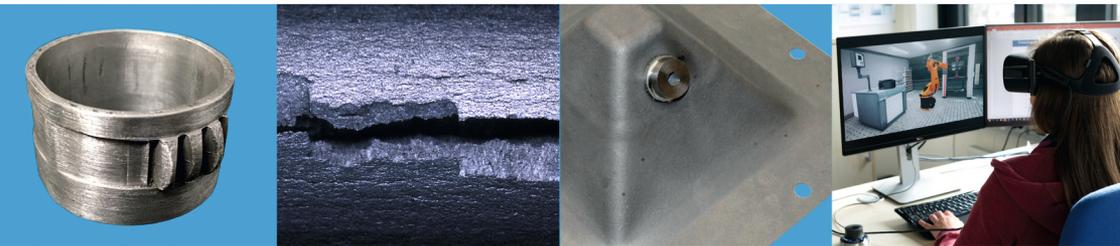


Tätigkeitsbericht

16



Tätigkeitsbericht

16

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
Nina Polak

Lektorat
Jeanette Brandt
Nina Polak
Beate Ulm-Brandt
Karen Wahlers

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 für die Ingenieurausbildung	10
2.1	ELLI 2 – Exzellentes Lehren und Lernen in den Ingenieurwissenschaften	11
2.2	MINTReLab – International Manufacturing Remote Lab (Projekt der Fakultät Maschinenbau)	14
3	Forschung	18
3.1	Forschungsgruppen und -center	19
3.1.1	ReCIMP – Research Center for Industrial Metal Processing	19
3.1.2	ReGAT – Research Group on Additive Technology	22
3.2	Abteilung Angewandte Mechanik in der Umformtechnik	24
3.2.1	Analyse der belastungspfadabhängigen Schädigungs- und Mikrostrukturentwicklung zur numerischen Auslegung von Blechmassivumformprozessen	25
3.2.2	Entwicklung eines Softwaretools zur robusten Auslegung des Scherschneidprozesses von metallischen Schichtverbundwerkstoffen ohne zusätzliche Schmierstoffe	26
3.2.3	Robuste Materialmodellierung für Blechbiegeoperationen	27
3.2.4	Erweitertes kontinuumsmechanisches Schädigungsmodell unter Berücksichtigung niedriger Triaxialitäten für die Tiefziehsimulation von Hochleistungsstählen	28
3.2.5	Materialwissenschaftlich gestützte Entwicklung von Simulationsstrategien für den Einsatz des adiabatischen Trennens in der Blechteilfertigung	29
3.2.6	Mikromechanische Modellierung der Materialumformung zur Vorhersage der anisotropen Verfestigung	30
3.2.7	Analyse werkstofftechnischer und geometrischer Einflüsse auf die numerische Rückfederungsvorhersage	31

3.3	Abteilung Blech- und Biegeumformung	32
3.3.1	In-situ-Hybridisierung beim Tiefziehen – thermoplastische Faser-Metall-Laminatbauteile (FML), basierend auf reaktiv verarbeitetem Gusspolyamid 6	33
3.3.2	Herstellung von Strukturbauteilen durch Tiefziehen und Hinterspritzen im Spritzgießwerkzeug	34
3.3.3	Entwicklung hybrider Kunststoff/Magnesium-Werkstoffverbunde für Ultraleichtbauanwendungen (KuMag)	35
3.3.4	ConProBend – Einstellung von Produkteigenschaften in Folgeverbundwerkzeugen	36
3.3.5	Optiform – Optimiertes Online-Prozessmonitoring zur Verbesserung der Tiefzieheigenschaften hochfesten Stahls beim Warmumformen	37
3.3.6	Presshärten von Rohren durch granuläre Medien	38
3.3.7	Erweiterung der Formänderungsgrenzen durch den Einsatz von Wärme innerhalb der Prozesskette	39
3.3.8	Freiformbiegen luftfahrtrelevanter Rohrbauteile	40
3.3.9	Grundlagen des Inkrementellen Profilumformens	41
3.3.10	Untersuchung des Inkrementellen Rohrumformens mit dem Ziel der Erstellung eines Prozessmodells zur Vorhersage der Rückfederung	42
3.3.11	Umformtechnisch unterlagerte Prozessmodellierung des Linearspulenwickelprozesses	43
3.3.12	Mechanisches Fügen von Rohren durch inkrementelles Rohrumformen	44
3.4	Abteilung Massivumformung	45
3.4.1	Fertigung von Aluminiumprofilen mit kontinuierlicher Verstärkung	46
3.4.2	Umformtechnische Herstellung und Charakterisierung von Aktuatorprofilen basierend auf Shape Memory Alloys	47
3.4.3	Experimentelle und numerische Untersuchung zu komplexen industriellen Strangpresswerkzeugen mit integrierter Werkzeugkühlung	48
3.4.4	Bauteiloptimierung durch Schmieden von verbundstranggepressten Aluminiumhalbzeugen	49

3.4.5	Verbundfließpressen von fließgepressten Halbzeugen	50
3.4.6	Gezielte Prozesssteuerung bei der Kaltmassivumformung und Wärmebehandlung zur Minimierung des Verzugs	51
3.4.7	Abbildung lokaler Bauteileigenschaften in FEM-Umformsimulationen	52
3.4.8	Erweiterung technologischer Grenzen bei der Massivumformung in unterschiedlichen Temperaturbereichen	53
3.5	Abteilung Sonderverfahren	54
3.5.1	Entwicklung und Herstellung optimierter Spulenwindungen für die elektromagnetische Umformung unter Einsatz additiver Verfahren	55
3.5.2	Gezielte Einstellung der Nahtausbildung beim Fügen durch Magnetpulsschweißen	56
3.5.3	Innenhochdruckfügen nicht rotationssymmetrischer Profilquerschnitte	57
3.5.4	Grundlagenuntersuchungen und Verfahrensentwicklung zur Herstellung belastungsangepasster Bauteile mittels inkrementeller Blechmassivumformung (BMU)	58
3.5.5	Wirtschaftliche Herstellung gewichts- und eigenschaftsoptimierter Funktionsbauteile mittels inkrementeller Blechmassivumformung	59
3.5.6	Inkrementelle Blechumformung mit mehreren simultanen Umformzonen (MPIF)	60
3.5.7	Inkrementelle Kaltumformung von Thermoplasten	61
3.5.8	Entwicklung effizienter integraler Fertigungsprozesse zur Umformung von Metall-FKV-Halbzeugen	62
3.6	Angemeldete Patente	63
4	Weitere Aktivitäten	71
4.1	Veranstaltungen	71
4.2	Auszeichnungen	78
4.3	Mitwirkung in nationalen und internationalen Organisationen: Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. A. Erman Tekkaya	81
4.4	Mitwirkung in nationalen und internationalen Organisationen: Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Matthias Kleiner	85

5	Internationaler Austausch	91
6	Technische Ausstattung	97
7	Kooperationen	Mittelteil
8	Abgeschlossene Arbeiten	Mittelteil
9	Ausgewählte Veröffentlichungen und Vorträge	Mittelteil
10	Mitarbeiter/- innen	Mittelteil

Geleitwort

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

das Jahr 2016 stand für das IUL ganz im Zeichen von Großprojekten in der Forschung und der Qualitätsverbesserung in der Lehre: Mit großer Freude haben wir die Entscheidung der Deutschen Forschungsgemeinschaft aufgenommen, den gemeinsam mit der RWTH Aachen beantragten SFB/Transregio 188 zum Thema „Schädigungskontrollierte Umformprozesse“ mit über 8 Millionen Euro zu fördern. Damit übernimmt mit A. Erman Tekkaya erneut ein Institutsleiter des IUL - nach dem 2014 höchst erfolgreich abgeschlossenen TR 10 - die Sprecherschaft in einem Transregio. Gemeinsam mit den Partnern aus den Standorten Aachen und Dortmund sowie den beteiligten Einrichtungen, der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg und dem Max-Planck-Institut für Eisenforschung, wird das IUL dank der Förderung die beim Umformen wirkenden Schädigungsmechanismen und ihre Auswirkungen auf die Produkteigenschaften erforschen. Langfristig ist es im Rahmen dieses neuen Transregios das Ziel, die Vorhersage und Kontrolle des Schädigungsgrades von Bauteilen und somit die Entwicklung von leistungsfähigen und während der Nutzungsphase zuverlässigen Leichtbauprodukten sowie entsprechenden Fertigungsverfahren zu gewährleisten.

Die Erforschung des Einflusses von Fertigungsverfahren auf das Einsatzverhalten der Bauteile wiederum ist das Ziel des TR 73 zum Thema „Umformtechnische Herstellung von komplexen Funktionsbauteilen mit Nebenelementen aus Feinblechen – Blechmassivumformung“, dessen Fortsetzung in einer dritten Phase ebenfalls von der DFG bewilligt wurde. Wir freuen uns sehr darauf, gemeinsam mit der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg als Sprecherhochschule und der Leibniz Universität Hannover die Projekte erfolgreich weiterzuführen und an die bereits erzielten Ergebnisse anzuknüpfen.

Ein weiteres Großprojekt in und für die Lehre im Maschinenbau und deren Erforschung ist 2016 mit ELLI 2 im Rahmen eines Kick-off-Meetings in Dortmund angelaufen. Mit unseren Partnerinnen und Partnern des zhb der TU Dortmund, der RWTH Aachen und der Ruhr-Universität Bochum arbeiten wir dank der großzügigen finanziellen Förderung durch das Bundesministerium Bildung und Forschung (BMBF) zielstrebig an der Verbesserung der Ingenieurausbildung durch die Nutzung von Remote-Laboren und die Digitalisierung der Lehre.

In diesem Jahresbericht haben wir für Sie detaillierte Berichte zu allen laufenden Forschungsprojekten und Patenten, Informationen zur Lehre am IUL sowie Veröffentlichungen und Berichte zu den Veranstaltungen des IUL aus dem Jahr 2016 zusammengetragen. Dass beispielsweise unsere Veranstaltungen sehr positiv und langfristig nachwirken, belegt der Umstand, dass sich die zum 60. Geburtstag von Matthias Kleiner herausgegebene und auf einem festlichen Symposium vorgestellte Publikation „60 Excellent Inventions in Metal Forming“ großer Beliebtheit erfreut und der Download als E-Book bisher bereits über 70.000 Mal erfolgte.

Wir arbeiten am IUL gemeinsam in einem internationalen Team als Teil einer ebenso internationalen Gemeinschaft von Forscherinnen und Forschern an der Erreichung unserer Ziele und sind dankbar für die sicheren und toleranten Lebens- und Arbeitsbedingungen und die Chancen, die sich uns täglich bieten – war doch das Jahr 2016 für einige Freundinnen und Freunde des IUL weltweit leider kein friedvolles.

Von Herzen bedanken wir uns bei den zahlreichen fördernden Einrichtungen und Institutionen, die mit uns zusammenarbeiten, bei den Freundinnen und Freunden des Instituts für Umformtechnik und Leichtbau, bei den zahlreichen Gastwissenschaftlerinnen und Gastwissenschaftlern, die unsere Forschung und den Alltag am IUL bereichert haben, und bei den fachlich ausgezeichneten und engagierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Instituts für die großartige und erfolgreiche Zusammenarbeit im vergangenen Forschungsjahr 2016.



A. Erman Tekkaya



Matthias Kleiner

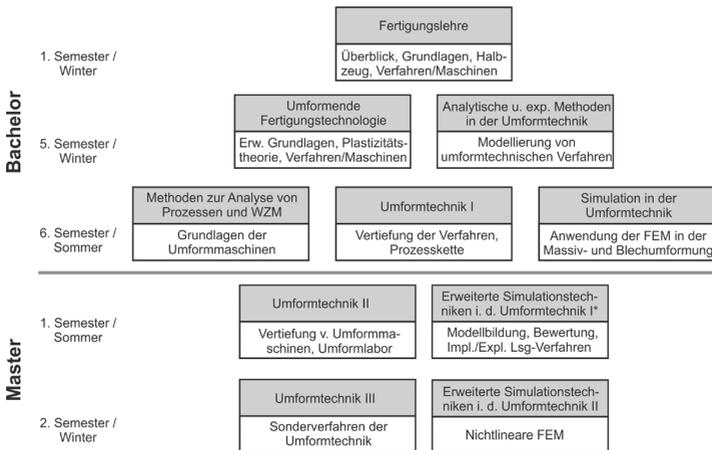
Lehre

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 als Nebenfach belegen. Den Studierenden wird dabei das notwendige Wissen über die Umformtechnik vermittelt, welches sie für einen beruflichen Einstieg in die industrielle Praxis oder eine wissenschaftliche Laufbahn benötigen. Es wurden im Einzelnen die nachfolgenden Vorlesungen im Jahr 2016 gehalten:



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

- MMT– Forming Technology – Bulk Forming
- MMT– Forming Technology – Sheet Metal Forming
- MMT– Advanced Simulation Techniques in Metal Forming
- MMT– High dynamic Testing of Materials
- MMT– Additive Manufacturing
- MMT Laboratory

Im Jahr 2016 wurden alle Vorlesungen und weitere Veranstaltungen der Lehre des IUL in das Kursmanagementsystem moodle der TU Dortmund integriert. Moodle dient dabei als Lehr-Lern-Plattform: Studierende können über moodle die Vorlesungsunterlagen beziehen. Des Weiteren werden seit dem Wintersemester 2015/2016 Vorlesungen aufgezeichnet, sodass die Studierenden im Selbststudium die Vorlesungen nochmals wiederholen können. Die Videos der Vorlesungen bieten den O-Ton des Dozenten zu den präsentierten Folien. Darüber hinaus werden In-situ-Experimente während der Vorlesung über eine separate Kamera aufgezeichnet. Diese Vorlesungsvideos werden ebenfalls über moodle zur Verfügung gestellt.

Im Jahr 2016 haben sich folgende Lehrbeauftragte an den Lehrveranstaltungsangeboten des IUL beteiligt:

- Prof. P. Haupt, Emeritus Universität Kassel
- Prof. K. Roll, ehemals Daimler AG Sindelfingen
- Dr. J. Sehrt, Universität Duisburg-Essen

Weitere Informationen unter 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. • Oliver Napierala M. Sc.
 Dipl.-Ing. Tobias R. Ortelt • Dr.-Ing. habil. Sami Chatti

Im 2011 gestarteten viersemestrigen englischsprachigen Masterstudiengang „Master of Science in Manufacturing Technology“ (MMT) im Bereich Produktions- und Fertigungstechnik studieren derzeit etwa 50 exzellente Studierende aus mehr als 15 verschiedenen Ländern. Im Jahr 2016 haben sich über 1.000 Studierende aus über 43 Nationen für den Masterstudiengang beworben, der im selben Jahr erfolgreich durch die Akkreditierungsagentur ASIIN reakkreditiert wurde.

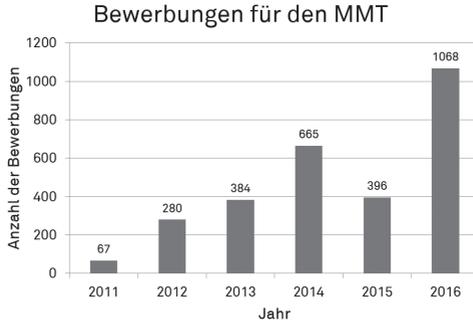
Neue Lehrveranstaltungen wie „Plastics Technology“ oder „Additive Manufacturing“ wurden im Rahmen der Reakkreditierung in das Modulhandbuch aufgenommen. Wie geplant konnte das technische Wahlpflicht-Angebot erneut erweitert und neuen Entwicklungen in der Forschung Rechnung getragen werden.

Auch das Sprachkursangebot wurde den aktuellen Bedürfnissen der Studierenden angepasst. Deutsche Sprachkenntnisse sind für die Absolvierung des Studiums zwar nicht erforderlich, für eine spätere Anstellung in Deutschland jedoch fast unabdingbar. Deshalb gibt es nun neben dem regulären Kursangebot der TU Dortmund für alle Studierende zwei Deutschkurse auf dem Niveau A1 und A2, die speziell für MMT-Studierende angeboten werden.

Programmübersicht (gültig ab dem WS 2016/2017)

	1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester
Pflichtmodul Modul 1	Spanende Fertigungstechnik			
	Spanende Fertigungstechnik I Spanende Fertigungstechnik II			
Pflichtmodul Modul 2	Werkstofftechnologie			
	Kunststofftechnologie	Werkstofftechnologie II		
Pflichtmodul Modul 3	Umformtechnik			
	Umformtechnik I	Umformtechnik II		
Wahlpflicht Modul1	(Teil-)Modul	(Teil-)Modul		
Wahlpflicht Modul 2	(Teil-)Modul	(Teil-)Modul		
Wahlpflicht Modul 3	(Teil-)Modul	(Teil-)Modul		
Laborarbeit			Laborarbeit	
Projektarbeit			Projektarbeit	
Außerfachliche Qualifikationen			Außerfachliche Qualifikationen	
Masterarbeit				Masterarbeit

Das Online-Bewerbungsportal für den MMT ist in Zusammenarbeit mit dem „IT & Medien Centrum“ der TU Dortmund qualitativ wesentlich verbessert worden. Dieser Schritt war vor allem durch die stetig steigende Anzahl an Bewerbungen und die damit verbundenen großen Datenmengen nötig. So konnten sowohl der Bewerbungsprozess für die Bewerberinnen und Bewerber als auch die Aufbereitung der Daten und die spätere Auswahl der für die Zulassung vorgesehenen Kandidatinnen und Kandidaten noch komfortabler und effizienter gestaltet werden.



Zum Wintersemester 2016/17 haben insgesamt 27 ausgewählte Studierende aus 15 verschiedenen Ländern ihr Studium im MMT aufgenommen. Sie wurden vor Vorlesungsbeginn durch Professor Tekkaya als Leiter des Studienprogramms im Rahmen einer Willkommensveranstaltung im Hörsaal des Maschinenbaugebäudes III und der Experimentierhalle des IUL persönlich begrüßt.

Weitere Informationen unter www.mmt.mb.tu-dortmund.de



Willkommensveranstaltung für den MMT-Jahrgang 2016

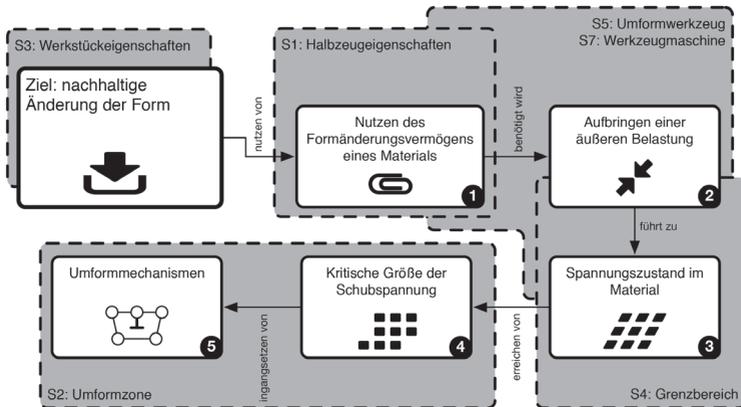
1.3 Dissertationen

<p>Pleul, Christian</p> <p>Reihe Verlag Mündl. Prüfung Berichter Mitberichter</p>	<p>Das Labor als Lehr-Lern-Umgebung in der Umformtechnik – Entwicklungsstrategie und hochschuldidaktisches Modell</p> <p>Dortmunder Umformtechnik Shaker Verlag, Aachen, 2016, Band 89 10. Mai 2016</p> <p>Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. A. Erman Tekkaya Prof. em. Dr. Dr. h. c. J. Wildt</p>
---	---

Fertigungstechnische Errungenschaften und Innovationen, bspw. in der Umformtechnik, erfordern in einem signifikanten Umfang einen erfahrungsbasierten Erkenntnisgewinn. Diesen ingenieurtypischen Ansatz gilt es im Ingenieurstudium der Fertigungstechniken zu adressieren. Dies kann mit dem Lehr-Lern-Format Labor zielführend und anforderungsgerecht erfolgen.

In dieser Arbeit wird die Entwicklung und Durchführung einer Laborveranstaltung für die Umformtechnik gezeigt. Ausgehend von einer systemischen Betrachtung des Umformens, basiert das Veranstaltungskonzept auf der konzeptionellen Darstellung des Umformprozesses anhand der analytischen Auseinandersetzung. Mit dem systematischen Entwurf erfolgt die Kombination

- eines ingenieurtypischen, strukturierten Vorgehens für die Bearbeitung eines authentischen Sachverhaltes bis zur Problemlösung mit
- der fachbezogenen didaktischen Ausgestaltung zum erfahrungs- und problembasierten Lernen in studierendenzentrierter und kompetenzorientierter Ausrichtung.

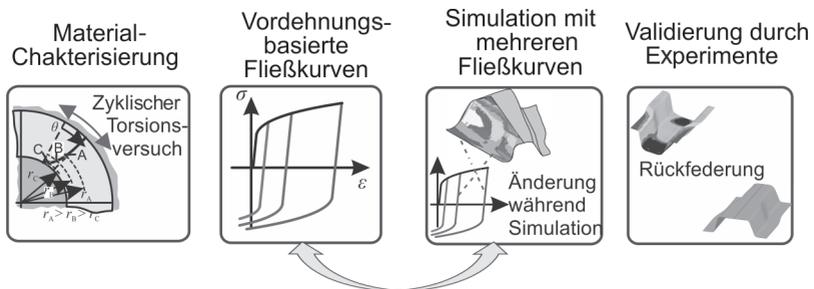


Kombination der entwickelten konzeptionellen Darstellung des Umformens und der systemischen Sichtweise (S)

Hassan, Hamad ul	Rückfederung beim Tiefziehen – Genaue Vorhersage und Reduktion
Originaltitel	Springback in Deep Drawing – Accurate Prediction and Reduction
Reihe	Dortmunder Umformtechnik, Band 90
Verlag	Shaker Verlag, Aachen, 2016
Mündl. Prüfung	19. Oktober 2016
Berichter	Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing E.h. A. Erman Tekkaya
Mitberichter	Prof. Dr.-Ing. K. Roll

Rückfederung ist eines der Hauptprobleme im Bereich des Tiefziehens. Nach dem Tiefziehen werden die Bauteile entlastet, was aufgrund der elastischen Dehnungen in dem umgeformten Bauteil zu einer Abweichung von der Sollgeometrie führt. Diese Rückfederung muss vorab genau vorhergesagt und effizient reduziert werden, um die Probleme in der Montage zu vermeiden. Nicht kompensierte Rückfederungen können zur unerwünschten Erhöhung der Kosten und zu Zeitverzögerungen aufgrund von Werkzeugnacharbeit führen.

Die Anwendung der einzelnen Spannungs-Dehnungs-Kurven hat für die Rückfederungsvorhersage für komplexe Bauteile begrenztes Potenzial gezeigt. Auch die Reduktion der Rückfederung, basierend auf der Erhöhung der konstanten Niederhalterkraft, ist begrenzt. Die Strategie der Anwendung von mehreren Spannungs-Dehnungs-Kurven und die Variation der Niederhalterkraft während des Tiefziehprozesses führen zu einer besseren Rückfederungsvorhersage (vgl. Abbildung) und zu einer kleineren Rückfederung nach dem Tiefziehen.



Strategie für die genaue Rückfederungsvorhersage

Forschung für die Ingenieurausbildung

02

2 Forschung für die Ingenieurausbildung

Exzellente Lehre beruht auf exzellenter Forschung und exzellente Forschung kann nur durch exzellente ausgebildete Ingenieurinnen und Ingenieure erfolgen. Daher muss sich die Lehre an aktuelle Themen wie die Digitalisierung und die Ideen der Industrie 4.0 anpassen. Im Januar 2016 wurde die neue Abteilung „Ingenieurausbildung und Remote Manufacturing“ am IUL gegründet, die sich in verschiedenen Projekten der nachhaltigen Verbesserung der Ingenieurausbildung durch eine aktive Forschung für die Lehre widmet. Ein Hauptaspekt dieser Abteilung liegt in der wissenschaftlichen Untersuchung zur Weiterentwicklung der ingenieurwissenschaftlichen Laborausbildung. Während des Labors bzw. durch das Durchführen von Experimenten können Theorie und Praxis miteinander verknüpft werden. Ergebnisse dieser Forschungsarbeit flossen in die Acatech-Studie „Das Labor in der ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung – Zukunftsorientierte Ansätze aus dem Projekt IngLab“, die im September 2016 veröffentlicht wurde, ein.

Durch die Digitalisierung ermöglichte neue Szenarien werden durch neue Konzepte für die Lehre ergänzt und bereiten Studierende so für den Berufsalltag in der Industrie 4.0 vor. Die teleoperative Prüfwelle im Projekt ELLI ermöglicht das orts- und zeitunabhängige Experimentieren über das Internet. Live-Experimente werden in Vorlesungen, Übungen und Online-Kurse integriert. In Vorlesungen werden durch (Um-)Fragen die Studierenden aktiv beteiligt, da sie über ein internetbasiertes Abstimmssystem live und anonymisiert antworten können. So werden didaktische Prinzipien mit neusten Technologien verknüpft.

Die Projekte sind im Einzelnen:

- ELLI – Exzellentes Lehren und Lernen in den Ingenieurwissenschaften
- MINTRReLab – International Manufacturing Remote Lab (Projekt der Fakultät Maschinenbau)

2.1 ELLI/ELLI 2 – Exzellentes Lehren und Lernen in den Ingenieurwissenschaften

Projektträger	BMBF/DLR
Projektnummer	01 PL 11082 C (bis September 2016 – ELLI) 01 PL 16082 C (seit Oktober 2016 – ELLI 2)
Projektleiter	Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. A. Erman Tekkaya
Ansprechpartner	Dipl.-Ing. Tobias R. Ortelt • Dipl.-Inf. Alessandro Selvaggio Rickmer Meya M. Sc. • Joshua V. Grodotzki M. Sc. Dr.-Ing. habil. Sami Chatti

Im Oktober 2016 begann die zweite Förderphase des gemeinsamen Verbundprojekts der RWTH Aachen University, der Ruhr-Universität Bochum und der Technischen Universität Dortmund, das bis Ende 2020 laufen wird. Seit 2011 fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung innerhalb des Qualitätspakts Lehre die Forschung zur Lehre in den Ingenieurwissenschaften.

ELLI 2 gliedert sich nun in insgesamt vier verschiedene Kernbereiche:

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

An der TU Dortmund wird ELLI 2 weiterhin gemeinsam vom IUL und dem Zentrum für Hochschulbildung (zhb) bearbeitet.

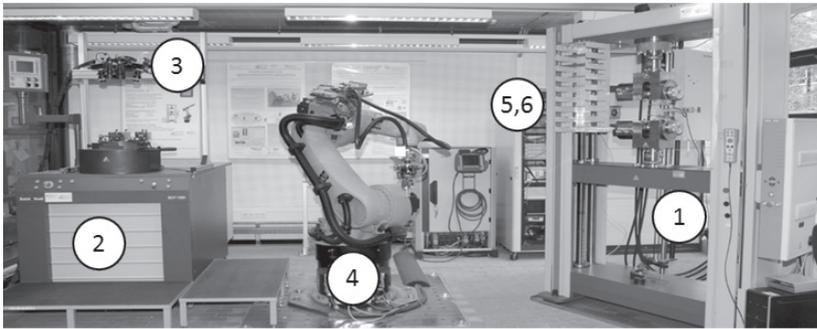
In der ersten Förderphase bis September 2016 bearbeitete das IUL zwei Maßnahmen im Kernbereich „Virtuelle Lernwelten – Ressourcen für Experimente: Remote Labs und virtuelle Labore“:

- Voruntersuchung zu Laboren in der ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung
- Einführung und Ausbau von Remote Labs und virtuellen Laboren

Die erste Maßnahme „Voruntersuchung zu Laboren in der ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung“ wurde bereits im Jahr 2015 zu einem großen Teil abgeschlossen. Im Jahr 2016 wurde gemeinsam mit dem zhb eine Evaluation der entwickelten Remote-Labore durchgeführt. Hierbei wurde zwischen der technischen Ebene und der Lehr-Lern-Ebene unterschieden. Die Ergebnisse fließen in die weiteren Entwicklungen ein und dienen somit einer durchgängigen Verbesserung beim Experimentieren.

Die zweite Maßnahme „Einführung und Ausbau von Remote Labs und virtuellen Laboren“ beschäftigte sich mit der Entwicklung der teleoperativen Prüfzelle am IUL. Die folgende Abbildung zeigt die teleoperative Prüfzelle und die einzelnen Komponenten:

1. Universalprüfmaschine Zwick Z 250
2. Blechumformprüfmaschine Zwick BUP 1000
3. Optisches Messsystem GOM Aramis 4M
4. Industrieroboter KUKA KR 30-3
5. Echtzeitsteuersystem PXI von National Instruments
6. Sicherheits-SPS SICK + Kamera-System



Teleoperative Prüfzelle am IUL

Im Januar 2016 fand die Premiere des teleoperativen Näpfchen-Tiefziehversuchs in der Vorlesung „Umformende Fertigungstechnologie“ statt. Dieses neue Experiment wurde aus dem Hörsaal durchgeführt und es wurde dabei die automatisierte BUP 1000 verwendet. Die Studierenden konnten dabei den Einfluss der Niederhalterkraft auf den Tiefziehprozess erkennen. Verschiedene Fehler, wie Bodenreißer oder Faltenbildung, konnten beobachtet werden. So konnte schon während der Vorlesung Theorie mit Praxis verknüpft werden.

Eine Maschine zum inkrementellen Rohrumformen (IRU) wurde innerhalb von ELLI so automatisiert, dass die Studierenden den Effekt der Spannungsüberlagerung erkennen können. Durch dieses innovative Verfahren wird im Vergleich zum konventionellen Rohrbiegeverfahren eine Reduktion der Biegekraft und der Rückfederung erreicht. Durch die Erstellung einer teleoperativen Schnittstelle in LabVIEW sind Studierende nun in der Lage, eine Rohrgeometrie unter Last zu definieren und nach Belieben anzupassen. Die Studierenden können die Achsbewegungen im Programm im Voraus betrach-

ten. Durch eine Live-Übertragung mittels HD-Kamera kann anschließend das Experiment beobachtet werden. Anhand der Messdaten, beispielsweise der Kraft am Biegekopf, können Biegemoment-Vorschub-Diagramme generiert werden. Durch die Anpassung von Parametern und Ein- und Ausschalten der Spannungsüberlagerung kann so der Vorteil dieses Verfahrens erkannt werden.

Experimente der teleoperativen Prüfzelle wurden wiederholt erfolgreich innerhalb des MMT-Vorkurses durchgeführt. Innerhalb dieses Vorkurses greifen internationale Studierende noch vor ihrer Ankunft in Dortmund aus den Herkunftsländern (z. B. Indien, Iran, Nepal, Mexico) auf die teleoperative Prüfzelle zu.

Ergebnisse aus ELLI wurden auf nationalen Tagungen, wie der dghd-Jahrestagung 2016 in Bochum, und auf internationalen Tagungen, wie der „REV 2016“ oder der „EDUCON 2016“, präsentiert. Auf der REV 2016 wurden die Versuche der teleoperativen Prüfzelle mit dem „Best Demonstration (Best Experiment) Award“ ausgezeichnet.

In ELLI 2 werden vom IUL innerhalb des Kernbereichs „Remote-Labore und virtuelle Lernwelten“ zwei Maßnahmen verfolgt:

- Ausbau der teleoperativen Prüfzelle und Integration neuer Experimente
- Virtuelles Umformtechnik-Labor

Dabei werden zwei weitere Maschinen, genauer eine Maschine zur additiven Fertigung und eine Rohrbiegemaschine, und die entsprechenden Experimente für die teleoperative Nutzung automatisiert und in die bestehende teleoperative Prüfzelle integriert. Experimente aus dem Bereich spanende Fertigung und Werkstoffprüftechnik werden in Zusammenarbeit mit dem Institut für Spanende Fertigung und dem Fachgebiet Werkstoffprüftechnik entwickelt. Neue technologische Möglichkeiten der Digitalisierung, wie Virtual- und Augmented-Reality, werden in die Ingenieurausbildung für die Umformtechnik integriert.

2.2 MINTReLab – International Manufacturing Remote Lab (Projekt der Fakultät Maschinenbau)

Laufzeit	Oktober 2015 - Mai 2017
Projektträger	Stifterverband
Projektleiter	Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. A. Erman Tekkaya (als Dekan der Fakultät Maschinenbau)
Ansprechpartner	Dipl.-Ing. Tobias R. Ortelt

Im Projekt „MINTReLab – International Manufacturing Remote Lab“ entwickelten fünf Partner der Fakultät Maschinenbau (Fachgebiet für Werkstoffprüftechnik, Institut für Mechanik, Institut für Spanende Fertigung, Institut für Umformtechnik und Leichtbau, Lehrstuhl für Kunststofftechnologie) zusammen mit Expert/-innen der Ingenieurdidaktik (Zentrum für Hochschulbildung) gemeinsam einen sogenannten MOOC (Massive Open Online Course). Der entwickelte Online-Kurs beleuchtet den eindimensionalen Zugversuch aus verschiedenen fachlichen Perspektiven. Die verschiedenen Kapitel bauen aufeinander auf und die teleoperative Prü fzelle des IUL wird für verschiedene Experimente eingesetzt. Der Einsatz der teleoperativen Prü fzelle des IUL als Remote-Labor innerhalb der verschiedenen Kapitel dient zur Verknüpfung von Theorie und Praxis.

