

Editorial

In diesem Jahr war der SFB 747 Aussteller auf der Hannover Messe 2013 und hat einer breiten Fachöffentlichkeit seine Forschungsaktivitäten bezüglich einer beherrschten Umformtechnik für metallische Mikrobauteile sichtbar gemacht. Das uns entgegengebrachte Interesse bestärkt uns, weiterhin unseren Fokus auf den Dialog mit der Industrie zu setzen. Einen geeigneten Rahmen hierfür bildet unser jährlich stattfindendes Industriekolloquium. Hier werden die neuesten Forschungsergebnisse aus dem SFB, aufbereitet für die Anwender aus der Industrie, vorgestellt. Das nächste Kolloquium findet am 13.11.2013 in Bremen statt.

Hierzu möchten wir Sie bereits jetzt herzlich einladen und freuen uns auf ihren Besuch.
Ihr SFB-Team

Inhaltsverzeichnis

- 01 A3: Stoffanhäufen
- 03 A6: Reibungspolieren
- 03 Ankündigung: 6. Industriekolloquium „Mikrokaltumformen“
- 03 Buch „Micro Metal Forming“
- 04 Personalia
- 04 Honorarprofessoren
- 04 Hannover Messe 2013
- 04 Gastwissenschaftler
- 04 Termine

Generieren von funktionalen Bauteilbereichen durch Stoffanhäufen mittels Laserumschmelzen

Heiko Brüning
Mischa Jahn

Teilprojektleiter sind Herr Prof. Dr.-Ing. Frank Vollertsen vom BIAS - Bremer Institut für angewandte Strahltechnik GmbH und Prof. Dr. Alfred Schmidt vom ZeTeM - Zentrum für Technomathematik.



Bild 1: Heiko Brüning

Heiko Brüning

Heiko Brüning studierte von Oktober 2006 bis März 2011 Maschinenbau an der Technischen Universität München. Seit April 2011 arbeitet er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am

BIAS - Bremer Institut für angewandte Strahltechnik GmbH in der Arbeitsgruppe Strukturierung. Sein Aufgabenbereich umfasst sowohl die Lasermikrobearbeitung als auch die Mikromassivumformung.

Mischa Jahn

Mischa Jahn studierte von Oktober 2006 bis Oktober 2011 Mathematik an der Universität Bremen. Seit November 2011 arbeitet er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am ZeTeM - Zentrum für Technomathematik in der Arbeitsgruppe Numerik partieller Differentialgleichungen. Schwerpunkte seiner Arbeit sind FE-Methoden und gekoppelte Probleme.

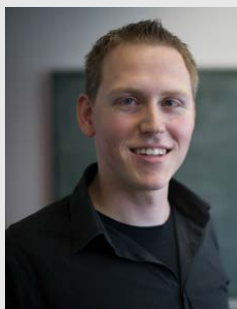


Bild 2: Mischa Jahn

Generieren von funktionalen Bauteilbereichen durch Stoffanhäufen mittels Laserumschmelzen

Eine Vielzahl von metallischen Bauteilen wird mit Hilfe von umformenden Fertigungsverfahren wie z. B. dem Stauchen erzeugt. Umformende Fertigungsverfahren bieten den Vorteil, dass die erzeugten Bauteile einen ungestörten Faserverlauf aufweisen. Dadurch können umgeformte Bauteile höheren Belastungen ausgesetzt werden. Weitere Vorteile sind sowohl durch die hohe Ausbringung als auch durch geringe geometrische Toleranzen der Umformerzeugnisse gegeben. Um das Stauchen trotz aufgrund von Größeneffekten kleineren Stauchverhältnissen im Mikrobereich einsetzen zu können, ist am BIAS ein Verfahren entwickelt worden, mit dem Stauchverhältnisse von über 500 mittels Laserumschmelzen erreicht werden können. In einem Urformschritt wird hierbei das Ende eines stabförmigen Halbzeuges mit einem Laser aufgeschmolzen. Aufgrund der mit zunehmender Miniaturisierung steigenden Wirkung der Oberflächenspannung bildet der Schmelzbereich eine nahezu kugelförmige

