbk@mv.uni-kl.de
Telefon: 0631 205 – 2618

BMBF-Projekt „InnoServPro – Innovative Serviceprodukte für individualisierte, verfügbarkeitsorientierte Geschäftsmodelle für Investitionsgüter“ auf der Zielgeraden

Ergebniskonferenz am 4. April 2019 im Rahmen der Hannover Messe

Die Transformation vom Produktanbieter zum Lösungsanbieter hat in der Investitionsgüterindustrie längst Einzug gehalten. Aus diesem Grund bieten Hersteller von Werkzeugmaschinen, mobilen Arbeitsmaschinen, etc. ganzheitliche Lösungen, sogenannte Produkt-Service-Systeme (PSS) an. Um sich in einem härter werdenden Markt behaupten zu können, sind Produktivität und Verfügbarkeit zunehmend wichtige Alleinstellungsmerkmale. Diese können im Rahmen von PSS durch geeignete Serviceprodukte sichergestellt und beispielsweise durch ver-

fügarkeitsorientierte Geschäftsmodelle am Markt angeboten werden. Bei verfügbarkeitsorientierten Geschäftsmodellen garantiert der Anbieter dem Kunden die Einsatzfähigkeit des Investitionsgutes und wird dementsprechend entlohnt. Ein Vorteil für den Kunden ist dabei, dass notwendige Serviceprozesse nicht von ihm selbst beauftragt werden müssen, sondern vom PSS-Anbieter initiiert werden. Ein Vorteil für den Anbieter resultiert aus der besseren Koordination und dem Zusammenlegen kundenübergreifender Serviceeinsätze. Um die Verfügbarkeit



Besichtigung der LTI Motion GmbH in Lahnau

von Maschinen und Anlagen sicherzustellen, müssen Konzepte wie vorausschauende Wartung oder im Falle eines unvorhergesehenen Ausfalls eine schnellstmögliche Instandsetzung entwickelt und realisiert werden. Dazu müssen passende verfügbarkeitsorientierte Geschäftsmodelle erarbeitet werden, was wiederum die Entwicklung intelligenter, kommunikationsfähiger Komponenten notwendig macht. Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Projekt „InnoServPro – Innovative Serviceprodukte für individualisierte, verfügbarkeitsorientierte Geschäftsmodelle für Investitionsgüter“ läuft seit Oktober 2015 und zielt auf die Entwicklung und Realisierung solcher Lösungen. Beispielsweise werden im Projekt intelligente, kommunikationsfähige Komponenten entwickelt, die den Zustand eines Investitionsgutes überwachen und dessen Feld- bzw. Betriebsdaten über eine cloudbasierte Kommunikationsplattform an einen Serviceanbieter übermitteln. Durch geeignete Methoden und Logiken (Business Analytics) erfolgt dann die Auswertung der Daten und das Ableiten von Handlungsempfehlungen.

Im Projektconsortium beteiligt sind vier Lehrstühle der TU Kaiserslautern aus dem Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik: Der Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Betriebsorganisation (FBK), der Lehrstuhl für Virtuelle Produktentwicklung (VPE), der Lehrstuhl für Messtechnik und Sensorik (MTS) sowie der Lehrstuhl für Maschinenelemente und Getriebetechnik (MEGT). Das Konsortium besteht zudem aus zwölf geförderten Unternehmen, Schaeffler Technologies AG & Co. KG, Grimme Landmaschinenfabrik GmbH & Co. KG, John Deere GmbH & Co. KG, BHN Dienstleistungs GmbH & Co. KG, Sensitec GmbH, ANEDO Ltd., T-Systems International GmbH, Bechtle GmbH & Co. KG, em engineering methods AG, XPLM Solution GmbH, UNITY AG sowie enbiz engineering and business solutions GmbH.

Das 8. Konsortialtreffen in InnoServPro fand am 23. und 24.10.2018 bei der Sensitec GmbH in Lahnau statt. Neben zahlreichen Arbeitstreffen wurde die aktuellen Ergebnisse in Vorbereitung auf die Ergebniskonferenz vorgestellt. Zudem durften die Konsortialpartner den Produktionsbereich sowie die Messestände des Schwesternunternehmens LTI Motion GmbH besichtigen (siehe Abbildung).