Neben dem zu vermittelnden fachlichen Wissen bereitet der MOOC internationale Studierende für ein Studium in Deutschland und im Speziellen an der Technischen Universität Dortmund vor.

News/Blog unter: www.mintrelab.tu-dortmund.de

Einführung und Konzeptvorstellung

 <p style="text-align: center;">Leben und Studieren im Ruhrgebiet und in Dortmund </p>	<p>Zugversuch </p> <p>Messtechnik </p> <p>Werkstoffverhalten </p> <p>Umformtechnik </p> <p>Kunststoffe </p> <p>Zerspanung </p>	 <p style="text-align: center;">Experimentieren mit der teleoperativen Prü fzelle </p> 
<p>Zusammenfassung und Studienoptionen</p>		

Kurskonzept des MINTReLab – drei Säulen (Erleben, Erlernen, Erfahren)

Forschung

03

3 Forschung

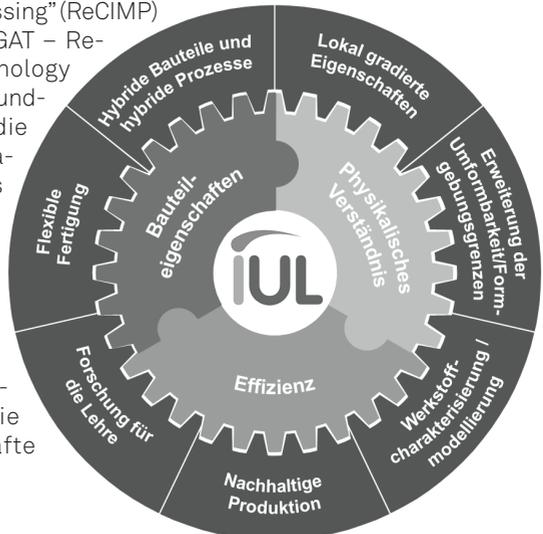
Die Forschungsaktivitäten des Instituts für Umformtechnik und Leichtbau verfolgen im Wesentlichen drei Ziele: Die Einstellung und Verbesserung von Bauteileigenschaften, das Erarbeiten eines physikalischen Verständnisses der Umformprozesse und die ganzheitliche Betrachtung von Effizienz stehen im Fokus der Abteilungen Blech- und Biegeumformung, Massivumformung, Sonderverfahren, Angewandte Mechanik in der Umformtechnik sowie Ingenieurausbildung und Remote Manufacturing.

Die Hauptziele gliedern sich in folgende Forschungsschwerpunkte:

- Flexible Fertigung
- Hybride Bauteile und hybride Prozesse
- Lokal gradierte Eigenschaften
- Erweiterung der Umformbarkeit/Formgebungsgrenzen
- Werkstoffcharakterisierung/-modellierung
- Forschung für die Lehre
- Nachhaltige Produktion (Recycling)

Ergänzend zu den Abteilungen operieren das Forschungszentrum „Research Center for Industrial Metal Processing“ (ReCIMP) und die Forschungsgruppe „ReGAT – Research Group on Additive Technology (ReGAT)“, in denen – ebenso wie grundsätzlich bei allen Projekten – die Bearbeitung der Forschungsvorhaben in themenspezifischen Teams sowohl abteilungsintern als auch abteilungsübergreifend erfolgt.

Am nachhaltigen Erfolg in 2016 waren 2 Oberingenieure, 44 wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen, 11 technische und administrative Mitarbeiter/-innen sowie rund 50 studentische Hilfskräfte beteiligt.



Forschungsziele des Instituts für Umformtechnik und Leichtbau

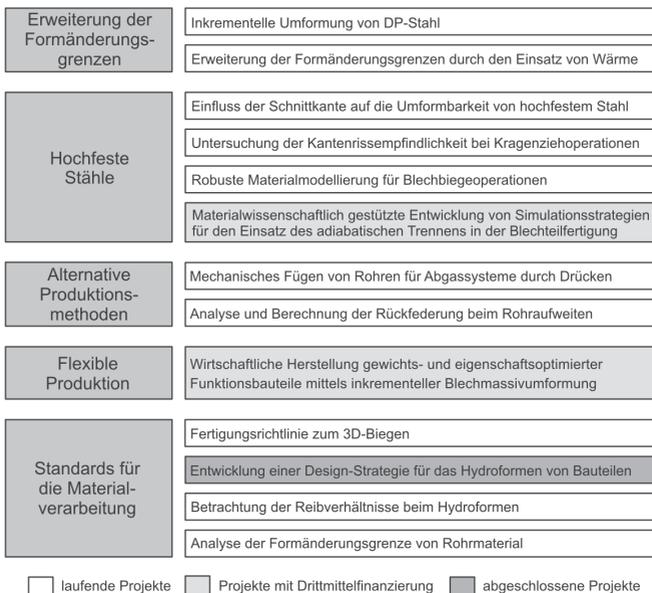
3.1 Forschungsgruppen und -center

3.1.1 ReCIMP – Research Center for Industrial Metal Processing

Leitung Dipl.-Ing. Daniel Staupendahl

Das „Research Center for Industrial Metal Processing“ (ReCIMP) wurde 2013 in Kooperation mit Faurecia am IUL gegründet und zielt auf die Verbesserung und Vertiefung von Grundlagenwissen über innovative Metallverarbeitungsprozesse, Prozessketten und hybride Prozesse, die Untersuchung neuer wissenschaftlicher Trends in der Fertigungstechnik sowie die Bildung eines Kompetenznetzwerks mit weiteren Unternehmen und Forschungseinrichtungen ab. Faurecia ist einer der weltweit führenden Automobilzulieferer in diesen drei Bereichen: Autositze, Clean Mobility (ehemals Technologien zur Emissionskontrolle) und Innenraumsysteme.

Zusammen mit den Faurecia-Gruppen „Autositze“ und „Clean Mobility“ wurden bedeutende, übergeordnete Forschungsbereiche definiert, welche die Forschungsaktivitäten bündeln. Unten werden diese weiter aufgeschlüsselt in die Projekte, die 2016 bearbeitet wurden.



Im Rahmen von ReCIMP durchgeführte Forschungsprojekte

2016 wurden 13 Projekte bearbeitet. Eines der Projekte lief 2016 aus und wurde erfolgreich beendet. Entwickelt wurde u. a. ein modulares Werkzeug, welches die Kosteneffizienz des Hydroumformprozesses bei hoher Variantenvielfalt steigert. Darüber hinaus wurde ein Werkzeug zum Rohraufdicken entwickelt und additiv hergestellt und eine Erfindung zum Patent angemeldet. Zwei der Projekte sind initiierte AiF/FOSTA-Projekte: „Wirtschaftliche Herstellung gewichts- und eigenschaftsoptimierter Funktionsbauteile mittels inkrementeller Blechmassivumformung“ und „Materialwissenschaftlich gestützte Entwicklung von Simulationsstrategien für den Einsatz des adiabatischen Trennens in der Blechteilfertigung“. Diese beiden Projekte werden weiter hinten in diesem Kapitel beschrieben.

8 Wissenschaftler/-innen und 6 studentische Hilfskräfte waren 2016 in ReCIMP-Projekte involviert. Außerdem wurden 3 Masterarbeiten, 1 Bachelorarbeit und 4 Projektarbeiten abgeschlossen. 3 Masterarbeiten und 5 Projektarbeiten werden aktuell noch bearbeitet. Ein großer Teil dieser wissenschaftlichen Arbeiten wurde von Studenten des internationalen Masterprogramms „Master of Manufacturing Technology“ (MMT) durchgeführt.

Dank dieses fruchtbaren Forschungsumfelds laufen nach nun vierjähriger erfolgreicher Zusammenarbeit bereits die Planungen zur Verlängerung der Kooperation über die bis 2017 laufende erste Förderperiode hinaus. Ideen zu neuen Projekten sowie vertiefenden Folgeprojekten füllen bereits den Arbeitsplan 2018 bis 2022. In dieser zweiten Förderperiode wird sich dann auch der Thematik der hybriden Strukturen und entsprechender spezialisierter Umformprozesse gewidmet. Hybride Strukturen bilden neben der Verwendung hochfester Stähle einen der grundlegenden Bausteine für die Realisierung von Leichtbau und damit einer Reduktion des CO₂-Ausstoßes von Kraftfahrzeugen und tragen darüber hinaus zur Funktionsoptimierung bei.

Das Thema der Verwendung von hochfesten Stählen ist geprägt durch eine umfassende Materialuntersuchung, die bei der Charakterisierung von hochfesten Stählen ansetzt, die robuste Materialmodellierung (detaillierte Beschreibung weiter hinten in diesem Kapitel) für die Abbildung von hochfesten Stählen in der FE-Simulation umfasst und das Verhalten sowie die Verwendung von hochfesten Stählen in Prozessen untersucht. Beispielsweise wird die Kantenrissempfindlichkeit von Blechbauteilen in Umformprozessen analysiert, welche die Anwender hochfester Stähle vor große Herausforderungen stellt. Die Materialauswahl, gekoppelt mit der Notwendigkeit der Kostenreduktion und des Einsparens wertvoller Ressourcen, betrifft zwei weitere Kompetenzfelder: Prozess und Produktion. Das heißt, einerseits die Beherrschbarkeit von Prozessen durch Standards und die Erweiterung der Prozessgrenzen und andererseits die Entwicklung alternativer Produktions-

methoden und die Flexibilisierung der Produktion. Den komplexeren Umformbedingungen und den teils engeren Umformgrenzen moderner Werkstoffe kann zum einen durch genauere und fallabhängige Vorhersagen der tatsächlichen Umformgrenzen vorgebeugt werden. Dies geschieht beispielsweise durch die Generierung von speziell auf die Umformung von Rohren zugeschnittenen Grenzformänderungskurven. Sobald valide Vorhersagen getroffen werden können, werden diese durch die Implementierung in Standards dauerhaft nutzbar gemacht. Zum Wissenstransfer werden Expertenworkshops genutzt. 2016 fand beispielsweise ein Workshop statt zur Analyse und Optimierung des Einsatzes von Induktionsspulen in Warmumformprozessen mittels FE-Simulationen.

Beim Stichwort Warmumformung steht die Erweiterung der Prozessgrenzen im Fokus. Betrachtet werden die Warmumformung von Rohren sowie der Einfluss, den zusätzliche Zwischenglühschritte im Prozess auf die Formänderungsgrenzen haben (detaillierte Beschreibung weiter hinten in diesem Kapitel). Die geschaffene Kompetenz im Bereich Warmumformung erzielt auch projektübergreifend Erfolge: Durch partiell induktive Erwärmung und folglich die gezielte Erweiterung der Formänderungsgrenzen in einzelnen Bereichen wurde bereits die Herstellung eines realen Bauteils der Blech-Massivumformung optimiert. Als weiterer Ansatz zur Erhöhung des Formänderungsvermögens wird die Verwendung inkrementeller Umformprozesse verfolgt. Ein Fokus aktueller Untersuchungen ist die Umformung von Dualphasenstahl und die Reduktion der Prozesszeit.

Die Verwendung inkrementeller Umformprozesse entspringt u. a. der Entwicklung alternativer Produktionsmethoden und dem Ziel einer flexiblen Produktion. Neue inkrementelle Umformprozesse umfassen sowohl die Blech- als auch die Blechmassivumformung. In letzterer werden diese genutzt, um durch lokales Aufdicken Festigkeitssteigerungen zu erzielen und zugleich die Produktionsmöglichkeiten flexibel zu gestalten. Des Weiteren wird mechanisches Fügen von Rohren durch Drücken für Hochtemperaturanwendungen als Alternative zu reinen Löt- oder Schweißverbindungen untersucht (detaillierte Beschreibung weiter hinten in diesem Kapitel). Zudem werden stetig neue Projektideen generiert und umgesetzt, wobei der Fokus auf aktuellen Trends in der Fertigungstechnik liegt.

3.1.2 ReGAT – Research Group on Additive Technology

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

Die im August 2015 neu gegründete Arbeitsgruppe „Research Group on Additive Technology“ erforscht das Potenzial der Kombination von additiven und formativen Fertigungstechnologien. Hierzu gehören neben additiv gefertigten Strangpresswerkzeugen mit innenliegenden Kühlkanälen und Kanälen zur Integration von Messtechnik auch additiv gefertigte Spulen bzw. Windungen für die elektromagnetische Umformung, die aus zwei Werkstoffen bestehen, um neben einer hohen mechanischen Stabilität auch eine gute elektrische Leitfähigkeit zu gewährleisten. Darüber hinaus wurde ein von der DFG geförderter Forschungsantrag für ein Kooperationsprojekt mit dem Institut für Produkt Engineering (IPE) von der Universität Duisburg-Essen bewilligt, in dem additiv gefertigte Sandwichbleche mit einer an eine nachgelagerte umformtechnische Weiterverarbeitung sowie an die spätere Bauteilfunktion angepassten Kernstruktur gefertigt, erprobt und untersucht werden sollen. Neben diesen Projekten, die sich mit den im Pulverbett arbeitenden Verfahren beschäftigen, wurde in März 2016 ein von der DFG und dem Land NRW gefördertes Großgerät für das Laserauftragsschweißen von metallischem Pulver



Additiv gefertigte (Hybrid-)Bauteile

und 5-Achs-Fräsen in Betrieb genommen. Diese Kombinationsmaschine bietet dem IUL die Möglichkeit, durch die Einbindung der additiven Fertigung in die Umformtechnik eine zukunftsfähige Hybridtechnologie zu entwickeln, die die Vorteile beider Technologien, wie die Tauglichkeit zur Massenfertigung auf Seiten der Umformtechnik und die gestalterischen Möglichkeiten auf Seiten der additiven Fertigung, kombiniert.

Mit dieser neuartigen Kombinationsmaschine sollen in einer Maschine Bleche inkrementell umgeformt und durch Laserpulverauftragsschweißen geometrisch komplexe Form- und Funktionselemente auch auf gekrümmte Oberflächen additiv aufgetragen werden. Da beim additiven Fertigungsprozess aus dem Stufeneffekt in Aufbaurichtung und durch den zu verarbeitenden Pulverwerkstoff eine raue Bauteiloberfläche resultiert, kann diese so bei Bedarf durch Glatt- und/oder Festwalzen oder auch Fräsen/Bohren nachbearbeitet und geglättet werden. Das Verfahren und die Maschine basieren auf einem 5-Achs-Bearbeitungszentrum, welches an der Werkzeugaufnahme bzw. Spindel

- einen Drückstichel,
- ein Walzwerkzeug,
- eine Laser-Pulverdüse-Einheit zum Pulverauftragsschweißen oder
- ein Fräs- bzw. Bohrwerkzeug

automatisch aufnehmen kann. Somit lassen sich mit dieser Maschine erstmalig drei Fertigungsverfahren (formativ, additiv und subtraktiv) in einer Maschine kombinieren.

3.2 Abteilung Angewandte Mechanik in der Umformtechnik

Leitung Dr.-Ing. Till Clausmeyer

Im Jahr 2016 ist die Abteilung Angewandte Mechanik in der Umformtechnik weiter gewachsen. Seit Anfang des Jahres werden die Forschung und die Bearbeitung von Industrieaufträgen zur Materialcharakterisierung am Institut in der Abteilung koordiniert. Personell wurde das Team durch die Neueinstellung von Herrn Thorben Bender und den Wechsel von Herrn Heinrich Traphöner aus der Blechumformung verstärkt.

Der Schwerpunkt der Forschung liegt auf der Entwicklung und Anwendung neuer Materialmodelle für die Umformsimulation mithilfe der Finiten-Elemente-Methode. Hierbei wird besonders der Einfluss der Verfestigung, der Schädigung und des Versagens in Umformprozessen wie der Blechumformung, dem Scherschneiden und der Blechmassivumformung betrachtet. In diesem Jahr wirkten die Mitglieder der Abteilung erfolgreich an der Beantragung der Transregios SFB/TR 73 und SFB/TR 188 mit. Die Teammitglieder freuen sich darüber hinaus über die Zusammenarbeit mit dem japanischen Gastwissenschaftler Satoshi Sumikawa von der JFE Steel Corporation.

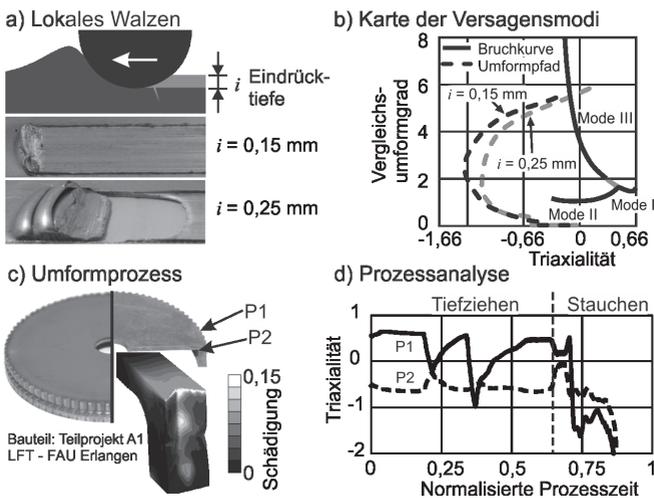


Die Mitglieder der Abteilung mit einer wissenschaftlichen Auszeichnung und den Logos der Transregios

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

Projekträger Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
 Projektnummer SFB/TR 73 • Teilprojekt C4
 Ansprechpartner Kerim Isik M. Sc. • Florian Gutknecht M. Sc.

Gemeinsam mit dem Institut für Werkstoffkunde (IW) an der TU Hannover wird das Werkstoffverhalten in der Blechmassivumformung analysiert und angepasste Materialmodelle qualifiziert. Kennzeichnend für dieses neue Fertigungsverfahren ist die Steuerung des Stoffflusses in Dickenrichtung des Blechhalbzeugs zur gezielten Einstellung von Bauteileigenschaften. Für den Werkstoff bedeutet dies, dass sich deutlich komplexere Belastungspfade ergeben und Versagen auch im Mode III auftreten kann. Mit dem lokalen Walzen (Bild a) ist es gelungen, eine analytisch bestimmte Bruchkurve für Mode III (Bild b) zu validieren. Die gestrichelten Linien zeigen den Belastungspfad für verschiedene Eindrücktiefen. Bild c zeigt ein exemplarisches, durch Blechmassivumformung hergestelltes Bauteil. Vergrößert und herausgedreht wird ein Ausschnitt der Simulation mit einem Schädigungsmodell gezeigt. Die Analyse von Materialpunkten (P1, P2) liefert Belastungspfade eines realen Bauteils (Bild d).

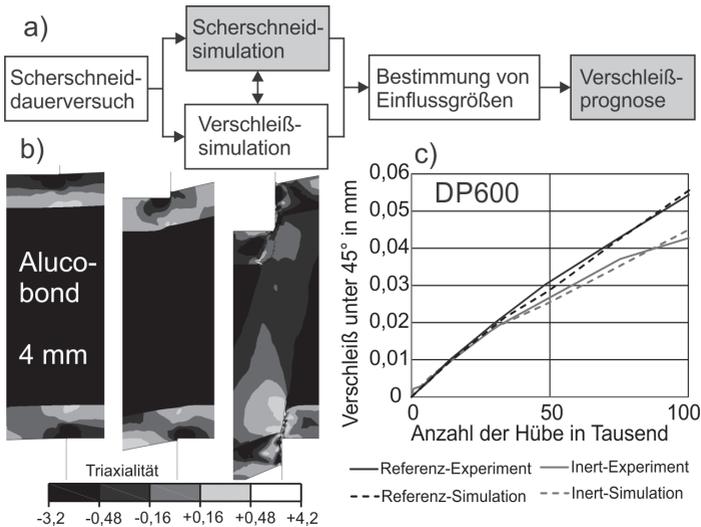


a) Experimente zur Validierung von Mode III-Versagen in Blechen, b) kombinierte Bruchkurven, c) Simulation eines realen Prozesses, d) Lastpfadanalyse

3.2.2 Entwicklung eines Softwaretools zur robusten Auslegung des Scherschneidprozesses von metallischen Schichtverbundwerkstoffen ohne zusätzliche Schmierstoffe

Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
 Projektnummer TE 805/37-1
 Ansprechpartner Florian Gutknecht M. Sc.
 Projektstatus abgeschlossen

Gemeinsam mit dem Lehrstuhl für Umformtechnik und Gießereiwesen (utg) der TU München wurde im Rahmen des AiF/DFG-Clusters PAK 678/0 zum Thema „Trockenscherschneiden von metallischen Schichtverbundwerkstoffen“ ein Softwaretool zur Verschleißberechnung beim Scherschneiden entwickelt. Die entwickelte Methode (Bild a) sieht eine iterative Berechnung des Verschleißes vor. Hierzu wurde am IUL der Schneidprozess für monolithische Bleche und erstmalig auch für ein Sandwichblech simuliert. Mithilfe der Simulationen konnte gezeigt werden, dass die untersuchten Sandwichbleche gegenüber konventionellen Werkstoffen eine ausgeprägte Biegebelastung im Deckblech erfahren (Bild b). Gemeinsam mit dem utg konnte exemplarisch für die Verarbeitung eines DP600 der Verschleiß der Schneidaktivelemente vorhergesagt werden. Bild c) zeigt exemplarisch die Verschleißlänge im 45°-Winkel am Obermesser über die Hubzahl. Sowohl für Umgebungs-Atmosphäre als auch unter Inertgas-Atmosphäre stimmen die simulativ berechneten und experimentell gemessenen Verschleißverläufe gut überein.

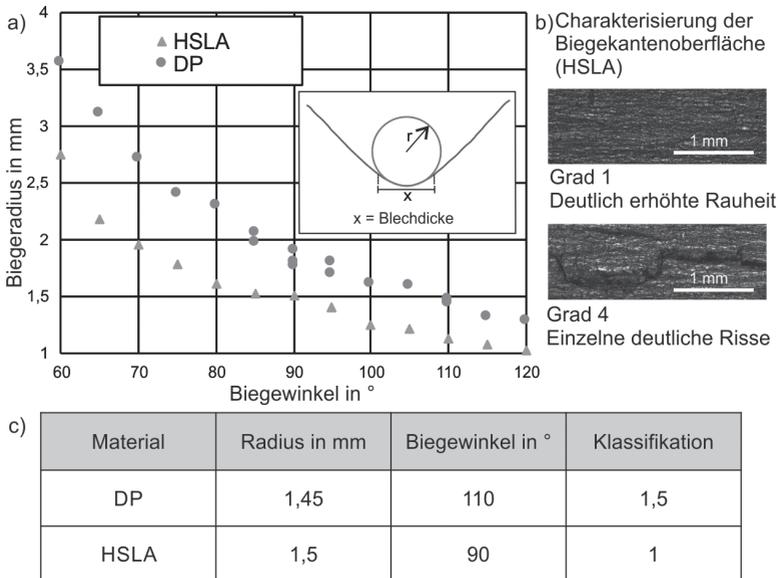


a) Methode zur Verschleißprognose an Schneidwerkzeugen, b) Spannungszustände für Alucobond, c) Werkzeugverschleiß am Obermesser

3.2.3 Robuste Materialmodellierung für Blechbiegeoperationen

Projektträger ReCIMP
 Ansprechpartner Dipl.-Ing. Torben Bender

Die Verwendung von hochfesten Stählen im Automobilbau ist eine sehr aktuelle Thematik. Stahl ist noch immer ein relativ kostengünstiges Material und der Einsatz von hochfesten Stählen ermöglicht dünnere und leichtere Bauteile. Die Vorhersage des Versagensverhaltens und das Verhalten bei Lastumkehr beim Biegen dieser Materialien stehen im Fokus dieses Projektes. Zur Ermittlung des Einflusses der kinematischen Verfestigung und Schädigung beim Rückbiegen wurde ein Versuchsstand entwickelt, der das Hin- und Rückbiegen von Blechen ermöglicht. Verschiedene Materialmodelle wurden verwendet, um die experimentellen Kraft-Biegewinkel-Kurven simulativ zu reproduzieren. Ein weiterer Versuchsstand, der es erlaubt, Bleche unter Berücksichtigung der Rückfederung auf definierte Biegewinkel zu biegen, befindet sich in der Entwicklung. Es wurde eine Methode entwickelt, um die Biegeradien auf Basis von lichtoptischen Messungen experimentell zu bestimmen. Dies war eine Voraussetzung, um unterschiedliche Werkstoffe hinsichtlich ihrer Versagensgrade (vgl. Grad in Bild b) zu vergleichen.

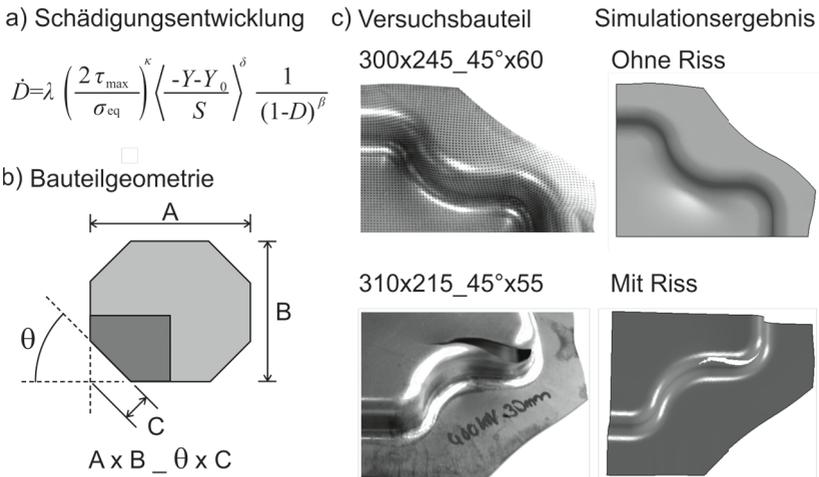


a) Radius über Biegewinkel, b) Versagensgrade, c) Vergleich zwischen Biegewinkel und Versagensgrad

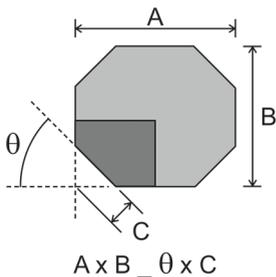
3.2.4 Erweitertes kontinuumsmechanisches Schädigungsmodell unter Berücksichtigung niedriger Triaxialitäten für die Tiefziehsimulation von Hochleistungsstählen

Projektträger	AiF/FOSTA
Projektnummer	P 1039
Ansprechpartner	Kerim Isik M. Sc. • Dr.-Ing. Till Clausmeyer
Projektstatus	abgeschlossen

Für die Vorhersage des Versagens von Ziehteilen aus höchstfesten Stählen wurde ein Schädigungsmodell entwickelt, welches den Effekt von unterschiedlichen Spannungszuständen berücksichtigt. Zur Erfassung des scherdominanten Versagensverhaltens wurde die Schädigungsentwicklung durch die Berücksichtigung der maximalen Scherspannung modifiziert. In Zusammenarbeit mit dem Unternehmen inpro wurden Charakterisierungsversuche (wie der Zugversuch mit einer Kerbung, der biaxiale Versuch und der ebene Torsionsversuch) genutzt, um Materialparameter für das im Rahmen des Projektes in kommerzieller Software implementierte Modell zu bestimmen. Für die Bestimmung des Versagensverhaltens unter Scherung wurden verschiedene Probengeometrien bezüglich ihrer Eignung untersucht. Die Simulationen mit den ermittelten Parametern konnten das Versagen bei den industrienahen Tiefziehversuchen erfolgreich vorhersagen (vgl. Bild c). Das Projekt wird dabei von Automobilherstellern, Softwarehäusern und Stahlherstellern unterstützt.



b) Bauteilgeometrie

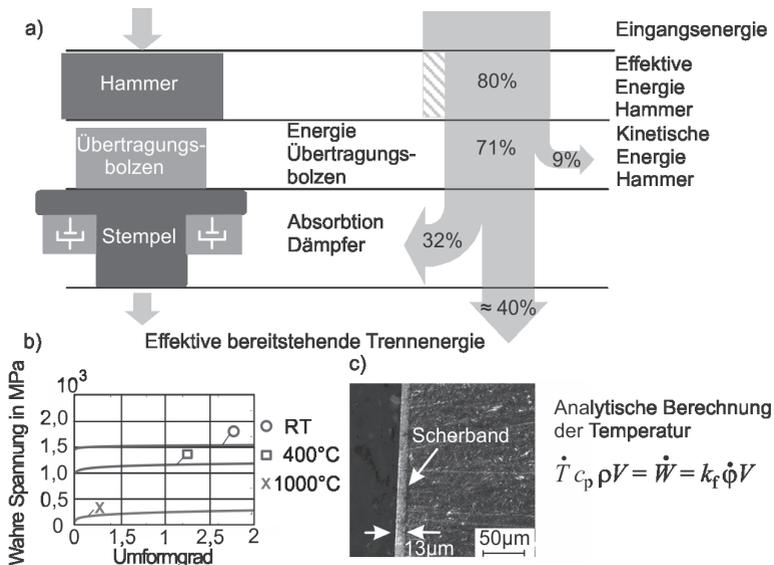


a) Modellgleichung für die Schädigungsentwicklung, b) Platinengeometrie, c) Vergleich der Simulation mit dem erweiterten Modell und dem Experiment

3.2.5 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.

Bei der Verarbeitung von höchstfesten Werkstoffen zeichnet sich das adiabatische Scherschneiden durch eine hohe Schnittqualität im Vergleich zu konventionellen Verfahren aus. Durch die hohen lokalen Formänderungsgeschwindigkeiten ($\dot{\epsilon} > 10^3 \text{ s}^{-1}$) und die kurze Prozesszeit ($t < 2 \text{ ms}$) stellt sich eine temperaturbedingte Entfestigung ein. Zur Berechnung der im Scherband herrschenden Temperaturen wurden verschiedene analytische Ansätze entwickelt. In Abhängigkeit von den Annahmen konnten sowohl obere Schranken für die notwendige Energie bestimmt als auch in der Literatur publizierte Temperaturwerte bestätigt werden. Die korrekte Abbildung des Temperaturfeldes ist notwendig für die Validierung der Prozesssimulationen. Das adiabatische Trennen wird experimentell und simulativ für einfache Geometrien, aber auch für komplexe, industriennahe Fertigteile untersucht. Das Projekt wird in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Werkstoffwissenschaft (LWW) in Chemnitz bearbeitet.

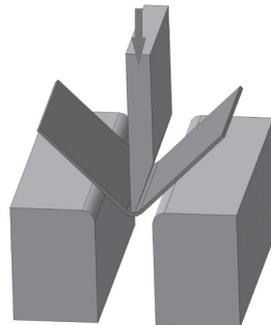
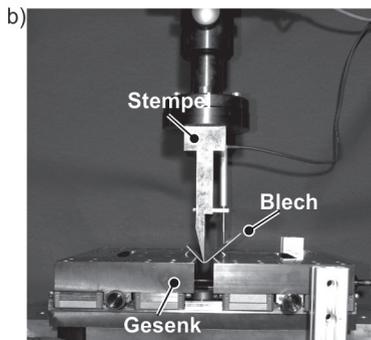
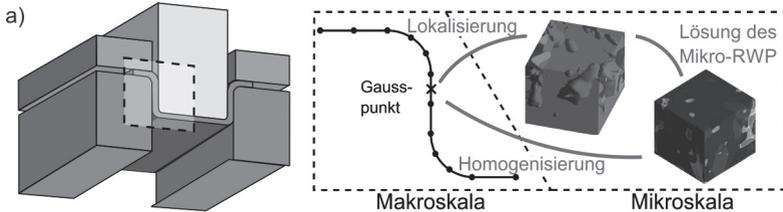


a) Energieverluste beim adiabatischen Trennen, b) temperaturabhängige Fließkurven, c) Scherbandausbildung C75S

3.2.6 Mikromechanische Modellierung der Materialumformung zur Vorhersage der anisotropen Verfestigung

Projektträger Mercator Research Center Ruhr
 Projektnummer Pr-2015-0049
 Ansprechpartner Dr.-Ing. Till Clausmeyer

Um den Einfluss von mikrostrukturellen Parametern auf die Umformeigenschaften vorhersagen zu können, werden neuartige Ansätze der mikromechanischen, skalenübergreifenden Materialmodellierung entwickelt. Der Fokus des Projektes liegt auf der Beschreibung und mikrostrukturspezifischen Vorhersage der anisotropen Verfestigung bei der Umformung. Es werden zwei verschiedene Ansätze untersucht und bewertet. Im ersten Ansatz werden auf Basis einer detailgetreuen Abbildung der Mikrostruktur die elementaren Verformungs- und Verfestigungsmechanismen in repräsentativen Volumenelementen (RVE) modelliert. Im zweiten Ansatz wird eine direkte Kopplung von Mikrostruktur-Modellen mit makroskopischen Simulationen im Rahmen der FE²-Methode mittels Balkenelementen durchgeführt. Das Projekt wird in Kooperation mit Professor Hartmeier am Interdisciplinary Centre for Advanced Materials Simulation (ICAMS) in Bochum und Professor Schröder am Institut für Mechanik der Universität Duisburg-Essen durchgeführt. Dabei werden zwei Doktoranden von den drei Antragstellern (Hartmaier, Schröder, Tekkaya) betreut.

