

Editorial

Wir möchten mit Ihnen in Dialog treten - das ist uns wichtig. Sei es auf der wissenschaftlichen Ebene, wie z.B. im Rahmen des Kolloquiums Mikroproduktion, mit dem Anwender aus der Industrie beim Industriekolloquium oder mit der allgemeinen Öffentlichkeit. Bei der Außendarstellung hat der Sonderforschungsbereich facebook als zusätzliche Kommunikationsplattform etabliert. Hier kann die interessierte Schülerin aber auch der Industriepartner oder die Wissenschaftlerin mit dem SFB, seinen Inhalten, aktuellen Aktionen und seinen Wissenschaftlern in Dialog treten. Vielleicht sind Sie ja jetzt neugierig geworden, einen Blick hineinzuworfen. Das SFB-Team wünscht Ihnen besinnliche Weihnachten und ein gesundes und erfolgreiches Jahr 2014!

Ihr SFB-Team

Geregelt-skalierbares Laserabtragsverfahren zur Herstellung konturierter Mikroumformwerkzeuge

Peiran Zhang, Salar Mehrafsun

Teilprojektleiter sind Herr Prof. Dr.-Ing. Frank Vollertsen vom BIAS - Bremer Institut für angewandte Strahltechnik GmbH und Prof. Dr.-Ing. Gert Goch vom BIMAQ - Bremer Institut für Messtechnik, Automatisierung und Qualitätswissenschaft.

Peiran Zhang

Dipl.-Ing. Peiran Zhang studierte Mechatronik an der technischen Universität Clausthal mit den Schwerpunkten Mess- und Regelungstechnik. Seit August 2009 arbeitet Frau Zhang als wissenschaftliche Mitarbeiterin am BIMAQ - Bremer Institut für Mess-



Bild 1: Peiran Zhang

technik, Automatisierung und Qualitätswissenschaft. Ihr Aufgabenbereich umfasst die Prozesssteuerung, -modellierung und -auswertung in der Mikroproduktion.

Salar Mehrafsun

Dipl.-Ing. Salar Mehrafsun studierte Produktionstechnik an der Universität Bremen. Seit Dezember 2010 arbeitet er als wissenschaftlicher Mit-

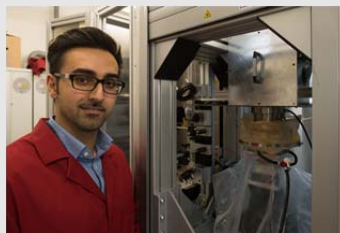


Bild 2: Salar Mehrafsun neben der Laser-Jet-Anlage

arbeiter am BIAS - Bremer Institut für angewandte Strahltechnik GmbH und ist seit Juli 2013 Leiter der Arbeitsgruppe Mikrostrukturierung. Sein Verantwortungsbereich umfasst sowohl die laserchemische Materialbearbeitung als auch die Mikrostrukturierung mittels Kurzpulslaser.

Inhaltsverzeichnis

- 01 A5: Laserkontur
- 03 B5: Sichere Prozesse
- 04 6. Industriekolloquium „Mikrokaltumformen“
- 04 Preisverleihung
- 04 Kolloquium Mikroproduktion
- 04 Gastwissenschaftler
- 04 nanoMan 2014
- 04 SFB 747 goes facebook
- 04 Termine



Geregelt-skalierbares Laserabtragsverfahren zur Herstellung konturierter Mikroumformwerkzeuge

Bei der Mikromaterialbearbeitung von Werkzeugen werden Strukturen mit einer Auflösung bis in den Submikrometerbereich erzeugt. Für die Strukturierung und Fertigung von Mikrokaltumformwerkzeugen bietet sich als ein materialschonendes und präzises Abtragsverfahren die laserchemische Feinbearbeitung in der Laser-Jet-Anlage an. Die Bearbeitung der Werkzeuge erfolgt anhand eines laserinduzierten chemischen Materialabtrags. Der Bearbeitungslaser wird über ein Linsensystem koaxial zum Ätzmittelstrahl durch eine Düse auf die Werkstückoberflächen fokussiert. Der Fokusedurchmesser lässt sich durch eine motorisierte Strahlaufweitung und einer Fokussieroptik zwischen 24 µm und 74 µm variieren. Das Werkstück ist in einem Ätzmittelbecken fixiert und kann über ein Drei-Achs-Positioniersystem mit einer Unsicherheit von 0,1 µm im Bearbeitungsraum positioniert werden. Somit lassen sich nicht nur minimale Strukturen < 10 µm und Mittenrauwerte Ra von

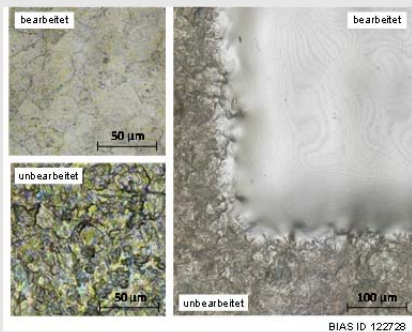


Bild 3: Vergleich der Oberfläche eines Werkstücks aus Titan vor und nach einer Bearbeitung in der Laser-Jet-Anlage.