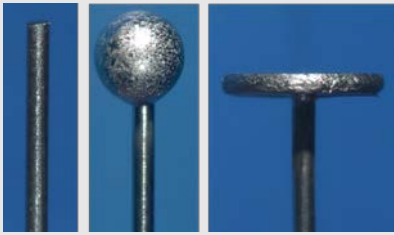


Bild 3 (v.l.n.r.): Ausgangshalbzeug, Durchmesser 0.5 mm. Zwischenform. Umformerzeugnis

Geometrie aus. Nach der Erstarrung kann diese durch einen Umformprozess in die Endgeometrie überführt werden. Die Umformung kann entweder im offenen oder geschlossenen Gesenk stattfinden. Bild 3 zeigt sowohl das Ausgangshalbzeug, die Zwischenform unmittelbar nach der Erstarrung als auch das durch Stauchen im offenen Gesenk erzeugte Endprodukt.

Das Generieren von Bauteilen mittels Laserumschmelzen besitzt eine Selbstnivellierungseigenschaft, die es ermöglicht, Zwischenformen mit einer Standardabweichung im Durchmesser von weniger als 0.4% zu erzeugen. Wird ein Zielwert der Prozessfähigkeit $c_p=1.33$ bei einer Toleranzbreite von 6σ angenommen, so erreicht der Urformprozess den Toleranzgrad IT10. Da das Volumen der Zwischenform lediglich von der eingebrachten Laserenergie abhängt, wirken sich selbst Abweichungen im Durchmesser des Ausgangshalbzeuges von $\pm 50\%$ nicht auf das Volumen der Zwischenform aus. Aus diesem Grund sind die mittels Laserumschmelzen generierten Zwischenformen hervorragend für einen Umformprozess im geschlossenen Gesenk geeignet.

Die Handhabung von Mikrobauanteilen wird durch die Erzeugung eines Verbundes deutlich vereinfacht. Dazu werden ein Trägerdraht und der Werkstückdraht lotrecht ausgerichtet und durch einen Laser verschweißt. Anschließend wird der Werkstückdraht thermisch getrennt. An dem nun freien Ende wird die Zwischenform erzeugt, der Draht weitergeführt und der Vorgang wiederholt. Der so entstandene Verbund wird Kammverbund genannt. Mit Hilfe einer neu entwickelten Komponente (Bild 4) zur Erweiterung der Versuchsanlage ist es

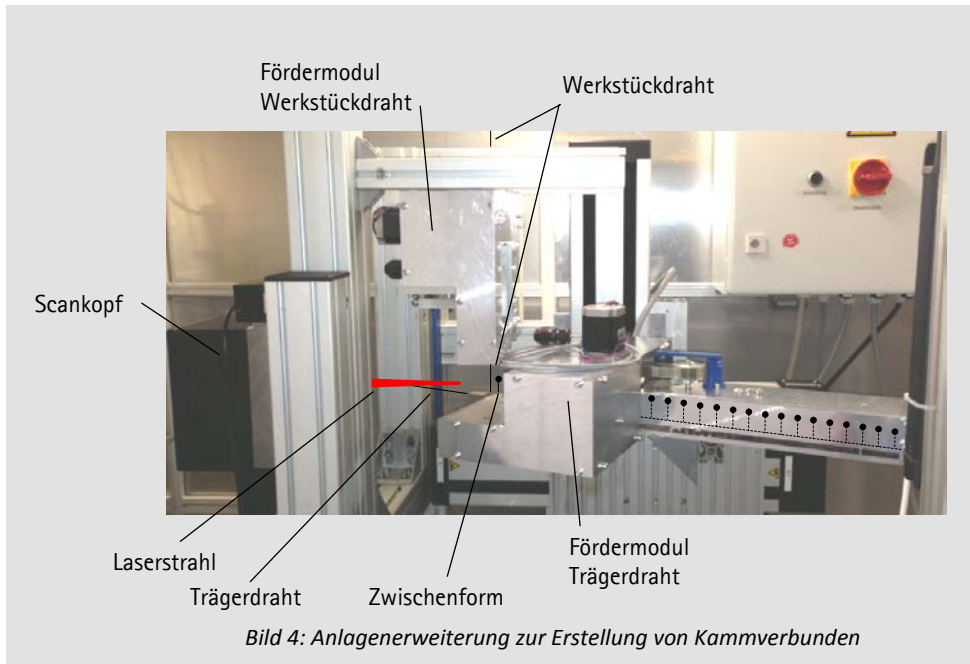


Bild 4: Anlagenerweiterung zur Erstellung von Kammverbunden

möglich, den Prozess vollautomatisiert laufen zu lassen. Bild 5 zeigt einen Teil eines Kammverbundes mit einem Trägerdrahtdurchmesser von 1.0 mm und Zwischenformen mit 0.9 mm Durchmesser aus austenitischem Edelstahl 1.4301.

