

# Tätigkeitsbericht

# 15

# Tätigkeitsbericht

15

## 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](http://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  
Andrea Hallen  
Nina Polak  
Beate Ulm-Brandt

Layout  
Patrick Cramer

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Lehre</b>	1
1.1	Lehrveranstaltungsangebot	1
1.2	Master of Science in Manufacturing Technology (MMT)	3
1.3	Dissertationen	5
<b>2</b>	<b>Forschung für die Ingenieurausbildung</b>	12
2.1	ELLI – Exzellentes Lehren und Lernen in den Ingenieurwissenschaften	13
2.2	IngLab – Das Labor in der ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung	16
2.3	KoM@ING – Kompetenzmodellierungen und Kompetenzentwicklung, bezogen auf Mathematik und ihre Verwendung im ingenieurwissenschaftlichen Studium	17
2.4	MINTReLab – International Manufacturing Remote Lab (Projekt der Fakultät Maschinenbau)	18
<b>3</b>	<b>Forschung</b>	22
<b>3.1</b>	<b>Forschungsgruppen und -center</b>	23
3.1.1	ReCIMP – Research Center for Industrial Metal Processing	23
3.1.2	ReGAT – Research Group on Additive Technology	26
<b>3.2</b>	<b>Koordinierte Forschungsprogramme</b>	28
3.2.1	Methodenplanung für quasistatisch-dynamisch kombinierte Umformprozesse	28
3.2.2	Trockenscherschneiden von metallischen Schichtverbundsystemen	29
<b>3.3</b>	<b>Abteilung Massivumformung</b>	30
3.3.1	Umformtechnische Herstellung und Charakterisierung von Aktuatorprofilen, basierend auf Shape Memory Alloys	31
3.3.2	Bauteiloptimierung durch Schmieden von verbundstranggepressten Aluminiumhalbzeugen	32
3.3.3	Experimentelle und numerische Untersuchung zu komplexen industriellen Strangpresswerkzeugen mit integrierter Werkzeugkühlung	33

3.3.4	Generativ hergestellte Werkzeuge mit lokaler Innenkühlung zur Erweiterung der Prozessgrenzen beim Strangpressen	34
3.3.5	Thermo-mechanische Weiterverarbeitung von höherfesten Aluminiumwerkstoffen beim Strangpressen	35
3.3.6	Entwicklung eines Verfahrens zur Fertigung von Rippenrohren durch Strangpressen	36
3.3.7	Abbildung lokaler Bauteileigenschaften in FEM-Umformsimulationen	37
3.3.8	Erweiterung technologischer Grenzen bei der Massivumformung in unterschiedlichen Temperaturbereichen	38
3.3.9	Gezielte Prozesssteuerung bei der Kaltmassivumformung und Wärmebehandlung zur Minimierung des Verzugs	39
3.3.10	Grundlagenuntersuchungen zum Hohl-Quer-Fließpressen von Nebenformelementen	40
<b>3.4</b>	<b>Abteilung Blechumformung</b>	41
3.4.1	In-situ-Hybridisierung von Sandwichblechen	42
3.4.2	Presshärten von Rohren durch granulare Medien	43
3.4.3	Herstellung von Strukturbauteilen durch Tiefziehen und Hinterspritzen im Spritzgießwerkzeug	44
3.4.4	Trockenes Scherschneiden von Metallwerkstoffen und Polymeren	45
3.4.5	Entwicklung hybrider, steifigkeitsangepasster und verschleißfester Tiefziehwerkzeuge	46
3.4.6	Strategien zur Kompensation rückfederungsbedingter Formabweichungen	47
3.4.7	Identifikation spannungsabhängiger Bauschinger-Koeffizienten	48
3.4.8	Erweiterung der Formänderungsgrenzen durch den Einsatz von Wärme innerhalb der Prozesskette	49
<b>3.5</b>	<b>Abteilung Biegeumformung</b>	50
3.5.1	Untersuchung des Inkrementellen Rohrumformens mit dem Ziel der Erstellung eines Prozessmodells zur Vorhersage der Rückfederung	51
3.5.2	Grundlagen des Inkrementellen Profulumformens	52

3.5.3	Indubend – Technologie zur induktiven In-situ-Erwärmung beim Stanz- und Biegeumformen mit Folgeverbundwerkzeugen	53
3.5.4	ConProBend – Einstellung von Produkteigenschaften in Folgeverbundwerkzeugen	54
3.5.5	Untersuchungen des Werkstoffverhaltens bei der Blechverarbeitung über Walzprofilierprozesse	55
3.5.6	Mechanisches Fügen von Rohren durch Drücken	56
3.5.7	Erweiterung der Formänderungsgrenzen von höherfesten Stahlwerkstoffen bei Biegeumformprozessen durch innovative Prozessführung und Werkzeuge	57
<b>3.6</b>	<b>Abteilung Sonderverfahren</b>	<b>58</b>
3.6.1	Verfahrensentwicklung zum Tiefziehen mit integrierter elektromagnetischer Umformung	59
3.6.2	Entwicklung und Herstellung optimierter Spulenwindungen für die elektromagnetische Umformung unter Einsatz additiver Fertigungsverfahren	60
3.6.3	Gezielte Einstellung der Nahtausbildung beim Fügen durch Magnetschweißen	61
3.6.4	Innenhochdruckfügen nicht rotationssymmetrischer Profilquerschnitte	62
3.6.5	Maßgeschneiderte und beidseitige Druckverteilungen für die Umformung mittels vaporisierender Folien	63
3.6.6	Grundlagenuntersuchung zur umformtechnischen Nachbearbeitung thermisch beschichteter Werkzeugoberflächen	64
3.6.7	Grundlagenuntersuchungen und Verfahrensentwicklung zur Herstellung belastungsangepasster Bauteile mittels inkrementeller Blechmassivumformung (BMU)	65
3.6.8	Wirtschaftliche Herstellung gewichts- und eigenschaftsoptimierter Funktionsbauteile mittels inkrementeller Blechmassivumformung	66
3.6.9	Inkrementelle Blechumformung mit mehreren simultanen Umformzonen (MPIF)	67
3.6.10	Entwicklung effizienter integraler Fertigungsprozesse zur Umformung von Metall-FKV-Halbzeugen	68
<b>3.7</b>	<b>Abteilung für Angewandte Mechanik in der Umformtechnik</b>	<b>69</b>

3.7.1	Analyse der belastungspfadabhängigen Schädigungs- und Mikrostrukturentwicklung zur numerischen Auslegung von Blechmassivumformprozessen	70
3.7.2	Entwicklung eines Softwaretools zur robusten Auslegung des Scherschneidprozesses von metallischen Schichtverbundwerkstoffen ohne zusätzliche Schmierstoffe	71
3.7.3	Robuste Materialmodellierung für Blechbiegeoperationen	72
3.7.4	Untersuchung von Versagensarten beim Umformen monolithischer und zusammengesetzter Platten	73
3.7.5	Erweitertes kontinuumsmechanisches Schädigungsmodell unter Berücksichtigung niedriger Triaxialitäten für die Tiefziehsimulation von Hochleistungsstählen	74
3.7.6	Materialwissenschaftlich gestützte Entwicklung von Simulationsstrategien für den Einsatz des adiabatischen Trennens in der Blechteilfertigung	75
<b>3.8</b>	<b>Patente</b>	76
3.8.1	Offengelegte Patente	76
3.8.2	Angemeldete Patente	77
<b>4</b>	<b>Weitere Aktivitäten</b>	82
4.1	Veranstaltungen	82
4.2	Auszeichnungen	89
4.3	Mitwirkung in nationalen und internationalen Organisationen: Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. A. Erman Tekkaya	93
4.4	Mitwirkung in nationalen und internationalen Organisationen: Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Matthias Kleiner	97
<b>5</b>	<b>Internationaler Austausch</b>	102
<b>6</b>	<b>Technische Ausstattung</b>	110
6.1	Versuchsfeld	110
6.2	Rechnerausstattung	113
<b>7</b>	<b>Kooperationen</b>	Mittelteil
<b>8</b>	<b>Abgeschlossene Arbeiten</b>	Mittelteil
<b>9</b>	<b>Ausgewählte Veröffentlichungen und Vorträge</b>	Mittelteil
<b>10</b>	<b>Mitarbeiter</b>	Mittelteil





## Geleitwort

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

die politischen Ereignisse im Jahr 2015 waren dramatisch und erschütternd. Der Terror in Frankreich und anderswo hat uns alle schockiert und das IUL stand solidarisch vor allem neben unseren französischen Freunden und Kollegen. Das andauernde Flüchtlingsdrama braucht die Unterstützung aller Menschen und Institutionen in den sicheren europäischen Ländern. Unser altes Bürogebäude, welches ursprünglich schon 2015 abgerissen werden sollte, ist einstweilen als Notunterkunft für Flüchtlinge vorbereitet. Wir haben kurzfristig unsere Vorlesungen für interessierte Flüchtlinge geöffnet. Offensichtlich müssen wir aber für diese aus ihrer Heimat gerissenen Menschen noch mehr beitragen und werden dies auch im neuen Jahr tatkräftig tun.

2015 war andererseits ein sehr erfolgreiches Forschungsjahr für das Institut. Ein Großgeräteantrag bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) und dem Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung des Landes NRW für die Beschaffung einer Kombinationsmaschine zum Laserauftrags-schweißen von Pulver in einer 5-Achs-Fräsmaschine wurde genehmigt und begründet nun eine neue Forschungslinie am Institut für Umformtechnik und Leichtbau (IUL). Mit der neuen Maschine können wir unser zum Patent angemeldetes Verfahren zur Kombination additiver, spanender und umformender Fertigung umsetzen und erforschen. Durch diese Verfahrenskombination erwarten wir eine drastische Verminderung der in die Produkte eingebrachten Energie und eine erhöhte Fertigungsgeschwindigkeit im Vergleich zu den rein additiv hergestellten Bauteilen.

Am 1. August 2015 erfolgte die Gründung der Arbeitsgruppe „Research Group on Additive Manufacturing“ (ReGAT), um die verschiedenen Forschungsaktivitäten des IULs in Bezug auf die Kombination von additiven und formativen Fertigungstechnologien zu bündeln. Frau Dr. Ramona Hölker-Jäger hat diese neue Arbeitsgruppe gegründet und wird sie in Zukunft leiten. Die Empfehlung des Senatsausschusses der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) für die Sonderforschungsbereiche, gemeinsam mit der RWTH Aachen und dem Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH (MPIE) einen Antrag auf Einrichtung eines Sonderforschungsbereichs zum Thema Schädigungskontrollierter Umformprozesse zu stellen, hat uns sehr gefreut und motiviert, auf diesem anspruchsvollen Neuland umfassend zu forschen. Auch die Bewilligung des ELLI 2-Verbundforschungsprojektes durch das BMBF ist eine Bestätigung unseres Konzeptes zur Ingenieurdidaktik, welches durch die interdisziplinäre Kooperation zwischen Hochschuldidaktik und den Ingenieurwissenschaften realisiert wird. Wir freuen uns sehr darauf, die exzellente

und etablierte Zusammenarbeit am gemeinsam beantragten Verbundprojekt mit Professorin Sabina Jeschke von der RWTH Aachen und Professor Marcus Petermann von der Ruhr-Universität Bochum sowie deren Teams fortzusetzen und auszubauen.

Die Aktivitäten des 2012 im Rahmen eines Forschungsvorhabens mit dem Weltkonzern Faurecia gegründeten „Research Center for Industrial Metal Processing (ReCIMP)“ sind 2015 weiter ausgeweitet und gefestigt worden. Dies zeigt den großen Bedarf einer solchen Forschungseinheit, die nicht nur angewandte Forschungstätigkeiten in Kooperation mit der Industrie durchführt, sondern auch zahlreiche innovative, praxisnahe und grundlagenorientierte Forschungsprojekte generiert.

Im Jahr 2015 ist die Mitarbeiterzahl leicht angestiegen: Sechs Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bereichern das Institut und fünf haben das IUL verlassen, um sich nach ihrer akademischen Karriere neuen Aufgaben in der Industrie zu widmen. Auch in diesem Jahr zeigten die Absolventinnen und Absolventen unserer Studiengänge ein großes Interesse an einer Mitarbeit am IUL, was sich in drei Neueinstellungen aus dem eigenen Studierendenpool widerspiegelt. Mit 5 abgeschlossenen Dissertationen und 49 Diplom-, Master-, Bachelor-, Projekt- und Studienarbeiten hatten wir insgesamt ein sehr erfolgreiches akademisches Jahr.

Die fünfte Generation des internationalen Masterstudienganges „Manufacturing Technologies“ (MMT) hat ihr Studium im Oktober 2015 begonnen. Auch in diesem Jahr hat die hohe Anzahl von internationalen Bewerberinnen und Bewerbern uns ermutigt, mit diesem Studiengang unser internationales Engagement fortzusetzen. Die Mitarbeit der MMT-Studierenden an Forschungsaktivitäten der Lehrstühle der Fakultät Maschinenbau nimmt mit jedem Jahr zu und ist heute ein wesentlicher Bestandteil unseres Forschungspotenzials.

Auch im Jahr 2015 hat das IUL diverse Veranstaltungen organisiert. Neben dem 18. Workshop „Simulation in der Umformtechnik“ und dem international besuchten „3. Industriekolloquium des SFB/TR 73“ bildete das Kolloquium anlässlich des 60. Geburtstages von Matthias Kleiner gewiss einen Höhepunkt im akademischen Kalender des IUL. Zahlreiche Gäste aus dem akademischen und industriellen Umfeld folgten der Einladung zu der als Überraschung für den Jubilar geplanten Veranstaltung. Das anlässlich des Geburtstages herausgegebene Buch „60 Excellent Inventions in Metal Forming“ würdigt mit seinen exzellenten internationalen Beiträgen die großen Fortschritte in der

Umformtechnik der letzten Jahrzehnte. Ein kleines Jubiläum feierte auch der Industriebeirat mit seinem 10. Treffen. Das IUL ist den Mitgliedern dieses Beirates für die zahlreichen Anregungen und die konstruktiven Kritiken zu Dank verpflichtet.

Ein wesentlicher Bestandteil der internationalen Vernetzung des Institutes waren die zahlreichen renommierten Gäste, die am IUL für langfristige Forschungsaufenthalte hospitierten. Professor Misiolek (USA), Professor Martins (Portugal), Professor Lei (China), Dr. Kim (Korea), Dr. Lou (China), Herr Sumikawa (Japan) und mehrere Studierende aus den USA und Japan haben wertvolle Forschungsarbeiten am IUL durchgeführt. Diese Aufenthalte wurden durch die Alexander von Humboldt-Stiftung, die DFG, das Korea Institute of Materials Science (KIMS), den China Scholarship Council (CSC) und den DAAD ermöglicht. Die erfolgreiche internationale Zusammenarbeit in der weltweiten Forschungsgemeinschaft ist für das IUL von großer Bedeutung – begründet sie doch nicht allein Forschungserfolge, sondern auch Vertrauen und Freundschaften. Wir möchten uns sehr herzlich für diese fruchtbare Zusammenarbeit bei unseren Gästen und internationalen Partnern bedanken.

Besonders stolz sind wir auf die zahlreichen Preise, die wir in diesem Jahr erhalten haben. Der „Best Paper Prize“ der ICEB 2015, der „Stahl-Innovationspreis 2015“ und der „Zwick Science Award 2014“ haben uns sehr geehrt und motiviert.

Der Erfolg des Instituts für Umformtechnik und Leichtbau wird erst möglich durch den engagierten Einsatz aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, durch die Unterstützung der forschungsfördernden Institutionen, die Kooperation mit Industrieunternehmen, die Vernetzung in der internationalen Forschungsgemeinschaft und durch die Verbundenheit mit Universitätskolleginnen und -kollegen in Dortmund und an anderen Orten. Ihnen allen gebührt unser herzlichster Dank.



*A. E. Tekkaya*

A. Erman Tekkaya



*M. Kleiner*

Matthias Kleiner



Lehre

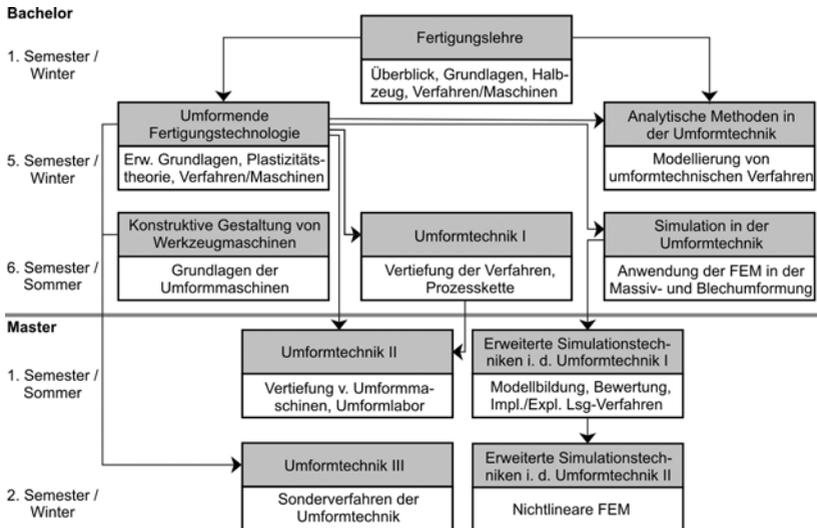
01



# 1 Lehre

## 1.1 Lehrveranstaltungsangebot

Das Institut für Umformtechnik und Leichtbau unterrichtet hauptsächlich die Studierenden der Bachelor- und Masterstudiengänge Logistik, Wirtschaftsingenieurwesen und Maschinenbau. 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 gehalten:



Vorlesungsstruktur am Beispiel des Studiengangs Maschinenbau mit Profil Produktionstechnik

Weitere Lehrveranstaltungen des Instituts sind:

- MMT I – Forming Technology – Bulk Forming (auf Englisch)
- MMT II – Forming Technology – Sheet Metal Forming (auf Englisch)
- MMT III – Advanced Simulation Techniques in Metal Forming (auf Englisch)
- MMT IV – High dynamic Testing of Materials (auf Englisch)

- MMTV – Additive Manufacturing (auf Englisch)
- Ringvorlesung Umformtechnik
- Fachlabor A für Maschinenbauer
- Fachlabor B für Wirtschaftsingenieure
- MMT Laboratory (auf Englisch)

Text- und Schreibkompetenzen haben seit dem Sommersemester 2013 einen eigenen Platz im Angebot des IUL: In Doktorandenkolloquien und Kursen für Studierende wird das Verfassen von wissenschaftlichen Texten geschult und Fragen rund um Struktur und Aufbau, Sprache und Stil bearbeitet. Thematisiert werden auch die Bezugnahme, die Verwendung und Zitierung wissenschaftlicher Publikationen und Bilder, ebenso wie das produktive Lesen und Korrigieren von Texten. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer lernen die Besonderheiten des wissenschaftlichen Schreibens kennen und wenden sie an Übungsbeispielen und ihren eigenen wissenschaftlichen Texten allein und in Gruppen an. Das besondere Augenmerk liegt dabei auf dem ingenieurwissenschaftlichen Schreiben in Studium und Beruf. Damit leistet das IUL neben fachlichen Schwerpunkten auch einen Beitrag zur umfassenden Ausbildung der Studierenden und zu einem kritischen wissenschaftlichen Bewusstsein.

In 2015 haben sich folgende Lehrbeauftragte an den Lehrveranstaltungsangeboten des IUL beteiligt:

- Prof. P. Haupt, Emeritus Universität Kassel
- Prof. K. Roll, ehemals Daimler AG Sindelfingen
- Dr. E. Lach, ISL – Deutsch-Französisches Forschungsinstitut Saint-Louis, Frankreich
- Dr. H. Schafstall, Simufact Engineering GmbH, Hamburg
- Dr. J. Vochsen, SMS Meer GmbH Moenchengladbach
- Dr. J. Sehr, Universität Duisburg-Essen

Weitere Informationen unter [www.iul.eu/lehre](http://www.iul.eu/lehre) (auch verlinkt mit dem folgenden QR-Code)



## 1.2 Master of Science in Manufacturing Technology (MMT)

**Programmbeginn** Oktober 2011  
**Koordination** Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. A. E. Tekkaya  
 M.Sc. O. Napierala • Dipl.-Fachübers. A. Hallen

Im viersemestrigen englischsprachigen Masterstudiengang im Bereich Produktions- und Fertigungstechnik sind derzeit etwa 60 exzellente Studierende aus mehr als 20 verschiedenen Ländern eingeschrieben.

Mit den neuen Lehrveranstaltungen „Plastics Technology“ und „Additive Manufacturing“ konnte wie geplant das technische Wahlpflicht-Angebot erneut erweitert und neuen Entwicklungen in der Forschung Rechnung getragen werden.

Darüber hinaus wurde auch das Sprachkursangebot 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, Niveau A1 und A2, speziell für MMT-Studierende.

### Programmübersicht

	1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester
Pflichtmodul	Spanende Fertigungstechnik			
Pflichtmodul	Werkstofftechnologie			
Pflichtmodul	Umformtechnik			
Wahlpflicht	(Teil-)Modul	(Teil-)Modul		
Wahlpflicht	(Teil-)Modul	(Teil-)Modul		
Wahlpflicht	(Teil-)Modul	(Teil-)Modul		
Laborarbeit			Laborarbeit	
Projektarbeit			Projektarbeit	
Außerfachl. Qualifik.			Außerfachl. Qual.	
Masterarbeit				Masterarbeit

Das Online-Bewerbungsportal für den MMT ist in Zusammenarbeit mit dem IT & Medien Centrum der TU Dortmund noch einmal qualitativ wesentlich

verbessert worden. 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 2015/16 haben insgesamt 19 ausgewählte Studierende aus sieben verschiedenen Ländern ihr Studium im MMT aufgenommen. Sie wurden vor Vorlesungsbeginn durch Herrn Professor Tekkaya als Leiter des Studienprogramms im Rahmen einer Willkommensveranstaltung in der Experimentierhalle des IUL persönlich begrüßt.



Begrüßung des neuen MMT-Jahrgangs in der Experimentierhalle des IUL...



...mit interessanten Vorträgen und...

...Zeit zum gegenseitigen Kennenlernen.

Weitere Informationen unter [www.mmt.mb.tu-dortmund.de](http://www.mmt.mb.tu-dortmund.de) und dem folgenden QR-Code:

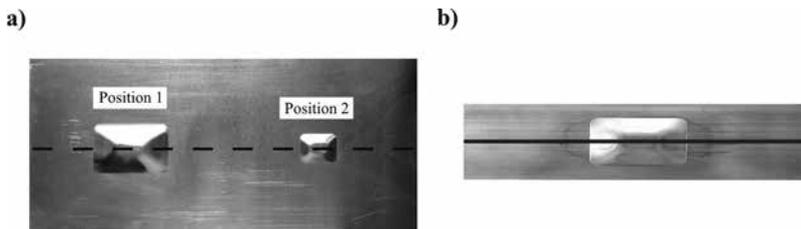


### 1.3 Dissertationen

Cai, Sheng	Maßgeschneiderte und beidseitige Druckverteilungen für die Umformung durch Folienverdampfung
Originaltitel	Tailored and Double-Direction Pressure Distributions for Vaporizing Foil-Forming
Reihe	Dortmunder Umformtechnik
Verlag	Shaker Verlag, Aachen, 2016
Mündl. Prüfung	18. Dezember 2015
Berichter	Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. A. E. Tekkaya
Mitberichter	Prof. Dr.-Ing. F. Vollertsen (Bremer Institut für angewandte Strahltechnik)

Metallumformung durch Folienverdampfung ist eine neuartige, impulsive Umformtechnik, welche keine elektrische Leitfähigkeit des Werkstücks und keine teuren Spulen erfordert. Ziel dieser Arbeit sind innovative Druckverteilungen durch Folienverdampfung, um die Umformgenauigkeit und die Produktivität in der Fertigung zu verbessern.