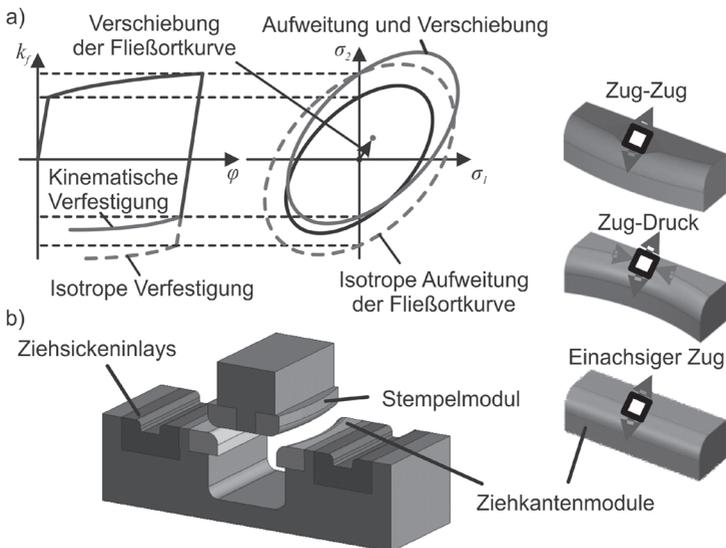


a) Tiefziehprozess und Berechnungsansatz (zur Verfügung gestellt von Jörg Schröder), b) Freibiegen

3.2.7 Analyse werkstofftechnischer und geometrischer Einflüsse auf die numerische Rückfederungsvorhersage

Projektträger AiF/EFB
 Projektnummer 17613N
 Ansprechpartner Heinrich Traphöner M. Sc.

Dieses Projekt wird in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Fertigungstechnologie in Erlangen durchgeführt. Im Zentrum steht die Bewertung des Rückfederungsverhaltens von Blechwerkstoffen. Zum einen geschieht dies durch die Analyse werkstofftechnischer Eigenschaften, wie der ebenen Anisotropie und des Bauschinger-Effekts. Zum anderen werden Modelle und Indikatoren entwickelt, anhand derer die numerische Vorhersage verbessert und der Charakterisierungsaufwand eingeschätzt werden soll. Dies dient zur Reduzierung des Charakterisierungsaufwandes. Das neu entwickelte Modell ermöglicht es, unterschiedliche Sätze von Materialparametern innerhalb einer Simulation zu nutzen, die basierend auf dem Lastpfad Anwendung finden. Anhand eines modularen Demonstrator-Tiefziehwerkzeugs können unterschiedliche, definierte Spannungszustände in einem Tiefziehbauteil erzeugt und zur Bewertung der numerischen Modelle herangezogen werden. Wie in dem Bild dargestellt, können diverse Inlays für Stempel, Matrize sowie Zieh-sicken kombiniert werden, um einen gewünschten Zustand zu erzeugen.

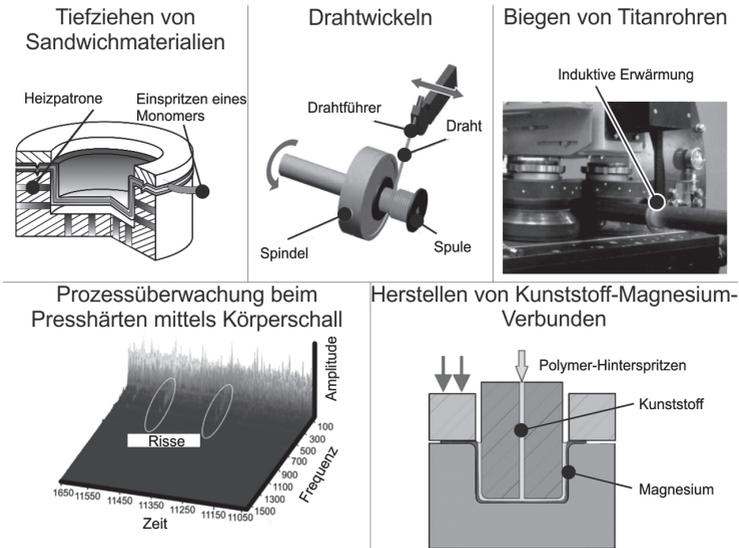


a) Fließort und Fließkurve für isotrope und kinematische Verfestigung, b) modulares Tiefziehwerkzeug zur Analyse definierter Spannungszustände

3.3 Abteilung Blech- und Biegeumformung

Leitung Lars Hiegemann M. Sc.

Zu Beginn des Jahres 2016 erfolgte der Zusammenschluss der Abteilung Blechumformung mit der Abteilung Biegeumformung. Durch diese Fusion beinhaltet die Abteilung nun die Forschungsschwerpunkte Blechumformung, Profilmumformung sowie Profil- und Drahtbiegen. Die hieraus folgende noch engere Kooperation zwischen einzelnen Projekten ermöglicht es, Synergien bestmöglich zu nutzen. So sind z. B. Strategien zur gezielten Temperaturführung des Umformprozesses sowohl beim Profilbiegen als auch in der Blechumformung erforderlich, um die gewünschten Bauteileigenschaften zu erreichen. Forschungsfelder der Abteilung stellen unter anderem die Entwicklung neuer sowie die Erweiterung bestehender Prozesse dar. Dieses erfolgt vor dem Hintergrund des Leichtbaus und der Ressourceneffizienz. Im Fokus steht dabei, das Prozessverständnis des jeweiligen Umformprozesses zu erweitern, um die wirkenden physikalischen Effekte verstehen und beschreiben zu können. Innerhalb des Jahres konnten fünf neue Forschungsprojekte (Bild) begonnen werden, welche sich mit dem Tiefziehen von Sandwichmaterialien, dem Drahtwickeln, dem Biegen von Titanrohren, der Prozessüberwachung beim Presshärten mittels Körperschall und dem Herstellen von Kunststoff-Magnesium-Verbunden beschäftigen.



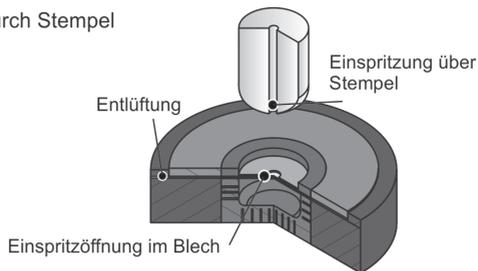
In 2016 begonnene Forschungsprojekte innerhalb der Abteilung Blech- und Biegeumformung

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

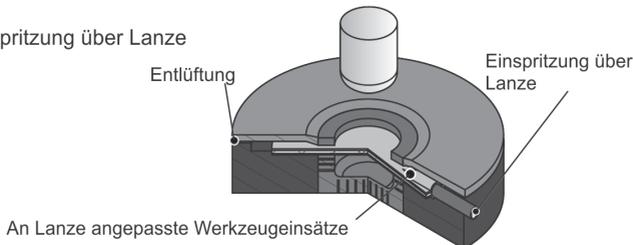
Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
 Projektnummer BE 5196/4-1
 Ansprechpartner Dipl.-Ing. Thomas Mennecart

Faser-Metall-Laminatbauteile werden innerhalb dieses Forschungsvorhabens in Zusammenarbeit mit dem Karlsruher Institut für Technologie in situ hergestellt. Dies bedeutet, dass vor der Umformung des Bauteils kein zusätzlicher Herstellungsschritt zur Herstellung des Halbzeuges notwendig ist. Um dies zu ermöglichen, werden die Kunststoffkomponenten zu einem beliebigen Zeitpunkt zwischen den Blechen eingespritzt. Hierzu ist ein Werkzeug entwickelt worden, welches durch seinen modularen Aufbau unterschiedliche Einspritzkonzepte beinhaltet, wie in der Abbildung zu sehen. Somit kann gewährleistet werden, dass der Kunststoff vor, während oder am Ende des Tiefziehvorgangs eingespritzt wird, wodurch unterschiedliche Viskositäten einstellbar sind. Erste Umformversuche mit Zwischenlagen unterschiedlicher Viskositäten und Deckblechen aus 1,0 mm AA5182 und DC04 zeigten Unterschiede im Umformverhalten der metallischen Deckbleche. Aufgrund der Möglichkeit für das Zwischenmedium, zwischen den Blechen zu fließen, bilden sich Zonen unterschiedlicher Mengen am Medium aus.

Einspritzung durch Stempel



Einspritzung über Lanze

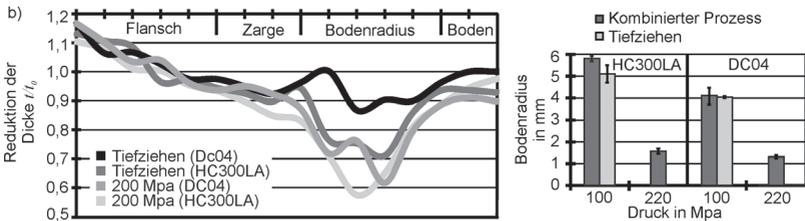
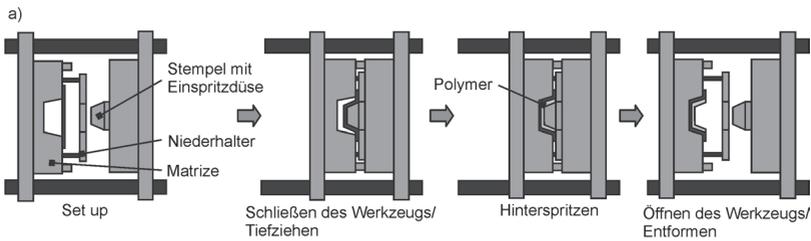


Kombiniertes Umform- und Einspritzwerkzeug durch Nutzung modularer Einspritzkomponenten

3.3.2 Herstellung von Strukturbauteilen durch Tiefziehen und Hinterspritzen im Spritzgießwerkzeug

Projektträger AiF/FOSTA
 Projektnummer 18075 N
 Ansprechpartner Sigrid Hess M. Sc.
 Projektstatus abgeschlossen

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Kunststoffverarbeitung (IKV) in Industrie und Handwerk an der RWTH Aachen wurde ein Kombinationsverfahren aus Tiefziehen und Hinterspritzen entwickelt, mit dem in einem Prozessschritt hybride Kunststoff/Metall-Strukturbauteile erzeugt werden können. Hierfür wurden die Tiefziehwerkzeuge Ziehstempel, -matrize und Niederhalter in das Spritzgießwerkzeug integriert. Mithilfe einer Tiefziehsimulation wurde das Werkzeug ausgelegt. Das Schließen des Werkzeugs bedingt zugleich das Tiefziehen des Bleches, sodass dieser zusätzliche Umformschritt die Spritzgieß-Zykluszeit nicht verlängert. Das darauffolgende Einspritzen des Kunststoffes steht in Analogie zur Hochdruckblechumformung. Anhand eines napfförmigen Prüfkörpers wurde gezeigt, dass der Spritzgießparameter Nachdruck, der den Umformdruck bedingt, den größten Einfluss auf die Ausformung hat und zur Kalibrierung der Bauteilgeometrie genutzt werden kann. Mit höheren Drücken können kleinere Radien am Napfboden erzeugt werden, allerdings geht dies mit einer Ausdünnung des Bleches einher (siehe Bild).



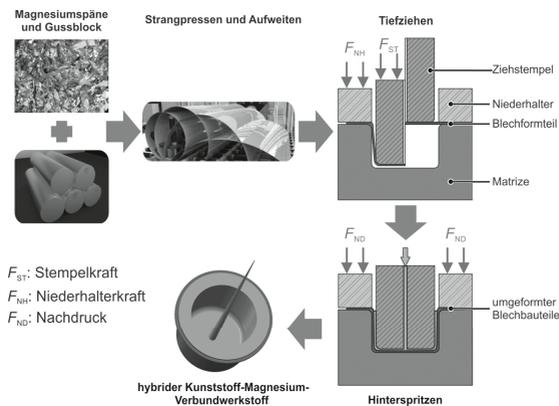
a) Prozessablauf, b) Einfluss des Nachdrucks auf die Bauteilqualität

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

Projektträger	Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE.NRW)
Projektnummer	EFRE-0800113
Ansprechpartner	Hamed Dardaei M. Sc.

Durch die Kombination von Magnesium und Kunststoff zu einem Hybridwerkstoff lassen sich die beiden unterschiedlichen Werkstoffeigenschaften vorteilhaft miteinander kombinieren. Der Werkstoffverbund ermöglicht es, die erforderlichen Prozessschritte für innovative Leichtbauweise in unterschiedlichsten Branchen erheblich zu reduzieren. Ein hybrider Werkstoff, der durch das Tiefziehen einer Magnesiumknetlegierung und das Hinterspritzen mit Kunststoff erzeugt wird, ermöglicht die kostengünstige Erzeugung leichter und hochbelastbarer Strukturen mit hoher Funktionsdichte. Das Bild zeigt diese Prozessplanung des Projektes.

Das Ziel dieses Projektes ist die Entwicklung eines integrierten Tiefzieh- und Hinterspritzprozesses. Hierfür muss eine geeignete Verbindungstechnik (nanokeramische Schichten) für die Kunststoff-Magnesium-Verbindung insbesondere durch Oberflächenmodifikationen der Magnesiumkomponente vorgenommen werden. Darüber hinaus müssen Werkzeugkonzepte zur Bereitstellung der Magnesiumknetlegierung sowie zum integrierten Ur- und Umformen für den neuen Hybridwerkstoff entwickelt werden. Zuletzt wird der Hybridwerkstoff anhand von beispielhaft hergestellten Demonstratoren sowie des Gesamtprozesses analysiert. Dieses Projekt wird in Kooperation mit dem Institut für Kunststoffverarbeitung an der RWTH Aachen (IKV), der TWI GmbH, der KODA Stanz- und Biegetechnik GmbH und der JUBO Technologies GmbH durchgeführt.



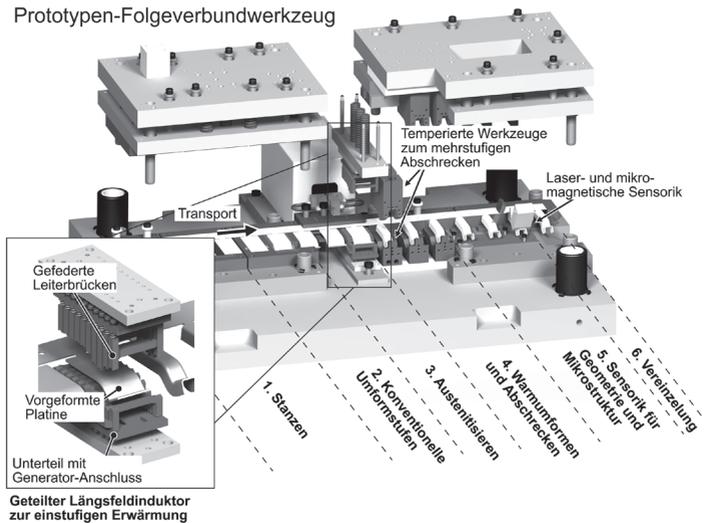
Produktionsprozess der hybriden Kunststoff-Magnesium-Verbundwerkstoff-Bauteile

3.3.4 ConProBend – Einstellung von Produkteigenschaften in Folgeverbundwerkzeugen

Projektträger BMWi/ZIM-KF
 Projektnummer LF2198138LP4
 Ansprechpartner Christian Löbbe M. Sc.

In Kooperation mit der Firma KODA wird eine Technologie zum temperaturunterstützten Umformen im Folgeverbundwerkzeug entwickelt, die zur Herstellung von hochfesten, belastungsangepassten Stahlbauteilen dient. Der Lösungsansatz umfasst die Regelung flexibler Prozessparameter, sodass Abweichungen geometrischer und mikrostruktureller Zielgrößen kompensiert werden.

Das Bild zeigt das Prototypen-Werkzeug, das zur Herstellung von Demonstrator-Bauteilen aus Bor-Mangan-Stahlblech mit der Dicke von 2,5 mm bei einer Hubrate von 20 min^{-1} ausgelegt ist. Nach dem Stanzen und der Kaltumformung des Blechs im Ursprungszustand folgt die rapide Erwärmung in einem Längsfeldinduktor zur kurzzeitigen Austenitisierung. Anschließend wird das Bauteil im duktilen Zustand weiter umgeformt und in mehreren Werkzeugstufen zur Aushärtung abgeschreckt. In den nachfolgenden Stufen erfolgt die Rückführung von der Geometrie und mikrostrukturellen Größen. Mithilfe der Technologie können somit die Vorteile des etablierten Presshärtens auf die schnellgetaktete Fertigung von Blechbauteilen im Folgeverbundwerkzeug übertragen werden.

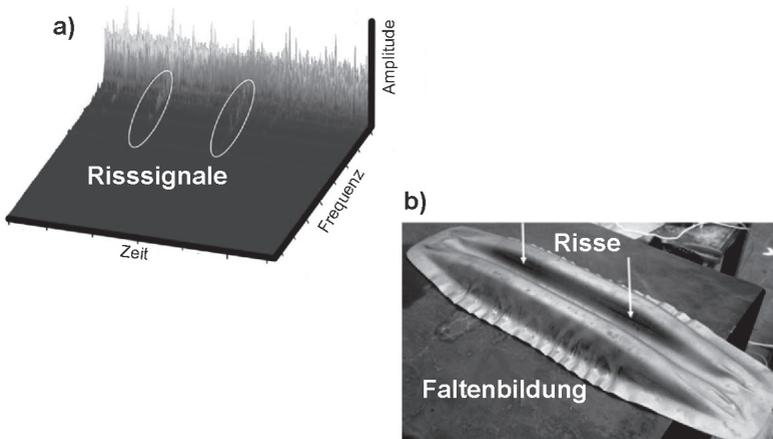


Folgeverbundwerkzeug zur Einstellung von Geometrie und Produkteigenschaften

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

Projektträger	Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE.NRW)
Projektnummer	EFRE-0800265
Ansprechpartner	Mike Kamaliev M. Sc.

In Kooperation mit der Qass GmbH werden in diesem Projekt Aussagen zum Umform- und Werkstoffverhalten beim Presshärten getroffen. Als Basis dienen dabei parallel zum Prozess aufgenommene Messungen des Körperschalls. Als Eingangsgröße für dieses Vorhaben dienen akustische Emissionswellen, welche in Form von Festkörperschallwellen durch piezokeramische Sensoren direkt am Werkzeug aufgenommen werden. Dieses spezielle Verfahren wird als Hoch-Frequenz-Impuls-Messung (HFIM) bezeichnet und basiert auf den mathematischen Grundprinzipien der Hüllkurvenanalyse. Durch eine FFT der Zeit-Amplituden-Signale werden Spektren der einzelnen Frequenzen erzeugt, woraus ein dreidimensionales Messergebnis resultiert. Anhand temperaturgesteuerter Zugversuche sowie des Abpressens von Demonstratoren werden statistische Ausarbeitungen der gemessenen Signale durchgeführt. Zum Teil werden dabei bewusst Fehler in die Bauteile eingebracht, um deren Auswirkung auf die gemessenen Signale beobachten zu können (vgl. Abbildung 1) und so Aussagen über den Prozess treffen zu können.

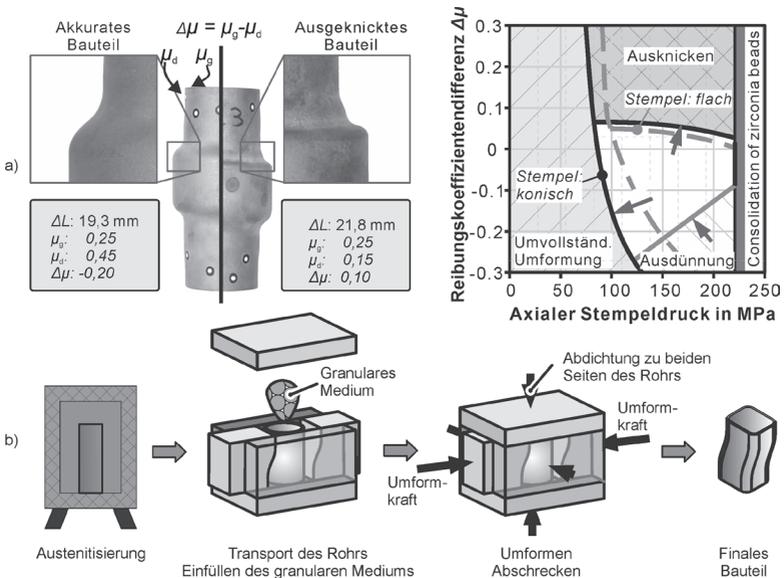


Fehlerhaftes Bauteil (b) mit zugehörigem Zeit-Amplituden-Signal in seinen Frequenzspektren (a)

3.3.6 Presshärten von Rohren durch granulare Medien

Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Projektnummer TE 508/52-1
Ansprechpartner Sigrid Hess M. Sc.

Das Presshärten ermöglicht die Erzeugung hochfester Komponenten mit Festigkeiten über 1500 MPa. Es kombiniert die Warmumformung mit einem kontrollierten Abkühlprozess und ist in der Blechumformung Stand der Technik. Für die Erzeugung von pressgehärteten Rohrkomponenten werden alternativ zu Gasen granulare Umformmedien eingesetzt, mit denen Temperaturen bis zu 1000 °C und Drücke bis zu 100 MPa realisiert werden können. Das Prozessfenster wird durch das Verhältnis der Reibungskoeffizienten zwischen Rohrwand und Matrize sowie zwischen Rohrwand und Granulat begrenzt. Es zeigt sich, dass der Einsatz von Granulaten mit geringerer innerer Reibung, die zudem weniger kompressibel sind, den Umformprozess nennenswert verbessern kann. Zudem kann mit einem konischen Stempel die Kraftübertragung von axialer in radiale Richtung optimiert und somit der Energiebedarf minimiert werden. Neben der aktiven Nutzung des Umformmediums wurde die Idee eines passiven Einsatzes entwickelt (siehe Bild). Das Projekt wird in Kooperation mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Köln bearbeitet.

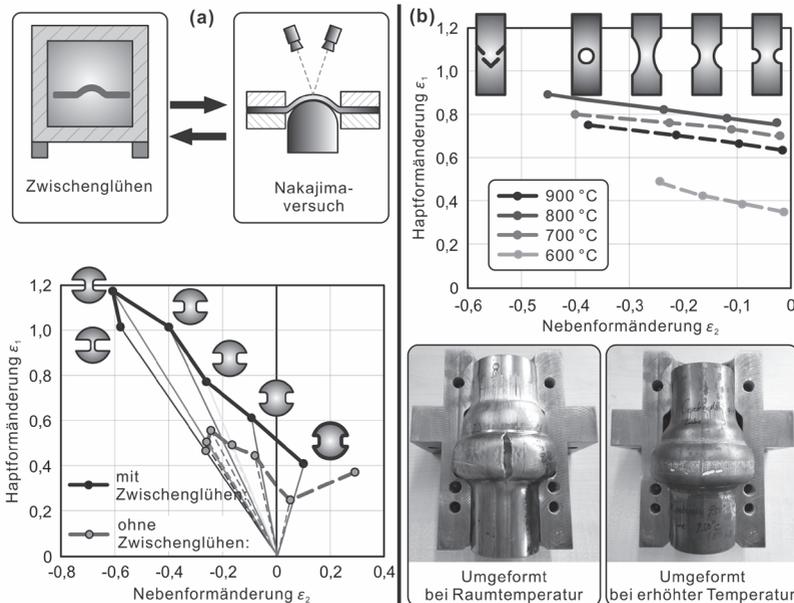


a) Aktiver Einsatz granularer Medien mit Prozessfenster, b) Presshärten mit passivem Umformmedium

3.3.7 Erweiterung der Formänderungsgrenzen durch den Einsatz von Wärme innerhalb der Prozesskette

Projektträger ReCIMP
Ansprechpartner Hui Chen M. Sc.

Der potenzielle Austausch von austenitischem Edelstahl durch ferritischen Edelstahl wird durch dessen relativ geringe Umformbarkeit begrenzt. Zum Erweitern der Umformbarkeit des ferritischen Edelstahls beim Innenhochdruckumformen werden zwei Ansätze verfolgt. Der erste Ansatz ist das Glühen des Halbzeugs zwischen einzelnen Umformschritten. Die Grenzformänderung wird hierbei signifikant durch das Zwischenglühen erhöht. Rohrteile mit komplexer Form können somit durch mehrstufige Umformverfahren hergestellt werden. Ein weiterer Ansatz ist, das Material direkt bei erhöhter Temperatur umzuformen. Formlose Feststoffe werden verwendet, um Umformtemperaturen bis 900 °C zu realisieren. Bei dieser erhöhten Temperatur wird das Umformvermögen insbesondere auf der linken Seite der FLC gesteigert. Während es beim Herstellen des Demonstratorbauteils bei Raumtemperatur zu Rissen kommt, tritt bei der Warmumformung des Rohrs aus ferritischem Edelstahl kein Versagen auf.



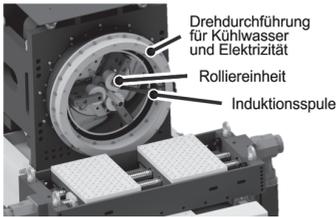
a) Erweiterung der Umformbarkeit durch Zwischenglühen, b) granular-mediumbasierte Warmrohrumformung

3.3.8 Freiformbiegen luftfahrtrelevanter Rohrbauteile

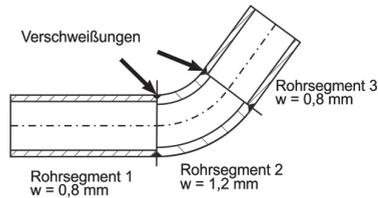
Projektträger BMWi/DLR
Projektnummer 20W1514B
Ansprechpartner Lars Hiegemann M. Sc. • Rickmer Meya M. Sc.

Titan (Ti-2) und Titanlegierungen (Ti3Al2.5V) haben vielfältige Einsatzbereiche in der Luftfahrt. Die hohe Festigkeit und geringe Duktilität erschweren jedoch den Rohrumformprozess. Das in der Luftfahrt etablierte Rotationszugbiegen weist einen hohen Rüstaufwand und eine eingeschränkte Produktkomplexität auf. Daher wird in diesem Projekt das Inkrementelle Rohrumformen (IRU) als Freiformbiegeprozess für luftfahrtrelevante Bauteile qualifiziert. Der Projektpartner PFW Aerospace GmbH fertigt belastungsangepasste Rohre durch Verschweißung von Rohrsegmenten unterschiedlicher Eigenschaften. Das IRU-Verfahren ist in der Lage, über einen Dorn gezielt die Wandstärke und den Außendurchmesser belastungsangepasst zu fertigen. Daher können aufwendige Schweißarbeitsschritte und der dazugehörige Prüfaufwand vermieden werden (s. Abbildung). Aufgrund der hohen Anforderungen der Titanwerkstoffe und des Ziels der Prozessfenstererweiterung wird eine induktive Erwärmungseinheit für die vorhandene Maschine entwickelt (s. Abbildung). Die Auswirkungen der Erwärmung auf das Prozessfenster gilt es zu analysieren.

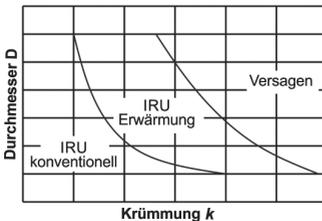
Erweiterung der IRU-Maschine um induktive Erwärmung



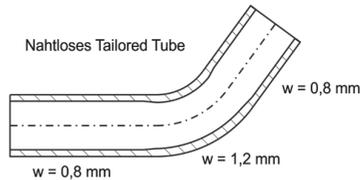
Tailored Tube aus Schweißkonstruktion



Erwartete Erweiterung des Prozessfensters



Tailored Tube durch IRU



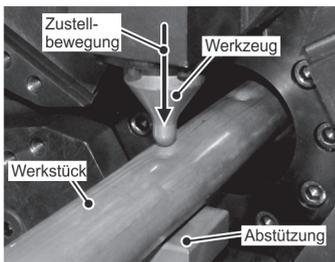
Erweiterung des Prozessfensters bei der Inkrementellen Rohrumformung und dessen Einsatz für luftfahrtrelevante Bauteile

3.3.9 Grundlagen des Inkrementellen Profilumformens

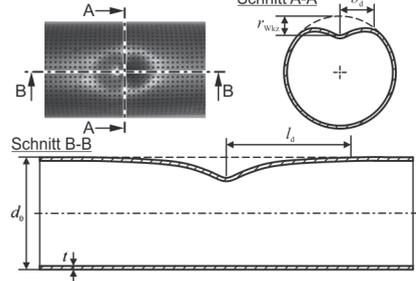
Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
 Projektnummer BE 5196/3-1
 Ansprechpartner Dipl.-Ing. Goran Grzanic

Das Inkrementelle Profilumformen (IPU) ermöglicht die schrittweise Umformung von Profilen durch ein oder mehrere lokal auf das Rohrhalfzeug einwirkende Werkzeuge. Da das bislang ungeklärte Formgebungsverhalten beim IPU von einer Vielzahl von Prozessparametern abhängt, bedarf es einer systematischen und grundlagenorientierten Prozessanalyse. Hierzu werden experimentelle und numerische Untersuchungsmethoden eingesetzt sowie analytische Prozessmodelle entwickelt. Einen wichtigen Teilaspekt der Prozessbetrachtungen stellt die Untersuchung der resultierenden Bauteilgeometrie dar. Insbesondere durch lokale Umformoperationen am Hohlprofil treten neben der eigentlichen Umformgeometrie ungewünschte Bauteil deformationen in unmittelbarer Umgebung des Werkzeugkontakts auf. Um dieses Verhalten im Hinblick auf eine hohe Bauteilgenauigkeit kontrollieren zu können, wird ebenfalls entsprechendes Prozesswissen aufgebaut. Die bei einseitiger Profilumformung entstehenden Deformationen und die Ergebnisse ihrer Vorhersage sind in der Abbildung dargestellt.

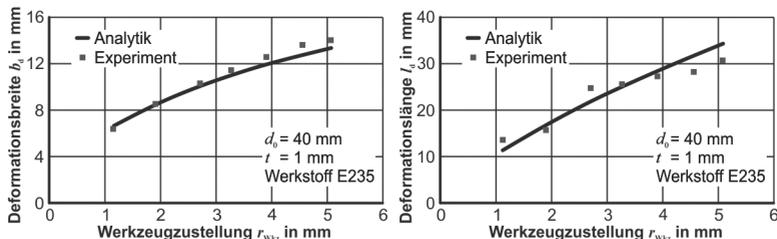
Radiales Eindrücken



Deformationszone



Vorhersage der Deformationszone

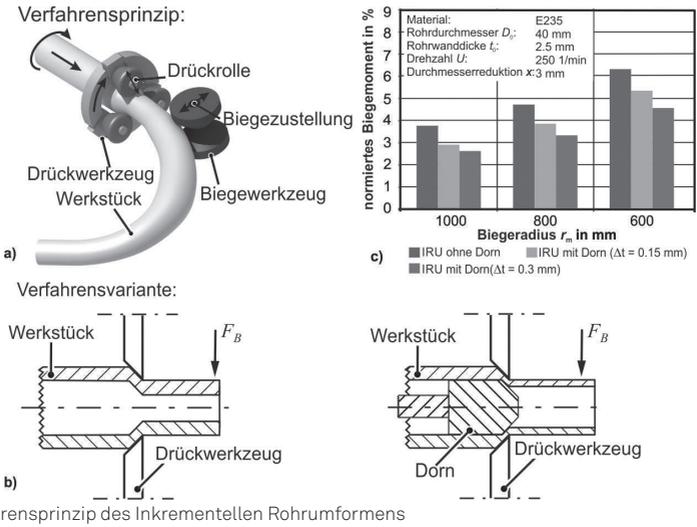


Untersuchung und Modellierung der Bauteil deformationen beim Inkrementellen Profilumformen

3.3.10 Untersuchung des Inkrementellen Rohrumformens mit dem Ziel der Erstellung eines Prozessmodells zur Vorhersage der Rückfederung

Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
 Projektnummer TE 508/26-2
 Ansprechpartner Esmaeil Nazari M. Sc.