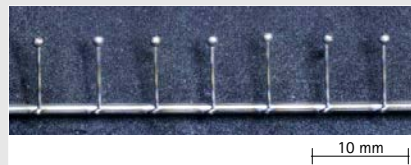


Bild 5: Kammverbund aus Edelstahl, 1.4301

Eine besonders wichtige Eigenschaft für das Umformverhalten der Zwischenformen ist deren Mikrostruktur. Diese wird entscheidend durch den Verlauf des Abkühlungsprozesses beeinflusst. Um diesen möglichst genau vorhersagen zu können, wird der Laserumschmelzprozess mit partiellen Differentialgleichungen modelliert und eine numerische FE-Simulation entwickelt.

Zur numerischen Simulation des Urformschrittes wurde die bestehende FE-Software „Navier“ zur Lösung der Navier-Stokes Gleichungen mit freier Oberfläche von E. Bänsch (Universität Nürnberg-Erlangen) um die Wärmeleitungsgleichung, das Stefan-Problem und dessen Kopplung mit der freien Oberfläche erweitert.

Dazu wurde ein neuer Simulationsansatz entwickelt, der aus der Kopplung

einer Enthalpie-Formulierung mit einem Arbitrary-Lagrangian-Eulerian (ALE)-Ansatz besteht.

Die Finite-Elemente-Simulation wird u. a. verwendet, um das Erstarrungsverhalten der Zwischenformen im Anschluss an den Urformschritt zu untersuchen und dessen Einfluss auf das Gefüge zu ermitteln.

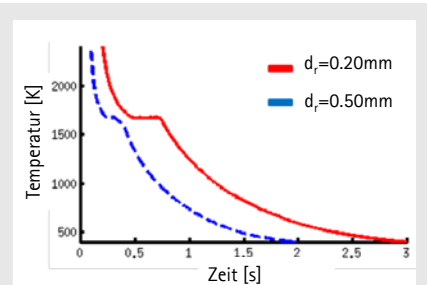


Bild 6: Abkühlverlauf von Zwischenformen bei unterschiedlichem Drahtdurchmesser

In Bild 6 sind simulierte Abkühlungsverläufe für das Zentrum zweier Zwischenformen mit dem Durchmesser $d_H=0.9$ mm dargestellt. Der Ausgangsdurchmesser der verwendeten Drähte sind $d_r=0.2$ mm (rot, durchgezogene Linie) und $d_r=0.5$ mm (blau, gestrichelte Linie). Das Abkühlungsverhalten der Proben als Größeneffekt ist sehr gut erkennbar, da die Zwischenform am Draht mit dem kleineren Durchmesser wesentlich langsamer erstarrt. ■

Thermochemische Formgebung von Diamant als Mikroumformwerkzeug

Christian Robert

Projektleiter des Teilprojektes A6 ist Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E.h. Eckard Brinksmeier vom IWT - Stiftung Institut für Werkstofftechnik.

Christian Robert

Dipl.-Ing. Christian Robert studierte von Oktober 2004 bis Februar 2011 an der Technischen Universität Bergakademie Freiberg Technologiemanagement mit dem Schwerpunkt Werkstofftechnologie. Seit Mitte 2011 arbeitet er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am IWT im Labor für Mikrozerspanung (LFM) als Forschungsingenieur im Bereich Präzisionsbearbeitung.



Bild 7: Christian Robert

Reibungspolieren – Endbearbeitung von laservorgeformten monokristallinen Diamanten

Die Herstellung von Mikrobauteilen aus hochfesten Metallblechen durch Mikrotiefziehen erfordert bei der in-

dustriellen Massenfertigung sehr harte und verschleißbeständige Formeinsätze. Hier erscheint monokristalliner Diamant aufgrund seiner herausragenden Werkstoffeigenschaften wie hohe Härte, hohe Verschleißbeständigkeit gegenüber vielen Metallen und seiner geringen chemischen Reaktivität als ein geeigneter Werkzeugwerkstoff. Dem gegenüber stehen die bisherigen hohen Kosten bei der Bearbeitung von Diamant. Ziel dieses Projektes ist die Entwicklung eines Verfahrens – genannt Reibungspolieren – für die Endformgebung laservorbearbeiteter monokristalliner Diamanten für den Einsatz als Formwerkzeug sowie ein vertiefendes Verständnis des thermochemischen Verschleißes von Diamant in Kontakt mit eisenbasierten Legierungen.