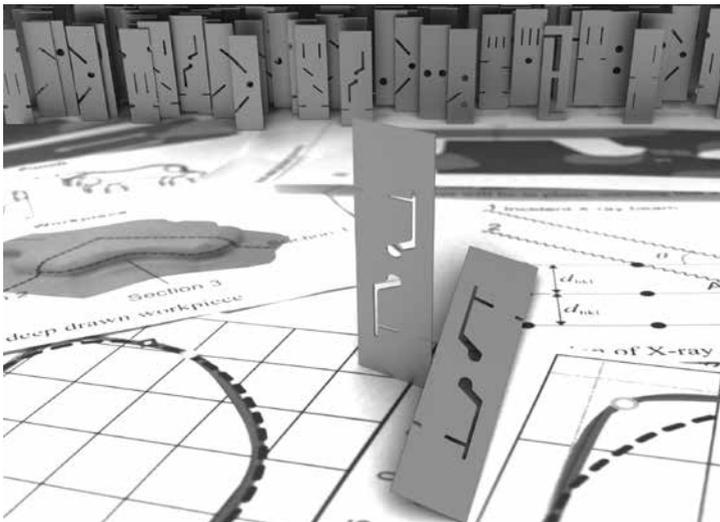
Um die Stoßdruckamplitude vorherzusagen, wird ein analytisches Modell entwickelt, das den Stoßdruck und die Prozessparameter korreliert, welche die Kondensatorbank, Metallfolie und die Polyurethanplatte beinhalten. Basierend auf den experimentellen Untersuchungen wird das analytische Modell verifiziert. Schließlich werden zwei Anwendungsteile mithilfe der entwickelten neuen Druckverteilungen hergestellt. Die Verwendung einer durch angepasste Druckverteilung erzeugten Werkstückes zeigt, dass diese Druckverteilung stark die Rückprall-Effekte in der impulsiven Umformung verringern kann und die Teile mit unterschiedlichen Umformtiefen hergestellt werden können. Das andere der durch „beidseitige Druckverteilung“ erzeugten Teile zeigt, dass diese Druckverteilung erfolgreich in der Profilformung verwendet werden kann.



a) Blechumformung durch maßgeschneiderte Druckverteilung, b) Profilumformung durch beidseitige Druckverteilung

Güner, Alper	In-Situ-Spannungsanalyse mittels Röntgenbeugung zur Bestimmung der Fließortkurven
Originaltitel	In-Situ Stress Analysis with X-ray Diffraction for Yield Locus Determination
Reihe	Dortmunder Umformtechnik
Verlag	Shaker Verlag, Aachen, 2015
Mündl. Prüfung	9. Januar 2015
Berichter	Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing E.h. A. E. Tekkaya
Mitberichter	Prof. Dr. rer. nat. W. Reimers (TU Berlin)

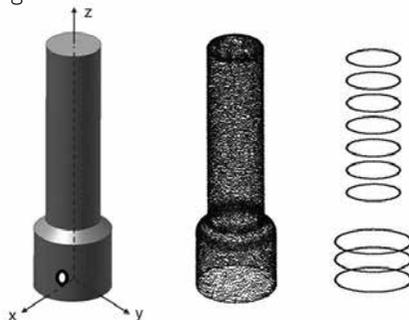
Inhomogene Deformationen, die durch Randeffekte in den Proben verursacht werden, stellen die Hauptproblematik im Bereich der Werkstoffcharakterisierung dar. Zur Berechnung der Fließspannungen werden global wirkende Kräfte und ein gemittelter Wert für die Querschnittsfläche verwendet. Daher ist die Inhomogenität eine Fehlerquelle bei der analytischen Bestimmung von Fließspannungen. Um die durch inhomogene Deformationen verursachten Probleme zu lösen, wird die Röntgenbeugung eingeführt. Im Rahmen der hier vorgeschlagenen Strategie werden die Lastspannungen in der plastischen Zone mittels eines Röntgendiffraktometers gemessen, das zusätzlich in eine Universalprüfmaschine eingebaut wurde. Die vorgeschlagene Methode wurde verwendet, um Fließortkurven zu bestimmen. Hierbei wurde eine neuartige Probengeometrie genutzt, um mehrere Deformationszustände auf einer einzelnen Probe zu realisieren.



Die neuartige Probengeometrie

Hänisch, Stephan	Verzugsanalyse kaltmassivumgeformter und wärmebehandelter Bauteile
Reihe	Dortmunder Umformtechnik
Verlag	Shaker Verlag, Aachen, 2015
Mündl. Prüfung	7. Mai 2015
Berichter	Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. A. E. Tekkaya
Mitberichter	Prof. Dr.-Ing. habil. F. Hoffmann (IWT Bremen)

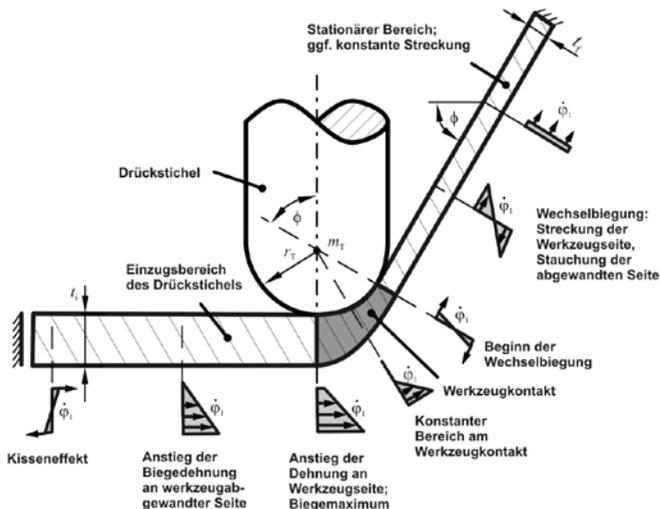
Bei dem verbreiteten Fertigungsverfahren der Kaltmassivumformung können im Zuge einer häufig nachgeschalteten Wärmebehandlung unerwünschte Maß- und Formänderungen der Werkstücke auftreten. Die Ursachen dieses Bauteilverzuges und die Auswirkungen verschiedener Einflussfaktoren sind bis heute nicht eindeutig geklärt. Im Rahmen dieser Arbeit werden die Wirkzusammenhänge zwischen Kaltmassivumformung, Wärmebehandlung und Verzug anhand des Voll-Vorwärts-Fließpressens analysiert. In umfangreichen Versuchsreihen wurden einzelne Parameter entlang der Prozesskette – von der Werkstoffauswahl über das Fließpressen bis zur abschließenden Wärmebehandlung – variiert und parallel die Bauteileigenschaften untersucht. Anhand der ermittelten Geometrieänderungen zwischen den einzelnen Prozessschritten konnten die Auswirkungen der verschiedenen Einflussfaktoren abgeleitet und ihre Signifikanz auf den Verzug bestimmt werden. Neben den experimentellen Arbeiten wurden durch numerische Untersuchungen mit zwei- und dreidimensionalen FEM-Modellen die Eigenspannungen nach der Kaltmassivumformung als Verzugspotenzialträger analysiert und die Auswirkungen asymmetrischer Störeinflüsse sowohl auf die Eigenspannungsverteilung als auch auf die Formabweichung ermittelt. Es konnte gezeigt werden, dass neben Werkstoff, Schmierstoff und Umformgrad insbesondere die Abkühlgeschwindigkeiten beim Einsatzhärten einen Einfluss auf den Verzug besitzen und die Einflussgrößen teilweise in Wechselwirkung stehen. Ausgehend von den gewonnenen Erkenntnissen wurden Ansätze zur Minderung des Verzugs vorgeschlagen.



Punktwolke nach optischer und taktiler Bauteilvermessung

Sebastiani, Gerd Erweiterung der Prozessgrenzen inkrementeller Blechumformverfahren mittels flexibler Werkzeuge  
 Reihe Dortmund der Umformtechnik  
 Verlag Shaker Verlag, Aachen, 2016  
 Mündl. Prüfung 14. Dezember 2015  
 Bericht Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing E.h. A. E. Tekkaya  
 Mitberichter Prof. Dr.-Ing. W. Homberg (Universität Paderborn)

Wodurch lassen sich die hohen Formänderungen bei der inkrementellen Blechumformung erzielen? Die vorliegende Arbeit geht dieser Frage nach und beschreibt die Analyse der mechanischen Wirkprinzipien, um auf der Basis einer mechanischen Modellierung Werkzeugkonzepte zur Verstärkung genannter Wirkprinzipien zu entwickeln. Dazu werden Messverfahren entwickelt, mit deren Hilfe der Deformationsverlauf in der Umformzone analysiert werden kann. Auf der Basis der hierbei gewonnenen Erkenntnisse wird ein mechanisches Modell des Prozesses erstellt. Die Erhöhung der Formänderungsgrenzen wird durch die Entwicklung unterstützender Werkzeuge erreicht, deren Wirksamkeit an Fallbeispielen verifiziert wird. Die notwendige geringe Werkzeugbindung des Prototyping-Prozesses wird durch das flexible Werkzeugkonzept FlexDie realisiert, welches in einer Fallstudie in Bezug auf die erzielbare Bauteilqualität und hinsichtlich technisch-wirtschaftlicher Aspekte optimiert wird.

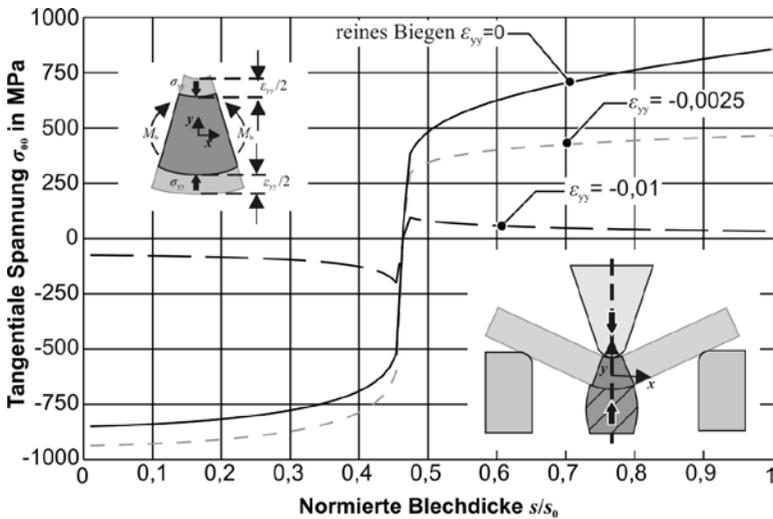


Experimentell identifizierte Wirkprinzipien vor, in und nach dem Werkzeugkontakt

Weinrich Mora, Andres      Das Freibiegen mit inkrementeller Spannungs-  
überlagerung  
Reihe                              Dortmund Umformtechnik  
Verlag                             Shaker Verlag, Aachen, 2016  
Mündl. Prüfung                23. November 2015  
Berichter                         Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. A. E. Tekkaya  
Mitberichter                     Prof. Dr. -Ing. W. Homberg (Universität Paderborn)

Blechbiegeverfahren werden durch eine stark ausgeprägte Rückfederung charakterisiert. Mit der inkrementellen Spannungsüberlagerung beim Freibiegen (ISÜF) kann diese bei einer hohen Flexibilität in der Fertigung reduziert werden. Ziel der Arbeit ist es, die Grundlagen des neuen Verfahrens zu erarbeiten. Es wurde ein analytisches Modell des Querkraftbiegens, des Freibiegens und der Spannungsüberlagerung ausgearbeitet. Alle analytischen Modelle wurden mit FEM verifiziert und möglichst mit experimentellen Ergebnissen validiert.

Der Vergleich mit anderen Biegeverfahren hinsichtlich der Rückfederung und Umformarbeit wurde vorgenommen. Weitere positive Aspekte des Verfahrens (Erweiterung der Formänderungsgrenzen, Bearbeitung von belastungsangepassten Blechen) haben sich ebenfalls herauskristallisiert. Die Ergebnisse ermöglichen es, das Verfahren mathematisch abzubilden.



Spannungsreduktion infolge der Spannungsüberlagerung



Forschung für die Ingenieurausbildung

02

## 2 Forschung für die Ingenieurausbildung

Exzellente Lehre beruht auf exzellenter Forschung und exzellente Forschung kann nur durch exzellent ausgebildete Ingenieurinnen und Ingenieure erfolgen. Daher muss sich die Lehre an aktuelle Themen wie die Digitalisierung und die Ideen der Industrie 4.0 anpassen. Am IUL wurden daher mehrere Projekte ins Leben gerufen, die auf eine nachhaltige Verbesserung der Ingenieurausbildung durch eine aktive Forschung für die Lehre zielen. Ein Hauptaspekt der „Forschung für die Ingenieurausbildung“ 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. Diese Verknüpfung wird durch verschiedene Maßnahmen in der Lehre umgesetzt. Zum einen ermöglicht die teleoperative Prüfzelle von ELLI das orts- und zeitunabhängige Experimentieren über das Internet. Zum anderen werden diese Live-Experimente in die Vorlesung integriert. Durch (Um-)Fragen werden die Studierenden beteiligt, da sie über ein internetbasiertes Abstimm-System live und anonymisiert antworten können. Es werden didaktische Prinzipien mit neusten Technologien verknüpft.

Die Projekte sind im Einzelnen:

- ELLI – Exzellentes Lehren und Lernen in den Ingenieurwissenschaften
- IngLab – Das Labor in der ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung
- KoM@ING – Kompetenzmodellierungen und Kompetenzentwicklung, bezogen auf Mathematik und ihre Verwendung im ingenieurwissenschaftlichen Studium
- MINTReLab – International Manufacturing Remote Lab (Projekt der Fakultät Maschinenbau)

## 2.1 ELLI – Exzellentes Lehren und Lernen in den Ingenieurwissenschaften

Projektträger	BMBF/DLR
Projektnummer	01 PL 11082 C
Projektleiter	Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. A. E. Tekkaya
Ansprechpartner	Dipl.-Ing. T. R. Ortelt Dipl.-Inf. A. Selvaggio M.Sc. R. Meya Dr.-Ing. habil. S. Chatti

Das gemeinsame Verbundprojekt der RWTH Aachen University, der Ruhr-Universität Bochum und der Technischen Universität Dortmund wird innerhalb des Qualitätspakts Lehre durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert. ELLI gliedert sich in insgesamt vier verschiedene Kernbereiche:

- Virtuelle Lernwelten
- Mobilitätsförderung und Internationalisierung
- Student Lifecycle
- Professionelle Handlungskompetenzen

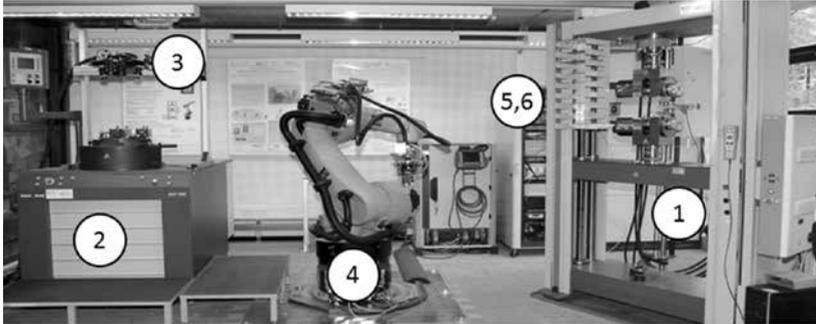
An der TU Dortmund wird ELLI gemeinsam vom IUL und dem Zentrum für Hochschulbildung (zhb) bearbeitet. Das IUL widmet sich hierbei zwei Maßnahmen im Kernbereich „Virtuelle Lernwelten – Ressourcen für Experimente: Remote Labs und virtuelle Labore“.

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

Die erste Maßnahme „Voruntersuchung zu Laboren in der ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung“ ist bereits zu einem großen Teil abgeschlossen. Aktuelle Arbeiten, die gemeinsam mit dem zhb durchgeführt werden, zielen hier auf die Evaluation der entwickelten Remote-Labore am IUL. Hierbei wird 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“ beschäftigt sich weiterhin mit der Entwicklung der teleoperativen Prüfwelle am IUL. Die folgende Abbildung zeigt die teleoperative Prüfwelle 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) Echtzeitsteuerungssystem PXI von National Instruments
- 6) Sicherheits-SPS SICK und Kamera-System



Teleoperative Prüfzelle am IUL

Aktuelle Arbeiten zielen auf die Integration neuer Experimente der teleoperativen Prüfzelle. Im Wintersemester 2015/2016 fanden zwei Premieren in der Vorlesung „Umformende Fertigungstechnologie“ statt. Zum einen wurde ein Zugversuch bei hohen Temperaturen (bis zu 1000 °C) live im Hörsaal durch die Studierenden parametrisiert (Temperatur, Dehnrage) und im Anschluss konnte das Experiment anhand von Live-Video-Bildern und Echtzeit-Messdaten beobachtet werden. Zum anderen konnte die Automatisierung des Näpfchen-Tiefziehversuchs der Blechumformprüfmaschine BUP 1000 abgeschlossen werden. Das neue Experiment wurde dann ebenfalls aus dem Hörsaal durchgeführt; somit konnte schon während der Vorlesung die Theorie mit der Praxis verknüpft werden.

Die Einbindung eines industriellen Fertigungsprozesses, des Inkrementellen Rohrumformens, durch die Entwicklung einer teleoperativen Steuerungsschnittstelle wird aktuell vorbereitet. Dabei fließen auch die Ideen der Industrie 4.0, also das Steuern von Prozessen und Maschinen über das Internet, mit ein. Der Lernerfolg der Studierenden steht auch hier im Vordergrund, da der umformtechnische Effekt der Spannungsüberlagerung bzw. eine Reduzierung der Rückfederung durch ein Experiment beobachtet werden kann.

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

In einem weiteren Schritt wird für die teleoperative Prüfzelle ein weiteres Lehr-Lern-Szenario entwickelt. Hierbei treten Schülergruppen in den Vordergrund. Die Experimente sollen dementsprechend angepasst werden, sodass sie in den Physikunterricht der Sekundarstufe 2 integriert werden können. Dabei werden einfache physikalische Effekte abgebildet und Materialkennwerte können durch Schulmathematik bestimmt werden (z. B. Zwei-Punkt-Steigungsformel zur Bestimmung des Elastizitätsmoduls).

Ergebnisse aus ELLI wurden auf nationalen Tagungen, wie der dghd-Jahrestagung 2015 und der Fachkonferenz 2015 „Lehr- und Lernformen im Qualitätspakt Lehre“, und internationalen Tagungen wie der „ELEARN 2015 – World Conference on E-Learning“ präsentiert.

Im November 2015 wurde bekannt gegeben, dass ELLI auch in der 2. Förderphase des Qualitätspakts Lehre (Oktober 2016 – Dezember 2020) weiterhin durch das BMBF gefördert wird. Am IUL wird dann an der Erweiterung der teleoperativen Prüfzelle durch die Integration neuer Experimente und an Themen der digitalen Ingenieurausbildung, wie „Virtual- und Augmented Reality“, gearbeitet und geforscht werden. Weitere Entwicklungen beruhen auf der Automatisierung des Nakajima-Versuchs zur Bestimmung von Grenzformänderungskurven und der Implementierung des automatisierten Druckversuchs auf der Universalprüfmaschine Zwick Z 250.

## 2.2 IngLab – Das Labor in der ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung

Projektträger	acatech - DEUTSCHE AKADEMIE DER TECHNIKWISSENSCHAFTEN
Projektleiter Ansprechpartner	Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. A. E. Tekkaya Dipl.-Ing. T. R. Ortelt M.Sc. M.Eng. C. Pleul Dr.-Ing. F. Maevus
Projektstatus	abgeschlossen

Das interdisziplinäre Projekt „IngLab – Das Labor in der ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung“ endete im Mai 2015. Forscher/-innen und Forscher des IUL arbeiteten eng zusammen mit Experten/-innen der Ingenieurdidaktik vom Zentrum für Hochschulbildung (zhb) der Technischen Universität an Gestaltungsempfehlungen für ingenieurwissenschaftliche Labore. Die Verknüpfung von Theorie und Praxis in der ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung findet vor allem beim Experimentieren im Labor statt. Die Auseinandersetzung mit theoretischen Zusammenhängen im anwendungsorientierten Kontext, die Durchführung und Auswertung von praktischen Versuchen sowie die kritische Beurteilung des eigenen Vorgehens nimmt beim Experimentieren bzw. im Labor eine zentrale Stellung ein.

Für die zu entwickelnden Gestaltungsempfehlungen wurden nationale wie internationale Experten nach ihrer Einschätzung zum Labor im Ingenieurstudium befragt. Mit diesen Empfehlungen und der Auswertung von 18 fertigungstechnischen Laborveranstaltungen (Dokumentenanalyse) entstanden die insgesamt 25 Gestaltungsempfehlungen. Diese werden in einer acatech-Studie in Kürze veröffentlicht und teilen sich in drei Bereiche auf:

- a. fachlich orientiert (11 Gestaltungsempfehlungen)
- b. didaktisch orientiert (9 Gestaltungsempfehlungen)
- c. organisatorisch orientiert (5 Gestaltungsempfehlungen)

## 2.3 KoM@ING – Kompetenzmodellierungen und Kompetenzentwicklung, bezogen auf Mathematik und ihre Verwendung im ingenieurwissenschaftlichen Studium

Projektträger	BMBF/DLR
Projektnummer	01PK11021A
Projektleiter	Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. A. E. Tekkaya
Ansprechpartner	Dipl.-Ing. T. R. Ortelt
Projektstatus	abgeschlossen

Das in drei Teilprojekte gegliederte Projekt KoM@ING endete im Mai 2015. Die Projektpartner Leuphana Universität Lüneburg, Universität Paderborn, Humboldt-Universität zu Berlin, Technische Universität Dortmund, Universität Stuttgart und IPN, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, bearbeiteten bis dahin die Erstellung eines Kompetenzmodells für die in einem ingenieurwissenschaftlichen Studium benötigten mathematischen Fertigkeiten.

Ein Kompetenzmodell für die mathematischen Kompetenzen im Verwendungszusammenhang des Lernens im Labor in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen wurde gemeinsam mit den Kolleginnen und Kollegen des zhb (Zentrum für Hochschulbildung) der TU Dortmund und Humboldt-Universität zu Berlin in einem interdisziplinären Austausch erarbeitet.

Im Jahr 2015 wurden dabei die folgenden Arbeitspakete federführend durch das zhb bearbeitet:

- AP 6: Pilotierung und exempl. Anwendung von Instrumenten
- AP 7: Synthese und Systematisierung

Im Juni 2015 fand ein Abschlussworkshop mit Vertretern aller Institutionen in Kassel statt. Dort wurden die Ergebnisse der einzelnen Teilprojekte präsentiert, und es wurden weitere Perspektiven für weitere Forschungsansätze besprochen.

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

Projektträger	Stiferverband
Projektleiter	Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. A. E. Tekkaya (als Dekan der Fakultät Maschinenbau)
Ansprechpartner	Dipl.-Ing. T. R. Ortelt

Im Projekt „MINTReLab – International Manufacturing Remote Lab“ entwickeln 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 Experten der Ingenieurdidaktik (Zentrum für Hochschulbildung) gemeinsam einen sogenannten MOOC (Massive Open Online Course). Der zu entwickelnde Online-Kurs wird den eindimensionalen Zugversuch aus verschiedenen fachlichen Perspektiven beleuchten. Die verschiedenen Kapitel werden aufeinander aufbauen und die teleoperative Prüfzelle des IUL wird für verschiedene Experimente eingesetzt. Der Einsatz der teleoperativen Prüfzelle des IUL als Remote-Labor innerhalb der verschiedenen Kapitel soll zur Verknüpfung von Theorie und Praxis dienen. Neben dem zu vermittelnden fachlichen Wissen soll der MOOC auch internationale Studierende für ein Studium in Deutschland und im Speziellen an der Technischen Universität Dortmund motivieren. Der MOOC wird im Sommer 2016 online verfügbar sein (News/Blog unter: [www.mintrelab.tu-dortmund.de](http://www.mintrelab.tu-dortmund.de))

### Erleben

### Erlernen

### Erfahren

Einführung und Konzeptvorstellung		
	Zugversuch 	
Leben und Studieren im Ruhrgebiet und in Dortmund 	Messtechnik 	Experimentieren mit der teleoperativen Prüfzelle 
	Werkstoffverhalten 	
	Umformtechnik 	
	Kunststoffe 	
	Zerspanung 	
Zusammenfassung und Studienoptionen		

Kurskonzept des MINTReLab – 3 Säulen (Erleben, Erlernen, Erfahren)





Forschung

03

### 3 Forschung

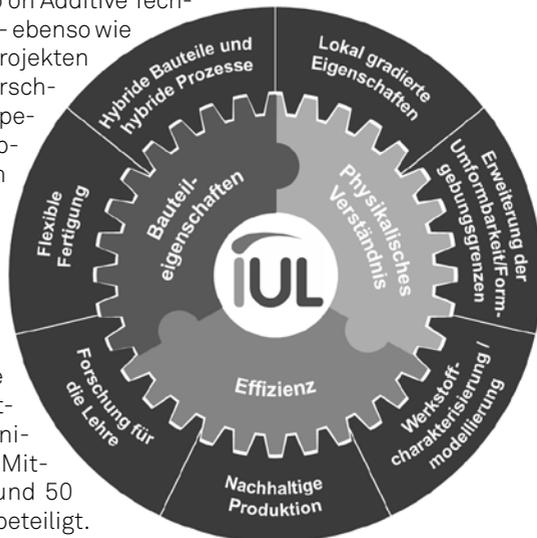
Die Forschungsaktivitäten des Instituts für Umformtechnik und Leichtbau verfolgen im Wesentlichen drei Ziele: Das Erarbeiten eines physikalischen Verständnisses der Umformprozesse, die Einstellung und Verbesserung von Bauteileigenschaften und die ganzheitliche Betrachtung von Effizienz stehen im Fokus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

Die Forschung konzentriert sich auf folgende Schwerpunkte:

- 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 abteilungintern als auch abteilungsübergreifend je nach benötigter Expertise erfolgt.

Am nachhaltigen Erfolg in 2015 waren 2 Oberingenieure, 39 wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen, 5 Gastwissenschaftler, 12 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. D. Staupendahl

Das „Research Center for Industrial Metal Processing“ (ReCIMP) wurde 2013 in Kooperation mit dem international agierenden Automobilzulieferer 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. Zusammen mit den Faurecia-Gruppen „Autositze“ und „Technologien zur Emissionskontrolle“ wurden fünf Forschungsbereiche gewählt, in die alle Forschungsaktivitäten eingegliedert werden. Die unten gezeigte Abbildung präsentiert die in 2015 bearbeiteten Projekte und deren Aufteilung auf die Forschungsbereiche.