Zur Herstellung von gekrümmten Rohren mit variierenden Querschnitten und unterschiedlichen Rohrdicken in Längsrichtung bietet sich die Inkrementelle Rohrumformung (IRU) an (vgl. Bild a). Mithilfe dieses Verfahrens, welches eine Kombination aus Drücken und Biegen ist, kann das benötigte Biegemoment und die Rückfederung des Rohres nach der Umformung reduziert werden. Zur Entwicklung eines Prozessverständnisses des dornlosen Verfahrens wurde in der ersten Phase des Projekts ein analytisches Modell entwickelt. In der zweiten Phase liegt der Fokus auf der Anpassung des Rohrdickenverlaufs durch die Verwendung eines Innendorns (vgl. Bild b). Erste Ergebnisse zeigten, dass durch die Spannungsüberlagerung, welche durch den Dorn und die Drückrollen hervorgerufen wird, ein noch stärkerer Abfall des Biegemomentes als ohne Dorn erfolgt, wie im Bild c gezeigt. Des Weiteren konnte beobachtet werden, dass das Biegemoment durch eine Reduktion der Wanddicke weiter reduziert werden kann. Um das Biegemoment und die Rückfederung für diesen Prozess vorhersagen zu können, soll im nächsten Schritt das zuvor aufgestellte analytische Modell erweitert werden.



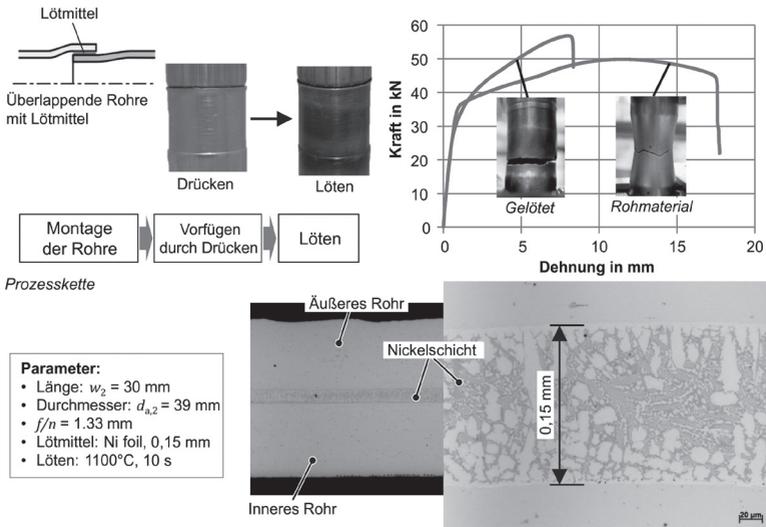
3.3.12 Mechanisches Fügen von Rohren durch inkrementelles Rohrumformen

Projektträger ReCIMP
 Ansprechpartner Christian Löbbe M. Sc.

Abgassysteme mit reduzierter Wanddicke werden heute vermehrt durch Löten auf Basis von Kupfer- und Nickel-Legierungen gefügt. Als Herausforderung stellt sich hierbei die hohe Sensivität der Produktqualität gegenüber den schwankenden Prozessbedingungen und dem Toleranzeinfluss des Rohmaterials heraus. Ein Lösungsansatz ist daher die Applikation von Crimp- oder Drück-Prozessen, um einerseits die Rohrenden zu kalibrieren, oder andererseits durch Vorfügen die Störeinflüsse zu minimieren.

In dem gegenwärtigen Kooperationsprojekt werden mit der Fa. Faurecia integrierte Prozessrouten untersucht, bei denen unterschiedliche Rohrendgeometrien durch inkrementelle Umformprozesse erzeugt und anschließend durch Erhitzung verlötet werden. Das Bild zeigt die Prozessroute zum umformtechnischen Vorfügen mittels inkrementeller Rohrumformung sowie die Ergebnisse des Zugversuchs nach dem induktiven Löten. Das Beispiel zeigt, dass durch die Anpassung der Prozessschritte nicht nur der Einfluss von Rohrtoleranzen minimiert wird, sondern auch die Empfindlichkeit gegenüber den alternierenden Kontaktbedingungen beim induktiven Erwärmen zwischen dem Lötmetall und dem Basismaterial abnimmt.

Integrierte Prozesskette mit inkrementeller Rohrumformung und Lötung



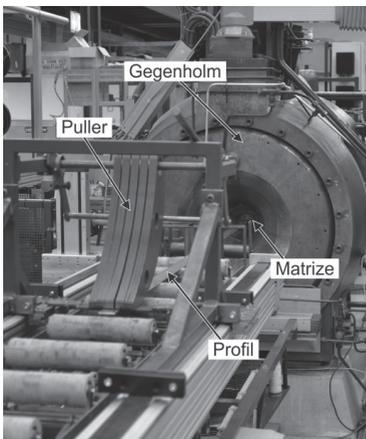
Integrierte Prozessroute zum Fügen von Rohrenden durch inkrementelles Umformen und Löten

3.4 Abteilung Massivumformung

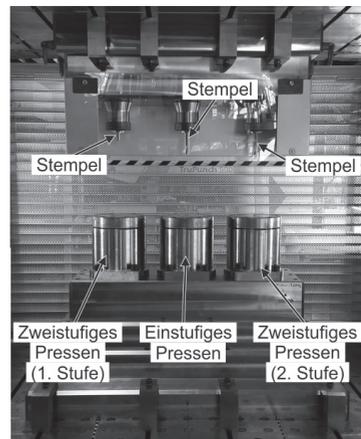
Leitung Christoph Dahnke M. Sc.

Die Arbeiten der Abteilung Massivumformung fokussieren sich insbesondere auf die Erforschung und Entwicklung von innovativen Verfahren im Bereich des Strangpressens sowie des Kaltfließpressens. Motiviert durch den Leichtbaugedanken, bilden die gezielte Verbesserung lokaler Bauteileigenschaften sowie die Herstellung von Verbundbauteilen dabei zentrale Punkte bei der Prozessentwicklung. Berücksichtigt werden hierbei auch ökologische Aspekte, bspw. durch die direkte Wiederverwendung von Aluminiumspänen mittels Spänestrangpressen. Im Hinblick auf die Herstellung hybrider Bauteile werden unterschiedliche Arten von Verbundstrangpress- und Verbundfließpressprozessen untersucht. Diese erlauben sowohl eine Kombination von Leichtbauwerkstoffen mit hochfesten Stählen zur Verbesserung mechanischer Eigenschaften als auch die Integration funktionaler Elemente wie elektrischer Leiter oder Formgedächtniselemente. Eine Verbesserung lokaler Bauteileigenschaften kann beim Fließpressen bspw. durch Anpassungen der Matrixgeometrie oder durch die Änderung der Prozessroute (ein- oder mehrstufiges Pressen) erreicht werden.

Strangpressen



Fließpressen

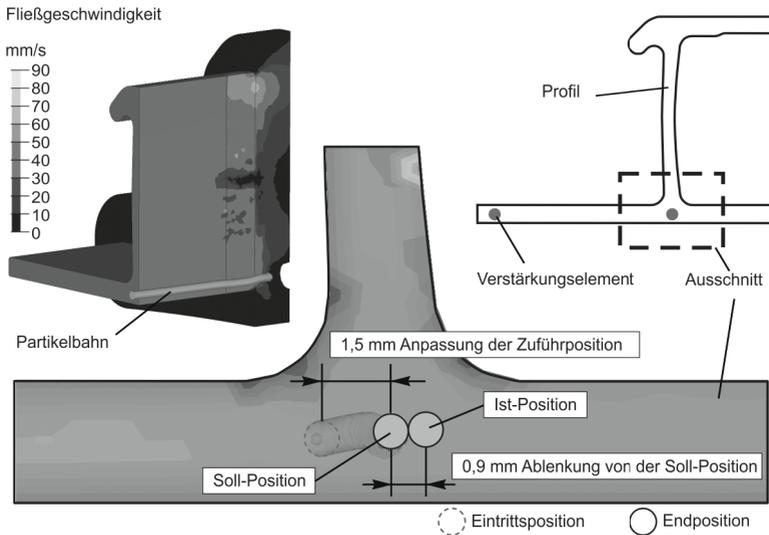


Zentrale Forschungsbereiche der Abteilung Massivumformung

3.4.1 Fertigung von Aluminiumprofilen mit kontinuierlicher Verstärkung

Projektträger AiF/Stifterverband Metalle
 Projektnummer 18959 N/1
 Ansprechpartner André Schulze M. Sc.

Ziel des Projektes ist die Weiterentwicklung der erarbeiteten Grundlagen des Verbundstrangpressens im Hinblick auf eine industrielle Anwendung. Hierbei soll das Verfahren insbesondere hinsichtlich der Herstellung komplexerer Strukturprofile für die Fahrzeugkarosserie optimiert werden. Herausforderungen bei der Konzeptionierung ergeben sich aufgrund dünnwandiger Profilgeometrien, geringer Durchmesser der Verstärkungselemente sowie aufgrund des begrenzten Bauraums und der schlechten Zugänglichkeit im Bereich der Pressen und Werkzeuge. Hinzu kommen wirtschaftlich bedingte Aspekte wie das gleichzeitige Pressen mehrerer Profilstränge bei hohen Pressgeschwindigkeiten. Für die Untersuchungen wurde ein Seitenaufprallträger mit vier Verstärkungselementen als Demonstratorprofil ausgewählt. Entsprechend den Anforderungen erfolgt die simulationsgestützte Entwicklung eines entsprechenden Werkzeugs. Dabei wird die finale Elementposition im Profil mithilfe der Partikelverfolgung optimiert und die Spannungsbelastung der Verstärkungselemente während der Einbettung bestimmt.

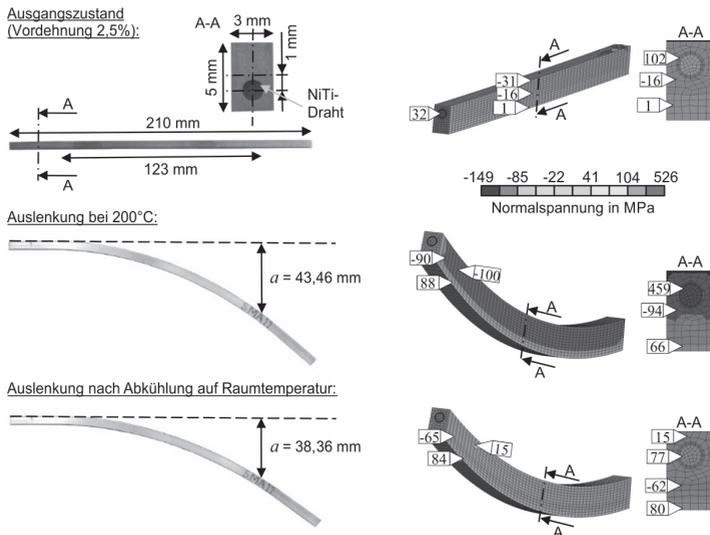


Partikelverfolgung zur Vorhersage der Verstärkungselementposition im Profil

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

Projekträger Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
 Projektnummer TE 508/45-1
 Ansprechpartner Christoph Dahnke M. Sc.

Formgedächtniseffekt und Superelastizität machen Formgedächtnislegierungen für unterschiedlichste Anwendungen interessant. Auch im Verbund mit Leichtbauwerkstoffen, wie Aluminium oder Magnesium, zeigen sie ein hohes Potenzial. Die Verbundbauteile zeichnen sich durch eine Verbesserung der mechanischen Eigenschaften aus und sind auch für Sensor- oder Aktuator-Anwendungen geeignet. Durch kontinuierliches Verbundstrangpressen werden im Rahmen des Projektes NiTi-Drähte in eine Aluminiummatrix eingebettet und in Zusammenarbeit mit dem IAM-WK des KIT untersucht. Durch eine thermomechanische Behandlung der Verbundbauteile nach dem Strangpressen kann eine Aktuatorfunktion erzeugt werden. Die Kontraktion der vorgedehnten Drähte sowie die exzentrische Positionierung sorgen dabei für eine Umformung des Bauteils. Die gefertigten Profile sind somit in der Lage, in Abhängigkeit der Temperatur wiederholt unterschiedliche Auslenkungen zu erreichen. Die Auslegung der Verbundbauteile sowie die gezielte Nutzung des Effektes erfordert hierbei die numerische Analyse mittels FEM (vgl. Bild).



Experimentell erreichte Auslenkung der Proben und numerische Analyse des Spannungszustandes

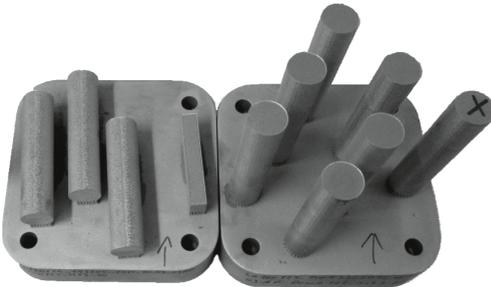
3.4.3 Experimentelle und numerische Untersuchung zu komplexen industriellen Strangpresswerkzeugen mit integrierter Werkzeugkühlung

Projektträger BMWi/ZIM-KF
Projektnummer KF2198142K04
Ansprechpartner Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Ramona Hölker-Jäger
 Oliver Hering M. Sc.

Die Kühlung von Strangpresswerkzeugen ermöglicht eine Steigerung der Pressgeschwindigkeit und somit der Produktivität. Eine effektive Wärmeabfuhr ohne übermäßige Steigerung der Presskräfte erfordert dabei eine konzentrierte Wärmeableitung. Daher ist das Ziel des Forschungsvorhabens, zusammen mit dem Projektpartner WEFA Inotec GmbH, erstmals industriell verwendbare, additiv gefertigte Strangpresswerkzeuge mit konturnahen Kühlkanälen zu entwickeln, zu fertigen und zu analysieren.

Für die Werkzeugfertigung werden Werkstoffe, die sowohl die Anforderungen an die thermomechanisch hochbelasteten Strangpresswerkzeuge erfüllen als auch für die pulverbasierte Fertigung verfügbar sind, ausgewählt und anhand von Warmzugversuchen charakterisiert (vgl. Bild). Verschiedene Werkzeuge werden sowohl konventionell gefertigt und mit subtraktiv eingebrachten Kühlkanälen versehen als auch additiv mit integrierten, konturnahen Kühlkanälen hergestellt. Anschließend werden die Werkzeuge anhand von experimentellen und numerischen Untersuchungen hinsichtlich der erreichbaren Kühlleistung bewertet.

a)



b)

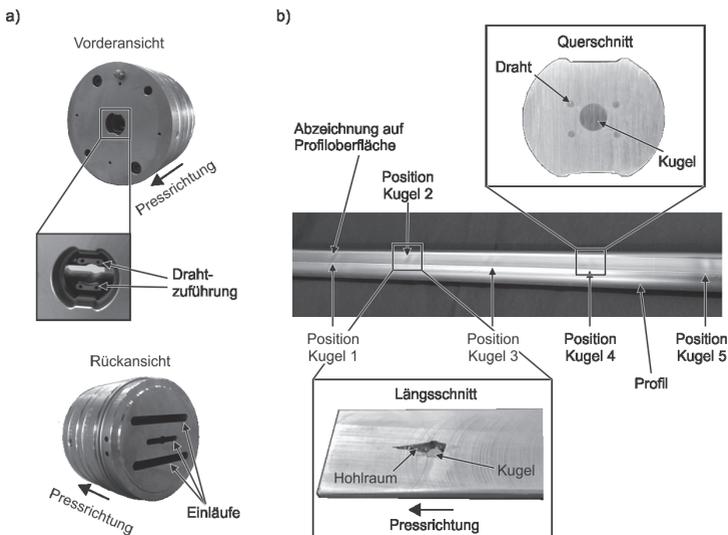


a) Additiv aufgebaute Zylinder für die Zugprobenfertigung, b) gezogene, additiv gefertigte Zugproben

3.4.4 Bauteiloptimierung durch Schmieden von verbundstranggepressten Aluminiumhalbzeugen

Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
 Projektnummer TE 508/17-2
 Ansprechpartner Dipl.-Ing. Martin Schwane • Christoph Dahnke M. Sc.
 Projektstatus abgeschlossen

In Kooperation mit dem IFUM Hannover war das Ziel dieses Projekts die Herstellung von Verbundbauteilen mit anwendungsangepassten Eigenschaften durch Verbundstrangpressen und anschließendes Schmieden. Der Schwerpunkt lag sowohl auf der Entwicklung der Einzelprozesse als auch auf der Berücksichtigung möglicher gegenseitiger Beeinflussungen entlang der Prozesskette. Ein Teilziel war die Kombination von partiellem und kontinuierlichem Verbundstrangpressen. Zur Bestimmung der Prozessgrenzen wurde ein Werkzeug für die Zuführung von 4 Drähten sowie einer partiellen, zentrischen Verstärkung entwickelt (vgl. Bild a). Experimentelle Untersuchungen zeigten, dass eine Verfahrenskombination realisiert werden kann. Restriktionen ergeben sich insbesondere mit sinkenden Profilabmessungen. Kleiner werdende Abstände zwischen kontinuierlicher und partieller Verstärkung beschränken die Möglichkeiten bei der Werkzeuggestaltung. Diese führen zu einem nicht optimalen Werkstofffluss und damit zu Hohlräumen im Bereich der partiellen Verstärkung sowie Abzeichnungen an der Profilloberfläche (vgl. Bild b).



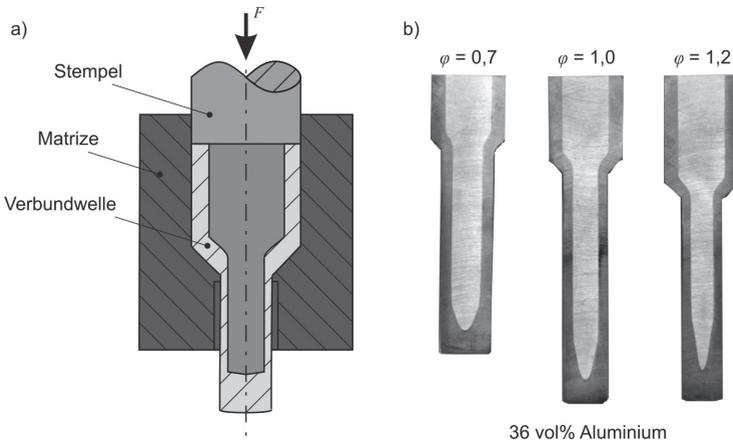
a) Werkzeug zur Herstellung eines partiell sowie kontinuierlich verstärkten Profils, b) experimentelle Ergebnisse

3.4.5 Verbundfließpressen von fließgepressten Halbzeugen

Projektträger	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Projektnummer	TE 508/54-1
Ansprechpartner	Dipl.-Ing. Stefan Ossenkemper

Als Verbundfließpressen wird das gemeinsame Fließpressen mehrerer Halbzeuge zur Herstellung von Verbundbauteilen bezeichnet. Die dabei verwendeten Halbzeuge unterschiedlicher Werkstoffe werden auf- oder ineinandergelegt und zusammen durch einen Formgebungsspalt fließgepresst. Im fertigen Verbundbauteil kann somit eine kraft-, form- oder stoffschlüssige Fügeverbindung der Verbundpartner erreicht werden.

Im Rahmen des Projektes werden Verbundtriebwellen hergestellt und untersucht. Dafür werden zunächst Näpfe aus Stahl durch Napf-Rückwärts-Fließpressen gefertigt. Anschließend wird ein Kern aus Leichtmetall, z. B. Aluminium, eingelegt. Im letzten Schritt wird das so hergestellte Halbzeug ein- oder mehrstufig zu einer Verbundwelle voll-vorwärts-fließgepresst (vgl. Bild a). Die Welle weist damit einen leichten Aluminiumkern und eine verschleißfeste Hülle aus Stahl auf. Im Fokus der Arbeiten liegen aktuell die Analyse der Verbundqualität sowie der Werkstoffverteilung innerhalb der Welle (vgl. Bild b).



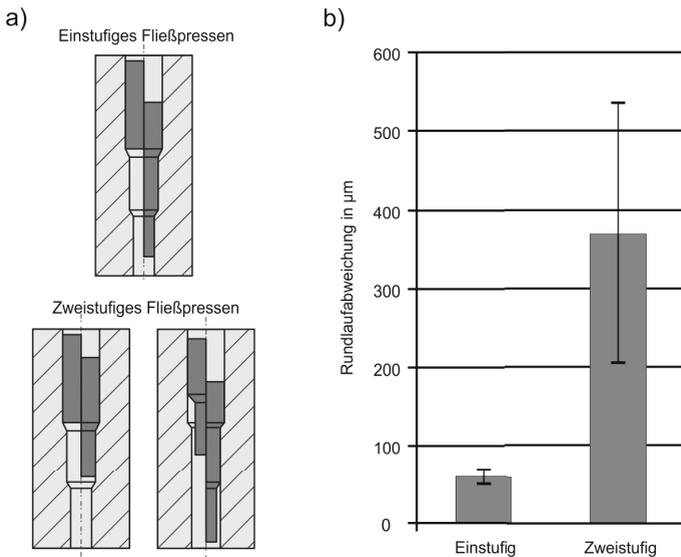
a) Verbund-Voll-Vorwärts-Fließpressen (schematisch), b) fließgepresste Stahl-Aluminium-Verbundwellen

3.4.6 Gezielte Prozesssteuerung bei der Kaltmassivumformung und Wärmebehandlung zur Minimierung des Verzugs

Projektträger AiF/FSV
 Projektnummer 478 ZN
 Ansprechpartner Oliver Hering M. Sc.

In Kooperation mit der Stiftung Institut für Werkstofftechnik (IWT), Bremen, wird die gezielte Einstellung der Prozessparameter bei der Kaltumformung mit anschließender Wärmebehandlung zur Minimierung von Verzug untersucht. Mögliche Fertigungsabweichungen (vor der Wärmebehandlung) werden durch die Fertigungsroute bzw. die Stufenfolge (vgl. Bild a) entscheidend beeinflusst. Im Vergleich mit dem zweistufigen Fließpressen führt das einstufige Fließpressen bspw. zu deutlich geringeren Rundlaufabweichungen (vgl. Bild b). Diese Unterschiede werden durch das erneute Einlegen in die nächste Stufe sowie durch das zweite Auswerfen herbeigeführt.

Darüber hinaus führt eine nachgeschaltete Wärmebehandlung bei Temperaturen unterhalb der Phasenumwandlungen ($<A_{c1}$) zum Abbau von Fertigungseigenstressen durch plastische Deformation, wenn die temperaturabhängige Streckgrenze des Werkstoffs überschritten wird. Einstufig gepresste Wellen zeigen daher auch kleinere Maßänderungen nach der Wärmebehandlung aufgrund der geringen Eigenstressen im Vergleich zu zweistufig gepressten Wellen.



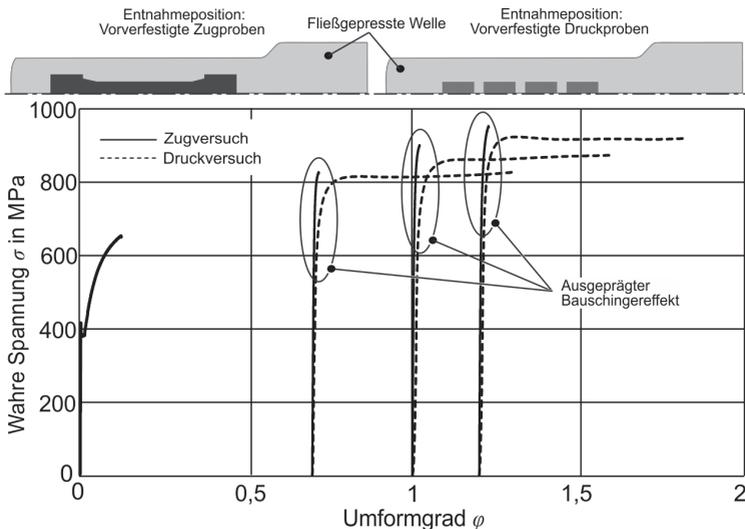
a) Ein- und zweistufiges Fließpressen, b) Rundlaufabweichung nach dem Fließpressen

3.4.7 Abbildung lokaler Bauteileigenschaften in FEM-Umformsimulationen

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

In Kooperation mit dem ISF der TU Dortmund sowie dem IFU Stuttgart ist das Ziel dieses Teilprojektes des Forschungsvorhabens „Massiver Leichtbau“ die Verbesserung der Vorhersage lokaler Bauteileigenschaften in Umformsimulationen. Im Bereich Kaltfließpressen werden dazu aktuell gemischt isotrop-kinematische Verfestigungsmodelle untersucht. Diese erlauben die Abbildung des Bauschingereffekts und somit eine Richtungsabhängigkeit der lokalen Bauteilfestigkeiten.

Zur Charakterisierung des Bauschingereffekts werden verschiedene experimentelle Methoden, wie bspw. Zug- und Druckversuche an bereits fließgepressten Bauteilen, untersucht (vgl. Bild). Die gewonnenen Daten werden anschließend zur Ermittlung der Parameter für die Werkstoffmodelle genutzt. Es zeigt sich, dass die erweiterten Materialmodelle gegenüber dem konventionell verwendeten isotropen Modell eine deutlich höhere Vorhersagegenauigkeit der Bauteileigenschaften beim Fließpressen erlauben. In Bezug auf die Bauteilauslegung ist hier vor allem die umformbedingte Richtungsabhängigkeit der lokalen Bauteilfestigkeit zu nennen.

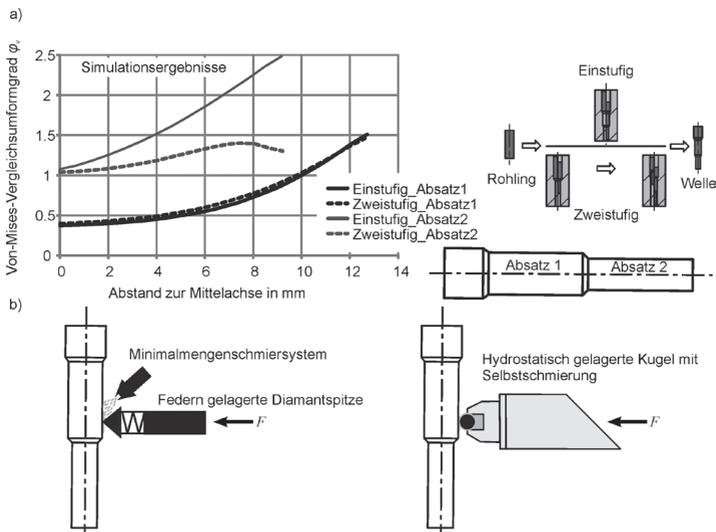


Fließkurven vorverfestigter Proben zur Verdeutlichung des Bauschingereffektes beim Fließpressen

3.4.8 Erweiterung technologischer Grenzen bei der Massivumformung in unterschiedlichen Temperaturbereichen

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

In Kooperation mit dem IFU Stuttgart und dem IFUM Hannover wird in diesem Teilprojekt der Forschungsinitiative „Massiver Leichtbau“ u. a. die Herstellung einer Getriebewelle durch Kaltmassivumformung erforscht. Ziel dabei ist die Erhöhung der mechanischen Eigenschaften, wie z. B. die Festigkeit in der hochbelasteten Randzone. In numerischen Experimenten werden zunächst die lokalen Umformgrade in der Randzone erhöht. Die damit einhergehende Kaltverfestigung führt folglich zu einer Festigkeitssteigerung. Innerhalb der Simulation werden die Parameter Reibung, Schulteröffnungswinkel, Übergangsradius und die Prozessroute variiert und der jeweilige Einfluss auf die Umformgrade analysiert. So konnte bspw. festgestellt werden, dass durch eine einstufige Prozessroute höhere Umformgrade im Randbereich erzeugt werden können als durch eine zweistufige Route (vgl. Bild a). Im weiteren Projektverlauf wird untersucht, inwiefern ein nachgelagerter Festwalzprozess mit unterschiedlichen Werkzeugsystemen die Randzone weiter verfestigen und die konventionelle Wärmebehandlung ersetzen kann (vgl. Bild b).



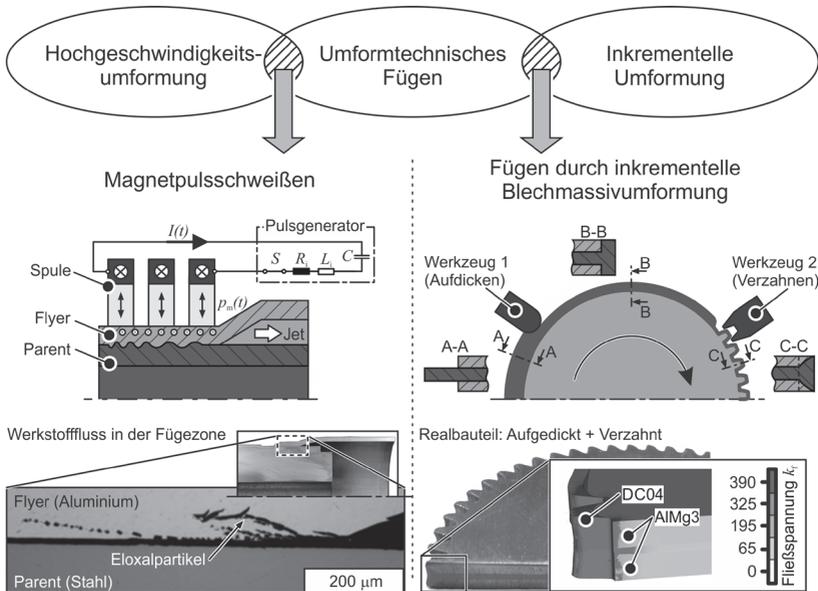
a) Einfluss der Prozessroute auf den Umformgrad, b) Festwalzwerkzeugsysteme zur Tauglichkeitsuntersuchung

3.5 Abteilung Sonderverfahren

Leitung: Dipl.-Wirt.-Ing. Soeren Gies

Das umformtechnische Fügen, die Hochgeschwindigkeitsumformung sowie die inkrementelle Umformung bilden die thematischen Schwerpunkte in der Abteilung Sonderverfahren. Zur Erweiterung der Verfahrensgrenzen besteht ein zunehmendes Bestreben in der Neu- und Weiterentwicklung von Technologien, die in den Schnittmengen der drei Verfahrensgruppen zu verorten sind. Das Magnetpulsschweißen als Kombination von Füge- und Hochgeschwindigkeitsumformung erweitert das Portfolio umformtechnischer Fügeprozesse um das Verbindungsprinzip des Stoffschlusses. Im Schwerpunktprogramm 1640 arbeitet das IUL gemeinsam mit dem Institut für Fertigungstechnik der TU Dresden an der gezielten Aktivierung des zugrunde liegenden Fügemechanismus.

Eine technologische Neuentwicklung stellt das umformtechnische Fügen mittels inkrementeller Blechmassivumformung dar. Das Verfahren ermöglicht erstmalig die Herstellung mehrteiliger, gefügter, hybrider Bauteile im Blechmassivumformprozess. Die Identifikation der Verbindungsmechanismen und Prozessgrenzen erfolgt im Rahmen des Teilprojektes A4 des SFB/TR 73.

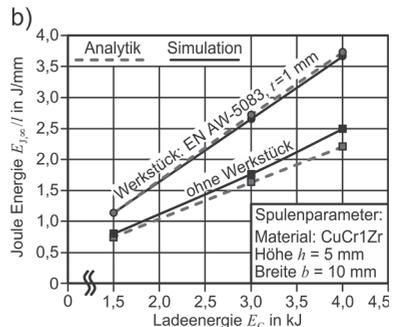
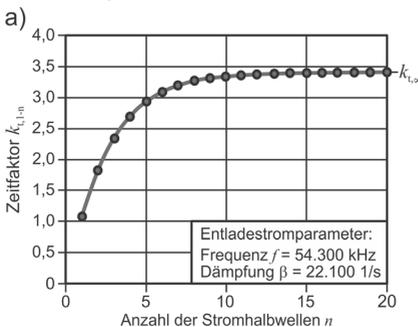
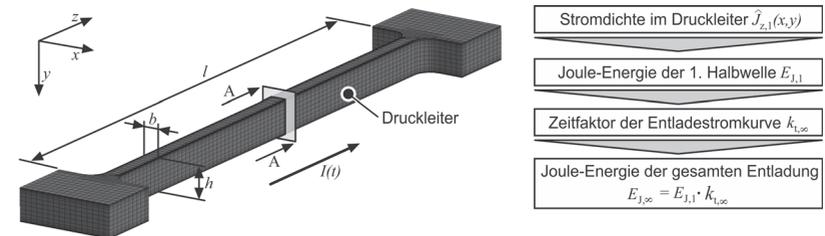


Prozesse in den Schnittmengen der Forschungsschwerpunkte der Abteilung Sonderverfahren

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

Projekträger: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
 Projektnummer: TE 508/51-1
 Ansprechpartner: Dipl.-Wirt.-Ing. Soeren Gies

Eine Steigerung der Effizienz und Lebensdauer von Werkzeugspulen ist nur bei Kenntnis der Energiewandlungsvorgänge und des vorherrschenden Belastungskollektivs möglich. Vor diesem Hintergrund wurde im Rahmen des Gemeinschaftsprojektes mit dem Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb der TU Berlin eine durchgängige analytische Beschreibung der Stromwärmeverluste in Werkzeugspulen entwickelt. Auf Grundlage der Entladestromkurve sowie der geometrischen und thermophysikalischen Parameter von Druckleiter und Werkstück wird hierbei zunächst die Stromdichte im Querschnitt des Druckleiters $\hat{j}_{z,1}(x,y)$ ermittelt. Die auf Grundlage der Stromdichte ermittelte Joule-Energie infolge der ersten Halbwelle $E_{J,1}$ kann unter Rückgriff auf den Zeitfaktor $k_{t,\infty}$ in die Joule-Energie der gesamten Entladung $E_{J,\infty}$ umgerechnet werden. Der Zeitfaktor erlaubt zudem Rückschlüsse auf den Einfluss der einzelnen Stromhalbwellen an der gesamten thermischen Verlustenergie.



