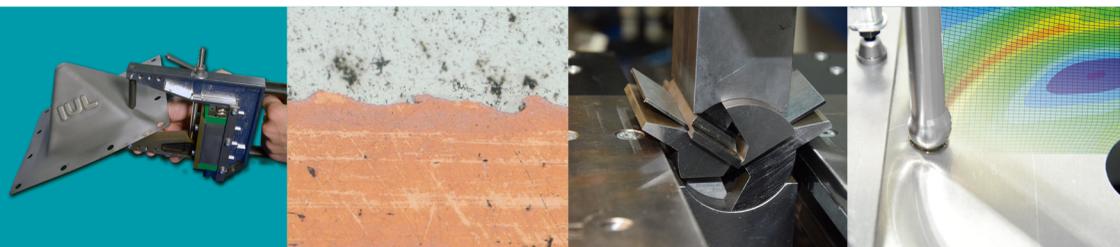


Tätigkeitsbericht

18



Tätigkeitsbericht

18

Impressum

Institut für Umformtechnik und Leichtbau
Technische Universität Dortmund
Baroper Str. 303
44227 Dortmund
Telefon +49 (0) 231 755 2660
Telefax +49 (0) 231 755 2489
www.iul.eu

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Matthias Kleiner
Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. A. Erman Tekkaya

Copyright © Institut für Umformtechnik und Leichtbau

Redaktion
Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. A. Erman Tekkaya

Redaktionsassistentin
Nina Hänisch

Lektorat
Jeanette Brandt
Nina Hänisch
Beate Ulm-Brandt

Layout
Patrick Cramer

Inhalt

1	Lehre	1
1.1	Lehrveranstaltungsangebot	1
1.2	Master of Science in Manufacturing Technology (MMT)	3
1.3	Dissertationen	5
2	Forschung	16
2.1	Forschungsgruppen und -center	17
2.1.1	SFB/Transregio 188 – Schädigungskontrollierte Umformprozesse	17
2.1.2	ReCIMP – Research Center for Industrial Metal Processing	21
2.1.3	ReGAT – Research Group on Additive Technology	24
2.1.4	Forschung für die Ingenieurausbildung – ELLI 2	27
2.2	Abteilung Angewandte Mechanik in der Umformtechnik	31
2.2.1	Neuartige ebene Torsionsprobe zur Charakterisierung von Schädigung und Verfestigung	32
2.2.2	Modellintegration für die Prozesssimulation	33
2.2.3	Mikromechanische Modellierung der Materialumformung zur Vorhersage der anisotropen Verfestigung	34
2.2.4	Materialwissenschaftlich gestützte Entwicklung von Simulationsstrategien für den Einsatz des adiabatischen Trennens in der Blechteilfertigung	35
2.2.5	Analyse prozessnaher Einflüsse auf das Rückfederungsverhalten von Blechwerkstoffen	36
2.2.6	Robuste Materialmodellierung für Blechbiegeoperationen	37
2.2.7	Analyse der belastungspfadabhängigen Schädigungs- und Mikrostrukturentwicklung zur numerischen Auslegung von Blechmassivumformprozessen	38
2.2.8	Gestaltvorhersage und Verbesserung beim Weiten von nichtrunden Rohren	39
2.3	Abteilung Massivumformung	40
2.3.1	Beeinflussung der Schädigungsentwicklung beim Kaltfließpressen	41

2.3.2	Verbundfließpressen von fließgepressten Halbzeugen	42
2.3.3	Verfahren zur Fertigung von Verbundbauteilen durch eine Kombination aus Tiefziehen und Fließpressen	43
2.3.4	Abbildung lokaler Bauteileigenschaften in FEM-Umformsimulationen	44
2.3.5	Erweiterung technologischer Grenzen bei der Massivumformung in unterschiedlichen Temperaturbereichen	45
2.3.6	Umformtechnische Herstellung und Charakterisierung von Aktuatorprofilen basierend auf Shape Memory Alloys	46
2.3.7	Ermittlung und Erweiterung der Einsatzgrenzen bei der umformtechnischen Wiederverwertung von Aluminiumspänen	47
2.3.8	Fertigung von Aluminiumprofilen mit kontinuierlicher Verstärkung	48
2.3.9	Methoden zur Vermeidung der Längspressnahtabzeichnung bei eloxierten Aluminiumstrangpressprofilen	49
2.4	Abteilung Profil- und Blechumformung	50
2.4.1	Schädigungsbeeinflussung bei der Biegeumformung	51
2.4.2	Entwicklung eines Modells zur Beschreibung von Rückfederung und Eigenspannungen beim temperaturunterstützten Biegeumformen	52
2.4.3	Presshärten von Rohren durch granulare Medien	53
2.4.4	Umformtechnisch unterlagerte Prozessmodellierung des Linearspulenumwickelprozesses	54
2.4.5	Grundlagen des Inkrementellen Profilumformens	55
2.4.6	Freiformbiegen luftfahrtrelevanter Rohrbauteile	56
2.4.7	Entwicklung einer Technologie zum Biegen von U-Profilen	57
2.4.8	Optiform – Optimiertes Online-Prozessmonitoring zur Verbesserung der Tiefzieheigenschaften hochfesten Stahls beim Warmumformen	58
2.4.9	Entwicklung eines Verfahrens zum Profilbiegen mit Druckspannungsüberlagerung durch Walzen	59
2.4.10	Einfluss der Schnittkante auf die Umformbarkeit von Stahl	60
2.5	Abteilung Sonderverfahren	61
2.5.1	Entwicklung und Herstellung optimierter Spulenwindungen für die elektromagnetische Umformung unter Einsatz additiver Verfahren	62

2.5.2	Umformen mittels örtlich variabel vaporisierender Aktuatoren	63
2.5.3	Gezielte Einstellung der Nahtausbildung beim Fügen durch Magnetpulsschweißen	64
2.5.4	Umformtechnisches Fügen mittels Außenhochdruck	65
2.5.5	Verbesserung des Einsatzverhaltens inkrementell umgeformter Bauteile durch gezielte Eigenspannungsinduktion	66
2.5.6	Wirtschaftliche Herstellung gewichts- und eigenschaftsoptimierter Funktionsbauteile mittels inkrementeller Blechmassivumformung	67
2.5.7	Entwicklung der inkrementellen Mikroumformung zur Funktionsmusterherstellung metallischer Bipolarplatten	68
2.5.8	Verfahrenskombination aus inkrementeller Blechumformung und Laserpulverauftragsschweißen zur Fertigung von Leichtbauteilen	69
2.5.9	Grundlagenuntersuchungen und Verfahrensentwicklung zur Herstellung belastungsangepasster Bauteile mittels inkrementeller Blechmassivumformung (BMU)	70
2.5.10	In-situ-Hybridisierung beim Tiefziehen – Thermoplastische Faser-Metall-Laminatbauteile (FML), basierend auf reaktiv verarbeitetem Gusspolyamid 6	71
2.5.11	Umformung additiv gefertigter Sandwichblechverbunde mit optimierten Kernstrukturen	72
2.5.12	Entwicklung hybrider Kunststoff/Magnesium-Werkstoffverbunde für Ultraleichtbauanwendungen (KuMag)	73
2.5.13	Umformtechnologien für metallische und hybride Leichtbaustrukturen der Elektromobilität	74
2.6	Patente	75
2.6.1	Offengelegte Patente	75
2.6.2	Angemeldete Patente	76
3	Weitere Aktivitäten	80
3.1	Veranstaltungen und Auszeichnungen	80
3.2	Mitwirkung in nationalen und internationalen Organisationen: Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. A. Erman Tekkaya	88
3.3	Mitwirkung in nationalen und internationalen Organisationen: Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Matthias Kleiner	92

4	Internationaler Austausch	96
5	Technische Ausstattung	104
6	Kooperationen	Mittelteil
7	Abgeschlossene Arbeiten	Mittelteil
8	Ausgewählte Veröffentlichungen und Vorträge	Mittelteil
9	Mitarbeiter/- innen	Mittelteil

Geleitwort

Schon seit dem Jahr 2001 informieren wir Sie, verehrte Leserinnen und Leser, mit einem Tätigkeitsbericht über unsere Forschungstätigkeiten. Und seit nunmehr 10 Jahren legen wir Ihnen jährlich einen Bericht in dem Ihnen vorliegenden, ausführlichen Umfang vor. In diesem finden Sie in kompakter Form aufbereitet, woran unser hochmotiviertes Team ein Jahr lang hart gearbeitet hat: Ergebnisse der Forschungsprojekte und der Forschung für die Ingenieur- ausbildung, eine Liste der Publikationen und Patente, Berichte aus der Lehre und zu Veranstaltungen und noch vieles mehr.

Bei einem Rückblick auf das vergangene Jahr gibt es immer wieder besondere Momente, die allen am IUL gegenwärtig bleiben. Die große Freude, für Peter Haupt anlässlich seines 80. Geburtstages ein Ehrenkolloquium ausrichten zu dürfen, ist einer dieser Momente. Bereits seit 2010 ist Peter Haupt, Berater und Freund des Instituts, als Lehrbeauftragter am IUL tätig und hat viele akademische Karrieren befördert. Ihm gilt in diesem Jahr unser besonderer Dank für sein außergewöhnliches Engagement.

Ein weiterer Moment großer Freude war die Nachricht, dass unser ehemaliger Kollege Herr Ben Khalifa, bis April 2018 Oberingenieur am IUL, einen Ruf an die Leuphana Universität Lüneburg, gemeinsam mit dem Helmholtz-Zentrum Geesthacht, erhalten hat. Noomane Ben Khalifa begann seinen Werdegang am IUL schon während seines Studiums an der TU Dortmund als wissenschaftliche Hilfskraft, wurde nach seinem Abschluss wissenschaftlicher Mitarbeiter am IUL und schloss 2012 seine Promotion bei Erman Tekkaya mit Auszeichnung ab. Nun wird er seine akademische Karriere in Lüneburg und Geesthacht fortsetzen und dem IUL, so hoffen wir, weiterhin verbunden bleiben. Wir gratulieren ihm herzlich zu dieser aufregenden neuen Herausforderung.

Auch 2018 hatten wir die Chance, diverse Gastwissenschaftler/-innen und -Studierende aus der ganzen Welt in unserem ohnehin international besetzten Team begrüßen zu dürfen. Der akademische und persönliche Austausch ist eine wertvolle und nicht ersetzbare Bereicherung unserer Forschungstätigkeit, die nicht an Landesgrenzen endet – dies ist in der Forschungsgemeinschaft eine Selbstverständlichkeit. Das Kapitel „Internationaler Austausch“ berichtet detaillierter von den gemeinsamen Forschungsarbeiten.

Und noch eine erfreuliche Entwicklung können wir für 2018 resümieren: Die Zahl der Promotionen war in diesem Jahr besonders hoch. So konnten wir uns mit gleich acht Promovenden über ihren Abschluss freuen. Eine Zusammenfassung ihrer Arbeiten können Sie in diesem Bericht nachlesen.

Zwei etablierte Konferenzreihen wurden 2018 fortgesetzt: Bereits zum siebten Mal luden wir ein zum Dortmunder Kolloquium zur Rohr- und Profilmumformung (DORP) und schon zum achten Mal fand die „International Conference on High Speed Forming“ (ICHSF), weltweit größte Konferenz auf dem Gebiet der impulsbasierten Umformung, bei Kollege Glenn Daehn in Columbus, Ohio, statt. 2002 von Matthias Kleiner an der TU Dortmund initiiert, wird die Veranstaltung regelmäßig vom IUL in Kooperation mit dem „Ohio State University College of Engineering“ organisiert. Wir sind stolz, mit den Veranstaltungen schon seit 2005 bzw. 2008 die Konferenzlandschaft zu bereichern und einen kontinuierlichen Rahmen für die Präsentation von umformtechnischen Innovationen zu bilden.

Der TRR 188 hat mittlerweile die Hälfte der Förderperiode erfolgreich absolviert und dies zum Anlass genommen, die bisher erzielten Forschungsergebnisse im Rahmen eines Industriekolloquiums einem breiteren Publikum zu präsentieren. Gemäß dem Projektfortschritt lag der thematische Schwerpunkt dieses ersten Kolloquiums auf der Charakterisierung der Schädigungsmechanismen von der Mikro- bis zur Makroebene und ihrer Beeinflussung bei Prozessen der Blech- und Massivumformung. Die regen Diskussionen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer verdeutlichten die hohe Relevanz des Themas für die Fertigungstechnik und lieferten eine gute Standortbestimmung für den TRR 188 einschließlich vieler Anregungen für die weiteren Forschungsarbeiten.

Diese Ergebnisse sind allerdings nur möglich dank einer Vielzahl von Institutionen, die unsere Arbeit auch 2018 wieder großzügig und nachhaltig unterstützt und begleitet haben. Ihnen sowie allen Kolleginnen und Kollegen aus der Forschungscommunity und dem IUL-Team gilt unser großer Dank.



A. E. Tekkaya

A. Erman Tekkaya



M. Kleiner

Matthias Kleiner

Lehre

01

1 Lehre

1.1 Lehrveranstaltungsangebot

Das Institut für Umformtechnik und Leichtbau bietet Vorlesungen und Labore in den Bachelor- und Masterstudiengängen Logistik, Wirtschaftsingenieurwesen und Maschinenbau an. Zusätzlich werden u. a. Lehramts-, Informatik- und Physikstudierende unterrichtet, welche die angebotenen Vorlesungen im Rahmen eines Nebenfachs belegen. Den Studierenden wird dabei das notwendige Wissen im Bereich der Umformtechnik vermittelt, welches sie für einen beruflichen Einstieg in die industrielle Praxis oder für eine wissenschaftliche Laufbahn benötigen. Im Jahr 2018 wurden im Einzelnen die nachfolgenden Vorlesungen gehalten:

Bachelor	1. Semester / Winter	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td style="text-align: center;">Fertigungslehre</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Überblick, Grundlagen, Halbzug, Verfahren/Maschinen</td></tr> </table>			Fertigungslehre	Überblick, Grundlagen, Halbzug, Verfahren/Maschinen				
	Fertigungslehre									
	Überblick, Grundlagen, Halbzug, Verfahren/Maschinen									
5. Semester / Winter	<table border="1"> <tr><td style="text-align: center;">Umformende Fertigungstechnologie</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Erw. Grundlagen, Plastizitätstheorie, Verfahren/Maschinen</td></tr> </table>	Umformende Fertigungstechnologie	Erw. Grundlagen, Plastizitätstheorie, Verfahren/Maschinen	<table border="1"> <tr><td style="text-align: center;">Analytische u. exp. Methoden in der Umformtechnik</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Modellierung von umformtechnischen Verfahren</td></tr> </table>		Analytische u. exp. Methoden in der Umformtechnik	Modellierung von umformtechnischen Verfahren			
Umformende Fertigungstechnologie										
Erw. Grundlagen, Plastizitätstheorie, Verfahren/Maschinen										
Analytische u. exp. Methoden in der Umformtechnik										
Modellierung von umformtechnischen Verfahren										
6. Semester / Sommer	<table border="1"> <tr><td style="text-align: center;">Methoden zur Analyse von Prozessen und WZM</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Grundlagen der Umformmaschinen</td></tr> </table>	Methoden zur Analyse von Prozessen und WZM	Grundlagen der Umformmaschinen	<table border="1"> <tr><td style="text-align: center;">Umformtechnik I</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Vertiefung der Verfahren, Prozesskette</td></tr> </table>	Umformtechnik I	Vertiefung der Verfahren, Prozesskette	<table border="1"> <tr><td style="text-align: center;">Simulation in der Umformtechnik</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Anwendung der FEM in der Massiv- und Blechumformung</td></tr> </table>		Simulation in der Umformtechnik	Anwendung der FEM in der Massiv- und Blechumformung
Methoden zur Analyse von Prozessen und WZM										
Grundlagen der Umformmaschinen										
Umformtechnik I										
Vertiefung der Verfahren, Prozesskette										
Simulation in der Umformtechnik										
Anwendung der FEM in der Massiv- und Blechumformung										
Master	1. Semester / Sommer	<table border="1"> <tr><td style="text-align: center;">Umformtechnik II</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Vertiefung v. Umformmaschinen, Umformlabor</td></tr> </table>	Umformtechnik II	Vertiefung v. Umformmaschinen, Umformlabor	<table border="1"> <tr><td style="text-align: center;">Erweiterte Simulationstechniken i. d. Umformtechnik I*</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Modellbildung, Bewertung, Impl./Expl. Lsg-Verfahren</td></tr> </table>			Erweiterte Simulationstechniken i. d. Umformtechnik I*	Modellbildung, Bewertung, Impl./Expl. Lsg-Verfahren	
	Umformtechnik II									
Vertiefung v. Umformmaschinen, Umformlabor										
Erweiterte Simulationstechniken i. d. Umformtechnik I*										
Modellbildung, Bewertung, Impl./Expl. Lsg-Verfahren										
2. Semester / Winter	<table border="1"> <tr><td style="text-align: center;">Umformtechnik III</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Sonderverfahren der Umformtechnik</td></tr> </table>	Umformtechnik III	Sonderverfahren der Umformtechnik	<table border="1"> <tr><td style="text-align: center;">Erweiterte Simulationstechniken i. d. Umformtechnik II</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Nichtlineare FEM</td></tr> </table>			Erweiterte Simulationstechniken i. d. Umformtechnik II	Nichtlineare FEM		
Umformtechnik III										
Sonderverfahren der Umformtechnik										
Erweiterte Simulationstechniken i. d. Umformtechnik II										
Nichtlineare FEM										

* Vorlesung wird vom Institut für Mechanik gehalten.

Vorlesungsstruktur am Beispiel des Studiengangs Maschinenbau mit Profil Produktionstechnik

Weitere Lehrveranstaltungen des Instituts sind:

- Ringvorlesung Umformtechnik
- Fachlabor A im Masterstudium Maschinenbau
- Fachlabor B im Bachelorstudium Wirtschaftsingenieurwesen

Folgende Lehrveranstaltungen bietet das IUL im internationalen Masterstudiengang „Master of Science in Manufacturing Technology (MMT)“ auf Englisch an:

- Forming Technology – Bulk Forming
- Forming Technology – Sheet Metal Forming
- Advanced Simulation Techniques in Metal Forming
- Additive Manufacturing
- Aluminium - Basic Metallurgy, Properties, Processing and Applications
- Laboratory

Im Wintersemester 2017/2018 nahm die TU Dortmund erstmalig an der Ingenieure-ohne-Grenzen-Challenge teil. Als Bestandteil des BMBF-geförderten Verbundprojekts ELLI2 bekamen die Studierenden die Möglichkeit, gegenwärtige Problematiken wie Globalisierung, Klimawandel oder soziale Ungerechtigkeit zu diskutieren und somit ein Gefühl für die gesellschaftliche Verantwortung ihres Berufszweiges zu erhalten.



Abschlussveranstaltung der Ingenieure-ohne-Grenzen-Challenge am IUL

Im Jahr 2018 haben sich folgende Lehrbeauftragte an den Lehrveranstaltungsangeboten des IULs beteiligt:

- Prof. P. Haupt, Emeritus Universität Kassel
- Prof. J. Hirsch, Hydro Aluminium Rolled Products
- Prof. K. Roll, ehemals Daimler AG Sindelfingen
- Dr.-Ing. J. Sehrt, Universität Duisburg-Essen

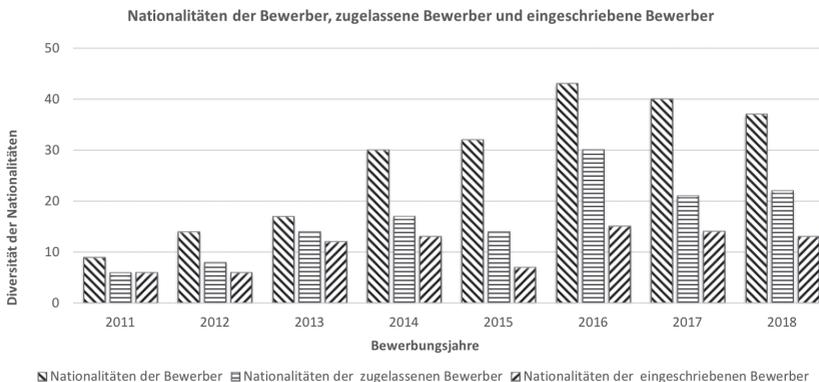
Für weitere Informationen: www.iul.eu/lehre

1.2 Master of Science in Manufacturing Technology (MMT)

Koordination

Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. A. Erman Tekkaya
Frigga Göckede B. B. A.
Anna Komodromos M. Sc.

Der im Jahr 2011 gestartete viersemestrige englischsprachige Masterstudiengang „Master of Science in Manufacturing Technology“ (MMT) im Bereich Produktions- und Fertigungstechnik konnte für den Studienstart zum Wintersemester 2018/19 erneut ein hohes internationales Interesse verzeichnen. Aus ungefähr 1000 Bewerbungen aus 37 Nationen haben 29 ausgewählte und exzellente Studierende ihr Studium aufgenommen. Im Rahmen der vom DAAD organisierten Kooperation mit der Türkisch-Deutschen Universität in Istanbul haben fünf Studierende ihr MMT-Studium aufnehmen können.



Entwicklung der Diversität im MMT-Programm

Um die Diversität in diesem internationalen Studiengang weiterhin auszuweiten, wurden seitens des Koordinatoren-Teams die Herkunftsländer der Studierenden und der Interessenten analysiert und daraufhin Maßnahmen ergriffen, Studieninteressierte aus weiteren Ländern über den MMT zu informieren.

Im Rahmen dieser Maßnahmen wurden in Kooperation mit dem DAAD Newsletter verschickt und Anzeigen geschaltet, um auf das Programm und die Bewerbungsfrist aufmerksam zu machen. Weiterhin hat das Koordinations-Team eine Bildungsmesse in Sofia besucht, bei der Interessierte im persönlichen Gespräch informiert und beraten wurden.



MMT-Koordination bei der Bildungsmesse in Sofia

Willkommensveranstaltung im Hörsaal des Maschinenbaugebäudes III und in der Experimentierhalle des IUL begrüßt.

Das Online-Bewerbungsportal für den MMT ist in Zusammenarbeit mit dem IT & Medien Centrum der TU Dortmund qualitativ verbessert worden. So konnten sowohl der Bewerbungsprozess für die Bewerberinnen und Bewerber als auch die Aufbereitung der Daten zur Überprüfung der Zugangsvoraussetzungen noch komfortabler und effizienter gestaltet werden.

Zum Auftakt des Wintersemesters 2018/19 wurden die Studierenden durch Professor Tekkaya als Leiter des Studienprogramms im Rahmen einer



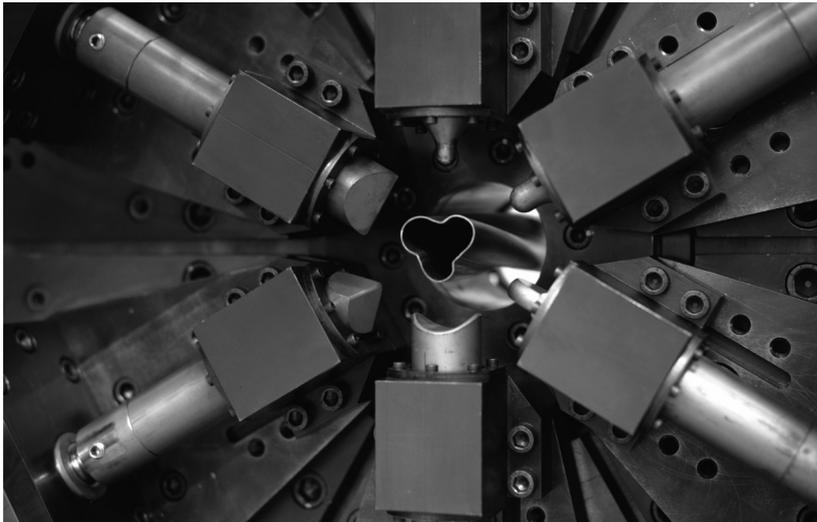
Begrüßungsfeier des MMT-Jahrgangs 2018

Für weitere Informationen: www.mmt.mb.tu-dortmund.de

1.3 Dissertationen

Grzancic, Goran	Verfahrensentwicklung und Grundlagenuntersuchungen zum Inkrementellen Profilumformen
Reihe	Dortmunder Umformtechnik, Band 97
Verlag	Shaker Verlag, Aachen, 2018
Mündl. Prüfung	2. Februar 2018
Berichter	Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. A. E. Tekkaya
Mitberichter	Prof. Dr.-Ing. D. Landgrebe (Technische Universität Chemnitz)

Das Inkrementelle Profilumformen (IPU) ist ein neuartiges Verfahren zur flexiblen Herstellung von Röhren und Profilen mit entlang der Bauteillängsachse veränderlichen und geometrisch komplexen Querschnitten. Das Grundprinzip basiert auf der Umformung eines Rohrrhalbzeugs durch ein oder mehrere außen angeordnete Werkzeuge mit variabler Form, die jeweils durch eine mehrachsige Bewegung lokale Umformoperationen am Halbzeug durchführen. Mit dem Ziel, die bei dieser Art der Formgebung vorliegenden Umformmechanismen zu ermitteln und das große Potenzial des Verfahrens nutzbar zu machen, wurde zunächst ein flexibles Maschinensystem entwickelt. Zum Aufbau des grundlegenden Prozessverständnisses wurden basierend auf analytischen, numerischen und experimentellen Untersuchungen signifikante Parameter identifiziert und ihr Einfluss auf die Prozess- und Bauteileigenschaften analysiert.



Blick in die IPU-Bearbeitungsebene – Helixförmige Rohrstruktur, umgeben von verschiedenen Umformwerkzeugen

Alkas Yonan, Sammer

Inkrementelle Kaltumformung
von Thermoplasten

Reihe

Dortmunder Umformtechnik, Band 98

Verlag

Shaker Verlag, Aachen, 2018

Mündl. Prüfung

27. Februar 2018

Berichter

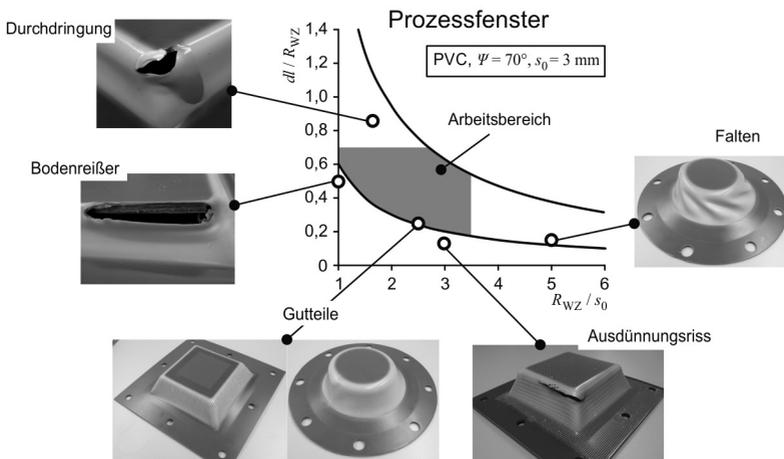
Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. A. E. Tekkaya

Mitberichter

Prof. Dr.-Ing. D. Drummer (Friedrich-Alexander-
Universität Erlangen-Nürnberg)

Die inkrementelle Umformung ohne Gegenwerkzeug (SPIF) zeichnet sich wegen minimaler Werkzeugbindung und geringer Umformkräfte durch hohe Flexibilität und Wirtschaftlichkeit aus. Thermoplaste sind bei Raumtemperatur inkrementell umformbar. Das Ziel dieser Arbeit ist es, ein umfassendes Prozessverständnis dieses Umformverfahrens zu erarbeiten, um einen Beitrag zu dessen Etablierung als Alternative für den Prototypenbau und die Kleinserienfertigung zu leisten.

Im Rahmen dieser Arbeit werden grundlegende Untersuchungen hinsichtlich der Kaltumformbarkeit von Thermoplasten sowie eine experimentelle und numerische Analyse der inkrementellen Kaltumformung von Thermoplasten durchgeführt. Mittels eines eigens für diesen Umformprozess entwickelten viskoplastischen Materialmodells werden die Umformmechanismen analysiert. Basierend auf den Bauteileigenschaften und den auftretenden Versagensfällen wird ein Prozessfenster für die inkrementelle Kaltumformung von Thermoplasten vorgestellt.



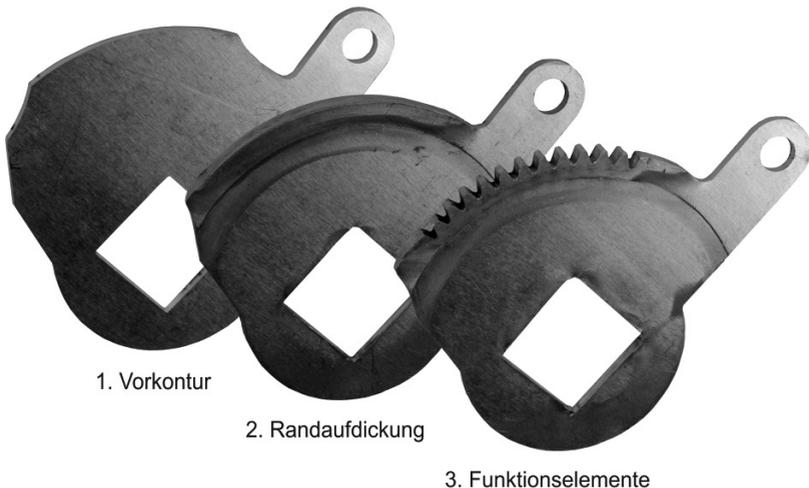
Validierung des Prozessfensters für die inkrementelle Kaltumformung von PVC

Sieczkarek, Peter
Reihe
Verlag
Mündl. Prüfung
Berichter
Mitberichter

Inkrementelle Blechmassivumformung
Dortmunder Umformtechnik, Band 99
Shaker Verlag, Aachen, 2018
04. April 2018
Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. A. E. Tekkaya
Prof. Dr.-Ing. habil. M. Merklein (Friedrich-
Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg)

Im Hinblick auf die Herstellung gewichtsangepasster Bauteile mit identischer oder verbesserter Belastbarkeit sowie einer gesteigerten Funktionsintegration wird die Produktions- und Umformtechnik vor grundsätzlich neue Herausforderungen gestellt. Der Trend einer stetig zunehmenden Variantenvielfalt sowie Produktdiversifikation fordert zudem individualisierte Komponenten und damit auch flexible Fertigungsprozesse.

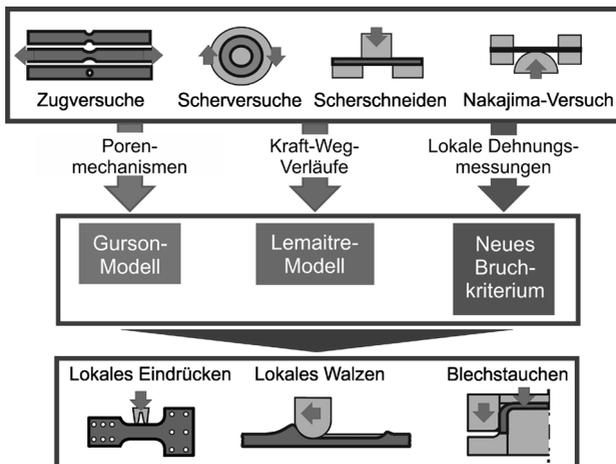
Um diesen zunehmenden Anforderungen gerecht zu werden, wurde im Rahmen dieser Arbeit eine neuartige Fertigungstechnologie, die inkrementelle Blechmassivumformung (iBMU), grundlegend untersucht. Die iBMU wird definiert als die inkrementelle Umformung von Blechen mit gezielt kontrolliertem dreidimensionalen Werkstofffluss. Die Schlüsselinnovation liegt dabei in einer gezielten Steuerung des Werkstoffflusses im Rahmen einer Sequenz von Einzelprozessen. Die lokale Einstellung der Werkstückkontur, der Blechstärke und der Kaltverfestigung anhand individueller Vorgaben kennzeichnen die wesentlichen Möglichkeiten dieses Verfahrens.



Gewichtsangepasste Auslegung eines beispielhaften Sitzverstellers

Işık, Kerim	Modellierung und Charakterisierung von Schädigung und Bruch in der Blechmassivumformung
Originaltitel	Modelling and Characterization of Damage and Fracture in Sheet-bulk Metal Forming
Reihe	Dortmunder Umformtechnik, Band 101
Verlag	Shaker Verlag, Aachen, 2018
Mündl. Prüfung	13. Juni 2018
Berichter	Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. A. E. Tekkaya
Mitberichter	Prof. Dr. P. A. F. Martins (Universidade de Lisboa)

Die Blechmassivumformung unterscheidet sich durch die Anwendung von Massivumformprozessen auf Blechwerkstoffe von der klassischen Blechumformung. Obwohl das anfängliche Werkstück ein Blech ist, erfordert das Auftreten dreidimensionaler Spannungs- und Dehnungszustände eine Überprüfung der Materialmodelle und Grundannahmen von Blechumformprozessen. In dieser Arbeit werden die notwendigen Methoden zur Werkstoffcharakterisierung für bestehende Schädigungsmodelle entwickelt, um Schädigung und Bruch während ausgewählter Blechmassivumformprozesse vorhersagen zu können. Zwei Schädigungsmodelle, die poröse Plastizität nach Gurson und das kontinuumsmechanische Schädigungsmodell nach Lemaitre, werden untersucht. Ein neues Bruchkriterium, welches sich sowohl auf Normal- als auch auf Scherbrüche bezieht, wird eingeführt. Die Vorhersageleistungen der Modelle werden für drei Blechmassivumformprozesse verglichen: für lokales Eindringen, lokales Walzen und für das Blechstauchen.



Allgemeine Methodik

Ossenkemper, Stefan

Verbundfließpressen in konventionellen
Fließpresswerkzeugen

Reihe

Dortmunder Umformtechnik, Band 100

Verlag

Shaker Verlag, Aachen, 2018

Mündl. Prüfung

25. Juli 2018

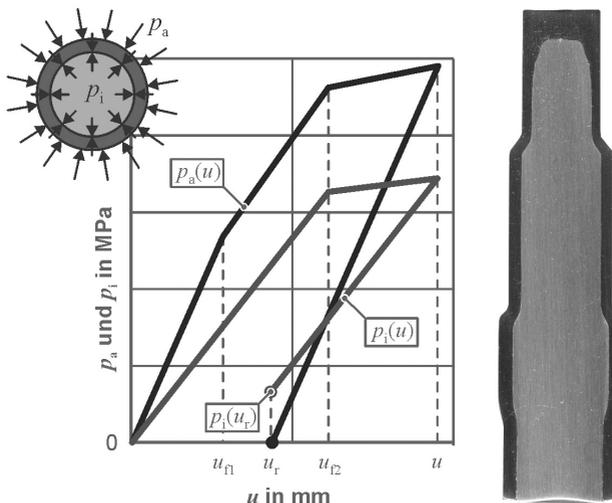
Berichter

Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. A. E. Tekkaya

Mitberichter

Prof. Dr.-Ing. B.-A. Behrens (Gottfried Wilhelm
Leibniz Universität Hannover)

Das Verbundfließpressen bezeichnet das gemeinsame Umformen zweier Halbzeuge unterschiedlicher Werkstoffe durch das Fließpressen. Gegenstand der Arbeit ist die Entwicklung eines Prozesses zur Herstellung von Verbundwellen und die Untersuchung ihrer Verbundeigenschaften. Die Halbzeuge bestehen dabei aus einem rückwärts-fließgepressten Napf aus Stahl, in den ein Leichtmetallkern eingelegt wird. Durch das Voll-Vorwärts-Fließpressen solcher hybrider Halbzeuge wird eine Verbundwelle hergestellt, wobei aus dem Napf die äußere Hülle der Verbundwelle entsteht. Der Leichtmetallkern im Inneren sorgt für eine Reduzierung des Gewichts. Durch die umformtechnische Herstellung der Näpfe und Verzicht auf eine anschließende Wärmebehandlung ist die Prozesskette sehr ressourceneffizient. Die Verbundeigenschaften werden analytisch, experimentell sowie numerisch hinsichtlich der Gesichtspunkte Kraft-, Stoff- und Formschluss untersucht.



Nachweis eines Kraftschlusses zwischen Kern und Hülle

Gies, Soeren

Reihe

Verlag

Mündl. Prüfung

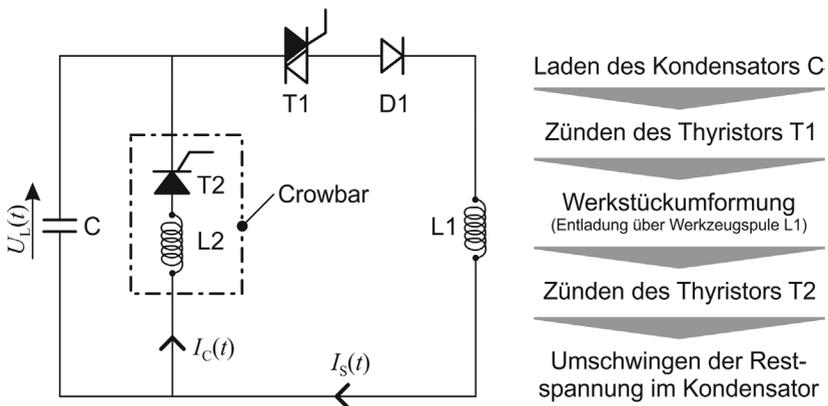
Berichter

Mitberichter

Thermische Spulenverluste bei der
elektromagnetischen Blechumformung
Dortmunder Umformtechnik, Band 102
Shaker Verlag, Aachen, 2018
16. August 2018
Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. A. E. Tekkaya
Univ. Prof. Dr. rer. nat. habil. M. Stiemer
(Helmut-Schmidt-Universität)

Die Stromwärmeverluste in der Wicklung der Werkzeugspule stellen den dominanten Verlustmechanismus bei der elektromagnetischen Umformung dar. Durch die Akkumulation der Stromwärme im Spulenkörper beeinflusst diese Verlustkomponente nicht nur die Prozesseffizienz, sondern auch die Werkzeugstandzeit. Das Ziel der Arbeit umfasst daher die physikalische Beschreibung der Spulenverluste und die Entwicklung technologischer Ansätze zur Verlustreduzierung.