Am Donnerstag, den 4. April 2019 findet im Rahmen der Hannover Messe 2019 die Ergebniskonferenz von InnoServPro statt. Teilnehmern bietet sich die Möglichkeit, die Ergebnisse des Projekts vor Ort mitzuerleben. Es werden praxisnahe Ergebnisse der zwei Demonstratoren aus der Landtechnik (Grimme und John Deere) und des Demonstrators aus dem Bereich Intralogistik (bhn/Lenze/Schaeffler) vorgestellt. Zudem bieten Marktplätze die Möglichkeit, mit den Referenten und den Projektbearbeitern direkt in Kontakt zu treten. Weitere Informationen hinsichtlich der Konferenzteilnahme entnehmen Sie bitte den in Kürze bereitgestellten Informationen auf www.innoservpro.de.

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

Innovative neue Technologie für den Einsatz von Kühlschmierstoffen (KSS) Transferprojekt des SFB 926 erfolgreich abgeschlossen

Für eine effiziente Zerspanung von Hochleistungswerkstoffen sind optimierte Bearbeitungsstrategien notwendig. Hochdruck-Kühlkonzepte mittels eines gerichteten KSS-Freistrahls und hohen KSS-Düsenaustrittsgeschwindigkeiten werden häufig eingesetzt, wodurch die Standzeit der Werkzeuge, der Spanbruch und die Prozesssicherheit verbessert werden. Verbesserte Werkstückrandzoneneigenschaften sind weitere positive Eigenschaften, die mit einer angepassten Wärmeabfuhr aus der Kontaktzone einhergehen. Vereinzelt werden kryogene Kühlkonzepte (z.B. CO₂, LN₂) eingesetzt, die einen noch geringeren Werkzeugverschleiß und verbesserte Werkstück-Randzoneneigenschaften während des Schlichtens zur Folge haben. Schwierig sind beim Einsatz kryogener Kühlkonzepte ist jedoch der erhöhte Aufwand für die Bereitstellung und Absaugung der kryogenen Kühlmedien sowie die unzureichende Kompatibilität mit konventionellen Zerspanwerkzeugen, was eine hohe Bevorratung von Spezialwerkzeugen erfordert. Aus ökonomischer Perspektive hat sich die kryogene Zerspanung bislang nicht gegen herkömmliche Kühlkonzepte durchsetzen können.

Im Rahmen des Transferprojekts „Kryogene Kühlschmierstoffe für die Zerspanung auf der Basis von Monoethylenglykol“ innerhalb des Sonderforschungsbereichs 926 wurde ein neuartiges Konzept verfolgt. Geeignete Flüssigkeitsmischungen werden auf bis zu -80 °C temperiert und unter erhöhten Düsenaustrittsgeschwindigkeiten in die Kontaktzone als sub-zero KSS zugeführt. Die Temperaturen und damit der Verschleiß der Zerspanwerkzeuge werden bei der Verwendung dieses Kühlkonzepts besser reduziert als mithilfe herkömmlicher Kühlungen. Verbunden mit der starken Kühlwirkung ist ferner ein hoher Temperaturgradient zwischen Spanober- und Spanunterseite. Dies führt zu thermischen Spannungen innerhalb des Spans und damit zu reduzierten Kontaktlängen zwischen Span mit der Spanfläche des Werkzeugs, wodurch ein guter Spanbruch und günstige Spanformen erreicht werden. Eine robuste Prozesssicherheit und -stabilität sind die Folge. Die Einsatzzeichnung herkömmlicher Zerspanwerkzeuge wurde anhand von Feldversuche am Beispiels der Fertigung von Turbolader-Impellern aus Ti-6Al-4V untersucht. Die Verwendung von Zerspanwerkzeuge für Hoch-

druck-Kühlkonzepte führt hier zu besseren Ergebnissen als der industrielle Standardprozess unter Einsatz von Emulsion, wodurch bestehendes Werkzeuginventar verwendbar ist. Weiteres Verbesserungspotential bieten jedoch spezifisch auf den sub-zero KSS angepasste Zuführbedingungen in die Kontaktzone, besonders hinsichtlich der Ausrichtung und Düsenaustrittsgeschwindigkeit des sub-zero KSS-Freistrahls.