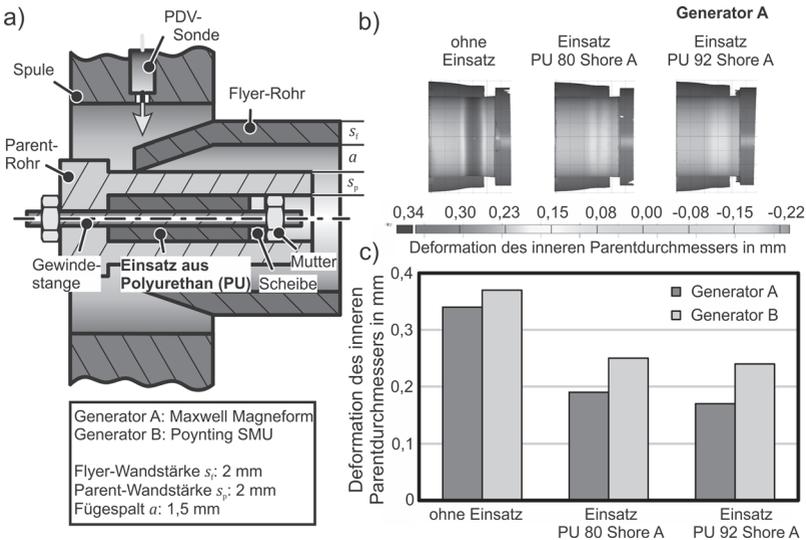
Stromwärmeverluste im Leiter: a) Einfluss der Halbwellen, b) Vergleich von Analytik und Simulation

3.5.2 Gezielte Einstellung der Nahtausbildung beim Fügen durch Magnetspulsschweißen

Projekträger: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
 Projektnummer: SPP 1640 • Teilprojekt A1
 Ansprechpartner: Dipl.-Wirt.-Ing. Jörn Lueg-Althoff

Die Forschungstätigkeiten zum umformtechnischen Fügeverfahren Magnetspulsschweißen umfassen die Analyse und die gezielte Verstärkung des Schweißmechanismus. Gemeinsam mit dem Institut für Fertigungstechnik der TU Dresden wird u. a. der Einfluss des Druckimpulses, der beim Aufprall des Flyer-Rohres auf das innenliegende Parent-Rohr wirkt, untersucht. Besonderes Augenmerk liegt auf dem zeitlichen Verlauf des magnetischen Drucks, welcher sich je nach Charakteristik des Entladestroms unterschiedlich ausbildet. Mithilfe verschiedener Pulsgeneratoren an beiden Instituten kann der Einfluss unterschiedlicher Entladestromcharakteristiken untersucht werden.

Eine Reduzierung der Wandstärke des Parent-Rohres aus Leichtbaugründen geht mit einer erhöhten plastischen Deformation dieses Fügepartners infolge des Flyer-Aufpralls einher, welche auf den Schweißprozess rückwirkt. Auch diesbezüglich gibt es einen entscheidenden Einfluss der Entladestromcharakteristik. Ferner werden Ansätze zur Reduzierung solch unerwünschter Deformationen, bspw. durch Polyurethaneinsätze, erprobt (siehe Bild).

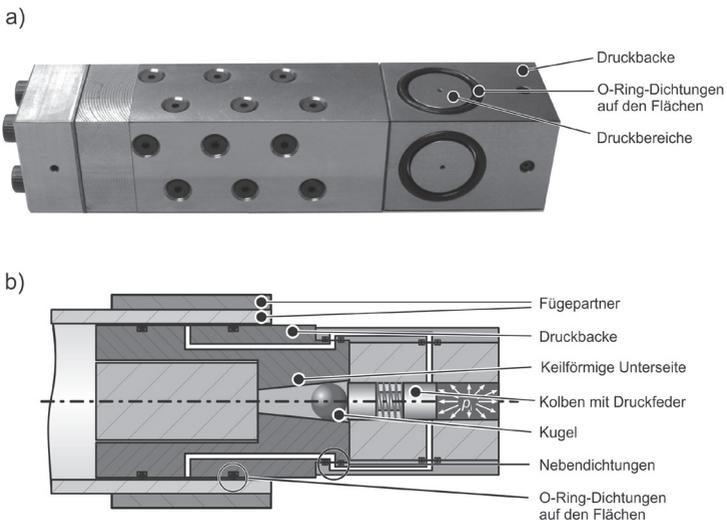


Reduzierung unerwünschter Parentdeformationen: a) Setup, b) 3D-Scans, c) Einfluss des Puls-generators

3.5.3 Innenhochdruckfügen nicht rotationssymmetrischer Profilquerschnitte

Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
 Projektnummer TE 508/50-1
 Ansprechpartner Michael Müller M. Sc.

Im Projekt erfolgt die Verfahrenserweiterung des Innenhochdruckfügens auf Fügepartner mit nicht rotationssymmetrischen Querschnitten. Hierfür wurde ein Werkzeug (vgl. Bild a) für das Fügen von Rechteckrohren entwickelt und gefertigt. Die Druckbeaufschlagung erfolgt auf den Profilflächen. Numerische Untersuchungen haben gezeigt, dass sich die hiermit erreichbaren Passfugendrücke im Gegensatz zur vollumfänglichen Druckbeaufschlagung nicht signifikant unterscheiden und die Problematik der Profileckenabdichtung entfällt. Zum Ausgleich von Halbzeugtoleranzen und wegen der Reduzierung der Dichtungsvorspannkraft bei der Fügepartnerexpansion sind die Druckbacken über ein Kugel-Kolbensystem verstellbar (vgl. Bild b). Die Funktionsweise ähnelt einem Druckbegrenzungsventil. Die Feder zwischen den beiden Kolbenteilen komprimiert bei Erreichen der Dichtungsvorspannung und gibt die Kanäle für die Wirkmedienzuführung frei. Derzeitige Arbeiten haben die Entwicklung eines analytischen Prozessmodells zum Ziel, welches die Berechnung sinnvoller Wirkmediendrücke im Rahmen der Prozessauslegung ermöglicht.

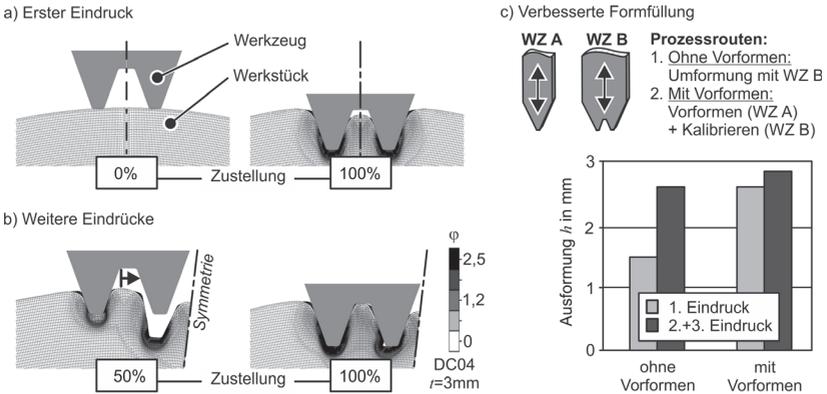


Fügesonde: Gefertigter Prototyp und schematische Schnittdarstellung

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

Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
 Projektnummer SFB/TR 73 • Teilprojekt A4
 Ansprechpartner Dipl.-Ing. Peter Sieczkarek

Ziel ist die umformtechnische Herstellung geometrisch komplexer Bauteile aus Blechen mit integrierten Funktionselementen. Charakteristisch für diese Technologie ist der dreidimensionale Werkstofffluss, der zur Prozessbeherrschung grundlegend analysiert wurde. Bei der inkrementellen Vorgehensweise wird das Blech durch eine flexible Abfolge lokal begrenzter Umformoperationen bearbeitet. Nach einer Werkstoffvorverteilung in der Blechebene oder am Blechrand erfolgt eine Kalibrierung der Formelemente. Aktuelle Untersuchungen befassen sich mit dem inkrementellen Verzahnen am Blechrand. Die Formfüllung des ersten Eindrucks weist dabei geometrische Abweichungen zu den nachfolgenden Formelementen auf. Während die erste Umformung in das Vollmaterial erfolgt (a), werden die weiteren Eindrücke lediglich nur einen Zahn vorgetaktet (b). Die abweichende Formfüllung des ersten Eindrucks kann somit anhand des eingeschränkten Werkstoffflusses erklärt werden. Abhilfe schafft ein vorgelagerter Vorformschritt mit einem 1er-Zahn-Werkzeug (WZ A). Dieser verbessert die Formfüllung des ersten Eindrucks gegenüber Prozessroute 1 um ca. 45 % (c).



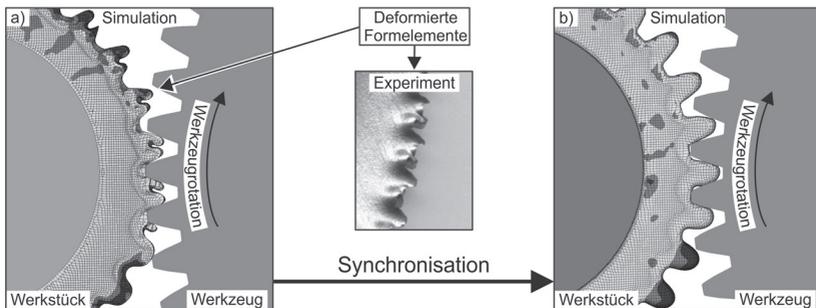
Zahnformen: a) Erster Eindruck in das Vollmaterial, b) weitere Eindrücke, c) verbesserte Formfüllung

3.5.5 Wirtschaftliche Herstellung gewichts- und eigenschaftsoptimierter Funktionsbauteile mittels inkrementeller Blechmassivumformung

Projektträger AiF/FOSTA
 Projektnummer 18663 N/1
 Ansprechpartner Sebastian Wernicke M. Sc.

Ziel des Projektes ist die Herstellung industrienaher Funktionsbauteile mittels inkrementeller Blechmassivumformung. Im Fokus steht dabei eine definierte Randaufdickung von Blechronden mit anschließender umformtechnischer Herstellung einer Verzahnung. Hierbei soll der Prozess auf Taktzeiten beschleunigt werden, die einen wirtschaftlichen Einsatz ermöglichen. Als wesentlicher Kernpunkt der Untersuchungen muss der Zielkonflikt zwischen der Umformtemperatur aufgrund der beschleunigten Prozessführung und der gezielt einzustellenden Kaltverfestigung ermittelt und beherrscht werden. Weitere Herausforderungen gehen aus der hohen Werkzeugbelastung in Verbindung mit dem unerforschten tribologischen System hervor.

Die zur wirtschaftlichen Technologienutzung erforderlichen Taktzeiten werden bereits durch rotierende Verzahnungswerkzeuge erreicht. Mittels numerischer und experimenteller Stoffflussanalysen wurde hierbei die Notwendigkeit einer synchronisierten Umfangsgeschwindigkeit zwischen dem Umformwerkzeug und der Blechrunde festgestellt. Ohne Synchronisierung werden bereits ausgeformte Formelemente in nachfolgenden Kalibrierschritten deformiert.



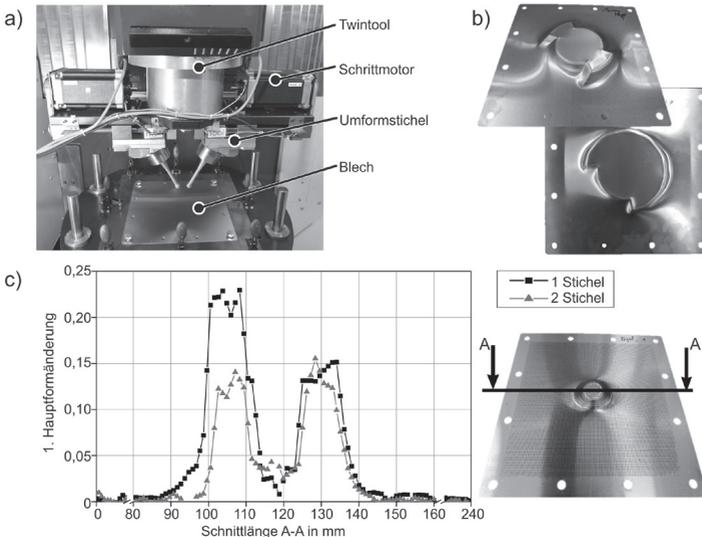
Umformtechnisches Verzahnung ohne (a) und mit (b) synchronisierter Rotationsgeschwindigkeit

3.5.6 Inkrementelle Blechumformung mit mehreren simultanen Umformzonen (MPIF)

Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
 Projektnummer TE 508/42-1
 Ansprechpartner Dipl.-Ing. Thai Dang

Um die Bearbeitungszeit bei der inkrementellen Blechumformung zu reduzieren, wurde das Twintool (Bild a) entwickelt. Durch die Verwendung eines weiteren Drückstichels kann die Umformung an zwei unterschiedlichen Stellen des Blechs gleichzeitig erfolgen und somit die Bearbeitungszeit um 50% reduziert werden.

Im Forschungsprojekt soll untersucht werden, inwiefern sich die Drückstichel während der Umformung gegenseitig beeinflussen. Hierzu wurde zunächst das Twintool steuerungstechnisch erweitert. Die Position der beiden Stichel lässt sich somit nun unabhängig voneinander einstellen, sodass Bauteile mit verschiedenen Umformstrategien hergestellt werden können (Bild b). Beim Einsatz des Twintools konnte ein symmetrisches Formänderungsverhalten an Kegelstümpfen beobachtet werden. Bei einem Stichel dagegen resultiert ein asymmetrisches Verhalten (Bild c). Anhand der Ergebnisse konnte beim Twintool eine Interaktion festgestellt werden. Um ein besseres Grundverständnis zu erlangen, wird im nächsten Schritt die Wechselwirkung in Abhängigkeit weiterer Prozessparameter näher betrachtet.

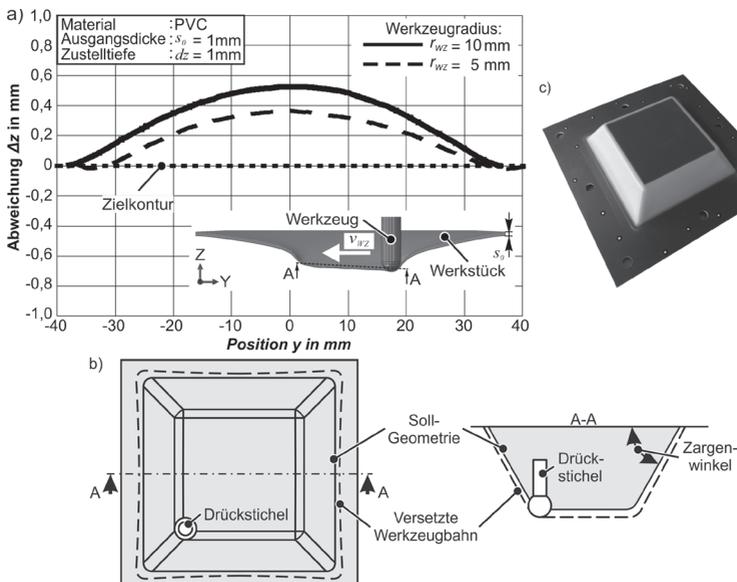


a) Twintool, b) erzeugte Bauteile, c) Vergleich der Hauptformänderungsverteilungen

3.5.7 Inkrementelle Kaltumformung von Thermoplasten

Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
 Projektnummer TE 508/20-2
 Ansprechpartner Fabian Maaß M. Sc.

Im Fokus des Projekts steht die Steigerung der geometrischen Fertigungsgenauigkeit inkrementell kaltumgeformter Bauteile aus Thermoplasten und Metall-Polymer-Verbundwerkstoffen. Durch eine gezielte Prozessführung beim Single Point Incremental Forming (SPIF) können auftretende geometrische Fertigungsfehler bis zu einem gewissen Grad kompensiert werden. Auf Grundlage neu entwickelter numerischer und analytischer Prozessmodelle werden Kompensationsstrategien beschrieben, die in die Prozessplanung einfließen, um die geometrische Fertigungsgenauigkeit des SPIF zu steigern. Aktuelle Arbeiten umfassen Untersuchungen zur Auswirkung ausgewählter Prozessparameter auf das Beulverhalten des Werkstoffes. Zudem wird das Überformen der Bauteilkontur, über das Sollmaß hinaus, als Kompensationsstrategie zur Fertigung ebener Bauteilflächen analysiert (vgl. Bild). Da Thermoplaste im Vergleich zu Blechwerkstoffen deutlich höhere elastische und zeitabhängige Dehnungsanteile aufweisen, ist zur Erreichung der Sollkontur ein stärkeres Überformen erforderlich.

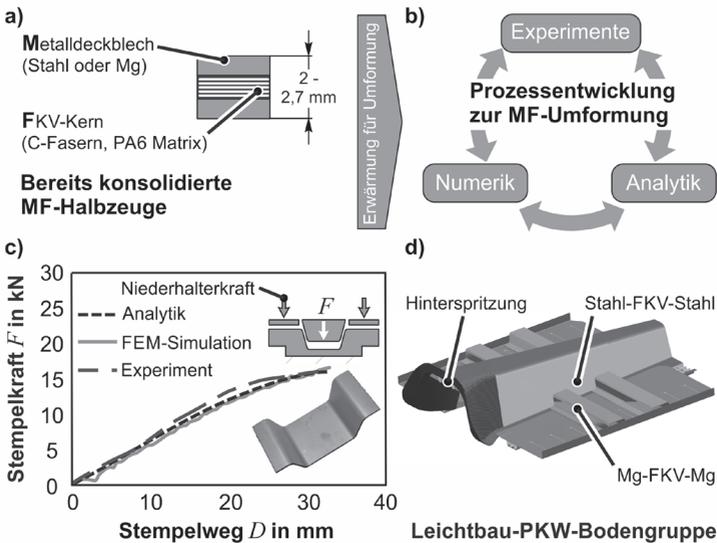


a) Geometrieabweichung, b) Kompensationsstrategie Überformen, c) umgeformter Pyramidenstumpf

3.5.8 Entwicklung effizienter integraler Fertigungsprozesse zur Umformung von Metall-FKV-Halbzeugen

Projektträger	BMBF/PTKA, Förderplattform FOREL
Projektnummer	02PJ2772 (Verbundvorhaben LEIKA)
Ansprechpartner	Marlon Hahn M. Sc.
Projektstatus	abgeschlossen

Für eine Erhöhung des Leichtbaugrades bei Elektrofahrzeugen wurden im Rahmen des LEIKA-Projekts massentaugliche Umformverfahren für die von Projektpartnern entwickelten Metall-FKV-Halbzeuge betrachtet (MF-Halbzeuge, Bild a). Die Thermoformbarkeit der thermoplastischen Matrix ermöglichte dabei die Anpassung (durch Temperaturführung) an konventionelle Umformverfahren sowie die Integration von Spritzgießprozessen. Innerhalb des Projektkonsortiums wurden experimentelle, numerische und analytische Methoden für die Fertigungsprozessentwicklung angewandt (Bild b). So wurden am IUL beispielsweise analytische Modelle für die Bestimmung der Rückfederung beim Biegen, der Faltenbildung beim rotationssymmetrischen Tiefziehen und für die Stempelkraftberechnung beim nicht rotationssymmetrischen Tiefziehen (vgl. Bsp. in Bild c) entwickelt und verifiziert. Um das anwendungstechnische Potenzial der neuartigen hybriden Werkstoffe zu demonstrieren, wurde gemeinsam die PKW-Bodengruppe aus Bild d entwickelt, gefertigt und erfolgreich für ausgewählte Lastfälle geprüft.



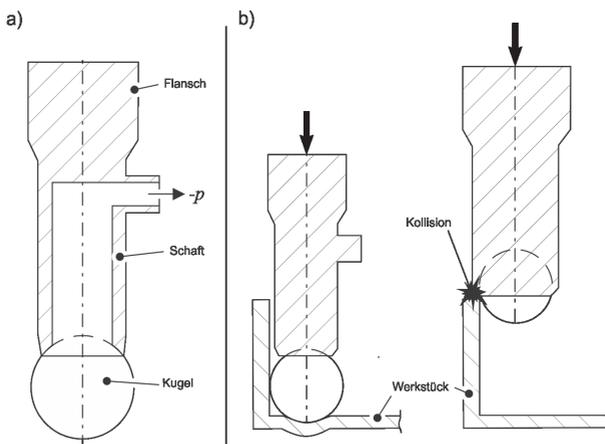
a) Metall-FKV (MF)-Halbzeuge, b) Untersuchungsmethoden, c) MF-Tiefziehen, d) LEIKA-Demonstrator

3.6 Angemeldete Patente

Verfahren und Vorrichtung zur inkrementellen Formänderung von dünnwandigen Werkstücken, insbesondere Blechwerkstücken

Aktenkennzeichen	DE 10 2016 003 840.3
Patentanmelder	TU Dortmund • Zentrum für BrennstoffzellenTechnik
Status	angemeldet
Ansprechpartner	T. Dang • S. Gies • A. E. Tekkaya • M. Kouachi L. Kühnemann • P. Beckhaus

Das Einbringen filigraner Strukturen in dünne Metallfolien mittels inkrementeller Umformung stellt eine besondere Herausforderung dar. Bei dem Einsatz eines starren Werkzeugs mit einer halbkugelförmigen Spitze besteht die Gefahr, dass die Werkzeugspitze trotz Schmierung während der Umformung abbricht oder die Folie eingeschnitten wird. Beide Versagensfälle können dabei auf die Reibkräfte zwischen Werkzeug und Werkstück zurückgeführt werden. Zur Reibkraftreduzierung wurde ein Werkzeugkonzept mit beweglich gelagerter Kugelspitze entwickelt. Die Kugel wird durch einen Unterdruck am Werkzeugschaft (Bild a) gehalten und kann relativ zur Bewegung des Werkzeugs auf dem Werkstück abrollen. Dies führt zur Verbesserung der Prozessstabilität. Außerdem können tiefere Strukturen am Werkstück erzeugt werden, da der Aufbau des Werkzeugkonzeptes eine Kollision zwischen Schaft und Werkstück verhindert (Bild b). Ein weiterer Vorteil ist die Flexibilität durch den möglichen Einsatz verschiedener Kugeldurchmesser.



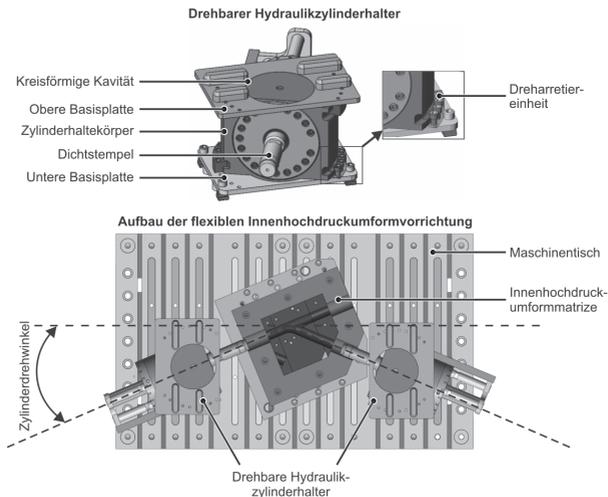
a) Werkzeugkonzept mit beweglicher Kugelspitze, b) kollisionsfreie Werkzeugbewegung

Zylinderhalter für eine Hydroformvorrichtung sowie Hydroformvorrichtung

Aktenzeichen	DE 10 2016 118 535.3
Patentanmelder	Faurecia • TU Dortmund
Status	angemeldet
Erfinder	H. Dardaei Joghan • D. Staupendahl • A. Henke T. Keesser • F. Legat

Beim Innenhochdruckumformen werden Hydraulikzylinder eingesetzt, um die Hydraulikflüssigkeit in das umzuformende Rohr zu befördern und das Rohr je nach Bedarf in die Umformmatrize zu schieben. Generell werden die Zylinder mit Haltevorrichtungen befestigt, welche in der Regel exakt auf die Geometrie der Innenhochdruckumformmatrize angepasst sind. Die Fertigung neuer Matrizengeometrien zieht deshalb in der Regel auch die Fertigung neuer Zylinderhalter nach sich.

In der in Kooperation mit Faurecia entwickelten Werkzeugtechnik ist ein Zylinderhalterkörper zwischen zwei Basisplatten angeordnet und wird mit Dreharretiereinheiten drehfest mit diesen verbunden. Die Basisplatten sind wiederum mit dem oberen und unteren Maschinentisch verbunden, welcher vorzugsweise Befestigungsnuten für die flexible Positionierung der Zylinder beinhaltet. Diese flexible Werkzeugtechnik kann somit auf verschiedene Rohrgeometrien angepasst werden, was die Werkzeugkosten, gerade bei einer hohen Variantenvielfalt, deutlich senkt.



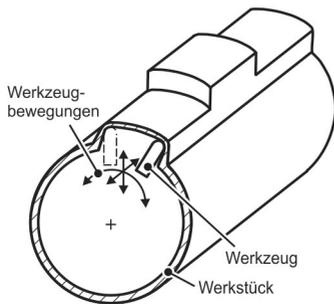
Flexibles Werkzeugsystem für das Innenhochdruckumformen

Verfahren und Vorrichtung zur Inkrementellen Umformung von Rohr- und Profilbauteilen

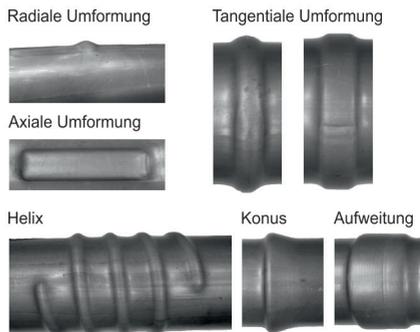
Aktenzeichen	DE 10 2016 002396.1
Patentanmelder	TU Dortmund
Status	angemeldet
Erfinder	G. Grzancic • C. Becker • A. E. Tekkaya S. Michel • M. Fuß

Das Ziel der Erfindung ist die umformtechnische Herstellung von Rohr- und Profilbauteilen mit über der Bauteillängsachse variierenden und beliebig geformten Querschnitten. Hierzu befinden sich im Inneren des Halbzeugs ein oder mehrere Werkzeuge, die schrittweise lokale Umformoperationen am Werkstück durchführen. Jedes Werkzeug verfügt dabei über mehrere unabhängige Freiheitsgrade. Neben den Einzelbewegungen in axialer, radialer und tangentialer Richtung erlaubt die Erfindung weiterhin die Überlagerung der einzelnen Bewegungen, sodass hochkomplexe Geometrien, wie beispielsweise schraubenförmige Konturen, herstellbar sind. Zusätzlich zur Kinematik ist ebenfalls die Form der Werkzeuge variabel wählbar, wodurch sich eine Vielzahl von Formgebungsmöglichkeiten ergibt. Eine Übersicht über gefertigte Bauteilstrukturen, die das hohe Maß an Flexibilität sowie die große erzielbare Bauteilvielfalt wiedergeben, ist in der Abbildung gegeben.

Verfahrensprinzip



Bauteilbeispiele



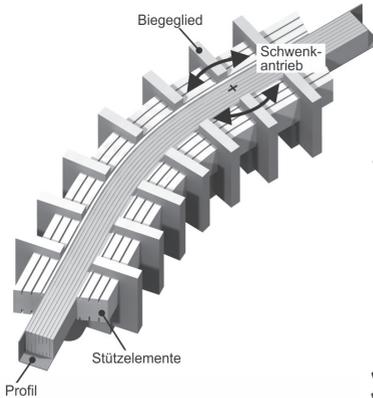
Prozessprinzip und Bauteilbeispiele der Inkrementellen Innenumformung von Rohren

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

Aktenzeichen	DE 10 2016 012 677.9
Patentanmelder	TU Dortmund
Status	angemeldet
Erfinder	C. Löbke • G. Grzanic • A. E. Tekkaya

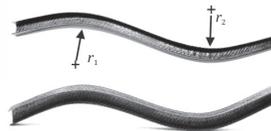
Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Biegen von Profilen oder Stabmaterial sowie eine Lösung zur Stabilisierung des Querschnitts gegen Deformationen. Insbesondere dünnwandige und offene Profilformen sind anfällig für Biegefehler wie Knicke, Risse, Falten und Querschnittsdeformationen, sodass eine Fertigung dieser Profilformen auf Basis von konventionellen Biegeverfahren nur in eingeschränkter Weise möglich ist. In dem neuartigen Verfahren wird das Profil vollflächig durch eine flexible Werkzeugform während der gesamten Umformung abgestützt, sodass nicht nur die Querschnittsverdrehung bei unsymmetrisch belasteten Profilen vermieden wird, sondern auch der Profilquerschnitt aktiv gestützt wird. Dieses Lösungsprinzip ist insbesondere für die Fertigung von Leichtbaustrukturen aus faserverstärkten Kunststoffen von Bedeutung, die i.d.R. nur im schmelzflüssigen Zustand umformbar sind. Das Bild zeigt den Aufbau der Vorrichtung als auch bereits realisierte mehrdimensional gebogene CFK-Profilbauteile.

Verfahren

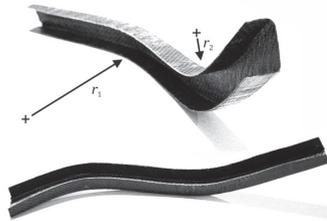


Beispielbauteile

zweidimensional gebogenes CFK-Profil



dreidimensional gebogenes CFK-Profil

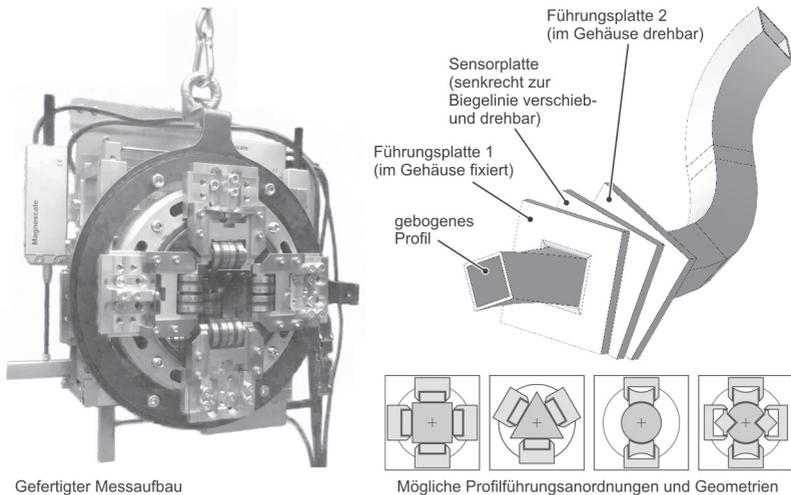


Aufbau der Vorrichtung und Beispielbauteile

Vorrichtung zur taktilen Erfassung und Analyse der Geometrie von gebogenen Profilen oder Rohren

Aktenzeichen	DE 10 2016 013 144.6
Patentanmelder	TU Dortmund
Status	angemeldet
Erfinder	D. Staupendahl • D. Schultz • A. E. Tekkaya

In der heutigen Zeit wird die Nachfrage nach individuellem Design immer größer. In der Biegeindustrie wird dieser Nachfrage durch das Angebot von Freiformbiegemaschinen begegnet. Die Biegekonturen, die mit diesen Maschinen gebogen werden können, stellen heutige Messmethoden vor große Herausforderungen. Für Rohre mit kreisförmigem Querschnitt gibt es eine Reihe von Verfahren, die eine schnelle und effiziente Überprüfung von Geometriedaten ermöglichen. Für Profile mit nichtkreisförmigem Querschnitt ist dies bislang nicht der Fall. Um diese Problematik zu lösen, wurde am IUL ein taktiles Messsystem entwickelt, welches die Profilkrümmungen, die Profildrehwinkel (Winkel zwischen zwei aufeinanderfolgenden Biegeebenen) und die Querschnittstorsion direkt während des Messens auswertet. Hierdurch können Profile nicht erst nach dem Biegen, sondern auch online, d. h. während des Biegens, vermessen werden. So wird die Möglichkeit geschaffen, einen direkten Regelkreis für Rohr- und Profilbiegemaschinen aufzubauen.