Im Rahmen von ReCIMP durchgeführte Forschungsprojekte



Eine Auswahl von Forschungstätigkeiten innerhalb des ReCIMP

In der Automobilindustrie ist die Verwendung von hochfesten Stählen einer der grundlegenden Bausteine für die Realisierung von Leichtbau und damit einer Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes. Die Notwendigkeit der Kostenreduktion und des Einsparens wertvoller Ressourcen führt des Weiteren zu dem Austausch aktuell verwendeter Materialien durch Materialien mit einer verbesserten Wert-Kosten-Relation. Ein Beispiel hierzu ist der Austausch von austenitischem durch ferritischen Edelstahl im Abgasbereich. Da hochfeste Stähle wie auch ferritische Edelstähle ein geringes Umformvermögen aufweisen, müssen Methoden zur Erweiterung der Formänderungsgrenzen entwickelt werden. Eine Möglichkeit ist die Einbringung von Wärme während des Prozesses oder zwischen einzelnen Prozessschritten, wie es in dem Projekt Erweiterung der Formänderungsgrenzen durch den Einsatz von Wärme innerhalb der Prozesskette untersucht wird. Das Projekt wird im weiteren Verlauf des Kapitels beschrieben. Eine lokale Induktionserwärmung kann hierbei eingesetzt werden, um Prozesskosten und -zeiten zu reduzieren.

Eine weitere Methode, das Formänderungsvermögen von hochfesten Stählen zu erweitern, ist die Verwendung von inkrementellen Umformprozessen. Hierbei wird der gesamte Umformprozess in eine Vielzahl von kleinen Schritten unterteilt, welche durch komplexe Spannungszustände charakterisiert sind und dadurch höhere Umformungen ermöglichen. Ein Fokus aktueller Untersuchungen ist die Umformung von DP-Stahl und die Reduktion der Prozesszeit.

Die Möglichkeit, durch den Einsatz moderner, hochfester Stähle effizienten Leichtbau zu realisieren, wird überschattet durch eine höhere Kantenrissempfindlichkeit, die nicht nur im Crash negativ auffällt, sondern bereits bei nachfolgenden Fertigungsschritten zu Versagen führen kann. Der Klassifizierung von Materialien für einen breiten Einsatz in verschiedenen Umformprozessen wird in dem Projekt „Einfluss der Schnittkante auf die Umformbarkeit von hochfestem Stahl“ begegnet. Es teilt das Ziel der Vorhersage von Materialversagen durch Finite-Elemente-Simulationen mit dem Projekt „Robuste Materialmodellierung für Blechbiegeoperationen“, welches weiter hinten in diesem Kapitel beschrieben wird.

Ein wichtiges Forschungsfeld innerhalb des ReCIMP ist die Untersuchung von alternativen Produktionsmethoden zu aktuell verwendeten Prozessen. Das Projekt Mechanisches „Fügen von Rohren durch Drücken“, auch später in diesem Kapitel beschrieben, wurde eingerichtet, um die Anwendung von mechanischen Verbindungen für Hochtemperaturanwendungen als Alternative zu Löt- oder Schweißverbindungen zu untersuchen. Des Weiteren wurde das partielle Walzplattieren zur Herstellung von Wärmetauschern als eine Alternative zum Schweißen untersucht.

Neben flexiblen Fertigungsmethoden ist die Einrichtung von Standards für Umformprozesse ein notwendiges Mittel, um ein effizientes Arbeiten zu ermöglichen. Gerade für komplexe Prozesse wie das 3D-Profilbiegen können Richtlinien und Leitfäden für den Wissenstransfer genutzt werden. In dem Projekt „Entwicklung einer Design-Strategie für das Hydroformen von Bauteilen mit Nebenformelementen“ wird eine Auslegungsrichtlinie erzeugt, die von Konstrukteuren genutzt werden kann, um Iterationsschleifen zwischen Konstruktion und Simulation zu reduzieren.

Insgesamt wurden 2015 14 Projekte bearbeitet. Vier wurden erfolgreich beendet, eines hiervon ist das durch die AiF/FOSTA geförderte Projekt „Trockenes Scherschneiden von Metallwerkstoffen und Polymeren“, beschrieben hinten in diesem Bericht. Darüber hinaus wurden zwei neue AiF/FOSTA-Projekte initiiert. Die 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“ werden beide ebenfalls hinten in dem Kapitel beschrieben.

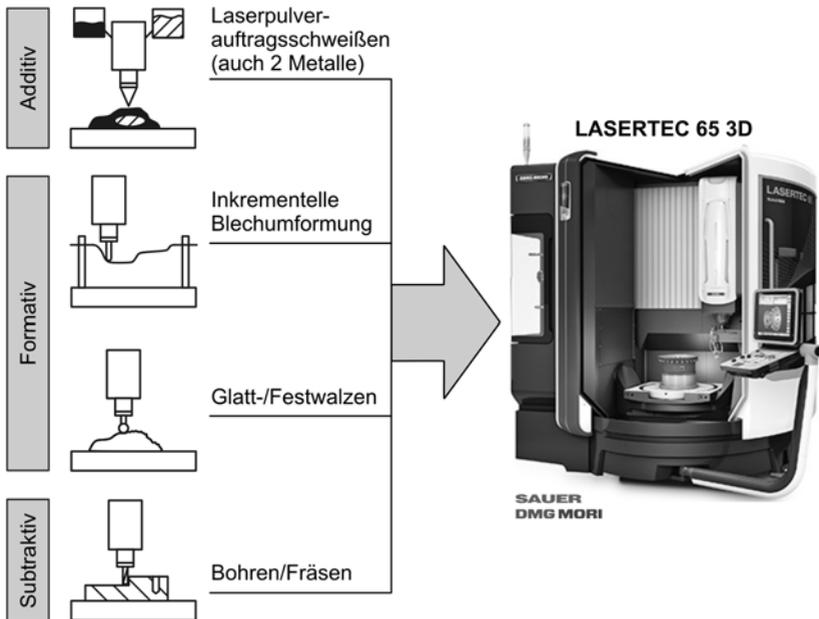
Acht Wissenschaftler/-innen und sechs studentische Hilfskräfte waren 2015 in ReCIMP-Projekte involviert. Außerdem wurden drei Masterarbeiten, eine Diplomarbeit und vier Projektarbeiten abgeschlossen. Zwei Masterarbeiten und sechs Projektarbeiten werden aktuell noch bearbeitet. Diese Team-Zusammensetzung ist die optimale Basis für hochwertige Forschungstätigkeiten und ermöglicht einen stetigen Zugang von neuen, industriell relevanten Ideen.

### 3.1.2 ReGAT – Research Group on Additive Technology

Leitung

Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. R. Hölker-Jäger

Additive Fertigungsverfahren entwickeln sich zunehmend von der Prototypenfertigung hin zur Bauteilfertigung und bilden damit eine Ergänzung und/oder Alternative zu konventionellen Fertigungstechniken wie der Umformtechnik. Dem erheblichen Vorteil der additiven Fertigung, der nahezu beliebig realisierbaren Geometrie Komplexität der zu fertigenden Produkte, stehen als große Nachteile die lange Fertigungszeit und der sehr hohe Energieeinsatz gegenüber. Anders als viele Verfahren der Umformtechnik sind additive Fertigungsverfahren, trotz anlagen- und prozesstechnischer Weiterentwicklungen, noch nicht massenfertigungstauglich. Am Institut für Umformtechnik und Leichtbau wird daher der Ansatz verfolgt, additive Fertigungsverfahren in die Umformtechnik mit einzubinden, um so die Vorteile beider Technologien zu kombinieren. So werden aktuell am Institut generativ hergestellte Werkzeuge mit Kühlkanälen zur Erweiterung der Prozessgrenzen beim Strangpressen und additiv gefertigte Werkzeugspulen für die elektromagnetische Umformung erforscht.



Drei Fertigungsverfahren (additiv, formativ und subtraktiv) integriert in einer Maschine

Motiviert durch die bisher erzielten Forschungsergebnisse, wurde zum 1. August 2015 die Arbeitsgruppe „Research Group on Additive Technology“ gegründet. In dieser neu gegründeten Arbeitsgruppe soll das Potenzial der Kombination von additiven und formativen Fertigungstechnologien erarbeitet und grundlegend erforscht werden. Ein wesentlicher Baustein für die Durchführung zukünftiger Forschungsaktivitäten ist ein bewilligter Großgeräteantrag zur Beschaffung einer Kombinationsmaschine zum Laserauftragsschweißen von Pulver in einer 5-Achs-Fräsmaschine, welche bis Ende des Jahres im Versuchsfeld des IUL installiert wurde. Mit dieser Maschine werden sich erstmalig formative, additive und sogar subtraktive Fertigungsverfahren in einer Maschine kombinieren lassen. Diese Verfahren wurde vom IUL zum Patent angemeldet.

## 3.2 Koordinierte Forschungsprogramme

### 3.2.1 Methodenplanung für quasistatisch-dynamisch kombinierte Umformprozesse

Projekträger	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Projektnummer	PAK 343
Sprecher	Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing E.h. A. E. Tekkaya
Projektstatus	abgeschlossen

Das von der DFG geförderte Gemeinschaftsprojekt PAK 343 wurde nach sechsjähriger Gesamtlaufzeit im September 2015 beendet. Übergeordnetes Ziel des Projektes war die Entwicklung von Strategien zur Prozessauslegung und Prozessführung von quasistatisch-dynamisch kombinierten Umformprozessen. In der ersten Förderphase wurde eine Kalibrieroperation betrachtet, bei der einem Tiefziehprozess eine elektromagnetische Umformoperation im Napfradius nachgelagert wurde. In der zweiten Förderphase erfolgten mehrere elektromagnetische Umformoperation parallel zum Tiefziehprozess mit dem Ziel eines gesteigerten Ziehverhältnisses.

Seinen offiziellen Abschluss fand das Projekt im Rahmen des „Workshop on Electromagnetic Pulse Forming and Joining“ am 06. Oktober 2015. Die von den Projektpartnern im Rahmen dieses internationalen Abschlusskolloquiums präsentierten Ergebnisse zeigten die technologischen, numerischen und werkstofftechnischen Vorteile und Herausforderungen der betrachteten Prozesskombinationen. Die Präsentationen der Veranstaltung sind auf dem Eldorado-Server der TU Dortmund frei verfügbar (siehe QR-Code).



Einführungsvortrag von Prof. Tekkaya während des PAK 343-Abschlusskolloquiums

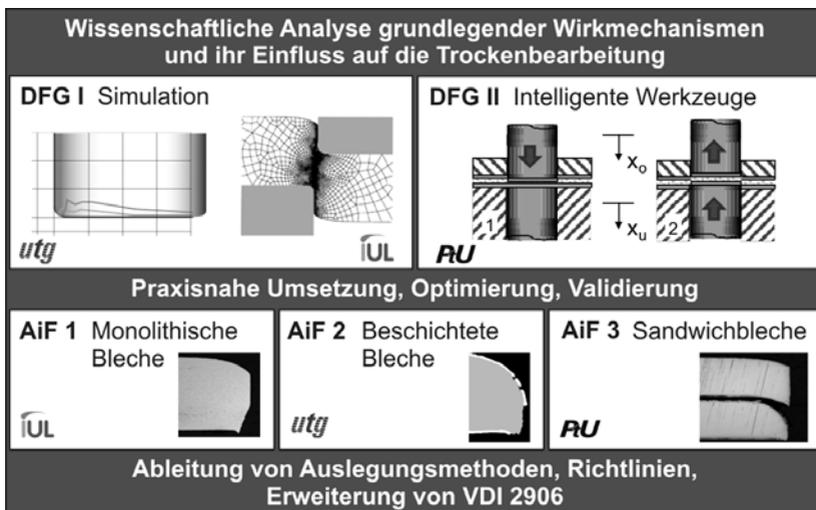
### 3.2.2 Trockenscherschneiden von metallischen Schichtverbundsystemen

Projektträger	AiF Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V., Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Projektnummer	PAK 678/0
Sprecher	Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. A. E. Tekkaya

Schichtverbundwerkstoffe bieten aufgrund ihres vielfältigen Eigenschaftsspektrums viele Vorteile für den Leichtbau. Damit sie zukünftig wirtschaftlich verarbeitet und in industriellen Massenprodukten eingesetzt werden können, wurde das für die Industrie sehr wichtige Trennverfahren Scherschneiden im Rahmen dieses AiF/DFG-Clusters technologisch weiterentwickelt. Ziel war eine Steigerung der Leistungs- und Bearbeitungsfähigkeit:

- sichere Beherrschung des Prozesses,
- gleichbleibende Bauteilqualität auf hohem Niveau,
- Verzicht auf zusätzliche prozessverbessernde Schmierstoffe,
- Minimierung des Werkzeugverschleißes,
- Verarbeitung neuer Leichtbauwerkstoffe.

Die grundlegenden Methoden wurden in zwei DFG-Projekten erarbeitet. Ihre Übertragung auf industriebezogene Anwendungen erfolgte in drei AiF-Projekten. Beteiligte Forschungspartner waren das PtU (Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen, Technische Universität Darmstadt) und das utg (Lehrstuhl für Umformtechnik und Gießereiwesen, Technische Universität München).

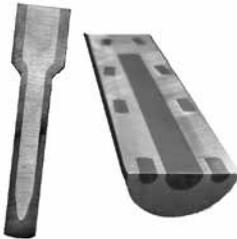


### 3.3 Abteilung Massivumformung

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

Der Fokus der Abteilung Massivumformung liegt in der Neu- und Weiterentwicklung von innovativen Varianten des Strangpressens und des Kaltfließpressens. Die wissenschaftlichen Mitarbeiter der Abteilung beschäftigen sich unter anderem mit der Herstellung von hybriden Bauteilen, der Gradierung von Bauteileigenschaften sowie der Ausnutzung von lokalen Werkstoffeigenschaften bei der Bauteilauslegung. Die Herstellung von hybriden Bauteilen erfolgt durch die Verfahren des Verbundstrangpressens und -fließpressens, wodurch die mechanischen und funktionalen Eigenschaften der Bauteile durch die Kombination von Leichtbauwerkstoffen, hochfesten Stählen sowie elektrischen Leitern gezielt eingestellt werden. Die Gradierung von Bauteileigenschaften wird beispielsweise durch den Einsatz von mehrstufigen Fließpressmatrizen realisiert. Hierdurch werden die lokalen Festigkeiten an der Bauteiloberfläche über die Prozessführung beeinflusst. Durch eine ganzheitliche numerische Bauteilauslegung können innovative Leichtbaukonzepte realisiert und die Möglichkeiten von Leichtbauwerkstoffen voll ausgenutzt werden.

Verbundherstellung



Prozesssimulation



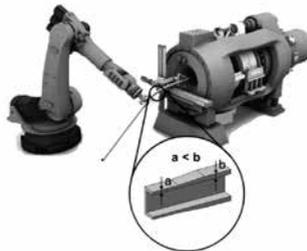
Mikrostrukturanalyse



Additive Fertigung



Strangpressen



Fließpressen



Übersicht über die Forschungsfelder der Abteilung Massivumformung

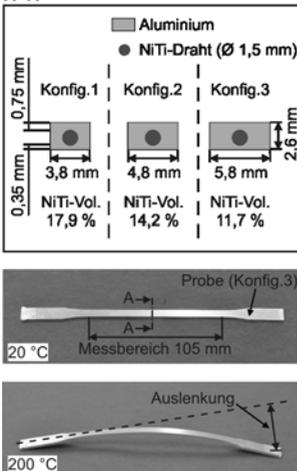
### 3.3.1 Umformtechnische Herstellung und Charakterisierung von Aktuatorprofilen, basierend auf Shape Memory Alloys

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

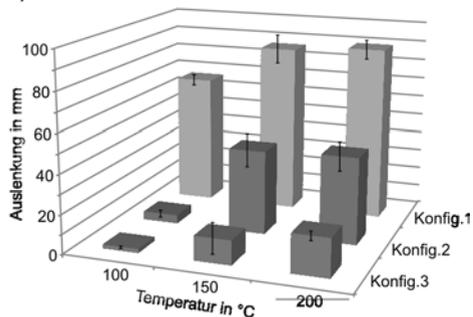
Zusammen mit dem IAM – WK des Karlsruher Institutes für Technologie (KIT) werden Shape-Memory-Metallmatrixverbundwerkstoffe (SM-MMC) mit einer Aktuatorfunktion mittels Verbundstrangpressen durch eine kontinuierliche Einbettung der Shape-Memory-Elemente in eine Aluminiummatrix hergestellt. Nachfolgend wird eine definierte axiale Dehnung in die hergestellten Komponenten eingebracht. Eine anschließende Wärmebehandlung, bei welcher die Bauteile über die charakteristische Austenit-Finish-Temperatur der NiTi-Elemente erwärmt werden, aktiviert den Shape-Memory-Effekt. Die Kontraktion der Drähte im Innern der Bauteile sowie ihre außermittige Positionierung sorgen dabei für eine Umformung des Bauteils. Um eine gezielte Auslenkung der Komponenten realisieren zu können, ist die Kenntnis der Einflussparameter auf den Shape-Memory-Effekt zwingend erforderlich. Unter Berücksichtigung unterschiedlicher Probengeometrien (vgl. Bild a) zeigen aktuelle Untersuchungen, dass die Temperatur und insbesondere der NiTi-Anteil sowie die Lage der Elemente einen signifikanten Einfluss auf die erreichbare Auslenkung haben (vgl. Bild b).

a)

A - A



b)

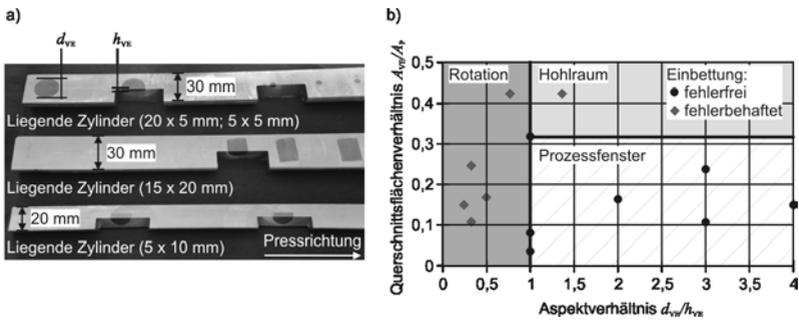


a) Geometrie der untersuchten Proben sowie Einfluss der Wärmebehandlung, b) Einfluss von Temperatur und NiTi-Anteil auf die erzielte Auslenkung

### 3.3.2 Bauteiloptimierung durch Schmieden von verbundstranggepressten Aluminiumhalbzeugen

Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
 Projektnummer TE 508/17-2  
 Ansprechpartner Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. M. Haase

Die in Zusammenarbeit mit dem IFUM Hannover untersuchte Prozesskette „Diskontinuierliches Verbundstrangpressen und anschließendes Schmieden“ dient der Herstellung hybrider Strukturbauteile. Hinsichtlich des Verbundstrangpressprozesses wurde bislang vornehmlich die Einbettung zentrisch oder exzentrisch positionierter, rotationssymmetrischer Verstärkungselemente in eine Aluminiummatrix untersucht. Die Qualität der Einbettung wird dabei anhand der Prozessfehler Rotation und lokale plastische Verformung des Verstärkungselements sowie Hohlraumbildung vor dem Verstärkungselement bewertet. In aktuellen Untersuchungen wurde gezeigt, dass neben rotationssymmetrischen auch nichtrotationssymmetrische und quer zur Strangpressrichtung liegende Elemente fehlerfrei in den Matrixwerkstoff eingebettet werden können (vgl. Bild a). Die erzielten experimentellen Ergebnisse konnten anschließend in ein Prozessfenster (vgl. Bild b) übertragen werden und führen zu einer signifikanten Steigerung der Verfahrensflexibilität, insbesondere im Hinblick auf eine potenzielle Nutzbarkeit der Prozesskette im industriellen Umfeld.

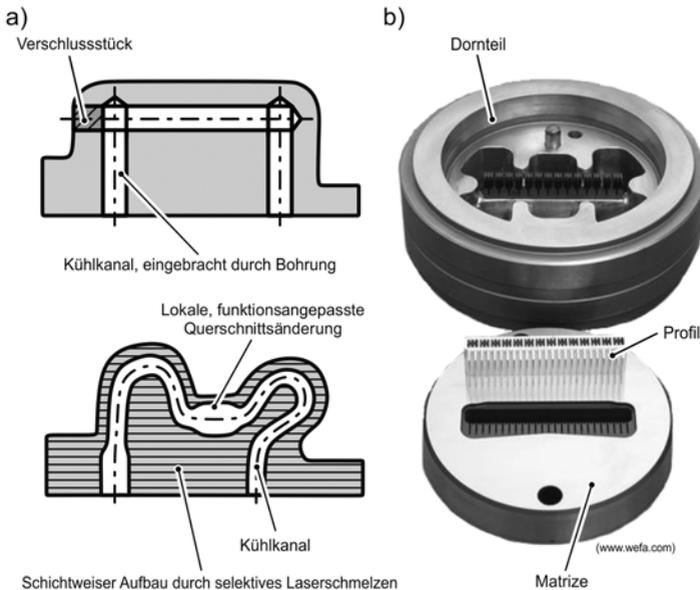


a) Experimentelle Ergebnisse der Einbettung (liegende Zylinder ( $d_{VE} \times h_{VE}$ )), b) Prozessfenster für die Einbettung quer zur Strangpressrichtung liegender Zylinder

### 3.3.3 Experimentelle und numerische Untersuchung zu komplexen industriellen Strangpresswerkzeugen mit integrierter Werkzeugkühlung

Projektträger BMWi/ZIM-KF  
 Projektnummer KF2198142K04  
 Ansprechpartner M.Sc. O. Hering

Durch die Kühlung von Strangpresswerkzeugen mittels in das Werkzeug eingebrachter Kühlkanäle lässt sich die Pressgeschwindigkeit um bis zu 80 % steigern. Die Positionierung der Kühlkanäle sowie die Abkühlstrategie haben einen großen Einfluss auf die Profilaustrittsgeschwindigkeit und somit auf die Oberflächeneigenschaften der produzierten Profile. In konventionell gefertigten Werkzeugen lassen sich aufgrund von Fertigungsrestriktionen nur wenig flexible Kühlkanäle einbringen (Bild a, oben). In diesem Projekt wird deshalb in Kooperation mit der Firma WEFA Inotec GmbH eine konturnahe Werkzeugkühlung in industriellen Werkzeugen durch additive Fertigungsverfahren realisiert (Bild a, unten). Dabei wird das selektive Laserschmelzen eingesetzt, um komplexe Micro-Multi-Port-Werkzeuge (Bild b) mit integrierter Kühlung zur Herstellung von Wärmetauschern zu fertigen. Die Werkzeuge sollen durch experimentelle und numerische Untersuchungen hinsichtlich der erzielbaren Profilqualität und Produktivität bewertet werden.

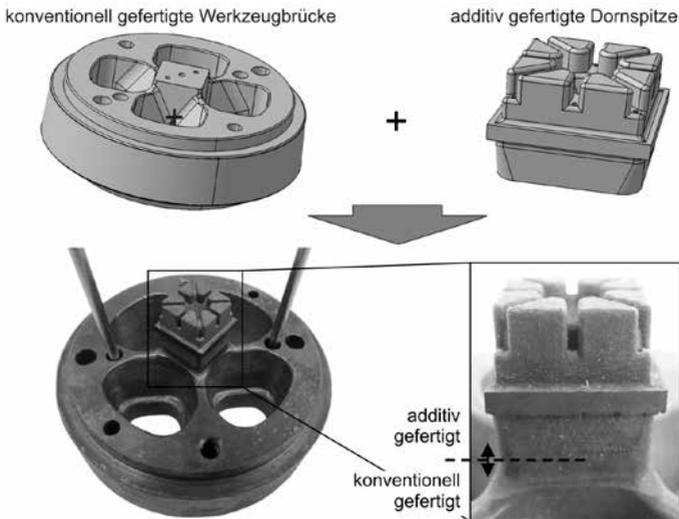


a) Fertigungsbedingte Unterschiede im Design von (Kühl-)Kanälen, b) Micro-Multi-Port-Werkzeug

### 3.3.4 Generativ hergestellte Werkzeuge mit lokaler Innenkühlung zur Erweiterung der Prozessgrenzen beim Strangpressen

Projektträger	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Projektnummer	TE 508/27-2
Ansprechpartner	Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. R. Hölker-Jäger
Projektstatus	abgeschlossen

Über den Einsatz der lokalen Werkzeugkühlung beim Strangpressen ist eine deutliche Steigerung der Produktionsgeschwindigkeit möglich. Durch die Lokalisierung der Kühlung nahe zur Umformzone steigt die Presskraft dabei nur moderat an. Für die technologische Umsetzung der lokalen Kühlung wurden zwei additive Fertigungsverfahren eingesetzt: das Schicht-Laminat-Verfahren, bei dem Werkzeugelemente aus Blechlamellen geschichtet werden, und das selektive Laserschmelzen, bei dem geometrisch komplexe Strukturen aus Stahlpulver aufgebaut werden. Weiterhin wurde ein hybrides Werkzeugkonzept entwickelt und experimentell erprobt, bei dem der großvolumige, jedoch geometrisch einfache Werkzeugbereich, konventionell gefertigt wurde, und ein geometrisch komplexer, kleinvolumiger Bereich, wie die Dornspitze, durch selektives Laserschmelzen aufgetragen wurde (vgl. Bild). Die experimentellen Ergebnisse zeigen, dass die aufgedruckten Werkzeugbereiche den hohen mechanischen und thermischen Belastungen beim Strangpressen standhalten.