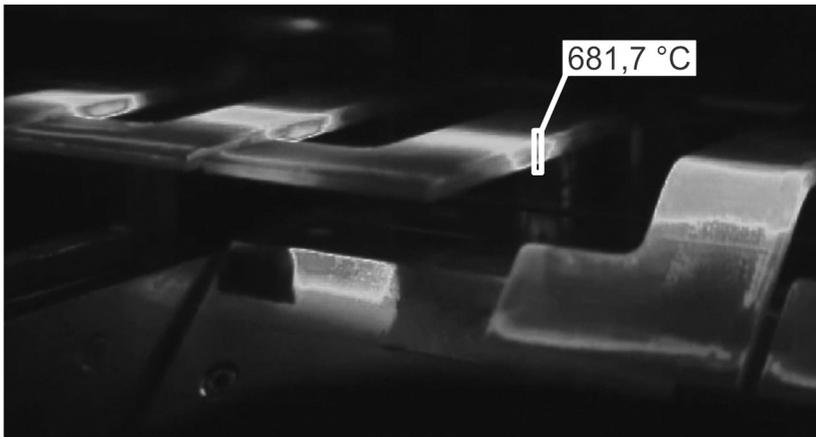
Durch die analytischen Berechnungsmodelle konnte der Einfluss der Geometrie-, Werkstoff- und Prozessparameter auf die Höhe der Spulenverluste aufgezeigt werden. Hybride Spulenleiter aus Kupfer und Stahl sowie ein rekuperationsfähiger Pulsgenerator wurden erfolgreich als Konzept zur Verlustreduzierung erprobt. Die Wirkung der Hybridleiter basiert auf einer geänderten Stromdichteverteilung, während die Verlustreduzierung durch das neuartige Pulsgeneratorkonzept auf eine Beeinflussung des zeitlichen Entladestromverlaufes zurückzuführen ist.



Schwingkreis und Schaltfolge des rekuperationsfähigen Pulsgenerators

Löbbe, Christian	Temperaturunterstütztes Biegen und Wärmebehandeln in mehrstufigen Werkzeugen
Reihe	Dortmunder Umformtechnik, Band 103
Verlag	Shaker Verlag, Aachen, 2019
Mündl. Prüfung	09. November 2018
Berichter	Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. A. E. Tekkaya
Mitberichter	Prof. Dr.-Ing. habil. M. Bambach (Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg)

Der Schlüssel zur Herstellung von hochfesten und komplex geformten Blechbauteilen ist die kombinierte Umformung und Wärmebehandlung. Die Untersuchung dient zur Entwicklung der mehrstufigen Folgeverbund- und Transfer-Werkzeug-Technologien durch eine in-situ thermische Behandlung. Für den kompakten Werkzeugaufbau wird das einstufige induktive Erhitzen und die mehrstufige Wärmeabfuhr entwickelt. Weiterhin werden die Mechanismen beim Biegen erforscht und durch eine Modellierung abgebildet. Beim Freibiegen ist neben dem Rückfedern das Überbiegen ein unabhängiger Effekt, mit dem das Biegeergebnis kontrolliert wird. Beim Gesenkbiegen führt die Wärmecontraktion zur Spannungsüberlagerung, die eine Kalibrierung des Biegeteils ermöglicht. Zur Wärmebehandlung von Stählen werden die Austenitisierung und das Abschrecken analysiert und modelliert. Zur Kontrolle der Zugfestigkeit ist neben der Korngröße die Kohlenstoffbeladung eine zentrale Stellgröße. In Fallstudien wird schließlich die Anwendung zur Fertigung von Bauteilen mit einer definierten Geometrie und Festigkeit veranschaulicht.



Biegen im Folgeverbundwerkzeug bei erhöhten Temperaturen

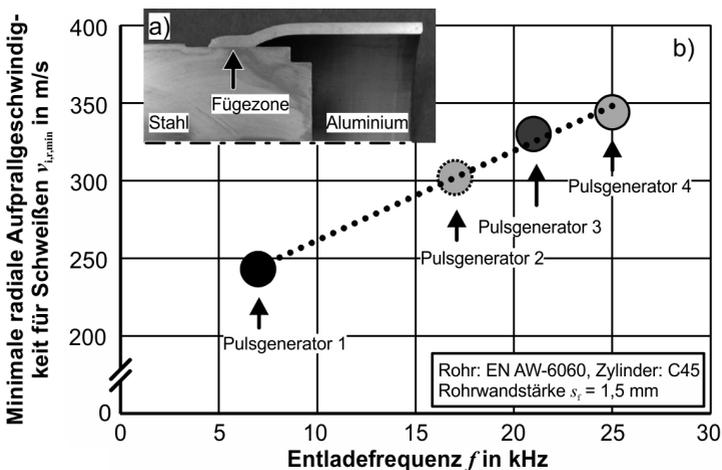
Lueg-Althoff, Jörn

Reihe
Verlag
Mündl. Prüfung
Berichter
Mitberichter

Fügen von Rohren durch elektromagnetische
Umformung – Magnetpulsschweißen
Dortmunder Umformtechnik
Shaker Verlag, Aachen, 2019
12. Dezember 2018
Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. A. E. Tekkaya
Prof. Dr.-Ing. G. Göbel (Hochschule für Technik
und Wirtschaft Dresden)

Um einen effizienten Ressourceneinsatz zu gewährleisten, sollte in der Fertigungstechnik für jede Anwendung der ideale Werkstoff ausgewählt werden. Da die meisten technischen Strukturen aus mehr als einer Komponente bestehen, stellt sich die Herausforderung, ungleiche Materialien durch geeignete Fügeverfahren zu verbinden. Bei Kollisionsschweißverfahren wie dem Magnetpulsschweißen (MPW) entstehen Schweißnähte infolge eines Hochgeschwindigkeitsaufpralls ohne schweißnahtschädigende, übermäßige Erwärmung der Fügepartner.

In dieser Arbeit wird das MPW von Rohren mittels elektromagnetischer Kompression aus umformtechnischer Sicht analysiert. Die Kollisionsbedingungen eines dünnwandigen Aluminiumrohrs mit einem Stahlzylinder sind durch die radialen und axialen Geschwindigkeitskomponenten und den Kollisionswinkel gekennzeichnet. Unterschiede zwischen verschiedenen MPW-Aufbauten werden aufgedeckt und auf die Eigenschaften der Schwingkreise verschiedener Pulsgeneratoren zurückgeführt.



a) Querschnitt einer Aluminium-Stahl-Verbindung, b) minimal erforderliche radiale Aufprallgeschwindigkeit für ein vollumfängliches Verschweißen

01

Lehre

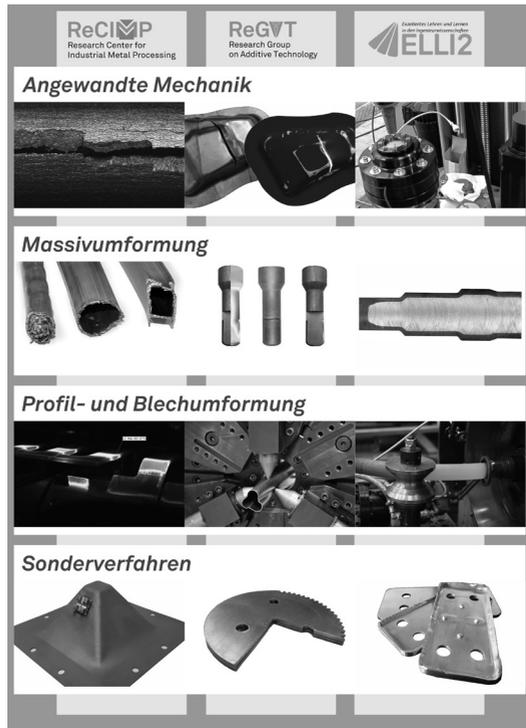
Forschung

02

2 Forschung

Die Forschungsaktivitäten des Instituts für Umformtechnik und Leichtbau umfassen die Entwicklung neuartiger Umformprozesse und Prozessketten sowie die Erweiterung bestehender umformtechnischer Fertigungsverfahren. Die wesentlichen Ziele bestehen dabei in der Erarbeitung einer physikalischen Prozessbeschreibung, der Einstellung und Verbesserung der Bauteileigenschaften und der ganzheitlichen Betrachtung der Prozesseffizienz. Die vornehmlich grundlagenorientierten Fragestellungen werden dabei durch Aspekte der angewandten Forschung ergänzt, um einen möglichst schnellen Transfer der Ergebnisse in die industrielle Praxis sicherzustellen. Die Bearbeitung der Forschungsvorhaben erfolgt durch 38 Wissenschaftler/-innen, die durch 12 technische und administrative Mitarbeiter/-innen sowie mehr als 50 studentische Hilfskräfte unterstützt werden. Insbesondere bei interdisziplinären Fragestellungen erfolgt die Projektbearbeitung vielfach in Form gemeinschaftlicher Forschungsvorhaben mit nationalen und internationalen Partnern. Die Beteiligung an den zwei Sonderforschungsbereichen TRR 188 (Sprecherschaft) und TRR

73 (Standortsprecherschaft) sowie an den zwei Schwerpunktprogrammen SPP 1640 und SPP 2013 sind Ausdruck dieser intensiven Vernetzung. Neben den vier Abteilungen „Angewandte Mechanik in der Umformtechnik“, „Massivumformung“, „Profil- und Blechumformung“ und „Sonderverfahren“ besteht die in der Grafik dargestellte Institutstruktur aus den drei abteilungsübergreifenden Einheiten „Research Center for Industrial Metal Processing“ (ReCIMP), „Research Group on Additive Technology“ (ReGAT) und „Exzellentes Lehren und Lernen in den Ingenieurwissenschaften“ (ELLI 2).



2.1 Forschungsgruppen und -center

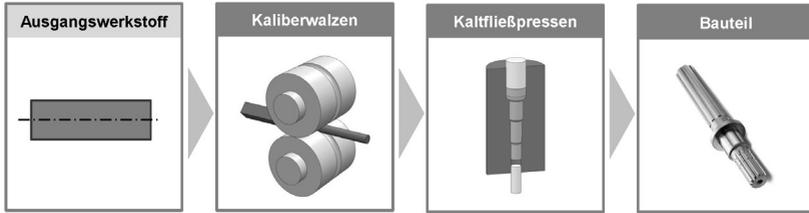
2.1.1 SFB/Transregio 188 – Schädigungskontrollierte Umformprozesse

Projekträger	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Projektnummer	TRR 188/1-2018
Sprecher	Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. A. Erman Tekkaya
Geschäftsführerin	Dr.-Ing. Frauke Maevus

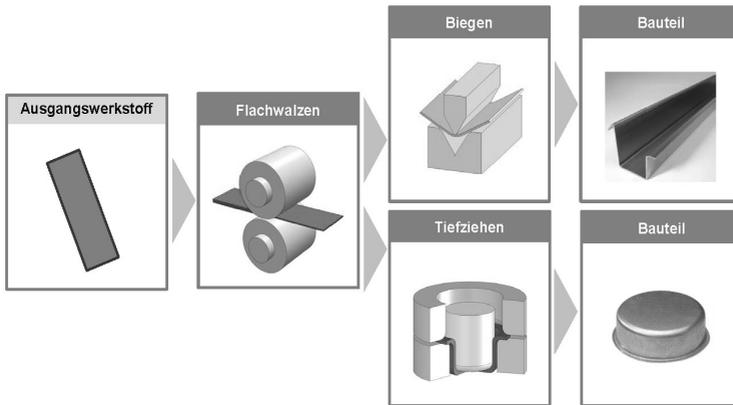
Der Sonderforschungsbereich TRR 188 beschäftigt sich mit der Erforschung der Schädigungsmechanismen beim Umformen und ihren Auswirkungen auf die Produkteigenschaften. Allgemein bekannt ist, dass jeder metallische Werkstoff Schädigungen, z. B. in Form von Gussporen und nichtmetallischen Einschlüssen, enthält und jede plastische Formänderung zusätzliche Schädigung in Form von z. B. Porenwachstum hervorruft. Nicht bekannt ist bisher, wie die Schädigung im Umformprozess gezielt beeinflusst werden kann und ab welcher kritischen Schädigungsgrenze mit einem Versagen des Bauteils zu rechnen ist. Diese Kenntnis ist jedoch notwendig, um das Potenzial moderner Werkstoffkonzepte und Umformverfahren vollständig auszunutzen und das Bauteilgewicht ohne Sicherheitseinbußen auf ein Minimum reduzieren zu können.

Deshalb besteht das langfristige Ziel des auf zwölf Jahre angelegten TRR 188 in der Entwicklung neuer Methoden und Technologien für die Kontrolle und quantitative Vorhersage der Schädigungsevolution sowie in der gezielten Einstellung der Schädigungszustände im Hinblick auf eine möglichst optimale Bauteilleitungsfähigkeit. Ausgehend von dem Leitgedanken „Schädigung ist kein Versagen“ wird angestrebt, dass die fertigungsbedingten Schädigungen einschließlich ihrer Auswirkungen zukünftig in gleicher Weise wie andere fertigungsinduzierte Eigenschaften als Zielgröße bei der Bauteil- und Prozessauslegung mit berücksichtigt werden. Damit ist es dann erstmals möglich, nicht nur die Herstellbarkeit der Bauteile zu garantieren, sondern auch die Eigenschaften und Funktionssicherheit der Bauteile während der Nutzungsphase.

Gegenstand der ersten, derzeit laufenden Förderperiode ist zunächst die Erarbeitung eines grundlegenden physikalischen Verständnisses der Entstehung und der Entwicklung der Schädigung im Umformprozess über die heute allgemein genutzten Hypothesen hinaus. Dies erfolgt am Beispiel repräsentativer Prozessketten der Massiv- und Blechumformung in drei Projektbereichen mit unterschiedlichen Schwerpunkten.



Prozesskette Massivumformung im TRR 188



Prozesskette Blechumformung im TRR 188

Im Projektbereich A „Prozesstechnologie“ werden Umformprozesse und deren Einfluss in Fertigungsprozessketten aus technologischer Sicht betrachtet. Im Mittelpunkt steht die Erforschung der Zusammenhänge zwischen den Fertigungsprozessen, den Lastpfaden und der resultierenden Schädigungsentwicklung. Auf Basis dieser Erkenntnisse erfolgt eine Analyse und Bewertung des Einflusses der Schädigung auf die Bauteileigenschaften. Anschließend werden technologische Ansätze zur gezielten Beeinflussung und Kontrolle der Schädigungsentwicklung abgeleitet, die in der zweiten Förderphase in modifizierte bzw. neu konzipierte Umformverfahren umgesetzt werden sollen.

Der Projektbereich B „Charakterisierung“ identifiziert und beurteilt die umforminduzierten Schädigungsmechanismen. Die Charakterisierung findet sukzessive am Ausgangswerkstoff, im Umformprozess und am fertig umgeformten Bauteil statt, um die Schädigungsentwicklung über die komplette Prozesskette verfolgen zu können. Zur messtechnischen Erfassung der Schädigung werden Mess- und Prüfstrategien für eine qualitative und quantitative Beschreibung der Schädigung auf verschiedenen Längenskalen entwickelt. Wichtige Gesichtspunkte sind dabei zum einen die Effizienz der

Charakterisierungsmethoden hinsichtlich Zeit und Aufwand und zum anderen eine konsistente Vorgehensweise bei der Anwendung der Methoden, damit die Vergleichbarkeit der Ergebnisse sichergestellt ist.

Der Projektbereich C „Modellierung“ befasst sich mit grundlegenden Modellansätzen zur Beschreibung der Schädigung im Blech- und Stangenmaterial auf verschiedenen Längenskalen sowie, darauf aufbauend, von Erholungsvorgängen zur Reduktion der materiellen Schädigung. Im Einzelnen sind dies ein anisotropes, makroskopisches Materialmodell, ein gekoppeltes Modell der Ver- bzw. Entfestigung und der Schädigung für die Warmumformung, ein kristallplastizitätsbasierter Modellierungsansatz sowie ein Schädigungsmodell für Betriebslast und ein Ansatz für Optimierungsprobleme. Die Entwicklung und Verifizierung der Ansätze erfolgt in enger Zusammenarbeit mit den Teilprojekten der anderen beiden Projektbereiche. Die Koordination des Austauschs ist Aufgabe des wissenschaftlichen Serviceprojekts „Modellintegration“. Weitere projekt- und bereichsübergreifende Querschnittsthemen werden in drei Arbeitskreisen behandelt.

Die Teilprojekte werden gemeinschaftlich von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der TU Dortmund (Sprecherhochschule) und der RWTH Aachen bearbeitet. Im Einzelnen sind am Standort Dortmund aus der Fakultät Maschinenbau das Institut für Umformtechnik und Leichtbau (IUL), das Institut für Mechanik (IM) und das Fachgebiet Werkstoffprüftechnik (WPT) sowie aus der Fakultät Architektur und Bauingenieurwesen der Bereich Numerische Methoden und Informationsverarbeitung beteiligt. An der RWTH Aachen sind dies das Institut für Bildsamer Formgebung (IBF), das Institut für Eisenhüttenkunde (IEHK) und das Institut für Metallkunde und Metallphysik (IMM) aus der Fakultät für Georessourcen und Materialtechnik sowie das Werkzeugmaschinenlabor (WZL) aus der Fakultät für Maschinenwesen und das Gemeinschaftslabor für Elektronenmikroskopie (GFE). Hinzu kommt der Lehrstuhl für Konstruktion und Fertigung der BTU Cottbus-Senftenberg und das außeruniversitäre Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH (MPIE) in Düsseldorf.

Unterstützt wird das interdisziplinäre Konsortium aus Fertigungstechnik, Materialwissenschaften und Werkstoffprüftechnik sowie Mechanik durch einen Industriekreis. Der Industriekreis berät den TRR 188 und diskutiert mit den Forscherinnen und Forschern die aktuellen F&E-Ergebnisse. Durch die Erfahrungen und Anregungen aus der industriellen Praxis erhält der Forschungsverbund wichtige Impulse für die weitere Forschungstätigkeit. Mitglieder des Industriekreises sind Werkstoff- und Halbzeughersteller, Komponentenhersteller, umformtechnische Betriebe der Blech- und Massivumformung, Bauteilanwender sowie Unternehmen aus den Bereichen

Software und Messtechnik.

Die ersten Forschungsergebnisse des TRR 188 wurden auf wissenschaftlichen und industrienahen Fachtagungen im nationalen und internationalen Umfeld vorgestellt und diskutiert. Zu nennen sind hier u. a. ICTP, ECCM, IDDRG, ESA-FORM, GAMM, MSEC, diverse DVM-Arbeitskreise und nicht zuletzt das vom TRR 188 im November 2018 in Dortmund veranstaltete erste Industriekolloquium.

2.1.2 ReCIMP – Research Center for Industrial Metal Processing

Leitung Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. J. Lueg-Althoff

Mit Beginn des Jahres 2018 ging das „Research Center for Industrial Metal Processing“ (ReCIMP) in die zweite Projektphase. Die erfolgreiche Kooperation mit dem internationalen Automobilzulieferer Faurecia besteht bereits seit 2013.

Bei einer Feierstunde im Versuchsfeld des IUL wurde am 13. April im Beisein von Vertreter/-innen der Stadt Dortmund, der TU Dortmund, der Fakultät Maschinenbau und der beiden Faurecia-Gruppen „Automotive Seating“ und „Clean Mobility“ auf die Projektverlängerung angestoßen. Die äußerst produktive Kooperation mit Faurecia wurde anhand von Projektbeispielen dargestellt. Prof. Tekkaya unterstrich, dass durch die Kooperation u. a. bereits sechs zusätzliche neue, drittmittelgeförderte Forschungsprojekte an der TU Dortmund initiiert werden konnten, in denen Grundlagenwissen über Umformverfahren generiert wird.

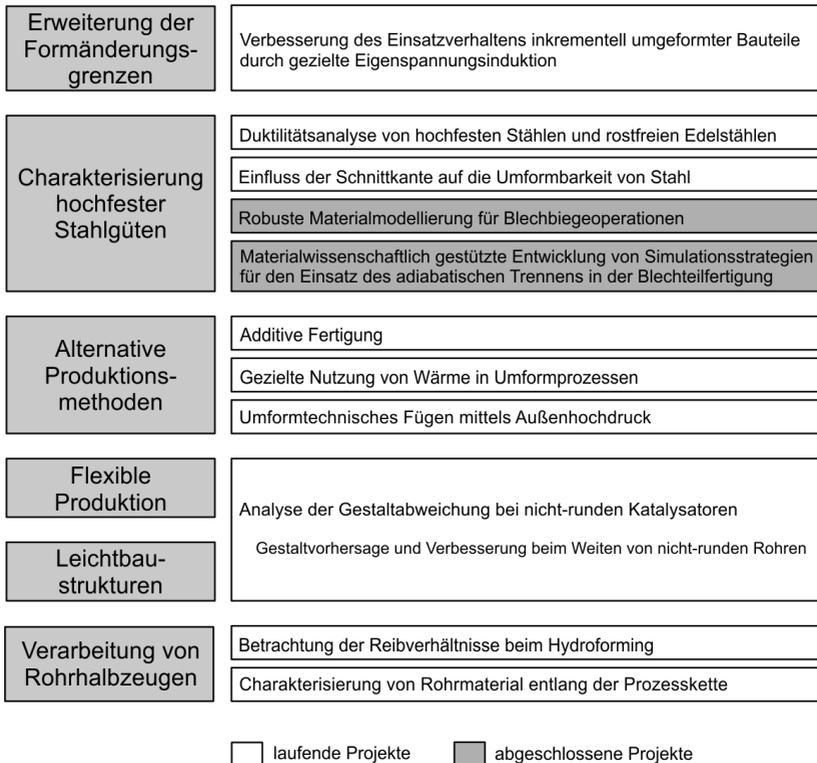


Die Vertreter/-innen von Faurecia, der Wirtschaftsförderung Dortmund, der TU Dortmund und des IULs freuten sich über die Verlängerung von ReCIMP. Bild: Schaper/TU Dortmund

In einer anschließenden Sitzung diskutierten die Mitglieder des ReCIMP Advisory Boards die Rahmenplanung für die zweite Phase.

Das übergeordnete Ziel von ReCIMP ist die Verbesserung und Vertiefung von Grundlagenwissen über innovative Metallverarbeitungsprozesse, Prozessketten und hybride Prozesse, die Erfassung und Untersuchung neuer wissenschaftlicher Trends in der Fertigungstechnik und der Aufbau eines Kompetenznetzwerks, bestehend aus weiteren Forschungseinrichtungen und Unternehmen.

Für die zweite Projektphase wurden sechs Schwerpunktbereiche definiert, in welche die Forschungsaktivitäten eingeordnet sind. Neben der Erweiterung der Formänderungsgrenzen bestehender Prozesse, der Erforschung alternativer Fertigungsprozesse und der Flexibilisierung der Herstellung von Produkten liegt ein Schwerpunkt auf der Charakterisierung von modernen Stahlwerkstoffen und der Modellierung ihres Umformverhaltens. Hierbei steht insbesondere die Identifikation und Entwicklung effizienter Charakterisierungsmethoden im Vordergrund.



Im Jahr 2018 bearbeitete Forschungsprojekte, eingeteilt in sechs Forschungsbereiche

Einige hochfeste Stahlwerkstoffe zeigen in manchen Umformprozessen eine besondere Anfälligkeit für das Versagen an geschnittenen Kanten (sogenannte Kantenrissempfindlichkeit). In dem Projekt „Einfluss der Schnittkante auf die Umformbarkeit von Stahl“ (vgl. Kap. 2.4.10) wird untersucht, welchen Einfluss die während der Scherumformung induzierten Dehnungen auf die reduzierte Umformbarkeit in den nachfolgenden Umformprozessen haben. Außerdem wird das Ziel verfolgt, geeignete Verfahren zur Bewertung der Kantenrissempfindlichkeit zu identifizieren.

Neben Blechhalbzeugen kommen insbesondere im Abgasbereich Rohrhalbzeuge zur Anwendung. Aus Gründen der optimalen Bauraumausnutzung werden vermehrt ovale Rohre eingesetzt. Der Einfluss der verschiedenen Prozessschritte der Herstellung von nicht runden Rohren auf die Geometrie-genauigkeit nach dem Aufweiten wird im Projekt „Gestaltvorhersage und Verbesserung beim Weiten von nicht-runden Rohren“ (vgl. Kap. 2.2.8) untersucht. Hierbei liegt der Fokus insbesondere auf der Erforschung des Rückfederungsverhaltens.

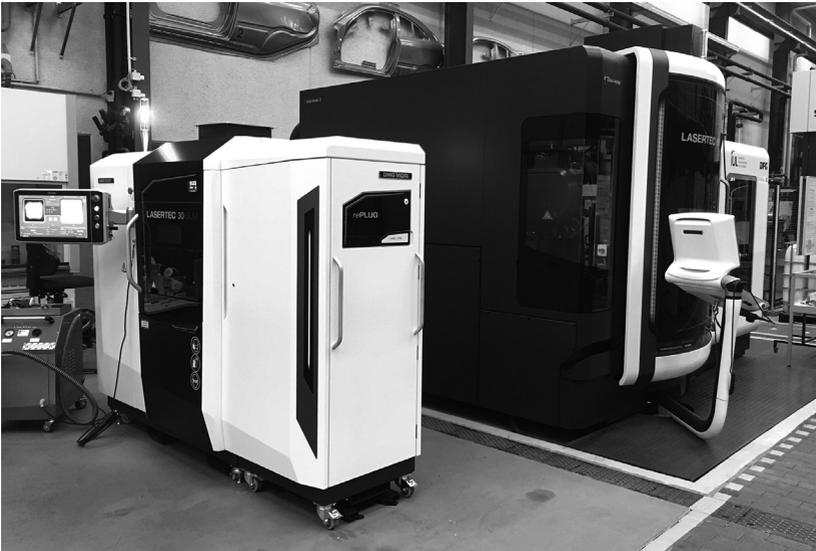
Die Forschungsergebnisse der ReCIMP-Projekte wurden im Jahr 2018 unter anderem auf den internationalen Konferenzen ESAFORM (European Scientific Association for Material Forming), TIME (Technological Innovations in Metal Engineering) und IDDRG (International Deep-Drawing Research Group Conference) der Fachcommunity vorgestellt. Wie bereits in der ersten Projektphase etabliert, arbeiten im ReCIMP zahlreiche wissenschaftliche und studentische Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des IUL projektbezogen abteilungsübergreifend zusammen. Ein besonderer Schwerpunkt liegt weiterhin auf der Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses. So wurden im Jahr 2018 zehn studentische Arbeiten (Projekt-, Bachelor- und Masterarbeiten) zu ReCIMP-bezogenen Themenstellungen bearbeitet.

2.1.3 ReGAT – Research Group on Additive Technology

Leitung Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Ramona Hölker-Jäger

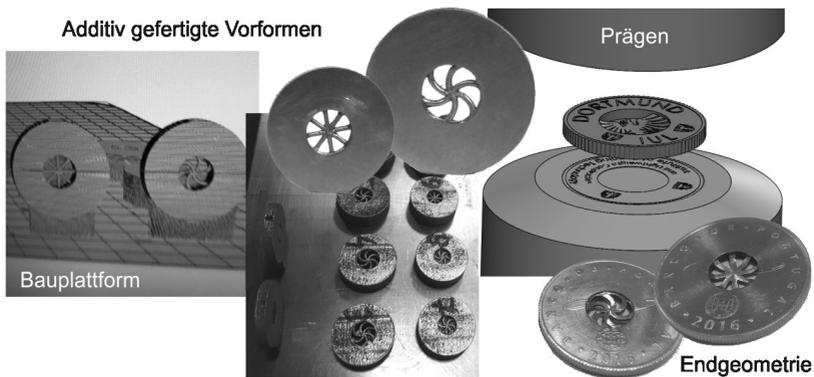
Die Arbeitsgruppe „Research Group on Additive Technology“ (ReGAT) verfolgt das Ziel, additive Fertigungsverfahren in bestehende Umformprozesse zu integrieren und vorteilhaft für diese zu nutzen. Forschungsgegenstand sind hierbei Verfahrenskombinationen aus formativen und additiven Fertigungsverfahren, die umformtechnische Weiterverarbeitung von additiv gefertigten Halbzeugen sowie additiv gefertigte Werkzeuge für die Umformtechnik.

Mit den beiden am IUL vorhandenen additiven Fertigungsmaschinen zur Verarbeitung von Metallen, das 5-Achs-Fräsbearbeitungszentrum mit einer Einheit zum Laserpulverauftragschweißen und eine im Pulverbett arbeitende Maschine zum Laserstrahlschmelzen, lassen sich eine Vielzahl unterschiedlicher Halbzeuge, Bauteile und Werkzeuge für ihren jeweiligen Anwendungszweck vollständig oder auch nur partiell additiv fertigen bzw. auftragen. Aktueller Forschungsschwerpunkt ist die Charakterisierung der Werkstoff- und Bauteileigenschaften. Der Fokus zukünftiger Forschungsaktivitäten liegt auf der Entwicklung und dem Einsatz von numerischen Methoden zur Untersuchung und Vorhersage der Eigenschaften additiv gefertigter Halbzeuge für eine nachgelagerte umformtechnische Weiterverarbeitung.



Maschinen zur additiven Fertigung auf Basis von Metallpulver am IUL

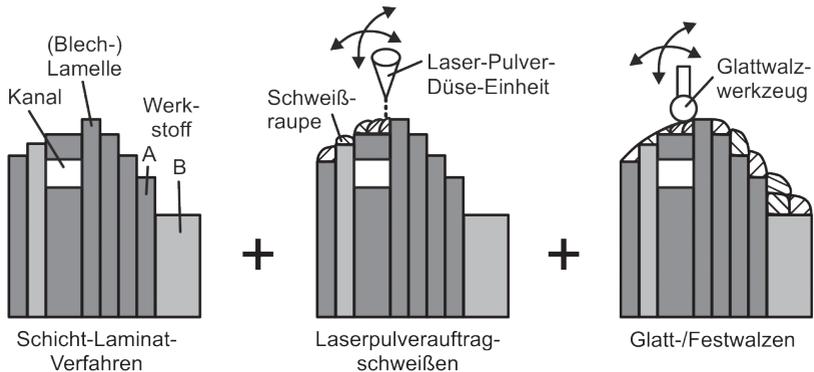
Von März bis Juni 2018 wurde die Arbeitsgruppe ReGAT durch Herrn Prof. Carlos Manuel Alves da Silva, Assistance Professor in der Arbeitsgruppe von Herrn Prof. Paulo Martins vom Instituto Superior Técnico der Technischen Universität von Lissabon, unterstützt. Prof. da Silva hat sich während seines Gastaufenthalts am IUL mit der Verknüpfung aus Umformtechnik und additiver Fertigung auseinandergesetzt. Seine Idee ist es, Rohlinge für Sammler-münzen additiv mittels des Laserstrahlschmelzens zu fertigen und diese anschließend durch einen Prägevorgang in die gewünschte Endgeometrie zu bringen. Zur Auslegung der Vorform bestimmt er den Materialfluss im Prägevorgang mithilfe numerischer Simulationen. Für das Jahr 2019 ist ein weiterer Gastaufenthalt am IUL geplant.



Additiv gefertigte Vorformen, die durch einen Prägevorgang in die Endgeometrie überführt werden

Im Sommer 2018 ist die Bearbeitung eines durch die DFG geförderten Forschungsvorhabens zur Untersuchung einer neuartigen Verfahrenskombination aus inkrementeller Blechumformung und Laserpulverauftragschweißen zur Fertigung von Leichtbauteilen mit hoher Funktionsintegration gestartet. In diesem Projekt soll eine kombinierte Bearbeitung, bestehend aus inkrementeller Blechumformung, additiver Fertigung und spangebender Nachbearbeitung, in einer Maschine und in einer Aufspannung realisiert werden. In Abgrenzung zu den vorgenannten pulverbasierten additiven Fertigungsverfahren wurde im Bereich der Schicht-Laminat-Technologie ein neuartiger Ansatz zur Verminderung des Stufeneffekts entwickelt. Die Idee ist es, den großvolumigen Grundkörper eines Werkzeugs oder eines Bauteils aus einzelnen Blechlamellen mit verschiedenen Dicken und unterschiedlichen Werkstoffen schnell und kostengünstig aufzubauen. Der hierbei auftretende sog. „Treppenstufeneffekt“, der aus der Schichtung der Lamellen resultiert, wird anschließend mittels Laserpulverauftragschweißen aufgefüllt und durch inkrementelles Glattwalzen und/oder Fräsen eingeebnet. Eine mögliche An-

wendung liegt in der schnellen und kostengünstigen Fertigung von Tiefziehwerkzeugen. Diese neuartige Prozesskette wurde von der TU Dortmund zum Patent angemeldet (DE 10 2018 004 294.5).



Reduzierung des „Treppenstufeneffekts“ beim Schicht-Laminat-Verfahren mittels Laserpulverauftragschweißen und Glattwalzen

Im September dieses Jahres wurde ein Workshop zum Thema „3D-Druck“ zusammen mit der KARL-KOLLE-Stiftung ausgerichtet. 20 Schülerinnen und Schüler im Alter von 13 bis 14 Jahren von 5 Schulen aus dem nordöstlichen Ruhrgebiet und dem angrenzenden Münsterland konnten zusammen mit ihren Lehrkräften einen Einblick in die additive Fertigung gewinnen. Nach einer Einführung in die Technologie und die Konstruktionssoftware hatten die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, 3D-Körper selbst zu entwerfen und deren Fertigung auf den am IUL vorhandenen Kunststoffdruckern zu verfolgen.

2.1.4 Forschung für die Ingenieurausbildung – ELLI 2

ELLI 2 – Exzellentes Lehren und Lernen in den Ingenieurwissenschaften

Projektträger	BMBF/DLR
Projektnummer	01 PL 16082 C
Projektleiter	Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. A. Erman Tekkaya
Ansprechpartner	Joshua V. Grodotzki M. Sc. (Leiter Arbeitsgruppe) Dipl.-Ing. Tobias R. Ortelt • Dipl.-Inf. Alessandro Selvaggio Siddharth Upadhy M. Sc.

Unter dem Schlagwort Industrie 4.0 werden inzwischen viele aktuelle Themen vereint, die zusammengenommen die industrielle Fertigung nachhaltig verändern werden. In diesem Zuge verlagern sich die Anforderungen an die Ingenieure/-innen, welche diese Revolution vollziehen sollen. Da dies nicht nur auf die Technologie, sondern die Menschen gleichermaßen zutrifft, steht die Hochschullehre vor der ebenbürtigen Herausforderung, diese neu geforderten Fähigkeiten durch Anpassung der Lehrinhalte sowie der Methoden zu vermitteln. Ein solcher Wandel kann dabei nur gelingen, wenn für die Lehre aktiv auf diesen Gebieten geforscht wird.

Das Verbundprojekt ELLI 2 der RWTH Aachen, der Ruhr-Universität Bochum sowie der Technischen Universität Dortmund, seit 2011 (ELLI) gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung innerhalb des Qualitätspakts Lehre, befasst sich daher explizit mit der Forschung zur Lehre in den Ingenieurwissenschaften.

Das Projekt ist dabei in vier übergeordnete Kernbereiche gegliedert:

- Remote-Labore und virtuelle Lernwelten
- Globalisierung
- Student Life Cycle
- Entrepreneurship

An der TU Dortmund forschen Ingenieur/-innen des IUL gemeinsam mit den Hochschuldidaktern/-innen des Zentrums für Hochschulbildung (zhb) an den Fragestellungen, wie zukünftig Ingenieure/-innen ausgebildet werden sollen. Innerhalb des Kernbereichs „Remote-Labore und virtuelle Lernwelten“ werden dabei am IUL zwei Maßnahmen beforscht: (1) der Ausbau der teleoperativen Prüfzelle und die Integration neuer Experimente sowie (2) das virtuelle Umformtechnik-Labor.

Durch die Lieferung der Rotationszugbiegemaschine, transfluid DB 2060-CNC-SE-F, sowie des Probenhandhabungsroboters KUKA KR90 R3700 K, kann die Entwicklung des Remote-Labors für Rohrbiegungsversuche in die nächste Phase übergeleitet werden. Im kommenden Jahr werden die entwickelten Programme mit den Maschinen verknüpft und erste Testläufe absolviert. Durch Integration des Remote-Labors in bestehende Vorlesungen sowie die Entwicklung eines Hands-on-Labors mit Fokus auf Prozessgrenzen beim Rohrbiegen können Studierende die Theorie des Rohrbiegens mit experimentellen Beobachtungen verknüpfen und so ihr Verständnis des Prozesses verbessern.



Rotationszugbiegemaschine der Firma transfluid: Basis für das Remote-Labor zum Thema Rohrbiegen

Das bestehende Remote-Labor zur Materialcharakterisierung wurde im Juni 2018 erfolgreich in die umformtechnische Vorlesung an der WH Gelsenkirchen integriert. Eine durchgeführte Evaluation zeigt, dass 74 % der Studierenden die Nutzung des Remote-Labors als hilfreich zur Verknüpfung von Theorie und Praxis einstufen.

Die Projekte der fakultätsinternen Projektpartners ISF, Institut für Spanende Fertigung, und wpt, Fachgebiet Werkstoffprüftechnik, sind derzeit in der Implementierungsphase. Dabei wird für das Remote-Fräs-Labor des ISF eine Miniatur-CNC-Fräs-Maschine über das Internet ansteuerbar gemacht, damit Studierende über die Variation von Prozessparametern Effekte wie beispielsweise Rattermarken erzeugen, beurteilen und dadurch besser verstehen lernen. Für den Dauerschwingversuch am wpt wurde seitens des IUL ein Kleinroboter gestellt, um konventionell sowie additiv hergestellte Proben aus

einem Magazin greifen und in die Prüfmaschine einlegen zu können. Beide Remote-Labore werden mit Kameras ausgestattet, sodass die zugreifenden Studierenden die Experimente nicht nur basierend auf Messdaten, sondern auch visuell verfolgen können.

Neben der Weiterentwicklung der Labore für Studierende ist die Vermittlung neuer Technologien an Schüler/-innen und Lehrende aller Bildungsinstitutionen ein weiterer Forschungsauftrag von ELLI 2. Zusammen mit der KARL-KOLLE-Stiftung hat das ELLI 2-Team des IUL einen 3D-Druck-Workshop für Schüler/-innen und Lehrer/-innen durchgeführt, bei dem die Möglichkeiten, aber auch Grenzen dieser neuen Fertigungstechnologie vermittelt wurden. Alle Teilnehmer/-innen konnten, nach Einführung in die entsprechende Software, einen selbstgestalteten Einkaufschip mit nach Hause nehmen. Mit ähnlichen Formaten hat sich ELLI 2 bei den TU-Aktionen MinTU, do-camp-ing, SchnupperUni, Girls' Day sowie der WissensNachtRuhr engagiert und dabei neben modernen Fertigungstechnologien auch die Anwendung von Augmented und Virtual Reality in der Ingenieursausbildung demonstriert.