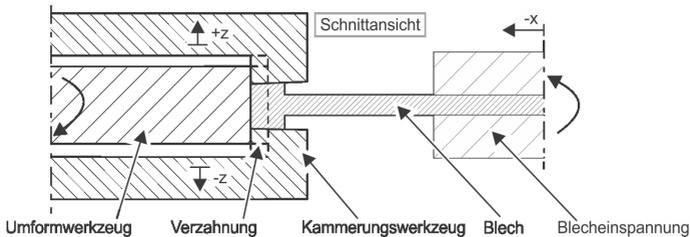


Vorrichtung zur gezielten variablen Einstellung des axialen Werkstoffflusses beim Verdicken und/oder Verzahnen von Blechbauteilen

Aktenzeichen	DE 10 2016 012 270
Patentanmelder	TU Dortmund
Status	angemeldet
Erfinder	S. Wernicke • S. Gies • A. E. Tekkaya

Durch Verfahren der inkrementellen Blechmassivumformung können belastungsangepasste Funktionsbauteile hergestellt werden. Anders als in der konventionellen Blechumformung kommt es dabei zu einem dreidimensionalen Spannungszustand im Werkstück, welcher Kammerungswerkzeuge zur Stoffflusssteuerung unabdingbar macht. Bestehende Kammerungskonzepte können konstruktionsbedingt eine Gratbildung zwischen Umformwerkzeug und Kammerung nicht verhindern. Des Weiteren limitieren sie die axialen Abmessungen der Umformwerkzeuge, sodass sich, in Kombination mit den vorherrschenden Kontaktspannungen von über 2.000 MPa, die Werkzeugstandzeit signifikant reduziert.

Die Erfindung ermöglicht eine derartige Einstellung des axialen Werkstoffflusses, dass keine nennenswerte Gratbildung an den Formelementen oder dem aufgedickten Randbereich entstehen kann und die hergestellten Formelemente eine definierte Wandstärke aufweisen. Zugleich entfällt die axiale Limitierung der Umformwerkzeuge. Hierfür sind um das eigentliche Umformwerkzeug ein bzw. mehrere axial bewegliche Kammerungswerkzeuge angeordnet, welche eine Negativform des eigentlichen Umformwerkzeuges aufweisen. Die Positionierung dieser axial beweglichen Werkzeuge kann dabei selbstständig über Feder Elemente oder definiert über angetriebene Achsen erfolgen.



Prinzip des variablen Kammerungskonzeptes zur Einstellung des axialen Werkstoffflusses

03

Forschung

Weitere Aktivitäten

04

4 Weitere Aktivitäten

4.1 Veranstaltungen

2016 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 Wissenschaftler/-innen und Industrievertreter/-innen zu schaffen. Im Folgenden erhalten Sie nähere Informationen zu ausgewählten Veranstaltungen.

Treffen des Industriebeirats des IUL

Zweimal jährlich tagt das seit 2010 bestehende Gremium mit dem Ziel, das IUL bei seiner anwendungsorientierten Grundlagenforschung zu unterstützen. Neben der Übertragung von universitären Forschungsergebnissen in das industrielle Umfeld zeichnet sich der Industriebeirat durch die Beratung bei der Durchführung von kollaborativen Forschungsprojekten aus. Der Industriebeirat vermittelt somit Anregungen und wichtige Impulse bezüglich des industriellen Technologie- und Forschungsbedarfs und erhält im Gegenzug detaillierte Ergebnisse der Grundlagenforschung und Innovation. Der erste Industriebeirat in diesem Jahr tagte am 15.04.2016. Im Mittelpunkt der Diskussion standen vor allem die Themen innovativer Stahlleichtbau, Trends und Anforderungen in der Kaltmassivumformung sowie die additive Fertigung in der Umformtechnik. Das zwölfte Zusammentreffen des Gremiums fand am



Teilnehmer/-innen des 12. Industriebeirats

11.11.2016 statt. Die Sitzung wurde durch die Darstellung der aktuellen Entwicklungen am Institut für Umformtechnik und Leichtbau eingeleitet. Die im Anschluss stattfindende konstruktive Diskussionsrunde fokussierte sich thematisch auf die Themen der Innovation und Spezialisierung von KMUs sowie auf Simulation von Schweißprozessen und Wärmebehandlungen. Beide Jahrestreffen wurden durch wertvolle Vorträge seitens des Industriebeirats bereichert.

7th International Conference on High Speed Forming (ICHSF 2016)

Die siebte Ausgabe der renommierten internationalen Konferenz fand vom 27. bis 28. April 2016 an der TU Dortmund statt. Im Internationalen Begegnungszentrum IBZ trafen sich mehr als 80 Expert/-innen aus Wissenschaft und Industrie, um die neuesten Entwicklungen auf dem Gebiet der Hochgeschwindigkeitsumformung zu diskutieren. Unter der Leitung von Professor A. Erman Tekkaya vom IUL und Professor Glenn Daehn von der Ohio State University wurden in neun Sessions Fachvorträge präsentiert. Dabei standen u. a. die Themen „Prozessanalyse und -simulation“, „Werkzeugauslegung“, „Werkstoffcharakterisierung“ und „Fügeprozesse“ im Fokus. In den Pausen lud eine Fachausstellung zum Austausch mit Vertreter/-innen von Messtechnik- und Anlagenherstellern für die Impulsumformung ein. Am Abend des ersten Konferenztags sorgte ein Bankett im Signal-Iduna-Park, dem „schönsten Stadion der Welt“, für Begeisterung bei den Teilnehmer/-innen aus Europa, Nordamerika und Asien. Im Abendprogramm erläuterte Professor und Buchautor Metin Tolan auf amüsante Art und Weise die Physik des Fußballs. In seinen Abschlussworten dankte Professor Tekkaya allen Teilnehmer/-innen und Unterstützer/-innen und verabschiedete sie mit der Einladung zur achten ICHSF. Diese wird, dem zweijährigen Rhythmus folgend, im Frühjahr 2018 im mittleren Westen der USA stattfinden.



a) Gruppenfoto, b) Konferenz-Dinner im Signal-Iduna-Park

TU@Adam's Corner

Sowohl im Sommersemester 2016 als auch im Wintersemester 2016/2017 beteiligte sich das IUL an der Initiative „TU@Adam's Corner“. Mit dieser Initiative wurde durch die TU Dortmund ein Programm für Jugendliche, die aus Krisengebieten geflüchtet oder aus dem EU-Ausland nach Dortmund eingewandert sind, initiiert. Während der Veranstaltung am IUL „Moderne Umformmaschinen hautnah erleben – Besuch der Experimentierhalle des IUL“ wurde den Schülerinnen und Schülern ein Einblick in den Maschinenbau gegeben. Neben einer „Kurz-Vorlesung“ zum Thema Umformtechnik gab es einen Rundgang durch die Experimentierhalle des IUL und es wurden neuste Technologien wie die additive Fertigung oder das Presshärten präsentiert.



Besuch der Schulklasse im November 2016

3. Alumni-Treffen

Das Alumni-Treffen des IUL fand am 3. Juni bereits zum dritten Mal statt. Zur Fortsetzung der noch jungen Tradition wurden alle ehemaligen Mitarbeiter/-innen in die Experimentierhalle des IUL eingeladen. Nach der Begrüßung durch Professor Tekkaya sowie der Vorstellung der aktuellen Entwicklungen und Arbeiten am Institut bot sich für die Alumni die Möglichkeit, das Versuchsfeld in einer entspannten Atmosphäre zu erkunden und Erfahrungen mit den aktuellen Mitarbeiter/-innen auszutauschen. Angeregt durch eine in die letzten Jahre zurückblickende Fotoserie, konnten die Teilnehmer/-innen Er-

innerungen aus früheren Zeiten aufleben lassen, welche ebenfalls Ausgangspunkte für interessante Gespräche darstellten. Die Organisatoren der Veranstaltung waren Herr Ortelt und Herr Grzancic.



Impressionen des Alumni-Treffens

Stahl fliegt 2016

Auch in diesem Jahr stellten sich über 70 Jungingenieur/-innen der Aufgabe, ein flugfähiges Objekt aus Stahl zu konstruieren. Hierzu fanden sich Teilnehmer/-innen aus sechs Universitäten am 4. Juli im Rudolf-Chaudoire-Pavillon der TU Dortmund zum Bundeswettbewerb „Stahl fliegt“ ein. Die Veranstaltung begann mit den Präsentationen der 17 Teams, in denen sie ihr Flugobjekt von der Ideenfindung bis hin zur Umsetzung vorstellten. Einige Konstrukteure nutzten zur Steigerung der Flugleistung physikalische Effekte der Strömungsmechanik oder bauten Objekte, die einem Sportgerät glichen (Frisbee). Am 5. Juli gingen die Teilnehmer/-innen nach einer technischen Abnahme mit ihren selbstgebauten Konstruktionen in der Westfalenhalle Dortmund an den Start. Die Flieger mussten in einen 1x1x1 Meter großen Würfel passen und durften ein Gewicht von 400 g nicht überschreiten. Zusätzlich waren Kunststoffe für die Konstruktion nicht zugelassen. Von einer Hebebühne aus 7 m Höhe wurden die Flieger abgeworfen. Gewertet wurden nur Flüge, bei denen die Flugdauer mehr als 5 Sekunden und die Flugweite über 10 Meter betrug.

Als Sieger ging in diesem Jahr das Team „Darmstadt 2“ hervor, das mit einer Frisbeekonstruktion eine beeindruckende Flugweite von über 95 m und eine Flugzeit von 7,4 Sekunden erreichte. Die Plätze zwei (Kassel 1) und drei (Kassel 3) wurden von konventionellen Segelfliegern belegt, die Fluglängen im Bereich von 15 bis 20 Sekunden bei Flugweiten bis zu 54 m erreichten.



FOSTA-Komitee und Teilnehmer/-innen von „Stahl fliegt“ 2016

Erster Chinesisch-Deutscher Workshop

Der erste Chinesisch-Deutsche Workshop zum Thema „New Challenges in Processing and Modeling of Lightweight Metals“ fand vom 12. bis 15. Juli 2016 im Chinesisch-Deutschen Gebäude der Tongji-Universität in Shanghai statt. Der durch das Chinesisch-Deutsche Zentrum für Wissenschaftsförderung unterstützte und durch die Tongji-Universität, die Technische Universität Dortmund und die Shanghai-Jiao-Tong-Universität ausgerichtete Workshop wurde gemeinsam durch Professor A. Erman Tekkaya und Professor Zhigang Yang (Dekan der Fakultät Maschinenbau der Tongji-Universität) eröffnet. Die 109 Teilnehmer/-innen kamen aus China, Deutschland und den USA. Im Rahmen des Chinesisch-Deutschen Workshops wurden die Themen „Advanced/intelligent forming processes“, „Material characterization“, „Advanced constitutive models“ und „Property setting in metal forming“ diskutiert. Darüber hinaus wurde eine internationale Plattform zum Ideenaustausch für fortschrittliche Umform- und Herstellungsprozesse von Leichtbauwerkstoffen gegründet.

Die Nutzung leichter Werkstoffe, verbunden mit ihren hoch entwickelten Herstellungstechnologien, sind die Schlüsselfaktoren zur Förderung und Entwicklung der Automobilindustrie und zum Vorantreiben von Energieeinsparung und neuen Antriebskonzepten, die auch entscheidend zur Verbes-

serung der unabhängigen Innovationskraft und zur internationalen Wettbewerbsfähigkeit der Automobilindustrie sind. Mit der Entwicklung intelligenter Umformprozesse zur Herstellung neuer, leichter und sicherer Fahrzeugtechnologien werden auch die Anforderungen durch die chinesischen Pläne wie „Made in China 2025“ und Deutschlands Absichten in der Erhöhung des Leichtbauanteils abgedeckt. Der Workshop war ein voller Erfolg und wurde von allen Teilnehmer/-innen durchweg gelobt.



Teilnehmer/-innen des Workshops in Shanghai

DORP 2016 – 6. Dortmunder Kolloquium zum Rohr- und Profilbiegen

Das sechste Dortmunder Kolloquium zum Rohr- und Profilbiegen fand am 02.11.2016 und 03.11.2016 am Institut für Umformtechnik und Leichtbau der TU Dortmund statt. Dieses begann mit einer Abendveranstaltung, bei welcher den Teilnehmer/-innen die Möglichkeit gegeben wurde, das Versuchsfeld zu besichtigen und an einer Vorführung der Maschinen aus dem Bereich der Profil- und Biegeumformung teilzunehmen. Am Folgetag wurden den über 100 Besucher/-innen der DORP Vorträge aus den Bereichen Rohr- und Profilverfertigung, Rohr- und Profilbiegen, innovative Umformverfahren von Rohren und Profilen sowie Messtechnik und Industrie 4.0 geboten. Neben den Vortragsreihen hatten die Teilnehmer/-innen die Gelegenheit zum Wissensaustausch und Erfahrungsaustausch sowie zum Besichtigen der Ausstellungsstände, welche von Vertreter/-innen aus Industrie und Verbänden angeboten wurden. Um die Forschungsarbeit im Bereich der Rohr- und Profilverformung zu würdigen und weiter voranzutreiben, wurde Professor Tekkaya eine Spende von der International Tube Association (ITA) sowie der Messe Düsseldorf übergeben. Die Spendenübergabe sowie ein Gruppenbild der Teilnehmer/-innen sind in der Abbildung dargestellt.



Teilnehmer/-innen der DORP 2016 sowie Spendenübergabe an das IUL

4.2 Auszeichnungen

F.W. Taylor Medal 2016

Dr. Qing Yin wurde die „F.W. Taylor Medal 2016“ von der Internationalen Akademie für Produktionstechnik, CIRP, für seine Veröffentlichung „Determining cyclic flow curves using the in-plane torsion test“ verliehen, die sich mit einer neuartigen Methode zur Bestimmung zyklischer Spannungs-Dehnungs-Kurven zur Charakterisierung der kinematischen Verfestigung eignet. Dr. Qing Yin, ehemaliger wissenschaftlicher Mitarbeiter des Instituts für Umformtechnik und Leichtbau, hat im Jahr 2014 mit Auszeichnung promoviert und ist seitdem für die Volkswagen AG tätig.

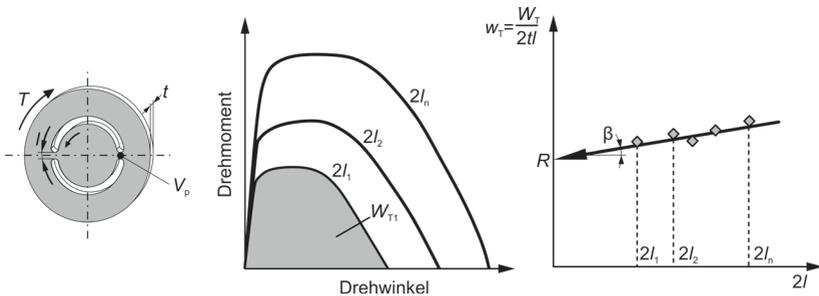
Die CIRP-Taylor-Medaille ist die höchste Auszeichnung für Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftler in der Produktionstechnik und wird seit nunmehr 58 Jahren einmal jährlich verliehen. Grundvoraussetzung für die Preisverleihung ist u. a., dass der Empfänger der Auszeichnung zum Zeitpunkt der Veröffentlichung nicht älter als 35 Jahre alt ist. Die offizielle Preisverleihung fand am 22. August bei der Eröffnung der CIRP General Assembly 2016 in Guimaraes, Portugal, statt.



Laudator Prof. E. Brinksmeier (links im Bild) überreicht den Preis an Dr. Q. Yin

Journal of Strain Analysis for Engineering Design: CEGB/ SAGE Best Paper Award 2015

Herr Kerim Isik hat zusammen mit dem Autorenteam (Professor Tekkaya, Professor Atkins aus England, Professor Martins und Dr. Silva aus Portugal) den 2015 CEGB/SAGE Best Paper Award für die Veröffentlichung „A new test for determining fracture toughness in plane stress in mode II“ vom Editorial Board des Journal of Strain Analysis for Engineering Design erhalten. In der Veröffentlichung wurde eine neue experimentelle Methode zur Ermittlung der Bruchzähigkeit unter Mode II-Belastung entwickelt (vgl. Bild). Bei der Auslegung von Blech- und Blechmassivumformprozessen soll diese Rissart berücksichtigt werden. Dazu wurde eine spezielle Probengeometrie für den ebenen Torsionsversuch verwendet (vgl. Bild a). Die Auszeichnung wird jährlich für den bedeutendsten Beitrag im renommierten Journal of Strain Analysis for Engineering vergeben.



Entwickelte Methode zur Bestimmung der Bruchzähigkeit R unter Mode II

Best Demonstration (Best Experiment)-Award der REV 2016

Herr Tobias R. Ortelt hat zusammen mit den Mitautoren Rickmer Meya, Alessandro Selvaggio, Sami Chatti und Professor A. Erman Tekkaya auf der Konferenz „REV 2016 - International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation“ den „Best Demonstration (Best Experiment) Award“ für den Beitrag „Live Demo of two Experiments using a Remote Lab for Forming Technology“ erhalten. In einer Live-Demonstration wurde dabei der Zugversuch und der Näpfchen-Tiefzieh-Versuch der teleoperativen Prüfzelle vorgestellt. Der Preis wurde während der Schlusszeremonie durch Professor Manuel Castro (Organisator der REV 2016) überreicht.



A. Selvaggio, Professor M. Castro, T. R. Ortelt (von links nach rechts)

Simufact Scientific Publication Award 2016

Seit 2015 zeichnet das Software-Unternehmen „Simufact Engineering“ praxisrelevante wissenschaftliche Veröffentlichungen, in denen Simufact-Software eingesetzt wurde, aus. Im Jahr 2016 hat Herr Kerim Isik gemeinsam mit Autoren des Instituts für Werkstoffkunde und des Instituts für Umformtechnik und Umformmaschinen der Leibniz Universität Hannover, des Lehrstuhls für Fertigungstechnologie der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg sowie seinen Koautoren am IUL für ihren Artikel den Scientific Publication Award erhalten. Der Artikel „Investigations of ductile damage during the process chains of toothed functional components manufactured by sheet-bulk metal forming“ entstand im Rahmen der Zusammenarbeit im SFB/TR 73. In dem Artikel wurde gezeigt, dass die Entwicklung der Schädigung in Blechmassivumformprozessen lastpfadabhängig ist. Dazu wurde die Entwicklung der Porosität in zwei Umformprozessketten untersucht und die duktile Schädigung mittels eines numerischen Modells vorhergesagt. Die Preisverleihung erfolgte im Rahmen des 17. Simufact Roundtable 2016 am 2. Juni 2016, bei dem Herr Isik die Gelegenheit hatte, die Forschungsergebnisse vor einem internationalen Fachpublikum zu präsentieren.



Preisverleihung während des 17. Simufact Roundtable: Herr Kerim Isik (IUL) erhält die Auszeichnung von Dr. Ingo Neubauer (Simufact Engineering)

4.3 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 – Mitglied der „Wissenschaftlichen Arbeitsgemeinschaft Umformtechnik“
- CIRP – Fellow der „International Academy for Production Engineering“
- DGM – Mitglied der „Deutschen Gesellschaft für Materialkunde“
- ESAFORM – Mitglied des Scientific Committees der „European Association for Material Forming“
- GCFG – Mitglied der „German Cold Forging Group“
- ICFG – Mitglied der „International Cold Forging Group“
- ICTP – Mitglied des „Standing Advisory Boards“ der „International Conference on Technology of Plasticity“
- I²FG – Mitglied der „International Impulse Forming Group“
- JSTP – Mitglied der „The Japan Society for Technology of Plasticity“
- Kuratoriumsmitglied der KARL-KOLLE-Stiftung, Dortmund
- Mitglied im DGM Regionalforum Rhein-Ruhr
- Mitglied im Fachbeirat des Max-Planck-Instituts für Eisenforschung GmbH
- Vize-Präsident des deutschen Konsortiums der Türkisch-Deutschen Universität
- WGP – Mitglied der „Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktionstechnik“

Zeitschriften/Schriftleitung

- Editor-in-Chief, „Journal of Materials Processing Technology“ (Elsevier)
- Mitglied im CIRP Editorial Committee 2016, Paris, Frankreich
- Mitglied Editorial Board, „CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology“ (Elsevier)
- Mitglied Editorial Board, „Journal of Production Processes and Systems“
- Mitglied im Editorial Board, „Materials“
- Mitglied International Advisory Committee, „International Journal of Material Forming“ (Springer)

- Mitglied International Advisory Committee, „Romanian Journal of Technical Sciences – Applied Mechanics“
- Mitglied International Editorial Board, Journal „Computer Methods in Materials Science“
- Mitglied Scientific Editorial Board, „International Journal of Precision Engineering and Manufacturing“ (Springer)
- Stellvertretender Vorsitzender Editorial Committee „CIRP Annals“

Weitere Mitgliedschaften

- Mitglied CIRP Communication Committee
- Mitglied Scientific Committee, „5th International Conference on steels in cars and trucks“ (SCT 2017), Amsterdam, Niederlande
- Mitglied Scientific Committee, „International Conference on high speed forming“ (ICHSF 2016), Dortmund, Deutschland
- Mitglied Scientific Committee „International Deep Drawing Research Group 2017“ (iddrg), München, Deutschland
- Mitglied Scientific Committee „The 12th International Conference on Numerical Methods in Industrial Forming Processes“ (Numiform 2016), Troyes, Frankreich
- Mitglied Scientific Committee, „The 16th International Conference Metalforming“ (Metalforming 2016), Krakau, Polen
- Mitglied Scientific Committee, „The 16th International Conference on Sheet Metal“ (SheMet 2015), Erlangen, Deutschland
- Mitglied Scientific Committee, „The 23rd CIRP Conference on Life Cycle Engineering (LCE2016)“, Berlin, Deutschland
- Mitglied Scientific Committee, „The 26th CIRP Design Conference 2016“, Stockholm, Schweden

Gutachtertätigkeiten

In wissenschaftlichen Gremien

- AiF – Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V. (AiF)
- Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg
- CIRP – Internationale Akademie für Produktionstechnik
- DFG – Deutsche Forschungsgemeinschaft, Mitglied im Fachkollegium 401 (Produktionstechnik)
- DTU, Technical University of Denmark, Lyngby
- ESF College of Expert Reviewers
- External Advisory Committee, Department of Mechanical Engineering, KAIST, Republik Korea
- Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH, Düsseldorf
- North Carolina State University
- Stahlinstitut VDEh
- RWTH Aachen
- TED University, Ankara, Türkei
- Universität Cambridge
- Universität Lissabon
- Universität Nikosia
- Universität Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis

Für Zeitschriften

- Applied Mathematical Modelling
- ASME – Journal of Manufacturing Science and Engineering
- CIRP Annals-Manufacturing Technology
- CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology
- Computational Materials Science
- Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering
- Engineering with Computers
- 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 of Applied Mathematical Methods
- Journal of Computational and Applied Mathematics
- Journal of Manufacturing Processes
- Journal Materials Characterization – An International Journal on Materials Structure and Behavior
- Journal of Materials Processing Technology
- Journal of Mechanical Engineering
- Journal of Production Engineering
- Manufacturing Letters
- Materials & Design
- Materials and Manufacturing Processes
- Materials Science & Engineering A
- Mechanics of Materials
- Simulation Modelling Practice and Theory
- Steel Research International
- Surface and Coatings Technology
- The International Journal of Advanced Manufacturing Technology

4.4 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
- Scientific Council des ERC (bis Ende 2016)
- Open Science Policy Platform
- STS Council und -Board – STS-Forum Science and Technology in Society, Japan
- Aufsichtsrat der „Futurium gGmbH.“, (vormals „Haus der Zukunft“ gGmbH)
- Advisory Committee Japan Science and Technology Agency (JST) Tokyo
- Kuratorium des Max Planck-Instituts für Zellbiologie und Genetik Dresden

Beiräte Hochschulen

- Vorsitzender des Hochschulrats der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main
- Zukunftsrat der Universität Bremen, Exzellenzinitiative
- Kuratorium der Technischen Universität Berlin

Beiräte Stiftungen

- Kuratorium der Telekom-Stiftung
- Stiftungsrat der Daimler und Benz Stiftung
- Wissenschaftlicher Beirat der Fritz Thyssen Stiftung
- Wissenschaftlicher Beirat der Exzellenzinitiative Johanna Quandt – Stiftung Charité
- Beirat der Werner Siemens-Stiftung

Fachliche Vereinigungen

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

Gutachter- und Gremientätigkeiten

- Tang Prize International Advisory Board, Taipei
- „Zwanzig20 – Partnerschaft für Innovation“, Förderprogramm des BMBF, Vorsitzender der Jury/Expertenkreis
- Juryvorsitz beim Hochschulwettbewerb MINTernational des Stifterverbandes für die deutsche Wissenschaft e. V.
- Jurymitglied Verlagsgruppe Georg von Holtzbrinck für den Deutschen Innovationspreis
- Jurymitglied Georg von Holtzbrinck Preis für Wissenschaftsjournalismus
- Kuratorium Deutscher Zukunftspreis des Bundespräsidenten

Beiräte Unternehmen

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

Mitgliedschaften im Senat

- MPG – Max-Planck-Gesellschaft
- HGF – Helmholtz-Gemeinschaft
- DFG – Deutsche Forschungsgemeinschaft (Gast)

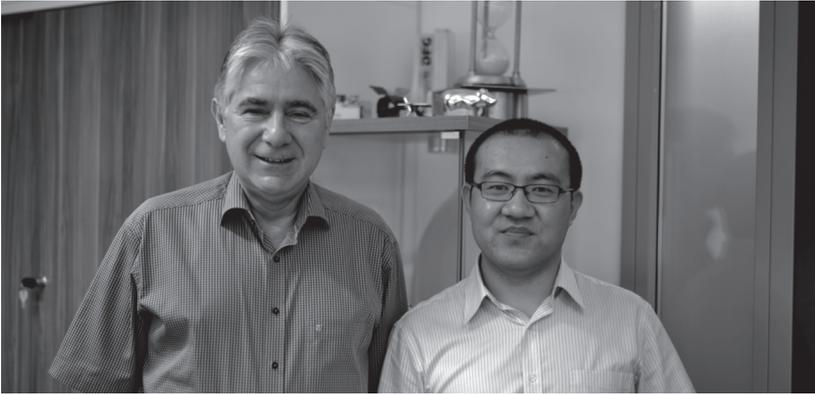
Internationaler Austausch

05

5 Internationaler Austausch

Associate Professor Chengxi Lei

Professor Chengxi Lei vom Harbin Institute of Technology (HIT, China) arbeitete als Gastwissenschaftler in der Abteilung Blech- und Biegeumformung von September 2015 bis September 2016. Während seines Aufenthalts führte er mit den Kollegen vom IUL eine kollaborative Arbeit zum Thema des Presshärtens, insbesondere zur Modellierung von 22MnB5-Stahl bei erhöhten Temperaturen, durch. Basierend auf dem Norton-Hoff-Modell, das die Verformungsgeschwindigkeit und Temperaturabhängigkeit betrachtet, ent-



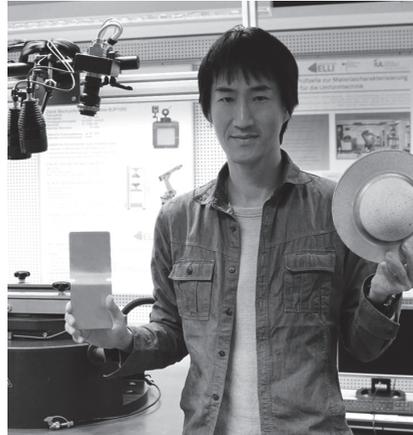
Professor A. Erman Tekkaya und Professor Chengxi Lei

wickelte er ein neues Modell, in das der Einfluss der Dickenabhängigkeit integriert wurde. Die erhaltenen Fließkurven durch uniaxiale Warmzugversuche mit unterschiedlichen Probendicken bestätigten die Hypothese des Modells. Neben der konstitutiven Modellierung entwickelte er auch ein neues, duktileres Bruch-Kriterium, welches Versagen in der Warmumformung von hochfestem Stahl prognostiziert.

Satoshi Sumikawa M. Eng.

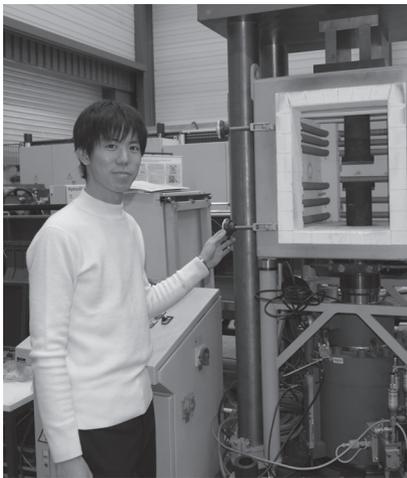
Herr Satoshi Sumikawa, ein Wissenschaftler der JFE Steel Corporation in Japan, arbeitet seit Oktober 2015 am IUL als Gastwissenschaftler in der Abteilung „Angewandte Mechanik in der Umformtechnik“. Sein Aufenthalt dauert bis September 2017. Er untersucht die Wirkung des Materialverhaltens beim Be- und Entlasten unter unterschiedlichen Spannungszuständen auf die Rückfederung. Er analysierte das Entlastungsverhalten für Blechwerk-

stoffe aus hochfestem Stahl und Aluminiumlegierungen bei verschiedenen Werkstoffcharakterisierungsversuchen wie dem Bulge-Versuch, dem Plane-Strain-Zugversuch und dem ebenen Torsionsversuch. In der verbleibenden Zeit wird der Einfluss der beobachteten Effekte auf die Rückfederung bei durch Blechumformung hergestellten Teilen untersucht. Basierend auf den Experimenten werden geeignete Materialmodelle verwendet, um die Rückfederung mithilfe von Finite-Elemente-Simulationen vorherzusagen. Seine Arbeiten werden auch als Grundlage für seine Dissertation an der Hiroshima University bei Professor F. Yoshida dienen.



Herr Sumikawa in der Experimentierhalle des IUL

G-CADET: Internationales Austauschprogramm mit der Gifu University



Herr Shogo Inagaki

Zur Förderung der Zusammenarbeit in den Ingenieurwissenschaften besteht eine Kooperationsvereinbarung zwischen der Gifu University, Japan, und der Technischen Universität Dortmund. Im Rahmen dieser Kooperation wurde die Möglichkeit des Austauschs exzellenter Masterstudierender der Faculty of Engineering (Gifu University) und der Fakultät Maschinenbau (TU Dortmund) geschaffen. Als Teil dieses Programms ist seit dem 27. Oktober 2016 Herr Shogo Inagaki von der Gifu University am IUL zu Gast. Unter der Leitung von Herrn Christoph Dahnke ist Herr Inagaki in der Abteilung Massivumformung beschäftigt, wo er sich mit der

Charakterisierung von hochfesten Titanlegierungen befasst. Genutzt werden hierbei Zylinder- und Ringstauchversuche sowohl bei Raum- als auch bei

erhöhter Temperatur. Herr Inagakis Aufenthalt endet am 23. Januar 2017. Parallel ist mit Herrn Danilo Kessler aktuell ein Studierender der TU Dortmund als Gast an der Gifu University.

RISE (Research Internships in Science and Engineering) – Angela Varone und Henry Blount



Angela Varone und Henry Blount im Experimentierfeld des IUL

Auch im Jahr 2016 nahm das IUL an dem Programm „RISE“ des Deutschen Akademischen Austauschdienstes (DAAD) teil. Von Juni bis September waren Angela Varone von der Queen Mary University of London und Henry Blount von der University of New Hampshire 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 Frau Varone erfolgte über ein gemeinsam vom DAAD und dem DFG-Sonderforschungsbereich Transregio 73 getragenes Stipendium. Betreut durch Herrn Sieczkarek befasste sich Frau Varone mit der Technologie der inkrementellen Blechmassivumformung (BMU). Ihre Tätigkeiten umfassten die Konstruktion eines Versuchsaufbaus sowie darauf basierend die Generierung der erforderlichen Daten zur Maschinenachsenbewegung. Herr Blount erhielt unter Betreuung von Herrn Lueg-Althoff Einblicke in das stoffschlüssige Fügen von Rohren. Er entwickelte Lösungsansätze zur Minimierung unerwünschter Deformationen des inneren Fügepartners beim Magnetschweißen.