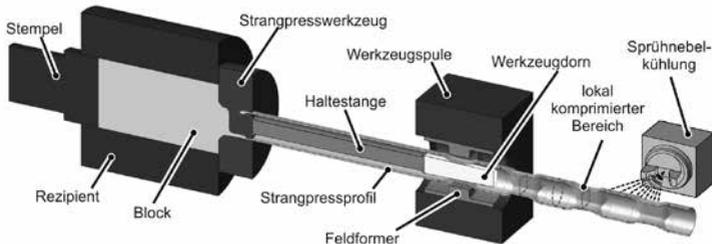
Konzept für einen Hybriddorn (oben) und real gefertigter Hybriddorn mit Detailansicht der Dornspitze (unten)

### 3.3.5 Thermo-mechanische Weiterverarbeitung von höherfesten Aluminiumwerkstoffen beim Strangpressen

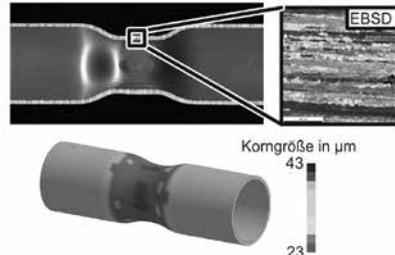
Projektträger	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Projektnummer	SFB/TRR 30 • Teilprojekt A2
Ansprechpartner	Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. M. Haase
Projektstatus	abgeschlossen

Im Rahmen des Projektes wurde die Herstellung von Aluminiumprofilen mit lokal angepassten, gezielt eingestellten Eigenschaften durch die Integration thermo-mechanischer Weiterverarbeitungsprozesse in den Strangpressprozess untersucht. Hierbei wurde die Prozesskombination aus Strangpressen, elektromagnetischer Kompression und lokaler Wärmebehandlung für die Fertigung eigenschaftsoptimierter Bauteile numerisch ausgelegt und technologisch weiterentwickelt (vgl. Bild a). Gleichzeitig wurde die Prozesskette Strangpressen und Wellprofilieren (vgl. Bild b) zur Herstellung von Wellstegträgern mit einem, im Vergleich zu konventionellen Stegträgern, gesteigerten Lastaufnahmevermögen entwickelt. Zudem wurden zur Beschreibung der im Projekt entwickelten Prozesskombinationen thermo-mechanisch gekoppelte numerische Simulationen entlang der gesamten Prozesskette durchgeführt und die Ergebnisse dem jeweils nächsten Prozessschritt übergeben. Hierbei wurde ein Mikrostrukturmodell entwickelt, um die sich ausbildenden Korngrößen vorhersagen zu können (vgl. Bild c).

#### a) Strangpressen und elektromagnetische Rohrkompression



#### b) Strangpressen und Wellprofilieren c) Modellierung der Korngröße

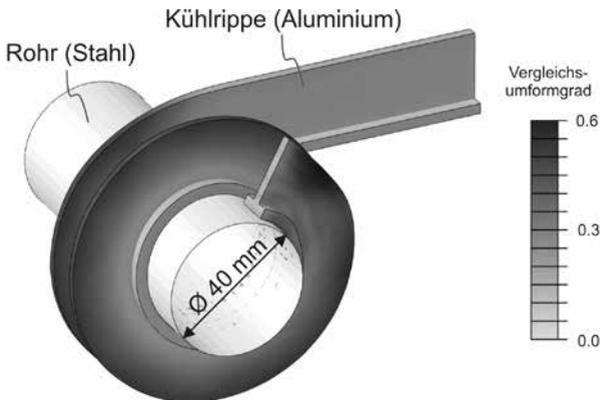


Im Projekt entwickelte Prozessketten sowie Vorhersage der Korngröße

### 3.3.6 Entwicklung eines Verfahrens zur Fertigung von Rippenrohren durch Strangpressen

Projektträger	Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand
Projektnummer	KF2198117RU2
Ansprechpartner	Dr.-Ing. T. Kloppenborg
Projektstatus	abgeschlossen

Rippenrohre dienen zur Ableitung von Wärme, indem ein korrosives Kühlmedium durch ein chemisch beständiges Stahlrohr geleitet wird. Kühlrippen aus einem Werkstoff mit hoher thermischer Leitfähigkeit führen die Wärme des Mediums an die Umgebung ab. Für einen Projektpartner aus der Industrie wurde am IUL ein Verfahren entwickelt, das die kostengünstige Fertigung von Rippenrohren aus unterschiedlichen Werkstoffen ermöglicht. Bei diesem Verfahren wird ein stranggepresstes Aluminiumprofil nach dem Austritt aus der Matrize auf ein Rohr aufgewickelt. Die Austrittstemperatur des Profils liegt bei ca. 400 °C. Beim Abkühlen des Kühlrippenprofils schrumpft dieses auf das Rohr auf und sorgt für einen Pressverbund. Das Aufwickeln unterschiedlicher Rippengeometrien wurde experimentell sowie numerisch (vgl. Bild) untersucht. Zur numerischen Berechnung des Wickelvorgangs wurde Abaqus in der Version 6.13 mit explizitem Solver verwendet.



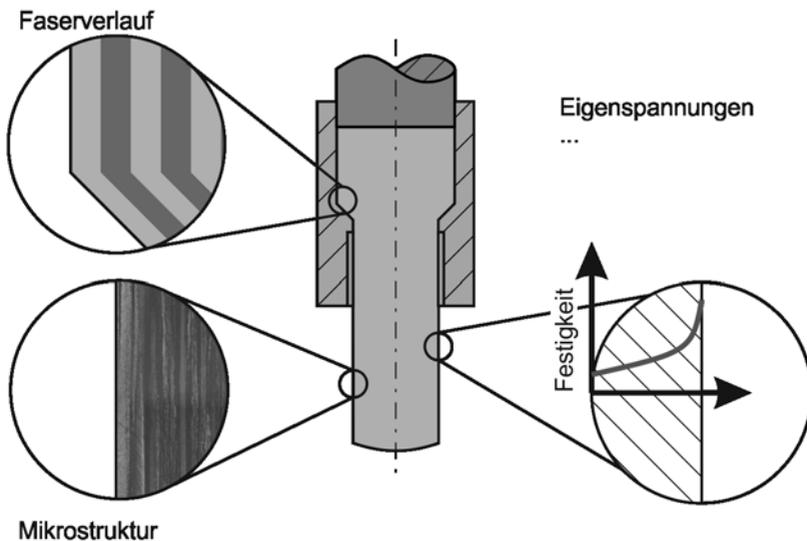
Simulation des Aufwickelns eines Kühlrippenprofils aus Aluminium auf ein 40-mm-Rohr

### 3.3.7 Abbildung lokaler Bauteileigenschaften in FEM-Umformsimulationen

Projektträger      AiF/Fosta  
 Projektnummer    18225 N/P1057  
 Ansprechpartner   Dipl.-Ing. M. Schwane

Das Ziel des Teilprojekts TP3 des Vorhabens „Massiver Leichtbau“ liegt in der gezielten Ausnutzung und Berücksichtigung lokaler Bauteileigenschaften, um eine Gewichtsreduktion fließgepresster Bauteile zu erreichen. Hierzu arbeiten das IUL und das Institut für spanende Fertigung (ISF) der TU Dortmund sowie das Institut für Umformtechnik (IFU) der Universität Stuttgart in enger Kooperation zusammen.

Am IUL werden Materialmodelle für Finite-Elemente-Simulationen ausgewählt, untersucht und qualifiziert, um die aus dem Umformprozess resultierenden Bauteileigenschaften, wie Festigkeiten und Eigenspannungen (vgl. Bild), mit hoher Genauigkeit vorhersagen zu können. Die Simulationsergebnisse werden mithilfe von Referenzversuchen und detaillierten Bauteilprüfungen verifiziert. Die ermittelten Materialmodelle und -daten werden in der Umformsimulation und anschließender Zerspanungs- (ISF) und Struktursimulation (IFU) von Demonstratorbauteilen verwendet. Die durchgängige Simulation soll eine belastungsangepasste Bauteilauslegung ermöglichen und somit das Leichtbaupotenzial fließgepresster Teile erschließen.

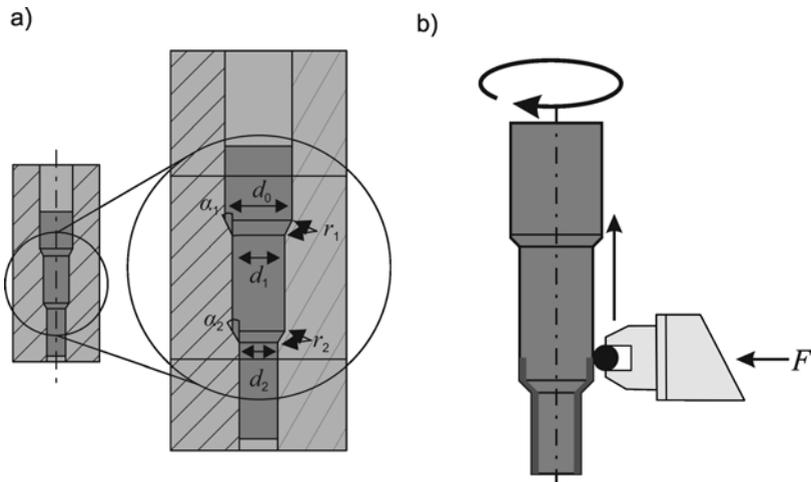


Bauteileigenschaften einer fließgepressten Welle

### 3.3.8 Erweiterung technologischer Grenzen bei der Massivumformung in unterschiedlichen Temperaturbereichen

Projektträger      AiF/Fosta  
 Projektnummer    18229 N/P1058  
 Ansprechpartner   M.Sc. O. Napierala

Zusammen mit dem IFU Stuttgart sowie dem IFUM Hannover soll in diesem Gemeinschaftsprojekt der Forschungsinitiative „Massiver Leichtbau“ u. a. eine Getriebewelle mit belastungsgerechten mechanischen Eigenschaften, insbesondere einer hohen Festigkeit in der Randzone, durch Kaltmassivumformverfahren hergestellt werden. Ziel des Vorhabens ist es, den Effekt der Kaltverfestigung in der Randzone gezielt zu maximieren, um durch eine belastungsgerechte Bauteildimensionierung das Fahrzeuggesamtgewicht zu reduzieren. Sowohl der Einfluss der Prozessroute als auch der Einfluss der Werkzeuggeometrie (vgl. Bild a), z. B. der Schulteröffnungswinkel  $\alpha$ , sowie die Auswirkung der Änderung der Tribologie auf die sich einstellenden mechanischen Bauteileigenschaften in der Randzone der Welle, werden numerisch und experimentell analysiert. Anschließend wird ermittelt, inwiefern ein nachgelagerter Festwalzprozess (vgl. Bild b) eine konventionelle Wärmebehandlung zur Festigkeitssteigerung ersetzen oder die im Vorfeld gehärtete Oberfläche weiter verfestigen kann.



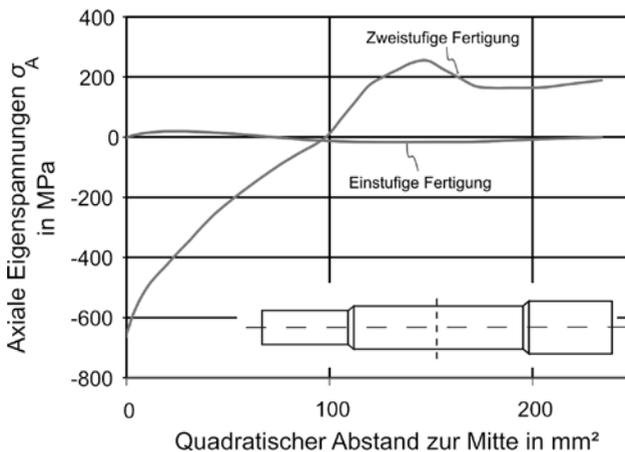
a) Werkzeugparameter beim Fließpressen, b) Randschichtverfestigung einer Getriebewelle durch Festwalzen

### 3.3.9 Gezielte Prozesssteuerung bei der Kaltmassivumformung und Wärmebehandlung zur Minimierung des Verzugs

Projektträger      AiF ZUTECH  
 Projektnummer    478 ZN  
 Ansprechpartner   Dipl.-Ing. S. Ossenkemper

Kaltumgeformte Bauteile können nach einer anschließenden Wärmebehandlung Maß- und Formänderungen durch Auslösen von Eigenspannungen aufweisen. Die Minimierung des sogenannten Verzugs durch die gezielte Einstellung der Prozessparameter ist Fokus des Forschungsprojekts, das in Kooperation mit der Stiftung Institut für Werkstofftechnik (IWT), Bremen, durchgeführt wird. Um beispielsweise den Einfluss der Fertigungsroute auf den Verzug zu untersuchen, werden Getriebewellen auf verschiedene Weisen gefertigt. Neben der einstufigen Fertigung werden die Wellen zweistufig sowie für Vergleichszwecke auch spanend hergestellt.

Numerische Analysen zeigen, dass sich die Fertigungsroute stark auf den Eigenspannungsverlauf auswirkt. Während das zweistufige Fließpressen hohe Eigenspannungen im Kern des mittleren Absatzes und Zugspannungen im Randbereich erzeugt, sind die Eigenspannungen in der einstufigen Fertigung deutlich abgeschwächt (vgl. Bild). Durch den Abbau der Eigenspannungen bei der Wärmebehandlung zeigen die Wellen dementsprechend ein unterschiedliches Verzugsverhalten.

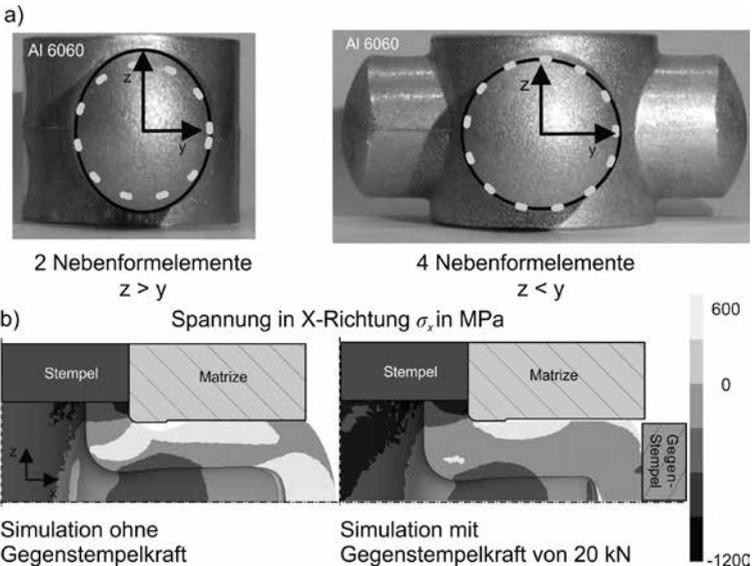


Numerisch ermittelte Eigenspannungen in axialer Richtung im mittleren Absatz nach dem Auswerfen beim ein- und zweistufigen Fließpressen

### 3.3.10 Grundlagenuntersuchungen zum Hohl-Quer-Fließpressen von Nebenformelementen

Projektträger	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Projektnummer	TE 508/13-3
Ansprechpartner	M.Sc. O. Napierala
Projektstatus	abgeschlossen

Im Rahmen dieses Gemeinschaftsprojektes mit dem Institut für Umformtechnik der Universität Stuttgart wurden die Grundlagen des Fertigungsverfahrens „Hohl-Quer-Fließpressen“ ohne Querdorn erarbeitet. Die im Experiment beobachteten geometrischen Effekte der Wanddickenzunahme sowie die ungewollt konisch verlaufende elliptische Ausformung der Nebenformelemente (vgl. Bild a) konnten durch numerische Untersuchungen erklärt werden. Die konisch verlaufende elliptische Ausformung wurde durch den Einsatz von Gegenstempeln und durch eine Optimierung der Matrizenform vermieden. Des Weiteren konnte die durch den Einsatz von Gegenstempeln in der Umformzone verursachte Druckspannungsüberlagerung Zugspannungen, die an der Bauteiloberfläche auftraten, verringern (vgl. Bild b). Die gewonnenen Erkenntnisse des Fertigungsprozesses wurden auf die Herstellung eines umlaufenden Flansches durch Hohl-Quer-Fließpressen übertragen. Das erstellte Prozessfenster zur Flanschherstellung konnte ebenfalls durch den Einsatz von Gegenstempeln erweitert werden.



a) Bauteile mit 2 und 4 Nebenformelementen, b) Spannung  $\sigma_x$  mit und ohne Verwendung eines Gegenstempels

## 3.4 Abteilung Blechumformung

Leitung Dr.-Ing. Alper Güner

Die Abteilung Blechumformung befasst sich vorrangig mit der Erforschung bzw. Entwicklung sowohl bekannter als auch neuer Blechumformprozesse sowie der Analyse und Charakterisierung der eingesetzten Blechwerkstoffe. Primäres Ziel hierbei ist, das physikalische Verständnis von Wirkzusammenhängen zu erweitern, um somit nachhaltige Technologien zu entwickeln und eine effiziente Prozessgestaltung zu ermöglichen. Im Jahr 2015 wurden die Arbeiten der Abteilung, insbesondere im Bereich der hybriden Strukturen, unter anderem auf einem Messestand der Euromold in Düsseldorf vorgestellt. Weitere Höhepunkte des Jahres waren die Leitmarktwettbewerbe im Rahmen des operationellen Programms EFRE.NRW, wobei die Abteilung zwei Gewinner-Projekte über Magnesium-Kunststoff-Hybridstrukturen und Online-Prozessmonitoring beim Presshärten hervorbrachte. In diesem Jahr konnte die Abteilung auch zwei internationale Gastwissenschaftler vom Harbin Institute of Technology in China (für ein Jahr) und JFE Steel in Japan (für zwei Jahre) gewinnen, die in unterschiedlichen Feldern am IUL forschen werden.

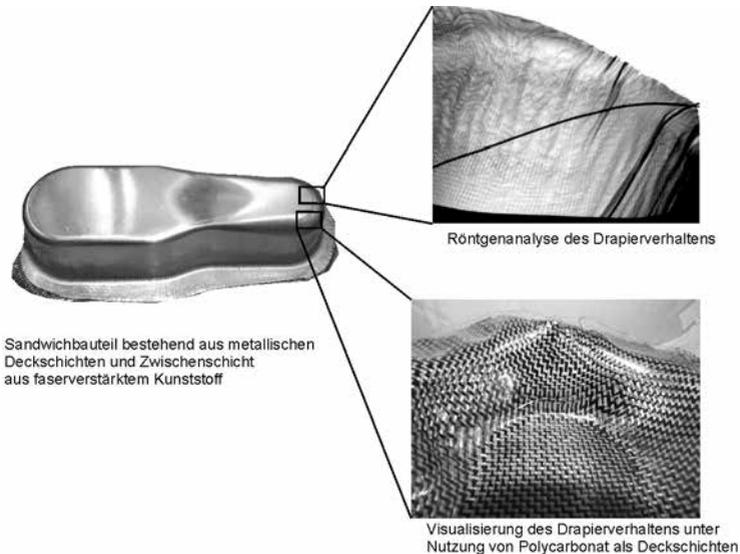


Messestand auf der Euromold 2015 in Düsseldorf

### 3.4.1 In-situ-Hybridisierung von Sandwichblechen

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

Innerhalb des Projektes sollen leichte Sandwichbauteile in einem Prozessschritt hergestellt werden. Diese Sandwichbleche bestehen aus metallischen Deckschichten und einer Zwischenschicht aus faserverstärktem Thermoplast (vgl. Abbildung). In Kooperation mit dem Karlsruher Institute of Technology werden die Verfahren des Tiefziehens und des Harzinjektionsverfahrens (resin transfer moulding, kurz: RTM) miteinander vereint. Der Umformprozess beginnt mit einem Halbzeug, bestehend aus Schichten von Deckblech, trockenen Fasern und Deckblech. Während des Umformprozesses werden zwei miteinander reagierende Monomere zwischen dem Deckblech in die Faserschicht eingespritzt. Die Aushärtung findet in der geschlossenen Presse bei erhöhter Temperatur statt. Angestrebt wird die Einstellung eines optimalen Prozessfensters, innerhalb dessen die Bauteilgenauigkeit hoch ist und die Haftung zwischen Blech und Faserverstärkung hohen Belastungen standhält. Untersuchungen am IUL werden sich mit dem Umformverhalten des mehrschichtigen Aufbaus unter dem Einfluss der Viskosität beschäftigen.

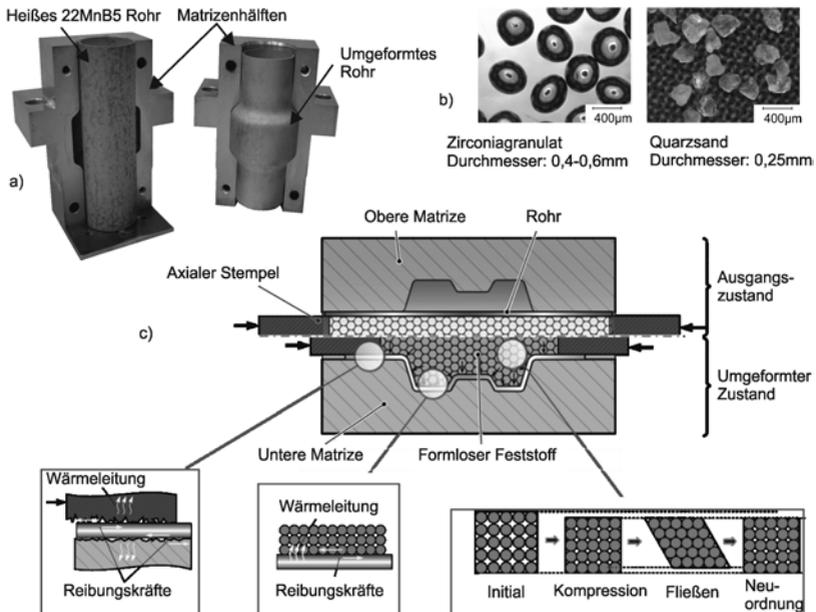


Aufbau der Sandwichbleche

### 3.4.2 Presshärten von Rohren durch granulare Medien

Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
 Projektnummer TE 508/52-13  
 Ansprechpartner M.Sc. S. Hess

Das Presshärten geschlossener Profile eignet sich hervorragend, um Bauteile mit besonders hoher Steifigkeit und Festigkeit herstellen zu können. Als Umformmedium werden innerhalb dieses Projektes granulare Medien eingesetzt, da konventionelle Umformfluide für diese Anwendung nicht geeignet sind. Hierfür werden Untersuchungen bezüglich des mechanischen Verhaltens der Partikel unter hoher Druckbelastung angestellt. Die Oberflächenbeschaffenheit der einzelnen Partikel als auch die Packungsstruktur eines Partikelvolumens spielen dabei eine entscheidende Rolle in Bezug auf die Druckverteilung innerhalb der Umformzone. Ebenfalls kann mit einer geeigneten Stempelgeometrie die Kraftübersetzung von axialer in radialer Richtung optimiert werden. Das Projekt wird in Kooperation mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Köln bearbeitet. In enger Zusammenarbeit werden die physikalischen Abläufe innerhalb des Granulats, die durch die Umformung initiiert werden, untersucht und beschrieben.

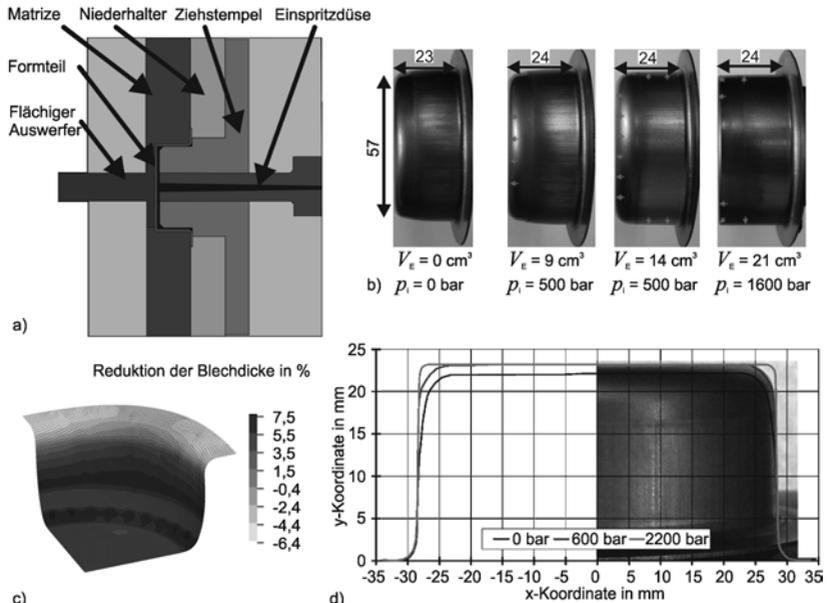


a) Werkzeug, b) Granulat, c) Interaktion zwischen Granulat und Rohr während des Presshärtens

### 3.4.3 Herstellung von Strukturbauteilen durch Tiefziehen und Hinterspritzen im Spritzgießwerkzeug

Projektträger AiF  
 Projektnummer 18075 N  
 Ansprechpartner Dr.-Ing. A. Güner

Ziel dieses Forschungsprojektes ist die Entwicklung eines Kombinationsverfahrens zur Herstellung von hybriden Leichtbau-Strukturbauteilen aus Stahl und Kunststoff. Hierfür werden Tiefziehbauteile in das Spritzgießwerkzeug integriert, sodass in einem Fertigungsschritt umgeformt und hinterspritzt werden kann. Innerhalb der Untersuchungen konnte der Einfluss des Einspritzvolumens sowie des Nachdruckes identifiziert werden. Es wurde ein passendes Schmiermittel identifiziert, das sich sowohl mit dem eingesetzten Haftvermittler als auch mit dem Polyamid chemisch verträgt. Für die Analyse der Adhäsionseigenschaften wurden Proben zunächst uniaxial vorgedehnt, danach hinterspritzt und mittels Zugscherprüfungen untersucht. Verglichen mit Werkzeugtemperaturen von 80 °C konnten bei Werkzeugtemperaturen von 120 °C höhere Zugscherfestigkeiten erzielt werden. Mittels numerischer Berechnungen des Tiefziehprozesses wurden die kritischen Bauteilregionen identifiziert. Diese liegen im Bereich der größten Blechdickenreduktion, welche im Bodenradius und im Flanschbereich zu finden ist (vgl. Abbildung).



