

## Editorial

Alunüpfchen, Silberkämpchen, wann kommst du geschneit?

Mit dieser Schneekugel, bestehend aus Mikronüpfen, rundgeknetzten Hülsen und stoffangehäuften Zwischenformen wünschen wir Ihnen besinnliche Weihnachten und ein gesundes und erfolgreiches Jahr 2019!

Nach zwölf Jahren hat der SFB 747 die maximale Förderungsdauer eines Sonderforschungsbereichs erreicht und endet am 31.12.2018. Aus diesem Grund möchten wir uns sehr herzlich bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die langjährige Förderung bedanken. Einen besonderen Dank sagen auch alle beteiligten Wissenschaftler/innen der Universität Bremen und der beteiligten Institute den

Kooperationspartner/innen für ihre Unterstützung.



Ihr SFB-Team sagt Tschüss!

## Inhaltsverzeichnis

Umformtechnik für Mikrobauteile in Massenproduktion	01
ICNFT 2018	02
Abschlusskolloquium	03
Abschlussveröffentlichung	03
Erfahrungsbericht mikromal	03
Auszeichnung	03
Gastwissenschaftler	03
Forschen in Amerika	04
Geschlechterdynamiken	04
Das digitale Erbe des SFB 747	04
Nachhaltige	
Nachwuchsförderung	04

## Umformtechnik für Mikrobauteile in Massenproduktion

12 Jahre Forschung

Das zentrale Anliegen des Sonderforschungsbereichs „Mikrokaltumformen“ (SFB 747) der Universität Bremen ist die Bereitstellung von Prozessen und Methoden für die umformtechnische Herstellung metallischer Mikrokomponenten. Hierbei stehen Losgrößen von über 1 Mio. Stück im Vordergrund. Die entwickelten Prozesse und Methoden berücksichtigen die aus den Größeneffekten resultierenden besonderen Erfordernisse im Mikrobereich bzw. nutzen diese für innovative Ansätze. Hierbei waren nicht nur die Umformverfahren selbst, sondern die komplette Prozesskette von der Materialentwicklung, den vor- und nachgeschalteten Prozessschritten bis hin zu planeri-

schen Aspekten der mikroumformtechnischen Fertigung Gegenstand der Forschung. Am gemeinsamen Ziel forschten von 2007 bis 2018 über 60 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in 17 Grundlagenprojekten und 4 Transferprojekten, letztere wurden gemeinsam mit Industriepartnern aus unserem begleitenden Industriearbeitskreis umgesetzt. Mit dem so erarbeiteten Wissen um die Mechanismen und Zusammenhänge konnte eine zielgerichtete Prozessauslegung und -verknüpfung für die prozesssichere umformtechnische Fertigung von metallischen Bauteilen mit einer Größe unter 1 mm und der dazu benötigten Werkzeuge ermöglicht werden. Exemplarische Ergebnisse sind: Das Verfahren der Materialanhäufung mittels Laser als alternative Prozesskette eignet sich für die Generierung von Zwischenformen am Draht (anstelle vom An-

stauchen) oder entlang einer Folienkante (anstelle vom Krageziehen). Unter Verwendung von simulativ ermittelten Prozessparametern wird dazu im Urformschritt das Halbzeug mit einem Faserlaser aufgeschmolzen. Nach der Erstarrung und der vollständigen Abkühlung auf Raumtemperatur wird diese Zwischenform in dem darauffolgenden Umformschritt im offenen oder geschlossenen Gesenk in die Endgeometrie überführt (Bild 1). Innerhalb dieses lediglich zweistufigen Prozesses können Stauchverhältnisse von über 500 erreicht werden.



Bild 1: Im Gesenk umgeformte Materialanhäufung, Durchmesser Kopf 0,5mm

Das Rundkneten wurde für die Massenproduktion im Mikrobereich qualifiziert, indem die technischen und werkstoffkundlichen Aspekte untersucht und beherrscht wurden (Bild 2).



Bild 2: Rundgeknetete Materialanhäufung im Linienverbund, Durchmesser 0,7 mm

Der Einfluss der einzelnen Tiefziehooperationen aufeinander in einem zweistufigen Tiefziehprozess konnte mittels Tolerance Engineering identifiziert werden und eine Vorhersage der erforderlichen Toleranzen in jedem Prozessschritt erfolgen.