Zum zweiten Mal wird dieses Jahr im Rahmen von ELLI 2 die Ingenieure-ohne-Grenzen-Challenge durchgeführt. Es konnten rund 60 Studierende an der TU Dortmund sowie über 25 weitere Studierende an den Standorten Aachen, Bochum sowie von den neu hinzugestoßenen Standorten Hamburg, Bottrop und Mittelhessen für die Teilnahme begeistert werden. Bei dieser Challenge müssen Studierende mithilfe ihrer ingenieurtechnischen Problemlösungskompetenzen vier reale Probleme aus dem Land Kenia lösen, welche vom Ingenieure ohne Grenzen e. V. als geeignet identifiziert worden waren.

Auf der Zukunftswerkstatt der DINI (Deutsche Initiative für Netzwerkinformationen e. V.) wurden in einem Inputvortrag und einem anschließenden Workshop die Lösungen aus ELLI 2 zum Lehren und Lernen mit Augmented und Virtual Reality vorgestellt. Die Lösungen wurden ebenfalls auf der DeLFI (E-Learning-Fachtagung Informatik) und dem DGfE-Kongress (Deutsche Gesellschaft für Erziehungswissenschaft) präsentiert. Für die Teilnehmer/-innen der REV 2018 (International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation) bot die Exkursion in die Versuchshallen des IUL die einmalige Gelegenheit, die Arbeiten von ELLI 2 in den Bereichen Augmented und Virtual Reality sowie in den Remote-Laboren live zu erleben.

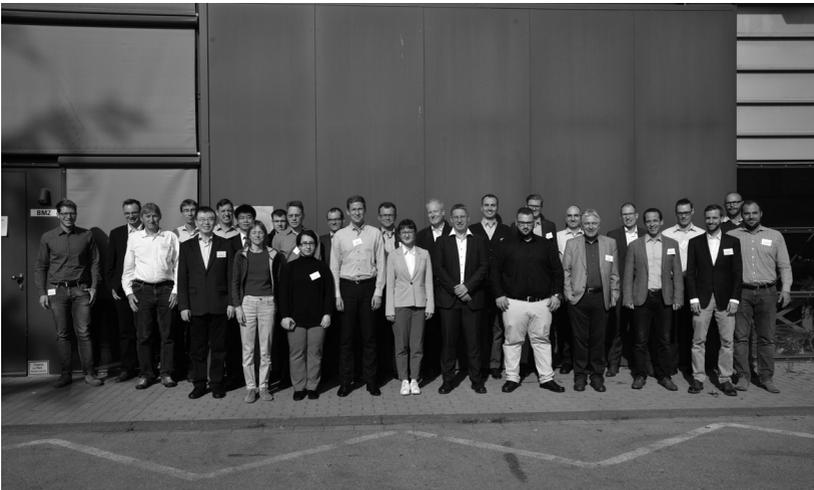
02

Forschung

2.2 Abteilung Angewandte Mechanik in der Umformtechnik

Leitung Dr.-Ing. Till Clausmeyer

Die Mitglieder der Abteilung Angewandte Mechanik in der Umformtechnik entwickeln neue Werkstoffprüfmethoden wie den ebenen Torsionsversuch für die Charakterisierung der Schädigung und der kinematischen Verfestigung. Diese Versuchsdaten sind für die Bewertung der Leistungsfähigkeit metallischer Werkstoffe und für die Prozesssimulation mit der Finiten-Elemente-Methode (FEM) unerlässlich. Insbesondere werden Blechmassivumformprozesse, Blechumformprozesse und das Fließpressen analysiert. Darüber hinaus werden Materialmodelle für die kinematische Verfestigung, die Schädigung und die Dehnraten- sowie Temperaturabhängigkeit entwickelt. Von April bis Juli 2018 war Prof. Junying Min von der Tongji-Universität in Schanghai zu Gast in der Abteilung. Neue Forschungsergebnisse aus Projekten wie den DFG-geförderten Sonderforschungsbereichen TRR 188 und TRR73, aber auch aus Gemeinschaftsprojekten mit der Industrie stellten Mitglieder der Abteilung auf internationalen Konferenzen (MSE 2018 in Darmstadt, IDDRG 2018 in Waterloo, Kanada) und auf Arbeitsgruppentreffen wie einem Seminar des Deutschen Verbands für Materialforschung und -prüfung e. V. (DVM) zum Thema Schädigung und Versagen vor.

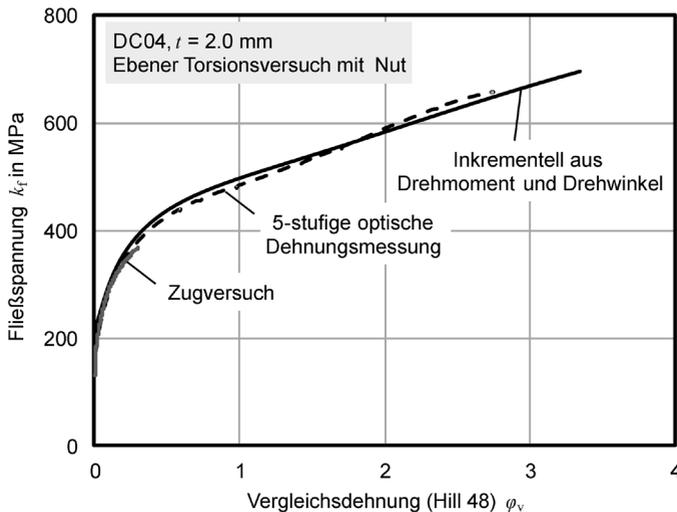


Mitglieder der Abteilung mit Prof. Tekkaya und Teilnehmer/-innen des DVM-Seminars am 9. Oktober in Dortmund

2.2.1 Neuartige ebene Torsionsprobe zur Charakterisierung von Schädigung und Verfestigung

Projektträger	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Projektnummer	TE 508/65-1
Ansprechpartner	Heinrich Traphöner M. Sc.

Der ebene Torsionsversuch mit umlaufender Nut erreicht aufgrund des nahezu idealen ebenen Spannungs- und Dehnungszustandes Vergleichsdehnungen weit über 1,0 für duktile Werkstoffe. Während die Spannung einfach aus dem gemessenen Drehmoment berechnet werden kann, ist die Messung von Dehnungen über diesem Wert durch konventionelle optische Dehnungsmessung nicht mehr möglich. Das optische Muster verzerrt mitunter stark, sodass eine akkurate Dehnungsmessung nicht mehr möglich ist. Durch die Erforschung neuer Methoden zur Messung sehr hoher Scherdehnungen für den ebenen Torsionsversuch sollen auch Fließkurven sehr duktiler Werkstoffe ermittelt werden. Zum einen wird die Möglichkeit untersucht, in mehreren Schritten jeweils ein neues, unverzerrtes optisches Muster auf die Probe aufzubringen und die Fließkurve in mehreren Schritten zu ermitteln. Zum anderen wurde eine Methode entwickelt, mit der die Fließkurve aus dem ebenen Torsionsversuch inkrementell aus Drehmoment und Drehwinkel ermittelt werden kann. Die Einschränkungen der optischen Messung können somit überwunden werden.



Fließkurven für DC04 in 2 mm Blechdicke aus dem Zugversuch und dem ebenen Torsionsversuch mit Nut

2.2.2 Modellintegration für die Prozesssimulation

Projektträger

Projektnummer

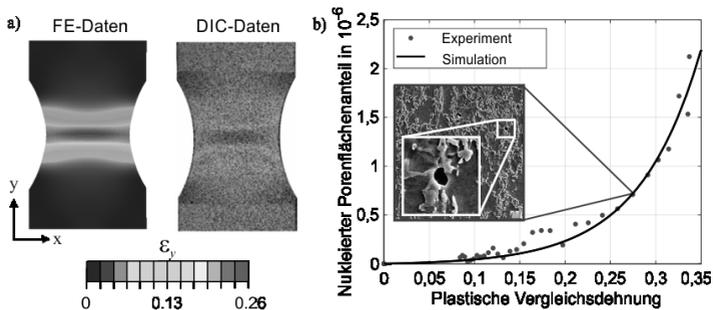
Ansprechpartner

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

SFB/TRR 188 • Teilprojekt S01

Alexander Schowtjak M. Sc.

Im SFB/TRR 188 sollen die Mechanismen der Schädigung verstanden und vorhergesagt werden können. Um Umformprozesse bezüglich Schädigung zu analysieren, bedarf es der Identifikation verschiedener Material- und Modellparameter. Zu deren Bestimmung wird ein Softwaretool zur optimierungs-basierten Parameteridentifikation komplexer Materialmodelle entwickelt. Dazu werden sowohl globale Informationen wie Kraft-Weg-Verläufe als auch lokale Daten wie Verschiebungs- oder Dehnungsfelder (vgl. Bild a), welche mittels Digital-Image-Correlation-Software aufgenommen werden, berücksichtigt. Die einzelnen Materialparameter dienen dazu, unterschiedliche Phänomene zu beschreiben. So lassen sich bestimmte Parameter durch geeignete Experimente und Untersuchungsmethoden gesondert bestimmen. Der für die Poren-Nukleierung verantwortliche Term des Gurson-Tvergaard-Needleman-Modells kann über Mikrostrukturuntersuchungen identifiziert werden, indem die Entwicklung an die experimentell bestimmten nukleierten Poren angepasst wird (vgl. Bild b).

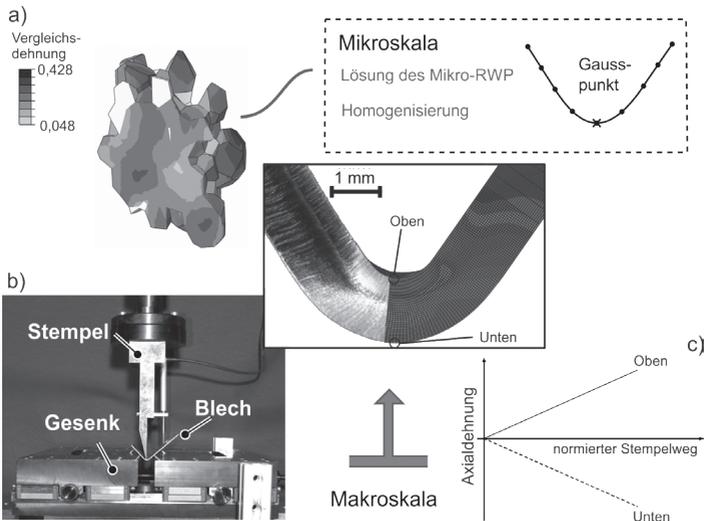


a) Dehnungsfeld eines Zugversuchs mit gekerbter Probe, b) Porenflächenanteil durch Nukleierung, der mittels REM aufgenommen und ausgewertet wurde, über plastischer Vergleichsdehnung

2.2.3 Mikromechanische Modellierung der Materialumformung zur Vorhersage der anisotropen Verfestigung

Projektträger	Mercator Research Center Ruhr (MERCUR)
Projektnummer	Pr-2015-0049
Ansprechpartner	Dr.-Ing. Till Clausmeyer
Projektstatus	abgeschlossen

Das Umformverhalten moderner mehrphasiger Stähle wird durch Eigenschaften wie Härte und Textur der einzelnen Phasen bestimmt. Modellierungsmethoden, die explizit die Mikrostruktur berücksichtigen, treffen Vorhersagen über die lokalen Werkstoffeigenschaften. Am Interdisciplinary Centre for Advanced Materials Simulation (ICAMS) in Bochum wurde dazu ein nicht-lokales Kristallplastizitätsmodell entwickelt (vgl. Bild a). Mittels einer neuartigen Balkenelementformulierung ermöglichen die Partner des Instituts für Mechanik der Universität Duisburg-Essen eine Einbindung von repräsentativen Volumenelementen (RVE) in der Simulation von Biegeprozessen unter Annahme der Euler-Bernoulli-Hypothese. Zur Beschreibung des Werkstoffverhaltens wurden Versuchsdaten aus Experimenten wie dem ebenen Torsionsversuch des IULs mit hoher Dehnung genutzt. So konnten die Rückfederung von Biegeteilen (vgl. Bild b) aus dem Dualphasenstahl DP 600 und die lokale plastische Dehnung vorhergesagt werden.

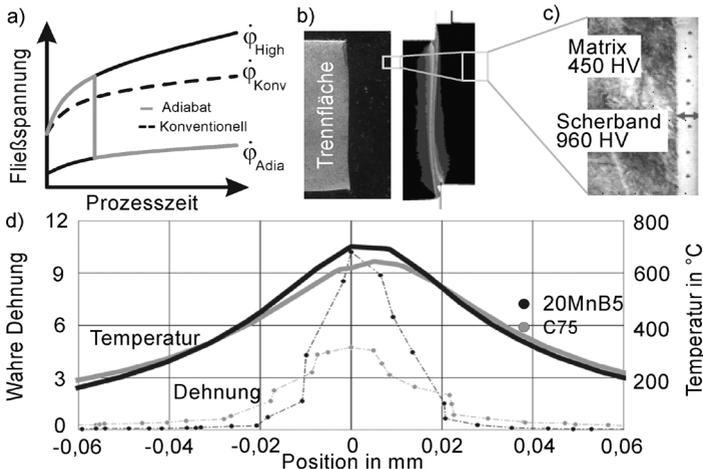


a) Mikrostrukturmodell (vom ICAMS bereitgestellt), b) Freibiegen, c) makroskopische Dehnung (17,5 %)

2.2.4 Materialwissenschaftlich gestützte Entwicklung von Simulationsstrategien für den Einsatz des adiabatischen Trennens in der Blechteilfertigung

Projektträger	AiF/FOSTA
Projektnummer	18865 BG – P 1127
Ansprechpartner	Fabian Schmitz M. Sc.
Projektstatus	abgeschlossen

Beim adiabatischen Scherschneiden stellt sich durch eine hohe lokale Formänderungsgeschwindigkeit ($\dot{\epsilon} \geq 10^3 \text{ s}^{-1}$) und die kurze Prozesszeit ($t < 2 \text{ ms}$) eine temperaturbedingte Entfestigung (vgl. Bild a) ein. Hieraus resultieren im Vergleich zum konventionellen Verfahren eine hohe Schnittqualität und eine mögliche Verkürzung der Prozessroute beim Beschnitt von hochfestem Stahl. Die entstehende adiabatisch gesicherte Trennfläche weist im Vergleich zum konventionellen Verfahren besondere technologische Eigenschaften auf. Insbesondere betrifft dies die Geometrie der Scherfläche (vgl. Bild b) und die mechanischen Eigenschaften (vgl. Bild c) des adiabatisch gesicherten Materials. Zur simulativen Vorhersage der lokalen Effekte ist der Einsatz einer sehr feinen Vernetzung notwendig. Fortschrittliche Neuvernetzungsstrategien wie das adaptive Neuvernetzen wurden hierzu verwendet. Hierdurch konnten die herrschenden Zustände im Scherband, wie die Temperatur (vgl. Bild d), berechnet werden. Das Projekt wird in Zusammenarbeit mit dem Institut für Werkstoffwissenschaft (LWW) in Chemnitz bearbeitet.

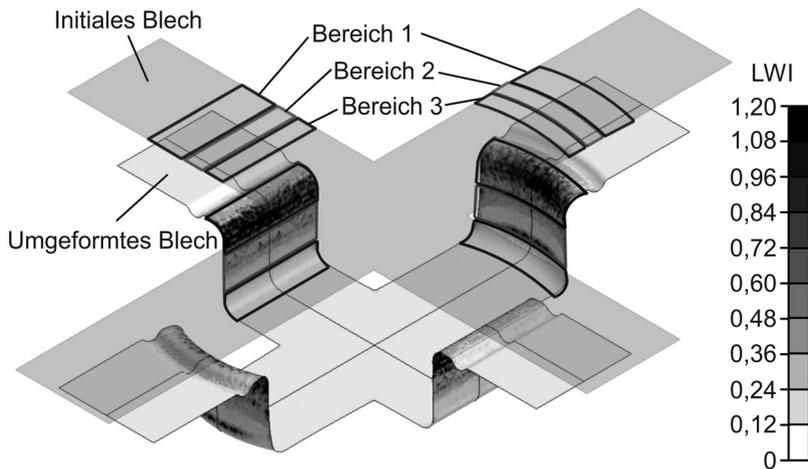


a) Thermische Entfestigung, b) Geometrie der Trennfläche c) Härte des ASB, d) Eigenschaften im ASB

2.2.5 Analyse prozessnaher Einflüsse auf das Rückfederungsverhalten von Blechwerkstoffen

Projektträger	AiF/EFB
Projektnummer	11/215/17613N
Ansprechpartner	Heinrich Traphöner M. Sc.
Projektstatus	abgeschlossen

Dieses Projekt wurde in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Fertigungstechnologie in Erlangen (LFT) durchgeführt. Im Zentrum stand die Bewertung des Rückfederungsverhaltens von Blechwerkstoffen. Es konnte gezeigt werden, dass die Walzrichtungsabhängigkeit des Bauschinger-Effektes für die untersuchten Werkstoffe vernachlässigbar ist und nicht in der Modellierung berücksichtigt werden muss. Eine lastpfadabhängige lokale Zuweisung von Materialparametern führt zu einer geringfügig besseren Rückfederungsvorhersage, welche aber nicht im Verhältnis zu dem Aufwand steht, der durch die Charakterisierung und die erhöhte Simulationsdauer entsteht. Für die analysierten Lastwechselindikatoren konnte eine qualitative Korrelation zwischen dem Betrag des Indikators und des Unterschiedes zwischen isotroper und isotrop-kinematischer Materialmodellierung ermittelt werden. Prozesse mit geringem Wert des LWI können somit unter Umständen auch mit rein isotroper Verfestigung und Prozesse mit hohem LWI nur mit isotrop-kinematischer Verfestigung simuliert werden.



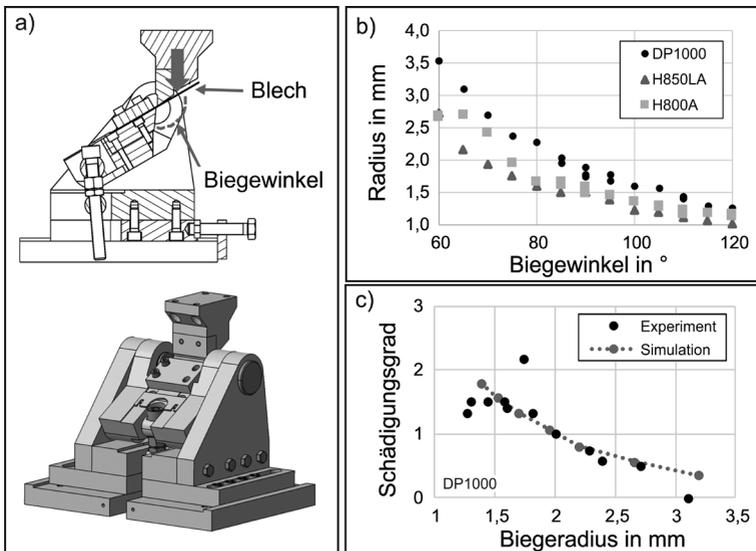
Lastwechselindikator und Bereiche vergleichbarer Belastungspfade am modularen Demonstrator

2.2.6 Robuste Materialmodellierung für Blechbiegeoperationen

Projektträger
Ansprechpartner
Projektstatus

ReCIMP
Fabian Schmitz M. Sc.
abgeschlossen

Die Auslegung von hochfesten Stählen für gebogene Strukturbauteile im Automobilbau ist eine besondere Herausforderung. Zum einen soll ein Reißen beim Wiederaufbiegen verhindert werden und zum anderen weisen hochfeste Stähle teilweise stark unterschiedliches Verfestigungsverhalten auf. Simulationen des Fertigungsprozesses erfordern eine akkurate Beschreibung dieses Materialverhaltens. Um verschiedene Werkstoffkonzepte besser vergleichen zu können, wurde zunächst ein neuer Prüfstand entwickelt (vgl. Bild a). Auf diese Weise konnte ein definierter Biegeradius und Biegewinkel eingestellt und hinterher kontrolliert wieder zurückgebogen werden. In Freibiegeversuchen wurden außerdem werkstoffspezifische Kombinationen von Biegeradius und -winkel bestimmt (vgl. Bild b). Darüber hinaus wurde eine vollständige Parameteridentifikation für zwei gekoppelte Schädigungsmodelle durchgeführt. Es konnte gezeigt werden, dass die vorhergesagten Schädigungswerte sehr gut mit den experimentell bestimmten Rissklassifikationen der Probenoberfläche korrelieren (vgl. Bild c).



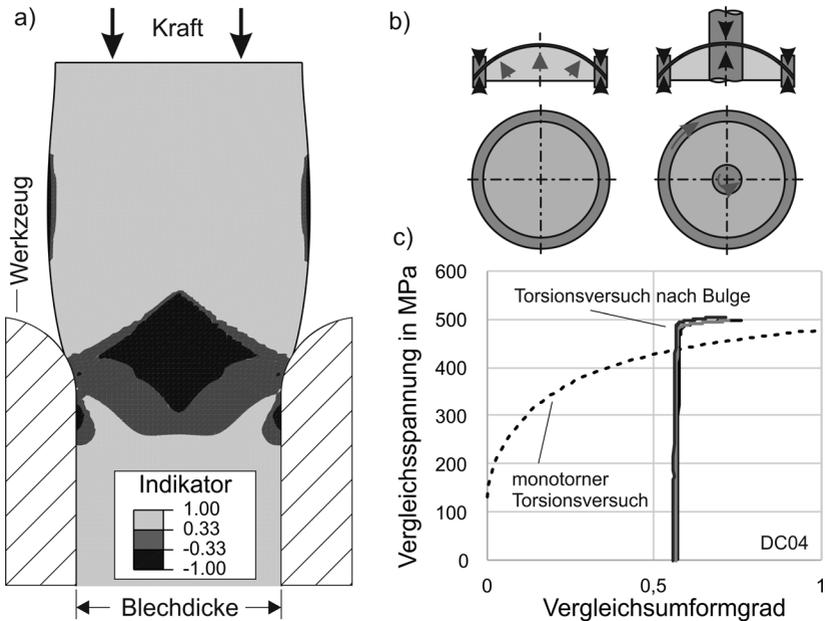
a) Biegevorrichtung, b) Korrelation zwischen Biegeradius und Biegewinkel, c) Vorhersage der Biegequalität

2.2.7 Analyse der belastungspfadabhängigen Schädigungs- und Mikrostrukturentwicklung zur numerischen Auslegung von Blechmassivumformprozessen

Projektträger
Projektnummer
Ansprechpartner

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
SFB/TR 73 • Teilprojekt C4
Florian Gutknecht M. Sc.

In der Blechmassivumformung wird die Blechdicke gezielt der Belastung angepasst. Ein typischer Teilprozess ist das Aufdicken am Blechrand (vgl. Bild a). Damit einher gehen auch stark nichtlineare Belastungspfade und hohe Umformgrade. Für die Lastumkehr (Indikator = -1) bei hohen Vordehnungen steht schon seit einiger Zeit der ebene Torsionsversuch zur Verfügung. Für Dehnpfadwechsel in eine senkrechte Richtung (Indikator = 0) wurde der gewölbte Torsionsversuch entwickelt (vgl. Bild b). Dieser ermöglicht es, Effekte eines senkrechten Dehnpfadwechsels auch bei hohen Vordehnungen zu charakterisieren (vgl. Bild c). Gemeinsam mit dem Institut für Werkstoffkunde an der Leibniz Universität Hannover wird die Mikrostruktur der Proben hinsichtlich der Porenentwicklung untersucht. Mit dem kombinierten Vorgehen kann der Einfluss des Dehnpfades auf die Festigkeits- und Schädigungsentwicklung schließlich direkt bestimmt werden.



a) Dehnpfadwechsel beim Randaufdicken, b) Prinzip des gewölbten Torsionsversuchs, c) Experimentell bestimmte Querverfestigung

2.2.8 Gestaltvorhersage und Verbesserung beim Weiten von nichtrunden Rohren

Projektträger

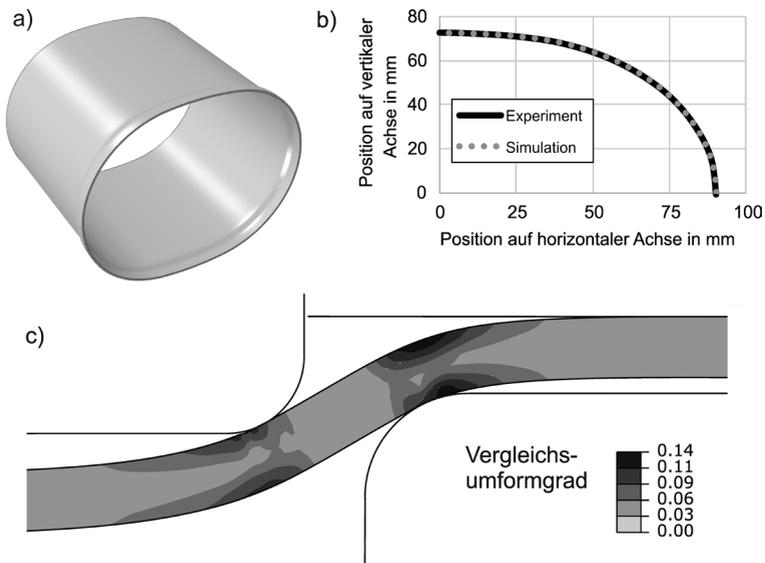
ReCIMP

Ansprechpartner

Dr.-Ing. Till Clausmeyer

Steigende Anforderungen an die Ausnutzung des Bauraums führen zu komplexeren Rohrquerschnitten von Behältern. Dieser Umstand erschwert es erheblich, die engen Formtoleranzen einzuhalten. Um zukünftig auch bei erhöhter Komplexität nicht wesentlich mehr Iterationsschleifen zu benötigen, muss die Auslegung des Prozesses verbessert werden. Für nicht-runde Rohrquerschnitte sind keine analytischen Modelle verfügbar. Daher wird ein numerisches Finite-Elemente-Modell des Prozesses erstellt. Das Modell hilft dabei, die wechselseitige Beeinflussung der Rückfederung nach dem Aufweiten und der Gestaltabweichung durch gestaltabhängige Innendrücke zu analysieren.

Zu Beginn des Projektes wurde das Aufweiten an einem freien Ende (vgl. Bild a) untersucht. Mit dem Simulationsmodell konnte bereits eine sehr gute Übereinstimmung der Kontur zwischen realem Bauteil und Simulation erzielt werden (vgl. Bild b). Darüber hinaus konnte die im Prozess auftretende plastische Dehnung veranschaulicht und analysiert werden (vgl. Bild c). Diese Maßnahme half, das Prozessverständnis zu steigern.

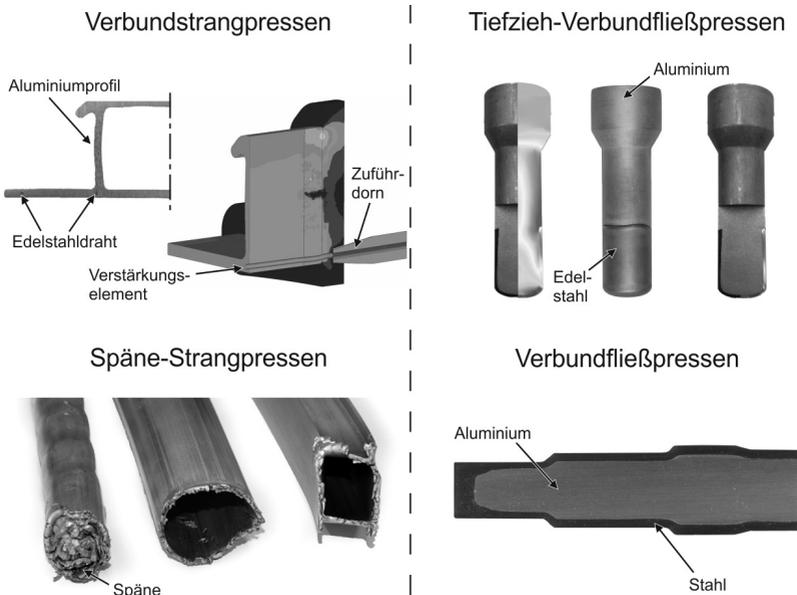


a) Aufweiten am freien Ende, b) Konturvergleich Simulation nach Rückfederung und reales Bauteil, c) Prozessanalysebestimmte Querverfestigung

2.3 Abteilung Massivumformung

Leitung Christoph Dahnke M. Sc.

Die Abteilung Massivumformung beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit den Verfahren Fließpressen und Strangpressen. Im Fokus stehen hierbei grundlagentechnische Fragestellungen sowie die Neu- und Weiterentwicklung innovativer Verfahrensvarianten (vgl. Bild). Im Bereich der Grundlagenforschung wird das Auftreten von unerwünschten Längspressnahtabzeichnungen beim Strangpressen untersucht. Der bei Lastumkehr auftretende Bauschingereffekt sowie der Einfluss der Schädigung auf das Bauteilverhalten bilden Untersuchungsschwerpunkte im Bereich des Fließpressens. Getragen durch den Leichtbaugedanken konzentriert sich die Prozessentwicklung vermehrt auf Prozesse zur Herstellung von Hybridbauteilen. Das Verbundstrangpressen bspw. ermöglicht neben Verstärkungselementen aus Stahl die Einbettung funktionaler Elemente wie elektrischer Leiter oder Formgedächtniselemente. Durch das Tiefzieh-Verbundfließpressen und das Verbundfließpressen lassen sich Bauteile belastungsangepasst verstärken bzw. im Gewicht reduzieren. Neben der Gewichtsreduktion werden durch die direkte Wiederverwertung von Aluminiumspänen mittels Strangpressen auch ökologische Aspekte berücksichtigt.



Forschungsschwerpunkte in der Abteilung Massivumformung

2.3.1 Beeinflussung der Schädigungsentwicklung beim Kaltfließpressen

Projektträger

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

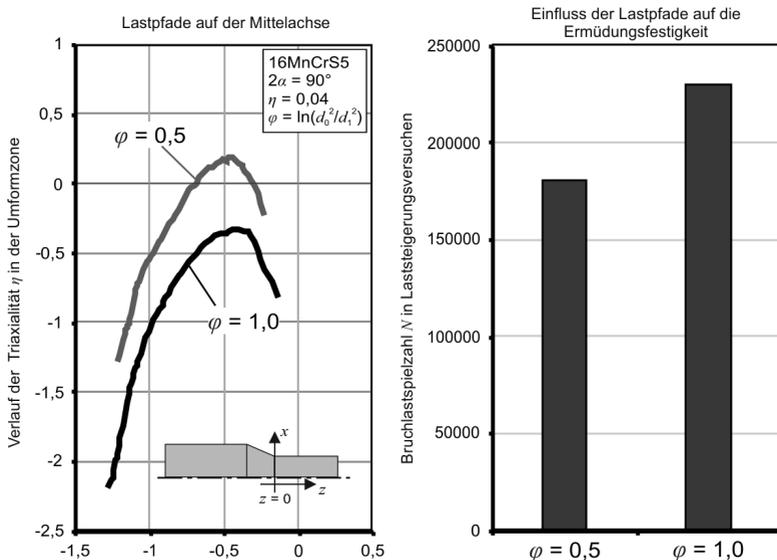
Projektnummer

SFB/TRR 188 • Teilprojekt A02

Ansprechpartner

Oliver Hering M. Sc.

Die Eigenschaften fließgepresster Bauteile ergeben sich als Folge von Eigenspannungen, Kaltverfestigung und der entstehenden Schädigung entlang der Prozesskette. Ziel des Teilprojektes ist es, den separierten Einfluss der Schädigungsentwicklung beim Kaltfließpressen zu analysieren, vorherzusagen und kontrollierbar zu machen, um Fließpressbauteile mit definierter, einsatzangepasster Leistungsfähigkeit herstellen zu können. Dazu wird beim Voll-Vorwärts-Fließpressen der Einfluss geometrischer und prozesstechnischer Parameter, wie z. B. Umformgrad (vgl. Bild), Schulteröffnungswinkel, Übergangsradien und Reibung, sowie der Einfluss unterschiedlicher Prozessrouten auf den Lastpfad untersucht. Die durch unterschiedliche Lastpfade hervorgerufene Schädigung wird mit Verfahren der Mikroskopie bestimmt. Die durch die Schädigung variierende Leistungsfähigkeit der Bauteile wird anschließend mithilfe von Messungen des E-Moduls, der Kerbschlagbiegearbeit und der Bruchlastspielzahl in Ermüdungsversuchen (vgl. Bild) ermittelt.

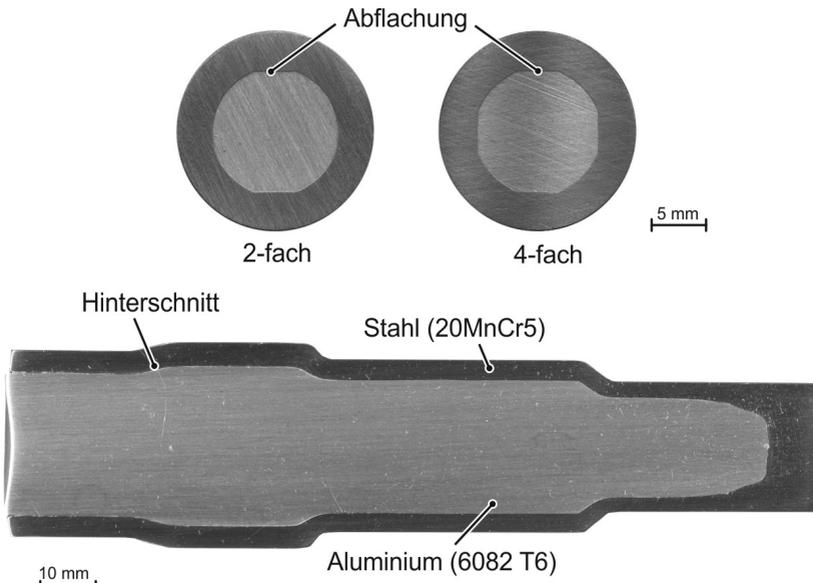


Lastpfad bei unterschiedlichen Umformgraden und Einfluss auf die Ermüdungsfestigkeit

2.3.2 Verbundfließpressen von fließgepressten Halbzeugen

Projektträger	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Projektnummer	TE 508/54-1
Ansprechpartner	Christoph Dahnke M. Sc.
Projektstatus	abgeschlossen

Zur Herstellung von Verbundwellen wurden hybride Halbzeuge in konventionellen Fließpresswerkzeugen bei Raumtemperatur voll-vorwärts-fließgepresst. Als hybride Halbzeuge erweisen sich rückwärts-fließgepresste Näpfe und darin eingelegte Leichtmetallkerne als besonders ressourceneffizient. Experimentell und analytisch konnte gezeigt werden, dass in fließgepressten Stahl-Aluminium-Wellen ein Kraftschluss vorliegt. Der Kraftschluss ist bedingt durch eine unterschiedliche Rückfederung des Aluminiumkerns und des Stahlmantels. Ergebnisse von Push-Out-Tests zeigten, dass kein stoffschlüssiger Verbund erreicht wird. In Torsionstests konnte allerdings gezeigt werden, dass minimale Formabweichungen zu einem Formschluss führen und somit die Verbundfestigkeiten steigern. Daher wurde auch die gezielte Erzeugung eines Formschlusses untersucht. Die Verbundfestigkeit konnte durch das Einbringen von Mikroformschlüssen mittels Strukturierung der Kontaktflächen und auch durch Makroformschlüsse in Form von Hinterschnitten und unrunder Querschnitten des Kerns signifikant erhöht werden (vgl. Bild).



Makroformschluss in Verbundwellen

2.3.3 Verfahren zur Fertigung von Verbundbauteilen durch eine Kombination aus Tiefziehen und Fließpressen

Projektträger

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

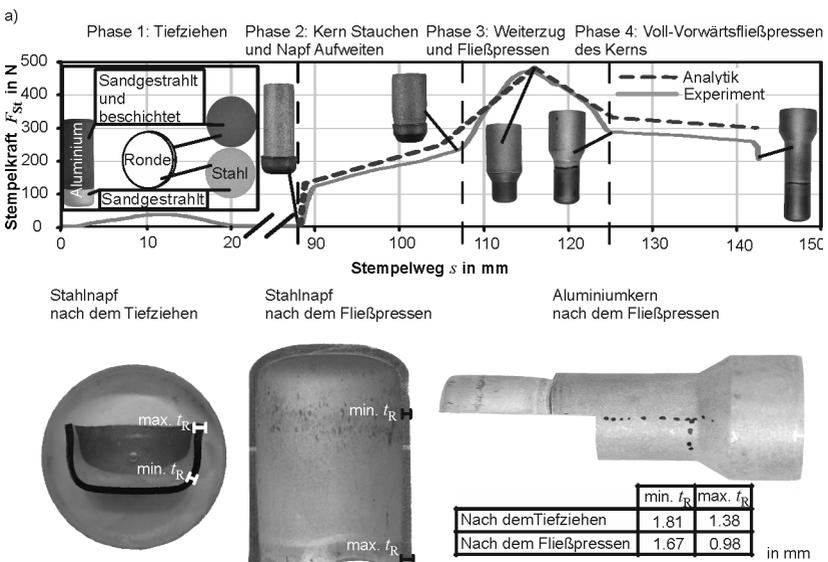
Projektnummer

TE 508/61-1

Ansprechpartner

Oliver Napierala M. Sc.

Die Kombination verschiedener Werkstoffe stellt einen Ansatz dar, um lokale mechanische Eigenschaften eines Bauteils einzustellen und das Gewicht durch eine geeignete Wahl der Werkstoffe zu verringern. Die am IUL entwickelte und patentierte Prozesskombination Tiefzieh-Verbundfließpressen ermöglicht die Fertigung leichter Hybridbauteile aus einer Blechrunde und einem zylindrischen Aluminiumkern. Durch das Unterbrechen der Fertigung an charakteristischen Bereichen des Prozessverlaufes lassen sich experimentell vier Prozessphasen ermitteln. Die analytische Beschreibung dieser Prozessphasen zeigt eine gute Übereinstimmung mit den experimentellen Versuchen (vgl. Bild a). Hinsichtlich der Verbundart wurde an getrennten Proben eine Kombination aus einer kraft- und formschlüssigen Verbindung festgestellt. Der Kraftschluss resultiert aus der unterschiedlichen Rückfederung der Hülle und des Kerns. Der axiale Formschluss ist bedingt durch das Aufdicken der Blechdicke t_R im Randbereich während des Tiefziehens (vgl. Bild b). Zusätzlich entsteht ein Formschluss in Torsionsrichtung durch die Zipfelbildung beim Tiefziehen.