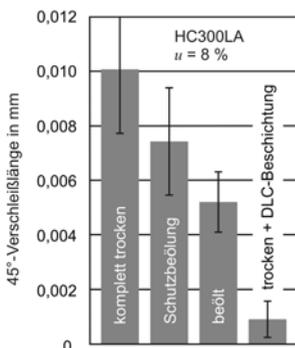
a) Werkzeug, b) Füllstudie, c) Kritische Bauteilregionen, d) Einfluss des Nachdruckes auf die Ausformqualität

### 3.4.4 Trockenes Scherschneiden von Metallwerkstoffen und Polymeren

Projektträger	AiF/Fosta
Projektnummer	17791 N/P 885
Ansprechpartner	Dipl.-Ing. F. Steinbach
Projektstatus	abgeschlossen

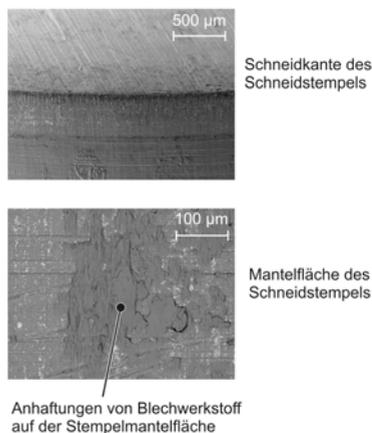
Dieses Projekt ist ein Teilprojekt des DFG-AiF-Clusters Trockenscherschneiden. In dem Projekt wurden die Herausforderungen, die beim trockenen Scherschneiden vorliegen, näher betrachtet. Für gängige Schneidgeschwindigkeiten, wie beispielsweise bei der Herstellung von Karosseriebauteilen, konnte hinsichtlich der Schnittflächen und Schneidkräfte keine bedeutende Beeinflussung zwischen trockenen und beölten Schnitten festgestellt werden. Jedoch wird der Verschleiß der Schneidwerkzeuge wesentlich beeinflusst. Beim Vergleich verschiedener Beölungszustände im Langzeitversuch zeigte sich erwartungsgemäß der höchste Verschleiß für den trockenen Zustand (vgl. Bild). Allerdings konnte schon die ab Werk auf dem Blech applizierte Schutzbeölung den Verschleiß reduzieren. Hier wirkt sich die durch einen Schmierstoff verminderte Wirkung von Adhäsion positiv aus. Besonders hervorzuheben ist der Einsatz von neuartigen DLC-Beschichtungen der Schneidwerkzeuge. Die hohe Härte der Beschichtung und geringe Neigung zu Kalt-aufschweißungen resultieren in einer massiv erhöhten Werkzeugstandzeit.

45°-Verschleißlänge für verschiedene Beölungszustände



REM-Aufnahme des Werkzeugs

Zustand: komplett trocken, nach 50.000 Hub

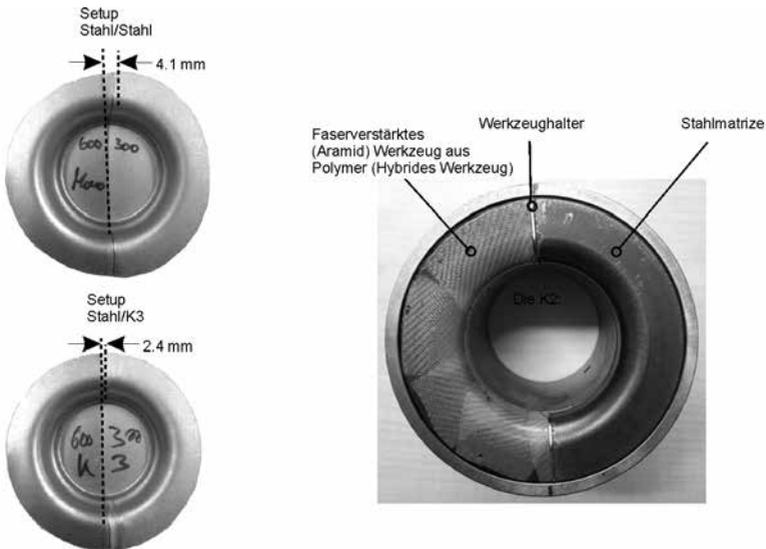


Stempelverschleiß im Vergleich und REM-Aufnahmen der Stempelschneidkante

### 3.4.5 Entwicklung hybrider, steifigkeitsangepasster und verschleißfester Tiefziehwerkzeuge

Projektträger	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Projektnummer	SFB 708 • Teilprojekt C1
Ansprechpartner	Dipl.-Ing. T. Mennecart
Projektstatus	abgeschlossen

Innerhalb des Projektes wurden hybride Tiefziehwerkzeuge hergestellt und die Eignung als Werkzeugwerkstoff untersucht. Diese Werkzeuge bestehen aus einem polymeren Grundkörper und einer Faserverstärkung an der Werkzeugoberfläche, um die Deformation des Werkzeuges unter Last zu minimieren. Es konnte gezeigt werden, dass hochfeste Stähle wie z. B. DP600 mit diesen Werkzeugen umformbar sind. Darüber hinaus wurde in Lebensdaueruntersuchungen die Eignung dieser Werkzeuge für einen Einsatz bis hin zur Mittelserie bewiesen. Weitere Untersuchungen beschäftigen sich mit der adaptiven Steuerung des Niederhalterdruckes durch den Einsatz von funktionalen Elementen wie Feder oder Linearaktuatoren innerhalb des polymeren Grundkörpers. Hier wurde in dem Projekt erfolgreich dargelegt, dass der Werkstofffluss beeinflusst wird und eine höhere Maßhaltigkeit erzielt wird, wenn lokal und zeitlich die Niederhalterkraft gesteuert wird. Zum Abschluss des Projektes konnte erfolgreich der Einsatz dieser Werkzeuge als Tailored Tool zum Umformen von Tailor Welded Blanks aus hochfesten Stählen gezeigt werden (vgl. Abbildung).



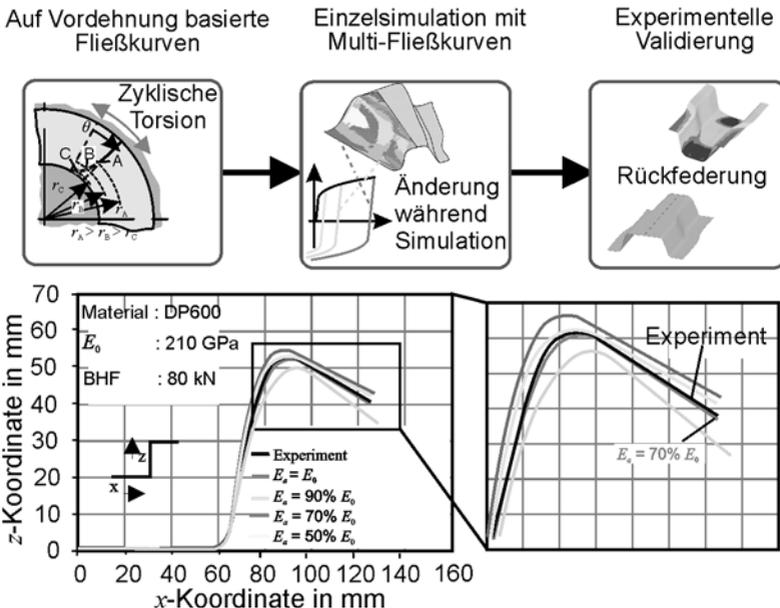
Umformung von Tailored Blanks durch die Nutzung eines Tailored Tools (Hybrid/Stahl)

### 3.4.6 Strategien zur Kompensation rückfederungsbedingter Formabweichungen

Projekträger Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
 Projektnummer SFB 708 • Teilprojekt C3  
 Ansprechpartner M.Sc. H. ul Hassan

Das Ziel dieses Projektes ist es, ein optimales und robustes Layout von Tief- und Streckziehverfahren in Bezug auf Maßgenauigkeit und Teilausfälle (Versagen) zu ermöglichen. Ein erweitertes FE-Modell wurde generiert, das in der Lage ist, die Variation der Prozessparameter, wie z. B. die Niederhalterkraft, über die Prozesszeit zu realisieren. Dieses Modell bietet auch die Möglichkeit, die auf Vordehnung basierten Materialparameter für verschiedene kinematische Verfestigungsmodelle unterzubringen. Diese Implementierung hat es ermöglicht, die Genauigkeit der Rückfederungsvorhersage zu verbessern und die Rückfederung beim Tiefziehverfahren zu reduzieren.

In den neueren Untersuchungen ist der Einfluss des Verlustes der E-Module auf die Rückfederungsvorhersage (vgl. Abbildung) und die Verringerung der Rückfederung für DC04-, DP600- und DP1000-Materialien analysiert worden. Dieser Verlust beträgt 28 % für DP600, 26 % für DP1000 und 14 % für DC04 bis zu einem Sättigungsgrad. Es wurde beobachtet, dass die Rückfederung reduziert werden kann, wenn die maximale Niederhalterkraft nur während der letzten 13 % des Stempelweges verwendet wird. Höhere Zugspannungen am Ende des Tiefziehprozesses führen zur Homogenisierung der Spannungsverteilung, was zu einer kleineren Rückfederung führt.

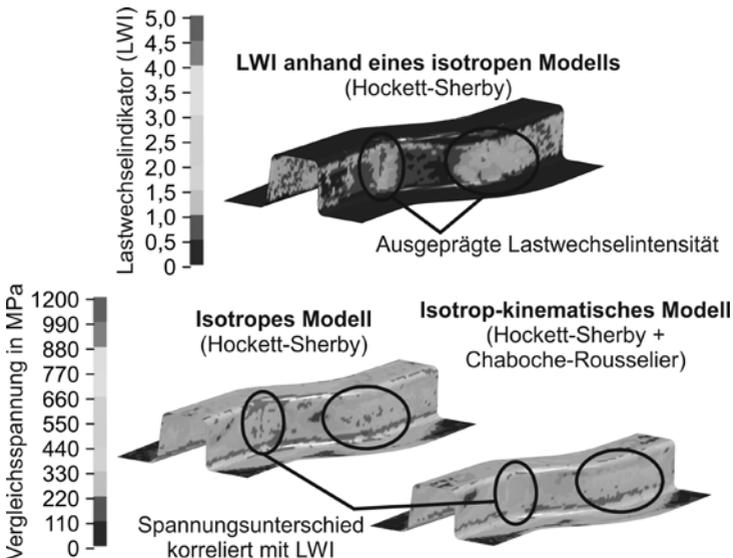


Rückfederungsvorhersage, basierend auf mehreren Spannungs-Dehnungs-Kurven und der Berücksichtigung des verringerten Elastizitätsmoduls

### 3.4.7 Identifikation spannungsabhängiger Bauschinger-Koeffizienten

Projektträger	EFB/AiF
Ansprechpartner	17375N/1
Ansprechpartner	M.Sc. H. Traphöner
Projektstatus	abgeschlossen

Dieses Projekt wurde in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Fertigungstechnologie in Erlangen und Projektpartnern aus der Industrie durchgeführt. Im Zentrum des Projektes standen die Analyse und Gegenüberstellung unterschiedlicher Verfahren zur Charakterisierung der kinematischen Verfestigung sowie die Kennwertermittlung für unterschiedlich komplexe isotrop-kinematische Verfestigungsmodelle. Für drei Werkstoffe wurde die Notwendigkeit komplexer Modellierungsansätze geprüft und eine aufwandsreduzierte und dabei exakte Modellierung der kinematischen Verfestigung ermittelt. Ein neues Werkzeug zur Vorabbewertung der Notwendigkeit unterschiedlich komplexer numerischer Verfestigungsmodelle wurde in Form eines skalaren Lastwechselindicators (LWI) entwickelt und für LS-Dyna implementiert. Dieser wurde an einem S-Rail-Bauteil getestet (Abbildung oben). Mit dem LWI kann eine Abschätzung der lokalen Spannungsunterschiede innerhalb eines Bauteils stattfinden. Das Ziel hierbei war die Einschätzung des Modellierungsaufwandes anhand von isotropen Materialmodellen allein anhand der auftretenden Formänderungen (Abbildung unten).

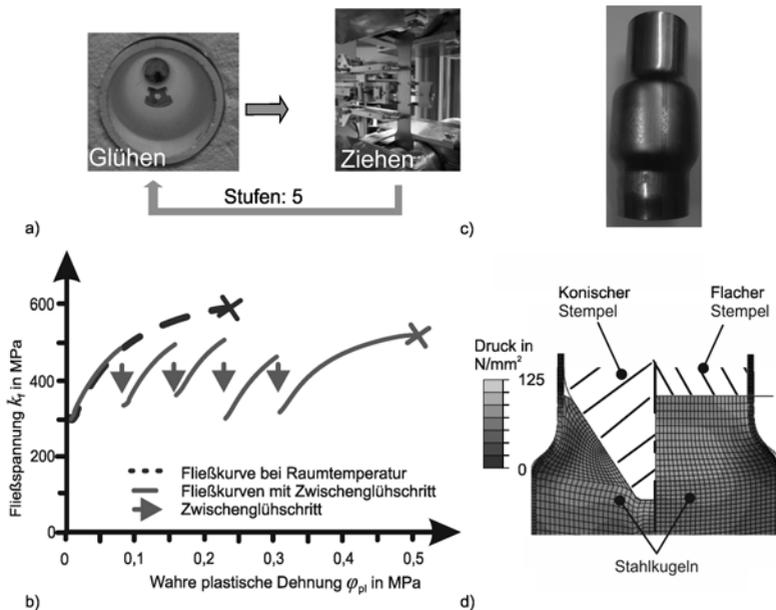


Anwendung des Lastwechselindicators (LWI) am „S-Rail“-Werkzeug

### 3.4.8 Erweiterung der Formänderungsgrenzen durch den Einsatz von Wärme innerhalb der Prozesskette

Projektträger ReCIMP  
Ansprechpartner M.Sc. S. Hess

Der Fokus des Projektes liegt auf der Erweiterung des Umformvermögens ferritischen Edstahls. Eine prozesssichere Herstellung von hydrogeformten Bauteilen soll mittels gezielter Wärmebehandlung ermöglicht werden (vgl. Abbildung). Ein Ansatz ist hierbei das Glühen des Halbzeugs zwischen einzelnen Umformschritten. Anhand eines einfachen Standard-Zugversuches wird gezeigt, dass sich die wahre Dehnung durch den Einsatz geeigneter Glühparameter verdoppeln lässt. Ein weiterer Ansatz ist der Wärmeeinsatz während der Umformung. Im Vordergrund steht ein IHU-Prozess ähnlich dem Hydroformen, bei dem formlose Feststoffe wie zum Beispiel Stahlkugeln anstelle eines fluidischen Umformmediums eingesetzt werden. Durch die Warmumformung wird das Material entfestigt, sodass die benötigten Umformkräfte herabgesetzt werden. Des Weiteren zeigt die Stempelgeometrie einen direkten Einfluss auf den Werkstofffluss. Bei flachen Stempeln erfolgt die Kraftübersetzung von axialer in radialer Richtung über die Kontaktpunkte innerhalb des Granulats. Bei einem konischen Stempel findet diese Übersetzung zudem direkt über den Stempel statt.



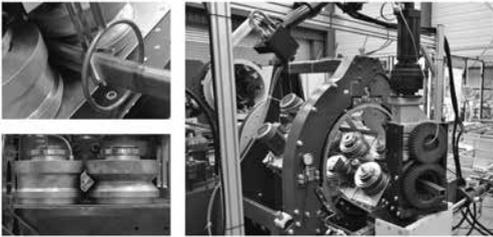
a) Prozessschema, b) Zwischenglühen: Ergebnisse, c) Stahlkugelumformung, d) FEM: Einfluss der Stempelgeometrie

### 3.5 Abteilung Biegeumformung

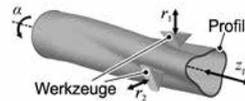
Leitung Dr.-Ing. Christoph Becker (bis 31.10.2015)  
M.Sc. Lars Hiegemann (seit 01.11.2015)

Das Rohr- und Profilbiegen, das Blechbiegen sowie die Profilmumformung stellen die Forschungsschwerpunkte der Abteilung Biegeumformung dar. Im Bereich des Rohr- und Profilbiegens wird durch die Erforschung kinematischer 3D-Biegeverfahren deren Genauigkeit, aber auch die Flexibilität des Biegeprozesses allgemein verbessert. Weiterhin können durch Kombinationen von Biegen mit anderen Umformverfahren wie dem Drücken die Prozessgrenzen erweitert sowie Umformkräfte verringert werden. Auch beim Blechbiegen liegt der Fokus auf der Erweiterung von Prozessgrenzen sowie dem Entwickeln eines genauen Prozessverständnisses. Dieses erfolgt beim Freibiegen durch eine Warmumformung, kombiniert mit einer aktiven Kontrolle und Steuerung der Prozessgrößen. Weiterhin werden derzeit Untersuchungen zur Auslegung von Walzprofilierprozessen durchgeführt. Im Bereich der Profilmumformung ist das inkrementelle Umformen ein aktuelles Forschungsvorhaben, mit dem Profile mit hoher geometrischer Flexibilität hergestellt werden können. Für diesen Ansatz wurde 2015 der Stahlinnovationspreis verliehen.

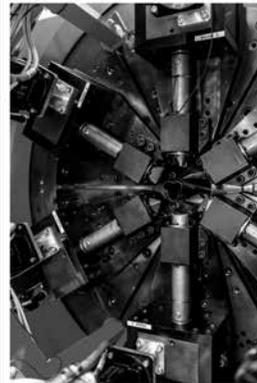
#### Rohr- und Profilbiegen



#### Profilmumformung



#### Blechbiegen



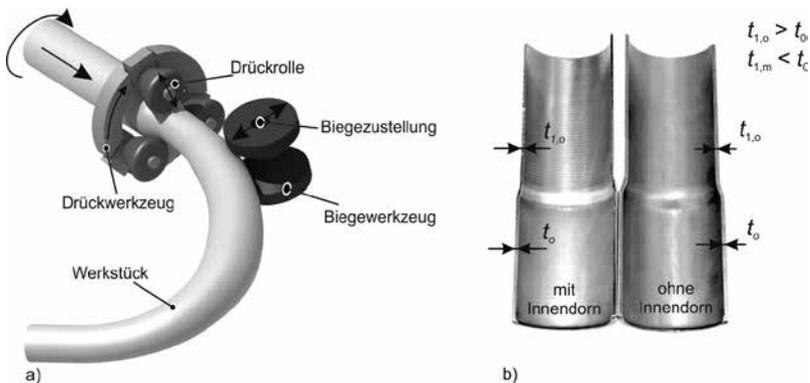
Forschungsbereiche der Abteilung Biegeumformung

### 3.5.1 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 M.Sc. E. Nazari

Die Inkrementelle Rohrumformung (IRU) ist eine Kombination aus einem Freiformbiegeprozess für Rohre und einem Drückprozess (vgl. Bild a). Diese Kombination führt zu einer verringerten Biegekraft sowie einer reduzierten Rückfederung im Vergleich zu konventionellen Rohrbiegeverfahren. In der ersten Phase des Projekts wurde das Inkrementelle Rohrumformen bei einer konstanten Durchmesserreduktion betrachtet. Darauf basierend wurde ein umfassendes Prozessmodell für das Verfahren entwickelt, welches die Rückfederung ausreichend genau vorhersagt.

Im Rahmen der 2. Phase dieses Projekts wird die Möglichkeit der Wandstärkeneinstellung untersucht. Es ist erkennbar, dass die Wandstärke sich während des IRU-Prozesses ohne Dorn ungewollt erhöht. Aus diesem Grund muss für die gezielte Beeinflussung der Wandstärke ein Innendorn eingesetzt werden. Somit besteht die Möglichkeit, über das Spaltmaß zwischen Innendorn und Drückrolle die Wandstärke einzustellen, wie im Bild b gezeigt. Darüber hinaus wird der gesamte Vorgang durch experimentelle, numerische und analytische Methoden untersucht.



a) Verfahrensprinzip des inkrementellen Rohrumformens, b) Vergleich der Wandstärke mit und ohne Innendorn

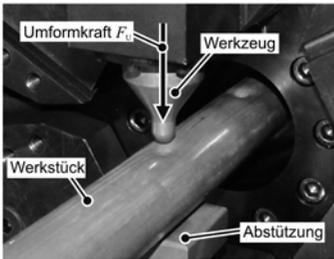
### 3.5.2 Grundlagen des Inkrementellen Profulumformens

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

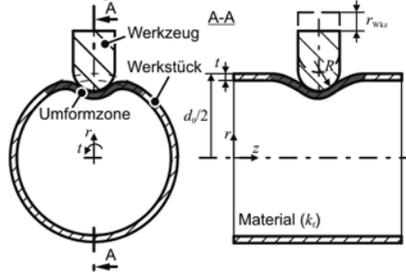
Das Inkrementelle Profulumformen ist ein neuartiges Verfahren zur flexiblen Herstellung von Profilen mit entlang der Längsachse variierenden Querschnittsgeometrien. Um das Verfahren effektiv einsetzen zu können, werden in diesem Forschungsvorhaben die physikalischen Grundlagen erarbeitet. Zum einen soll ein Prozessverständnis durch systematische Grundlagenforschung aufgebaut und signifikante Prozessparameter quantifiziert werden. Auf ihrer Basis werden Prozessgrenzen ermittelt und geeignete Prozessfenster aufgestellt. Zum anderen soll durch das gezielte Einbringen von überlagerten Schwingungen eine Erweiterung der ermittelten Prozessgrenzen erzielt werden. Die dynamische Änderung der Kontaktverhältnisse zieht eine Modifikation des verfahrenstypischen Reibverhaltens nach sich, was zu einer Reduktion der Prozesskräfte führt.

In der Abbildung sind Ergebnisse der ersten durchgeführten experimentellen und numerischen Untersuchungen für den Prozessschritt des radialen Eindrückens dargestellt, mit denen wirkende Umformmechanismen (Spannungs- und Dehnungszustände) identifiziert und die während der Umformung wirkenden Kräfte bestimmt werden.

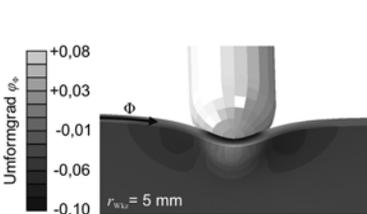
#### Prozessvariante: Eindringen



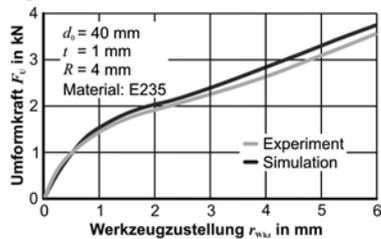
#### Prozessparameter



#### Prozesssimulation



#### Vergleich Umformkraft

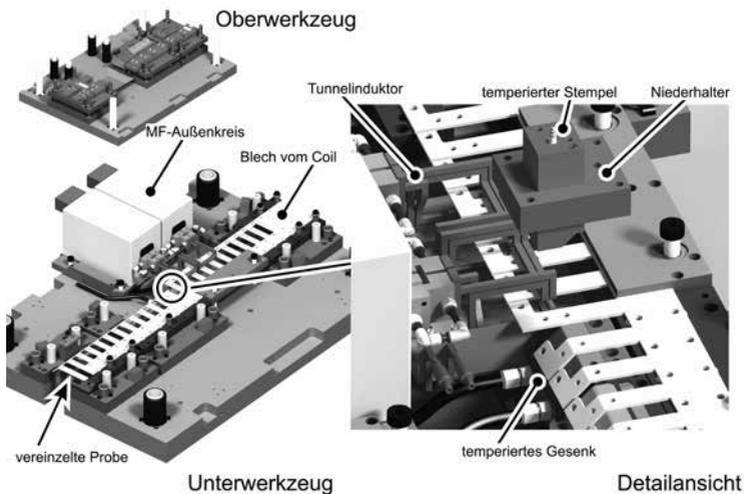


Untersuchungen zum Eindringen beim Inkrementellen Profulumformen

### 3.5.3 Indubend – Technologie zur induktiven In-situ-Erwärmung beim Stanz- und Biegeumformen mit Folgeverbundwerkzeugen

Projektträger	BMW/ZIM-KF
Projektnummer	KF2198118LK2
Ansprechpartner	M.Sc. C. Löbbe
Projektstatus	abgeschlossen

Im Kooperationsprojekt Indubend wurde mit der Firma KODA eine Technologie zum warmen Umformen in Folgeverbundwerkzeugen entwickelt, mit der die Rückfederung und Umformkraft stark reduziert wird. Wie im Bild gezeigt, wurde zur Entwicklung und grundlegenden Untersuchung des neuen Verfahrens ein Prototypen-Werkzeug konstruiert. Hiermit wurde das halbwarmer Biegen eines mikrolegierten Stahls erforscht und die Tauglichkeit für das schnell getaktete Umformen bei Hubzahlen bis zu 20 min<sup>-1</sup> demonstriert. Das Bild zeigt das Ober- und Unterteil des Werkzeugs, worin modulare Einheiten zum induktiven Erwärmen, Biegen, Abkühlen sowie Stanzen vor und nach dem Umformen integriert sind. Mit dem Prototypen-Werkzeug und der integrierten Messtechnik wie der Kraft- und Temperatursensorik konnten fundamentale Erkenntnisse zu den relevanten Mechanismen gewonnen werden. Durch die Verfahrenserweiterung werden nicht nur die Produkteigenschaften wie Genauigkeit und Eigenspannungen deutlich verbessert, sondern auch die notwendige Presskraft wird durch eine neue Prozessauslegung um ein Vielfaches reduziert.