Bild 3: 3-stufigtiefgezogener Napf, Durchmesser 0,75 mm, Edelstahl

Eine synchronisierte Produktion, z.B. Montage mit Taktraten von bis zu 300 Teilbaugruppen/Minute wurde durch Fertigung in Teilverbunden und eine darauf zugeschnittene Fördertechnik ermöglicht. Zur integrierten Planung und Evaluation der gesamten Prozesskette für die Mikrofertigung wurde das Programm  $\mu$ -ProPIAn entwickelt und statistische Methoden zur Analyse von Wirkzusammenhängen zwischen fertigungsrelevanten Prozessparametern und Materialeigenschaften integriert. Umformwerkzeuge in der Massenproduktion müssen eine hohe Standzeit aufweisen, sowie wegen der kleinen Abmessungen hochgenau gefertigt

sein. Hierfür wurden geeignete Werkzeugwerkstoffe mit günstigen tribologischen Eigenschaften qualifiziert. Zur Werkzeugherstellung wurden im SFB folgende Verfahren entwickelt: Das laserchemische Abtragsverfahren (LCM) erlaubt eine qualitätsgeregelte, flexible Bearbeitung ohne signifikante thermische und mikrostrukturelle Auswirkungen bei Kavitätsgrößen kleiner als 200  $\mu$ m (Bild 4).

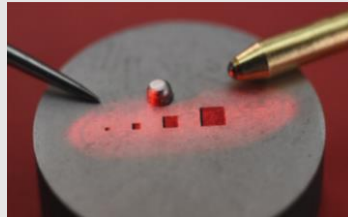


Bild 4: Laserchemische Werkzeugherstellung und -strukturierung

Durch Optimierung des Mikrofräsens ist die Herstellung von Umformwerkzeugen sowie tribologisch aktiven Oberflächen in einem einzigen Bearbeitungsschritt möglich. Die Prozesssteuerung wurde durch neue mathematische Ansätze optimiert, wodurch der erhöhten Innovationsgeschwindigkeit Rechnung getragen wird. Diamant ist speziell im Mikrobereich aufgrund seiner Härte und seiner tribologischen Eigenschaften ein gefragter Werkzeugwerkstoff. Durch Einführung des Ultraschallreibens konnte eine komplexe Mikrostrukturierung monokristalliner Diamanten erfolgreich umgesetzt werden (Bild 5).

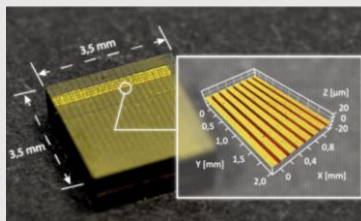


Bild 5: strukturierte Diamantwerkzeuge

Fortschritte konnten außerdem bei der Herstellung und Standzeit von Werkzeugen aus gradierten Werkzeugwerkstoffen (SLM Verfahren und Co-Sprühkompaktieren) erzielt werden. Dank der Entwicklung ei-

nes PVD Prozesses sind härtbare, 20 bis 30  $\mu$ m dünne Folien aus Al-Legierungen und Al-Stahl Bimetallen mit guten Umformeigenschaften herstellbar, letztere auch kontinuierlich und damit auch für die Massenproduktion tauglich. Speziell für die Wärmebehandlung im Mikrobereich wurde ein Fallrohröfen entwickelt. Auf Basis der digitalen Holografie konnte grundlagenorientiert sowie in Zusammenarbeit mit einem Industriepartner eine schnelle und genaue Qualitätsprüfung für Mikrobauerteile zur Verfügung gestellt werden. Für die Werkstoffprüfung wurden Charakterisierungsmethoden für den Mikrobereich entwickelt. Um Messungen vergleichbar durchführen zu können, wurden außerdem im Makrobereich geltende Normen an den Mikrobereich angepasst. ■

## ICNFT 2018

### Internationale Umformtagung

Die 5th International Conference on New Forming Technology (ICNFT 2018) fand vom 18.-21. September 2018 in Bremen statt. Ausrichter war das Sprecherinstitut BIAS. Die Veranstaltung wurde vom SFB 747 maßgeblich mitorganisiert. 143 Forschende und Anwender aus 15 Ländern nahmen an der Konferenz teil. Die Fachbeiträge, die ein Full Peer Review gemäß der Regeln der CIRP erfolgreich durchlaufen hatten, wurden im Open Access Tagungsband im MATEC Web of Conferences als Band 190 (Verlag: EDP Sciences) veröffentlicht. Das Konferenzprogramm bestand aus einer gelungenen Mischung aus Keynote-Präsentationen, u.a. von unseren langjährigen Kooperationspartnern Prof. Ming Yang (Tokyo Metropolitan University, JPN) und Prof. Frank Pfefferkorn (Wisconsin, USA), Vorträgen in parallelen Sessions und intensiven Diskussionen an den Postern. Letztere erwiesen sich als sehr erfolgreiches Instrument zur Förderung der Kommunikation. Ei-