< 0,1 µm erzielen (Bild 3), sondern auch gezielt Werkzeuge konturiert (Bild 4) bzw. gefertigt werden. Anhand geringer Laserleistungen von wenigen Watt können Mikrorisse und andere thermisch bedingte Materialdefekte vermieden werden.

Um eine sollkonturnahe Bearbeitung zu ermöglichen, werden die Querschnitte der benötigten Abtragprofile der einzelnen Laserbahnen auf Basis vorangegangener Messergebnisse mathematisch beschrieben. Zur Approximation des Abtragprofils dient eine Gaußsche Glockenkurve als Ausgangsprofil. Durch Variation der zwei Formparameter Amplitude und Standardabweichung, welche die Abtragtiefe und Abtragbreite einer Einzelbahn im Querschnitt beschreiben, können die einzelnen Laserabtragbahnen variiert und somit an die Sollgeometrie angepasst werden. Die mathematische Darstellung der Einzelabtragbahnen muss innerhalb der Prozessgrenzen beziehungsweise des wirksamen Abtragverhaltens liegen. Die gewünschte Gesamtabtragkontur erfolgt aus einer Überlappung der gaußförmigen Einzelabtragbahnen. Dabei wird die Abweichung zwischen Soll-Kontur und Superposition des geplanten Gaußschen Abtrags nach dem Prinzip der kleinsten Quadrate minimiert. Dazu werden jeder Einzelabtragbahn zwei Freiheitsgrade für die Formparameter und ein Freiheitsgrad für die Position zugeordnet. Bei beispielsweise drei Einzelabtragbahnen ergibt dies insgesamt neun Freiheitsgrade. Für die Realisierung eines Materialabtrags mit einer nahezu konstanten Qualität und einer wirtschaftlichen Fertigungsgeschwindigkeit, ist

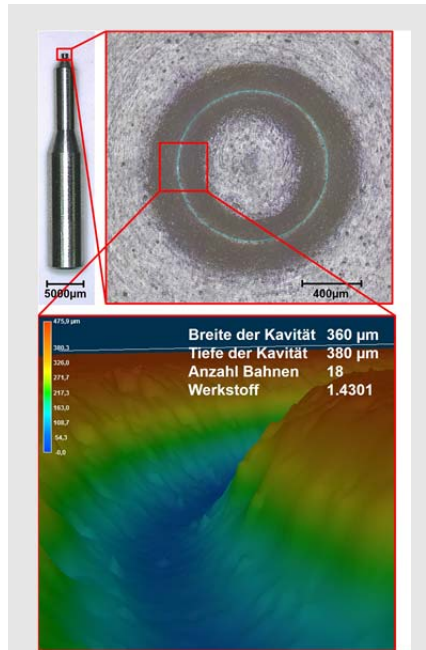


Bild 4: Laserchemisch hergestellte definierte Reibkante an einem Reibstift zur Diamantbearbeitung

eine Optimierung des Fertigungsprozesses erforderlich.

Die Implementierung eines Automatisierungssystems ermöglicht neben der automatisierten Parameter- und Bahnplanung, die Steuerung und Regelung des Materialabtrags.

Der Qualitätsregler besteht aus einer Bahnplanung und einem Prozessvorhersagenmodell. Die Bahnplanung legt die Positionen und Querschnitte der einzelnen Abtragsbahnen fest, um eine gewünschte Geometrie zu realisieren.

Basierend auf einem Prozessvorhersagenmodell werden die erforderlichen Prozessparameter zur Herstellung des gewünschten Abtragquerschnitts, z.B.: Laserleistung und Vorschubgeschwindigkeit, ermittelt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass das Laser-Jet-Verfahren sich zur kontaktlosen Mikrobearbeitung von Werkzeugen für den Einsatz in der Mikrosystemtechnik, Mikroproduktion und Medizintechnik eignet. Dank der Verwendung geringer Laserleistungen ist das Verfahren nahezu frei von thermischen Einflüssen auf die Werkstoffeigenschaften. Für eine Optimierung der Prozessstabilität und der Fertigungsgenauigkeit sorgt eine Qualitätsregelung mit integrierter Laserbahnplanung. Die automatisierte Laserbahnplanung ermöglicht einen sollkonturnahen laserinduzierten

chemischen Abtrag. Durch den Einsatz dieses flexiblen Fertigungsverfahrens werden hohe Oberflächenqualitäten und gratfreie Schnittkanten erreicht.