Ober- und Unterwerkzeug sowie Detailansicht vom Prototypen-Werkzeug

### 3.5.4 ConProBend – Einstellung von Produkteigenschaften in Folgeverbundwerkzeugen

Projektträger BMWi/ZIM-KF  
 Projektnummer KF2198138LP4  
 Ansprechpartner M.Sc. L. Hiegemann

Das Ziel des Kooperationsprojekts ConProBend mit der Firma KODA ist die Entwicklung einer Technologie zur präzisen Einstellung von Produkteigenschaften wie Festigkeit und Härte beim Stanz- und Biegeumformen im Folgeverbundwerkzeug durch eine abgestimmte Prozess- und Temperaturführung. Wie das Bild zeigt, steht im Vordergrund der Untersuchung die Entwicklung einer Mehrgrößenregelung, mit der sowohl die Rückfederung als auch das resultierende Gefüge in einen Regelkreis zurückgeführt und eingestellt werden. Aufbauend auf den Ergebnissen einer Analyse von martensitischen und presshärtbaren Stählen auf die rasche Austenitisierung werden derzeit im Projekt geeignete Prozessketten, bestehend aus Aufwärmen, Umformen und Abschrecken, entwickelt, mit der ausgewählte mechanische Kennwerte erzielt werden können. Zur geregelten Einstellung der Form als auch der mechanischen Werkstoffeigenschaften ist schließlich eine Werkzeugtechnologie zu entwickeln, bei der die Zielwerte durch eine intelligente Temperiertechnik beim Umformen und Abschrecken beeinflusst werden.

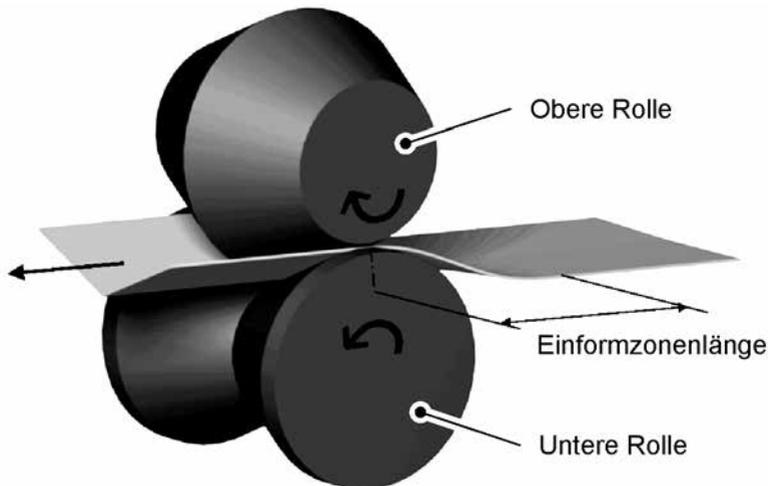


Regelstruktur im getakteten Umform-Prozess zur Einstellung von Produkteigenschaften

### 3.5.5 Untersuchungen des Werkstoffverhaltens bei der Blechverarbeitung über Walzprofilierprozesse

Projektträger	Kooperationsprojekt mit ThyssenKrupp Steel Europe AG
Ansprechpartner	M.Sc. M. Tschierschke

Walzprofilieren ist ein Verfahren, um Blechstreifen über mehrere Schritte in eine gewünschte Profilform zu bringen. Neben der transversalen Biegung treten beim Walzprofilieren Scherung, Längsdehnungen und –biegungen auf. Modelle zur Beschreibung des Verfahrens basieren zum größten Teil auf empirischen Daten oder auf Annahmen, welche den Prozess stark vereinfacht betrachten. In zunehmendem Maße werden auch höchstfeste Stähle walzprofiliert, bei denen diese Beschreibungen keine ausreichende Aussagegenauigkeit erreichen. Ziel dieses Projektes, welches in Kooperation mit der ThyssenKrupp Steel Europe AG durchgeführt wird, ist es, ein besseres Prozessverständnis zu erlangen. Hierzu sollen experimentelle Untersuchungen erfolgen sowie ein Simulationsmodell des Prozesses aufgebaut werden, um numerische Untersuchungen durchzuführen. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen zur Entwicklung analytischer Modelle zur Beschreibung von wichtigen Prozessgrößen wie der Einformzonenlänge (vgl. Abbildung) führen. Weiterhin soll das Biegeverhalten und Versagen beim Walzprofilieren mit anderen Biegeverfahren wie dem Schwenkbiegen abgeglichen werden.

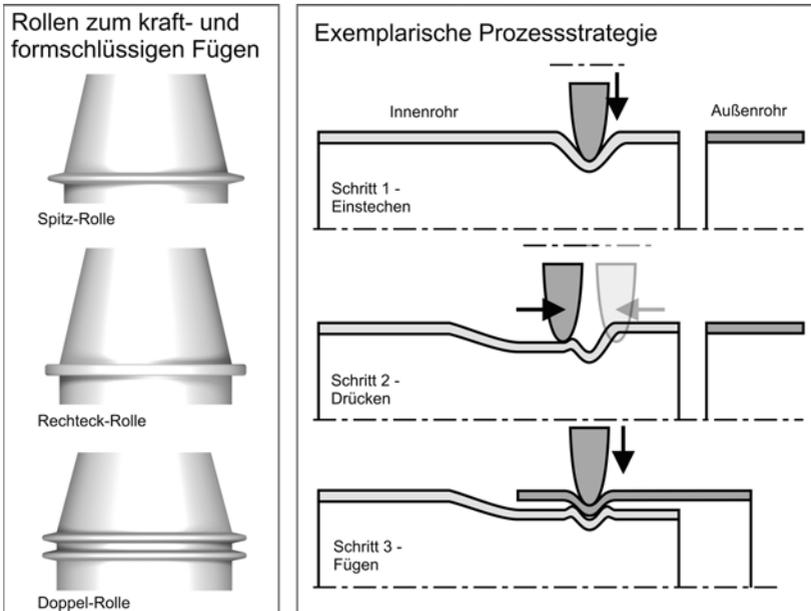


Walzprofilieren eines V-Profiles

### 3.5.6 Mechanisches Fügen von Rohren durch Drücken

Projektträger ReCIMP  
 Ansprechpartner M.Sc. C. Löbbe

Zur Herstellung von kraft- oder formschlüssigen Verbindungen aus gleichartigen Rohren wird im Projekt das Fügen durch dornloses Drücken untersucht. Der Ausgangspunkt ist eine experimentelle Betrachtung unterschiedlicher Prozessrouten, woraus verschiedene Demonstratoren hervorgehen, die schließlich durch mechanische und thermische Tests validiert werden. Zur Analyse der Verbindungsfestigkeit werden die kraftschlüssigen Verbindungen mit variierenden Parametern wie Drehzahl/ Vorschub-Verhältnis, Durchmesser-Verhältnis und Rollenradius hergestellt. Bei den formschlüssigen Verbindungen ist hingegen besonderes Augenmerk auf die Gestaltung des Bewegungsablaufs gerichtet, um Nuten mit scharfen Kanten zu erreichen, die eine positive Wirkung auf die Festigkeit zeigen. In mechanischen Tests wird die Zug- und Biegefestigkeit erprobt sowie in thermomechanischen Tests die Dichtigkeit bei einwirkenden Thermoschocks und Vibrationen. Das Bild zeigt die relevanten Rollensätze sowie eine Prozessstrategie zur Herstellung von scharfen Kantenradien.

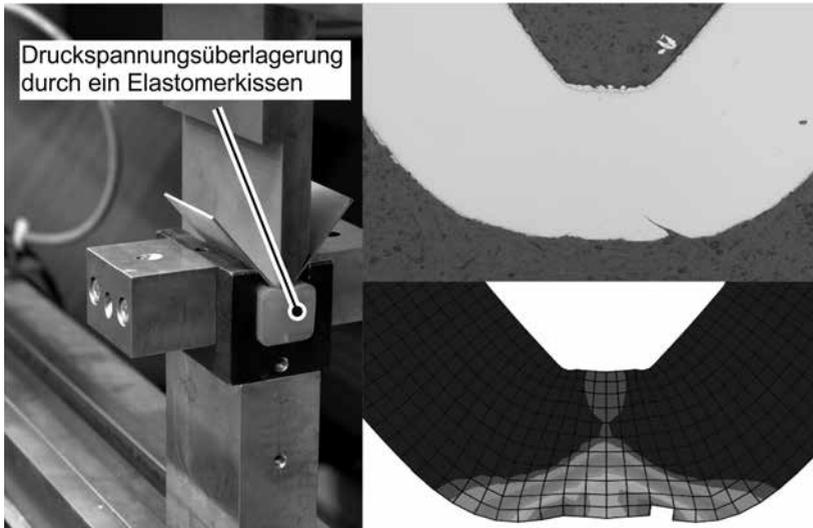


Drückrollen und exemplarische Prozessstrategie zur Herstellung einer formschlüssigen Verbindung mit scharfem Kantenradius

### 3.5.7 Erweiterung der Formänderungsgrenzen von höherfesten Stahlwerkstoffen bei Biegeumformprozessen durch innovative Prozessführung und Werkzeuge

Projektträger	AiF/FOSTA
Projektnummer	IGF-Nr. 16585/P 930
Ansprechpartner	Dipl.-Ing. T. Clausmeyer
Status	abgeschlossen

Für industrielle Biegeteile werden oft kleine Biegeradien gefordert. Bei höherfesten Stählen führt dies, insbesondere beim Freibiegen, zu einem frühzeitigen Erreichen der Verfahrensgrenzen. Weiter steigt mit zunehmender Festigkeit des Werkstoffs die Neigung zur rückfederungsbedingten Formabweichung in Biegeprozessen. In diesem Projekt wurde das Versagens- und Rückfederungsverhalten beim Freibiegen (vgl. Bild b und c) und Walzprofilieren untersucht. Mithilfe einer Druckspannungsüberlagerung durch ein Elastomerkissen wurden die Prozessgrenzen beim Freibiegen höchstfester Stähle signifikant erweitert. Die Rückfederung wurde reduziert und die Formänderungsgrenzen erhöht. Zielführende Prozessparameter wie die Position des Elastomerkissens (vgl. Bild a) wurden durch experimentelle Analysen und Prozesssimulationen mit einem Lemaitre-Schädigungsmodell bestimmt. Eine gewünschte Reduktion der Kraft auf das Elastomerkissen wurde erreicht. Auf Basis dieser Erkenntnisse wurde ein Demonstrator mittels Walzprofilierens und Freibiegens erfolgreich gefertigt.



a) Freibiegen mit Elastomerkissen, b) Schlifffbild nach dem Freibiegen, c) Vorhersage der Schädigung

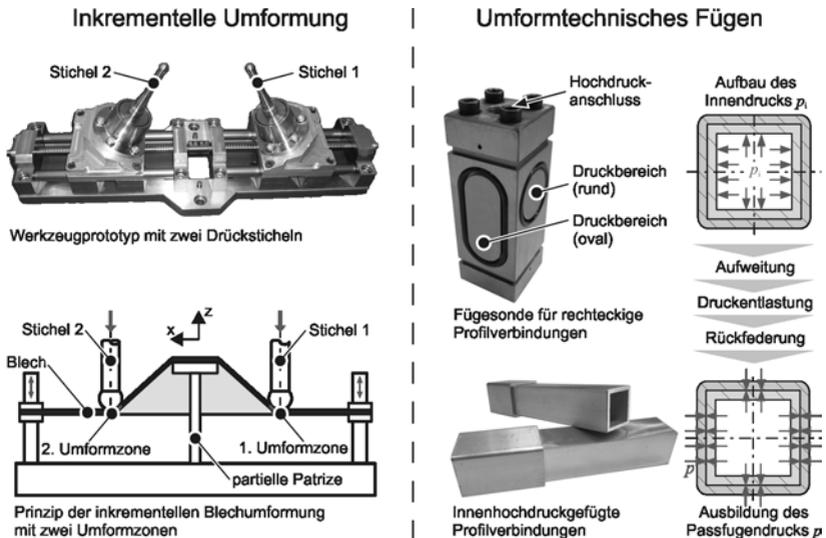
### 3.6 Abteilung Sonderverfahren

Leitung Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Christian Weddeling (bis 31.08.2015)  
Dipl.-Wirt.-Ing. Soeren Gies (seit 01.09.2015)

Technologische Restriktionen konventioneller Umformprozesse sind Ausgangspunkt der Forschungstätigkeiten innerhalb der Abteilung Sonderverfahren. Durch alternative Fertigungsverfahren oder deren Kombination mit bewährten Prozessen sollen Formgebungsgrenzen gesteigert und das Portfolio an verarbeitbaren Werkstoffen erweitert werden. Thematische Schwerpunkte bilden hierbei die Umformung bei hohen Dehnraten, die inkrementelle Umformung sowie das umformtechnische Fügen.

Auf dem Gebiet der hochdynamischen Prozesse beschäftigt sich ein Anfang 2015 begonnenes Vorhaben mit der additiven Herstellung von Spulenwindungen für elektromagnetische Umformprozesse. Eine gesteigerte Wirtschaftlichkeit ist das Ziel zweier neuer Forschungsprojekte im Bereich der inkrementellen Umformung. Der Einsatz mehrerer Umformzonen und die Erhöhung der Werkzeuggeschwindigkeit sind hierbei die wesentlichen Instrumente zur Zielerreichung.

Ein im Sommer 2015 angelaufenes Projekt zum Innenhochdruckfügen hat die Erweiterung dieses umformtechnischen Fügeprozesses um nicht rotations-symmetrische Profilquerschnitte zum Ziel.



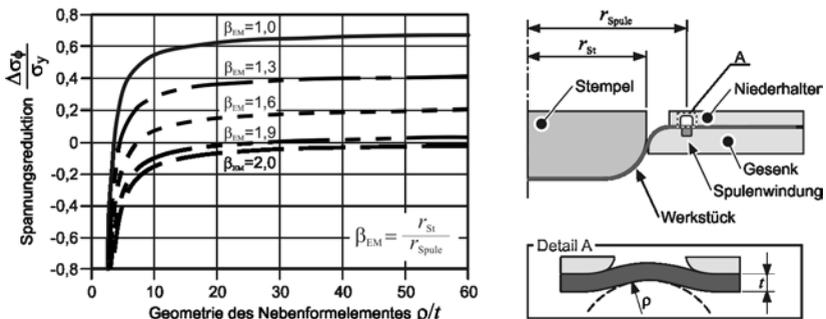
Links: Inkrementelle Blechumformung mit mehreren Umformzonen, rechts: Innenhochdruckfügen nicht rotations-symmetrischer Profilquerschnitte

### 3.6.1 Verfahrensentwicklung zum Tiefziehen mit integrierter elektromagnetischer Umformung

Projektträger	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Projektnummer	TE 508/10-2 • PAK 343 • Teilprojekt 1
Ansprechpartner	Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. C. Weddeling
Projektstatus	abgeschlossen

Das erste Teilprojekt im Rahmen des Paketantrages 343 wurde im September 2015 erfolgreich abgeschlossen. Vornehmliches Projektziel war die Erweiterung der Prozessgrenzen des Tiefziehprozesses durch die Kombination der Ziehoperation mit einer sequenziellen elektromagnetischen Umformung. Durch die experimentelle und numerische Analyse dieser Prozesskombination konnte ein Prozessfenster abgeleitet werden, welches den Einfluss elektromagnetisch eingebrachter Nebenformelemente im Flanschbereich aufzeigt. Wie in der unten stehenden Abbildung (Teil b) zu erkennen, konnte durch den Einsatz der elektromagnetischen Umformung bei einem Ziehverhältnis von 2,1 die maximal mögliche Ziehtiefe um bis zu 73 % gesteigert werden. Der positive Effekt des eingebrachten Nebenformelementes ist auf eine kurzzeitige Reduzierung der meridionalen Zugspannung im Bauteil während des Prozesses zurückzuführen. Der analytisch ermittelte Einfluss der Spulenposition auf diese Spannungsreduktion ist in der nachfolgenden Abbildung (Teil a) aufgezeigt und stellt ein wichtiges Instrument für die Prozessauslegung dar.

#### a) Einfluss der Spulenposition



#### b) Prozesserprobung



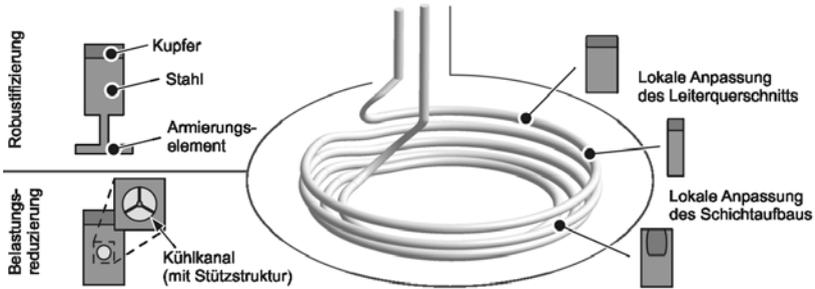
a) Einfluss der Spulenposition auf die Spannungsreduktion und b) resultierende Bauteilgeometrien

### 3.6.2 Entwicklung und Herstellung optimierter Spulenwindungen für die elektromagnetische Umformung unter Einsatz additiver Fertigungsverfahren

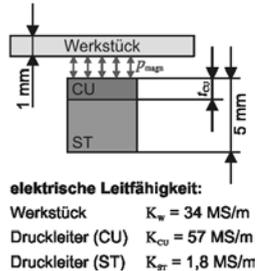
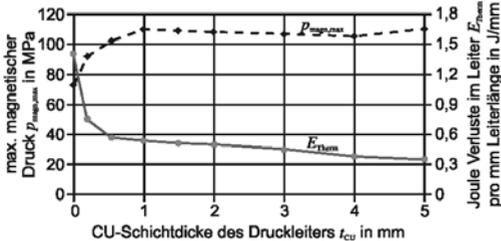
Projekträger Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
 Projektnummer TE 508/51-1  
 Ansprechpartner Dipl.-Wirt.-Ing. S. Gies

Eine gesteigerte Werkzeuglebensdauer und eine Erhöhung der geometrischen Flexibilität bei der Spulengestaltung sind die Kernziele des Forschungsprojektes, welches seit dem Frühjahr 2015 gemeinsam mit dem Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb der TU Berlin bearbeitet wird. Die Analyse des thermomechanischen Belastungskollektivs der Spulenwindung und die Ableitung von Strategien zur Belastungsreduzierung oder Robustifizierung bilden die Forschungsschwerpunkte auf Seiten des Instituts für Umformtechnik und Leichtbau. Durch den Einsatz additiver Fertigungsverfahren für die Herstellung der Spulenwindungen ergeben sich zusätzliche Freiheitsgrade bei der Spulenauslegung. Hierzu zählen unter anderem die Möglichkeit zur Anbringung von Armierungselementen, die Integration von Kühlkanälen oder der hybride Aufbau des Spulenquerschnittes (vgl. Abbildung a). Der Einfluss der Kupferschichtdicke auf die magnetische Druckwirkung und die Wärmeverluste im Falle hybrider Leiterquerschnitte sind in der nachfolgenden Abbildung (Teil b) dargestellt.

#### a) Ansätze zur Steigerung von Spulenlebensdauer und Gestaltungsfreiheit



#### b) Einfluss der Kupferschichtdicke

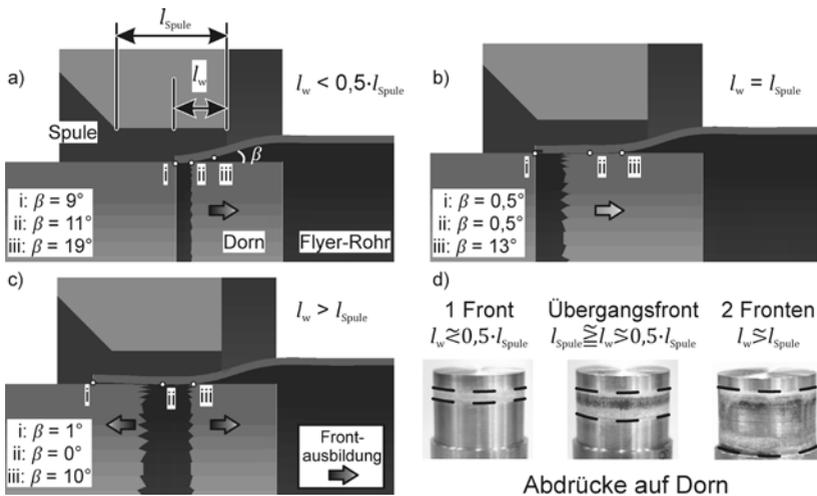


a) Ansätze zur Steigerung von Lebensdauer und Flexibilität, b) Einfluss des Schichtaufbaus hybrider Leiter

### 3.6.3 Gezielte Einstellung der Nahtausbildung beim Fügen durch Magnetpulsschweißen

Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
 Projektnummer SPP 1640 • Teilprojekt A1  
 Ansprechpartner Dipl.-Wirt.-Ing. J. Lueg-Althoff

In der seit dem Frühjahr 2015 laufenden 2. Förderperiode des Projektes, welches gemeinsam mit dem Institut für Fertigungstechnik der TU Dresden bearbeitet wird, steht die Untersuchung des Einflusses von Fügezoneparametern auf die Schweißnahtausbildung beim Magnetpulsschweißen (MPW) im Fokus der Untersuchungen. Für die Verfahrensvariante MPW mittels elektromagnetischer Kompression mit rohrförmigen Fügepartnern aus Aluminium und Stahl werden einerseits die Auswirkungen verschiedener Oberflächenbehandlungen auf den Schweißprozess untersucht. Weiterer Untersuchungsgegenstand ist die Fügstellenauslegung, insbesondere hinsichtlich der relativen Positionierung von Spule und Fügepartnern zueinander (vgl. Abbildung). Durch experimentelle, numerische und analytische Methoden konnten optimierte Wirklängen identifiziert werden. Mit der Wirklänge wird die Distanz beschrieben, die das Flyer-Rohr in den Wirkungsbereich der Spule hineinragt. Bei Überschreitung von geometrie- und anlagenspezifischen Grenzwerten stellen sich Bedingungen ein, die ein prozesssicheres Verschweißen erschweren.



Schweißfrontausbildung in Abhängigkeit der Wirklänge, Simulation des Aufprallvorgangs (a-c), Abdrücke auf Dornteilen (d)

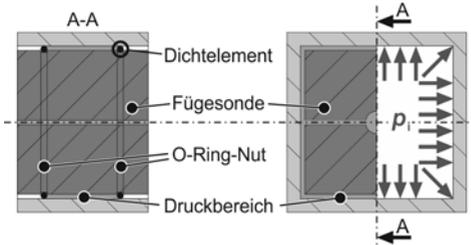
## 3.6.4 Innenhochdruckfügen nicht rotationssymmetrischer Profilquerschnitte

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

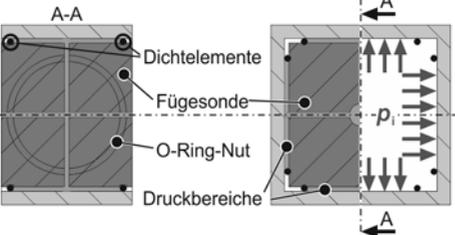
Als gesenckfreies umformtechnisches Fügeverfahren wird das Innenhochdruckfügen bei Fügepartnern mit kreisförmigen Querschnitten bereits angewendet. Projektziel ist die Erweiterung der Verfahrensgrenzen, um die im Bild c dargestellten Profile mit polygonalen und ovalen Querschnitten kraft- und formschlüssig fügen zu können. Im Fokus stehen die Entwicklung analytischer Berechnungsmodelle zur Auslegung von Prozess und Fügestelle sowie die Vorhersage erreichbarer Verbindungsfestigkeiten. Grundlage für die analytische Prozessbeschreibung ist die Kenntnis der Spannungs- und Dehnungsverteilung in den Fügepartnern. Zur Validierung dienen experimentelle Fügeversuche, welche die Einflüsse von verschiedenen Werkstoffkombinationen und Prozessparametern identifizieren. Derzeit läuft die Entwicklung von geeigneten Werkzeugkonzepten (vgl. Bild a: mögliche Fügezone) zur Gewährleistung eines prozesssicheren Druckaufbaus. Herausforderung ist die Weiterentwicklung des im Bild b gezeigten Prototyps, um Form- und Maßtoleranzen der Fügepartner auszugleichen und gleichermaßen den Dichtungsverschleiß zu minimieren.