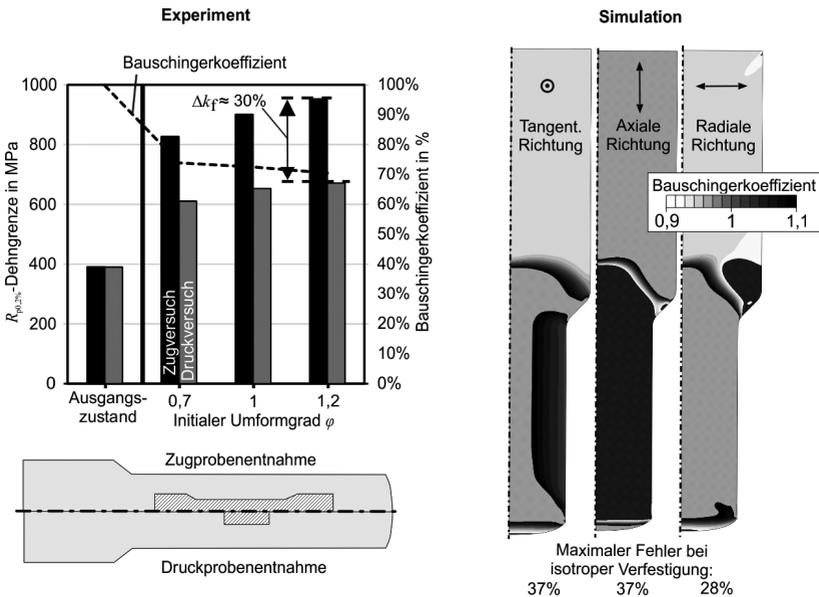


a) Stempelkraftverlauf, b) Formschluss durch lokal variierende Blechdickenänderung

2.3.4 Abbildung lokaler Bauteileigenschaften in FEM-Umformsimulationen

Projektträger	AiF/FOSTA
Projektnummer	18225 N/P1057
Ansprechpartner	Felix Kolpak M. Sc.
Projektstatus	abgeschlossen

Das Ziel dieses Teilprojektes der Forschungsinitiative „Massiver Leichtbau“ war die möglichst präzise Abbildung einer exemplarischen Prozesskette in Bezug auf die resultierenden lokalen Bauteileigenschaften der produzierten Bauteile. Dazu wurde die Verkettung der drei Bereiche Kaltumformung (IUL), Zerspanung (ISF, TU Dortmund) und Struktursimulationen (IFU, Stuttgart) betrachtet. Im Bereich Kaltfließpressen wurde die Richtungsabhängigkeit der lokalen Festigkeit, hervorgerufen durch den Bauschingereffekt, als Ansatzpunkt für eine Verbesserung der Abbildungsgüte identifiziert. Anhand von Realversuchen wurde der Einfluss des Bauschingereffektes experimentell nachgewiesen (vgl. Bild). Zur Steigerung der Abbildungsgüte lokaler Bauteileigenschaften wurden verschiedene isotrop-kinematische Verfestigungsmodelle verglichen. Die Berücksichtigung kinematischer Verfestigung führt zu einer drastischen Verbesserung der Abbildungsgüte der lokalen Festigkeit und der Eigenspannungen, was eine Grundvoraussetzung für eine ganzheitliche Prozessauslegung in Bezug auf neue Leichtbaupotenziale darstellt.

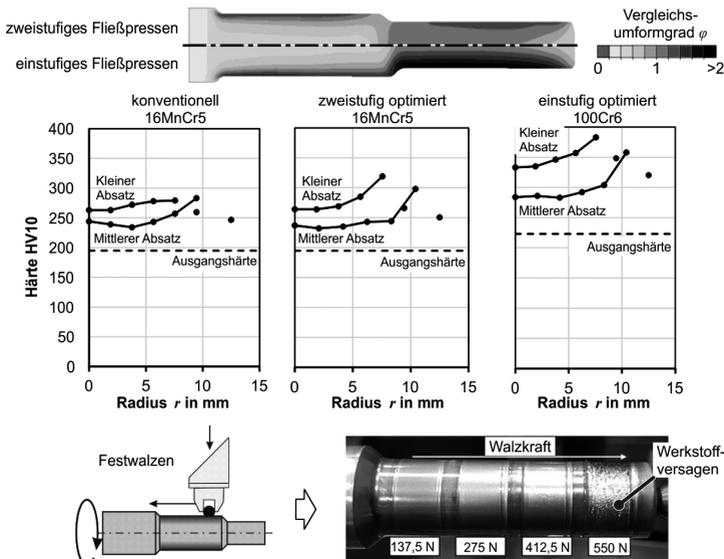


Einfluss des Bauschingereffektes auf die lokale Festigkeit und resultierender Bauschingerkoeffizient in fließgepressten Teilen

2.3.5 Erweiterung technologischer Grenzen bei der Massivumformung in unterschiedlichen Temperaturbereichen

Projektträger	AiF/FOSTA
Projektnummer	18229 N/P1058
Ansprechpartner	Oliver Napierala M. Sc.
Projektstatus	abgeschlossen

Das Forschungsvorhaben bildete ein Teilprojekt der Forschungsinitiative „Massiver Leichtbau“. Ziel war die Auslegung von Fließpressprozessen zur Herstellung von Getriebewellen mit optimierten Randschichteigenschaften. Die Arbeiten erfolgten in Zusammenarbeit mit dem IFU Stuttgart und dem IFUM Hannover. Basierend auf numerischen Simulationen ein- und mehrstufiger Fließpressprozesse wurden die randnahen Umformgrade und damit die Kaltverfestigung optimiert (vgl. Bild a). Es sollte die Fragestellung beantwortet werden, ob typische Wärmebehandlungen durch eine optimierte Kaltverfestigung teilweise oder vollständig substituiert werden können. Zwar kann der erreichte Festigkeitsanstieg keine entsprechenden Wärmebehandlungen wie Einsatzhärten ersetzen, die Härten einer Vergütung konnten jedoch erreicht und teilweise sogar übertroffen werden. Als weitere Möglichkeit zur Steigerung der Randschichthärte wurde das inkrementelle Umformverfahren Festwalzen untersucht. Während bei vergüteten Wellen noch Festigkeitssteigerungen möglich sind, zeigt sich bei kaltverfestigten Wellen allerdings eine Materialermüdung, die zu einem Prozessversagen führt.



Maximierung der Randschichthärte durch Fließpressen und Festwalzen

2.3.6 Umformtechnische Herstellung und Charakterisierung von Aktuatorprofilen basierend auf Shape Memory Alloys

Projektträger

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Projektnummer

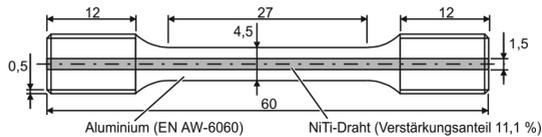
TE 508/45-2

Ansprechpartner

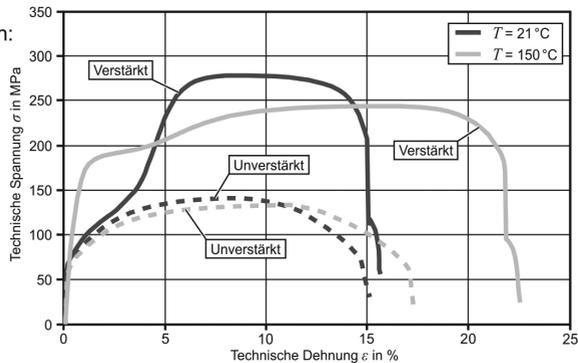
Christoph Dahnke M. Sc.

Verbundstrangpressen ermöglichen die kontinuierliche Einbettung von Drähten in Aluminiumprofile. Im Rahmen des Projektes werden aktuell Formgedächtnislegierungen als Verbundpartner verwendet. Durch den Formgedächtniseffekt kann zum einen eine Aktuatorfunktion in den Verbundbauteilen erzeugt werden und zum anderen ergeben sich ebenfalls positive Auswirkungen auf die mechanischen Eigenschaften. In Zusammenarbeit mit dem IAM-WK des KIT zeigen Zugversuche (vgl. Bild) eine Steigerung der Zugfestigkeit sowie der Bruchdehnung und damit eine Erhöhung der Energieaufnahmefähigkeit. Aufgrund der Phasenumwandlung ist das Werkstoffverhalten hierbei abhängig von der Umgebungstemperatur. Wird die legierungsspezifische A_f -Temperatur überschritten, wandelt sich die bei Raumtemperatur martensitische Phase des eingebetteten NiTi-Drahtes in die härteste austenitische Phase. Hierdurch zeigt sich eine höhere Anfangsfließspannung der verstärkten Proben bei 150 °C (vgl. Bild). Die maximale Zugfestigkeit ist aufgrund der mit steigender Temperatur abnehmenden Fließspannung der Aluminiummatrix allerdings geringer.

Verbundprobe:
(alle Maße in mm)



Ergebnis
Zugversuch:

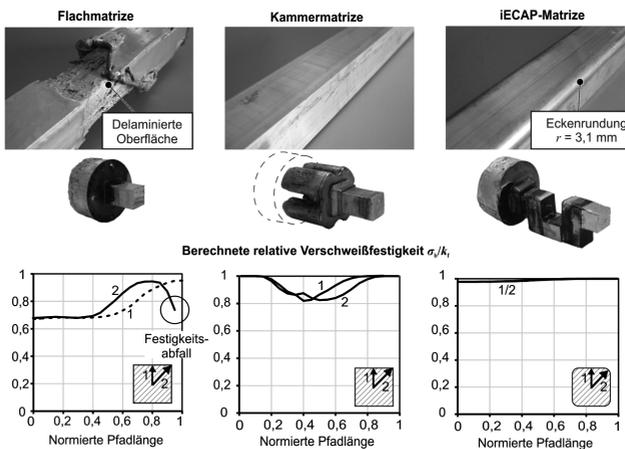


Exemplarische Spannungs-Dehnungskurven verstärkter und unverstärkter Zugproben bei unterschiedlichen Prüftemperaturen

2.3.7 Ermittlung und Erweiterung der Einsatzgrenzen bei der umformtechnischen Wiederverwertung von Aluminiumspänen

Projekträger	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Projektnummer	TE 508/60-1
Ansprechpartner	Felix Kolpak M. Sc.
Projektstatus	abgeschlossen

In Zusammenarbeit mit dem WPT der TU Dortmund wurde am IUL das direkte Strangpressen von Aluminiumspänen untersucht. Auf Grundlage eines Verschweißmodells von Cooper und Allwood (2014) wurde dabei ein Modell zur Vorhersage des Prozesserfolges beim Spänestrangpressen unter Berücksichtigung aller relevanten Prozessparameter (Werkzeugdesign, Pressverhältnis, Temperatur usw.) entwickelt. Das Modell wurde in Anlehnung an Literaturergebnisse angepasst und anhand experimenteller Versuchspressungen weiter validiert. Dazu wurde das Prozessfenster des Spänestrangpressens für eine verbreitete Spangeometrie aus EN AW-6060 bezüglich der wichtigsten Einflussparameter genau erfasst. Die Verwendung des Modells erlaubt die numerische Vorhersage der lokalen Spanverschweißung und damit eine zielgerichtete und kosteneffiziente Optimierung der Prozessparameter in Bezug auf die Herstellung fehlerfreier Profile (vgl. Bild). Zudem konnte in experimentellen Versuchen gezeigt werden, dass Wärmebehandlungsstrategien konventioneller gussbasierter Profile auf spänebasierte Profile angewandt werden können.

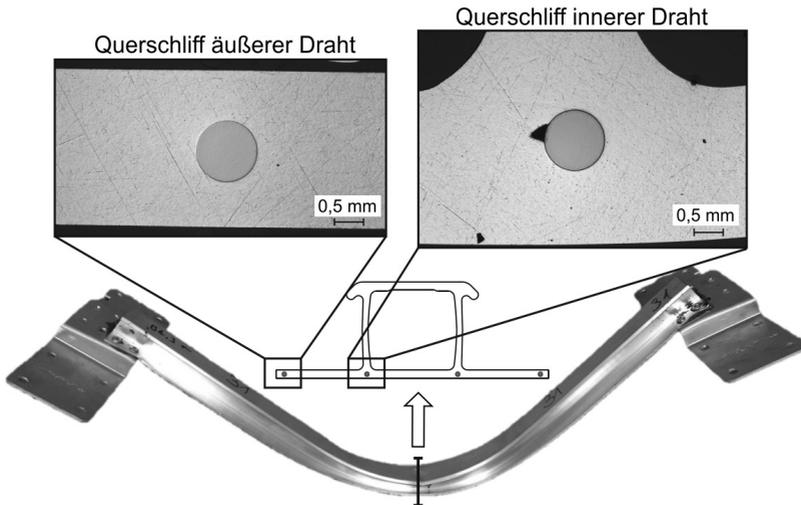


Anwendung des Verschweißmodells zur Vorhersage des Prozesserfolges beim Spänestrangpressen

2.3.8 Fertigung von Aluminiumprofilen mit kontinuierlicher Verstärkung

Projektträger	AiF/Stiffterverband Metalle
Projektnummer	18959 N/1
Ansprechpartner	André Schulze M. Sc.
Projektstatus	abgeschlossen

Innerhalb des Projektes wurde das Verbundstrangpressen hinsichtlich einer industriellen Anwendung untersucht. Erforscht werden sollten Anforderungen wie eine komplexe Profilgeometrie, der begrenzte Bauraum und die schlechte Zugänglichkeit im Bereich der Pressen und Werkzeuge sowie die Forderung nach einer hohen Produktivität. Mit den beteiligten Industriepartnern wurde ein Seitenaufprallträger als Verbundprofil mit Verstärkungsdrähten aus Stahl und Formgedächtnislegierung ausgelegt. Das entsprechende Werkzeug wurde konzeptioniert, mithilfe der weiterentwickelten Simulationssoftware analysiert und experimentell erprobt. Die Verstärkungsdrähte wurden erfolgreich in das Profil eingebettet und der Einfluss nachfolgender Prozessschritte analysiert. Mit dem Ziel einer Erhöhung der mechanischen Eigenschaften der Verbundprofile wurden diese Profile-Performance-Tests unterzogen. Hierbei wurde jedoch festgestellt, dass sich die Drähte unter hohen Biegebelastungen von der Aluminiummatrix ablösen und aufgrund des geringen Verstärkungsanteils im Profil keine Verbesserung der Leistungsfähigkeit erzielt werden kann.

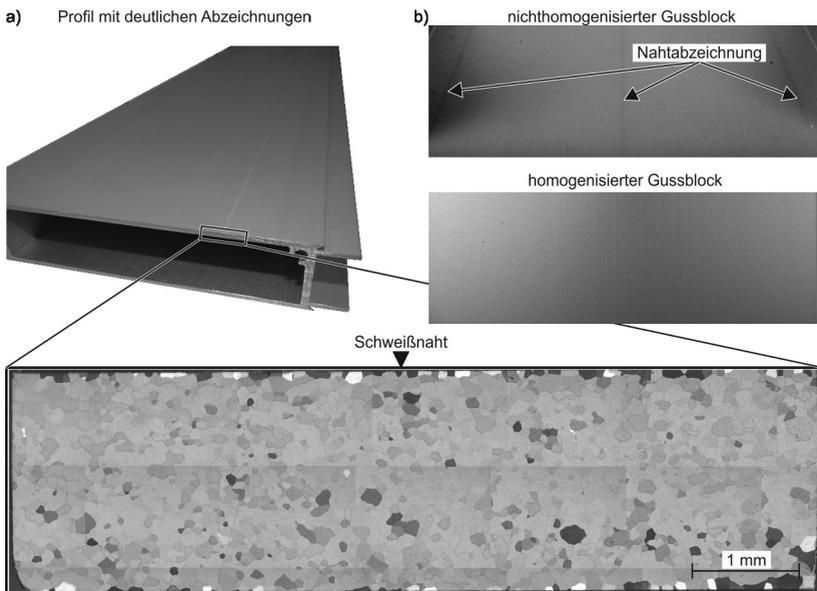


Lichtmikroskopieaufnahmen der eingebetteten Verstärkungsdrähte eines getesteten Profils

2.3.9 Methoden zur Vermeidung der Längspressnahtabzeichnung bei eloxierten Aluminiumstrangpressprofilen

Projektträger AiF/Stifterverband Metalle
 Projektnummer 18756 N
 Ansprechpartner Johannes Gebhard M. Sc.

Eloxierte Profile werden häufig als Sichtbauteile eingesetzt. Ein oft auftretender Fehler sind sichtbare Streifen auf der Oberfläche der Schweißnaht, welche von der gesamten Prozesskette, vom Gießen des Pressblockes bis zum Eloxieren des Profils, abhängen. In Zusammenarbeit mit den Unternehmen des projektbegleitenden Ausschusses Hueck, Gerhardt Alutechnik, HMT Höfer Metall Technik und Wilke Werkzeugbau wurde ein Werkzeug entwickelt, um Nahtabzeichnungen zu provozieren und unter industrienahen Bedingungen in den Unternehmen zur Profilerzeugung zu nutzen. Der Mikrostruktur kommt dabei eine wichtige Rolle zu: Sie wird durch das IAM-WK des KIT mittels Licht- und Elektronenmikroskopie untersucht. Da die an der Oberfläche sichtbare Naht durch optische Lichtmikroskopie nicht nachgewiesen werden kann (vgl. Bild a), sollen die Nähte mit EBSD-Messungen untersucht werden. Bislang können Abzeichnungen nur qualitativ durch Sichtprüfung bewertet werden. Ein Einflussfaktor liegt in der Qualität der Gussblöcke: So führt die Verwendung von nichthomogenisierten Blöcken zu deutlichen Abzeichnungen (vgl. Bild b).

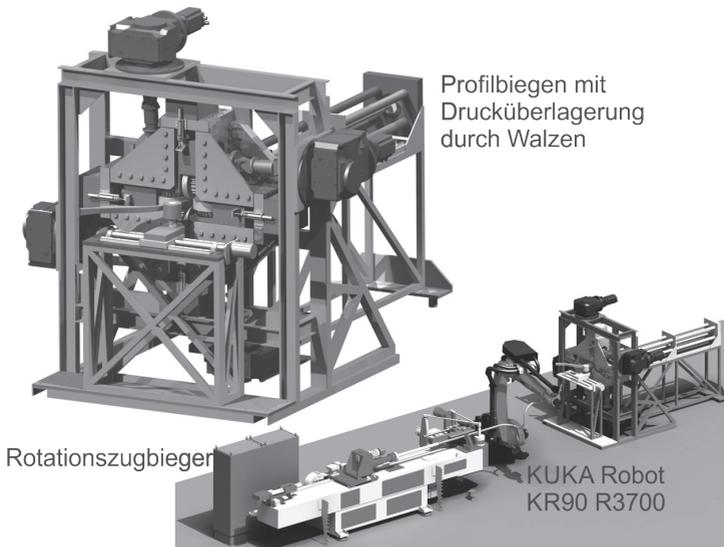


a) Mikrostruktur im Nahtbereich, b) Einfluss der Homogenisierung des Gussblockes

2.4 Abteilung Profil- und Blechumformung

Leitung Dr.-Ing. Christian Löbbe

Die neue Abteilung für Profil- und Blechumformung umfasst die Technologien zum Rohr-, Profil- und Blechbiegen, die Verfahren zur weiteren Profilumformung und das Blechumformen wie das Tiefziehen und Scherschneiden. Die Schwerpunkte dieser Abteilung bilden erstens die Prozessanalyse von herkömmlichen und neuen Verfahren, zweitens die Entwicklung der Verfahren durch Maßnahmen wie z. B. durch Spannungsüberlagerung und gezielten Wärmeeinsatz und drittens die Entwicklung vollständig neuer Prozesse. In diesem Rahmen wurden z. B. das inkrementelle Profilumformen analysiert und Grundlagen zum Drahtwickeln unrunder Spulenkörper geschaffen. Das Blechbiegen bei erhöhten Temperaturen sowie mit Spannungsüberlagerung wurden realisiert und untersucht, um die Eigenschaften beim Umformen und auch im Produkt einzustellen. Darüber hinaus wurde das inkrementelle Rohr- umformen und das Rohrumformen mittels granularer Medien durch werkzeugtechnische Maßnahmen adaptiert, um Verfahrensgrenzen auszuweiten. Schließlich wurde mit der Entwicklung einer automatisierten Biegezone begonnen, die u. a. eine patentierte Profilbiegeanlage mit Drucküberlagerung beinhaltet (vgl. Bild).



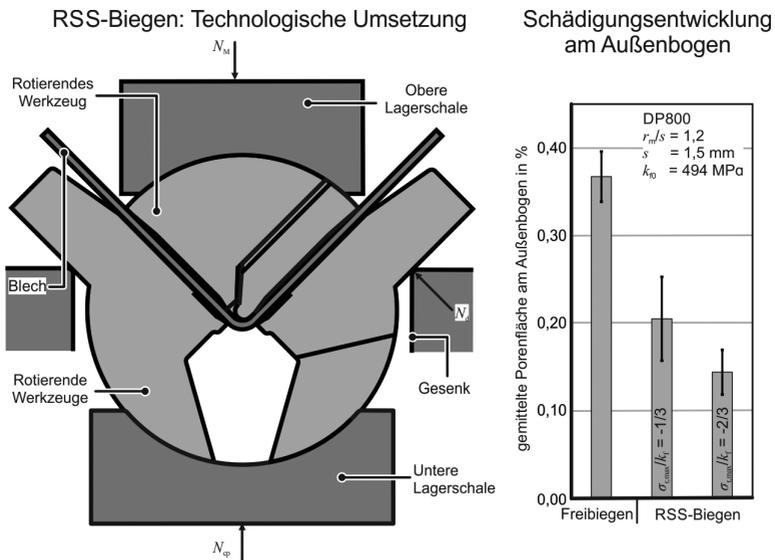
Geplante automatisierte Biegezone und patentierte Profilbiegeanlage

2.4.1 Schädigungsbeeinflussung bei der Biegeumformung

Projektträger
Projektnummer
Ansprechpartner

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
SFB/TRR 188 • Teilprojekt A05
Rickmer Meya M. Sc.

Profile aus hoch- und ultrahochfesten Stahlwerkstoffen werden vielfach durch konventionelle Biegeprozesse wie das Frei- und Gesenkbiegen hergestellt. Charakteristisch für die Biegeumformung ist die inhomogene Formänderung über der Blechdicke. Die Leistungsfähigkeit der gebogenen Bauteile im Einsatz wird durch die Verfestigung, die Eigenspannungen und die Schädigung bestimmt. Abhängig von dem Belastungszustand während der plastischen Umformung findet die Schädigungsentwicklung im Außenbogen des Bleches statt. Zur Beeinflussung des Lastpfades beim Biegen wird eine überlagerte Druckspannung verwendet, da durch die herkömmlichen Maßnahmen keine Änderung des Spannungszustandes möglich ist. Zur Druckspannungsüberlagerung während des Biegens wird daher ein neuartiges Verfahren entwickelt. Das Biegen mit radialer Spannungsüberlagerung (RSS-Biegen) ist in der Lage, gezielt und kontrolliert Druckspannungen während der Biegung einzuleiten. Dies führt zu einer verminderten Schädigung (vgl. Bild) und damit zu einer erhöhten Leistungsfähigkeit.

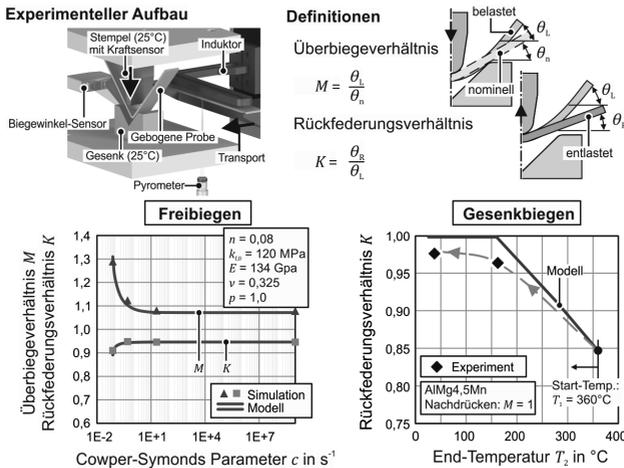


Einfluss des RSS-Biegens auf die Schädigungsentwicklung

2.4.2 Entwicklung eines Modells zur Beschreibung von Rückfederung und Eigenspannungen beim temperaturunterstützten Biegeumformen

Projekträger	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Projektnummer	TE 508/59-1
Ansprechpartner	Dr.-Ing. Christian Löbbe
Projektstatus	abgeschlossen

Zur Modellierung des Biegens bei erhöhten Temperaturen wurde nach einer experimentellen Studie eine Prozessbeschreibung entwickelt. Die Analyse führte schließlich für die beiden Prozessvarianten Frei- und Gesenkbiegen zu zwei unterschiedlichen Modellen. Beim Freibiegen ist unter der Berücksichtigung des nichtlinearen elastisch-viskoplastischen Werkstoffverhaltens trotz der Annahme eines isothermen Zustandes eine geschlossene Lösung der Biegelinie nicht möglich, sodass ein halbanalytischer Ansatz durch die Diskretisierung entlang der gekrümmten Linie gewählt wurde. Das Bild zeigt exemplarische Überbiege- und Rückfederungsverhältnisse über dem Cowper-Symonds-Parameter c im Vergleich zur FEM-Simulation. Darüber hinaus wurde das Gesenkbiegen für unterschiedliche Prozessparameter untersucht. Mithilfe der gegebenen Bauteilgeometrie beim Nachdrücken wurden die veränderlichen elastischen, plastischen und thermischen Dehnungen beim Abkühlen durch einen analytischen Ansatz nachgebildet, der eine qualitative Beschreibung von der Rückfederung ermöglicht (vgl. Bild).



Untersuchung und Beschreibung der Biegewinkelabweichung beim temperaturunterstützten Blechbiegen

2.4.3 Presshärten von Rohren durch granulare Medien

Projektträger

Projektnummer

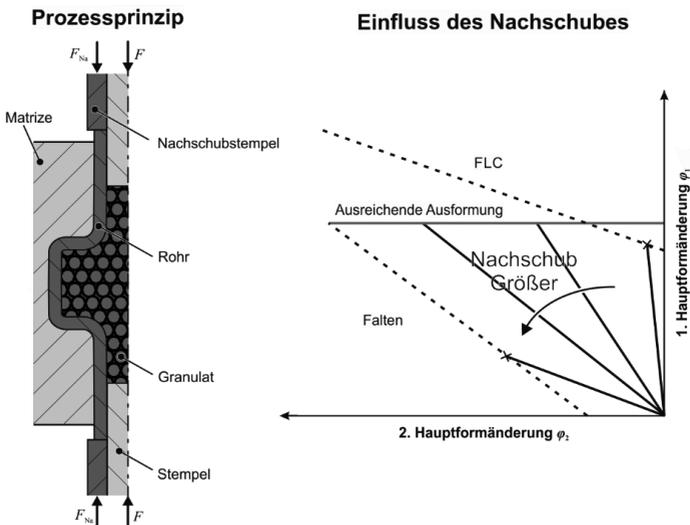
Ansprechpartner

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

TE 508/52-1

Mike Kamaliev M. Sc.

Gemeinsam mit dem DLR wird in diesem Projekt die Eignung von Granulaten als Medium für die Rohrumformung bei hohen Temperaturen untersucht. Der Prozess ist durch das kombinierte Umformen und Härten im Werkzeug eine Alternative für die Herstellung von geschlossenen Profilen aus höchstfesten Stählen. Aufgrund der hohen Druckfestigkeit und Temperaturbeständigkeit bietet sich als Umformmedium für diesen Zweck besonders Zirkoniumdioxid an. Das Kraftübertragungsverhalten zwischen einzelnen Granulatkörnern und die Interaktion zwischen Blech und Granulat führen zu einer komplexen Wechselwirkung im Werkzeug. Zur Prozessentwicklung wurde das Verfahren mithilfe eines thermisch-mechanischen FE-Modells analysiert und ist um einen axialen Nachschub erweitert worden. Hiermit wird gezielt die Bauteildicke eingestellt, sodass lokale Ausdünnungen vermieden werden. Gleichzeitig wird durch die geringere Ausdünnung das Formänderungsvermögen verbessert. Begrenzt wird diese Maßnahme durch die Faltenbildung bei hohen Nachschüben. Mithilfe eines entwickelten Werkzeugs sollen weiterhin die numerisch ermittelten Ergebnisse validiert werden.

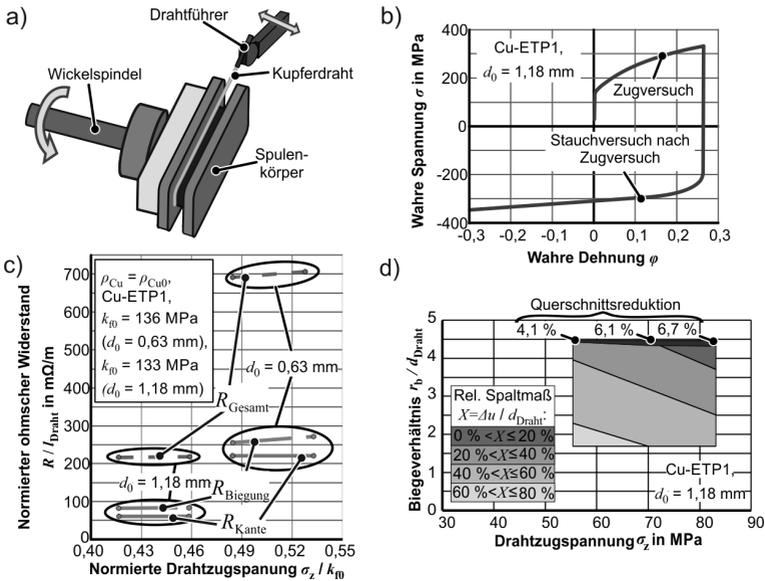


Erhöhung der Umformbarkeit beim wirkmedienbasierten Rohraufweiten durch axialen Nachschub

2.4.4 Umformtechnisch unterlagerte Prozessmodellierung des Linearspulenwickelprozesses

Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
 Projektnummer TE 508/56-1
 Ansprechpartner Anna Komodromos M. Sc.
 Projektstatus abgeschlossen

Aufgrund der wachsenden Bedeutung der Elektromobilität wurde in Kooperation mit dem Institut für Produktionstechnik (KIT) das Linearwickeln unrunder Spulenkörper (vgl. Bild a) unter Berücksichtigung des Umformverhaltens des Kupferdrahtes untersucht. Dies beinhaltet einerseits die Charakterisierung der plastischen Eigenschaften von Kupfer wie die kinematische Verfestigung (vgl. Bild b) und andererseits die Analyse des Biegevorgangs anhand der wesentlichen Einflussparameter an einer Ecke des Spulenkörpers. Das zugspannungsüberlagerte Biegen des Runddrahtes hat zur Folge, dass sich der Querschnitt im Vergleich zu den Kantenbereichen in Form einer Abflachung verringert. Somit erhöht sich der ohmsche Widerstand (vgl. Bild c) und der Wirkungsgrad des Motors nimmt ab. Die Querschnittsänderung steht in einem Widerspruch zur Entwicklung des Spaltmaßes zwischen Draht und Spulenkörper (vgl. Bild d). Mittels der erfolgten Untersuchungen wurde gezeigt, in welchen Grenzen der Prozess unter Berücksichtigung der Einflussparameter in Zusammenhang zum Füllfaktor durchgeführt werden kann (vgl. Bild d).



a) Prozessprinzip, b) Werkstoffcharakterisierung, c) Widerstand einer Spulenwindung, d) Entwicklung Spaltmaß

2.4.5 Grundlagen des Inkrementellen Profilverfahrens

Projektträger

Projektnummer

Ansprechpartner

Projektstatus

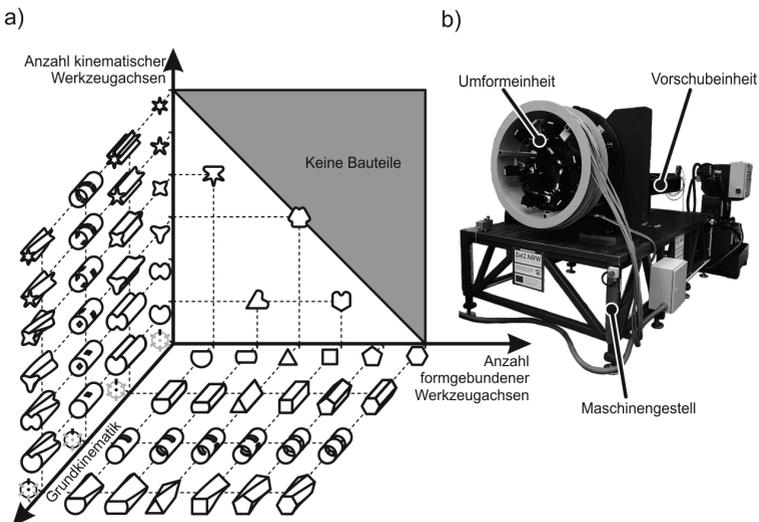
Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

BE 5196/3-1

Dr.-Ing. Christian Löbbe

abgeschlossen

Das Inkrementelle Profilverfahren (IPV) ermöglicht die flexible Herstellung von vielfältigen Profilbauteilen mit sehr hohen Komplexitätsgraden. Das Grundprinzip des Verfahrens basiert auf der Durchführung lokaler Umformungen am Rohrrhalbzeug durch den gleichzeitigen Einsatz eines oder mehrerer Werkzeuge (vgl. Bild b). Die hohe Flexibilität des Verfahrens zeigt sich in der großen Bauteilvielfalt (vgl. Bild a). Es wurde eine Mindestanzahl von 108 herstellbaren geometrischen Elementen ermittelt, die in kinematischer, formgebundener sowie kombinierter Formgebungsart erzeugt werden. Da die größten Formgebungsmöglichkeiten durch die kinematische Formgebungsart erreicht werden, wurden die beiden Grundprozesse des radialen Eindrückens sowie des axialen Gleitziehens grundlegend untersucht. Ein dehnungs-basierendes Prozessmodell wurde zur Vorhersage der beim radialen Eindrücken vorliegenden Formänderungen sowie der resultierenden Wandstärkeausdünnung entwickelt. Außerdem wurde ein Modell zur Berechnung der maximal wirkenden Umformkraft entwickelt und numerisch sowie experimentell validiert.



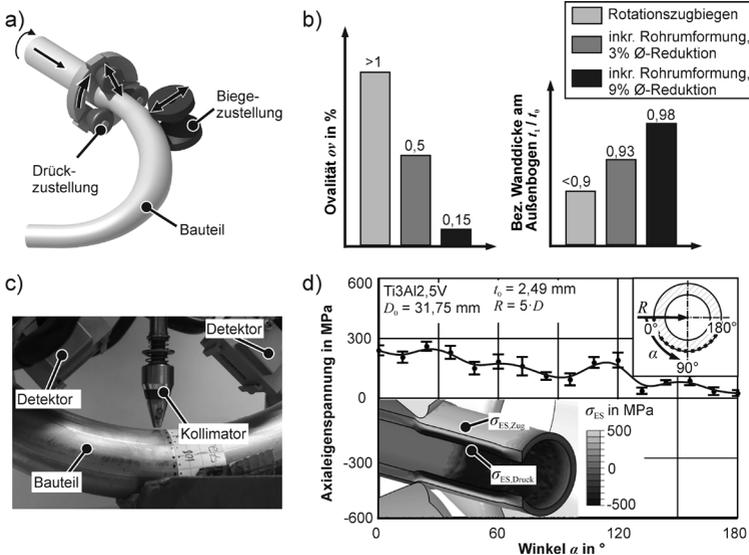
a) Bauteilspektrum, b) Maschine

2.4.6 Freiformbiegen luftfahrtrelevanter Rohrbauteile

Projektträger BMWi/DLR
 Projektnummer 20W1514B
 Ansprechpartner Stefan Gallus M. Sc.

In Zusammenarbeit mit der PFW Aerospace GmbH wird das inkrementelle Rohrformen für die Herstellung luftfahrtgerechter Rohrstrukturen aus Titan und Titanlegierungen qualifiziert. Das inkrementelle Rohrformen (vgl. Bild a) ist als freiformendes Biegeverfahren sehr flexibel, sodass der Rüstaufwand im Vergleich zum konventionellen Rotationszugbiegen gering ist, was bei geringen Losgrößen wie in der Luftfahrt opportun ist.

Gezeigt wird, dass beim inkrementellen Rohrformen die Ovalität und Ausdünnung des Außenbogens geringer als beim konventionellen Rotationszugbiegen ist (vgl. Bild b). Zudem werden in einem Versuchsaufbau (vgl. Bild c) die Eigenspannungen mittels Röntgendiffraktometrie an der äußeren Oberfläche eines Rohrbogens ermittelt und der Verlauf der Eigenspannungen über der Wanddicke mit thermomechanischen Simulationen berechnet (vgl. Bild d). Die Kompensation der Eigenspannungen findet nicht vollständig oberhalb des Umfangs, sondern teils oberhalb der Wanddicke statt. Es entstehen Druckeigenspannungen an der inneren Rohrwand, die bei innendruckbeanspruchten Rohren dauerfestigkeitserhöhend sind.



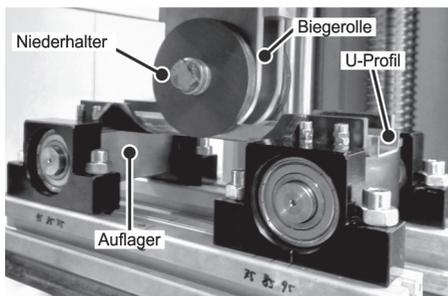
a) Prozessprinzip, b) Ovalität und Wanddicke, c) Versuchsaufbau, d) Eigenspannungen beim inkrementellen Rohrformen

2.4.7 Entwicklung einer Technologie zum Biegen von U-Profilen

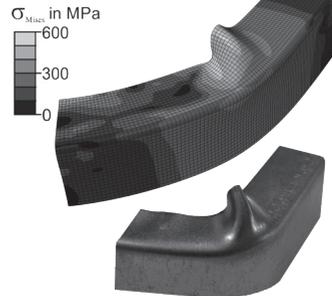
Projektträger BMWi/ZIM-ZF
 Projektnummer ZF4101104US6
 Ansprechpartner Johannes Gebhard M. Sc.