Qualitätsprüfung und logistische Qualitätslenkung mikrotechnischer Fertigungsprozesse

Silke Huferath-von Lüpke, Andreas Tausendfreund, Daniel Weimer

Leiter des Teilprojekts B5 sind Prof. Dr. rer. nat. Ralf Bergmann vom BIAS – Bremer Institut für angewandte Strahltechnik, Prof. Dr.-Ing. Gert Goch vom BIMAQ – Bremer Institut für Messtechnik, Automatisierung und Qualitätswissenschaft und Prof. Dr.-Ing. Bernd Scholz-Reiter vom BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik

Silke Huferath-von Lüpke

Silke Huferath-von Lüpke absolvierte nach dem Abitur eine Berufsausbildung zur Physiklaborantin am Max-Born-Institut in Berlin-Adlershof. Im Anschluss studierte sie Physik an der Universität Potsdam. Seit 2006 arbeitet sie am BIAS im Bereich der optischen Messtechnik. Ihr Aufgabenfeld liegt im Bereich der digitalen Holographie und im Gebiet der Kurzpuls-laser.

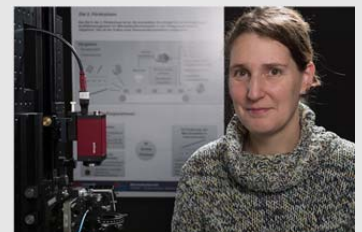


Bild 5: Silke Huferath-von Lüpke

Andreas Tausendfreund

Nach seiner Berufsausbildung zum Mechaniker und Elektroniker studierte Andreas Tausendfreund Physik in Siegen und Bremen. Seit 2005 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter am BIMAQ, Abteilung Optik und In-Prozess-Messtechnik. Seine Arbeitsschwerpunkte sind moderne Streufeldtheorien, die Entwicklung von Simulations- und Auswertalgorithmen, insbesondere deren hardwaremäßige Beschleunigung.



Bild 6: Andreas Tausendfreund

Daniel Weimer

Daniel Weimer studierte Elektro- und Informationstechnik an der Hochschule Aschaffenburg. Seit 2011 arbeitet Herr Weimer als wissenschaftlicher Mitarbeiter am BIBA. Seine thematischen Schwerpunkte liegen im Bereich der industriellen Bildverarbeitung und der künstlichen Intelligenz.



Bild 7: Daniel Weimer

Qualitätsprüfung und logistische Qualitätslenkung mikrotechnischer Fertigungsprozesse

In Teilprojekt B5 werden Verfahren zur prozessintegrierten Qualitätsprüfung von Mikrokaltumformbauteilen entwickelt. Das Verfahren ist in einer Demonstratorplattform realisiert (Bild 8). Durch eine digitalholographische Messung wird die Form der Bauteile erfasst und sodann Formabweichungen und Oberflächenunvollkommenheiten identifiziert. Das bildet wiederum die Basis einer logistischen Qualitätslenkung. Für die Formmessung wurde das 2-Wellenlängen-Verfahren der digitalen Holographie weiterentwickelt und implementiert. Vom Objekt werden Hologramme mit jeweils fünf Beleuchtungsrichtungen und zwei Wellenlängen (580,019 nm und 583,022 nm) aufgenommen und aus ihnen Amplituden- und Phasenverteilung numerisch rekonstruiert.