Im Jahr 2016 durften wir darüber hinaus folgende internationale Studierende am IUL begrüßen:

- Bihter Bilgin, Atilim University, Türkei
- Jordan Brown, Princeton University, USA
- Vildan Corumlu, Atilim University, Türkei



Bihter Bilgin und Vildan Corumlu

Technische Ausstattung

06

6 Technische Ausstattung

Versuchsfeld

Pressen

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

Weitere Umformmaschinen

- Schwenkbiegemaschine, FASTI 2095
- Gesenkbiegemaschine, 1300 kN, TrumaBend V 1300X
- Dreiwalzen-Rundbiegemaschine, FASTI RZM 108-10/5.5
- Dreirollen-Biegemaschine, Irle B70 MM
- Drei-Rollen-Biegemaschine, Roundo R-2-S Special
- TSS-3D-Profilbiegemaschine
- Profilmaschine RAS 24.10, Reinhardt Maschinenbau GmbH, Sindelfingen
- Drückwalzmaschine Bohner & Köhle BD 40
- Drückmaschine, Leifeld APED 350NC, CNC Siemens 840 D
- Anlage zur elektromagnetischen Umformung, 1,5 kJ, PPT SMU 1500
- Anlage zur elektromagnetischen Umformung, 6 kJ, Poynting SMU 0612 FS
- Anlage zur elektromagnetischen Umformung, 32 kJ, Maxwell Magneform 7000
- Mehrachspressen TR 73, Fa. Schnupp, Prototyp mit fünf Bewegungsachsen mit bis zu 100 kN

- Hydraulische Stanzmaschine TruPunch 5000, 220 kN, TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH & Co. KG
- Maschine zum inkrementellen Rohrumformen, IRU2590, transfluid Maschinenbau GmbH
- Maschine zum inkrementellen Profillumformen
- DMU 50 – 5-Achs-Fräsmaschine, DMG Mori Seiki Academy GMBH

Prüfmaschinen

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

Messtechnik und Elektronik

- Laserbasiertes Photon-Doppler-Velocimeter zur Messung hoher Bauteilgeschwindigkeiten
- 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)
- 3D-Koordinatenmessgerät, Zeiss PRISMO VAST 5 HTG (in Kooperation mit dem Institut für Spanende Fertigung, TU Dortmund)
- Anlage zu Eigenspannungsmessungen mit der Bohrlochmethode
 - High-Speed-Verfahren
 - Air-Abrasive-Verfahren
- Härteprüfer, Wolpert Diatestor 2 RC/S
- Dickenmessgerät, Krautkrämer CL 304
- 4-Kanal-Digital-Oszilloskop, Tektronix TDS 420A
- 3D-Video-Messsystem, Optomess A250
- Infrarot-Messaufnehmer, PYROSKOP 273 C
- GOM: Argus, Atos, Tritop, 3 x Aramis – optische Messsysteme für Geometrie und Formänderung
- Hochgeschwindigkeitskamera, HSFC pro der Fa. PCO Computer Optics GmbH

- Polarisationsfähiges Auflichtmikroskop, Zeiss Axiolmager.M1m
- Laser-Surface-Velocimeter (LSV): Berührungslose Geschwindigkeitsmessung
- Multiwellenlängen-Pyrometer, Williamson pro 100 series
- Keyence Laser: Berührungslose Distanzmessung
- Röntgendiffraktometer zur Eigenspannungsmessung – StressTech Xstress 3000
- Pontos 4M, GOM, Dynamische 3D-Analyse, Auflösung 2358 x 1728 Pixel
- Optische 3D-Verformungsanalyse GOM ARAMIS 4M
- Wärmebildkamera, Infratec VarioCam HD head 680 S / 30 mm, Auflösung 1280 x 960 Pixel
- GOM ATOS Triple Scan - 3D-Scanner
- GOM Aramis 4M Optische 3D-Verformungsanalyse
- Prism – Eigenspannungsmessung mit der Bohrlochmethode und optischer Verzerrungsmessung (ESPI)
- Stresstech PrismS – zur Messung von Eigenspannungen

Sonstiges

- Laser-Bearbeitungszentrum, Trumpf LASERCELL TLC 1005
- Kunststoff-Spritzgussmaschine Arburg Allrounder 270 C 400-100
- Rollnahtschweißmaschine, Elektro-Schweißtechnik Dresden UN 63 pn
- Drehmaschine, Weiler Condor VS2
- verschiedene Maschinen zur spanenden Bearbeitung
- Hochleistungs-Metallkreissägemaschine, Häberle AL 380
- Planband-Schleifmaschine, Baier PB-1200-100S
- Bohrlochgerät, Milling Guide RS 200
- Ätz- und Polierstation – LectorPol-5, Firma Struers GmbH
- 6-Achsen-Roboter, KUKA-Industrieroboter KR 5 sixx R650
- Industrieroboter KUKA KR 30-3
- drei Hydraulikaggregate und Druckübersetzer bis 4000 bar
- Hydrostatisches Glattwalzwerkzeug, Ecoroll, HG13 und HG6
- Einmessgestell, Boxdorf HP-4-2082
- Kombinations-5-Achs-Fräsmaschine mit Einheit zum Pulver-Laser-Auftragsschweißen, Lasertec 65 3D, Sauer GmbH/DMG Mori
- Probenstanze 1200 kN
- Probenschleifmaschine für Flachzugproben

Rechnerausstattung

Allgemein

- verschiedene Server und ca. 220 vernetzte Workstation-PCs mit umfangreicher Peripherie
- Linux Cluster mit 4 Knoten mit zusammen 12 Recheneinheiten
- diverse Microsoft-Software (Windows 7/8 Professional, Office 2010 Professional etc.)
- diverse Grafik-Programme (z. B. Adobe-Produkte wie Photoshop, Acrobat, InDesign, Illustrator sowie Corel Designer X4)
- diverse High-End-Simulationsrechner für CAD- und FEM Berechnungen

CAD

- Unigraphics
- Catia
- AutoCad
- Mechanical Desktop

Mathematische Berechnungsprogramme

- Maple
- Mathcad
- Matlab

FEM

- Pam Stamp
- Autoform
- Hyperworks/HyperXtrude
- Deform
- Simufact
- MSC MARC
- ANSYS
- Abaqus
- LS-Dyna

06

Technische Ausstattung

Kooperationen | Cooperations

07

Kooperationen | Cooperations

Auf diesem Wege möchten wir uns für die vielfältige Zusammenarbeit im Jahr 2016 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 2016 which have added to our joint success.

Industriebeirat des IUL | IUL Industrial Advisory Board

Das Gremium des Industriebeirates vermittelte auch im Jahr 2016 wichtige Impulse hinsichtlich des industriellen Forschungsbedarfes. An dieser Stelle möchten wir uns für diese wertvolle Zusammenarbeit bedanken.

In 2016, 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, Feindrahtwerk Adolf Edelhoﬀ GmbH & Co. KG
- Adolf Edler von Graeve, KIST Kompetenz- und Innovationszentrum für die Stanztechnologie Dortmund e. V.
- Marius Fedler, Kunststoff-Institut für die mittelständische Wirtschaft NRW GmbH
- Dr. Frank O. R. Fischer, Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e. V.
- Dr. Jens Heidenreich, PHOENIX FEINBAU GmbH & Co. KG
- Wolfgang Heidrich, GDA - Gesamtverband der Aluminiumindustrie e. V.

- Jörg Ihne, Otto Fuchs KG
- Franz Jurt, Feintool Technologie AG
- Dr. Stefan Keller, Hydro Aluminium Rolled Products GmbH
- Dr. Lutz Keßler, ThyssenKrupp Steel Europe AG
- Dr. Hansjörg Kurz, Volkswagen Aktiengesellschaft
- Prof. Gideon Levy, TTA – Technology Turn Around
- Dr. Hans Mulder, Tata Steel Research & Development
- Franz-Bernd Pauli, Franz Pauli GmbH & Co. KG
- Dr. Heinz-Jürgen Prokop, TRUMPF Werkzeugmaschinen 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
- Sabine Widdermann, German Cold Forging Group (GCFG)
- Dr. Hans-Joachim Wieland, Stahlinstitut VDEH

Universitäre Kooperationen auf nationaler Ebene | University cooperations at national level

- Fachgebiet Maschinenelemente, Technische Universität Dortmund
- Fachgebiet Werkstoffprüftechnik, Technische Universität Dortmund
- Institut für Mechanik, Technische Universität Dortmund
- Institut für Spanende Fertigung, Technische Universität Dortmund

- Lehrstuhl für Werkstofftechnologie, Technische Universität Dortmund
- Zentrum für Hochschulbildung, zhb, Technische Universität Dortmund
- Chair of Micromechanical and Macroscopic Modelling, ICAMS, Ruhr-Universität Bochum
- Fachbereich Produktionstechnik, Universität Bremen
- FH Südwestfalen
- fka Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen mbH Aachen, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
- Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS, Dresden
- Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik, IWU, Technische Universität Chemnitz
- Fraunhofer-Projektgruppe im Dortmunder Oberflächen-Centrum (DOC) der TKSE AG, Dortmund
- Gemeinschaftslabor für Elektronenmikroskopie, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
- Institut für Angewandte Materialien – Werkstoffkunde, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
- Institut für Angewandte Mechanik, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
- Institut für Bildsame Formgebung, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
- Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen, Leibniz Universität Hannover
- Institut für Formgebende 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 Metallformung, Technische Universität Bergakademie Freiberg
- Institut für Metallurgie, Abteilung Werkstoffumformung, Technische Universität Clausthal-Zellerfeld
- Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen, Technische Universität Darmstadt
- Institut für Umformtechnik, Universität Stuttgart
- Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen, Leibniz Universität Hannover
- Institut für Werkstoffkunde, Leibniz Universität Hannover
- Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften, Technische Universität München
- Institutscluster IMA/ZLW & IfU (Lehrstuhl für Informationsmanagement im Maschinenbau & Zentrum für Lern- und Wissensmanagement), Rheinisch-Westfälische Hochschule Aachen
- Labor für Fahrwerktechnik, Hochschule Osnabrück

- Laboratorium für Werkstoff- und Fügetechnik, Universität Paderborn
- Lehrstuhl für Fertigungstechnologie, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
- Lehrstuhl Fertigungstechnik, Universität Duisburg-Essen
- Lehrstuhl für Feststoffverfahrenstechnik, Ruhr-Universität Bochum
- Lehrstuhl für Konstruktion und Fertigung, Brandenburgische Technische Universität Cottbus
- Lehrstuhl für 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 Werkstoffkunde, Universität Paderborn
- Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH, Düsseldorf
- Professor für Baumechanik, Universität der Bundeswehr München
- Professor Theoretische Elektrotechnik und Numerische Feldberechnung, Helmut-Schmidt-Universität, Universität der Bundeswehr Hamburg
- Professor Virtuelle Fertigungstechnik, Technische Universität Chemnitz
- wbk Institut für Produktionstechnik, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

- Werkzeugmaschinenlabor, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen

Universitäre Kooperations auf internationaler Ebene | University cooperations at international level

- Charles Delaunay Institute, Laboratoire des Systèmes Mécaniques et d'Ingénierie Simultanée (LASMIS), Université de Technologie de Troyes, France
- Department of Mechanical and Systems Engineering, Gifu University, Yanagido, Japan
- Department of Materials Science and Engineering, The Ohio State University, Ohio, USA
- Department of Mechanical Engineering, Instituto Superior Técnico, University of Lisbon, Portugal
- Department of Mechanical Engineering, Section of Manufacturing Engineering, Danmarks Tekniske Universitet, Lyngby, Denmark
- Department of Mechanical Science and Engineering, Hiroshima University, Higashi-Hiroshima, Japan
- Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers (ENSAM), ParisTech, Paris, France
- Forming Laboratory, Faculty of Mechanical Engineering, University of Ljubljana, Ljubljana, Slovenia
- Harbin Institute of Technology, School of Mechatronics Engineering, Harbin, Heilongjiang, P.R. China
- 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 Physics and Mechanics of Materials, Arts et Métiers ParisTech (Metz Campus), France
- Loewy Chair in Materials Forming and Processing, Institute for Metal Forming, Lehigh University, Bethlehem, Pennsylvania, USA
- Mechanical Engineering College of Tongji University, Jiading Campus, Shanghai, P. R. China
- Nagoya University, Nagoya, Japan
- Technological Institute, Robert, R. McCormick School of Engineering and Applied Science, Evanston, USA
- Türkisch-Deutsche Universität, Istanbul, Turkey
- Universitatea Babeş-Bolyai, Cluj-Napoca, Romania

Nationale und internationale Kooperationen im industriellen Umfeld |

Industrial cooperations at national and international level

- Airbus Defence and Space GmbH
- Aleris Aluminium Duffel BVBA
- alutec metal innovations GmbH & Co. KG

- ASCAMM Technology Centre
- ASERM – Asociación Española de Rapid Manufacturing
- AUDI AG
- Auerhammer Metallwerk GmbH
- AutoForm Engineering GmbH
- Becker Apparatebau
- Benteler AG
- Bilstein GmbH & Co. KG
- BMW AG
- borit Leichtbau-Technik GmbH
- Böhler-Uddeholm Deutschland GmbH
- Carl Bechem GmbH
- C-TEC Constellium Technology Center
- CRF – Centro Ricerche Fiat S.C.p.A.
- Daimler AG
- Data M Sheet Metal Solutions GmbH
- Deutsche Edelstahlwerke GmbH
- DYNAMORE GmbH
- ESI GmbH
- F.W. Brökelmann Aluminiumwerk GmbH & Co. KG
- Faurecia Group
- Forming Technology Research Department, Steel Laboratory, JFE Steel Company, Chiba, Japan
- Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V. (FOSTA)

- Franz Pauli GmbH & Co. KG
- FRIMO Group GmbH Composites & Tooling Technologies
- Grundfos GmbH
- GSU Schulungsgesellschaft für Stanz- und Umform-technik mbH
- HELLA KGaA Hueck & Co.
- Hirschvogel Umformtechnik GmbH
- Hydro Aluminium Deutschland GmbH
- inpro Innovationsgesellschaft für fortgeschrittene Produktionssysteme in der Fahrzeugindustrie mbH
- Inspire AG - IRPD
- JRC-ITU Institute for Transuranium Elements, Karlsruhe
- JFE Steel Corporation, Japan
- Johnson Controls Hilchenbach GmbH
- Josef Fröhling GmbH & Co. KG
- Kirchhoff Automotive GmbH
- Kistler Instrumente AG
- KODA Stanz- und Biegetechnik GmbH
- KraussMaffei Group GmbH
- Kunststoff-Institut Lüdenscheid GmbH
- LG Corporation
- LEIBER Group GmbH & Co. KG
- MatFEM
- 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 Präzisrohr GmbH
- Schnupp GmbH & Co. Hydraulik KG
- Schondelmaier GmbH
- Schuler AG
- Schwarze-Robitec GmbH
- Simufact Engineering GmbH
- SimuForm GmbH
- SMS Meer GmbH
- Société Tunisienne des filtres (MISFAT), Jedeida, Tunisia
- Sparkasse Dortmund
- SSAB Swedish Steel GmbH
- SSAB Tunnlått AB, Sweden
- Tata Steel
- Tata Steel Strip Products UK
- TECOS – Slovenian Tool and Die Development Center
- ThyssenKrupp Steel Europe AG
- 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
- Vossloh AG
- Welsper Profile GmbH
- Westfalia Presstechnik GmbH & Co. KG
- Wilke Werkzeugbau GmbH & Co. KG
- WILO SE
- Zentrum für Brennstoffzellen Technik GmbH

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
- JSTP – The Japan Society for Technology of Plasticity
- KIST Kompetenz- und Innovationszentrum für die Stanztechnologie Dortmund e. V.
- Stahlinstitut VDEh
- VDI Verein Deutscher Ingenieure e. V.
- WGP – Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktionstechnik

Stiftungen | Foundations

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

Abgeschlossene Arbeiten | Completed Theses

08

Abgeschlossene Masterarbeiten¹ | Completed Master of Science Theses²

Bader, Fabian

Tekkaya, A. E. • Altan, T. (Ohio State University) • Grzanic, G.
Numerische Untersuchungen zur Rückfederungsreduktion
bei hochfesten Stählen (AHSS) in verschiedenen Biegepro-
zessen

Analyse und Steuerung des inkrementellen Blechmassivum-
formprozesses mit rotierenden Verzahnungswerkzeugen
**Analysis and control of the incremental sheet-bulk metal
forming process with rotating gearing tools**

**Numerical investigation of the springback reduction of
AHSS in different bending operations**

Gruber, Joscha

Tekkaya, A. E. • Dang, T.

**Untersuchung der Interaktion zweier Stichel bei der
inkrementellen Blechumformung**

Investigating the interaction of two forming tools in incre-
mental sheet metal forming

Dardaai Joghnan, Hamed

Tekkaya, A. E. • Keesser T. (Faurecia) • Legat, F. (Faurecia) •
Grass, J. (Faurecia) • Goliath, L. B. (Faurecia) • Staupendahl, D.
Entwicklung einer Fertigungsrichtlinie für das Innenhoch-
druckumformen und Validierung durch Versuche anhand
eines modularen Werkzeugsystems

Gutierrez, Antonio

Tekkaya, A. E. • Dang, T.

**Studie zur inkrementellen Blechumformung mit Wirkmedium
Studies of single point incremental forming with back
support pressurized fluid**

**Development of a design guideline for tube hydroforming
and validation using a modular hydroforming die design**

El Jellouli, Mohamed Amine

Tekkaya, A. E. • Clausmeyer, T.

**Vergleichende Untersuchungen zur Parameteridentifikation
und Anwendbarkeit zweier phänomenologischer Schädli-
gungsmodelle zum industriellen Einsatz**

Comparative analysis for the parameter identification and
applicability of two phenomenological damage models for
industrial application

Kolpak, Felix

Tekkaya, A. E. • Schwane, M.

**Untersuchung alternativer Materialmodelle unter Berück-
sichtigung des Bauschingereffektes zur verbesserten
numerischen Vorhersage der Bauteileigenschaften fließge-
presster Werkstücke**

Investigation of alternative material models considering the
Bauschinger effect for the improved numerical property
prediction of cold forged components

Grodzki, Joshua

Tekkaya, A. E. • Chatti, S. • Wernicke, S. • Sieczkarek, P.

1 Originaltitel ist fett gedruckt.

2 Original title written in bold.

Krauss, Leonard

Tekkaya, A. E. • Chatti, S. • Wernicke, S. • Sieczkarek, P.

Entwicklung und Realisierung einer Vorrichtung zur variablen Kammerung von Blechbauteilen bei der Blechmassivumformung

Development and realization of a tool for the variable chambering of sheets in sheet-bulk metal forming

Lyu, Juiyang

Tekkaya, A. E. • Doig, M. (inpro) • Clausmeyer, T.

Materialcharakterisierung und Parameteridentifikation für die Schädigungsmodellierung hochfester Stähle

Material characterization and parameter identification for modeling damage in advanced high strength steels

Marquart, Christoph

Tekkaya, A. E. • Lueg-Althoff, J.

Untersuchung von Einflussfaktoren des Magnetimpuls-schweißens von rohrförmigen Aluminium-Aluminium-Verbunden

Investigation of influencing factors on magnetic pulse welding of aluminum tubes

Mittal, Aneesh

Tekkaya, A. E. • Sieczkarek, P. • Wernicke, S.

Werkstoffflussanalyse bei der inkrementellen Blechmassivumformung von Napf-/Rohrhalbzeugen zur Herstellung offener und geschlossener Formelemente

Material flow analysis in incremental sheet-bulk metal forming of semi-finished cup and tube for production of open and closed form elements

Nikaeen, Peyman

Tekkaya, A. E. • Staupendahl, D. • Wernicke, S.

Analyse des Einflusses der Werkzeuggeometrie und Prozessparameter auf den Materialfluss beim Aufdicken des Rohrendes von dünnwandigen Rohren bei der inkrementellen Blechmassivumformung

Impact assessment of tool geometry and process parameters on material flow in end thickening of thin-walled tubes by incremental sheet-bulk metal forming

Nolte, Holger

Tekkaya, A. E. • Gutknecht, F.

Charakterisierung und Simulation des Materialverhaltens von Sandwichblechen während des Scherschneidens mittels schädigungsmechanischer Modelle

Characterization and simulation of the material behavior of sandwich panels in shearing processes by using damage models

Schulze, André

Tekkaya, A. E. • Dahnke, C.

Konstruktion und numerische Analyse von Verbundstrangpresswerkzeugen zur Einbettung oberflächennaher Funktionselemente mit geringen Festigkeiten

Construction and numerical analysis of extrusion dies for near-surface embedding of functional elements with low strengths

Schwienke, Sascha

Tekkaya, A. E. • Staupendahl, D.

Bestimmung der Prozessparameter für das 3D-Profilbiegen durch einen Soll-/Ist-Abgleich verschiedener Biegekonturen
Determination of the process parameters for 3D profile bending by target-performance comparison of different bending contours

Shapovalov, André

Tekkaya, A. E. • Dahnke, C.

Numerische Untersuchung des Umformverhaltens von Aktu-atorprofilen basierend auf Formgedächtnislegierungen
Numerical analysis of the formability of shape memory alloy based actuators

Szalata, Fabian

Tekkaya, A. E. • Becker, C. • Grzanic, G.

Einfluss des inkrementellen Profilumformens auf das Profilbiegen

Effect of incremental profile forming on profile bending

Upadhya, Siddharth

Tekkaya, A. E. • Heuse, M. (Faurecia) • Staupendahl, D.

Untersuchung der Kantensensitivität von schergeschnittenen hochfesten Blechen und verbesserte Versagensmodellierung in Umformprozessen durch Betrachtung der eingebrachten Vordehnung

Investigation of the crack sensitivity of sheared AHSS edges and improved failure prediction in forming simulations through pre-strain mapping

Wang, Yicheng

Tekkaya, A. E. • Kibben, M. (TKS) • Mertens, O. (TKS) Staupendahl, D.

Validierung von FE-Modellen für das Freiformbiegen von Profilen mit Sonderquerschnitten
Validation of FE models for free-form bending of profiles with arbitrary cross-sections

Wels, Christoph

Tekkaya, A. E. • Gies, S.

Entwicklung und Inbetriebnahme eines Prüfstandes zur Kennwertermittlung mittels elektromagnetischer Ringexpansion
Development of a test bench for material characterization using electromagnetic ring expansion

Yu, Qian

Tekkaya, A. E. • Isik, K.

Einfluss der kinematische Verfestigung auf das Schädigungsverhalten beim Eindrückprozess
The effect of kinematic hardening on the damage behavior for the indentation process

Der Schweigepflicht unterliegende Arbeiten wurden verfasst
von | Confidential works by

Cakar, Sedat

Cheng, Bin

Komodromos, Anna

Maaß, Fabian

Szymanowski, Marcel

Yip, William

Abgeschlossene Bachelorarbeiten | Completed Bachelor of Science Theses

Borchardt, Boris

Tekkaya, A. E. • Müller, D.

Einfluss der Prozessparameter auf die geometrischen Kenngrößen der Schweißnaht beim Directed Energy

Deposition von Stainless Steel 316L-Si-Pulver

Influence of the process parameters on the geometrical characteristics of the welding seam using Directed Energy Deposition of Stainless-Steel 316L-Si powder

Bur, Alexander

Tekkaya, A. E. • Grzanic, G.

Experimentelle Untersuchungen zur Ovalisierung und

Rückfederung von Rohrquerschnitten bei lokaler Radialumformung

Experimental investigation on the ovalization and springback of tube cross sections in local radial forming

Gitschel, Robin

Tekkaya, A. E. • Heibel, S. (Daimler AG) • Gurtknecht, F.

Untersuchung zur Parameteridentifikation für die Anwendbarkeit des GISSMO-Modells in der Umformsimulation hochfester Stahlwerkstoffe im Karosseriebau

Investigations on the parameter identification for the applicability of the GISSMO model in forming simulations of high-strength steel materials in car body construction

Grote, Jannik

Tekkaya, A. E. • Unruh, K. (Faurecia) • Clausmeyer, T. Staupendahl, D.

Experimentelle und numerische Untersuchung des Werkstoffverhaltens beim Biegen höchstfester Stähle für sicherheitsrelevante Strukturbauteile im Automobilbau

Experimental and numerical analysis of the material behavior in bending processes of high-strength steels for safety-relevant structural components in automotive engineering

Guezguez, Mohamed Ali

Tekkaya, A. E. • Gies, S.

Einfluss der Umformgeschwindigkeit auf das Umformver-

mögen von Aluminiumlegierungen bei uniaxialer Belastung
Effect of the forming velocity on the forming limits of aluminum alloys under uniaxial state of stress

Herweg, Dominik

Tekkaya, A. E. • Chatti, S. • Wernicke, S. • Sieczkarek, P.

Analyse von Einflussgrößen zur gezielten Einstellung der Bauteileigenschaften am Beispiel eines durch inkrementelle Blechmassivumformung hergestellten Zahnrades

Analysis of the influencing process parameters for a defined setting of component properties using the example of geared sheets by incremental sheet-bulk metal forming

Hoffmann, Eike

Tekkaya, A. E. • Heibel, S. (Daimler AG) • Isik, K.

Experimentelle Untersuchungen zum Schädigungsverhalten hochfester Stahlwerkstoffe hinsichtlich plastischer Instabilität und Versagensverhalten bei unterschiedlichen Beanspruchungszuständen

Experimental investigations of the damage behavior of advanced high-strength steels with regard to plastic instability and failure behavior for different loading conditions

Hopp, Marvin

Tekkaya, A. E. • Dang, T.

Entwicklung eines Softwaretools zur Untersuchung des Potentials der inkrementellen Blechumformung mit zwei Umformwerkzeugen

Development of a software tool to investigate the potential of two forming tools in incremental sheet metal forming

Janecek, Christian

Tekkaya, A. E. • Gutknecht, F.

Vergleich von duktilen Schädigungskriterien und gekoppelten Schädigungsmodellen anhand von FE-Simulationen des Scherschneidens

Comparison of ductile damage criteria and coupled damage models by FE simulations of a shearing process

Kritzler, Tim

Tekkaya, A. E. • Gutknecht, F.

Konvergenzstudie der Variation von Elementgröße und Elementformulierung beim Scherschneiden

Study of convergence examining the variation of element size and element formulation in shearing processes

Lorch, Yannick

Tekkaya, A. E. • Dahnke, C.

Experimentelle Untersuchung des Umformverhaltens von verbundstranggepressten Aktuatoren auf Basis von Formgedächtnislegierungen

Experimental investigations on the formability of shape memory alloy based actuators manufactured by composite extrusion

Ludwig, Janina

Tekkaya, A. E. • Gies, S. • Sieczkarek, P. • Wernicke, S.

Analyse von Einflussgrößen zur gezielten Einstellung der Bauteileigenschaften am Beispiel eines durch inkrementelle Blechmassivumformung randaufgedickten Blechkörpers

Analysis of influencing parameters for a defined setting of component properties using the example of a sheet edge-thickened by incremental sheet-bulk metal forming

Martschin, Juri

Tekkaya, A. E. • Staupendahl, D.

Entwicklung eines Formula Student Chassis unter Anwendung der Verfahrensmöglichkeiten des TSS-Profilbiegeprozesses

Development of a Formula Student chassis using the process potentials of the TSS profile bending process

Miederhoff, Phil

Tekkaya, A. E. • Horlacher, M. (Kirchhoff Automotive)
Staupendahl, D.

Prüfung der Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit ausgewählter Rohr- und Profilbauteile zur Bewertung verschiedener Biegeverfahren

Investigation of the feasibility and cost effectiveness of selected tube and profile parts for the evaluation of different bending processes

Niehues, Florian

Tekkaya, A. E. • Löbbe, C.

Experimentelle Untersuchung und Optimierung des Wärmeübergangs beim Warmumformen

Experimental analysis and optimization of the heat transfer in hot stamping

Rutenhofer, Luka

Tekkaya, A. E. • Hiegemann, L.

Einfluss einer rotatorischen Bewegung und erhöhter

Geschwindigkeiten auf die Einebnung beim Glattwalzen

Influence of a rotating motion and increased rolling velocities on the smoothing of the surface in a ball burnishing process

Tebaay, Lennart Manfred

Tekkaya, A. E. • Dang, T.

Untersuchung des Einflusses mehrerer Umformwerkzeuge und der Werkzeugkonstruktion zur Prozessbeschleunigung in der inkrementellen Blechumformung

Investigating the influence of multiple forming tools and tool designing to accelerate the process in incremental sheet metal forming

Triebert, Nicolas

Tekkaya, A. E. • Staupendahl, D.

Entwicklung und Einrichtung eines Prüfstands zum inkrementellen Drahtbiegen

Development and setup of a test facility for incremental wire bending

Abgeschlossene Projektarbeiten | Completed Project Theses

Idemir, Ali

Tekkaya, A. E. • Chatti, S. • Wernicke, S.

Schadensanalyse bei der umformtechnischen Herstellung von Stromkleinmen aus dem Werkstoff X10CrNi18-8

Damage analysis of current terminals made by forming of the material X10CrNi18-8

Bärens, Frederic • Wittig, Alexandra

Tekkaya, A. E. • Ortelt, T. R.

Quantitative Analyse von Schmiermittelmengen und

Folienarten in einem tribologischen System bei Nakajima-Versuchen nach DIN EN ISO 12004-2

Quantitative analysis of lubricant quantities and types of films in a tribological system for Nakajima tests according to DIN EN ISO 12004-2

Cakar, Sedat

Tekkaya, A. E. • Isik, K.

Experimentelle und numerische Analyse der Rissinitiierung beim Scherschneiden des Stahls DC04

Experimental and numerical analysis of crack initiation during shear cutting of DC04 Steel

Deiters, Alexander • Windmann, Dominik • Becker, Niels

Tekkaya, A. E. • Gies, S.

Untersuchung des Deformationsverhaltens von Druckleitern bei der elektromagnetischen Umformung

Analysis of the coil winding deformation in electromagnetic forming applications

Detzel, Andreas

Tekkaya, A. E. • Chatti, S. • Sieczkarek, P. • Wernicke, S.

Lokale Blechaufdickung mittels ebenem Walzen

Local sheet thickening by plane rolling

Dilgert, Simon • Hoffmann, Eike • Spee, Julian

Tekkaya, A. E. • Hess, S.

Entwicklung und Implementierung eines Steuerungs- und Regelungskonzeptes zur Optimierung der Streifenziehmaschine und Unterstützung der Datenauswertung

Development and implementation of a control and regulation concept for the optimization of the strip-drawing machine and for the support of data evaluation

Eggemann, Timo • Classen, Leonard

Tekkaya, A. E. • Löbbe, C.

Entwicklung einer Biegevorrichtung zum temperaturunterstützten Blechbiegen

Development of an air bending device for heat-assisted forming

Ehsany, Ayda

Tekkaya, A. E. • Napierala, O.

Entwicklung und Umsetzung alternativer Prozessführungsstrategien für die Umformung von Getriebewellen

Development of alternative process chains for manufacturing gear shafts by cold forging processes

Glüer, Sven

Tekkaya, A. E. • Grzancic, G.

Ermittlung analytischer Ansätze zur Beschreibung von

Rohrdeformationen beim inkrementellen Profilverformen

Determination of analytical approaches for the description of tube deformations in incremental profile forming

Hahn, Nils

Tekkaya, A. E. • Ortelt, T. R. • Hess, S.

Eine quantitative Analyse von Schmiermitteln in einem

tribologischen System bei Nakajima-Versuchen nach DIN EN ISO 12004-2

A quantitative analysis of lubricants in a tribological system for Nakajima tests according to DIN EN ISO 12004-2

Hijazi, Dina • Stafylas, Stavros • Wie, Zhiyi

Tekkaya, A. E. • Staupendahl, D.

Vorhersage des Formänderungsvermögens bei der Umformung von Rohren

Prediction of the forming limit for forming operations using tubular material

Hoppe, Jan • Janeczek, Christian

Tekkaya, A. E. • Ortelt, T. R.

Entwicklung einer IUL-App für iOS

Development of an IUL-App for iOS

Kaschner, Sebastian

Tekkaya, A. E. • Chatti, S. • Sieczkarek, P. • Wernicke, S.

Werkstoffcharakterisierung für die Blechmassivumformung

Material characterization for sheet-bulk metal forming processes

Krebil, Kevin

Tekkaya, A. E. • Chatti, S. • Wernicke, S. • Sieczkarek, P.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der inkrementellen Blechmassivumformung

Economic reflection of the incremental sheet-bulk metal forming process

Michel, Sebastian

Tekkaya, A. E. • Fuß, M. (ISF) • Grzancic, G.

Konstruktion, Fertigung und Einsatzvalidierung eines

Umfformwerkzeugs zur inkrementellen Rohrinnenumformung

Design, manufacture, and commissioning of a forming tool for inner incremental tube forming

Mittal, Aneesh

Tekkaya, A. E. • Isik, K.

Experimentelle Untersuchungen zur Formänderungsanalyse beim Tiefziehen eines Bauteils aus dem höchstfesten Stahl DP1000

Analytical and experimental trials of a deep drawing of high strength DP1000 steel

Mudalyar, Hitesh • Khan, Aamir

Tekkaya, A. E. • Löbbe, C.