Das Biegen von Metallprofilen ist bislang auf große Radien begrenzt. Daher beschränkt sich der Einsatz auf ausgedehnte Konstruktionen. Die Prozessfehler, die den Biegeradius begrenzen, sind zum einen die Faltenbildung an den Profilwänden und zum anderen die Rissbildung. Zusammen mit der FLORA GmbH & Co. KG wird daher eine Technologie zum Biegen von U-Profilen für kleine Radien entwickelt. Der verwendete Drei-Punkt-Biegeprozess wird dafür sowohl analytisch als auch numerisch und experimentell untersucht und parallel zu einem modularen Rollen-Werkzeug mit zusätzlichem Niederhalter entwickelt (vgl. Bild a). Der Niederhalter stützt das Profil an der mittleren Biegerolle ab und kann sowohl mit konstanter Kraft als auch mit festem Abstand eingesetzt werden. Je nach Einstellung des Niederhalters kann dies die Faltenbildung nicht vollständig verhindern, da die Profilwand nicht gleichmäßig in den Spalt zwischen Niederhalter und Biegerolle eingezogen wird (vgl. Bild b). In Abhängigkeit von Niederhalterkraft oder -Spalt, Profilbreite und -Höhe sowie dem Biegeradius können die Prozessgrenzen ermittelt werden.

a)



b)

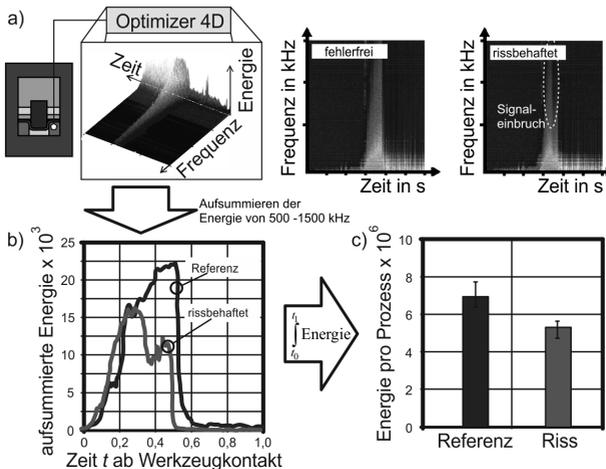


a) Versuchsaufbau des Biegeversuchs, b) Vergleich der experimentellen und numerischen Ergebnisse

2.4.8 Optiform – Optimiertes Online-Prozessmonitoring zur Verbesserung der Tiefzieheigenschaften hochfesten Stahls beim Warmumformen

Projektträger	LeitmarktAgentur.NRW
Projektnummer	EFRE-0800265
Ansprechpartner	Mike Kamaliev M. Sc.
Projektstatus	abgeschlossen

Ziel dieses Vorhabens war die Ermittlung von Potenzialen akustischer Sensorik für die Zustandsüberwachung bei Presshärteprozessen. Um die Schallquellen identifizieren zu können, wurden zunächst Experimente im Labormaßstab durchgeführt, wobei Reibung, Warmumformung und Phasenumwandlungen separat untersucht wurden. Der Abgleich mit Signalen aus einem Presshärteprozess ermöglichte eine Zuordnung und die Filterung der Signale. Zum Beispiel konnte während des Umformvorgangs die Reibung als dominante Signalquelle identifiziert werden. Auftretende Risse führten ab einer bestimmten Ausprägung zu einer stagnierenden Relativbewegung, wodurch ein detektierbarer Signaleinbruch entstand (vgl. Bild a). Die Aufsummierung und Integration relevanter Energiewerte lieferte weiterhin potenzielle Größen, um Grenzwerte für die automatisierte Zustandsüberwachung zu setzen (vgl. Bild b). Im Projekt wurde damit ein generelles Verständnis für die auftretenden Körperschallsignale bei den verschiedenen Prozessphänomenen gewonnen, die zur Qualitätssicherung in einer Prozessüberwachung zum Einsatz kommen können.



a) Aufgenommene Körperschallsignale beim Presshärten, b) Auswertung zur Detektion von Rissen

2.4.9 Entwicklung eines Verfahrens zum Profilbiegen mit Druckspannungsüberlagerung durch Walzen

Projektträger

LeitmarktAgentur.NRW

Projektnummer

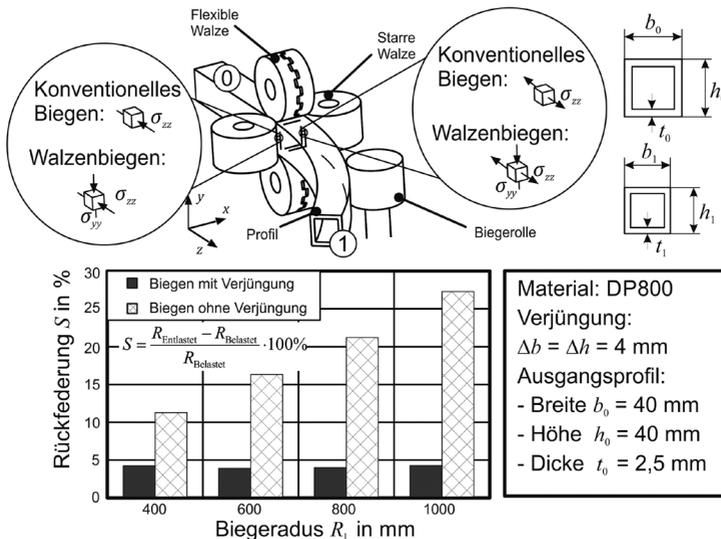
EFRE-0400139

Ansprechpartner

Juri Martschin M. Sc.

Im Rahmen dieser NRW-Patentvalidierung wird ein Prozess entwickelt, der das Profilbiegen mit Druckspannungsüberlagerung ermöglicht. Die Spannungsüberlagerung wird durch die Kombination von flexiblen und starren Walzen realisiert (vgl. Bild). Die Besonderheit des Verfahrens gegenüber herkömmlichen Profilbiegeverfahren mit Drucküberlagerung ist der geschlossene Walzspalt, der die gleichmäßige Drucküberlagerung ermöglicht.

Numerische Simulationen zeigen eine deutliche Verringerung der Biegekraft, sobald das Profil zeitgleich durch die Walzen verjüngt wird. Durch die direkte Relation zur Rückfederung wird auch die Formabweichung reduziert (vgl. Bild). Als Ursache hierfür kann die Verschiebung der Fließortkurve zu günstigeren Biegespannungen identifiziert werden. Die geplante Verwendung eines speziellen Walzgerüsts in Kombination mit einem Dornsystem soll zudem die Änderung des Profilquerschnitts über der Längsachse ermöglichen. Dadurch bietet sich die Möglichkeit, belastungsangepasste Profile mit vielseitigen Konturen herzustellen.



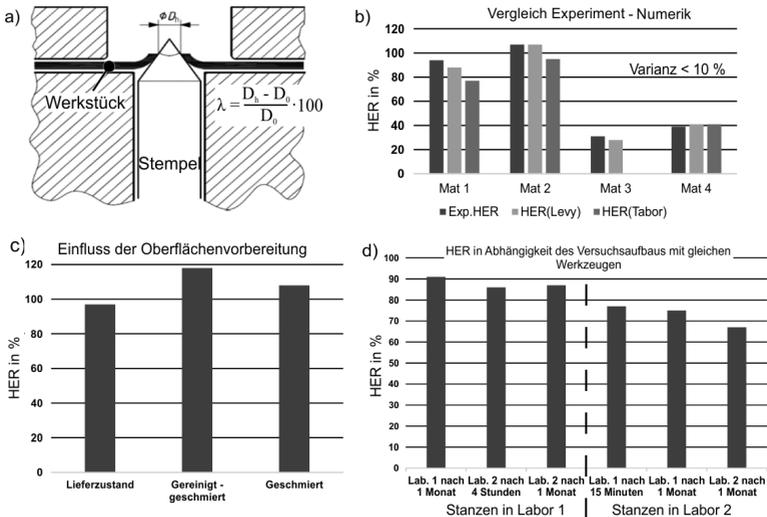
Rückfederung K über den Radius R_L mit und ohne Spannungsüberlagerung auf Basis von FEM-Simulationen

2.4.10 Einfluss der Schnittkante auf die Umformbarkeit von Stahl

Projektträger
Ansprachpartner

ReCIMP
Dr.-Ing. Christian Löbbe

Die Empfindlichkeit hochfester Stahlgüten für das Versagen an der Schnittkante ist ein kritisches Problem für die Automobilindustrie. Das Problem wird durch die Tatsache verschärft, dass dieses Versagen mit herkömmlichen Methoden nicht vorhergesagt werden kann. Zur Untersuchung der Kantenumformbarkeit unter verschiedenen Kantenpräparationsbedingungen wird das Lochaufweitungsverhältnis λ (Hole Expansion Ratio, HER) verwendet. Dies ist ein Maß für die technische Dehnung, welches durch den ISO 16630 Lochaufweitungsversuch (Hole Expansion Test, HET, vgl. Bild a) bestimmt wird. Im Vergleich geschnittener Kanten liefert ein Schnittspalt von 15 % die besten HER-Werte. Die bei der Schneidoperation induzierte Dehnung spielt eine Schlüsselrolle für die nachfolgend reduzierte Umformbarkeit. Diese Dehnung wird aus Härtemessungen der Schnittkante nach z. B. Levy oder Tabor berechnet. Im Anschluss werden die Werte in Umformsimulationen auf die Kante der Platine abgebildet. Dadurch wird eine sehr genaue Vorhersage des Kantenversagens ermöglicht (vgl. Bild b). Es wurde festgestellt, dass die HET-Ergebnisse sehr sensitiv gegenüber den verwendeten Prüfgeräten und -bedingungen sind (vgl. Bild c-d).

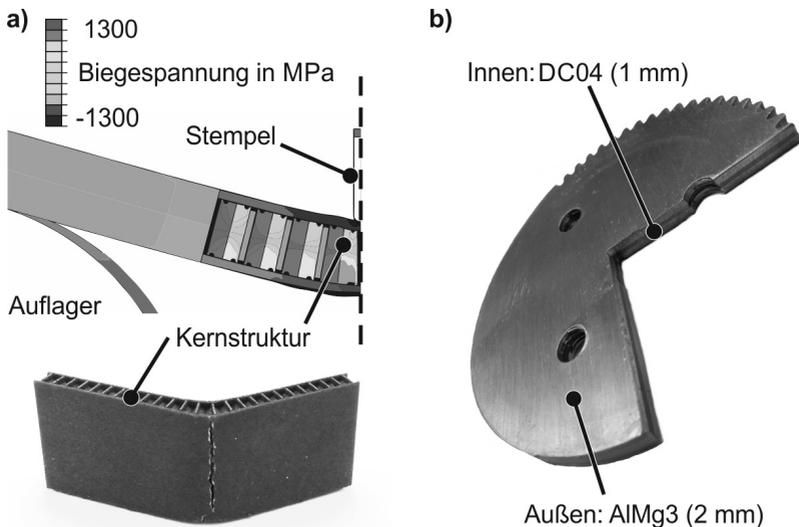


a) Schema des ISO HET, b) Genauigkeit numerischer Simulationen, c-d) Einfluss der Prüfbedingungen und -geräte

2.5 Abteilung Sonderverfahren

Leitung Marlon Hahn M. Sc.

Die Abteilung Sonderverfahren erforscht Technologien, welche eindeutige Vorteile gegenüber konventionellen Umformverfahren bieten, etwa die Realisierung höherer Formänderungsgrenzen. Die betrachteten Prozesse zeichnen sich entweder durch ihre Neuigkeit aus oder sind derart komplex, dass eine breite industrielle Anwendung bisher nicht erfolgt ist. Aktuelle Themenfelder sind die Hochgeschwindigkeitsumformung, das Fügen durch Umformen, die inkrementelle Umformung sowie das Umformen hybrider oder neuartiger Halbzeuge. Letzteres beinhaltet beispielsweise die Untersuchung des Umformverhaltens additiv (AM) hergestellter Sandwichbleche mit komplexen Kernstrukturen für den Leichtbau (vgl. Bild a). Eine betrachtete Verfahrenskombination ist das Fügen durch inkrementelle Blechmassivumformung. So können verschiedene gestapelte Bleche zu einem hybriden Bauteil mit lokal angepassten Eigenschaften umgeformt werden (vgl. Bild b). Im Rahmen aller Aktivitäten werden numerische und analytische Ansätze verfolgt sowie aktuelle Messtechnik verwendet, um ein tiefes Prozessverständnis zu gewährleisten.

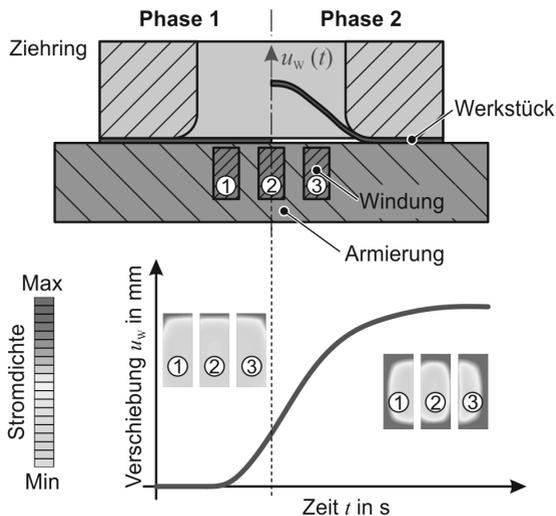


Beispiele Sonderverfahren: a) Biegen von AM-Sandwichen, b) hybrides blechmassivumgeformtes Bauteil

2.5.1 Entwicklung und Herstellung optimierter Spulenwindungen für die elektromagnetische Umformung unter Einsatz additiver Verfahren

Projektträger	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Projektnummer	TE 508/51-2
Ansprechpartner	Siddhant Prakash Goyal M. Sc.

In der zweiten Förderperiode dieses Projekts, welches gemeinsam mit dem Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb der TU Berlin durchgeführt wird, liegt der Fokus vor allem auf der Weiterentwicklung der Scanstrategien sowie der Auslegungsinstrumente für den elektromagnetischen Umformprozess. Um die erhöhten Gestaltungsfreiheiten der additiven Fertigung für die elektromagnetische Blechumformung adäquat nutzen zu können, muss insbesondere das thermomechanische Belastungskollektiv bei Spulen mit Mehrwindungsanordnung untersucht und physikalisch beschrieben werden (vgl. Bild). In diesem Zusammenhang wird auch eine stärkere Separation der Funktionen „Stromleitung“ und „Stützwirkung“ der additiv zu fertigenden Hybridspulen angestrebt. In der Konsequenz werden zum einen die Möglichkeiten zur lokalen Stromkonzentration verbessert und zum anderen soll gleichzeitig eine Leitschichtplastifizierung verhindert werden. Diese Aspekte sind von besonderer Wichtigkeit bei komplizierteren Bauteilgeometrien.



Thermisch-elektrische Belastung einer Mehrwindungsspule durch ohmsche Erwärmung

2.5.2 Umformen mittels örtlich variabel vaporisierender Aktuatoren

Projektträger

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Projektnummer

TE 508/69-1

Ansprechpartner

Marlon Hahn M. Sc.

Durch eine impulsartige Kondensatorentladung über eine metallische Folie kann diese schlagartig verdampfen (vaporisierender Aktuator). Der dabei entstehende Druck kann beispielsweise für die Hochgeschwindigkeitsumformung von Blechwerkstoffen genutzt werden. Die Folien fungieren somit als flexible Einwegwerkzeuge. Das Ziel des Forschungsvorhabens besteht darin, definierte Druckverteilungen zu generieren, um eine bauteilindividuelle Prozessgestaltung für Blechformteile zu ermöglichen (vgl. Bild). Dabei bedarf es zunächst der Entwicklung einer Prozessmodellierung, um das erforderliche Aktuatorkonzept und die nötigen Prozessparameter ableiten zu können. Der gewählte Modellierungsansatz besteht aus zwei sequenziellen Stufen. Im ersten Schritt wird die elektrische Energieeinbringung unter den Aspekten Geometrie, Schaltbild und Entladecharakteristika der Aktuatoren abgebildet. Auf Basis der so bestimmten Energieverteilung wird im zweiten Schritt die Wechselwirkung des expandierenden Aktuators mit einem Elastomer als Umformmedium und dem Werkstück analysiert.



Umformung durch Folienvaporisation mit angepasster Druckverteilung

2.5.3 Gezielte Einstellung der Nahtausbildung beim Fügen durch Magnetpulsschweißen

Projektträger

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

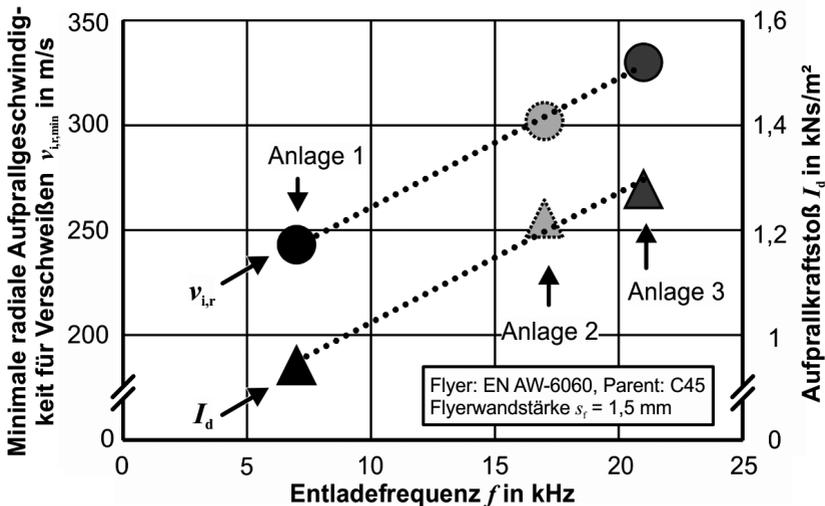
Projektnummer

TE 508/39-3 (SPP 1640 • Teilprojekt A1)

Ansprechpartner

Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Jörn Lueg-Althoff

Im Rahmen der Projektkooperation mit dem Institut für Fertigungstechnik der TU Dresden werden verschiedene Pulsgeneratoren und Werkzeugspulen für das Magnetpulsschweißen (MPW) von Rohren aus Aluminium und Zylindern aus Stahl eingesetzt. Es zeigt sich, dass die minimalen Kollisionsgeschwindigkeiten $v_{i,r}$ bei ansonsten gleichen Versuchskonfigurationen stark von der Entladefrequenz des verwendeten Pulsgenerators abhängen (vgl. Bild). Ursächlich dafür ist ein verändertes Umform- und Kollisionsverhalten. Kleine Kollisionswinkel, die eine Aktivierung der zu fügenden Oberflächen begünstigen, lassen sich bei niedrigen Entladefrequenzen bereits mit geringeren radialen Aufprallgeschwindigkeiten erreichen. Während der Kollision der Fügepartner herrscht ein Aufpralldruck mit bestimmter Amplitude und Wirkdauer. Das Zeitintegral dieses Druckes wird als Aufprallkraftstoß I_d bezeichnet und dient als Vergleichsgröße für verschiedene MPW-Setups. Damit kann ein spezifischer Mindestwert I_d identifiziert werden, der für ein vollumfängliches Verschweißen der Proben erreicht werden muss.

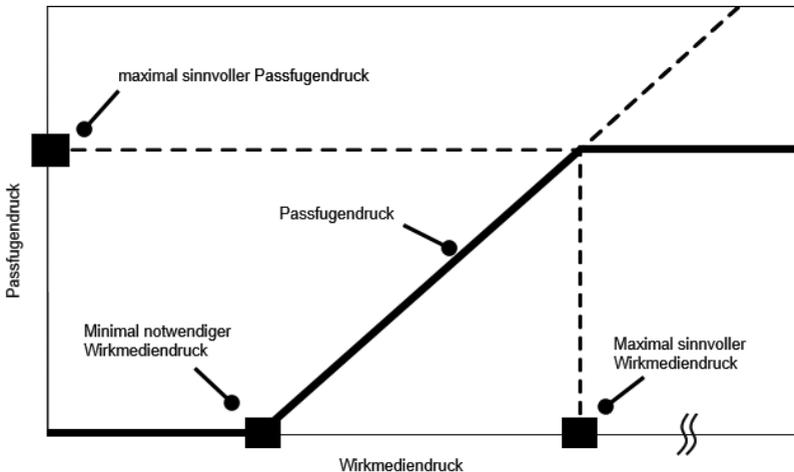


Erforderliche Aufprallgeschwindigkeit und Aufprallkraftstoß in Abhängigkeit des Pulsgenerators

2.5.4 Umformtechnisches Fügen mittels Außenhochdruck

Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
 Projektnummer TE 508/66-1
 Ansprechpartner Florian Weber M. Sc.

In diesem Erkenntnistransferprojekt wird durch die Umkehrung der Umformrichtung eine Erweiterung der Verfahrensgrenzen des Innenhochdruckfügens angestrebt (Außenhochdruck). Aktuelle Untersuchungen umfassen u. a. die analytische Herleitung eines Prozessfensters. Durch eine plastische Umformung des äußeren Fügepartners erfolgt eine Behinderung der elastischen Rückfederung des inneren Fügepartners, die in der Ausbildung eines Passfugendrucks in der Fügezone resultiert. Anhand des Modells lässt sich einerseits ein minimaler Wirkmediendruck bestimmen, ab dem eine kraftschlüssige Verbindung ausgebildet wird. Andererseits ist die Bestimmung eines maximalen Wirkmediendrucks möglich, für den keine signifikante Steigerung des Passfugendrucks mehr eintritt. Neben der experimentellen Validierung des analytischen Modells sind numerische Untersuchungen weiterer Prozessparameter sowie der Einfluss von Formschlusselementen auf den Passfugendruck wesentlicher Bestandteil zukünftiger Projektphasen.



Analytisch hergeleitetes Prozessfenster

2.5.5 Verbesserung des Einsatzverhaltens inkrementell umgeformter Bauteile durch gezielte Eigenspannungsinduktion

Projektträger

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

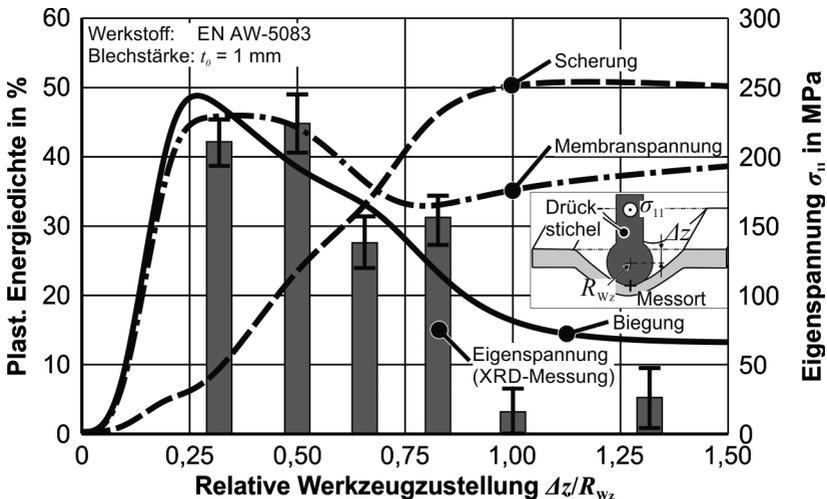
Projektnummer

TE 508/67-1 (SPP 2013)

Ansprechpartner

Fabian Maaß M. Sc.

Im Rahmen der Kooperation mit dem Fachgebiet Metallische Werkstoffe der TU Berlin wird der Zusammenhang zwischen den Umformmechanismen Scherung, Biegung, Normalspannung und hydrostatischer Druckspannungsüberlagerung des Single Point Incremental Forming (SPIF) und dem resultierenden Eigenspannungszustand analysiert. Ziel des Forschungsvorhabens ist die Verbesserung des Einsatzverhaltens inkrementell umgeformter Bauteile durch die gezielte Einstellung des Eigenspannungszustands. Die Eigenspannungen werden durch die Prozessführung der inkrementellen Blechumformung lokal definiert in das Werkstück eingebracht. Hierzu werden durch die Anpassung der relativen Werkzeugzustellung (Quotient aus Zustellinkrement Δz und Werkzeugradius R_{wz}) die Energieanteile der Umformmechanismen am Fertigungsprozess beeinflusst und mit den resultierenden Eigenspannungen in Beziehung gesetzt. Es zeigt sich, dass insbesondere der Biegemechanismus bei starker Ausprägung Zugeigenspannungen auf der werkzeuggewandten Seite forciert (vgl. Bild).



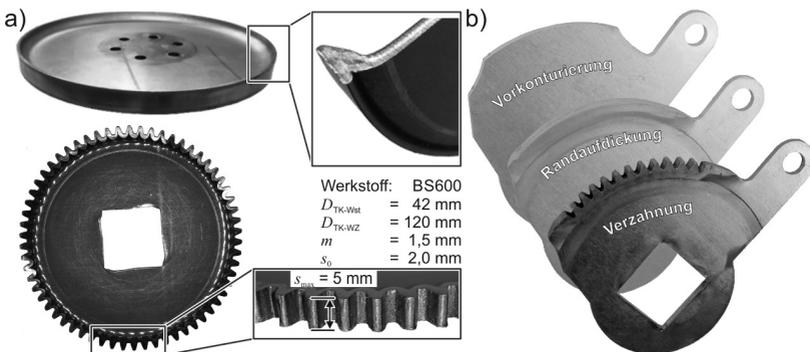
Eigenspannungszustand in Abhängigkeit von Umformmechanismen und von relativer Werkzeugzustellung

2.5.6 Wirtschaftliche Herstellung gewichts- und eigenschaftsoptimierter Funktionsbauteile mittels inkrementeller Blechmassivumformung

Projektträger	AiF/FOSTA
Projektnummer	18663 N/P1064
Ansprechpartner	Dr.-Ing. Peter Sieczkarek
Projektstatus	abgeschlossen

Die Zielsetzung des Forschungsvorhabens lag in der Herstellung industrierelevanter Funktionsbauteile mittels inkrementeller Blechmassivumformung. Dabei wurden unterschiedliche Prozessrouten für eine definierte Randaufdickung von Blechenden und ein anschließendes Einprägen von Verzahnungen untersucht. Neben der Heranführung der Prozesszeit an wirtschaftlich relevante Taktzeiten lag eine wesentliche Herausforderung darin, den werkstoffabhängigen Effekt der Kaltverfestigung zu maximieren sowie für einen möglichen industriellen Anwendungsfall zu optimieren. Als Kernpunkt der Untersuchungen musste der Zielkonflikt bezüglich der Umformtemperatur aufgrund der beschleunigten Prozessführung und der gezielt einzustellenden Kaltverfestigung ermittelt und beherrscht werden.

Neben einer wirtschaftlichen Herstellung rotationssymmetrisch aufgedickter sowie auch verzahnter Bauteile mittels rotierender Werkzeuge (Bild a) wird im Hinblick auf eine stetig zunehmende Produktdiversifikation auch eine sehr flexible und individuelle Auslegung gewichts- und belastungsangepasster asymmetrischer Bauteile (Bild b) ermöglicht.



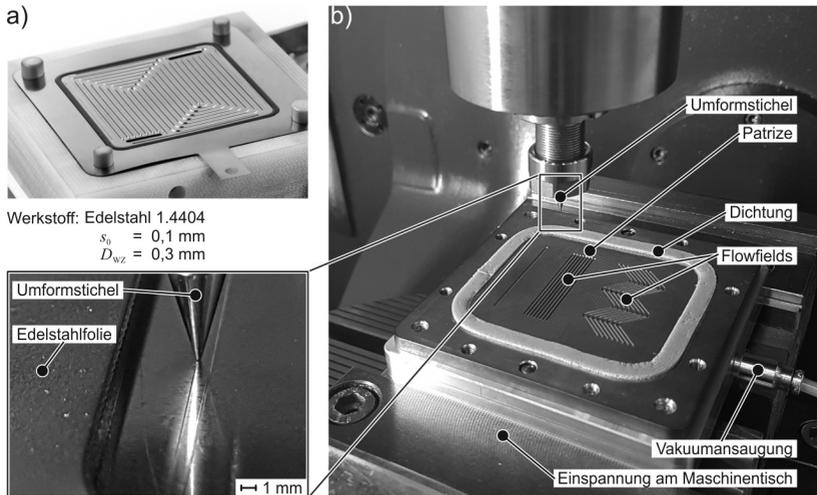
a) Rotationssymmetrische Aufdickung und Verzahnung, b) asymmetrisches Bauteil (Sitzhöhenversteller)

2.5.7 Entwicklung der inkrementellen Mikroumformung zur Funktionsmusterherstellung metallischer Bipolarplatten

Projektträger	AiF/FOSTA
Projektnummer	14 EWN/P1247
Ansprechpartner	Dr.-Ing. Peter Sieczkarek

Brennstoffzellen bieten großes Potenzial für die Elektromobilität. In der Entwicklung erfolgt die Herstellung der Funktionsmuster von Bipolarplatten bislang durch Tiefziehen oder Hydroforming. Da die Bewertung der Flowfields (vgl. Bild a) experimentell erfolgt, stellen die Kosten der erforderlichen Werkzeuge ein erhebliches Innovationshemmnis dar. Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines kostengünstigen Fertigungsverfahrens für die prototypische Herstellung metallischer Bipolarplatten aus Edelstahlfolien ($s_0 = 0,1 \text{ mm}$) mittels inkrementeller Blechumformung.

Im Hinblick auf eine erforderliche Minimierung der Reibung zwischen Werkzeug und Folie wurden drei unterschiedliche Werkzeugkonzepte entwickelt: ein starres (Bild b), ein rotierendes sowie ein oszillierendes Stichelwerkzeug. Zur Erhöhung der Konturgenauigkeit der Flowfields werden geeignete Prozessführungsstrategien abgeleitet. Die Erprobung des Einsatzverhaltens der Bauteile bildet, in Zusammenarbeit mit dem Zentrum für Brennstoffzellentechnik ZBT GmbH, den abschließenden Untersuchungsschwerpunkt.

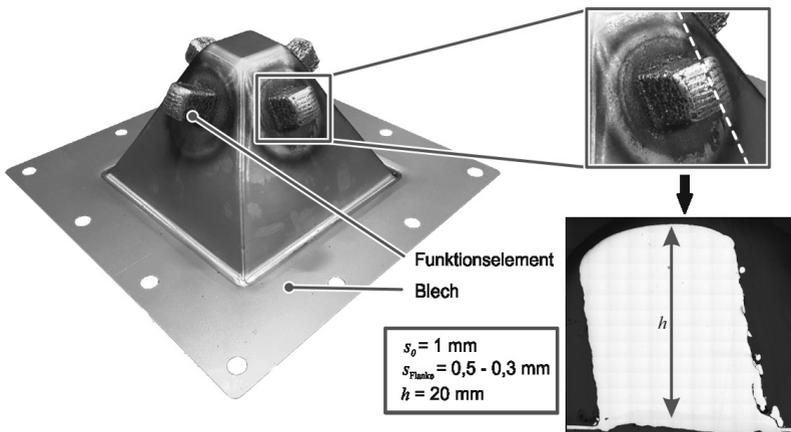


a) Bipolarplatte, b) Versuchsaufbau mit starrem Stichelwerkzeug (geöffnet ohne Edelstahlfolie)

2.5.8 Verfahrenskombination aus inkrementeller Blechumformung und Laserpulverauftragsschweißen zur Fertigung von Leichtbauteilen

Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
 Projektnummer TE 508/68-1
 Ansprechpartner Lennart M. Tebaay M. Sc.

Das Projekt umfasst die Kombination aus inkrementeller Blechumformung (IBU) und additiver Fertigung (AM) durch Laserpulverauftragsschweißen, um Leichtbauteile (IBU) mit Funktionselementen (AM) herzustellen. Durch die Integration der Werkzeugtechnologie für die inkrementelle Blechumformung in die Fräs- und Pulverauftragsschweißmaschine kann die Prozesskombination in einer Werkstückaufspannung erfolgen. Ziel ist u. a. die Ermittlung der technologischen Grenzen des Verfahrens. Hierzu wird der Einfluss des Rillenprofils der Blechoberfläche, welches durch die IBU resultiert, auf den additiven Pulverauftrag untersucht. Anschließend erfolgt eine mechanische Belastung des Werkstoffverbundes zwecks Charakterisierung der Schweißverbindung. Daraus werden Strategien für eine optimale Vorkonditionierung mittels IBU für die Substratbasis abgeleitet. Zudem wird die Bahnführung der Pulverdüse analysiert, um thermomechanische Effekte zu identifizieren und ggf. zu minimieren. Schließlich wird das Potenzial des Verfahrens hinsichtlich einer energie- und ressourceneffizienten Fertigung bewertet.



Demonstratorgeometrie IBU - Pyramide und AM - Würfel

2.5.9 Grundlagenuntersuchungen und Verfahrensentwicklung zur Herstellung belastungsangepasster Bauteile mittels inkrementeller Blechmassivumformung (BMU)

Projektträger

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Projektnummer

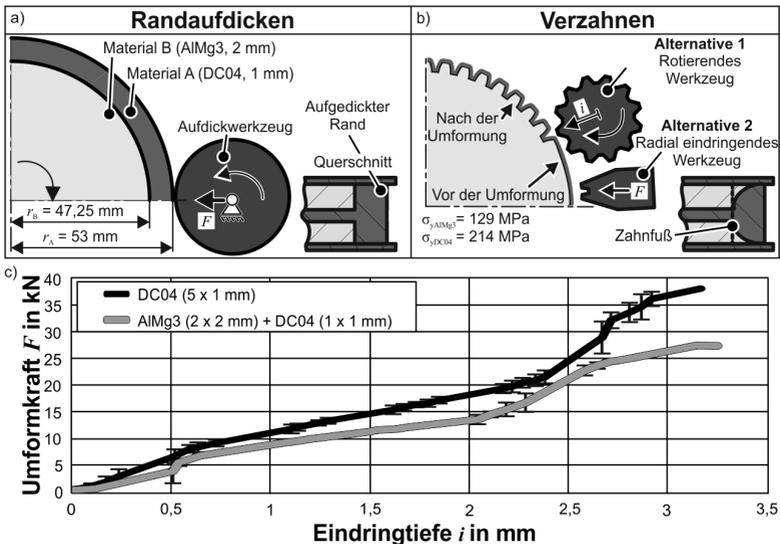
SFB/TR 73 • Teilprojekt A4

Ansprechpartner

Sebastian Wernicke M. Sc.

Im Teilprojekt A4 des TR 73 besteht das übergeordnete Ziel in der umformtechnischen Herstellung geometrisch komplexer Bauteile aus Blechen mit integrierten Funktionselementen. Bei der inkrementellen Vorgehensweise wird das Blech durch eine flexible Abfolge lokal begrenzter Umformoperationen bearbeitet.

Aktuelle Untersuchungen befassen sich mit der Steigerung der mechanischen Eigenschaftsgradierung durch eine Hybridisierung der Funktionsbauteile. Hierfür wird eine neue Prozessroute entwickelt, bei der ein höherfestes Blechhalbzeug, umgeben von zwei artfremden Blechhalbzeugen geringerer Dichte, zunächst inkrementell aufgedickt wird. Anschließend wird der so entstandene Werkstoffverbund mittels inkrementeller Blechmassivumformung verzahnt. Neben einer gezielten, belastungsgerechten Anpassung der lokalen Verfestigung kann hierdurch auch das Bauteilgewicht sowie die Werkzeugbelastung reduziert werden.



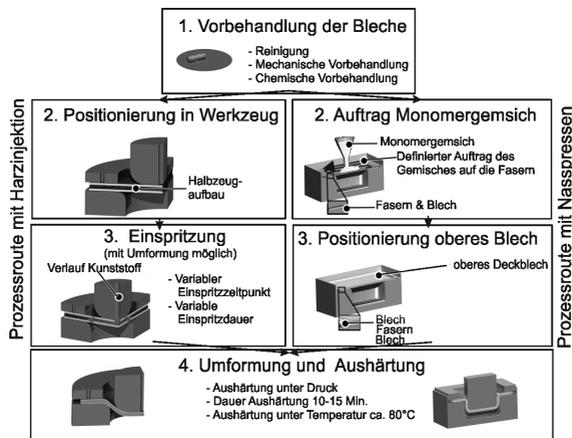
a) Randaufdicken und b) Verzahnen hybrider Funktionsbauteile sowie c) erzielte Kräfteinsparung

2.5.10 In-situ-Hybridisierung beim Tiefziehen – Thermoplastische Faser-Metall-Laminatbauteile (FML), basierend auf reaktiv verarbeitetem Gusspolyamid 6

Projektträger	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Projektnummer	BE 5196/4-1
Projektleiter	Prof. Dr.-Ing. Noomane Ben Khalifa
Ansprechpartner	Dipl.-Ing. Thomas Mennecart
Projektstatus	abgeschlossen

In dem in Kooperation mit dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT) durchgeführten Projekt konnten unter Nutzung zweier Prozessstrategien, dem Tiefziehen mit Harzinjektionsverfahren bzw. mit Nasspressverfahren, erfolgreich Bauteile hergestellt werden. Im Rahmen der In-situ-Hybridisierung und der zugehörigen Grundlagenuntersuchungen konnte der Einfluss des Faserwebes auf die Umformbarkeit des Bleches bestimmt werden. Durch Finite-Elemente-Simulationen konnte gezeigt werden, dass der Einfluss der Kontaktreibung größer ist als die Behinderung durch das oberflächliche Eindringen der Faser. Mit dieser Erkenntnis konnte abschließend eine optimale Prozessstrategie abgeleitet werden, die primär eine frühe Einspritzung des Kunststoffes vorsieht. Um das im weiteren Verlauf des Umformvorganges mögliche Ausquetschen der Matrix zu kompensieren, sollte zudem gegen Ende des Umformvorganges ein weiteres Einspritzen erfolgen.

Mit Berufung von Herrn Prof. Ben Khalifa, ehemals Oberingenieur am IUL, auf die Professur Fertigungstechnik an der Leuphana Universität Lüneburg gemeinsam mit dem Helmholtz-Zentrum Geesthacht, wird die Projektbearbeitung dort fortgeführt.



Prozessrouten zur In-situ-Hybridisierung

2.5.11 Umformung additiv gefertigter Sandwichblechverbunde mit optimierten Kernstrukturen

Projektträger

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

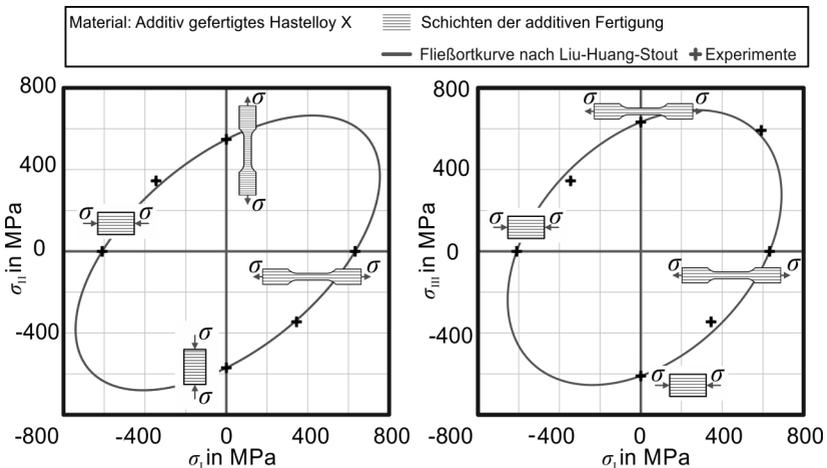
Projektnummer

TE 508/63-1

Ansprechpartner

Stephan Rosenthal M. Sc.