Grundprinzip des Reibungspolierens ist ein bis zu 50.000 Umdrehungen pro Minute rotierender Stahlstab, der auf den zu bearbeitenden und extern bis auf 500 °C erwärmten Diamanten gedrückt wird. Hierdurch kommt es zu einem erhöhten Materialabtrag an der Diamantoberfläche. Bild 8 stellt das Oberflächenprofil eines laservorbearbeiteten Diamanten mit dem zugehörigen Profilschnitt im Ausgangszustand (links) und im polierten Zustand (rechts) dar. Die im Ausgangszustand gemessene Rauheit Sa von 126 nm und der maximale Höhenunterschied Sz von 5,3 µm verringerten sich nach einem Poliervorgang auf 37 nm bzw. 1,4 µm.

[Bri13] Brinksmeier E., Riemer O., Robert C.: Reibungspolieren von Diamantformeinsätzen wt-online Heft 06, 2013. ■

6. Industriekolloquium „Mikroaltumformen“

Ankündigung/Einladung

Am 13. November 2013 findet in Bremen das 6. Industriekolloquium „Mikroaltumformen“ des SFB 747 statt.

Das Kolloquium bietet ein vielfältiges Programm zum Thema „Mikroaltumformen“. Eine zentrale Rolle nehmen Fachvorträge zu aktuellen, industrierelevanten Ergebnissen des Sonderforschungsbereichs ein. Hier werden unter anderem Fragen der Qualitätssicherung bei Mikroumformprozessen im Fokus stehen. Die Vorträge werden von einer Poster- und Exponatenausstellung begleitet. Ein Besuch ausgewählter Labore ermöglicht es den Teilnehmern, Forschung und Entwicklung im SFB hautnah zu erleben. Das moderierte Transferforum ist eine weitere Plattform, sich über aktuelle Schwerpunktthemen der Industrie auszutauschen und der Forschung ein Feedback zu geben. Wir freuen uns sehr, wenn Sie sich diesen Termin bereits jetzt vormerken.

Aktuelle Informationen zum Programm und zur Anmeldung finden Sie unter

<http://www.sfb747.uni-bremen.de/6-kolloquium-mikroproduktion-13-11.2013>. ■

Erschienene Bücher

Micro Metal Forming

Aktuell ist das von den Wissenschaftlern des SFB 747 unter der Herausgeberschaft von Sprecher Herr Prof. F. Vollertsen verfasste Buch "Micro Metal Forming" im Springer Verlag in der Buchserie "Lecture Notes in Production Engineering" als Print-Version und ebook erschienen. Das Buch vermittelt Wissen über die aktuelle Forschung und die junge Geschichte dieser Technik und stellt für Studenten, Wissenschaftler und Ingenieure aus der Industrie, die bereits auf dem Gebiet der Umformtechnik zu Hause sind, ein Werk zur Verfügung, das ihre Kenntnisse auf die speziellen Anforder-

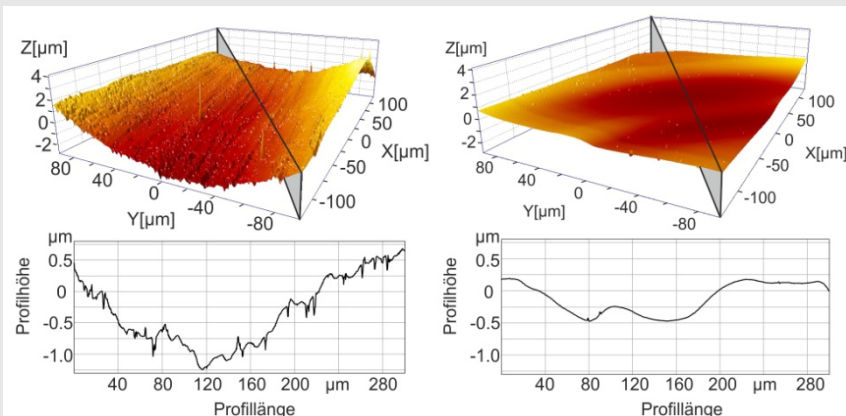


Bild 8: 3D-Oberflächenprofil und 2D-Profilschnitt eines laservorbearbeiteten monokristallinen Diamanten im Ausgangszustand (links) und nach dem Polieren (rechts) [Bri13]

rungen und Ansätze beim Umformen von metallischen Mikrobauteilen erweitert.