nige Posterpräsentanten nutzten darüber hinaus die Möglichkeit, ihr Poster im Plenum einzuführen. Die Besichtigung des Mercedes-Benz Werks und eine Laborführung durch die lokalen Forschungsinstitute gaben Einblicke in die Industrie- und Forschungslandschaft in Bremen. (Networking-Events förderten den Austausch zusätzlich.) Die Vernetzung wurde zudem durch die Nutzung eines zentralen Pausenraums intensiviert, in den auch die Posterausstellung integriert war. In diesem Raum befanden sich darüber hinaus der Messestand des SFB 747 mit Proben und Videos sowie die Poster des SFB 747 und des SPP 1676, welche als Ausgangspunkt für intensive Diskussion genutzt wurden. Die guten Vernetzungsmöglichkeiten wurden am Ende der Konferenz von den internationalen Forschenden gelobt. Das Feedback der Teilnehmerinnen und Teilnehmer war absolut positiv und die meisten planen, an der nächsten ICNFT 2021 in Changsha (China) teilzunehmen. ■

### Abschlusskolloquium

Special Session bei der ICNFT

Das Abschlusskolloquium des SFB war am 20.09.2018 als Special Session in die 5th International Conference on New Forming Technology (ICNFT 2018) integriert und durch internationales Publikum gut besucht.



Bild 6: Teilnehmende Abschlusskolloquium

Neben dem Übersichtsvortrag des Sprechers wurde eine Auswahl der Erkenntnisse im Vortragsblock „Micro cold forming“ vorgestellt und die neuesten Ergebnisse in Form von Fachbeiträgen, in der

Mehrzahl Kooperationsbeiträge mehrerer Teilprojekte, präsentiert. Der internationale Austausch mit Spezialisten aus den verschiedenen Ländern fördert zukünftige Kooperationen und Zusammenarbeiten. Ergänzend zu den Fachvorträgen öffnete der SFB seine Labore für die internationalen Tagungsgäste und die Mitglieder des Industriearbeitskreises und präsentierte darüber hinaus seine Ergebnisse in Form eines Messestands mit Proben, Videos und Postern. Die Publikationen zu den Fachbeiträgen des SFB sind als Kapitel „Micro Cold Forming, Special Session SFB 747“ in der Open Access Veröffentlichung der ICNFT2018 gut sichtbar plaziert. ■

### Abschlussveröffentlichung des SFB 747

Open Access Buch  
Cold Micro Metal Forming

Die Abschlussveröffentlichung des SFB 747, die Anfang 2019 als Open Access Buch „Cold Micro Metal Forming“ im Springer Verlag unter der Herausgeberschaft des SFB-Vorstands veröffentlicht wird, umfasst alle wesentlichen Ergebnisse des SFB 747. Der Forschungsbeitrag des SFB zur beherrschten Massenproduktion von Mikrobauteilen wird teilprojektübergreifend dargestellt. Darüber hinaus werden die Teilprojektergebnisse, geclustert nach Kompetenzbereichen, vorgestellt. ■

### Erfahrungsbericht mikromal

10 Jahre Wissenschaftskommunikation und Nachwuchsförderung

Da Erfahrungen unbedingt erhalten bleiben sollten, ist im Projekt mikromal ein Erfahrungsbericht über die Öffentlichkeitsarbeit und Nachwuchsförderung im Sonderforschungsbereich 747 entstanden. In diesem Bericht werden die einzelnen Aktionen des SFB 747 vorge-

stellt. Zu finden ist der Bericht auf der Webseite des SFB 747: <http://www.sfb747.uni-bremen.de/presse-oeffentlichkeit/oe-projekt-mikromal/erfahrungsbericht-mikromal/>



Bild 7: Erfahrungsbericht mikromal

### Auszeichnung

Ehrendoktorwürde für Peter Maaß

Am 29. Juni verlieh die Fakultät für Mathematik und Informatik der Universität des Saarlandes dem SFB Vizesprecher einen Ehrendokortitel für seine Verdienste in der Numerischen Mathematik und deren innermathematischen Konsequenzen für die Theorie und Lösung inverser Probleme sowie deren weitreichenden Anwendungen in der medizinischen Bildgebung und Industrie.