In Kooperation mit dem Institut für Produkt Engineering der Universität Duisburg-Essen werden additiv gefertigte Sandwichblechverbunde mit für eine Umformung optimierten Kernstrukturen entwickelt und gefertigt. Da aufgrund der hohen Gestaltungsfreiheit der additiven Fertigung die Entwicklung und Auslegung von umformbaren Kerengeometrien erfolgen muss, findet eine umfangreiche Materialcharakterisierung des additiv gefertigten Halbzeuges statt. Es zeigt sich, dass der Werkstoff ein ausgeprägt anisotropes Verhalten sowie eine Zug-Druck-Asymmetrie aufweist. Die Mikrostruktur bildet sich in Abhängigkeit der verwendeten Fertigungsparameter als gleich orientiertes, länglich gestaltetes, dendritisches Gefüge aus. Aufgrund der Zug-Druck Asymmetrie und der ausgeprägten Anisotropie wird ein Fließkriterium betrachtet, welches beide Effekte abbildet. Die experimentell ermittelten Fließortkurven zeigen das transversal isotrope Verhalten mit ähnlichen Eigenschaften in der Bauplattformebene des Bleches.

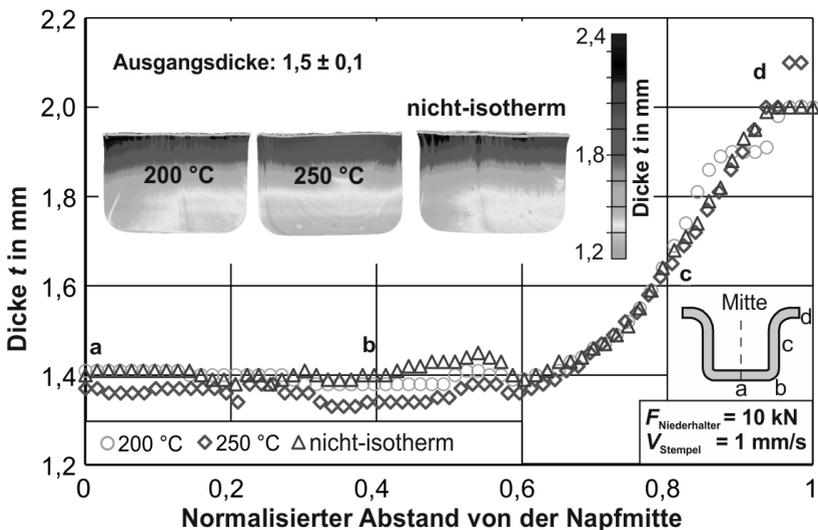


Fließortkurve von additiv gefertigtem Hastelloy X mit transversaler Isotropie

2.5.12 Entwicklung hybrider Kunststoff/Magnesium-Werkstoffverbunde für Ultraleichtbauanwendungen (KuMag)

Projektträger LeitmarktAgentur.NRW
 Projektnummer EFRE-0800113
 Ansprechpartner Hamed Dardaei Joghnan M. Sc.

In Zusammenarbeit mit dem IKV Aachen sowie den Firmen JUBO, KODA und TWI wird ein kombiniertes Verfahren zur Fertigung hybrider Kunststoff/Magnesium-Werkstoffverbunde mit der Zielsetzung der Gewichts-, Zeit- und Kosteneinsparung entwickelt. Die Magnesiumbleche (ME20) werden als offene Rohre stranggepresst und anschließend aufgeweitet. Die Bleche werden schließlich warmtiefgezogen und gleichzeitig mit einem Polymer hinterspritzt. Zur Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit und der Haftung zwischen dem Magnesiumblech und dem Polymer ist eine spezielle Beschichtung erforderlich. Materialcharakterisierungen werden sowohl für das offene Rohr sowie für das aufgeweitete Blech durchgeführt. Das Tiefziehen dieser Halbzeuge wird unter isothermen und nicht-isothermen Bedingungen experimentell und numerisch untersucht. Im Vergleich zum isothermen Tiefziehen zeigt sich, dass das nicht-isotherme Tiefziehen eine geringere Dickenreduzierung im Bereich des Stempelradius hervorbringt. Daraus resultiert eine erhöhte Ziehfähigkeit der Magnesiumlegierung bei nicht-isothermen Umformbedingungen.



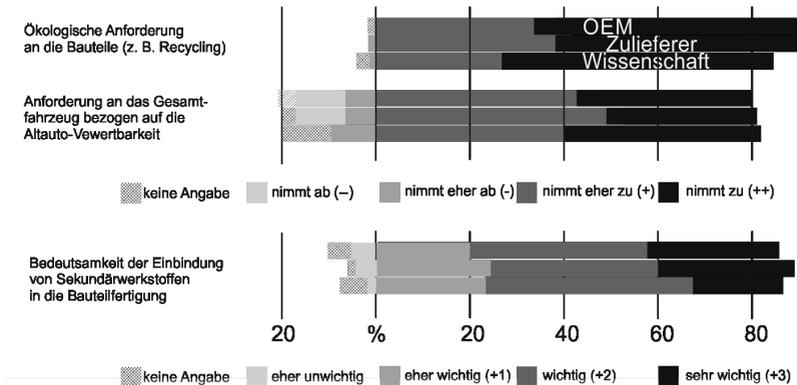
Dickenverteilung entlang der Extrusionsrichtung der Magnesiumbleche (ME20) nach dem Tiefziehen

2.5.13 Umformtechnologien für metallische und hybride Leichtbaustrukturen der Elektromobilität

Projektträger BMBF/PTKA, Förderplattform FOREL 2
 Projektnummer 02P16Z011
 Ansprechpartner Fabian Schmitz M. Sc.

Im Rahmen des Koordinationsprojektes, welches in Zusammenarbeit mit der TU Dresden, der TU Bergakademie Freiberg, der Universität Paderborn und der Technischen Universität München bearbeitet wird, werden Themen für die Mobilität der Zukunft behandelt. Hierbei liegt der Fokus besonders auf Leichtbau und Recycling. Im Rahmen einer Studie wurden primär die Beteiligten aus den Bereichen Automotive-, Luftfahrt-, Elektronik- und Recyclingindustrie zu Themen wie Mobilitätskonzepte, zu Anforderungen an Fertigungs- und Fügetechniken sowie zu Recyclingfragen (vgl. Bild) befragt. So konnten u. a. künftige Forschungsthemen identifiziert werden, aus denen zudem Handlungsempfehlungen abgeleitet werden können. Mit dem Institut für Aufbereitungsmaschinen der TU Bergakademie Freiberg wird beispielsweise aktuell eine umformtechnische Weiterverarbeitung von Aluminiumspänen und -schrotten betrachtet. So sollen Späne und Schrotte unterschiedlicher Größen stranggepresst werden und der Einfluss der Abmessungen bzw. die Aufbereitungstechnik auf die Eigenschaften des Profils hin untersucht werden.

Bedeutung des Recyclings in den nächsten 10-15 Jahren



Ergebnisse der FOREL-Studie 2018 zum Thema „Recycling“

2.6 Patente

2.6.1 Offengelegte Patente

Titel Vorrichtung zur gezielten variablen Einstellung des axialen Werkstoffflusses beim Verdicken und/oder Verzahnen von Blechbauteilen

Aktenzeichen DE 10 2016 012 270 A1
Patentinhaber TU Dortmund
Status offengelegt am 19.04.2018
Erfinder S. Wernicke • S. Gies • A. E. Tekkaya

Titel Vorrichtung und Verfahren zum Biegen von Profilen oder Stabmaterial, insbesondere unsymmetrischer und offener Profile oder Stabmaterial

Aktenzeichen EP 3 320 993 A1
Patentinhaber TU Dortmund
Status offengelegt am 26.04.2018
Erfinder C. Löbbe • G. Grzanic • A. E. Tekkaya

Titel Vorrichtung und Verfahren zum ebenen oder räumlichen Biegen durch einen Walzvorgang

Aktenzeichen EP 3 320 994 A1
Patentinhaber TU Dortmund
Status offengelegt am 17.05.2018
Erfinder R. Meya • A. E. Tekkaya

Titel Stoßstromgenerator

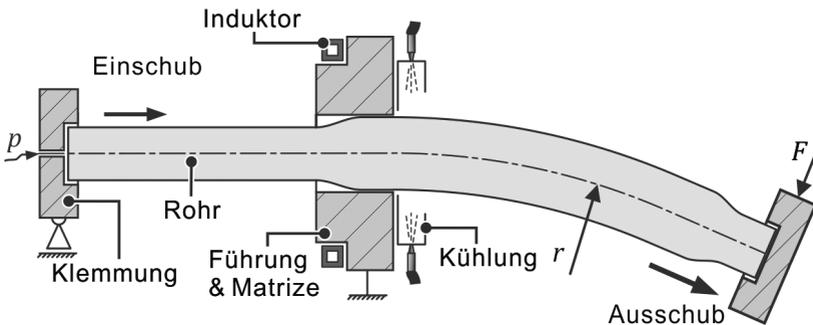
Aktenzeichen EP 2 991 224 B1
Patentinhaber TU Dortmund • Astrol Electronic AG
Status offengelegt am 21.11.2018
Erfinder S. Gies • C. Weddeling • A. Herdt • A.E. Tekkaya
 A. Stöckli • F. Forster

2.6.2 Angemeldete Patente

Verfahren und Vorrichtung zum Biegen und Umformen von dünnwandigen Profilen

Aktenzeichen	DE 10 2018 008 302
Patentanmelder	TU Dortmund
Status	angemeldet
Erfinder	C. Löbbe • R. Meya • D. Englert • H. Chen P. Bazargan • A. E. Tekkaya

Diese Erfindung betrifft das Umformen eines Profilquerschnitts und das simultane Biegen in einem Verfahrensschritt. Gegenwärtige Biegeverfahren von dünnwandigen Profilen erfordern formschlüssige Werkzeuge für eine feste Geometrie. Wegen der Faltenbildung, Reißern und Knicken sind sie nur für kleine Durchmesser zu Wanddickenverhältnissen anwendbar. Bei der vorgeschlagenen wärme- und innendruckunterstützten Verfahrenstechnologie durchläuft ein Profil einen kurzen Matrizenabschnitt, während es lokal aufgewärmt und durch einen Innendruck expandiert wird. Parallel zur Formgebung des Querschnitts wird die Krümmung des Bauteils durch das überlagerte Biegen erreicht (vgl. Bild). Neben der hohen Umformbarkeit ermöglicht das schnelle Aufheizen und Abkühlen eine integrierte Wärmebehandlung zur Erzielung einer hohen Produktfestigkeit. Das neue Umformverfahren bietet somit die Möglichkeit, komplexe Profilmteile mit maßgeschneiderten Eigenschaften durch einen einfachen Werkzeugsatz flexibel herzustellen.

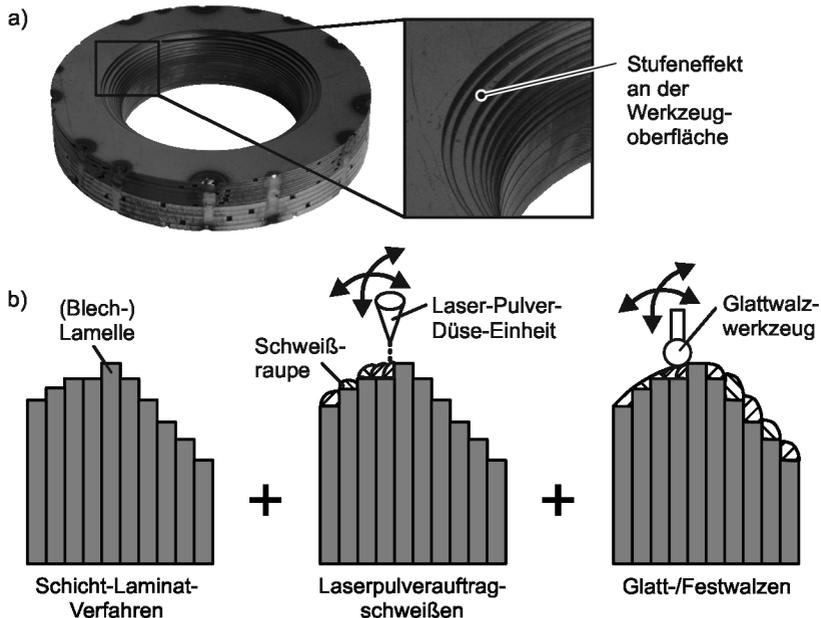


Prozessprinzip zur kontinuierlichen Profilformung durch Innendruck und gezielten Wärmeinsatz

Verfahren zur Reduzierung des Treppenstufeneffekts bei aus Blechlamellen geschichteten Werkzeugen/Bauteilen mittels additiver und umformtechnischer Nachbearbeitung

Aktenzeichen	DE 10 2018 004 294.5
Patentanmelder	TU Dortmund
Status	angemeldet
Erfinder	R. Hölker-Jäger • A. E. Tekkaya

Die Erfindung betrifft eine neuartige Prozesskette zur Fertigung von Werkzeugen für z. B. das Tiefziehen oder auch zur Fertigung von Bauteilen. Hierbei wird der großvolumige Grundkörper des Werkzeugs aus einzelnen Blechlamellen schnell und kostengünstig hergestellt. Der auftretende „Treppenstufeneffekt“, der aus der Schichtung der Blechlamellen resultiert, wird mittels Laserpulverauftragschweißen aufgefüllt und anschließend durch inkrementelles Glattwalzen (und/oder Fräsen) eingeebnet. Eine mögliche Anwendung liegt in der schnellen und kostengünstigen Fertigung von Tiefziehwerkzeugen.



- a) Mittels des Schicht-Laminat-Verfahrens hergestellter Ziehring eines Tiefziehwerkzeugs.
 b) Prozesskombination

02

Forschung

Weitere Aktivitäten

03

3 Weitere Aktivitäten

3.1 Veranstaltungen und Auszeichnungen

2018 wurden durch das Institut für Umformtechnik und Leichtbau diverse Kolloquien, Konferenzen und Workshops veranstaltet, um Forschungsergebnisse zu präsentieren und eine Plattform für den Austausch mit Wissenschaftlern/-innen und Industrievertretern/-innen zu schaffen. Im Folgenden erhalten Sie nähere Informationen zu ausgewählten Veranstaltungen.

Seminar zur angewandten Mechanik in der Umformtechnik anlässlich des 80. Geburtstages von Prof. Peter Haupt

Anlässlich des 80. Geburtstages von Prof. Peter Haupt, langjähriger Lehrbeauftragter, Berater und Freund des IUL, wurde am IUL am 24.04.2018 ein Ehrenkolloquium zum Thema „Mechanik in der Umformtechnik“ ausgerichtet. Geladen waren ehemalige Schüler/-innen, Kolleg/-innen und die Familie des Ehrengastes. Der emeritierte Mechanik-Professor der Universität Kassel ist seit WS 2010/11 als Lehrbeauftragter am IUL tätig und hat am Institut viele akademische Karrieren begleitet.



Gratulation an den Ehrengast

Nach einem kurzen Empfang begrüßte Prof. Tekkaya den Ehrengast mit seiner Familie und die Seminarteilnehmer/-innen mit einer persönlichen Willkommensrede. Ehemalige Doktoranden Haupt's, Prof. Charalampos Tsakmakis von der TU Darmstadt, Prof. Stefan Hartmann von der TU Clausthal und Dr. Dirk Helm, Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM, stellten in ihren Präsentationen dessen herausragende Leistungen für das Fach der Mechanik vor. Auch promovierte Mitarbeiter/-innen des IUL, die unmittelbar von den wertvollen Gesprächen mit Prof. Haupt profitieren durften, betonten in ihren Vorträgen deren Relevanz für die Forschungsarbeiten des IUL und für die Mechanik. Nach dem offiziellen Seminarteil rundete ein gemeinsames Mittagessen in der Experimentierhalle den Seminar- und Freudentag ab.

Treffen des IUL-Industriebeirats

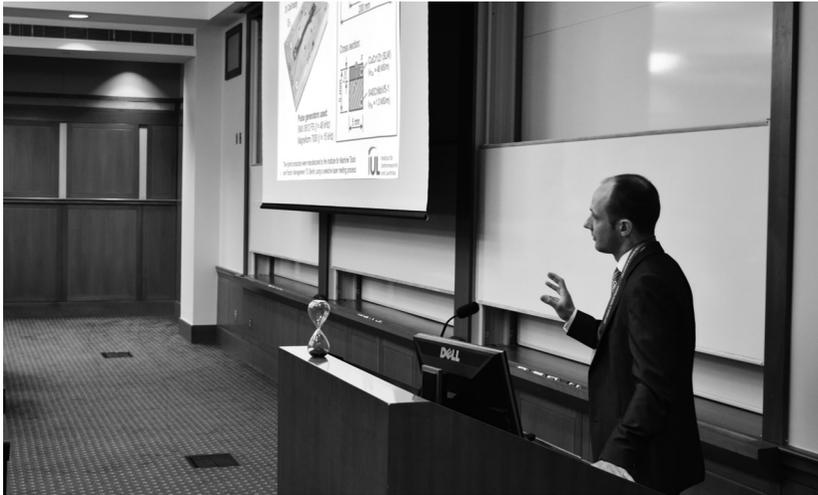
Der 2010 gegründete Industriebeirat des Instituts für Umformtechnik und Leichtbau ist mit renommierten Vertreterinnen und Vertretern von 22 Industrieunternehmen und Forschungsverbänden besetzt. Die enge Zusammenarbeit im Rahmen des zweimal jährlich tagenden Gremiums dient dem Erfahrungsaustausch zwischen Industrie und Forschung: So ist einerseits sichergestellt, dass der aktuelle, in der industriellen Praxis festgestellte Forschungs- und Ausbildungsbedarf kurzfristig an das Institut kommuniziert wird, und andererseits haben die Industrievertreter/-innen die Möglichkeit, sich über Forschungsinnovationen zu informieren, die sie etwa zur Effizienzsteigerung in der Produktion einsetzen können. Im Rahmen der Sitzungen am 23.05. und 30.11.2018 standen die Werkstoffcharakterisierung und der Einsatz der numerischen Prozesssimulation in der Produktion sowie die Stanz- und Biegetechnik mit Folgeverbundwerkzeugen im Fokus.



Teilnehmer/-innen des 16. Industriebeirats

ICHSF 2018

Die International Conference on High Speed Forming (ICHSF), weltweit größte Konferenz auf dem Gebiet der impulsbasierten Metallbearbeitung, wurde vom 13. bis 16. Mai 2018 zum achten Mal in Columbus, Ohio, ausgerichtet. 2002 von Prof. Kleiner an der TU Dortmund initiiert, wird die Veranstaltung regelmäßig vom IUL in Kooperation mit dem „Ohio State University College of Engineering“ organisiert. Die internationale Konferenz findet in zweijährigem Rhythmus im Wechsel in Dortmund und an verschiedenen internationalen Standorten statt. 2018 war Prof. Glenn S. Daehn von der „Ohio State University“ Gastgeber der ca. 80 internationalen Konferenzteilnehmer/-innen.



Dr. Gies bei seinem Vortrag

Die ICHSF 2018 präsentierte aktuelle Forschungsergebnisse zum impulsartigen Umformen und zu dessen gegenwärtigen sowie zukünftigen (industriellen) Anwendungen. Vertreter/-innen von Universitäten und Firmen diskutierten Prozesstechnologien, Werkzeuge, Materialien und Messtechniken zur Modellierung und Simulation der Prozesse im Rahmen der Hochgeschwindigkeitsumformung.

Umformtechnisches Kolloquium 4.0

Das diesjährige „Umformtechnische Kolloquium 4.0“ war den Themen der Industrie 4.0 gewidmet. Im Fokus standen die entsprechend veränderten Anforderungen an die Umformtechnik und zu ergreifende Maßnahmen. Aktuelle und ehemalige Mitarbeiter/-innen des IUL hatten nach der Begrüßung durch die Institutsleiter im Rahmen diverser Vorträge und in einem themenspezifischen Hallenrundgang die Möglichkeit, sich in entspannter und familiärer Atmosphäre zur Thematik auszutauschen. Thematisiert wurden die gegensätzlichen Aspekte von Massenproduktion und Losgröße eins ebenso wie die Möglichkeiten, welche vernetzte Sensorsysteme innerhalb von Umformmaschinen mit sich bringen. Die gezielte Nutzung der Vorteile additiver Technologien als Unterstützungstechnologie für die Umformtechnik ist ebenfalls ein wichtiger Baustein, die Umformtechnik entlang der Herausforderungen der vierten industriellen Revolution weiterzuentwickeln.



Begrüßung durch Prof. Tekkaya (links) und Prof. Kleiner

7. Dortmunder Kolloquium zur Rohr- und Profilmformung

Das siebte Dortmunder Kolloquium zur Rohr- und Profilmformung (DORP) fand am 11. und 12. September 2018 statt. Nach der Abendveranstaltung im Signal Iduna Park mit einem spannenden Vortrag von Prof. Tolan über die Physik des Fußballs durfte das IUL am 12.09.2018 die Gäste aus Industrie und Hochschule in den Räumlichkeiten der TU Dortmund empfangen. Mehr als 75 Teilnehmer/-innen, vier ausstellende Unternehmen und zwölf Vorträge, davon acht aus der Industrie und vier aus der Wissenschaft, bildeten ein Forum zum Austausch über Themen der Rohr- und Profilmformung. Im Vordergrund standen u. a. neue Verfahren, z. B. zur Herstellung von Großrohren, zu innovativer Sensorik für die kontinuierliche Profilvermessung und zur Vernetzung von Prozessschritten im Bereich der Industrie 4.0. Das breite Themenportfolio zeigt die Vielseitigkeit der aktuellen Trends in Forschung und Entwicklung, welche zu intensiven Diskussionen zwischen allen Teilnehmern/-innen anregten und die Notwendigkeit einer engen Vernetzung der Unternehmen und Hochschulen aufzeigte. Das DORP dient dahingehend als Treffpunkt und beteiligt sich daran, dieser Forderung nachzukommen.



Die Teilnehmer/-innen des 7. Dortmunder Kolloquiums zur Rohr- und Profilmformung

1. Industriekolloquium des SFB/Transregio 188

Der SFB/Transregio 188 lud am 15. November 2018 zu seinem ersten Industriekolloquium in das Kongresszentrum Westfalenhallen Dortmund ein. Den weit mehr als 100 internationalen Teilnehmerinnen und Teilnehmern wurden in 12 Vorträgen und einer begleitenden Posterausstellung neueste Forschungsergebnisse zum Thema „Schädigungskontrollierte Umformprozesse“ präsentiert. Der Schwerpunkt lag auf der Analyse und Charakterisierung der Schädigungsvorgänge auf verschiedenen Skalen sowie der Beeinflussung der Schädigungsevolution bei Prozessen der Blech- und Massivumformung. Die anwendungsorientierte Nutzung dieser dabei gewonnenen Erkenntnisse reichte von der Simulation einzelner Umformvorgänge bis hin zur virtuellen Optimierung der gesamten Fertigungskette einschließlich der Beurteilung des Produkts hinsichtlich des Einsatz- und Crashverhaltens. Die Vielfalt der Anwendungsbeispiele, die von den eingeladenen Rednern aus der Industrie und namhaften Forschungsinstituten gezeigt wurden, sowie die große Resonanz bei den Teilnehmerinnen und Teilnehmern verdeutlichte die hohe Relevanz des Themas für die Fertigungstechnik und darüber hinaus.

Wir möchten uns bei der DFG bedanken, die durch die Förderung des Forschungsverbunds diese Veranstaltung ermöglicht hat, und bei der Wirtschaftsförderung Dortmund, die die Veranstaltung freundlicherweise finanziell unterstützt hat.



Teilnehmer/-innen des Industriekolloquiums 2018

Best Paper Award EDPC 2018

Im Rahmen der diesjährigen Electric Drives Production Conference wurden Frau Janna Hofmann (wbk – Institut für Produktionstechnik des KIT) und Frau Anna Komodromos (IUL) für ihre gemeinsame Veröffentlichung zum Thema „Optimization of the linear coil winding process by combining new actuator principles on the basis of wire forming analysis“ mit dem „Best Paper Award“ ausgezeichnet. Die Konferenz fand am 4. und 5. Dezember 2018 in Schweinfurt statt. Die Veröffentlichung entstand im Zuge des gemeinsamen Projektes „Umformtechnisch unterlagerte Prozessmodellierung des Linearspulenwickelprozesses“, welches durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (Projektnummer TE 508/56-1) gefördert wurde. Es behandelt den Einsatz neuer Aktoren beim Linearwickeln. Ziel ist eine Verbesserung des Wickelergebnisses und somit eine Verminderung der Kupferverluste des Elektromotors. Hierzu zählt im Besonderen der Einfluss des Drahtführers auf das Umformverhalten des Drahtes, da hierdurch das Spaltmaß zwischen Draht und Spulenkörper vergrößert wird. Daher wurde u. a. ein Konzept für einen beweglichen Drahtführer vorgestellt, durch den eine Vorplastifizierung des Drahtes verhindert wird.

Des Weiteren hat sich das IUL an folgenden Veranstaltungen beteiligt, die teilweise auch einem nichtwissenschaftlichen Publikum aus unterschiedlichen Zielgruppen zugänglich waren:

- Ingenieure ohne Grenzen • 5. Februar
- Girls' Day 2018 • 26. April
- Stahl fliegt • 3.-4. Juli
- Sommerfest der TU Dortmund • 5. Juli
- do-camp-ing • 16.-19. Juli
- SchnupperUni • 23. August
- WissensNacht Ruhr • 28. September
- MinTU • 9. November
- Tag der Offenen Tür der TU Dortmund • 10. November

3.2 Mitwirkung in nationalen und internationalen Organisationen: Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. A. Erman Tekkaya

Mitarbeit in Forschungsgremien

- acatech – Mitglied der „Deutschen Akademie der Technikwissenschaften“
- AGU – Vorsitzender der „Wissenschaftlichen Arbeitsgemeinschaft Umformtechnik“
- CIRP – Fellow der „International Academy for Production Engineering“
- DGM – Mitglied der „Deutschen Gesellschaft für Materialkunde“
- EuraSEM – Ratsmitglied der „European Society of Experimental Mechanics“
- FOSTA – Mitglied des Kuratoriums der „Forschungsvereinigung Stahlanwendungen e. V.“
- GCFG – Mitglied der „German Cold Forging Group“
- I²FG – Mitglied der „International Impulse Forging Group“
- ICFG – Mitglied der „International Cold Forging Group“
- ICTP – Beratendes Mitglied des Standing Advisory Boards der „International Conference on Technology of Plasticity“
- JSTP – Mitglied der „Japan Society for Technology of Plasticity“
- Kuratoriumsmitglied der „Karl-Kolle-Stiftung“
- Mitglied im „DGM-Regionalforum Rhein-Ruhr“
- MPIE - Mitglied im Scientific Advisory Board des „Max-Planck-Instituts für Eisenforschung“
- Vize-Präsident des deutschen Konsortiums der Türkisch-Deutschen Universität
- WGP – Mitglied der „Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktionstechnik“

Zeitschriften/Schriftleitung

- Mitglied im Editorial Board, „Journal of Production Processes and Systems“
- Mitglied im Editorial Board, „Materials“
- Mitglied im Scientific Editorial Board, „Romanian Journal of Technical Sciences – Applied Mechanics“

- Mitglied im Editorial Board, „CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology“ (Elsevier)
- Mitglied im International Advisory Committee, „International Journal of Material Forming“ (Springer)
- Mitglied im Scientific Editorial Board, „International Journal of Precision Engineering and Manufacturing“
- Mitglied im Scientific Editorial Board, „Computer Methods in Materials Science“
- Vorsitzender des Editorial Committee, „CIRP Annals“

Weitere Mitgliedschaften

- Mitglied CIRP Communication Committee
- Mitglied Scientific Committee, „International Deep Drawing Research Group 2018“ (iddrg), Waterloo, Canada
- Mitglied Scientific Committee, „International Deep Drawing Research Group 2019“ (iddrg), Enschede, Netherlands
- Mitglied Scientific Committee, „International Conference on Sheet Metal“ (SheMet 2019), Leuven, Belgien
- Mitglied Scientific Committee, „The 13th International Conference on Numerical Methods in Industrial Forming Processes“ (NUMIFORM 2019), Portsmouth, USA
- Mitglied Scientific Committee, „The 28th CIRP Design Conference 2018“, Nantes, Frankreich
- Vorsitzender Scientific Committee, „International Conference on High Speed Forming“ (ICHSF 2018), Columbus, USA

Gutachtertätigkeiten in wissenschaftlichen Gremien

- AiF – Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V.
- CIRP – Internationale Akademie für Produktionstechnik
- DFG – Deutsche Forschungsgemeinschaft, Mitglied im Fachkolloquium 401 (Produktionstechnik)
- DTU, Technical University of Denmark, Lyngby
- ESF College of Expert Reviewers
- Massachusetts Institute of Technology, Boston
- Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH, Düsseldorf
- Middle Eastern Technical University, Ankara
- National Research Council Canada
- Oakland University
- Stahlinstitut VDEh
- The Ohio State University
- University of Cambridge
- University of Cyprus
- University of Lisbon
- WGP – Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktionstechnik
- Xi'an Jiaotong University

Für Zeitschriften

- Applied Mathematical Modelling
- ASME – Journal of Manufacturing Science and Engineering
- CIRP Annals – Manufacturing Technology
- Computational Materials Science
- Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering
- Engineering Computations
- Engineering with Computers
- HTM Journal of Heat Treatment and Materials
- International Journal for Numerical Methods in Engineering
- International Journal of Advanced Manufacturing Technology
- International Journal of Damage Mechanics

- International Journal of Machine Tools and Manufacture
- International Journal of Material Forming
- International Journal of Mechanical Sciences
- International Journal of Mechanics and Materials
- International Journal of Precision Engineering and Manufacturing
- International Journal of Solids and Structures
- Journal Material Characterization – An International Journal on Materials Structure and Behavior
- Journal of Applied Mathematical Methods
- Journal of Computational and Applied Mathematics
- Journal of Manufacturing Processes
- Journal of Manufacturing Science and Engineering
- Journal of Materials Processing Technology
- Journal of Mechanical Engineering
- Journal of Pressure Vessel Technology
- Journal of Production Engineering
- Manufacturing Letters
- Materials
- Materials & Design
- Materials and Manufacturing Processes
- Materials Science and Engineering A
- Mechanics of Materials
- Simulation Modelling Practice and Theory
- Steel Research International
- Strain: An International Journal for Experimental Mechanics
- Surface and Coatings Technology
- The International Journal of Advanced Manufacturing Technology

3.3 Mitwirkung in nationalen und internationalen Organisationen: Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Matthias Kleiner

Wissenschaftliche Akademien

- Academia Europaea
- acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften
- Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften
- CIRP – The International Academy for Production Engineering
- Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina
- Europäische Akademie der Wissenschaften und Künste
- Indian National Science Academy
- Russian Academy of Engineering
- Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften

Wissenschaftliche Beiräte und Kuratorien

- Global Learning Council, Chair
- Open Science Policy Platform
- STS Council und -Board – STS-Forum Science and Technology in Society, Japan
- Stellvertr. Vorsitzender des Aufsichtsrats der „Futurium gGmbH.“
- Advisory Committee Japan Science and Technology Agency (JST) Tokyo
- Kuratorium des Max Planck-Instituts für Zellbiologie und Genetik Dresden

Beiräte Hochschulen

- Hochschulrat der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main, Vorsitz
- Zukunftsrat der Universität Bremen, Exzellenzinitiative
- Kuratorium der Technischen Universität Berlin
- International Advisory Board Faculty of Engineering, Twente University

Beiräte Stiftungen

- Kuratorium der Telekom-Stiftung
- Wissenschaftlicher Beirat der Fritz Thyssen Stiftung
- Wissenschaftlicher Beirat der Exzellenzinitiative Johanna Quandt – Stiftung Charité, Vorsitz
- Beirat der Werner Siemens-Stiftung, Schweiz

Fachliche Vereinigungen

- AGU – Arbeitsgemeinschaft Umformtechnik
- WGP – Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktionstechnik
- Kuratorium der Forschungsvereinigung Stahlanwendung (FOSTA)

Gutachter- und Gremientätigkeiten

- Tang Prize International Advisory Board, Taipei
- Jurymitglied für den Deutschen Innovationspreis
- Jurymitglied Georg von Holtzbrinck Preis für Wissenschaftsjournalismus
- Kuratorium Deutscher Zukunftspreis des Bundespräsidenten

Beiräte Unternehmen

- Beirat der ALHO Holding
- Beirat der Siepman Werke
- Beirat der Winkelmann Group

Internationaler Austausch

04

4 Internationaler Austausch

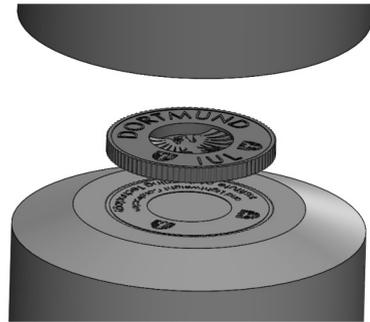
Prof. Carlos Manuel Alves da Silva

Herr Prof. Carlos Manuel Alves da Silva, Assistance Professor in der Arbeitsgruppe von Herrn Prof. Paulo Martins, Instituto Superior Técnico, Technische Universität von Lissabon, war vom 14.03.2018 bis 29.06.2018 Gast am IUL. Herr Prof. da Silva hat sich während seines Forschungsaufenthalts mit der Verknüpfung aus Umformtechnik und additiver Fertigung beschäftigt. Seine Idee ist es, Rohlinge für Sammlermünzen additiv zu fertigen und diese anschließend durch einen Prägevorgang in die gewünschte Endgeometrie zu bringen. Zur Erprobung der Fertigungsstrategie wurden unter Einsatz einer Maschine zum selektiven Laserschmelzen im Pulverbett Rohlinge aus einer Edelstahllegierung generativ gefertigt. Des Weiteren hat Herr Prof. da Silva den Materialfluss im Prägevorgang mit dem Fokus auf der Auslegung der Vorform numerisch untersucht. Für das Jahr 2019 ist ein weiterer Gastaufenthalt am IUL geplant.

1. Additiv gefertigte Vorformen



2. Prägevorgang

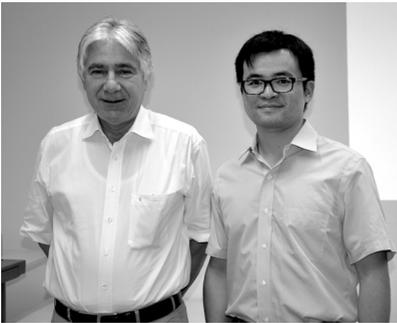


Prozessfolge, bestehend aus einer additiv gefertigten Vorform, die durch einen Prägevorgang in die Endgeometrie überführt wird

Prof. Junying Min

Herr Prof. Junying Min hat vom 1. Mai bis zum 28. Juli 2018 mit den Mitarbeitern der Abteilung Angewandte Mechanik im Bereich der Materialcharakterisierung und -modellierung geforscht. An seiner Heimatuniversität, der Tongji University in Schanghai, entwickelt er mit den Kollegen/-innen der School of Mechanical Engineering neue analytische Ansätze zur Auswertung von Materialprüfversuchen wie dem hydraulischen Tiefungsversuch und biaxialen Zugversuchen. Während seines Aufenthalts am IUL arbeitete Prof. Min eng mit Herrn Heinrich Traphöner zusammen, um Blechwerkstoffe im

Prüfstand für die ebene Torsion zu untersuchen. Herr Gutknecht und Herr Dr. Clausmeyer freuen sich auf die weitere Zusammenarbeit im Bereich der Lastpfadänderungen für Blechwerkstoffe. Die Ergebnisse seines Forschungsaufenthalts am IUL und vorheriger Forschungsprojekte (u. a. an der Ruhr-Universität Bochum und dem Forschungs- und Entwicklungszentrum von General Motors in Warren) stellte der ehemalige Alexander-von-Humboldt-Stipendiat bei seinem Abschlussvortrag zum Thema „Mechanical Behavior and Characterization of Sheet Metals: Onset of Necking and Yield Surface Evolution“ am 26. Juli den Kollegen/-innen der TU Dortmund vor.



Prof. Min (rechts) und Prof. Tekkaya



Prof. Kanetake (rechts) und Prof. Tekkaya

Alexander-von-Humboldt-Stipendiat Prof. Naoyuki Kanetake

Im Rahmen eines Alexander-von-Humboldt-Stipendiums war Prof. Naoyuki Kanetake, Emeritus der Nagoya University in Japan, vom 12.06.2018 – 14.09.2018 als Gastprofessor am IUL tätig. Während seines Aufenthaltes entstand ein reger Austausch mit den Mitarbeitern der Abteilung Massivumformung, durch den neue Forschungsideen im Hinblick auf Themen wie das direkte Recyclen, die Konsolidierung von Aluminiumspänen durch „Compression Torsion Process“ (CTP) und die Verfahrensentwicklung im Bereich von Aluminiumschäumen entstanden. Durch die wachsenden Anforderungen im Bereich des Leichtbaus und ressourcenschonende Herstellverfahren gewinnen diese Themen an Bedeutung, wodurch die Notwendigkeit internationaler Zusammenarbeiten zunehmend in den Vordergrund rückt. Als Abschluss seines Aufenthaltes in Dortmund stellte Prof. Kanetake interessierten Studierenden und Wissenschaftlern/-Innen Forschungsergebnisse vor, die im Laufe seiner Forschungstätigkeiten in Japan entstanden sind.

RISE (Research Internships in Science and Engineering) – Shemmar Jackson

Auch im Jahr 2018 nahm das IUL an dem Programm „RISE“ des Deutschen Akademischen Austauschdienstes (DAAD) teil. Von Mai bis August war Shemmar Jackson von der Rochester Universität aus New York zu Gast in Dortmund. Durch das RISE-Programm erhalten britische und nordamerikanische Studierende die Möglichkeit, Praktika in deutschen Forschungseinrichtungen zu absolvieren. Die Finanzierung des Besuchs von Herrn Jackson erfolgte über ein gemeinsam vom DAAD und dem DFG-Sonderforschungsbereich Transregio 73 getragenes Stipendium. Betreut durch Herrn Wernicke befasste sich Herr Jackson mit der Technologie der inkrementellen Blechmassivumformung. Seine Tätigkeit umfasste die Herstellung und Untersuchung hybrider, blechmassivumgeformter Funktionsbauteile.