### a) Fügezone

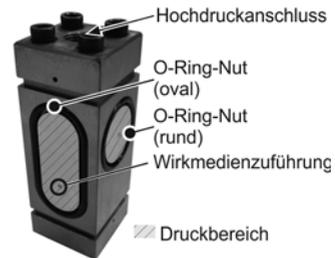
#### Vollumfänglich



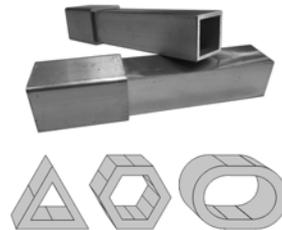
#### Diskontinuierlich



### b) Prototypenwerkzeug



### c) Querschnittsgeometrien



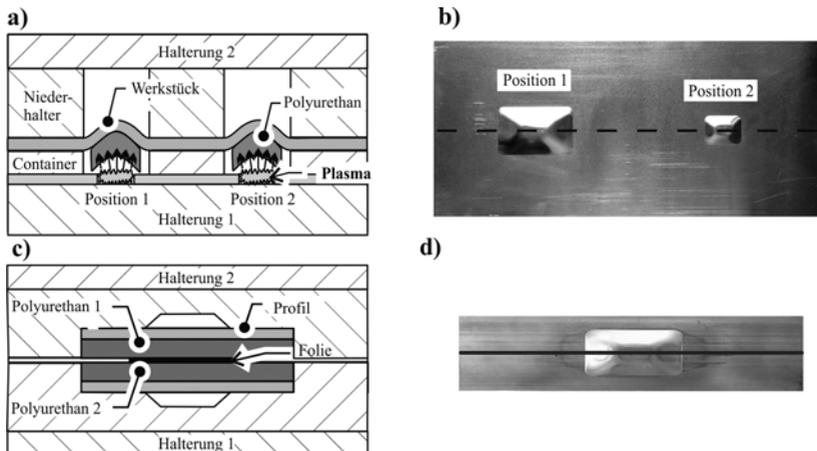
Werkzeugkonzepte und Beispiele für Querschnittsgeometrien der Fügepartner

### 3.6.5 Maßgeschneiderte und beidseitige Druckverteilungen für die Umformung mittels vaporisierender Folien

Doktorandenstipendium    Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD)  
 Ansprechpartner            M.Sc. S. Cai  
 Projektstatus                abgeschlossen

Durch die Beaufschlagung metallischer Folien oder Drähte mit einem Stromimpuls hoher Amplitude lassen sich diese schlagartig verdampfen. Das sich hierdurch ausbildende Plasma führt zu einem Druckimpuls, der für die Umformung eines Werkstücks genutzt werden kann. Ziel des Projektes ist es, durch die Konturierung der zu verdampfenden Metallfolie einen Druckimpuls an mehreren Positionen entlang der Stromflussrichtung zu erzeugen. Dabei sollen die Amplitude und das Druckprofil an die gewünschte Zielgeometrie der einzelnen Umformpositionen angepasst sein.

Für die Abschätzung der auftretenden Druckamplitude wurde ein analytisches Modell entwickelt. Ergänzend wurde der Einfluss grundlegender Prozessparameter auf die Druckverteilung und die resultierende Bauteilgeometrie experimentell analysiert. Auf diese Weise konnte beispielsweise ein Blechbauteil in einem Umformschritt mit zwei unterschiedlich ausgeprägten Ausformungen versehen werden (vgl. Bild a und c). Auch das Einbringen beidseitiger Geometrielemente in geschlossenen Profilquerschnitten wurde erfolgreich realisiert (vgl. Bild b und d).

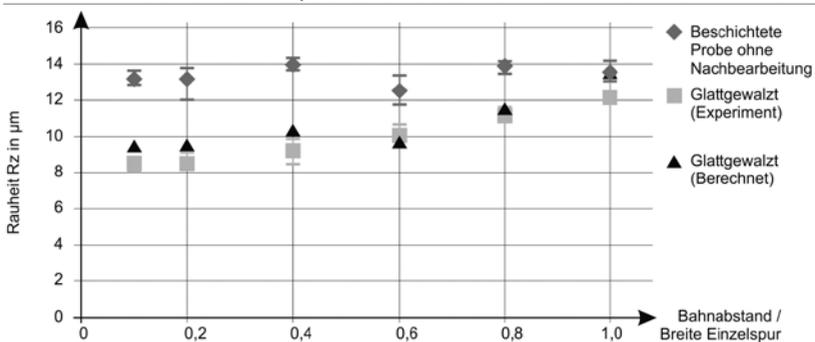
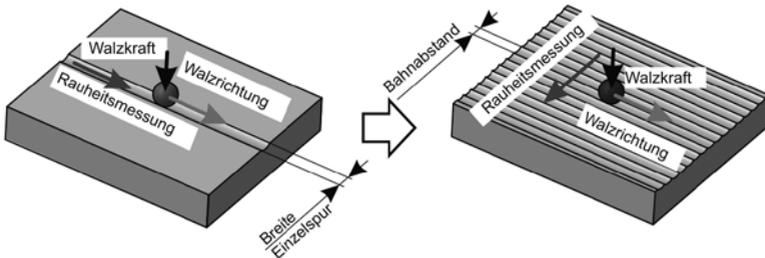


Metallumformung durch vaporisierende Folien: a) maßgeschneiderte Druckverteilung, b) Metallblech-Umformergebnis, c) beidseitige Druckverteilung, d) Profil-Umformergebnis

### 3.6.6 Grundlagenuntersuchung zur umformtechnischen Nachbearbeitung thermisch beschichteter Werkzeugoberflächen

**Projektträger** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
**Projektnummer** SFB 708 • Teilprojekt A3  
**Ansprechpartner** M.Sc. L. Hiegemann  
**Projektstatus** abgeschlossen

Durch einen inkrementellen Glattwalzprozess ist es möglich, die Rauheit von thermisch beschichteten Oberflächen zu verringern. Dieses wirkt sich auf deren tribologische Eigenschaften aus, wodurch es möglich wird, die nachbearbeiteten Beschichtungen als Verschleißschutz für Tiefziehwerkzeuge einzusetzen. Die Oberflächentopografie nach dem Walzen ist neben den zu bearbeitenden Werkstoffen maßgeblich von den einzustellenden Walzparametern abhängig. Ein im Rahmen dieses Projekts entwickeltes analytisches Modell ermöglicht die Vorhersage der resultierenden Rauheit. Dieses war zunächst auf die Bestimmung der Rauheit in der Mitte einer Walzspur beschränkt. Nun konnte das Modell so weit erweitert werden, dass auch die Rauheit ganzer Flächen vorhergesagt werden kann. Dadurch kommt der Bahnabstand zwischen den einzelnen Walzspuren als weiterer Parameter hinzu. Um die Rauheit unabhängig vom verwendeten Walzwerkzeug vorausagen zu können, wird dieser Bahnabstand auf die Breite einer einzelnen Walzspur bezogen. In der Abbildung ist ein Vergleich zwischen Modell und experimentellen Untersuchungen dargestellt, wobei eine zufriedenstellende Genauigkeit der berechneten Werte zu erkennen ist.

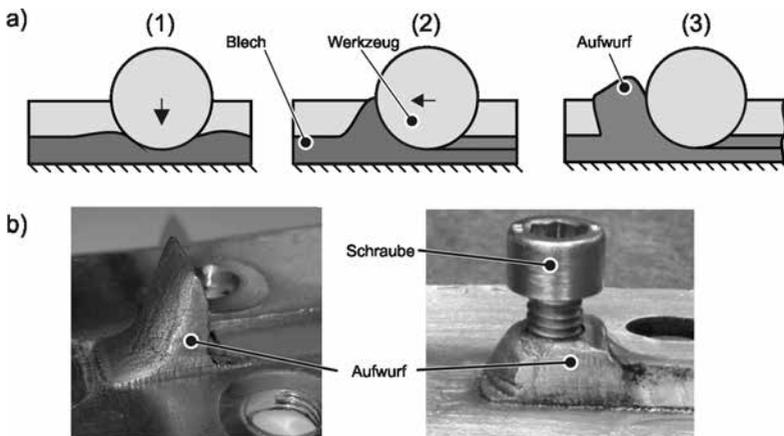


Experimentelle und analytische Bestimmung der Rauheit nach dem Glattwalzen thermisch beschichteter Oberflächen

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

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

Übergeordnetes Ziel ist die umformtechnische Herstellung geometrisch komplexer Bauteile mit integrierten Nebenform- und Funktionselementen aus Feinblechen (2 – 3 mm). Die hierbei zum Einsatz kommende Technologie der Blechmassivumformung zeichnet sich durch einen Werkstofffluss senkrecht zur Blechebene sowie durch eine lokal begrenzte Umformzone aus. Diese Verfahrenseigenschaften ermöglichen eine lokale Anpassung von Werkstückkonturen und Blechstärken. Durch den Einsatz einer flexiblen Mehrachspressen lassen sich zudem unterschiedliche Verfahrensvarianten (Walzen, Prägen, Anstauchen) sequenziell kombinieren. Dabei wird der Werkstoff zunächst vorverteilt und anschließend in eine Endkontur überführt. Aktuelle Untersuchungen befassen sich mit einer lokalen Werkstoffkonzentration aus der Blechebene (s. Abb.). Der Fokus liegt auf der analytischen und numerischen Beschreibung des vorherrschenden Werkstoffflusses. Basierend darauf kann der Einfluss der Prozessparameter auf den entstehenden Aufwurf und die resultierenden Kräfte bestimmt werden. Ein mögliches Anwendungsbeispiel ist ein lokal konzentriertes Werkstoffvolumen für Befestigungselemente.

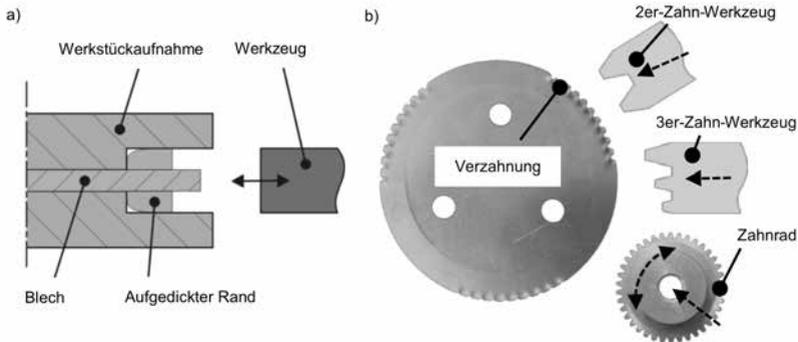


a) Walzprozess in der Blechebene (schematisch), b) realer Werkstoffaufwurf und Anwendungsbeispiel

### 3.6.8 Wirtschaftliche Herstellung gewichts- und eigenschaftsoptimierter Funktionsbauteile mittels inkrementeller Blechmassivumformung

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

Ziel des Projektes ist die Herstellung industrienaher Funktionsbauteile mittels inkrementeller Blechmassivumformung. Im Fokus steht dabei eine definierte Randaufdickung von Blechronden (vgl. Bild a) mit anschließender umformtechnischer Herstellung einer Verzahnung (vgl. Bild b). Hierbei soll der Prozess auf Taktzeiten beschleunigt werden, die einen wirtschaftlichen Einsatz in industrieller Produktionsumgebung ermöglichen. Als wesentlicher Kernpunkt der Untersuchungen muss der sich ergebende Zielkonflikt bezüglich der Umformtemperatur aufgrund der beschleunigten Prozessführung und der gezielt einzustellenden Kaltverfestigung ermittelt und beherrscht werden. Weitere Herausforderungen gehen aus der prozesstypischen Werkzeugbelastung in Verbindung mit dem unerforschten tribologischen System hervor. Zur optimalen Prozessauslegung werden Werkstoffkenndaten benötigt, die unter anderem auch den Einfluss der gesteigerten Dehnrates abbilden. Diese wurden zunächst über Zug-, Druck-, ebene Torsions- und hydraulische Tiefungsversuche ermittelt. Aktuelle Arbeiten umfassen die wirtschaftliche Prozessauslegung bei der inkrementellen Blechmassivumformung.

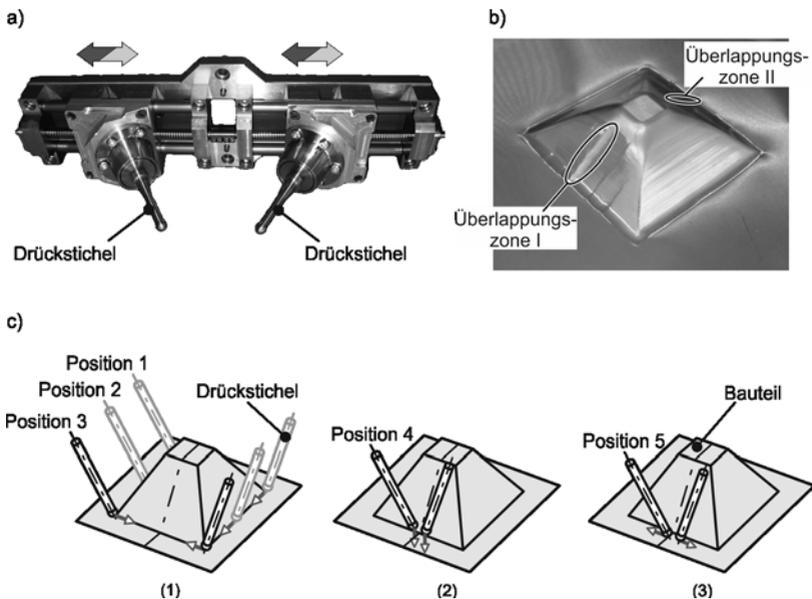


a) Aufdicken der Bleche, b) Verzahnung einer Blechrunde über verschiedene Werkzeuggeometrien und -kinematiken

### 3.6.9 Inkrementelle Blechumformung mit mehreren simultanen Umformzonen (MPIF)

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

Die inkrementelle Blechumformung zeichnet sich durch die flexible und kostengünstige Herstellung von Hohlkörpern aus. Das Verfahren weist durch den Einsatz eines kleinen Werkzeugstichels zur Erreichung höherer Maß- und Formgenauigkeit allerdings lange Taktzeiten auf, weshalb es lediglich zur Produktion von Prototypen und Kleinserien angewendet wird. Zur Reduzierung der Fertigungszeit soll die Anzahl an Werkzeugsticheln erhöht werden, um mehrere Bereiche am Blech gleichzeitig bearbeiten zu können. Basierend auf dieser Grundidee wurden einige Werkzeugkonzepte mit mehreren Drücksticheln entwickelt und patentiert. Ein Prototyp mit zwei Drücksticheln (Twintool, vgl. Bild a) wurde zudem bereits konstruiert und erprobt. Die Vorversuche haben gezeigt, dass eine Reduzierung der Prozessdauer durch gezielte Interaktionsstrategien der beiden Drückstichel grundsätzlich möglich ist. Im Rahmen dieses Forschungsprojektes soll die Wechselwirkung zwischen den unabhängigen Umformzonen näher untersucht werden. Hierzu stehen die steuerungstechnische Erweiterung des Twintools sowie die Entwicklung geeigneter Umformstrategien (vgl. Bild c) im Vordergrund.

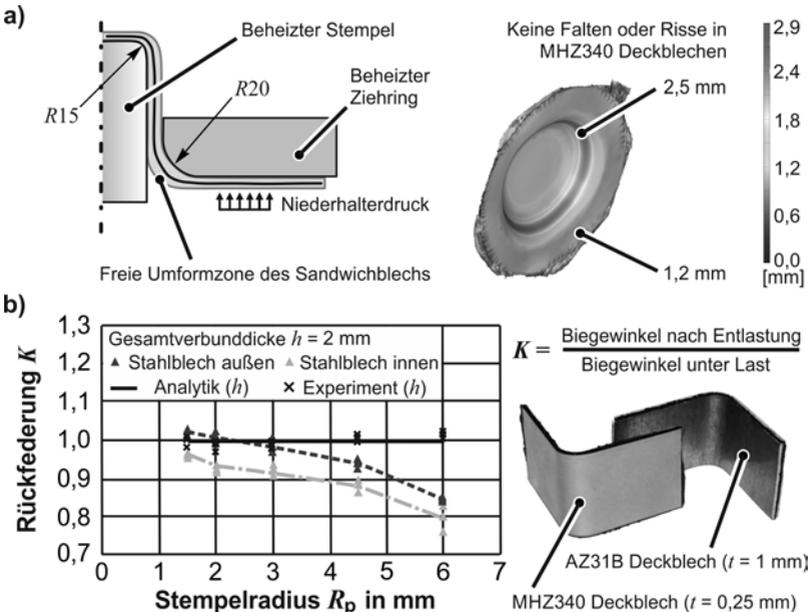


a) Prototyp: Twintool, b) umgeformtes Bauteil, c) Umformstrategie

### 3.6.10 Entwicklung effizienter integraler Fertigungsprozesse zur Umformung von Metall-FKV-Halbzeugen

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

Um das Leichtbaupotenzial bei Elektrofahrzeugen besser ausschöpfen zu können, wird im Rahmen des LEIKA-Projekts die Anwendbarkeit großserientauglicher Umformverfahren für die von Projektpartnern entwickelten hybriden Halbzeuge untersucht. Die Halbzeuge bestehen aus carbonfaserverstärkten Kunststoffen (FKV) mit metallischen Deckblechen (mikrolegierte Stähle- oder Mg-Legierungen). Durch gezieltes Einstellen der Prozessgrößen Niederhalterdruck, Temperatur und Ziehtiefe können Bauteile ohne Falten und Risse tiefgezogen werden. Durch den Werkzeugdruck entstehen an der Stempelseite jedoch Aufdickungen in Bereichen ohne Werkstückkontakt (freie Umformzone, vgl. Bild a). Beim Gesenkbiegen hingegen herrscht allseitiger Werkzeugkontakt im unteren Totpunkt. Aus Bild b ist ersichtlich, dass die metallischen Rückfederungen der Deckbleche für verschiedene Stempelradien durch die Erstarrung der faserverstärkten thermoplastischen Kernschicht kompensiert werden. Dies ist auch nahezu unabhängig von der Faserorientierung und konnte auch analytisch auf Grundlage der Sandwichtheorie bestätigt werden.



a) Prinzip und Dickenverteilung beim Tiefziehen, b) Rückfederung beim V-Gesenkbiegen

### 3.7 Abteilung für Angewandte Mechanik in der Umformtechnik

Leitung Dipl.-Ing. Till Clausmeyer

Das Betätigungsfeld der Abteilung ist die Analyse von Umformvorgängen mit analytischen und numerischen Modellen. Dies dient dem Zweck, schwer messbare Größen zu bestimmen und Hinweise auf Prozessverbesserungen zu erhalten. Dabei werden neue wissenschaftliche Erkenntnisse aus der Mechanik in Finite-Elemente-Programme implementiert und in der Umformsimulation bereitgestellt. Parallel zur Modellentwicklung für Schädigung und Plastizität forschen Mitarbeiter/-innen an Methoden zur Materialcharakterisierung für die Parameteridentifikation.

Aktuell werden Scherschneidprozesse von monolithischen Blechen und Sandwichblechen sowie die Schädigung in der Blechumformung untersucht. Der Einfluss der Entwicklung mikrostruktureller Defekte auf Blechmassivumformprozesse wird im SFB TR 73 analysiert. Im Jahr 2015 gab es internationale Kooperationen mit Alexander-von-Humboldt-Stipendiat Dr. Yanshan Lou und Prof. Paulo Martins. Seit September verstärkt ein neuer Mitarbeiter die Abteilung im Bereich des adiabatischen Trennsens.

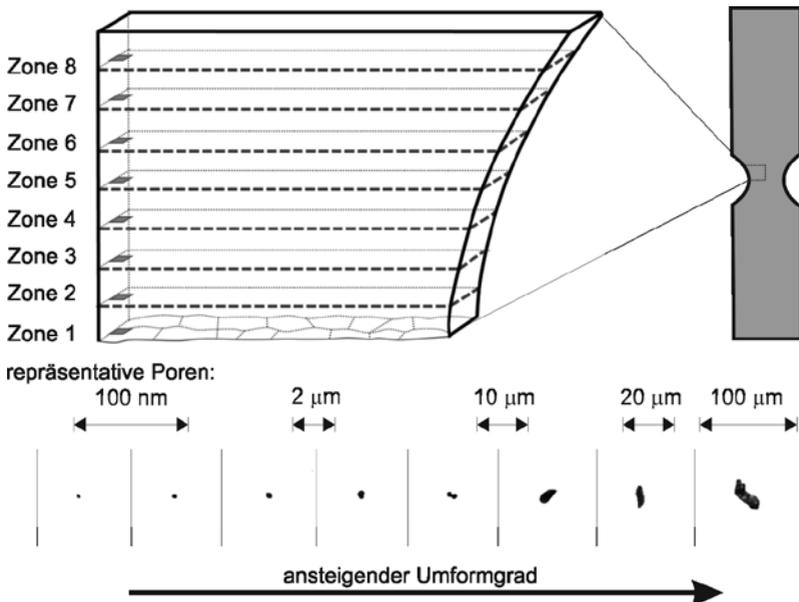


Teilnehmer des von der Abteilung organisierten Simulationsworkshops des SFB TR 73

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

Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
 Projektnummer SFB/TR 73 • Teilprojekt C4  
 Ansprechpartner M.Sc. K. Isik

Blechmassivumformprozesse kombinieren klassische Blechumformung von Blechhalbzeugen mit Massivumformung, insbesondere eine Verteilung des Materials in Dickenrichtung. Das Ziel dieses Projektes ist die experimentelle und numerische Untersuchung der Mikrostruktur sowie des entsprechenden Schädigungsverhaltens bei diesen neuartigen Umformprozessen. Das Porenvolumen wird mithilfe des Rasterelektronenmikroskops in stark umgeformten Bereichen der End- und Zwischenprodukte in Zusammenarbeit mit dem Institut für Werkstoffkunde der Leibniz Universität Hannover gemessen. Das Bild zeigt repräsentative Porengeometrien in Regionen mit ansteigendem Umformgrad. Die Simulationsmodelle sagen die kritischen Bereiche für die akkumulierte Schädigung, welche in den mikromechanischen Untersuchungen ermittelt wurden, korrekt vorher. Alternativ wird die Schädigung indirekt gemessen. Dabei wird die Änderung des elastischen Verhaltens aufgrund der Schädigung bestimmt. Die Eigenfrequenz vorgedehnter Proben wird zur Ermittlung der Anisotropie gemessen.



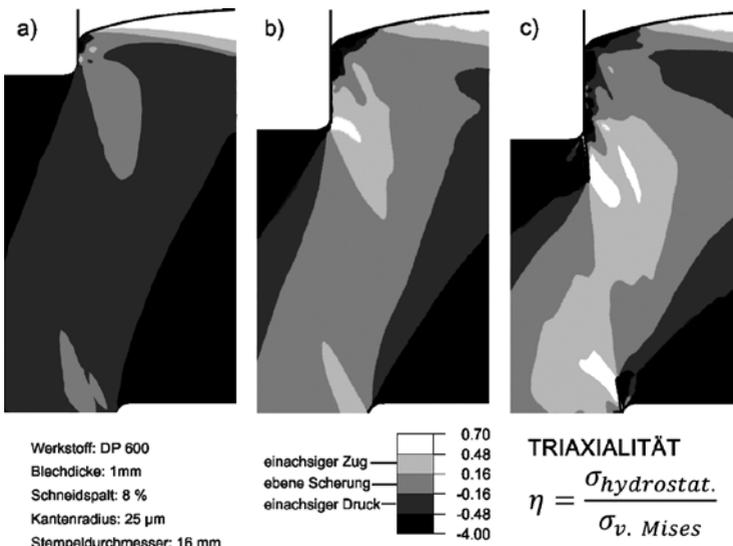
Entwicklung des Porenvolumens in unterschiedlichen Zonen einer Kerbzugprobe

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

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

Gemeinsam mit dem utg der TU München wird ein Softwaretool zur Verschleißberechnung entwickelt. Am IUL wird der Scherschneidprozess von unterschiedlichen Halbzeugen numerisch mithilfe des Lemaitre-Schädigungsmodells analysiert. Beginnend mit monolithischen Blechen werden auch komplexe Schichtverbünde untersucht, um ein fundiertes Prozessverständnis zu gewinnen. Eine automatisierte Strategie zur Parameteridentifikation ermöglicht die effiziente Anwendung des Schädigungsmodells. Numerische Untersuchungen mit diesem Modell zeigen die starke Nichtlinearität des Scherschneidprozesses und legen den Anteil der verschiedenen Belastungszustände am Gesamtprozess dar. Exemplarisch wird dies in der Grafik unten veranschaulicht.

Das Projekt ist eingebettet in das DFG/AiF-Gemeinschaftsvorhaben PAK 678/0 „Trocken-Scherschneiden von metallischen Schichtverbundwerkstoffen“. Weitere Teilprojekte werden sowohl vom utg als auch vom PtU (TU Darmstadt) und dem IUL bearbeitet.

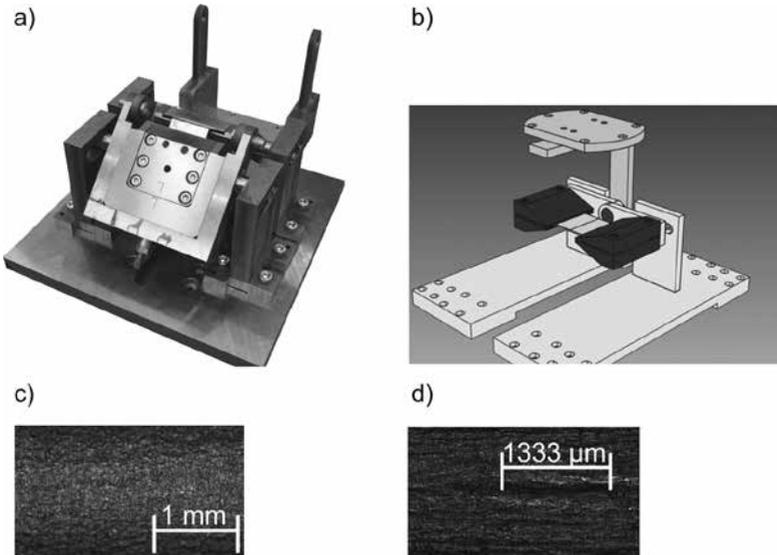


Belastungszustand beim Schneiden, Stempelweg (bezogen auf Blechdicke): a) 15 %, b) 26 % und c) 28 %

### 3.7.3 Robuste Materialmodellierung für Blechbiegeoperationen

Projektträger      ReCIMP  
Ansprechpartner    Dipl.-Ing. T. Clausmeyer

Die Beschreibung des Materialverhaltens hochfester Stähle bei Biegeoperationen und der Belastung unter Betriebsbedingungen ist notwendig für den Vergleich verschiedener Werkstoffgüten. Wichtige Aspekte im Fertigungsprozess, aber auch unter Betriebsbedingungen, sind das Versagensverhalten und das Verhalten bei der Lastumkehr. Aufbauend auf ein Vorgängerprojekt wird in Zusammenarbeit mit der Bilstein GmbH eine neue Versuchseinrichtung für das Hin- und Rückbiegen von Blechen entwickelt (vgl. Bild a und b). Dies dient dem Zweck, den Einfluss der kinematischen Verfestigung und der Schädigung beim Rückbiegen zu ermitteln. Weiteres Ziel des Projekts ist die Beschreibung des Materialverhaltens mithilfe von geeigneten Materialmodellen für die Finite-Elemente-Simulation. Die Simulationen werden eingesetzt, um die Eigenschaften gebogener Bauteile vorherzusagen. Zur Bestimmung der Materialparameter werden der ebene Torsionsversuch und Zugversuche genutzt. Zur Analyse des Versagens werden Proben unter dem Lichtmikroskop untersucht (vgl. Bild c und d).