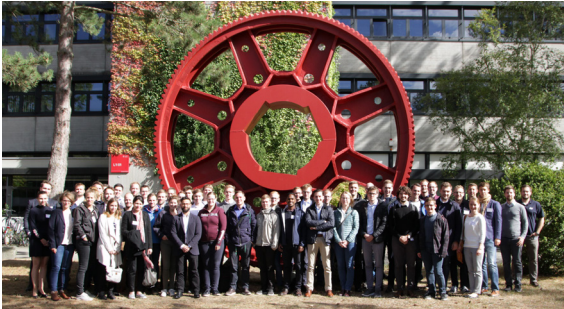
Sub-zero Kühlschmierstoffe im Einsatz für die Zerspanung von Titanlegierungen

Für den zukünftigen Erkenntnistransfer ist ein Arbeitskreis am FBK in Planung. Die Zielsetzung des Arbeitskreises besteht darin, seinen Mitgliedern eine ganzheitliche Betrachtung bezüglich dieser neuartigen sub-zero KSS zu ermöglichen. Mit diesem Arbeitskreis werden daher Maschinen- und Werkzeughersteller aber auch Anbieter von System- und Pumpentechnologien angesprochen. Innerhalb des Arbeitskreises werden Forschungsthemen am Forschungsbedarf der Mitgliedsfirmen orientiert und die gewonnenen Erkenntnisse vor einer Veröffentlichung exklusiv zur Verfügung gestellt und diskutiert.

Kontakt
Dipl.-Ing. (FH) Stephan Basten
E-Mail: stephan.basten@mv.uni-kl.de
Telefon: 0631 205 – 3721

WGP-Assistententreffen 2018 an der TU Darmstadt

Vom 24. bis 26. September 2018 fand an der TU Darmstadt das WGP-Assistententreffen statt, an dem auch zwei Promovierende des FBK teilnahmen. Diese Tagung bietet die Möglichkeit der deutschlandweiten Vernetzung und des gegenseitigen Erfahrungsaustauschs der Institute im Bereich der Produktionstechnik. Ausgerichtet wurde das Assistententreffen von dem Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen (PTW) unter der Leitung von Herrn Prof. Dr.-Ing. Abele sowie von dem Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen (PtU) unter der Leitung von Herrn Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Groche.



Gruppenbild der Teilnehmer des WGP-Assistententreffens

Nach der Begrüßung und dem gemeinsamen Abendessen hatten die etwa 50 wissenschaftlichen Assistenten/Innen die Möglichkeit, einen ersten Einblick in das Versuchsfeld zu bekommen. Am zweiten Tag stellten die Promovierenden der TU Darmstadt ihre Projekte vor. Außerdem hielt Herr Dr. rer. pol. Link der ADAMOS GmbH einen Impulsvortrag zum Thema Digitalisierung, welcher den Workshop zum Thema „Geschäftsmodelle im Zeitalter der Digitalisierung“ einleitete. In vier Kleingruppen wurden dabei Geschäftsmodelle erarbeitet und anschließend den anderen Tagungsteilnehmern vorgestellt. Da die Assistenten/Innen in sehr unterschiedlichen Forschungsfeldern der Produktions- und Fertigungstechnik arbeiten, konnten in die Diskussionen verschiedene Sichtweisen eingebracht werden. Die Veranstaltung endete mit einer Feedback-Runde, bei der besonders der Meinungsaustausch und die Vernetzung mit anderen Instituten gelobt wurden.

Kontakt

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

Neue 3D-Drucker für die Lehre

Neu konzipierte Lehrveranstaltung zum Thema additive Fertigung

Additive Fertigung ist ein Überbegriff für eine Klasse von Fertigungsverfahren, die das Prinzip des schichtweisen Materialauftrags zum Aufbau dreidimensionaler Bauteile nutzen. Dies erlaubt die wirtschaftliche Fertigung komplexer Geometrien, die durch spanende Fertigungsverfahren nur schwer realisierbar sind. Die Bedeutung der additiven Fertigung nimmt aufgrund dieser Potenziale stetig zu und wird am FBK im Rahmen mehrerer Projekte erforscht.



3D-Drucker „Ultimaker 3“

Um diesbezüglich bereits in der Ingenieursausbildung wichtige Kompetenzen zu vermitteln, wird die Vorlesung „Digitale Werkzeuge der Produktgestaltung II“ mit starkem Fokus auf additive Fertigung neu konzipiert. Neben theoretischen Grundlagen und Einblicken in die Forschung wird hier ein hoher Anwendungsbezug hergestellt. Um dies zu gewährleisten, wurden vom FBK vier 3D-Drucker des Typs „Ultimaker 3“ beschafft. Mit diesen Geräten, die nach dem Prinzip des fused deposition modeling (FDM) arbeiten, werden die Studierenden zuvor konstruierte Bauteile additiv gefertigt. Neben der Vermittlung von technologischem Wissen liegt dabei besonderes Augenmerk auf der digitalen Prozesskette, die dem eigentlichen Fertigungsprozess vorgelagert ist. Die einzelnen Schritte der digitalen Prozesskette, von der Konstruktion und Optimierung der Bauteile über deren Platzierung im Bauraum bis hin zur Generierung von druckfähigem Code, werden von den Studierenden durchlaufen. Die neu gestaltete Vorlesung wird im Sommer 2019 zum ersten Mal angeboten.