Shunyi Zhang (NSF-Stipendium)

Mit Shunyi Zhang war im Sommer 2018 ein „alter Bekannter“ für einen zweimonatigen Forschungsaufenthalt am IUL zu Gast. Herr Zhang hat seinen Masterabschluss 2015 im Rahmen des MMT-Programms an der TU Dortmund gemacht und promoviert mittlerweile an der University of New Hampshire bei Prof. Kinsey. In enger Zusammenarbeit mit Herrn Lueg-Althoff erforschte Herr Zhang die charakteristische Wellenbildung in der Grenzschicht zwischen den geschweißten Fügepartnern beim Magnetpulsschweißen. Neben experimentellen Untersuchungen an den Pulsgeneratoren des IUL wurde dafür mit der SPH (Smoothed Particle Hydrodynamics)-Methode eine netzfreie numerische Simulationsmethode eingesetzt. Der Aufenthalt von Herrn Zhang wurde von einem Stipendium der National Science Foundation (NSF) der USA finanziert.

Austausch mit der Ohio State University

Das Projekt „Forming and manufacture of lightweight high-performance components – International Research Experiences for Students at the TU Dortmund University“, gefördert durch die National Science Foundation, ermöglicht es bis zu fünf Studierenden der Ohio State University (OSU), während der Sommerpause in den USA ein Forschungspraktikum am IUL zu absolvieren. Das Programm ist dabei sowohl Undergraduate-, Graduate- als auch Ph.D.-Studierenden zugänglich. Die Gaststudierenden erhalten während ihres Aufenthaltes Einblick in die charakteristische Forschungsweise eines großen deutschen Forschungsinstitutes und können ihre Erfahrungen für ihre Arbeit und Forschung in den USA anwenden. Dabei werden sie direkt in aktuelle Projekte involviert und von einem wissenschaftlichen Mitarbeiter des

IUL aktiv betreut. Während des zweiten Durchlaufs des Austauschprogramms im Sommer 2018 kamen vier Studierende der OSU zum Forschen an das IUL.

Madhura Athale

Nach ihrem Abschluss in Maschinenbau an der Ohio State University, forscht Frau Madhura Athale in ihrem zweiten Jahr als PhD-Studentin im Materials, Mechanics and Manufacturing Lab im Bereich der Modellbildung und Simulation von Werkzeugverschleiß bei Umformprozessen. Die Erkenntnisse fließen in die Beurteilung von agilen Werkzeugbereitstellungen ein. Während ihrer Zeit am IUL befasste sich Frau Athale mit der experimentellen und simulativen Ermittlung des Verschleißes von additiv hergestellten im Vergleich zu konventionell gefertigten Werkzeugen im Bereich der Blechumformung.

Denielle Ricciardi

Im Zuge ihres PhD-Studiums am Center of Accelerated Maturation of Materials der OSU beschäftigt sich Frau Ricciardi mit der Bestimmung statistischer Unsicherheiten in für die Umformtechnik relevanten Materialien. Hierdurch kann beispielsweise die Textur nach Ende eines Umformprozesses vorausberechnet werden. Während ihres Forschungsaufenthaltes am IUL erforschte sie simulativ die Entwicklung der Materialeigenschaften, wie z. B. Fließspannung, von kalt fließgepresstem 16MnCrS5. Die Ergebnisse konnten im Anschluss durch experimentell Auswertungen validiert werden.

Angella Volchko

Frau Angella Volchko ist aktuell Undergraduate-Studentin im Bereich des Maschinenbaus an der Ohio State University. Während ihres Aufenthaltes am IUL beschäftigte sich Frau Volchko mit der Erweiterung der Maschinensteuerung für die inkrementelle Profillumformung. Das Projekt ist Teil des gemeinsamen Forschungsvorhabens zwischen dem IUL und der Forschergruppe von Herrn Prof. Srinivasan der Abteilung Mechanical and Aerospace Engineering.

Ryo Nakahata

Ebenfalls mit der inkrementellen Profillumformung befasste sich Herr Ryo Nakahata, ebenfalls Maschinenbau-Undergraduate-Student, während seines Austausches am IUL. Im Detail untersuchte er, welche Art von optischen

Sensoren für eine echtzeitfähige, rückgekoppelte Maschinensteuerung an der IPU-Maschine eingesetzt werden können. Im Speziellen wurde dabei ein laserbasierter Triangulierungssensor implementiert und dazu erste Untersuchungen durchgeführt.

Während ihres Aufenthaltes am IUL wurden einige der Studierenden von ihren Betreuern aus den USA besucht. Diese nutzten den Aufenthalt, um von ihren aktuellen Forschungsergebnissen zu berichten. So berichtete Herr Prof. Srinivasan, welcher das Austauschprogramm auf Seiten der OSU betreut, in seinem Vortrag „Incremental Profile Forming: Process, Sensing, and Control Innovations: Challenges and Proposed Solutions“ über die Ergebnisse der Forschungsarbeiten an seinem Institut, die auf der Promotionsschrift von Herrn Dr. Grzanic aufbauen und den aktuellen Stand des gemeinsamen Forschungsvorhabens der beiden Institute darstellt. Darüber hinaus war Herr Prof. Niezgodna, Betreuer von Frau Ricciardi, zu Gast und hielt einen Vortrag zum Thema „Mechanics and structures at the mesoscale: Challenges and opportunities for ICME“. Das IUL freut sich schon jetzt, den kommenden Jahrgang an Austauschstudierenden im Sommer 2019 begrüßen zu dürfen.

Technische Ausstattung

05

5 Technische Ausstattung

Pressen

- C-Gestell-Exzenterpresse, 630 kN, Schuler PDR 63/250
- Hydraulische Ziehpresse, 10 MN, dreifach wirkend, M+W BZE 1000-30.1.1
- Hydraulische Ziehpresse, 1000 kN, HYDRAP HPSZK 100-1000/650
- Hydraulische Ziehpresse, 2600 kN, dreifach wirkend, SMG HZPUI 260/160-1000/1000
- Presse zur wirkmedienbasierten Blechumformung, 100 MN, SPS
- Strangpresse 2,5 MN, Collin, PLA250t
- Strangpresse 10 MN (Direkt), SMS Meer, rundungsgerecht
- Stanz- und Umformautomat mit Servoantrieb, 4000 kN, Schuler MSD2-400

Weitere Umformmaschinen

- Anlage zur elektromagnetischen Umformung, 1,5 kJ (rekuperationsfähig), Eigenbau IUL
- Anlage zur elektromagnetischen Umformung, 32 kJ, Maxwell Magnetform 7000
- Anlage zur elektromagnetischen Umformung, 6 kJ, Poynting SMU 0612 FS
- CNC-Rotationszugbiegemaschine, DB 2060-CNC-SE-F, Transfluid Maschinenbau GmbH
- DMU 50 – 5-Achs-Fräsmaschine, DMG MORI
- Dreiwalzen-Rundbiegemaschine, FASTI RZM 108-10/5.5
- Drückmaschine, Leifeld APED 350NC, CNC Siemens 840 D
- Gesenkbiegemaschine, 1300 kN, TrumaBend V 1300X
- Hydraulische Stanzmaschine TruPunch 5000, 220 kN, TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH & Co. KG
- Maschine zum inkrementellen Profilumformen, Eigenbau IUL
- Maschine zum inkrementellen Rohrumformen, IRU2590, transfluid Maschinenbau GmbH
- Mehrachspressen TR 73, Fa. Schnupp, Prototyp mit fünf Bewegungsachsen mit bis zu 100 kN

- Profilmaschine RAS 24.10, Reinhardt Maschinenbau GmbH, Sindelfingen
- Schwenkbiegemaschine, FASTI 2095
- TSS-3D-Profilbiegemaschine, Eigenbau IUL

Maschinen zur additiven Fertigung

- FDM-basierte 3D-Drucker zur Kunststoffverarbeitung (2x Ultimaker 3, 1x Ultimaker 3 Extended)
- Kombinations-5-Achs-Fräsmaschine mit Einheit zum Pulver-Laser-Auftragsschweißen, Lasertec 65 3D, Sauer GmbH/DMG MORI
- Pulverbettmaschine zur additiven Fertigung DMG MORI „Lasertec 30 SLM“

Prüfmaschinen

- Blechprüfmaschine, 200 kN, Erichsen 142/20
- Blechumformprüfmaschine Zwick BUP1000
- Plastometer, IUL 1 MN
- vier Universal-Prüfmaschinen, Zwick 1475 100 kN, Zwick SMZ250/SN5A, Zwick FR250SN.A4K Allround Line, Zwick Z250 (2 Stück)

Messtechnik und Elektronik

- 3D-Koordinatenmessgerät, Zeiss PRISMO VAST 5 HTG (in Kooperation mit dem Institut für Spanende Fertigung, TU Dortmund)
- 3D-Video-Messsystem, Optomess A250
- 3MA-II Prüftechnik
- Anlage zu Eigenspannungsmessungen mit der Bohrlochmethode
 - Air-Abrasive-Verfahren
 - High-Speed-Verfahren
- Bohrlochgerät, Milling Guide RS 200 zur Eigenspannungsmessung mittels DMS
- Digitales Speicheroszilloskop, 4 Messkanäle, Tektronix TDS 420A
- Digitales Speicheroszilloskop, 4 Messkanäle, LeCroy Waverunner 104 MXi
- Dickenmessgerät, Krautkrämer CL 304
- Frequenzbereichsreflektometer ODiSI-B10 der Firma Polytec: Gerät zur orts- und zeitaufgelösten Temperatur- oder Dehnungsmessung

- Großkammer-REM, Mira XI der Fa. Visitec (in Kooperation mit dem Institut für Spanende Fertigung und dem Lehrstuhl für Werkstofftechnologie, TU Dortmund)
- Härteprüfer, Wolpert Diatestor 2 RC/S
- Infrarot-Messaufnehmer, PYROSKOP 273 C
- Keyence Laser: Berührungslose Distanzmessung
- Laserbasiertes Photon-Doppler-Velocimeter zur Messung hoher Bauteilgeschwindigkeiten
- Laser-Surface-Velocimeter (LSV): Berührungslose Geschwindigkeitsmessung
- Multiwellenlängen-Pyrometer, Williamson pro 100 series
- Nahinfrarot-Pyrometer, Sensortherm Metis M318
- Nahinfrarot-Pyrometer, Sensortherm Metis M316
- Optische 3D-Bewegungsanalyse: GOM PONTOS 4M
- Optische 3D-Digitalisierer: 2x GOM ATOS Triple Scan, GOM TRITOP
- Optische 3D-Verformungsanalyse: 3x GOM ARAMIS (2x 5M + 1x 4M), GOM ARGUS
- Polarisationsfähiges Auflichtmikroskop, Zeiss Axio Imager.M1m
- Pontos 4M, GOM, Dynamische 3D-Analyse, Auflösung 2358 x 1728 Pixel
- StressTech Prism – Eigenspannungsmessung mit der Bohrlochmethode und optischer Verzerrungsmessung durch Laserinterferometrie
- StressTech Xstress 3000 – Röntgendiffraktometer zur Eigenspannungsmessung
- Wärmebildkamera, Infratec VarioCam HD head 680 S, Auflösung 1280 x 960

Sonstiges

- 6-Achsen-Roboter, KUKA-Industrieroboter KR 5 sixx R650
- 6-Achsen-Roboter, KUKA-Industrieroboter KR 90 R3700 prime K
- Ätz- und Polierstation – LectroPol-5, Firma Struers GmbH
- Drehmaschine, Weiler Condor VS2
- Einmessgestell, Boxdorf HP-4-2082
- Hochfrequenz-Generator, 10 kW, Hüttinger Axio 10/450
- Hochleistungs-Metallkreissägemaschine, Häberle AL 380
- Hydraulikaggregate und Druckübersetzer bis 4000 bar (drei Stück)

- Hydrostatisches Glattwalzwerkzeug, Ecoroll, HG13 und HG6
- Industrieroboter KUKA KR 30-3
- Laser-Bearbeitungszentrum, Trumpf LASERCELL TLC 1005
- Mittelfrequenz-Generator, 40 kW, Trumpf TruHeat 3040 und 7040, mit Koax-Trafo
- Planband-Schleifmaschine, Baier PB-1200-100S
- Rollnahtschweißmaschine, Elektro-Schweißtechnik Dresden UN 63 pn
- verschiedene Maschinen zur spanenden Bearbeitung
- Zugprobenschleifmaschine, Schütz + Licht GmbH, PSM 2000
- Zugprobenstanze, 1200 kN, Schütz + Licht GmbH ZS1200 CN

05

Technische Ausstattung

Kooperationen | Cooperations

06

Kooperationen | Cooperations

Auf diesem Wege möchten wir uns für die vielfältige Zusammenarbeit im Jahr 2018 bedanken, ohne die unser gemeinsamer Erfolg nicht möglich wäre.

At this point we would like to express our gratitude to the large number of various cooperation partners in 2018 which have added to our joint success.

Industriebeirat des IUL | IUL Industrial Advisory Board

Das Gremium des Industriebeirates vermittelte auch im Jahr 2018 wichtige Impulse hinsichtlich des industriellen Forschungsbedarfes. An dieser Stelle möchten wir uns für diese wertvolle Zusammenarbeit bedanken.

In 2018, the Industrial Advisory Council provided yet again significant input regarding the need for research from an industrial point of view. We would like to take this opportunity to express our gratitude for this valuable cooperation.

- Gerhard Bürstner, Ing.-Büro Gerhard Bürstner
- Marius Fedler, Kunststoff-Institut für die mittelständische Wirtschaft NRW GmbH
- Dr. Frank O. R. Fischer, Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e. V.
- Dr. Georgios Georgiadis, Volkswagen AG
- Reiner Hank, TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH & Co. KG

- Dr. Jens Heidenreich, PHOENIX FEINBAU GmbH & Co. KG
- Wolfgang Heidrich, GDA – Gesamtverband der Aluminiumindustrie e. V.
- Franz Jurt, Feintool Technologie AG
- Dr. Stefan Keller, Hydro Aluminium Rolled Products GmbH
- Dr. Lutz Keßler, ThyssenKrupp Steel Europe AG
- Dr. Lukas Kwiatkowski, Otto Fuchs KG
- Prof. Gideon Levy, TTA – Technology Turn Around
- Dr. Hans Mulder, Tata Steel Research & Development Product Application Centre
- Franz-Bernd Pauli, Franz Pauli GmbH & Co. KG
- Dr. Hendrik Schafstall, simufact engineering GmbH
- Dr. Joachim Schondelmaier, Schondelmaier GmbH
- Prof. Karl Schweizerhof, DYNAmore GmbH
- Dr. Hosen Sulaiman, Faurecia Autositze GmbH
- Robert Strehle, Zwick GmbH & Co. KG
- Adolf Edler von Graeve, KIST Kompetenz- und Innovationszentrum für die Stanztechnologie Dortmund e. V.
- Sabine Widdermann, Industrieverband Massivumformung e. V.
- Dr. Hans-Joachim Wieland, Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V. (FOSTA)

Universitäre Kooperationen auf nationaler Ebene | University cooperations at national level

- Chair of Micromechanical and Macroscopic Modelling, ICAMS, Ruhr-Universität Bochum
- Cybernetics Lab IMA & IfU, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
- Fachbereich Produktionstechnik, Universität Bremen
- Fachgebiet Maschinenelemente, Technische Universität Dortmund
- Fachgebiet Metallische Werkstoffe, Institut für Werkstoffwissenschaften und -technologien, TU Berlin
- Fachgebiet Werkstoffprüfungstechnik, Technische Universität Dortmund
- Fachhochschule Südwestfalen
- Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahlentechnik IWS, Dresden
- Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU, Technische Universität Chemnitz
- Fraunhofer-Projektgruppe am Dortmunder Oberflächen-Centrum DOC, Dortmund
- Gemeinschaftslabor für Elektronenmikroskopie, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
- IngenieurDidaktik (Professur), Technische Universität Dortmund
- Institut für Angewandte Materialien – Werkstoffkunde, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
- Institut für Bildsame Formgebung, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
- Institut für Eisenhüttenkunde, Lehr- und Forschungsgebiet für Werkstoff- und Bauteilintegrität, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
- Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen, Leibniz Universität Hannover
- Institut für Fertigungstechnik, Technische Universität Dresden
- Institut für Kunststoffverarbeitung, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
- Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik, Technische Universität Dresden
- Institut für Massivbau, Technische Universität Dresden
- Institut für Mechanik der Bauwissenschaften, Universität Duisburg-Essen
- Institut für Mechanik, Technische Universität Dortmund
- Institut für Metallformung, Technische Universität Bergakademie Freiberg
- Institut für Metallurgie, Abteilung Werkstoffumformung, Technische Universität Clausthal-Zellerfeld
- Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen, Technische Universität Darmstadt
- Institut für Spanende Fertigung, Technische Universität Dortmund

- Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen, Leibniz Universität Hannover
- Institut für Umformtechnik, Universität Stuttgart
- Institut für Verbrennung und Gasdynamik – Reaktive Fluide, Universität Duisburg-Essen
- Institut für Werkstoffkunde, Leibniz Universität Hannover
- Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften, Technische Universität München
- Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb, Technische Universität Berlin
- Labor für Fahrwerktechnik, Hochschule Osnabrück
- Laboratorium für Werkstoff- und Fügetechnik, Universität Paderborn
- Lehrstuhl Baumechanik, Technische Universität Dortmund
- Lehrstuhl Fertigungstechnik, Universität Duisburg-Essen
- Lehrstuhl für Fertigungstechnologie, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
- Lehrstuhl für Feststoffverfahrenstechnik, Ruhr-Universität Bochum
- Lehrstuhl für Konstruktion und Fertigung, Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg
- Lehrstuhl für Produktentwicklung und Leichtbau, Technische Universität München
- Lehrstuhl für Umformende und Spanende Fertigungstechnik, Universität Paderborn
- Lehrstuhl für Umformtechnik und Gießereiwesen, Technische Universität München

- Lehrstuhl für Umformtechnik, Universität Siegen
- Lehrstuhl für Werkstofftechnologie, Technische Universität Dortmund
- Lehrstuhl Hybrid Additive Manufacturing, Ruhr-Universität Bochum
- Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft, Ruhr-Universität Bochum
- Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH, Düsseldorf
- Professor für Baumechanik, Universität der Bundeswehr München
- Professur für Theoretische Elektrotechnik und Numerische Feldberechnung, Helmut-Schmidt-Universität, Universität der Bundeswehr Hamburg
- Professur Virtuelle Fertigungstechnik, Technische Universität Chemnitz
- Professur Werkstoffwissenschaft, Technische Universität Chemnitz
- wbk Institut für Produktionstechnik, Karlsruher Institut für Technologie
- Werkzeugmaschinenlabor, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
- Zentrum für Hochschulbildung (zhb), Technische Universität Dortmund

Universitäre Kooperationen auf internationaler Ebene | University cooperations at international level

- Department of Materials Science and Engineering, The Ohio State University, Ohio, USA
- Department of Mechanical Engineering, Gifu University, Yanagido, Japan
- Department of Mechanical Engineering, Instituto Superior Técnico, University of Lisbon, Portugal
- Department of Mechanical Engineering, Section of Manufacturing Engineering, Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark
- Department of Mechanical Science and Engineering, Hiroshima University, Higashi-Hiroshima, Japan
- École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers (ENSAM), ParisTech, Paris, France
- Institut Carnot ARTS, Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis, Valenciennes, France
- Institute for Manufacturing, Department of Engineering, University of Cambridge, Great Britain
- KAIST – Korea Advanced Institute of Science and Technology, Daejeon, Republic of Korea
- KIMS – Korea Institute of Materials Science, Gyeongnam, Republic of Korea
- Laboratory of Microstructure Studies and Mechanics of Materials, Arts et Métiers ParisTech (Metz campus), France
- Mechanical Engineering College of Tongji University, Jiading Campus, Shanghai, P. R. China
- Nagoya University, Nagoya, Japan
- School of Mechatronics Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin, Heilongjiang, P. R. China
- Türkisch-Deutsche Universität, Istanbul, Turkey

Nationale und internationale Kooperationen im industriellen Umfeld | Industrial cooperations at national and international level

- Airbus Helicopters
- Alfred Konrad Veith GmbH & Co. KG
- alutec metal innovations GmbH & Co. KG
- Apparatebau M. Becker
- ASCAMM Technology Centre
- ASERM – Asociación Española de Rapid Manufacturing
- AUDI AG
- Auerhammer Metallwerk GmbH
- AutoForm Engineering GmbH
- Benteler International AG
- Bilstein GmbH & Co. KG
- BMW AG
- BÖHLER-UDDEHOLM Deutschland GmbH
- borit Leichtbau-Technik GmbH
- CARL BECHEM GMBH
- Centroplast Engineering Plastics GmbH
- C-TEC Constellium Technology Center
- Daimler AG
- Danieli Germany GmbH
- data M Sheet Metal Solutions GmbH
- Deutsche Edelstahlwerke GmbH
- DYNAmore GmbH
- ElringKlingler AG
- ESI GmbH
- F. W. Bröckelmann Aluminiumwerk GmbH & Co. KG
- Faurecia Group
- Franz Pauli GmbH & Co. KG
- Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG
- FRIMO Group GmbH Composites & Tooling Technologies
- Gerhardi AluTechnik GmbH
- Goekeler Messtechnik GmbH
- Grundfos GmbH
- GSU Schulungsgesellschaft für Stanz- und Umformtechnik mbH
- HELLA GmbH & Co. KGaA
- Hirschvogel Umformtechnik GmbH
- HMT Höfer Metall Technik GmbH & Co. KG
- HUECK Extrusion GmbH & Co. KG
- Hydro Aluminium Deutschland GmbH
- inpro Innovationsgesellschaft für fortgeschrittene Produktionssysteme in der Fahrzeugindustrie mbH
- JFE Steel Corporation
- Johnson Controls Hilchenbach GmbH
- Kirchhoff Automotive GmbH
- Kistler Instrumente AG

- KODA Stanz- und Biegetechnik GmbH
- KraussMaffei Group GmbH
- Kunststoff-Institut Lüdenscheid
- LEIBER Group GmbH & Co. KG
- MATFEM
- MK Metallfolien GmbH
- Mubea Unternehmensgruppe
- Otto Fuchs KG
- Outokumpu Nirosta GmbH
- Poynting GmbH
- Premium AEROTEC GmbH
- Rehau AG + Co
- S+C Extrusion Tooling Solutions GmbH
- Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH
- Salzgitter Mannesmann Precision GmbH
- Schnupp GmbH & Co. Hydraulik KG
- Schondelmaier GmbH Presswerk
- Schuler AG
- Schwarze-Robitec GmbH
- simufact engineering gmbh
- SIMUFORM Search Solutions GmbH
- SMS Meer GmbH
- SSAB Svenskt Stål AB
- STURM GmbH
- Tata Steel

- TECOS – Slovenian Tool and Die Development Centre
- thyssenkrupp Steel Europe AG
- TM Lasertechnik GmbH
- TRACTO-TECHNIK GmbH & Co. KG Spezialmaschinen
- transfluid Maschinenbau GmbH
- TRUMPF Hüttinger GmbH + Co. KG
- TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH + Co. KG
- VDM Metals International GmbH
- Viessmann Werke GmbH & Co. KG
- voestalpine AG
- VOLKSWAGEN AG
- Vorrichtungsbau Giggel GmbH
- Vosloh AG
- wefa GmbH
- Welser Profile GmbH
- Westfalia Presstechnik GmbH & Co. KG
- Wilke Werkzeugbau GmbH & Co. KG
- WILO SE
- Zentrum für BrennstoffzellenTechnik GmbH

In addition several companies with disclosure agreements

Verbände | Associations

- acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e. V.
- AGU – Arbeitsgemeinschaft Umformtechnik
- AiF Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V.
- Aluminium-Leichtbaunetzwerk
- ASM International
- CAE – Chinese Academy of Engineering
- CIRP – The International Academy for Production Engineering
- DAAD – Deutscher Akademischer Austauschdienst e. V.
- DFG – Deutsche Forschungsgemeinschaft
- DGM – Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e. V.
- EFB – Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e. V.
- FOSTA – Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V.
- GCFG – German Cold Forging Group e. V.
- GDA – Gesamtverband der Aluminiumindustrie e. V.
- I²FG – International Impulse Forming Group e. V.
- IBU – Industrieverband Blechumformung e. V.
- ICFG – International Cold Forging Group
- IDDRG – International Deep Drawing Research Group
- IMU – Industrieverband Massivumformung e. V.
- ITA – International Tube Association

Stiftungen | Foundations

- KARL-KOLLE-Stiftung
- VolkswagenStiftung
- Werner Richard – Dr. Carl Dörken Stiftung
- Wilo-Foundation

Abgeschlossene Arbeiten | Completed Theses

07

Abgeschlossene Masterarbeiten¹ | Completed Master of Science Theses²

Baqerzadeh Chehreh, Abootorab

Tekkaya, A. E.; Staupendahl, D.

Untersuchung der Querschnittsumformung von dünnwandigen Rohren mittels eines mehrstufigen Walzprofilierprozesses

Investigation of reshaping the cross-section of thin-walled steel tubes by a multistage roll forming process

Beu, Marcel-André

Tekkaya, A. E.; Lueg-Althoff, J.; Güzel, A. (Airbus Helicopters); Rohr, T. (Airbus Helicopters)

Experimentelle und numerische Studie des elektromagnetischen Fügens von Aluminiumrohren für Luftfahrtanwendungen

Experimental and numerical study of joining by electromagnetic forming of aluminum tubes for aeronautical applications

Cwiekala, Nils

Tekkaya, A. E.; Clausmeyer, T.

Analytische Beschreibung des ebenen Torsionsversuchs für finite Deformationen und anisotropes Werkstoffverhalten

Analytical description of the in-plane torsion test for finite deformations and anisotropic material behavior

Detzel, Andreas

Tekkaya, A. E.; Wernicke, S.

Untersuchung elektro-plastischer Effekte bei der Herstellung von Funktionselementen durch inkrementelle Blechmassivumformung

Investigation on electro-plastic effects during manufacturing of functional components by incremental sheet-bulk metal forming

Dixith, Akshatha Chandrashekar

Tekkaya, A. E.; Traphöner, H. (thyssenkrupp AG)

Vorhersage von Kantenrissen bei hochfesten Stählen für eine A-Säulenverstärkung mit der Finite-Elemente-Methode
Prediction of edge cracks for high strength steels for an A-pillar reinforcement using the Finite Element Method

D'Souza, Loreen Jovita

Tekkaya, A. E.; Dardaeei, H.

Experimentelle und numerische Untersuchung des Einflusses der Reibung auf die nichtlineare Dickenverteilung bei der Innenhochdruck-Umformung von Rohren

Experimental and numerical investigation of the effect of friction on the non-linear thickness distribution in tube hydroforming

1 Originaltitel ist fett gedruckt.

2 Original title written in bold.

Gala, Vijal Premchand

Tekkaya, A. E.; Chen, H.

Untersuchung der Biegeumformung von U-Profilen mit kleinem Biegeradius

Investigation of small-radius bending process for U-profile

Hoffmann, Eike

Tekkaya, A. E.; Kamaliev, M.

Einfluss des axialen Nachschubs auf die Prozessgrenzen beim IH-Presshärten mit granularen Medien

Influence of axial feeding on the process limits in granular media based tube press hardening

Ganesh, Vishnu

Tekkaya, A. E.; Dahnke, C.

Einfluss von formgedächtnislegierungsinduzierten Spannungen auf die mechanischen Eigenschaften eines NiTi-/Al-Verbundes, hergestellt durch Verbundstrangpressen

Influence of shape memory alloy induced stress on the mechanical properties of NiTi/Al composites manufactured by composite extrusion

Izadyar, Seyed Ahmad

Tekkaya, A. E.; Dardaei, H.

Charakterisierung der stranggepressten Magnesiumbleche

Characterization of extruded magnesium-sheets

Janecek, Christian

Tekkaya, A. E.; Hering, O.

Untersuchung des Grenzseitenverhältnisses beim Napf-Rückwärts-Fließpressen von prismatischen Aluminiumblechern

Investigation of the aspect ratio limit in backward extrusion of rectangular aluminium cups

Goyal, Siddhant Prakash

Tekkaya, A. E.; Hahn, M.

Analyse der erreichbaren Energieeinbringung und -verteilung in vaporisierenden Folienaktuatoren

Analysis of achievable energy deposition and its spatial distribution in vaporizing foil actuators

Kencham Padmanabharao, Madhu Sudhan Rao

Tekkaya, A. E.; Nazari, E.

Entwicklung eines FEM-Modells für das Rundkneten von Hohlwellen

Development of FEM-Model for rotary swaging of hollow shafts

Grote, Jannik

Tekkaya, A. E.; Staupendahl, D.

Analyse des Einflusses der Rohrherstellungsstrategie auf nachfolgende Innenhochdruckoperationen bei Komponenten in der Automobilindustrie

Analysis of the impact of tube manufacturing strategies on subsequent hydroforming operations for automotive components

Kimmich, Lukas

Tekkaya, A. E.; Lueg-Althoff, J.; Peterschilka, F.-J. (Integral Accumulator)

Konzept einer zerstörungsfreien Prüfung von magnetpuls-geschweißten Verbindungen in der Druckspeicher-Serienfertigung

Concept of a non-destructive testing procedure for magnetic pulse welded joints in the series production of accumulators

Krishna Potluri, Venkata Vamshi

Tekkaya, A. E.; Ortelt, T. R.

Untersuchung zum Preshärten von hochfesten Aluminiumlegierungen

Investigation of hot stamping of high strength aluminium alloys

Martschin, Juri

Tekkaya, A. E.; Löbbe, C.

Drucküberlagerung beim Profilbiegen: Verfahrensentwicklung und Prozessanalyse

Compressive stress superposition in profile bending: Process development and analysis

Niehues, Florian

Tekkaya, A. E.; Löbbe, C.

Entwicklung des FlexBend-Verfahrens zum Biegen von dünnwandigen und offenen Profilen

Development of the FlexBend-technology for bending thin-walled and open profiles

Nitze, Tobias

Tekkaya, A. E.; Staupendahl, D.

Systematische Analyse und Ableitung von Maßnahmen zur Steigerung der Anlagenverfügbarkeit von Drahtwalzwerken

Systematic analysis and derivation of measures for the increase of plant availability of wire mills

Okolo, Chukwuemeka Daniel

Tekkaya, A. E.; Staupendahl, D.

Untersuchung der durch den Schneidprozess in der Schnittkante induzierten Dehnungen und deren Einfluss auf nachfolgende Lochaufweitoperationen

Investigations of the strains induced in the cut edge of AHSS by shearing and its influence on subsequent hole expansion operations

Ortelt, Dominik Markus

Tekkaya, A. E.; Gies, S.; Sieczkarek, P.

Entwicklung einer kraftbasierten Prozessregelung für die inkrementelle Mikroumförmung metallischer Bipolarplatten

Development of a force-based process control for the incremental micro-forming of metallic bipolar plates

Schenk, Alexander

Tekkaya, A. E.; Ortelt, T. R.

Entwicklung einer Werkzeugeinheit für die inkrementelle Profilmformung mit oszillierender Werkzeugbewegung

Development of a tool unit with oscillating tool movement for the incremental profile forming process

Sharma, Sumeet Ranjan

Tekkaya, A. E.; Nazari, E.

Numerische und experimentelle Analyse des dreidimensionalen Rohrbiegens anhand des inkrementellen Rohrformens

Numerical and experimental analysis of three-dimensional tube bending by incremental tube forming process

Sun, Chenfeng

Tekkaya, A. E.; Mennecart, T.

Untersuchung des Drapierverhaltens von Geweben unter Normaldruck

Analysis of the drape-behaviour of woven fabrics under normal pressure

Tebaay, Lennart Manfred

Tekkaya, A. E.; Sieczkarek, P.

Entwicklung und Erprobung von Umformsticheln für die inkrementelle Mikro-Blechumformung

Development and testing of different forming tools for the incremental micro-forming process

Thiery, Sebastian

Tekkaya, A. E.; Lötbe, C.

Einstellung von Produkteigenschaften bei der temperaturunterstützten mehrstufigen Blechumformung mittels Mehrgrößenregelung

Multi-variable control of product properties in heat-assisted sheet metal forming based on progressive tools

Wei, Hailong

Tekkaya, A. E.; Mennecart, T.

Untersuchungen zum Einfluss eines Glasfasergewebes auf die Umformbarkeit von Sandwichblechen unter hohen Kontaktldrücken

Analysis of the influence of glass fibers on the formability of sandwich sheets under high contact pressures

Wu, Jiang

Tekkaya, A. E.; Selvaggio, A.

Entwicklung eines Modellversuches zur Materialcharakterisierung

Development of a model test for material characterization

Abgeschlossene Bachelorarbeiten | Completed Bachelor of Science Theses

Ambrosy, Niklas

Tekkaya, A. E.; Ortelt, T. R.

Validierung von OPC UA TSN als neuer Kommunikationsstandard für die Produktion am Beispiel der AUDI AG

Validation of OPC UA TSN as a new communication standard for manufacturing using the example of AUDI AG

Denter, Kevin

Tekkaya, A. E.; Hering, O.

Untersuchung von Methoden zur Bewertung der Schädigung in fließgepressten und gebogenen Bauteilen

Investigation of methods for the evaluation of damage in cold forged and bent parts

Bandura, Philip

Tekkaya, A. E.; Komodromos, A.

Numerische und experimentelle Analyse des Drahtbiegens mit überlagerter Zugkraft auf Basis des Linearwickelns unrunder Spulenkörper

Numerical and experimental analysis of wire bending with a superposed tensile force on the basis of linear winding of non-circular coil bobbins

Bergen, Christian

Tekkaya, A. E.; Rosenthal, S.

Numerische Analyse von Sandwichblechen im 3-Punkt-Biegeversuch

Numerical investigations of sandwich sheets in three point bending

Christiansen-Lenger, Sean Paul

Tekkaya, A. E.; Lötbe, C.

Einfluss der Wärmekontraktion auf die Rückfederung beim temperaturunterstützten Gesenkbiegen

Impact of heat expansion on springback in the bending process at elevated temperatures

Efendioglu, Emin

Tekkaya, A. E.; Napierala, O.

Experimentelle Untersuchung des Tiefzieh-Verbundfließpressens mit Späneknern

Experimental investigations of combined deep drawing and cold forging with chip core

Elschhof, David

Tekkaya, A. E.; Meya, R.

Entwicklung und Erprobung einer Einrichtung zur Rückfederungsmessung bei verschiedenen Blechbiegeverfahren

Development and testing of a springback measurement tool for different bending processes

Germer, Fabian

Tekkaya, A. E.; Maaß, F.

Vergleichende Analyse von Röntgen diffraktometrie und Bohrlochmethode zur Eigenspannungsmessung an inkrementell hergestellten Blechbauteilen

XRD and hole drilling method for the residual stress analysis of parts processed by SPIF

Izydorczyk, Martin

Tekkaya, A. E.; Napierala, O.

Prozessaustlegung des Tiefzieh-Verbundfließpressens mit gelochten Ronden

Process design of combined deep drawing and cold forging with pierced blanks

Meyering, Kevin

Tekkaya, A. E.; Traphöner, H.

Analyse des Einflusses der Querkontraktion durch die innere Einspannung beim ebenen Torsionsversuch

Analysis of the influence of the transverse contraction by the inner clamping in the in-plane torsion test

Kortum, Nico

Tekkaya, A. E.; Wernicke, S.

Herstellung hybrider Funktionsbauteile mittels inkrementeller Blechmassivumformung

Manufacturing of hybrid functional components by incremental sheet-bulk metal forming

Panusch, Frederic

Tekkaya, A. E.; Staupendahl, D.

Untersuchung des lokalen und globalen Umformverhaltens von rostfreien Stählen und Mehrphasenstählen mit normalem und verbesserten Umformeigenschaften

Investigation of the local and global forming behavior of stainless steels and multi-phase steels with normal and improved forming characteristics

Kramer, Thilo

Tekkaya, A. E.; Ortelt, T. R.

Umformtechnische Einflussfaktoren auf die automatisierte Fertigung walzprofiliertes Profile bei kleinen Stückzahlen

Influence of forming technology related parameters on the automated small batch-size production of roll-formed profiles

Patrick, Johnsan

Tekkaya, A. E.; Komodromos, A.; Gremmel, D. (Robert Bosch GmbH Hildesheim)

Experimentelle Untersuchung des Rückfederungsverhaltens von Profildrähten für Stator-Wickelelemente dreidimensionaler Geometrie

Experimental analysis of the springback behavior of profile wires for three-dimensional stator-winding elements

Kubasinski, Steffen

Tekkaya, A. E.; Komodromos, A., Sell-Le Blanc, F. (Aumann GmbH Espelkamp)

Experimentelle Analyse des Linearwickelprozesses unter Variation unterschiedlicher Prozessparameter auf Basis der Drahtführung

Experimental analysis of the linear winding process with variation of different process parameters on the basis of the wire guide

Reicherz, Marek

Tekkaya, A. E.; Löbbe, C.

Entwicklung der temperaturabhängigen Fließspannung verschiedener Metalle unter quasistatischer Last

Evolution of the temperature-dependent flow stress of various metals under quasi-static loads

Schwenken, Jörn

Tekkaya, A. E.; Rosenthal, S.

Erprobung des Widerstandsschweißen zum Fügen additiv gefertigter Sandwichblechverbunde

Resistance spot welding for joining additively manufactured sandwich sheets

Stennei, Markus

Tekkaya, A. E.; Löbbbe, C.

Experimentelle Untersuchung und Modellierung der temperatur- und dehnunabhängigen Fließspannung verschiedener Metalle

Experimental analysis and modeling of the temperature- and strain rate-dependent flow stress of various metals

Urbanczyk, Julia

Tekkaya, A. E.; Rosenthal, S.

Untersuchung des Zusammenhangs zwischen den topographischen Merkmalen dressierter Oberflächen von rostfreiem, austenitischem Stahl und dessen Glanzgrad

Examination of a correlation between the surface topography of cold rolled austenitic steel and its glossy surface finish

Wolf, Tobias

Tekkaya, A. E.; Ortel, T. R.

Untersuchung rollenbasierter Werkzeugsysteme für die inkrementelle Profilumformung

Investigation on cylindrical tools for the incremental profile forming process

Abgeschlossene Projektarbeiten | Completed Project Theses

Alves da Silva Neto, Acendino

Tekkaya, A. E.; Dardaei, H.

Bestimmung des Reibwerts von austenitischem und ferritischem Edelstahl durch Innendruck für die Innenhochdruckumformung von Rohren
Determination of the friction coefficient of austenitic and ferritic stainless steels with internal pressure in tube hydroforming process

Bandura, Philip

Tekkaya, A. E.; Napierala, O.

Verbundcharakterisierung des Tiefzieh-Verbundfließpressens
Bonding characterization of components manufactured by combined deep drawing and cold forging

Baumgartner, Leon

Tekkaya, A. E.; Mennecart, T.

Infiltration eines Glasfasergewebes unter Normaldruck
Infiltration of woven glass fibers under normal load

Bittencourt Lima, Victor

Tekkaya, A. E.; Dardaei, H.