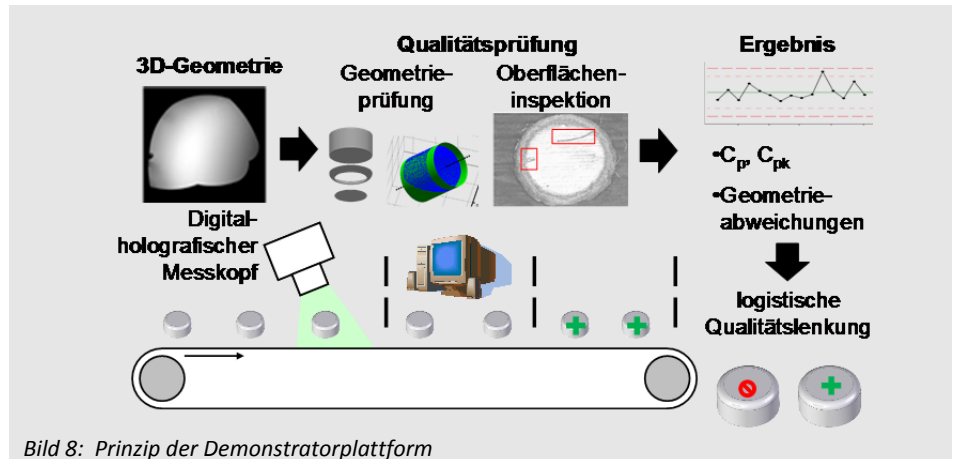


Bild 8: Prinzip der Demonstratorplattform

Zur Bestimmung des optimalen Rekonstruktionsabstands wurde eine effektive Methode entwickelt und eingesetzt: Durch Überlagerung der rekonstruierten Wellenfelder nach jeweiliger geometrischer Anpassung ergaben sich hochgenaue Amplituden- (Bild 9a) und Phasenverteilungen (Bild 9b), wobei die 2π -Sprünge in den Phasen als proportional zu Höhenlinien der Bauteilform interpretiert werden. Im Moment werden dabei Teile der Oberfläche aus einer Beobachtungsrichtung erfasst. Für die vollständige simultane Formfassung sollen später mehrere Beobachtungsrichtungen realisiert werden.

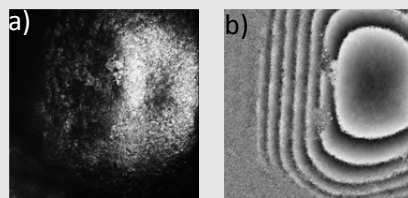


Bild 9: Rekonstruierte Amplitude (a) und Phase (b) eines Mikronapfes

Eine der zentralen Aufgaben des SFB 747 ist die Definition und Prüfung von Qualitätsmerkmalen wie z.B. Maß- und Formabweichungen. Um diese Größen bestimmen zu können, müssen in die Messpunktswolken der digitalen Holographie entsprechende Regelgeometrien approximiert werden. Einerseits sind hierfür die Grundgeometrieelemente in die Messdaten einzupassen, andererseits ist zu definieren, welcher Messpunkt welcher Regelgeometrie zuzuordnen ist. Erreicht wird dies durch das Einführen von zusätzlichen Freiheitsgraden in die Approximationsaufgabe

und eine Separation auf Basis von geometrischen Schnittelementen. Nach einer Entfaltung der Messpunktswolke von der Grundgeometrie erfolgt die Oberflächeninspektion der Mikrobauteile auf Basis einer Texturanalyse. Im ersten Schritt erfolgt eine Multiskalen- und Orientierungsanalyse des Eingangsbildes. Das Eingangsbild wird durch unterschiedliche Auflösungsstufen repräsentiert, die wiederum unterschiedliche Defektgrößen darstellen. Eine zusätzliche Orientierungsanalyse ermöglicht die Erkennung von Defekten unterschiedlicher Lage und Richtungsausbreitung. Das Auftreten von Oberflächenunvollkommenheiten wird somit durch eine maximale lokale Änderung in der Grundtextur der Bauteiloberfläche repräsentiert.

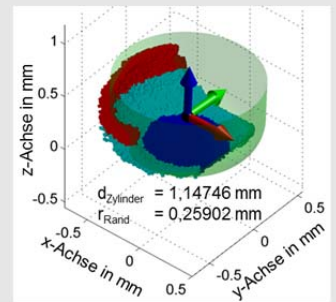


Bild 10: Trennfunktionsbasierte Separation von Messpunktswolken

Klassifikation und somit die Kategorisierung der Oberflächendefekte erfolgt durch den Einsatz künstlicher neuronaler Netze (KNN). In einem Trainingsschritt werden die Defektclassen durch abstrakte Merkmale repräsentiert und die Gewichte des KNN bestimmt. Es entsteht ein nicht-lineares Modell, das anschließend für die Klassifikation unbekannter Daten verwendet werden kann. ■

6. Industriekolloquium „Mikrokaltumformen“

Rückblick

Impulse für die Forschung und Anregungen für die industrielle Praxis – mit diesem Leitgedanken fand am 13. 11.2013 zum sechsten Mal das Industriekolloquium des SFB 747 Mikrokaltumformen in Bremen statt.