tischen Grundlagen und Einblicken in die Forschung wird hier ein hoher Anwendungsbezug hergestellt. Um dies zu gewährleisten, wurden vom FBK vier 3D-Drucker des Typs „Ultimaker 3“ beschafft. Mit diesen Geräten, die nach dem Prinzip des fused deposition modeling (FDM) arbeiten, werden die Studierenden zuvor konstruierte Bauteile additiv gefertigt. Neben der Vermittlung von technologischem Wissen liegt dabei besonderes Augenmerk auf der digitalen Prozesskette, die dem eigentlichen Fertigungsprozess vorgelagert ist. Die einzelnen Schritte der digitalen Prozesskette, von der Konstruktion und Optimierung der Bauteile über deren Platzierung im Bauraum bis hin zur Generierung von druckfähigem Code, werden von den Studierenden durchlaufen. Die neu gestaltete Vorlesung wird im Sommer 2019 zum ersten Mal angeboten.

Kontakt

M.Sc. Moritz Glatt
E-Mail: moritz.glatt@mv.uni-kl.de
Telefon: 0631 205 – 3722

Neue Mitarbeiter



Marius Heintz arbeitet seit September 2018 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am FBK. Der Schwerpunkt seiner Tätigkeit liegt im Bereich Mikroschleifen.



Tobias Mayer arbeitet seit Dezember 2018 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am FBK. Der Schwerpunkt seiner Tätigkeit liegt im Bereich Mikroerspannung.

Ausgewählte Veröffentlichungen

L. Yi, G. Mert, J.C. Aurich: Kumulierter Energieaufwand technischer Produkt-Service Systeme - Analyse des lebenszyklusorientierten Energieaufwands technischer Produkt-Service Systeme. *ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb* 113/3 (2018): S. 128-132.

M. Glatt, C. Sinnwell, S. Basten, J.C. Aurich, G. Andreis-Hofmann, A. Quinten: Optimierungspotentiale bei der Fertigung von Werkstoffproben - Handlungsempfehlungen zur wirtschaftlicheren Gestaltung einer Probenwerkstatt. *VDI-Z Integrierte Produktion* 160/10 (2018): S. 39-41.

J. Hartig, B. Kirsch, J.C. Aurich: Drehen von austenitischem Gusseisen. *wt Werkstattstechnik online* 108/10 (2018): S. 736-742.

S. Gutwein, B. Kirsch, T. Herrmann, H. Derouach, J.C. Aurich: Kurzpulslaserbearbeitung unterschiedlicher Hartmetallsorten - Identifikation geeigneter Parameter zur gezielten Präparation von Schneidkanten. *ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb* 113/7-8 (2018): S. 453-457.

M. Glatt, G. Kasakow, J.C. Aurich: Combining physical simulation and discrete-event material flow simulation. *Procedia CIRP* 72 - Proceedings of the 51st CIRP Conference on Manufacturing Systems (2018): S. 420-425.

D. Setti, P.A. Arrabiye, B. Kirsch, J.C. Aurich: Visualization of geometrical deviations in micro grinding by kinematic simulations. *Proceedings of ASME 13th Manufacturing Science and Engineering Conference* (2018): S. V004T03A038. doi:10.1115/MSEC2018-6576

H. Hotz, B. Kirsch, S. Becker, E. von Harbou, R. Müller, J.C. Aurich: Modification of surface morphology during cryogenic turning of metastable austenitic steel AISI 347 at different parameter combinations with constant CO₂ consumption per cut. *Procedia CIRP* 77 - Proceedings of the 8th CIRP Conference on High Performance Cutting (2018): S. 207-210.

M.P. Lautenschlaeger, S. Stephan, M.T. Horsch, B. Kirsch, J.C. Aurich, H. Hasse: Effects of lubrication on friction and heat transfer in machining processes on the nanoscale: a molecular dynamics approach. *Procedia CIRP* 67 - Proceedings of the 11th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering (2018): S. 296-301.

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