Bestimmung des Grenzformänderungsdiagramms bei erhöhter Temperatur einer ME20-Magnesiumlegierung mit dem Argus-System
Determination of the forming limit curve at elevated temperature of the ME20 magnesium alloy with Argus system

Caliskan, Enver

Tekkaya, A. E.; Mennecart, T.

Einfluss von Fasern auf das Umformvermögen von Metallen unter Nutzung des Nakazima-Tests
The influence of fabrics on the formability of metals by using Nakazima test setup

Chandra Kumar, Aakash

Tekkaya, A. E.; Maaß, F.

Mehrstufige Umformstrategien für das „Single-Point-Incremental-Forming“ thermoplastischer Werkstoffe
Multi-stage forming strategy for single point incremental forming of thermoplastics

Cwiekata, Nils

Tekkaya, A. E.; Traphöner, H.

Einfluss selektiver Zuordnung von Materialparametern auf die numerische Rückfederungsvorhersage
Influence of selective assignment of material parameters on the numerical springback prediction

Dayasagar, Jaswanth

Tekkaya, A. E.; Kolpak, F.

Untersuchung der Späneverschweißung in strangegepressten Aluminiumprofilen
Investigation of chip fusion in hot extruded aluminum profiles

Dixith, Akshata Chandrashekar; Patange, Sarang Chandrashekar

Tekkaya, A. E.; Nazari, E.

Analyse der mechanischen Eigenschaften von Rohrbauteilen, hergestellt durch das inkrementelle Rohrumformen
Evaluation of mechanical properties of bent tubes manufactured by incremental tube forming

Dogan, Ömer Can

Tekkaya, A. E.; Traphöner, H.

Entwicklung und Erprobung eines Werkzeugkonzeptes für die ebene Warmtorsion von Magnesiumblechen

Development and testing of a tool concept for the warm in-plane torsion test of magnesium sheets

Engels, Luca

Tekkaya, A. E.; Napierala, O.

Experimentelle Untersuchung des Tiefzieh-Verbundfließpressens

Experimental investigations of combined deep drawing and cold forging

Gala, Vijal Premchand

Tekkaya, A. E.; Chen, H.

Untersuchung der Umformbarkeit von ferritischen Edelstahl-Rohren bei erhöhten Temperaturen

Determination of formability for ferritic stainless steel at elevated temperature

Goyal, Siddhant Prakash

Tekkaya, A. E.; Grodotzki, J.

Entwicklung eines analytischen Modells zur Kraftberechnung bei der inkrementellen Zahnradfertigung
Determination of an analytical model for force prediction in incremental gear forming processes

Hasan, Kardo

Tekkaya, A. E.; Mennecart, T.

Untersuchungen zum Formänderungsvermögen mehrlagiger Verbunde

Analysis of the formability of multi-layered sheets

Hensel, Raphael; Heringhaus, Mark; Markworth, Cedric

Tekkaya, A. E.; Komodromos, A.

Experimentelle Untersuchung umformtechnischer Effekte im Linearpulvenwickelprozess

Experimental analysis of forming-based effects in the linear winding process

Hoffmann, Eike

Tekkaya, A. E.; Löbbe, C.; Meya, R.

Erarbeitung eines Steuerungskonzeptes für ein Prüfwerkzeug zur Bestimmung der Reibungsverhältnisse bei der Innenhochdruckumformung mit granularen Medien

Influence of axial feeding on the process limits in granular media-based tube press hardening

- Jahn, Robert; Wiese, Tobias**
Tekkaya, A. E.; Gies, S.
Fertigung und Erprobung einer Werkzeugspule für die elektromagnetische Umformung
Manufacturing and testing of a working coil for electromagnetic forming operations
- Karagöz, Tuba**
Tekkaya, A. E.; Grodotzki, J.
Numerische Untersuchung des Rastagaev Druckversuchs mithilfe klassischer Langranger-, gekoppelter Euler-Langranger-Analyse (CEL) und „Smooth Particle Hydrodynamics“ (SPH)
Computation of Rastagaev compression test by classical Lagrangian, coupled Eulerian-Lagrangian Analysis (CEL), and Smooth Particle Hydrodynamics (SPH)
- Kencham Padmanabharao, Madhu Sudhan Rao**
Tekkaya, A. E.; Nazari, E.
Numerische und experimentelle Analyse von Bauteilfehlern beim inkrementellen Rohrumformen
Numerical and experimental analysis of failure modes in incremental tube forming
- Keskin, Ezgi Yagmur**
Tekkaya, A. E.; Mennecart, T.
Untersuchung des Faltenwurfs beim Tiefziehen von Faser-Metal-Laminaten
Wrinkling behavior of deep-drawn fiber metal laminates
- Kuhlmann, Christoph**
Tekkaya, A. E.; Kolpak, F.
Charakterisierung des Bauschinger Effektes für Werkstoffe der Kaltmassivumformung
Characterization of the Bauschinger effect for cold forging materials
- Lennemann, Philipp**
Tekkaya, A. E.; Rosenthal, S.
Ermittlung von spannungszustandsabhängigen Fließkurven und Einfluss verschiedener Oberflächengüten auf die mechanischen Eigenschaften von Hastelloy X
Stress-state dependent flow curves and influence of surface roughness on the mechanical properties of Hastelloy X
- Lissek, Christopher; Rickert, Niklas**
Tekkaya, A. E.; Gebhard, J.
Konstruktive Erweiterung und Erprobung einer stempelfreien Biegevorrichtung
Extension and testing of a punch-free bending device
- Lowo, Olabode; Okolo, Chukwuemeka Daniel**
Tekkaya, A. E.; Nazari, E.
Untersuchung der Befeuchtung von Vulkan-Fasern auf die Anisotropie und die Umformbarkeit
Investigation of the effect of moisturization on the anisotropy and formability of vulcanized fiber

Martschin, Juri

Tekkaya, A. E.; Lööbe, C.

Einstellung der Festigkeit durch lokales elektrisches

Erwärmen beim Profilbiegen

Setting the flow stress through the local electrical heating in a profile bending process

Patrick, Johnsan; Tran, Nam Markus

Tekkaya, A. E.; Dardaiei, H.

Entwicklung und Erprobung eines Werkzeugkonzeptes für die ebene Warmtorsion von Magnesiumblechen

Development and testing of a tool concept for the warm in-plane torsion test of magnesium sheets

Meghana Arun, Joshi

Tekkaya, A. E.; Nazari, E.

Numerische und experimentelle Analyse von Bauteilfehlern beim inkrementellen Rohrumformen

Numerical and experimental analysis of failure modes in incremental tube forming

Pylaeva, Aleksandra

Tekkaya, A. E.; Selvaggio A.; Ortelt T. R.

Implementierung des vollautomatisierten Druckversuchs in das IUL-Remote-Labor

Implementation of the fully automated compression test in the IUL remote laboratory

Mirzaei, Yasamin

Tekkaya, A. E.; Chen, H.

Numerische Untersuchung des Stopf-Prozesses für ovale Katalysator-Konverter

Numerical simulation of stuffing process for oval shape catalytic converter

Reihani Masouleh, Alborz

Tekkaya, A. E.; Mennecart, T.

Formänderungsanalyse mehrlagiger Bleche mit Variation der Zwischenschicht bei AA5182

Forming analysis of multi-layered AA5182 sheets with variation of the inner layer

Omer, Mohammed

Tekkaya, A. E.; Maaß, F.

Mehrstufige Umformstrategien für das „Single-Point-Incremental-Forming“ thermoplastischer Werkstoffe

Multi-stage forming strategy for single point incremental forming of thermoplastics

Rozo Vasquez, Julian

Tekkaya, A. E.; Dardaiei, H.

Untersuchung des Einflusses von unterschiedlichen Prozessparametern auf den Reibwert der ME21-Magnesiumlegierung bei erhöhten Temperaturen

Investigation of the effect of different process parameters on friction coefficient of ME21 magnesium alloy at elevated temperatures

Sarafraz, Yashar

Tekkaya, A. E.; Dardaeei, H.

Materialcharakterisierung der stranggepressten Magnesiumlegierung ME20 bei Raumtemperatur

Material characterization of the extruded magnesium alloy ME20 at room temperature

Wei, Hailong

Tekkaya, A. E.; Mennecart, T.

Umformverhalten eines Verbundbleches bei Nutzung eines ungetränkten Glasgewebes

Formability of fiber-metal laminates using non-infiltrated woven glass fibers

Sepehri, Pedram

Tekkaya, A. E.; Gallus, S.

FEM-Simulation der temperaturunterstützten inkrementellen Rohrformung

FEM simulation of heat assisted incremental tube forming process

Winkelmann, Jonas

Tekkaya, A. E.; Kamaliev, M.

Konstruktion und Erprobung einer modularen Spannvorrichtung für Verfahren der Eigenspannungsmessung

Construction and testing of a modular clamping tool for residual stress measurement

Spee, Julian

Tekkaya, A. E.; Mennecart, T.

Simulative Untersuchung des Formschlusses zwischen Aluminiumblechen und ausgewählten Glasfasergeweben

Numerical analysis of the form-fit between aluminum blanks and woven glass fibers

Yang, Wei

Tekkaya, A. E.; Chen, H.

Wärmeübergangskoeffizient zwischen granularem Material und 22MnB5-Stahl unter Druck

Heat transfer coefficient between granular media and 22MnB5 steel under pressure

Wapande, Sadam Hamis

Tekkaya, A. E.; Mennecart, T.

Einfluss von Fasern auf Umformvermögen von Metallen unter Nutzung des Nakazima-Tests

The influence of fabrics on the formability of metals by using Nakazima test setup

Zia, Danish

Tekkaya, A. E.; Gallus, S.

Inkrementelle Rohrformung hochfester Rohre mit unterstützter Induktionserwärmung

Incremental tube forming of high strength tubes with the help of induction heating

Ausgewählte Veröffentlichungen und Vorträge |
Selected Publications and Lectures

08

Zeitschriftenbeiträge | For Journals (Peer Reviewed)

- Allwood, J., Tekkaya, A. E., 2018. The Journal of Materials Processing Technology 2007–17. Journal of Materials Processing Technology 251, pp. 387–388, DOI: 10.1016/j.jmatprotec.2017.09.009.
- Bellmann, J., Lueg-Althoff, J., Schulze, S., Gies, S., Beyer, E., Tekkaya, A. E., 2018. Parameter Identification for Magnetic Pulse Welding Applications. Key Engineering Materials 767, pp. 431–438.
- Grzanic, G., Ben Khalifa, N., Löbke, C., Tekkaya, A. E., 2018. Analytical prediction of wall thickness reduction and forming forces during the radial indentation process in Incremental Profile Forming. Journal of Materials Processing Technology. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2018.12.003>
- Groche, P., Ubelacker, D., Stein, P., Steinbach, F., Tekkaya, A. E., 2018. Experimental and Analytical Investigation of the Force Requirements in Shear Cutting of Metal-Polymer-Metal Composites. International Journal of Material Forming 2 (11), pp. 213–224.
- Hahn, M., Ben Khalifa, N., Shabaninejad, A., 2018. Prediction of Process Forces in Fiber Metal Laminate Stamping. Journal of Manufacturing Science and Engineering 140, DOI: 10.1115/1.4038369.
- Hahn, M., Gies, S., Tekkaya, A. E., 2018. Light enough or go lighter? Materials & Design 163C, DOI: 10.1016/j.matdes.2018.107545
- Heibel, S., Dettinger, T., Nester, W., Clausmeyer, T., Tekkaya, A. E., 2018. Damage Mechanisms and Mechanical Properties of High-Strength Multiphase Steels. Materials 5 (11), DOI: 10.3390/ma11050761.
- Hopmann, C., Schild, J., Wurzbacher, S., Tekkaya, A. E., Hess, S., 2017. Combination Technology of Deep Drawing and Back-moulding for plastic/metal hybrid Components. Journal of Polymer Engineering 6 (38), pp. 583–589, DOI: 10.1515/poly-eng-2017-0354.
- Isik, K., Yoshida, Y., Chen, L., Clausmeyer, T., Tekkaya, A. E., 2018. Modelling of the Blanking Process of High-Carbon Steel Using Lemaitre Damage Model. Comptes Rendus Mécanique 8 (346), pp. 770–778.

- Löbbe, C., Tekkaya, A. E., 2018.** Mechanisms for Controlling Springback and Strength in Heat-Assisted Sheet Forming. *CIRP Annals – Manufacturing Technology* 67, pp. 273-276.
- Lueg-Althoff, J., Bellmann, J., Gies, S., Schulze, S., Tekkaya, A. E., Beyer, E., 2018.** Influence of the Flyer Kinetics on Magnetic Pulse Welding of Tubes. *Journal of Materials Processing Technology* 262, pp. 189-203.
- Müller, M., Gies, S., Tekkaya, A. E., 2018.** Joining by Die-Less Hydroforming of Profiles with Oval Cross Section. *Key Engineering Materials* 767, pp. 405-412.
- Nazari, E., Staupendahl, D., Löbbe, C., Tekkaya, A. E., 2018.** Bending Moment in Incremental Tube Forming. *International Journal of Material Forming*, DOI: 10.1007/s12289-018-1411-x.
- Ossenkemper, S., Dahnke, C., Tekkaya, A. E., 2018.** Analytical and Experimental Bond Strength Investigation of Cold Forged Composite Shafts. *Journal of Materials Processing Technology* 264, pp. 190-199.
- Staupendahl, D., Tekkaya, A. E., 2018.** Mechanics of the Reciprocal Effects of Bending and Torsion During 3D Bending of Profiles. *Journal of Materials Processing Technology* 262, pp. 650-659.
- Traphöner, H., Clausmeyer, T., Tekkaya, A. E., 2018.** Material Characterization for Plane and Curved Sheets Using the In-Plane Torsion Test – An Overview. *Journal of Materials Processing Technology* 257, pp. 278-287.
- Traphöner, H., Heibel, S., Clausmeyer, T., Tekkaya, A. E., 2018.** Influence of Manufacturing Processes on Material Characterization with the Grooved In-Plane Torsion Test. *International Journal of Mechanical Sciences* 146, pp. 544-555.
- Yang, D. Y., Bambach, M., Cao, J., Dufflou, J. R., Groche, P., Kuboki, T., Sterzing, A., Tekkaya, A. E., Lee, C. W., 2018.** Flexibility in Metal Forming. *CIRP Annals – Manufacturing Technology* 2 (67), pp. 743-765.

Beiträge in Konferenzbänden & weiteren Zeitschriften | Publications in Proceedings and further Journals

- Bellmann, J., Lueg-Althoff, J., Schulze, S., Gies, S., Beyer, E., Tekkaya, A. E., 2018.** Effects of Reactive Interlayers in Magnetic Pulse Welding. In: Proceedings of the 8th International Conference on High Speed Forming, Columbus, USA, (Digital).
- Chen, H., Löbbe, C., Staupendahl, D., Tekkaya, A. E., 2018.** Development of a Procedure for Forming Assisted Thermal Joining of Tubes. In: Proceedings of the 21st International ESAFORM Conference on Material Forming, Palermo, Italy, DOI: 10.1063/1.5034879.
- Dahnke, C., Tekkaya, A. E., 2018.** Influence of the Manufacturing Process on Hot Extruded Shape Memory Alloy Metal Matrix Composites. In: Proceedings of the ASME 2018 Conference on Smart Materials, Adaptive Structures and Intelligent Systems SMASIS2018, San Antonio, USA, DOI: 10.1115/SMASIS2018-7934.
- Gerstein, G., Briukhanov, A., Gutknecht, F., Volchok, N., Clausmeyer, T., Nürnberg, F., Tekkaya, A. E., Maier, H. J., 2018.** Evaluation of Micro-Damage by Acoustic Methods. In: Procedia Manufacturing 15 (17th International Conference on Metal Forming), Toyohashi, Japan, pp. 527-534.
- Gies, S., Tekkaya, A. E., 2018.** Design of Hybrid Conductors for Electromagnetic Forming Coils. In: Proceedings of the 8th International Conference on High Speed Forming, Columbus, USA, (Digital).
- Grodzki, J., Ortelt, T. R., Tekkaya, A. E., 2018.** Remote and Virtual Labs for Engineering Education 4.0 – Achievements of the ELLI project at the TU Dortmund University. In: Procedia Manufacturing (46th SME North American Manufacturing Research Conference), Texas, USA, pp. 1349-1360.
- Gutknecht, F., Gerstein, G., Traphöner, H., Clausmeyer, T., Nürnberg, F., 2018.** Experimental Setup to Characterize Flow-Induced Anisotropy of Sheet Metals. In: Proceedings of the 37th International Deep-Drawing Research Group Conference, Waterloo, Canada, DOI: 10.1088/1757-899X/418/1/012085.
- Hahn, M., Hansen, S. R., Gies, S., Vivek, A., Daehn, G. S., Tekkaya, A. E., 2018.** Prediction of Achievable Energy Deposition for Vaporizing Foil Actuators. In: Proceedings of the 8th International Conference on High Speed Forming, Columbus, USA, (Digital).

- Hering, O., Dahnke, C., Ben Khalifa, N., Tekkaya, A. E., 2018. Analysing Damage Evolution in Cold Forging by Means of Triaxiality and Lode Parameter. In: Proceedings of the 8th JSTP International Seminar on Precision Forging, Nagoya, Japan, pp. 121-124.
- Hering, O., Dahnke, C., Tekkaya, A. E., 2018. Influence of Damage on the Properties of Cold Forged Parts. In: Proceedings of 51st ICFG Plenary Meeting, Columbus, USA, pp. 137-144.
- Hoffmann, J., Komodromos, A., Fleischer, J., Tekkaya, A. E., 2018. Optimization of the Linear Coil Winding Process by Combining New Actuator Principles on the Basis of Wire Forming Analysis. In: Electric Drives Production Conference, Schweinfurt, Germany, pp. 11-16.
- Joghian, H. D., Staupendahl, D., ul Hassan, H., Henke, A., Keesser, T., Legat, F., Tekkaya, A. E., 2018. Investigation of the Effects of Process and Geometrical Parameters on Formability in Tube Hydroforming Using a Modular Hydroforming Tool. In: Proceedings of the 21st International ESAFORM Conference on Material Forming, Palermo, Italy, DOI: 10.1063/1.5035009.
- Kolpak, F., Dahnke, C., Tekkaya, A. E., 2018. Influence of the Bauschinger Effect on the Product Properties of Cold Forged Parts. In: Proceedings of the 8th JSTP International Seminar on Precision Forging, Nagoya, Japan, pp. 73-76.
- Kolpak, F., Dahnke, C., Tekkaya, A. E., 2018. Prediction of Product Properties in Cold Forging Considering the Bauschinger Effect. In: Proceedings of the 51st ICFG Plenary Meeting, Columbus, USA, pp. 159-166.
- Komodromos, A., Tekkaya, A. E., Hofmann, J., Fleischer, J., 2018. Experimental and Numerical Investigations of Wire Bending by Linear Winding of Rectangular Tooth Coils. In: Proceedings of the 21st International ESAFORM Conference on Material Forming, Palermo, Italy, DOI: 10.1063/1.5035014.
- Levin, E., Larour, P., Heuse, M., Staupendahl, D., Clausmeyer, T., Tekkaya, A. E., 2018. Influence of Cutting Tool Stiffness on Edge Formability. In: Proceedings of the 37th International Deep-Drawing Research Group Conference, Waterloo, Canada, DOI: 10.1088/1757-899X/418/1/012061.
- Lueg-Althoff, J., Schilling, B., Bellmann, J., Gies, S., Hahn, M., Schulze, S., Tekkaya, A. E., Beyer, E., 2018. Influence of the Free Compression Stage on Magnetic Pulse Welding of Tubes. In: Proceedings of the 8th International Conference on High Speed Forming, Columbus, USA, (Digital).

- Maaß, S., Gies, S., Dobecki, M., Brömmelhoff, K., Tekkaya, A. E., Reimers, W., 2018.** Analysis of Residual Stress State in Sheet Metal Parts Processed by Single Point Incremental Forming. In: Proceedings of the 21st International ESAFORM Conference on Material Forming, Palermo, Italy, DOI: 10.1063/1.5035043.
- Maaß, F., Hahn, M., Tekkaya, A. E., Dobecki, M., Poche, A., Brömmelhoff, K., Reimers, W., 2018.** Forming mechanisms-related residual stress development in single point incremental forming. Production Engineering, DOI: 10.1007/s11740-018-0867-3.
- Mennecart, T., Werner, H., Ben Khalifa, N., Weidenmann, K. A., 2018.** Developments and Analyses of Alternative Processes for the Manufacturing of Fiber Metal Laminates. In: Proceedings of the 13th Manufacturing Science and Engineering Conference (MSEC2018), College Station, USA, DOI: 10.1115/MSEC2018-6447.
- Meya, R., Löbbe, C., Hering, O., Tekkaya, A. E., 2018.** Bleche biegen unter radialer Druckspannung. Umformtechnik 1, pp. 14-15.
- Meya, R., Löbbe, C., Tekkaya, A. E., 2018.** Stress State Control by a Novel Bending Process and its Effect on Damage Evolution. In: Proceedings of the 13th Manufacturing Science and Engineering Conference, College Station, USA, DOI: 10.1115/MSEC2018-6349.
- Napierala, O., Dahnke, C., Tekkaya, A. E., 2018.** Presentation of Combined Deep Drawing and Cold Forging. In: Proceedings of the 51st ICFC Plenary Meeting, Columbus, USA, pp. 185-192.
- Nazari, E., Löbbe, C., Gallus, S., Izadyar, A. S., Tekkaya, A. E., 2018.** Design of Process Parameters for the Incremental Tube Forming (ITF) by FEM to Control Product Properties. In: Proceedings of the 21st International ESAFORM Conference on Material Forming, Palermo, Italy, DOI: 10.1063/1.5035046.
- Schiffeler, N., Grodotzki, J., Ortel, T. R., Stehling, V., Isenhardt, I., Tekkaya, A. E., 2018.** Virtual und Augmented Reality in der MINT-Lehre – Good Practice-Beispiele aus dem Projekt ELLI 2. In: Proceedings of DeLFI 2018 (Die 16. E-Learning Fachtagung Informatik), Frankfurt am Main, Germany, pp. 293-294.
- Sieczkarek, P., Wernicke, S., Hahn, M., Gies, S., Tekkaya, A. E., 2018.** Inkrementelle Blechmassivumformung* – Entwicklung einer neuen Fertigungstechnologie, wt Werkstattstechnik online 108 (10), pp.679-685.

- Tekkaya, A. E., Schowtjak, A., Clausmeyer, T., 2018.** Damage in Metal Forming. In: Proceedings of the 8th JSTP International Seminar on Precision Forging, Nagoya, Japan, pp. 21-26.
- Upadhya, S., Staupendahl, D., Heuse, M., Tekkaya, A. E., 2018.** Improved Failure Prediction in Forming Simulations through Pre-strain Mapping. In: Proceedings of the 21st International ESAFORM Conference on Material Forming, Palermo, Italy, DOI: 10.1063/1.5034939.
- Wernicke, S., Gies, S., Dang, T., Tekkaya, A. E., 2018.** Effect of Multiple Forming Tools on Geometrical and Mechanical Properties in Incremental Sheet Forming. In: Proceedings of the 21st International ESAFORM Conference on Material Forming, Palermo, Italy, DOI: 10.1063/1.5035057.

Vorträge | Presentations

- Bellmann, J., Beyer, E., Gies, S., Tekkaya, A. E., Schulze, S., 2018.** New Possibilities for Process Control and Higher Efficiency at Magnetic Pulse Welding. 10. Internationales Laser- und Fügesymposium, 28.02.2018, Dresden, Germany.
- Gallus, S., 2018.** Titan-Rohrstrukturen für die Luftfahrt durch ein kinematisches Biegeverfahren. 7. Dortmunder Kolloquium zur Rohr- und Profilumformung (DORP 2018), 12.09.2018, Dortmund, Germany.
- Gallus, S., Seibt, M., 2018.** Leichtbau durch reduzierte Eigenspannungen im Rohrbogen. 7. Dortmunder Kolloquium zur Rohr- und Profilumformung (DORP 2018), 12.09.2018, Dortmund, Germany.
- Gebhard, J., 2018.** Investigation of Longitudinal Weld Streak Defects on Anodized Aluminium Profiles. 6th International Conference and Exhibition "Aluminium – 21/EXTRUSION", 07.06.2018, Moscow, Russia.
- Gerstein, G., Gutknecht, F., Clausmeyer, T., Nürnberger, F., 2018.** Overview of Microstructural Analysis Methods for the Characterization of Damage in Forming Processes. MSE 2018, 27.09.2018, Darmstadt, Germany.
- Gies, S., 2018.** Impulse aus der Umformtechnik: Elektromagnetische Verfahren und weitere Forschungsfelder der Blechumformung. Frühjahrstagung Innovationsforum VMV & FGM, 26.04.2018, Düsseldorf, Germany.
- Gies, S., Tekkaya, A. E., 2018.** Design of Hybrid Conductors for Electromagnetic Forming Coils. 8th International Conference in High Speed Forming, 14.05.2018, Columbus, USA.
- Grodzki, J., Ortelt, T. R., Schiffeler, N., Tekkaya, A. E., Isenhardt, I., 2018.** Anwendungsszenarien von Augmented Reality. DGfE Kongress, 19.03.2018, Essen, Germany.
- Gutknecht, F., Clausmeyer, T., Wernicke, S., Gies, S., Tekkaya, A. E., 2018.** Vorstellung eines Dehnpfadindikators für die Blechmassivumformung. 19. Simufact RoundTable, 17.05.2018, Marburg, Germany.

- Gutknecht, F., Traphöner, H., Clausmeyer, T., Tekkaya, A. E., 2018.** Charakterisierung der Fließkurve mit dem gewölbten Torsionsversuch. Workshop Werkstoffcharakterisierung für die Umformtechnik, „Aktuelle Trends und Ansätze der Prüftechnik und Werkstoffmodellierung“, 1.04.2018, Fürth, Germany.
- Heibel, S., Nester, W., Wiegand, K., Feuser, P., Dettinger, T., Feucht, M., Schweiker, T., Wortberg, D., Clausmeyer, T., Tekkaya, A. E., 2018.** Versagensbewertung hochfester Blechwerkstoffe in der industriellen Praxis: Versuche und Parameteridentifikation. 4. Sitzung der Arbeitsgruppe Simulation des DVM-Arbeitskreises „Bauteilsicherheit und Bruchmechanik“, 09.10.2018, Dortmund, Germany.
- Heibel, S., Nester, W., Clausmeyer, T., Tekkaya, A. E., 2018.** Damage Evolution of High-Strength Multiphase Steels and its Influence on Local Formability. MSE 2018, 27.09.2018, Darmstadt, Germany.
- Hering, O., 2018.** Schädigung in umgeformten Komponenten. 1. Industriekolloquium des SFB/Transregio 188, 15.11.2018, Dortmund, Germany.
- Hölker-Jäger, R., Chen, H., Tekkaya, A. E., 2018.** Overview of Additive Manufacturing in Metal Forming at the IUL. TIME 2018, 31.05.2018, Haifa, Israel.
- Hölker-Jäger, R., Tekkaya, A. E., 2018.** Inkrementelle Blechumformung und additive Fertigung in einer Maschine. Wirtschaftlicher Einsatz von Additive Manufacturing für den Werkzeugbau, 25.04.2018, Biedenkopf-Breidenstein, Germany.
- Hölker-Jäger, R., Tekkaya, A. E., 2018.** Verfahrenskombination aus inkrementeller Blechumformung und additiver Fertigung. Fachtagung 3D-Druck mit metallischen Werkstoffen, 18.04.2018, Velbert, Germany.
- Isik, K., 2018.** Modellierung und Charakterisierung von Schädigung und Bruch bei der Blechmassivumformung. 4. Sitzung der Arbeitsgruppe Simulation des DVM-Arbeitskreises „Bauteilsicherheit und Bruchmechanik“, 09.10.2018, Dortmund, Germany.
- Ostwald, R., Clausmeyer, T., Schulte, R., Schowtjak, A., 2018.** Towards the Simulation of Complex Metal Forming Processes: Combination of Regularised Damage and Contact. 4. Sitzung der Arbeitsgruppe Simulation des DVM-Arbeitskreises „Bauteilsicherheit und Bruchmechanik“, 09.10.2018, Dortmund, Germany.

- Schmitz, F., Clausmeyer, T., Isik, K., 2018.** Comparison and Simulation of the Failure Behavior of Two Dual Phase Steels during Sheet Forming. Simulationworkshop, 30.05.2018, Stadthagen, Germany.
- Schmitz, F., Clausmeyer, T., Tekkaya, A. E., 2018.** Material Characterization and Simulation for Non-Conventional Blanking Processes. Transvalor Tech-days, 08.06.2018, Stuttgart, Germany.
- Schowtjak, A., Kusche, C., Clausmeyer, T., Al-Samman, T., Korte-Kerzel, S., 2018.** Identification of GTN Model Parameters by Macroscopic and Microscopic Approaches. Material Science Engineering, 27.09.2018, Darmstadt, Germany.
- Tekkaya, A. E., 2018.** Advanced Applications of Experimental Mechanics in Metal Forming. 18th International Conference on Experimental Mechanics, 04.07.2018, Brussels, Belgium, (Invited Plenary Lecture).
- Tekkaya, A. E., 2018.** Begrüßung und Vorstellung des SFB/Transregios 188. 1. Industriekolloquium des SFB/Transregio 188, 15.11.2018, Dortmund, Germany.
- Tekkaya, A. E., Traphöner, H., 2018.** Der ebene Torsionsversuch – Anwendungen in der Werkstoffprüfung. Tagung Werkstoffprüfung 2018, 06.12.2018, Bad Neuenahr, Germany, (Invited Plenary Lecture).
- Tekkaya, A. E., Traphöner, H., 2018.** Evolution of the In-Plane Torsion Test. Special Session celebrating Professor Z. Marciniak's 100th Birthday, 24.08.2018, Tokyo, Japan.
- Vajragupta, N., Kamath, S., Clausmeyer, T., Hartmaier, A., 2018.** A Micromechanical Modeling Scheme to Parameterize a Loading-Path-Dependent Hardening Model for DC06 Steel. 18th International Conference on the Strength of Materials, 18.07.2018, Columbus, USA.
- Vajragupta, N., Maasen, S., Brands, D., Clausmeyer, T., Schröder, J., Hartmaier, A., 2018.** Micromechanical Modeling of DP600 Steel: From Microstructure to the Sheet Metal Forming Process. MSE 2018, 27.09.2018, Darmstadt, Germany.
- Wernicke, S., Gies, S., Tekkaya, A. E., 2018.** Herstellung hybrider Zahnräder durch inkrementelle Blechmassivumformung. 25. SFU/6. ICAFF/6. AutoMetForm, 07.11.2018, Chemnitz, Germany.

Mitarbeiter | Staff

09

Professoren | Professors



Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Matthias Kleiner
(beurlaubt)
0231 755 2680
matthias.kleiner@udo.edu



Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. A. Erman Tekkaya
0231 755 2681
erman.tekkaya@iul.tu-dortmund.de

Sekretariat | Office



Dipl.-Dolm. Jeanette Brandt
0231 755 2660
jeanette.brandt@iul.tu-dortmund.de



Nina Hänisch M. A.
0231 755 5846
nina.haenisch@iul.tu-dortmund.de

Oberingenieur | Chief Engineer



Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Soeren Gies
Oberingenieur
0231 755 5238
soeren.gies@iul.tu-dortmund.de

Abteilungsleiter | Heads of Department

Dr.-Ing. Till Clausmeyer
Abteilungsleiter Angewandte Mechanik
in der Umformtechnik
0231 755 8429
till.clausmeyer@iul.tu-dortmund.de



Marlon Hahn M. Sc.
Abteilungsleiter Sonderverfahren
0231 755 8415
marlon.hahn@iul.tu-dortmund.de



Dipl.-Ing. Daniel Staupendahl
Abteilungsleiter Projektierung
0231 755 7174
daniel.staupendahl@iul.tu-dortmund.de



Christoph Dahnke M. Sc.
Abteilungsleiter Massivumformung
0231 755 8441
christoph.dahnke@iul.tu-dortmund.de



Dr.-Ing. Christian Löbbe
Abteilungsleiter Profil- und Blechumformung
0231 755 8431
christian.loebbe@iul.tu-dortmund.de



Abteilung Massivumformung | Bulk Metal Forming

Christoph Dahnke M. Sc.
Abteilungsleiter Massivumformung
0231 755 8441
christoph.dahnke@iul.tu-dortmund.de



Johannes Gebhard M. Sc.
0231 755 4751
johannes.gebhard@iul.tu-dortmund.de

Oliver Hering M. Sc.
0231 755 8432
oliver.hering@iul.tu-dortmund.de



Felix Kolpak M. Sc.
0231 755 8433
felix.kolpak@iul.tu-dortmund.de

Oliver Napierala M. Sc.
0231 755 6923
oliver.napierala@iul.tu-dortmund.de



André Schulze M. Sc.
0231 755 2654
andre.schulze@iul.tu-dortmund.de

Abteilung Angewandte Mechanik in der Umformtechnik | Applied Mechanics in Forming Technologies



Dr.-Ing. Till Clausmeyer
Abteilungsleiter Angewandte Mechanik
in der Umformtechnik
0231 755 8429
till.clausmeyer@iul.tu-dortmund.de



Joshua V. Grodotzki M. Sc.
0231 755 7852
joshua.grodotzki@iul.tu-dortmund.de



Florian Gutknecht M. Sc.
0231 755 8483
florian.gutknecht@iul.tu-dortmund.de



Fabian Schmitz M. Sc.
0231 755 8498
fabian.schmitz@iul.tu-dortmund.de



Alexander Schowtjak M. Sc.
0231 755 8476
alexander.schowtjak@iul.tu-dortmund.de



Heinrich Traphöner M. Sc.
0231 755 8439
heinrich.traphoener@iul.tu-dortmund.de

Abteilung Profil- und Blechumformung | Profile- and Sheet Metal Forming

Dr.-Ing. Christian Löbbe
Abteilungsleiter Profil- und Blechumformung
0231 755 8431
christian.loebbe@iul.tu-dortmund.de



Stefan Gallus M. Sc.
0231 755 2402
stefan.gallus@iul.tu-dortmund.de



Sigrid Hess M. Sc.
(in Elternzeit) 0231 755 8451
sigrid.hess@iul.tu-dortmund.de



Eike Hoffmann M. Sc.
0231 755 6926
eike.hoffmann@iul.tu-dortmund.de



Mike Kamaliev M. Sc.
0231 755 8440
mike.kamaliev@iul.tu-dortmund.de



Anna Komodromos M. Sc.
0231 755 8420
anna.komodromos@iul.tu-dortmund.de





Juri Martschin M. Sc.
0231 755 8437
juri.martschin@iul.tu-dortmund.de



Rickmer Meya M. Sc.
0231 755 2669
rickmer.meya@iul.tu-dortmund.de



Dipl.-Ing. Tobias R. Ortel
0231 755 4735
tobias.ortelt@iul.tu-dortmund.de



Siddharth Upadhya M.Sc.
0231 755 7430
siddharth.upadhya@iul.tu-dortmund.de

Abteilung Sonderverfahren | Non-Conventional Processes



Marlon Hahn M. Sc.
Abteilungsleiter Sonderverfahren
0231 755 8415
marlon.hahn@iul.tu-dortmund.de



Hamed Dardaei M. Sc.
0231 755 7851
hamed.dardaei@iul.tu-dortmund.de



Siddhant Goyal M. Sc.
0231 755 7431
siddhant.goyal@iul.tu-dortmund.de



Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Jörn Lueg-Althoff
Projektmanager ReCIMP
0231 755 6922
joern.lueg-althoff@iul.tu-dortmund.de



Fabian Maaß M. Sc.
0231 755 2607
fabian.maass@iul.tu-dortmund.de



Dipl.-Ing. Thomas Mennecart
0231 755 2410
thomas.mennecart@iul.tu-dortmund.de

Stephan Rosenthal M. Sc.
0231 755 6441
stephan.rosenthal@iul.tu-dortmund.de



Dr.-Ing. Peter Sieczkarek
0231 755 6917
peter.sieczkarek@iul.tu-dortmund.de



Lennart Tebaay M. Sc.
0231 755 8434
lennart.tebaay@iul.tu-dortmund.de



Florian Weber M. Sc.
0231 755 2608
florian.weber@iul.tu-dortmund.de



Sebastian Wernicke M. Sc.
0231 755 7429
sebastian.wernicke@iul.tu-dortmund.de



Projektierung | Project planning



Dipl.-Ing. Daniel Staupendahl
Abteilungsleiter Projektierung
0231 755 7174
daniel.staupendahl@iul.tu-dortmund.de



Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Ramona Hölker-Jäger
Leiterin der Arbeitsgruppe ReGAT (in Elternzeit)
0231 755 6915
ramona.hoelker@iul.tu-dortmund.de



Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) Kerstin Lenschen
0231 755 2034
kerstin.lenschen@iul.tu-dortmund.de



Dr.-Ing. Frauke Maevus
Geschäftsführerin SFB/TRR 188
0231 755 8198
frauke.maevus@iul.tu-dortmund.de



Dipl.-Inform. Alessandro Selvaggio
0231 755 7228
alessandro.selvaggio@iul.tu-dortmund.de

Technische Mitarbeiter | Technical Staff

Dipl.-Des. (FH) Patrick Cramer
0231 755 2456
patrick.cramer@iul.tu-dortmund.de



Ilias Demertzidis
0231 755 6606
ilias.demertzidis@iul.tu-dortmund.de



Werner Feurer
0231 755 2609
werner.feurer@iul.tu-dortmund.de



Dipl.-Ing. (FH) Andreas Herdt
0231 755 7288
andreas.herdt@iul.tu-dortmund.de



Dirk Hoffmann
0231 755 6605
dirk.hoffmann@iul.tu-dortmund.de



Sven Lukies
0231 755 6062
sven.lukies@iul.tu-dortmund.de





Dipl.-Ing. (FH) Michael Prüfert
0231 755 6924
michael.pruefert@iul.tu-dortmund.de



Steffen Strotzer
0231 755 7289
steffen.strotzer@iul.tu-dortmund.de



Frank Volk
0231 755 5247
frank.volk@iul.tu-dortmund.de

2018 ausgeschieden | Staff who left in 2018



Prof. Dr.-Ing. Nooman Ben Khalifa



Dr.-Ing. Hui Chen



Dipl.-Ing. Thai Dang



Frigga Göckede B. B. A.



Dr.-Ing. Goran Grzancic



Dr.-Ing. Lars Hiegemann



Dr.-Ing. Kerim Isik



Dipl.-Ing. Eilina Levin



Michael Müller M. Sc.



Esmail Nazari M. Sc.



Dr.-Ing. Stefan Ossenkemper