Fügen von Rohren durch inkrementelles Rohrformformen

Tube joining based on incremental forming process

Schwendenmann, Nico • Stahl, Paul-Sönke
Tekkaya, A. E. • Chatti, S. • Wernicke, S. • Sieczkarek, P.
Analytische Beschreibung für das Stauchen eines Blechstreifens durch inkrementelle Blechmassivumformung
Analytical approach for the upsetting of a sheet strip by incremental sheet-bulk metal forming

Sonntag, Maximilian • Brock, Gabriel
Tekkaya, A. E. • Grzanic, G. • Staupendahl, D.
Numerische Analyse der Querschnittsdeformation beim querkraftfreien Biegen dünnwandiger Profile
Numerical analysis of the cross-section deformation during pure bending of thin-walled profiles

Wolf, Tobias
Tekkaya, A. E. • Grzanic, G.
Untersuchungen zum Reib- und Verschleißverhalten beim Inkrementellen Profilverformen
Investigations on the friction and wear behavior in incremental profile forming

Yilmaz, Oguz
Tekkaya, A. E. • Chatti, S. • Sieczkarek, P. • Wernicke, S.
Auslegung von Verschleißuntersuchungen für Verzahnungswerkzeuge bei der inkrementellen Blechmassivumformung
Wear investigations of gearing tools in incremental sheet-bulk metal forming processes

Ausgewählte Veröffentlichungen und Vorträge |
Selected Publications and Lectures

09

Zeitschriftenbeiträge | For Journals (Peer Reviewed SCI-Journals)

- Allwood, J. M., Duncan, S. R., Cao, J., Groche, P., Hirt, G., Kinsey, B., Kuboki, T., Liewald, M., Sterzing, A., Tekkaya, A. E., 2016. Closed-loop control of product properties in metal forming. *CIRP Annals - Manufacturing Technology* 65 (2), pp. 573-596.
- Chen, H., Hess, S., Haeberle, J., Pitikaris, S., Born, P., Güner, A., Spertl, M., Tekkaya, A. E., 2016. Enhanced granular medium-based tube and hollow profile press hardening. *CIRP Annals - Manufacturing Technology* 65, pp. 273-276.
- Gerstein, G., Clausmeyer, T., Isik, K., Nürnberg, F., Tekkaya, A. E., Bruchanov, A. A., Maier H. J., 2016. Experimental analysis of anisotropic damage in dual phase steel by resonance measurement. *International Journal of Damage Mechanics*, DOI: 10.1177/1056789516650245.
- Gröbel, D., Schulte, R., Hildenbrand, P., Lechner, M., Engel, U., Sieczkarek, P., Wernicke, S., Gies, S., Tekkaya, A. E., Behrens, B. A., Hübner, S., Vucetic, M., Koch, S., Merklein, M., 2016. Manufacturing of functional elements by sheet-bulk metal forming processes. *Production Engineering* 10 (1), pp. 63-80.
- Grzancic, G., Ben Khalifa, N., Becker, C., 2016. Basic Analysis of the Incremental Profile Forming Process. *Journal of Manufacturing Science and Engineering* 138 (9), pp. 091002-1-6.
- Gutknecht, F., Steinbach, F., Hammer, T., Clausmeyer, T., Volk, W., Tekkaya, A. E., 2016. Analysis of shear cutting of dual phase steel by application of an advanced damage model. *Procedia Structural Integrity* 2, pp. 1700-1707.
- Hahn, M., Weddeling, C., Ben Khalifa, N., Shabaninejad, A., 2016. Springback Behavior of Carbon-Fiber-Reinforced Plastic Laminates with Metal Cover Layers in V-Die Bending. *Journal of Manufacturing Science and Engineering* 138 (12), pp. 121016-1-8.
- Hiegemann, L., Weddeling, C., Tekkaya, A. E., 2016. Analytical contact pressure model for predicting roughness of ball burnished surfaces. *Journal of Materials Processing Technology* 232, pp. 63-77.
- Hölker, R., Tekkaya, A. E., 2016. Advancements in the manufacturing of dies for hot aluminum extrusion with conformal cooling channels. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 83 (5), pp. 1209-1220.

- Isik, K., Gerstein, G., Clausmeyer, T., Nürnberg, F., Tekkaya, A. E., Maier, H. J., 2016.** Evaluation of Void Nucleation and Development during Plastic Deformation of Dual-Phase Steel DP600. *Steel Research International*, DOI: 10.1002/srin.201500483.
- Isik, K., Gerstein, G., Clausmeyer, T., Gutknecht, F., Tekkaya, A. E., Maier, H. J., 2016.** Investigations of ductile damage in DP600 and DC04 deep drawing steel sheets during punching. *Structural Integrity Procedia* 2, pp. 673–680.
- Isik, K., Gerstein, G., Schneider, T., Schulte, R., Rosenbusch, D., Clausmeyer, T., Nürnberg, F., Vucetic, M., Koch, S., Hübner, S., Behrens, B.-A., Tekkaya, A. E., Merklein, M., 2016.** Investigations of ductile damage during the process chains of toothed functional components manufactured by sheet-bulk metal forming. *Production Engineering* 10, pp. 5–15.
- Isik, K., Wernicke, S., Silva, M. B., Martins, P. A. F., Tekkaya, A. E., 2016.** Failure by fracture in sheet–bulk metal forming. *Journal of Strain Analysis* 51, pp. 387–394.
- Kiliclar, Y., Demir, O. K., Engelhardt, M., Rozgic, M., Vladimirov, I. N., Wulfinghoff, S., Weddeling, C., Gies, S., Klose, C., Reese, S., Tekkaya, A. E., Maier, H. J., Stiemeier, M., 2016.** Experimental and numerical investigation of increased formability in combined quasi-static and high-speed forming processes. *Journal of Materials Processing Technology* 237, pp. 254–269.
- Lorenz, A., Lueg-Althoff, J., Bellmann, J., Göbel, G., Gies, S., Weddeling, C., Beyer, E., Tekkaya, A. E., 2016.** Workpiece Positioning during Magnetic Pulse Welding of Aluminum Steel Joints. *Welding Journal* 95, pp. 101–109.
- Löbbe, C., Hering, O., Hiegemann, L., Tekkaya, A. E., 2016.** Setting Mechanical Properties of High Strength Steels for Rapid Hot Forming Processes. *Materials* 9, p. 229.
- May, D., Tekkaya, A. E., 2016.** Transnational connected learning and experimentation – Using live online classes and remote labs for preparing international engineering students for an international working world. *International Journal for Engineering Pedagogy*, 6 (1), pp. 18–28.
- Mennecart, T., Ul Hassan, H., Güner, A., Ben Khalifa, N., Hosseini, M., 2016.** Deep Drawing of High-Strength Tailored Blanks by Using Tailored Tools. *Materials* 9 (2), p. 77.

- Kersting, P., Gröbel, D., Merklein, M., Sieczkarek, P., Wernicke, S., Tekkaya, A. E., Krebs, E., Freiburg, D., Biermann, D., Weikert, T., Tremmel, S., Strangier, D., Tillmann, W., Matthias, S., Reithmeier, E., Löffler, M., Beyer, F., Willner, K., 2016. Experimental and numerical analysis of tribological effective surfaces for forming tools in Sheet-Bulk Metal Forming. *Production Engineering* 10 (1), pp. 37-50.
- Reeb, A., Dahnke, C., Ben Khalifa, N., Tekkaya, A. E., Weidenmann, K. A., 2016. Influence of heat treatment and processing on the mechanical properties of a NiTi-Al matrix composite manufactured via composite extrusion. *International Journal of Engineering Research & Science*, 2 (11), pp. 96-107.
- Sieczkarek, P., Wernicke, S., Gies, S., Krebs, E., Wiederkehr, P., Biermann, D., Tillmann, W., Stangier, D., Tekkaya, A. E., 2016. Wear Behavior of Tribologically Optimized Tool Surfaces for Incremental Forming Processes. *Tribology International* 104, pp. 64-72.
- Sieczkarek, P., Wernicke, S., Martins, P. A. F., Tekkaya, A. E., Weddeling, C., 2016. Local forming of gears by indentation of sheets. *Journal of Engineering Manufacture*, DOI: 10.1177/0954405416654190.
- Sieczkarek, P., Wernicke, S., Gies, S., Martins, P. A. F., Tekkaya, A. E., 2016. Incipient and repeatable plastic flow in incremental sheet-bulk forming of gears. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 86, pp. 3091-3100.
- Silva, M. B., Isik, K., Tekkaya, A. E., Atkins, A. G., Martins, P. A. F., 2016. Fracture toughness and failure limits in sheet metal forming. *Journal of Materials Processing Technology* 234, pp. 249-258.
- Terkowsky, C., Haertel, T., Ortelt, T. R., Radtke, M., May, D., Tekkaya, A. E., 2016. Creating a Place to Bore Or a Place to Explore? – Investigating Possibilities to Foster Students' Creativity in the Manufacturing Engineering Lab. *The International Journal of Creativity & Problem Solving* 26 (2), pp. 23-45.
- Ul Hassan, H., Traphöner, H., Güner, A., Tekkaya, A. E., 2016. Accurate springback prediction in deep drawing using pre-strain based multiple cyclic stress-strain curves in finite element simulation. *International Journal of Mechanical Sciences* 110, pp. 229-241.

Wernicke, S., Sieczkarek, P., Martins, P. A. F., Tekkaya, A. E., 2016. Local Sheet Thickening by in-plane swaging. International Journal of Mechanical Sciences 119, pp. 59-67.

Beiträge in Konferenzbänden | Publications in Proceedings

- Beese, S., Beyer, F., Blum, H., Isik, K., Kumor, D., Rademacher, A., Tekkaya, A. E., Willner, K., Wriggers, P., Zeller, S., Löhnert S., 2016.** Simulation of Sheet-Bulk Metal Forming Processes with Simufact.forming using User-Subroutines. In: ESAFORM 2016, AIP Conference Proceedings. Nantes, France, DOI: <http://dx.doi.org/10.1063/1.4963457>.
- Becker, C., Chatti, S., Grzanic, G., Tekkaya, A. E., 2016.** New Process for Flexible Manufacturing of Bent Parts with Variable Arbitrary Cross Section. In: ESAFORM 2016, AIP Conference Proceedings. Nantes, France, DOI: <http://dx.doi.org/10.1063/1.4963541>.
- Behrens, B. A., Bouguecha, A., Huskic, A., Diefenbach, J., Labanova, N., Tekkaya, A. E., Ben Khalifa N., Napierala, O., 2016.** Herstellung von Leichtbauteilen aus Stahl mittels der Massivumformung. In: XXXV. Verformungskundliches Kolloquium, Zauchensee, Austria, pp. 129-134.
- Bellmann, J., Lueg-Althoff, J., Goebel, G., Gies, S., Beyer, E., Tekkaya, A. E., 2016.** Effects of Surface Coatings on the Joint Formation during Magnetic Pulse Welding in Tube-to-Cylinder Configuration. In: ICHSF 2016, Dortmund, Germany, pp. 279-288.
- Bellmann, J., Lueg-Althoff, J., Kirchhoff, G., Schulze, S., Gies, S., Beyer, E., Tekkaya, A. E., 2016.** Magnetic Pulse Welding: Joining Within Microseconds – High Strength Forever. In: 10th International Conference on Trends in Welding Research, Tokyo, Japan, pp. 91-93.
- Bellmann, J., Lueg-Althoff, J., Schulze, S., Gies, S., Beyer, E., Tekkaya, A. E., 2016.** Magnetic Pulse Welding: Solutions for Process Monitoring within Pulsed Magnetic Fields. In: EAPCC 2016, 6th Euro-Asian Pulsed Power Conference, BEAMS 2016, 21th International Conference on High-Power Particle Beams, MG-XV 2016, 15th International Conference on Megagauss Magnetic Field Generation and Related Topics, Lisbon, Portugal.
- Ben Khalifa, N., Dahnke, C., Pietzka, D., Foydl, A., Tekkaya, A. E., 2016.** Newest Developments in Composite Extrusion. In: 1th International Aluminum Extrusion Technology Seminar and Exposition, Chicago, USA, pp. 559-569.

- Clausmeyer, T., Heibel, S., Nester, W., Tekkaya, A. E., 2016.** Damage characterization of high-strength multiphase steels. In: IDDRG 2016, Linz, Austria, pp. 10-17.
- Dahnke, C., Lorch, Y., Haase, M., Ben Khalifa, N., Tekkaya, A. E., 2016.** Manufacturing of Shape Memory Metal Matrix Composites (SM-MMCs) by Composite Extrusion. In: 11th International Aluminum Extrusion Technology Seminar and Exposition, Chicago, USA, pp. 571-581.
- Dang, T., Tebaay, L. M., Gies, S., Tekkaya, A. E., 2016.** Multiple forming tools in incremental forming – Influence of the forming strategies on sheet contour. In: ESAFORM 2016, AIP Conference Proceedings. 1769, 070009, Nantes, France, DOI: <http://dx.doi.org/10.1063/1.49663462>.
- Gebhard, J., ElBudamusi, M., Becker, C., Chen, L., Clausmeyer, T., Tekkaya, A. E., 2016.** Enhancement of forming limits in bending with a combined strategy. In: 66th Japanese Joint Conference for the Technology of Plasticity, pp. 195-196.
- Gutknecht, F., Übelacker, D., Clausmeyer, T., Tekkaya, A. E., 2016.** Numerical investigation of blanking metal polymer sandwich sheets. In: NUMIFORM 2016, MATEC Web of Conferences, Troyes, France, DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/mateconf/20168016002>.
- Hahn, M., Ben Khalifa, N., Wollmann, T., Jaschinski, J., Modler, N., Zeiser, A., Wiedemann, S., Meissen, F., 2016.** Forming of Carbon Fibre-reinforced Metal Laminates in combination with injection moulding. The 5th International Lower Silesia - Saxony Conference - AutoMetForm 2016, Wroclaw, Poland, pp. 105-110.
- Hess, S., Schild, J., Hiegemann, L., Hoppmann, C., Tekkaya, A. E., 2016.** Process limits of an integrated deep drawing and injection molding process. IDDRG 2016, Linz, Austria, pp. 287-294.
- Hiegemann, L., Agarwal, C., Weddeling, C., Tekkaya, A. E., 2016.** Reducing the stair step effect of layer manufactured surfaces by ball burnishing. In: ESAFORM 2016, AIP Conference Proceedings, Nantes, France, DOI: <http://dx.doi.org/10.1063/1.49663612>.
- Kruse, D., Frerich, S., Petermann, M., Ortelt, T. R., Tekkaya, A. E., 2016.** Remote labs in ELLI: Lab experience for every student with two different approaches. In: EDUCON 2016, Abu Dhabi, UAE, pp. 469-475.

- Liewald, M., Neipp, C., Weber, C., Surm, H., Otto, M., Leonhardt, C., Többe, J., Meßner, R., Benkert, T., Felde, A., Schwane, M., Metzger, M., Tiffe, M., Vogel, F., Missal, N., Napierala, O., Diefenbach, J., Kuwert, P., Huskic, A., Tothgang, M., Dehio, J., Dürig, M., Busse, A., 2016. Lightweight Forging – Innovation Network for Technological Progress in Part, Process and Material Design for Forged Parts in Automotive Technology. In: ICFG 2016, 49th Plenary Meeting, Stuttgart, Germany, pp. 136-140.
- Lueg-Althoff, J., Bellmann, J., Gies, S., Schulze, S., Tekkaya, A. E., Beyer, E., 2016. Magnetic Pulse Welding of Dissimilar Metals in Tube-to-Tube Configuration. In: 10th International Conference on Trends in Welding Research, Tokyo, Japan, pp. 87-90.
- Lueg-Althoff, J., Gies, S., Schulze, S., Bellmann, J., Beyer, E., Schulze, S., Tekkaya, A. E., 2016. Magnetic Pulse Welding of Tubes: Ensuring the Stability of the Inner Diameter. In: EAPCC 2016, 6th Euro-Asian Pulsed Power Conference, BEAMS 2016, 21th International Conference on High-Power Particle Beams, MG-XV 2016, 15th International Conference on Megagauss Magnetic Field Generation and Related Topics, Lisbon, Portugal.
- Lueg-Althoff, J., Schilling, B., Bellmann, J., Gies, S., Schulze, S., Beyer, E., Tekkaya, A. E., 2016. Influence of the Wall Thicknesses on the Joint Quality during Magnetic Pulse Welding in Tube-to-Tube Configuration. In: ICHSF 2016, Dortmund, Germany, pp. 259-268.
- May, D., Lensing, K., Tekkaya, A. E., 2016. Internationalization as a topic in higher engineering education - A quantitative content analysis examining the engineering curricula from ten German technical universities. In: EDUCON 2016, Abu Dhabi, UAE, pp. 136-141.
- May, D., Tekkaya, A. E., 2016. Using transnational online learning experiences for building international student working groups and developing intercultural competences. In: ASEE's 123rd Annual Conference & Exposition, New Orleans, USA.
- May, D., Terkowsky, C., Ortelt, T. R., Tekkaya, A. E., 2016. The Evaluation of Remote Laboratories: Development and application of a holistic model for the evaluation of online remote laboratories in manufacturing technology education. In: REV2016 – 13th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation, Madrid, Spain, pp. 127-136.
- May, D., Terkowsky, C., Ortelt, T. R., Tekkaya, A. E., 2016. Using and Evaluating Remote Labs in Transnational Online Courses for Mechanical Engineering Students Paper. In: ASEE's 123rd Annual Conference & Exposition, New Orleans, USA.

- Mennecart, T., Hiegemann, L., Ben Khalifa, N., 2016.** Werkzeugentwicklung für In-Situ-Hybridisierung von Metall-Faser-Metall-Laminaten unter Berücksichtigung der viskosen Zwischenlage. In: 23. Sächsische Fachtagung Umformtechnik.
- Meya, R., Ortelt, T. R., Selvaggio, A., Chatti, S., Becker, C., Tekkaya, A. E., 2016.** Development of a tele-operative control for the incremental tube forming process and its integration into a learning environment. EDUCON 2016, 13.05.2016, Abu Dhabi, UAE, pp. 80-86.
- Müller, M., Gies, S., Tekkaya, A. E., 2016.** Gesenckfreies Innenhochdruckfügen von Vierkantröhren. In: 7. VDI Fachtagung Welle-Nabe-Verbindungen, Karlsruhe, Germany, pp. 241-246.
- Napierala, O., Kolpak, F., Dahnke, C., Tekkaya, A. E., Wälder, J., Liewald, M., 2016.** Potentials and Limits of Hollow Lateral Extrusion. In: ICFG 2016, 49th Plenary Meeting, Stuttgart, Germany, pp. 168-173.
- Ortelt, T. R., Gies, S., Traphöner, H., Chatti, S., Tekkaya, A. E., 2016.** Integration of new concepts and features into forming technology lectures. In: EDUCON 2016, Abu Dhabi, UAE, pp. 555-562.
- Ortelt, T. R., Pekasch, S., Lensing, K., Guéno, J., May, D., Tekkaya, A. E., 2016.** Concepts of the international manufacturing remote lab (MINTRelab): Combination of a MOOC and a remote lab for a manufacturing technology online course. In: EDUCON 2016, Abu Dhabi, UAE, pp. 602-607.
- Ortelt, T. R., Selvaggio, A., Meya, R., Chatti, S., Tekkaya, A. E., 2016.** Live Demo of Two Experiments using a Remote Lab for forming Technology. In: REV2016 – 13th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation, Madrid, Spain, pp. 326-327.
- Selvaggio, A., Sadiki, A., Ortelt, T. R., Meya, R., Becker, C., Chatti, S., Tekkaya, A. E., 2016.** Development of a Cupping Test in Remote Laboratories for Engineering Education. In: REV2016 – 13th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation, Madrid, Spain, pp. 116-120.
- Sieczkarek, P., Silva, C. M. A., Wernicke, S., Tekkaya, A. E., Martins, P. A. F., 2016.** Mechanical characterization of materials for sheet-bulk metal forming processes. In: RTME 2016 Conference, Aveiro, Portugal, pp. 62-83.

- Staupendahl, D., Chatti, S., Tekkaya, A. E., 2016.** Closed-Loop Control Concept for Kinematic 3D-Profile Bending. In: ESAFORM 2016, AIP Conference Proceedings, Nantes, France, DOI: <http://dx.doi.org/10.1063/1.4963542>.
- Schwane, M., Haase, M., Tekkaya, A. E., Misiolek, W., 2016.** Influence of Extrusion Die Geometry on Weld Seam Properties of AA6082 Extrudates. In: 11th International Aluminum Extrusion Technology Seminar and Exposition, Chicago, USA, pp. 781-788.
- Uhlmann, E., Tekkaya, A. E., Kashevko, V., Gies, S., Reimann, R., John, P., 2016.** Qualification of CuCr1Zr for the SLM Process. In: ICHSF 2016, Dortmund, Germany, pp. 173-182.

Vorträge | Presentations

- Ben Khalifa, N., Dahnke, C., Foydl, A., Pietzka, D., Tekkaya, A. E., 2016.** Newest Developments in Composite Extrusion. ET16 Extrusion Technology Seminar, 06.05.2016, Chicago, USA.
- Ben Khalifa, N., Tekkaya, A. E., 2016.** Flexible tube and profile forming processes. 2016 CIRP General Assembly, 21.-27.08.2016, Guimaraes, Portugal.
- Clausmeyer, T., Heibel, S., Nester, W., Tekkaya, A. E., 2016.** Parameter identification of two phenomenological damage models for sheet metal forming. 14. LS-Dyna Forum, 10.-12.10.16, Bamberg, Germany.
- Dang, T., Gies, S., Tebaay, L. M., Tekkaya, A. E., 2016.** Incremental forming with multiple forming tools. ESAFORM 2016, 27.-29.02.2016, Nantes, France.
- Gutknecht, F., Cha, W.-G., Tekkaya, A. E., 2016.** Simulationsumgebung für Verschleiß beim Scherschneiden. Abschlusskolloquium Trockenscherschneiden, 20.05.2016, Dortmund, Germany.
- Gutknecht, F., Steinbach, F., Hammer, T., Clausmeyer, T., Volk, W., Tekkaya, A. E., 2016.** Analysis of Shear Cutting of Dual Phase Steel by Application of an Advanced Damage Model. ECF21, 23.06.2016, Catania, Italy.
- Hahn, M., Weddeling, C., Ben Khalifa, N., Shabaninejad, A., 2016.** Springback Behavior Of Carbon-Fiber-Reinforced Plastic Laminates With Metal Cover Layers In V-Die Bending. MSEC2016, 30.06.2016, Blacksburg, USA.
- Heuse, M., Staupendahl, D., Upadhyay R. S. S., S., 2016.** Impact of the Crack Sensitivity of Cut Edges on the Formability of Advanced High Strength Steels. ESAFORM 2016, 27.-29.04.2016, Nantes, France.
- Isik, K., Yoshida, Y., Chen, L., Clausmeyer, T., Tekkaya, A. E., 2016.** Modelling shearing cutting process of high carbon steel using Lemaitre damage model. International Conference on Computational Methods in Manufacturing Processes, 18.-20.05.2016, Liège, Belgium.

- Isik, K., Gerstein, G., Schneider, T., Schulte, R., Rosenbusch, D., Clausmeyer, T., Nürnberger, F., Vucetic, M., Koch, S., Hübner, S., Behrens, B.-A., Tekkaya, A. E., Merklein, M., 2016. Investigations of ductile damage during the process chains of toothed functional components manufactured by sheet-bulk metal forming. 17. Simufact Roundtable, 31.05.-02.06.2016, Marburg, Germany.
- Löbke, C., Grzancic, G., Tekkaya, A. E., 2016. FlexBend - Entwicklung einer Technologie zum querkraftfreien Profilbiegen durch flexible Werkzeugformen. 6. DORP 2016, 03.11.2016, Dortmund, Germany.
- Lueg-Althoff, J., Gies, S., Tekkaya, A. E., 2016. Fügen durch Weiten oder Engen - Auslegung von Fügeverbindungen. GDA-Seminar: Fügen von Aluminiumprofilen und -blechen, 01.-02.03.2016, Duisburg, Germany.
- Napierala, O., Kolpak, F., Dahnke, C., Tekkaya, A. E., Wälder, J., Liewald, M., 2016. Potentials and Limits of Hollow Lateral Extrusion and Upset Bulging. ICFG 2016 - 49th Plenary Meeting, 04.-07.09.2016, Stuttgart, Germany.
- Ortelt, T. R., Meya, R., Selvaggio, A., Chatti, S., Tekkaya, A. E., 2016. Live Demo of Two Experiments using a Remote Lab for forming Technology. REV 2016, 25.02.2016, Madrid, Spain.
- Ortelt, T. R., Tekkaya, A. E., 2016. Teleoperative Prüfzelle zur Materialcharakterisierung in der Umformtechnik. 25. testXpo - Internationale Fachmesse für Prüftechnik, 11.10.2016, Ulm, Germany.
- Schwane, M., Haase, M., Misiolek, W., Tekkaya, A. E., 2016. Influence of Extrusion Die Geometry on Weld Seam Properties of AA6082 Extrudates. 11th International Aluminum Extrusion Technology Seminar and Exposition, 02.-06.05.2016, Chicago, USA.
- Schwane, M., Tekkaya, A. E., 2016. Simulation und Analyse der Längspressnahtstehung beim Aluminiumstrangpressen. 19. Workshop Simulation in der Umformtechnik, 23.-24.02.2016, Stuttgart, Germany.
- Steinbach, F., Gutknecht, F., Hammer, T., Neumayer, F., 2016. Verschleißuntersuchungen beim Scherschneiden von monolithischen Blechen AiF1 und DFG1. Abschlusskolloquium Trockenscherschneiden, 20.05.2016, Dortmund, Germany.
- Tekkaya, A. E., 2016. In-Plane Torsion Testing of Sheet Metal - Local Strength, Cyclic Testing and Damage Characterization, 2016, 13th Asia-Pacific Symposium on Engineering Plasticity and Its Application, 04.-08.12.2016, Hiroshima, Japan.

- Tekkaya, A. E., 2016.** Grenzen der phänomenologischen Analyse von Umformprozessen. Trendworkshop Skalenüberbrückende Simulation, 08.11.2016, Bochum, Germany.
- Tekkaya, A. E., 2016.** Forschung am Institut für Umformtechnik und Leichtbau. 8. Kongress Stanztechnik, 11.-12.04.2016, Dortmund, Germany.
- Tekkaya, A. E., 2016.** Vorstellung des IUL, seiner Forschungsschwerpunkte und Projektergebnisse. Arbeitskreis FEM, 12.04.2016, Krefeld, Germany.
- Tekkaya, A. E., Traphöner, H., Clausmeyer T., 2016.** Characterization of strength, hardening and damage of sheets using the in-plane torsion test. 1st Sino-German Workshop, 14.-15.07.2016, Shanghai, China.

Forschungsberichte | Research Reports

Tekkaya, A. E., El Budamusi, M., Becker, C., Clausmeyer, T., Chen, L., Gebhard, J., 2016. Erweiterung der Formänderungsgrenzen von härtesten Stahlwerkstoffen bei Biegeumformprozessen durch innovative Prozessführung und Werkzeuge. Abschlussbericht, Forschung für die Praxis.

Buchbeiträge | Books

Hölker-Jäger, R., Tekkaya, A. E., 2016. Additive manufacture of tool and dies for metal forming. In: Brandt, M. (Hrsg.): Laser Additive Manufacturing: Materials, Design, Technologies and Applications, Woodhead Publishing Series in Electronic and Optical Materials, Elsevier Science & Technology, Amsterdam, pp. 439-464.

Schuster, K., Kerstin, T., May, D., Lensing, K., Grosch, M., Richert, A., Tekkaya, A. E., Petermann, M., Jeschke, S., 2016. Status Quo of Media Usage and Mobile Learning in Engineering Education. In: Jeschke, S., et al. (Hrsg.): Automation, Communication and Cybernetics in Science and Engineering 2015/2016, Springer Verlag, Heidelberg, pp. 429-441.

Tekkaya, A. E., Wilkesmann, U., Terkowsky, C., Pleul, C., Radtke, M., Maevus, F. (Hrsg.), 2016. Das Labor in der ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung, Zukunftsorientierte Ansätze aus dem Projekt IngLab - acatech STUDIE, Utz Verlag, München.

Technische Magazine | Technical Magazines

Hiegemann, L., Rutenhofer, L., Tekkaya, A. E., 2016. Glattwalzen unter hohen Geschwindigkeiten, wt-online 106 (2016) 10, pp. 725-732.

Napierala, O., Dahnke, C., Tekkaya, A. E., Wälder, J., Felde, A., Liewald, M., 2016. Verfahren mit Potential für den Leichtbau – Hohl-Quer-Fließpressen. UMFORMtechnik 6, pp. 20-22.

Steinbach, F., Stein, P., 2016. Scherschneiden ohne Schmieren möglich. Maschinenmarkt 3-4, pp. 28-29.

Mitarbeiter | Staff

10

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 Polak M. A.
0231 755 5846
nina.polak@iul.tu-dortmund.de

Oberingenieure | Chief Engineers



Dr.-Ing. Nooman Ben Khalifa
Oberingenieur Forschung
Abteilungsleiter Technische Abteilung
0231 755 2630
nooman.ben_khalifa@iul.tu-dortmund.de



Dr.-Ing. habil. Sami Chatti
Oberingenieur Lehre
0231 755 7852
sami.chatti@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



Lars Hiegemann M. Sc.
Abteilungsleiter Blech- und Biegeumformung
0231 755 8437
lars.hiegemann@iul.tu-dortmund.de



Dipl.-Ing. Tobias R. Ortelt
Abteilungsleiter Ingenieurausbildung
und Remote Manufacturing
0231 755 4735
tobias.ortelt@iul.tu-dortmund.de



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



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

Abteilung Massivumformung | Bulk Metal Forming



Christoph Dahnke M. Sc.
Abteilungsleiter Massivumformung
0231 755 8441
christoph.dahnke@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



Dipl.-Ing. Stefan Ossenkemper
0231 755 7431
stefan.ossenkemper@iul.tu-dortmund.de



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

Abteilung Blech- und Biegeumformung | Sheet Metal Forming and Bending



Lars Hiegemann M. Sc.
Abteilungsleiter Blech- und Biegeumformung
0231 755 8437
lars.hiegemann@iul.tu-dortmund.de



Hui Chen M. Sc.
0231 755 8449
hui.chen@iul.tu-dortmund.de



Hamed Dardaeei M. Sc.
0231 755 7851
hamed.dardaeei@iul.tu-dortmund.de



Dipl.-Ing. Goran Grzancic
0231 755 2499
goran.grzancic@iul.tu-dortmund.de



Sigrid Hess M. Sc.
0231 755 8451
sigrid.hess@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



Christian Löbbbe M. Sc.
0231 755 8431
christian.loebbbe@iul.tu-dortmund.de

Abteilung Blech- und Biegeumformung | Sheet Metal Forming and Bending



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



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



Esmail Nazari M. Sc.
0231 755 6926
esmaeil.nazari@iul.tu-dortmund.de



Dipl.-Ing. Daniel Staupendahl
0231 755 7174
daniel.staupendahl@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



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



Thorben Bender M. Sc.
0231 755 4751
thorben.bender@iul.tu-dortmund.de



Kerim Isik M. Sc.
0231 755 6918
kerim.isik@iul.tu-dortmund.de



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



Abteilung Sonderverfahren | Non-Conventional Processes

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



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



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



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



Dipl.-Ing. Thai Dang
0231 755 8434
thai.dang@iul.tu-dortmund.de



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



Michael Müller M. Sc.
0231 755 2608
michael.mueller@iul.tu-dortmund.de



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



Ingenieurausbildung und Remote Manufacturing | Engineering Education and Remote Manufacturing

Dipl.-Ing. Tobias R. Ortelt
Abteilungsleiter Ingenieurausbildung
und Remote Manufacturing
0231 755 4735
tobias.ortelt@iul.tu-dortmund.de



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

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



MMT | Master of Science in Manufacturing Technology

Dr. - Ing. habil. Sami Chatti
Oberingenieur Lehre
0231 755 7852
sami.chatti@iul.tu-dortmund.de



Frigga Göckede B. B. A.
Koordination Internationale Studiengänge
Fakultät Maschinenbau
0231 755 6462
frigga.goeckede@iul.tu-dortmund.de

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



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

Dipl.-Ing. Tobias R. Ortelt
Abteilungsleiter Ingenieurausbildung
und Remote Manufacturing
0231 755 4735
tobias.ortelt@iul.tu-dortmund.de



Projektierung | Project planning

Dr.-Ing. Nooman Ben Khalifa
Oberingenieur Forschung
Abteilungsleiter Projektierung
0231 755 2630
nooman.ben_khalifa@iul.tu-dortmund.de



Dr.-Ing. Thomas Kloppenborg
0231 755 2402
thomas.kloppenborg@iul.tu-dortmund.de



Dr.-Ing. Frauke Maevus
0231 755 8193
frauke.maevus@iul.tu-dortmund.de



Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Ramona Hölker-Jäger
0231 755 6915
ramona.hoelker@iul.tu-dortmund.de



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



Dominic Müller M. Sc.
Persönlicher Referent Prof. Tekkaya
0231 755 8453
dominic.mueller@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 Feuer
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



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



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

2016 ausgeschieden | Staff who left in 2016



Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Matthias Haase



Christian Pleul M. Sc. M. Eng.



Dipl.-Fachübers. Andrea Hallen



Dipl.-Ing. Martin Schwane