Bild 8: Prof. Dr. Dr. h.c. Peter Maaß

### Gastwissenschaftler

Dr. Jonathan Montalvo Urquizo

Der Gastwissenschaftler Dr. Jonathan Montalvo Urquizo war im

September 2018 für zwei Wochen zu Besuch beim SFB 747 und im ZeTeM. Neben einem intensiven wissenschaftlichen Austausch informierte Dr. Montalvo die Mitglieder des SFB 747 über "Mathematical models and simulation-based multiobjective optimization for macro and micro components".

## Forschen in Amerika

### Forschungsaufenthalt

Julian Grahs war im Rahmen eines Forschungsaufenthalts vom 14. Juni bis zum 6. Oktober 2018 im Labor von Prof. Frank Pfefferkorn, Department of Mechanical Engineering an der University of Wisconsin, Madison zu Besuch.



Bild 9: Julian Grahs

Dort beschäftigte er sich im Rahmen seiner Bachelorarbeit und des Teilprojekts C2 (Oberflächenoptimierung) mit der Feinbearbeitung tribologisch aktiver texturierter Oberflächen durch Laser-Umschmelzen.

## Geschlechterdynamiken

### Chancengleichheit im SFB

Im Rahmen der Gleichstellungsarbeit der DFG-Forschungsverbände entwickelte die Arbeitsstelle Chancengleichheit u.a. gemeinsam mit dem SFB 747 und den Cartoonistinnen Bettina Bexte, Laura Breiling und Miriam Wurster eine Cartoonreihe zu Geschlechterdynamiken in MINT-Forschungsverbänden.



Bild 10: Gleichberechtigung in Naturwissenschaft und Technik

Die Cartoons sensibilisieren auf humorvolle Weise für unbewusste Gender-Bias-Mechanismen in den Natur- und Technikwissenschaften. Entstanden sind neun Cartoons, davon 3 englisch- und 6 deutschsprachige, die als gedruckte und digitale Postkarten veröffentlicht wurden. Die Cartoon-Szenarien entstanden auf Grundlage der berichteten Erfahrungen und Beobachtungen aus dem Arbeitsalltag der Wissenschaftler\*innen, die im Austausch mit den Cartoonistinnen und den Mitarbeiterinnen der Arbeitsstelle Chancengleichheit herausgearbeitet wurden. Präsentiert wurden die Cartoons im Posterformat bei einer öffentlichen Veranstaltung im Sprecherinstitut BIAS, bei der im Rahmen einer Podiumsdiskussion mit den Beteiligten das Projekt reflektiert wurde.



Bild 11: Podiumsdiskussion Geschlechterdynamiken

## Das digitale Erbe des SFB 747

### Social media, App und Web

Die gute Nachricht ist, dass unsere Webseite und die App weiterhin online verfügbar bleiben. Die wichtigsten Inhalte der mikromal-Webseite haben wir auf die Seite

des SFB 747 integriert. Auch die Facebook-Seite bleibt bestehen. Neue Einträge wird es allerdings nicht mehr geben.

## Nachhaltige Nachwuchsförderung

### Schulworkshops

In den vergangenen Newslettern haben wir immer wieder über unsere beiden Workshops „Bau von Mikro-Mobilen“ und „Mikro-Stop-Motion“ berichtet. Damit auch weiterhin viele begeisterte Schüler/innen diese Workshops machen können, haben wir die Workshops in Kastenform an mehrere Schulen gegeben – Materialien, Anleitungen etc. inklusive.

## Kooperationen

### Beteiligte Institute:



Wir bedanken uns bei der DFG für die finanzielle Unterstützung des SFB 747.

## Impressum

Herausgeber:  
SFB 747

Sprecher:  
Prof. Dr.-Ing. Frank Vollertsen

Klagenfurter Straße 5  
28359 Bremen  
Telefon +(49) 0421 / 218 58001  
Telefax +(49) 0421 / 218 58063  
Web: [www.sfb747.uni-bremen.de](http://www.sfb747.uni-bremen.de)

Redaktion:  
Malte Behlau  
Dr.-Ing. Sybille Friedrich

[info@bias.de](mailto:info@bias.de)