Bild 9: Erschienenes Buch „Micro Metal Forming“

Weitere Informationen zu den Inhalten und zum Erwerb des Buches erhalten Sie unter:
<http://www.springer.com/engineering/production+engineering/book/978-3-642-30915-1>.

Personalia

Leiter Industriearbeitskreis

Herr Dr.-Ing. Claus Thomy ist seit 1. Januar 2013 Nachfolger des in die Industrie gewechselten Dr. Helgi Diehl und leitet den Industriearbeitskreis des SFB 747. Herr Thomy wurde 2011 mit dem Thema „Dynamisches Prozessverhalten beim Laserstrahl-MSG-Hybridschweißen“ promoviert. Er war bisher außerdem als Gruppen- sowie Abteilungsleiter und in der Koordination von Industriekontakten tätig.



Bild 10: Dr.-Ing. Claus Thomy

Seine Kontaktdaten lauten:
 Dr.-Ing. Claus Thomy
 Tel: 0421/218-58037
 mobil: 0176-10315233
 e-mail: thomy@bias.de

Honorarprofessoren und Mitglieder des Industriearbeitskreises

Fachbereich Produktionstechnik

Die Herren Dr. Eberhard Rauschnabel (geschäftsführender Gesellschafter der Ifutec GmbH, Karlsruhe) und Dr. Joachim Schulz (Leiter Forschung und Entwicklung, Wisura GmbH) wurden zu Honorarprofessoren im Fachbereich Produktionstechnik der Universität Bremen ernannt. Beide Herren sind der Universität Bremen und dem Fachbereich seit vielen Jahren verbunden und geben Forschung und Lehre in Bremen wichtige Impulse aus der industriellen Praxis. Als Mitglieder des Industriearbeitskreises begleiten Sie darüber hinaus die Arbeiten im SFB747.

Hannover Messe 2013

Stand SFB 747

Der SFB 747 "Mikroaltumformen" hat auf der Hannover Messe 2013 seinen Demonstrator vorgestellt. Er hat gezeigt, dass mit dem im Rahmen des Teilprojekts B5 „Sichere Prozesse“ erforschten Konzept der Qualitätsüberwachung auf Basis der digitalen Holografie und einer anschließenden Qualitätsbeurteilung, die Grundlage für eine prozessintegrierte Qualitätsüberwachung von Mikrobauteilen gelegt werden konnte. Der Demonstrator ist auf weniger als 1 m² Bauraum realisiert.

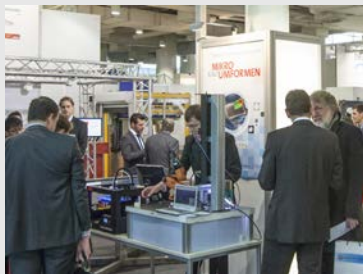


Bild 11: SFB 747 Messestand

Gastwissenschaftler

Professor Hamid Karimi

Prof. Hamid Reza Karimi von der University of Adger, Grimstad/Norwegen war vom 22. bis 26. April 2013 zu Gast in Bremen. Sein Vortrag "Stochastic Networked Control Systems: Progress and Challenges" war Ausgangspunkt für interessante und intensive Gespräche mit den Wissenschaftlern des SFB 747.

Termine 2013

8.+9.10.
6. Kolloquium Mikroproduktion

13.11.
6. Industriekolloquium „Mikroaltumformen“

Kooperationen

Beteiligte Institute:



Impressum

Herausgeber:
SFB 747

Sprecher:
Prof. Dr.-Ing. Frank Vollertsen
Klagenfurter Straße 2
28359 Bremen

Telefon +(49) 0421 / 218 58001
 Telefax +(49) 0421 / 218 58063
 Web: www.sfb747.uni-bremen.de

Redaktion:
Sabine Berk
Dr.-Ing. Sybille Friedrich
berk@bias.de