Bild 11: Gespräche unter Fachleuten

Mehr als 40 Teilnehmer aus der Industrie und den SFB-Instituten trafen sich einen Tag lang im neuen Forschungsgebäude LION zum Erfahrungsaustausch. Neben spannenden Laborbesichtigungen, der Posterausstellung und Fachvorträgen zu aktuellen Arbeitsergebnissen aus den Forschungen des SFB wurden besonders die beiden Vorträge aus den Unternehmen Harting Applied Technologies GmbH & Co. KG sowie Philips Consumer Lifestyle B.V. mit großem Interesse aufgenommen.

mikromal-Schulprojekt erhält Förderpreis Optische Technologien

Preisverleihung

Das Schulprojekt „Seminarfach Lasertechnik“ des Nachwuchsförderprojekts mikromal des SFB 747 wurde am 10.09.2013 mit dem Förderpreis Optische Technologien 2013 des HansePhotonik Vereins ausgezeichnet.

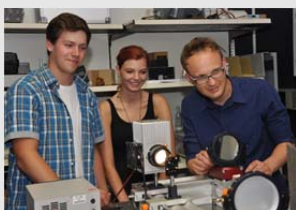


Bild 12: Schüler und Wissenschaftler beim Experimentieren

Im September 2012 startete das Projekt mit dem Gymnasium Brake. Die

Schüler/innen des Seminaarfachs um den Physiklehrer Ulf Drüding werden zwei Jahre von den Wissenschaftlern des SFB 747 Heiko Brüning und Hendrik Flosky begleitet. Es werden Grundlagen der Optik und die Anwendungsgebiete – insbesondere im SFB 747 – behandelt. Ein eigens dafür entwickelter optischer Aufbau ermöglicht die Erzeugung von Laserlicht, an dem die Schüler/innen unter sachkundiger Aufsicht der Wissenschaftler Experimente durchführen.

Kolloquium Mikroproduktion

Rückblick

Am 8.10.2013 fand das 6. Kolloquium Mikroproduktion in Braunschweig statt. Bei der alle zwei Jahre stattfindenden Veranstaltung diskutierte der SFB 747 im Rahmen von acht Vorträgen sowie einem Übersichtsvortrag des Sprechers Herrn Prof. Vollertsen die neuesten Entwicklungen mit Fachleuten aus dem Umfeld der Mikroproduktion. Die Veranstaltung wurde von den Wissenschaftlern aus dem SFB 747, den Nachfolgeprojekten der SFB 440, 499 und 516 sowie erstmalig von den Wissenschaftlern des Schwerpunktprogramms 1476 „Kleine Werkzeugmaschinen“ sowie des (beendeten) SFB 622 „Nanomessmaschine“ getragen.

Gastwissenschaftler

Dr. Henning Zeidler

Am 11. und 12.07.2013 war Dr. Henning Zeidler am SFB 747 zu Gast. Herr Dr. Zeidler ist Geschäftsführender Oberingenieur der Professur Mikrofertigungstechnik an der Technischen Universität Chemnitz. Im Rahmen des Besuches hielt Herr Dr. Zeidler die Vorträge „Ressourceneffiziente Herstellung tribologisch optimierter Oberflächen für Powertrain-Komponenten“ sowie "Strom als Werkzeug - Anwendungen des elektrochemischen Abtragens in der Präzisions- und Mikrofertigung", die intensiv mit den SFB 747 Wissenschaftlern diskutiert wurden. Es folgte eine Führung durch das neue LION Gebäude mit Erläuterungen zu den dortigen Teilprojekten des SFB 747 sowie eine Führung durch die Labore der Arbeitsgruppe Brinksmeier. Ausführliche Diskussion in kleiner

Runde zu Forschungsthemen aus dem Bereich der Mikrotechnik und möglichen Kooperationen rundeten den Besuch ab.

nanoMan 2014 in Bremen

Ankündigung

Die internationale nanoManufacturing (nanoMan2014) Konferenz beschäftigt sich mit Materialien und Prozessen der Ultrapräzision- und Mikrobearbeitung, der Messtechnik zur Charakterisierung von Oberflächen sowie der Fertigung von komplexen Geometrien, Strukturen und kleinen Bauteilen. Erstmals ist auch eine Session „ Mikro-Umformtechnologien“ geplant, die der SFB 747 organisiert.

Informationen zum Programm sowie zur Anmeldung finden Sie auf der Homepage der 4. nanoMan 2014: <http://www.nanoman2014.net/>

SFB 747 goes facebook

Informieren, diskutieren, liken

Besuchen, teilen, liken und diskutieren Sie mit uns auf facebook. Sie finden uns unter <https://www.facebook.com/Sonderforschungsbereich747>.

Termine 2014

8. bis 10.07.2014

4. International nanoManufacturing (nanoMan2014)

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