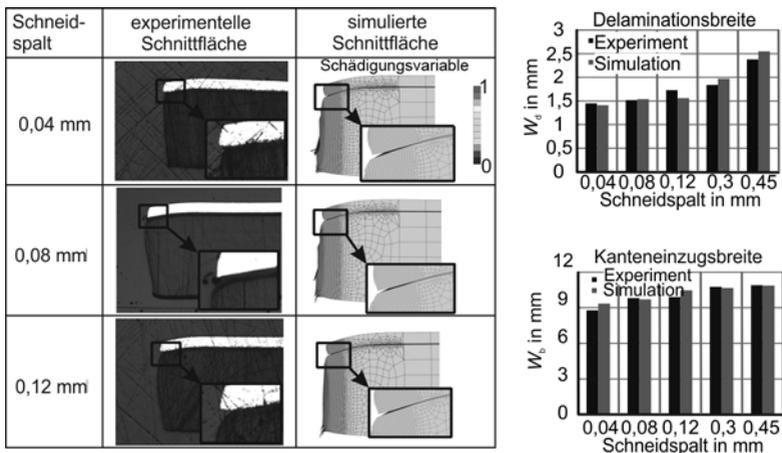


a) Gefertigte Biegevorrichtung, b) CAD-Zeichnung, c) Biegeprobe ohne Riss bzw. d) mit Riss

### 3.7.4 Untersuchung von Versagensarten beim Umformen monolithischer und zusammengesetzter Platten

Doktorandenstipendium    Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD)  
 Ansprechpartner            M.Sc. L. Chen  
 Status                            abgeschlossen

Sandwichbleche werden in verschiedenen Anwendungen, z. B. im Bauwesen oder zur Geräuschreduktion, eingesetzt. Der Fokus liegt auf der Untersuchung von Versagensarten beim Umformen von monolithischen Blechen sowie von Metall-Polymer-Metall-Sandwichstrukturen. Das mechanische Verhalten des metallischen Blechs und jeder Bestandteil der Sandwichstruktur wurden charakterisiert. Die unabhängig voneinander charakterisierten Bestandteile wurden in der Simulation zusammengefügt, um den Scherschneidprozess der Sandwichstrukturen zu simulieren. Der Einfluss des Schneidspalts auf die Schnittfläche wurde quantitativ untersucht. Drei Defekte (Kanteneinzugswinkel, Kanteneinzugsbreite und Delaminationsbreite) wurden definiert, um die Abweichung der gemessenen Schnittfläche von der idealen Schnittfläche zu beschreiben (vgl. Bild). Die experimentellen Untersuchungen zeigten, dass eine Reduzierung des Schneidspalts zu einer Erhöhung der Qualität der Schnittfläche führt (s. Bild). Der Spannungszustand des metallischen Deckblechs im Scherschneidprozess wurde mithilfe des Finite-Element-Modells analysiert.



Experiment und Simulationsergebnisse des Scherschneidens im Schichtverbund

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

Projektträger FOSTA  
 Projektnummer P 1039  
 Ansprechpartner Dipl.-Ing. T. Clausmeyer • M.Sc. K. Isik

Für die Vorhersage des Versagens von Ziehteilen aus höchstfesten Stählen wurde ein Schädigungsmodell entwickelt, welches den Effekt von unterschiedlichen Spannungszuständen berücksichtigt. Eine wichtige Größe für den Eintritt des Versagens ist die Triaxialität, d. h. das Verhältnis der hydrostatischen Spannung zur Vergleichsspannung. Es wurden umfangreiche Charakterisierungsversuche (Zugversuche mit unterschiedlichen Geometrien, Scherversuche) zur Bestimmung der Plastizität und des Schädigungsverhaltens durchgeführt. Von besonderem Interesse ist die Analyse verschiedener Versuchsaufbauten bezüglich des Versagens unter Scherung bzw. niedrigen Triaxialitäten. In Zusammenarbeit mit dem Unternehmen inpro werden diese Versuche genutzt, um Materialparameter für das in kommerzieller Software implementierte Modell zu bestimmen. Mithilfe von industrienahen Tiefziehversuchen werden die Vorhersagen des Simulationsmodells validiert (vgl. Bild). Ziel des Projektes ist es, eine genauere Vorhersage des Versagens zu erreichen. Das Projekt wird dabei von Automobilherstellern, Softwarehäusern und Stahlherstellern unterstützt.

#### Schädigungsentwicklung

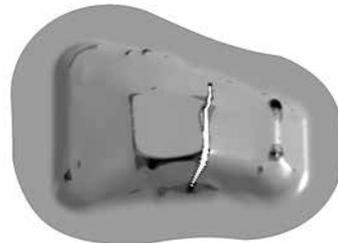
$$\dot{D} = \lambda \left( \frac{2 \tau_{\max}}{\sigma_{\text{eq}}} \right)^k \left( \frac{-Y - Y_0}{S} \right)^{\delta} \frac{1}{(1-D)^{\beta}}$$

#### Realitätsnahes Ziehteil

Ziehtiefe: 53 mm

Material: DP 1000

Schädigungsvariable  $D$



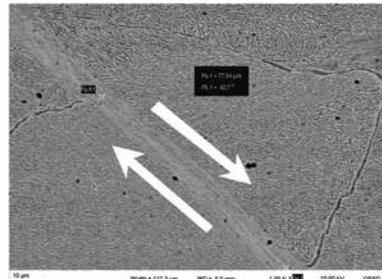
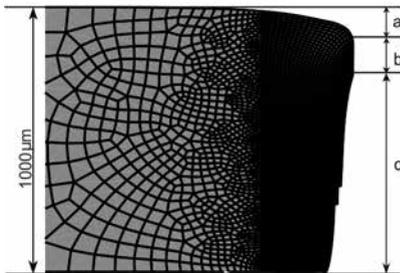
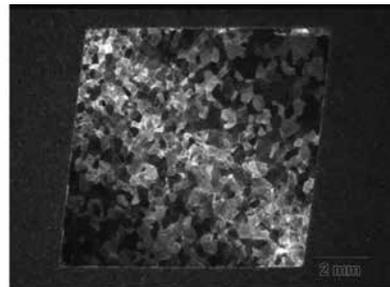
Vergleich der Finite-Elemente-Simulation mit dem modifizierten Schädigungsmodell und dem Experiment

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

Projektträger AiF/FOSTA  
 Projektnummer 18865 BG – P 1127  
 Ansprechpartner M.Sc. F. Schmitz

Das Projekt wird in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Werkstoffwissenschaft und -technik (LWT) in Chemnitz bearbeitet. Bei der Verarbeitung von hoch- und höchstfesten Werkstoffen zeichnet sich das adiabatische Scherschneiden durch eine hohe Schnittqualität im Vergleich zu konventionellen Verfahren aus. Insbesondere resultieren aus den hohen (lokalen) Formänderungsgeschwindigkeiten ( $\dot{\epsilon} > 10^3 \text{ s}^{-1}$ ) lokale Temperaturen von  $T > 10^3 \text{ °C}$ , die mit einer Materialentfestigung einhergehen. Es fehlt allerdings an einem grundlegenden Prozessverständnis für eine Etablierung in der industriellen Anwendung. Ziel ist es, ein experimentell abgesichertes Simulationswerkzeug (für die Simulationsergebnisse und den Vergleich mit experimentellen Daten vgl. Bild unten) unter Berücksichtigung umformtechnischer und materialwissenschaftlicher Vorgänge bereitzustellen. Hierzu soll das werkstoffspezifische Verhalten während des adiabatischen Trennens quantitativ erfasst werden. Die sich hierbei ausbildenden Scherbänder (vgl. Bild) stehen im Fokus der simulativen und experimentellen Untersuchungen.

	a / t	b / t	c / t
Simulation	0,111	0,138	0,75
Experiment	0,067	0,22	0,72
Abweichung in %	22,4	13,6	6,9



Links: Simulationsergebnisse Scherschneiden (verwendetes Material DP1000), rechts: Scherbandausbildung in Ti-10V-2Fe-3Al (Versuch bei 10 % Dehnung gestoppt)/Bilder rechts von S. Winter (TU Chemnitz)

## 3.8 Patente

### 3.8.1 Offengelegte Patente

**Titel** Verfahren zur Herstellung von Werkzeugspulen und/oder Werkzeugen für die Magnetumformung insbesondere dünnwandiger Werkstücke aus elektrisch leitfähigen Werkstoffen sowie entsprechend hergestellte Werkzeugspule

**Aktenzeichen** DE 10 2013 013 335.1  
**Patentinhaber** TU Dortmund  
**Status** offengelegt am 12.02.2015  
**Erfinder** A. Jäger • R. Hölker • J. Lueg-Althoff • L. Kwiatkowski  
O. K. Demir • A. E. Tekkaya

**Titel** Verfahren und Vorrichtung zur Beeinflussung des Umformverhaltens, insbesondere der Rückfederung bei Umformung von Werkstücken in getakteten Umform- und Bearbeitungsstationen, insbesondere beim Biegen in Folgeverbundwerkzeugen

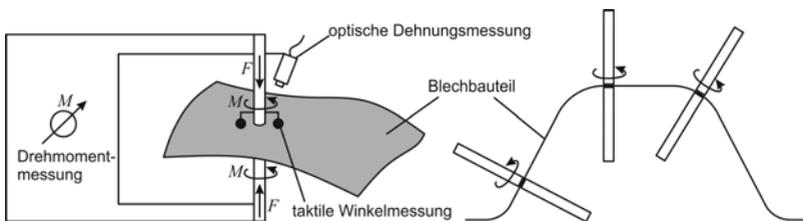
**Aktenzeichen** DE 10 2014 001 872 A1  
**Patentinhaber** KODA Stanz- und Biegetechnik GmbH  
**Status** offengelegt am 13.08.2015  
**Erfinder** C. Becker • M. Hermes • C. Löbbe • D. Putschkat  
A. E. Tekkaya

### 3.8.2 Angemeldete Patente

#### Prüfverfahren und Prüfeinrichtung zur zerstörungsfreien Ermittlung festigkeits- und/oder umformtechnisch relevanter Materialkennwerte eines zu prüfenden Blechbauteiles auf Basis des ebenen Torsionsversuchs

Aktenzeichen DE 10 2015 005 146  
 Patentanmelder TU Dortmund  
 Status angemeldet  
 Erfinder A. E. Tekkaya • Q. Yin

Die Prüfung von Bauteilen zur Ermittlung der lokalen Festigkeit ist je nach Komplexität nur sehr aufwendig möglich. In den meisten Fällen wird das Bauteil dabei zerstört, sodass der weitere Einsatz nicht mehr gegeben ist. Durch Anwendung der ebenen Torsion mit Einsatz eines miniaturisierten und ggf. gekrümmten Stempels wurde ein Verfahren erfunden, mit dem die zerstörungsfreie Festigkeitsprüfung nun erstmalig auch unter Serienbedingungen und zur mobilen Prüfung ermöglicht wird. Die Grundlage des erfundenen Verfahrens ist die lokale Torsion eines Bauteils (siehe Abbildung) bis zum Beginn der plastischen Deformation, um den Fließbeginn zu ermitteln. Eine Messung der Oberflächendeformation im Prüfbereich wird wahlweise taktil oder durch ein optisches Messsystem geschehen. Die geringe Größe der eingesetzten Stempel und die sehr kleinen Deformationen machen dieses Verfahren quasi zerstörungsfrei, und durch analytische Berechnung der Spannung aus einem gemessenen Drehmoment wird die Fließspannung an der Messstelle ermittelt. Dies kann unabhängig von der Geometrie des Bauteils und der Form der Oberfläche geschehen.

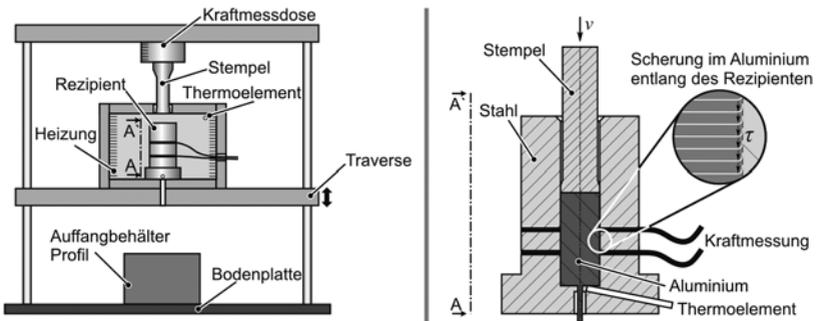


Prinzip der mobilen und zerstörungsfreien Festigkeitsprüfung mit dem ebenen Torsionsversuch

## Verfahren und Vorrichtung zur Ermittlung charakteristischer Materialkennwerte, insbesondere von Fließkurven von Leichtbauwerkstoffen

Aktenzeichen DE 10 2015 007 867  
 Patentanmelder TU Dortmund • ISPT GmbH & Co. KG  
 Status angemeldet  
 Erfinder T. Kloppenborg • A. E. Tekkaya

Die Simulation von Strangpressprozessen wird in der Industrie zunehmend für die tiefere Analyse und Optimierung von Prozessen und Werkzeugen eingesetzt. Mit dem neuartigen Verfahren bzw. der neuartigen Vorrichtung soll eine kostengünstige und zeiteffiziente Charakterisierung von Aluminiumwerkstoffen für die Simulation durchgeführt werden. Insbesondere soll es ermöglicht werden, Werkstoffe unter hohen hydrostatischen Drücken, hohen Umformgraden und bei hohen Temperaturen realitätsnah zu charakterisieren. Bei der Charakterisierung werden zylindrische Proben durch eine Matrizenöffnung gepresst. Die Umformung ist dabei besonders in Bereichen, welche von der Matrizenöffnung entfernt sind, homogen über die Rezipientenquerschnittsfläche. In diesen Bereichen wird der Leichtbauwerkstoff in einer kleinen Randschicht unter hohem hydrostatischem Druck und hoher Temperatur geschert. Die Innovation der Prüfanlage besteht darin, die Erkenntnis zur Scherung des Werkstoffes im Randbereich zu nutzen, um durch eine gezielte Messung der Scherkräfte Rückschlüsse auf das Werkstoffverhalten bei der Umformung zu erlangen und Materialkennwerte zu ermitteln.



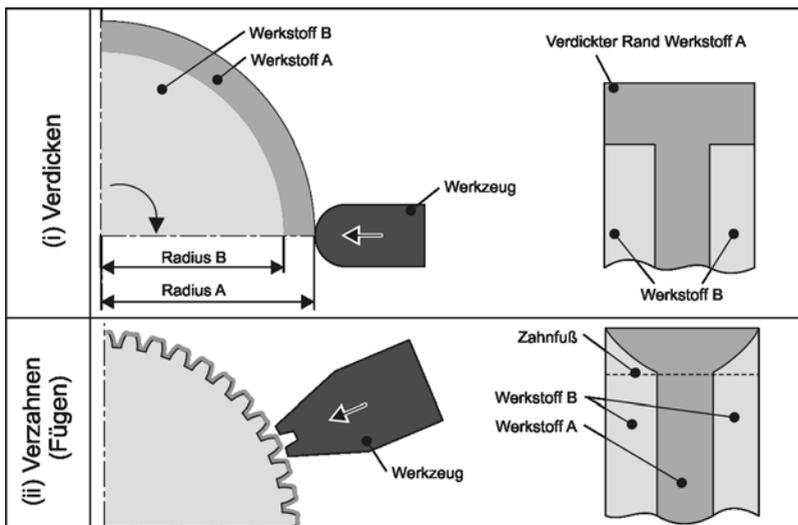
Vorrichtung zur Charakterisierung von Leichtbauwerkstoffen

## Verfahren zur Herstellung eines Blechkörpers aus mindestens zwei Blechen

Aktenzeichen DE 10 2015 015 388.9  
 Patentanmelder TU Dortmund  
 Status angemeldet  
 Erfinder S. Wernicke • P. Sieczkarek • S. Gies • N. Ben Khalifa  
 A. E. Tekkaya

Durch Verfahren der inkrementellen Blechmassivumformung können belastungsangepasste Funktionsbauteile hergestellt werden. Die Umformung hoch- oder höherfester Werkstoffe ist aufgrund der vorherrschenden Werkzeugbelastung jedoch gegenwärtig nur eingeschränkt möglich. Die Erfindung ermöglicht es, mehrere Blechwerkstoffe mit unterschiedlichen Werkstoffeigenschaften gestapelt umzuformen. Hierbei haben die einzelnen Blechschichten unterschiedliche Abmessungen, wodurch zunächst eine Blechdickenzunahme des höherfesten Werkstoffs (A) erzielt wird. Anschließend wird die Verzahnung umformtechnisch erzeugt, sodass sich ein Form- und Kraftschluss im Blechverbund einstellt.

Da die Verzahnung größtenteils im weicheren Werkstoff (B) erfolgt, sinkt die Werkzeugbelastung, wodurch eine Herstellung von Blechbauteilen mit einer hochfesten Verzahnung im äußeren Wirkungsbereich ermöglicht wird. Ferner steigert die Kombination verschiedenartiger Werkstoffe das Leichtbau- sowie Einsatzpotenzial der belastungsangepassten Bauteile.



Prinzip zur Herstellung eines Blechkörpers aus mindestens zwei Werkstoffen

# 03

Forschung

Weitere Aktivitäten

04

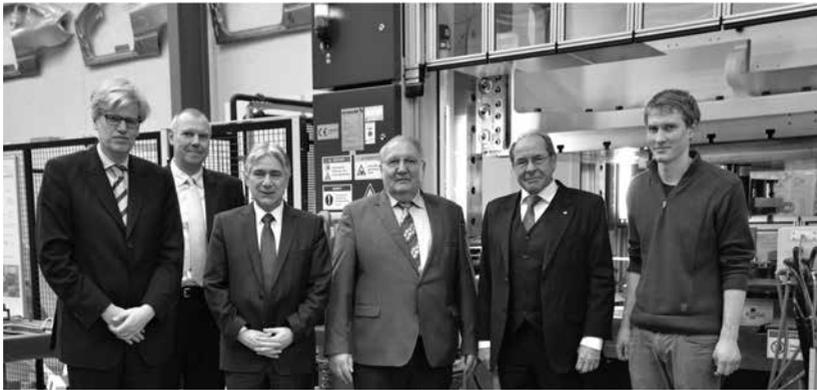
## 4 Weitere Aktivitäten

### 4.1 Veranstaltungen

2015 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.

#### **Austausch mit Prof. Dr. K. Wucherer und Vertretern der KODA Stanz- und Biegetechnik GmbH**

Zum Austausch zwischen Industrie und Akademie besuchten Prof. Dr. Klaus Wucherer, IEC-Vizepräsident und Mitglied der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (acatec), und Vertreter der Firma KODA Stanz- und Biegetechnik am 06. Februar 2015 das Institut für Umformtechnik und Leichtbau. Bei der Zusammenkunft wurden Themen wie die Nachhaltigkeit in der Umformtechnik, gegenwärtige Entwicklungen zur anwendungsorientierten Forschung mit Unternehmen und die Ausrichtung der Lehre zur Förderung von begabten Studierenden durch neue internationale Studiengänge diskutiert. Bei der Institutsbesichtigung wurden aktuelle Forschungsgebiete des IUL wie z. B. die telemetrische Versuchsdurchführung zur Materialcharakterisierung



Von links: Benedikt Kummer, Detlef Putschkat, Prof. A. Erman Tekkaya, Prof. Winfried Pinninghoff, Prof. Klaus Wucherer, Christian Löbbe

präsentiert. Daneben standen innovative Biegetechnologien wie das Profilbiegen mit Drehmomentüberlagerung und weitere Profilmformverfahren im Mittelpunkt. Einen besonderen Platz nahm die neue Entwicklung zum temperaturunterstützten Umformen im Folgeverbundwerkzeug ein, die aus einer Kooperationen der Firma KODA und dem IUL hervorgegangen ist. Hierzu wurde in einer Vorführung das partiell erwärmte Biegen mit einer Servopresse demonstriert.

### 18. Workshop Simulation in der Umformtechnik und 3. Industriekolloquium des SFB/TR 73

Mit dem Leitthema „Tribologie“ fand am 26. und 27. Februar die kombinierte Veranstaltung „18. Workshop Simulation in der Umformtechnik“ und „3. Industriekolloquium des SFB/TR73“ in Dortmund statt. Dabei wurde mit der innovativen Thematik der Blechmassivumformung eine nahtlose Verknüpfung von Massiv- und Blechumformung geschaffen. Der Simulationsworkshop, der wechselweise in Dortmund und Stuttgart stattfindet, unterteilte sich in die Bereiche Massiv- sowie Blechumformung. Im Rahmen des Industriekolloquiums haben Vertreter der Wirtschaft die industrielle Sicht auf die aktuellen Erkenntnisse sowie Herausforderungen der umformtechnischen Simulation aufgezeigt. Die Einsatzgebiete und Vorteile der Blechmassivumformung bildeten einen weiteren thematischen Schwerpunkt. Die Wissenschaft war durch internationale Referenten sowie nationale Beiträge aus dem SFB/Transregio 73 und aus dem SPP 1676 (Trockenumformung) vertreten. Die vorgesehenen Pausen boten Gelegenheit zur Diskussion. Beim gemeinsamen Mittagessen in der Experimentierhalle des IUL konnten diese intensiviert sowie das Versuchsfeld besichtigt werden. Als Veranstaltungsort diente das Maschinenbau III-Gebäude der TU Dortmund, welches mit seinen einladend gestalteten Räumlichkeiten zum großen Erfolg der gesamten Veranstaltung beitrug.



Begrüßung der Gäste durch Prof. Tekkaya und Prof. Liewald, Gruppenfoto aller Teilnehmer/-innen

## 10. 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 17.04.2015. Im Mittelpunkt der Diskussion standen vor allem die Themen Strangpresssimulationen, Hybridstrukturen sowie das Presshärten. Mit dem zehnten Zusammentreffen des Gremiums im fünften Jahr feierte die zweite Sitzung am 30.10.2015 ihr Jubiläum. Die Darstellung eines Rückblicks über die Jahre 2010 bis 2015 leitete die Jubiläumssitzung ein und beinhaltete unter anderem die Vorstellung der fertiggestellten Dissertationen, die Gründung des Research Center for Industrial Metal Processing (ReCIMP) sowie die Erweiterung des Maschinenparks. Die im Anschluss stattfindende konstruktive Diskussionsrunde fokussierte sich thematisch auf die Themen Industrie 4.0 und den Innovationstransfer in die Praxis. Beide Jahrestreffen wurden durch wertvolle Vorträge seitens des Industriebeirats bereichert.



Teilnehmer/-innen des Industriebeirats

## Kolloquium anlässlich des 60. Geburtstags von Professor Matthias Kleiner

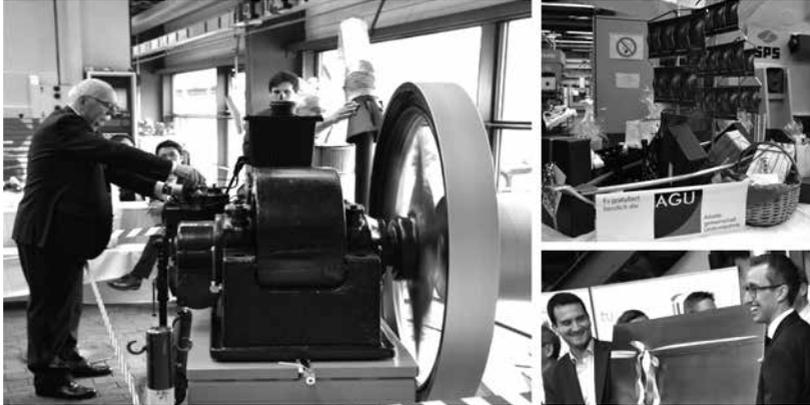
Am 19. Juni 2015 fand am Institut für Umformtechnik und Leichtbau ein Kolloquium anlässlich des 60. Geburtstags von Professor Matthias Kleiner statt. Rund 130 Gäste folgten der Einladung nach Dortmund. Nach dem offiziellen Empfang der Gäste und der Eröffnung durch Professor A. Erman Tekkaya folgten Grußworte von Freunden und Wegbegleitern Matthias Kleiners. Es folgten Ansprachen von Professor Matthias Liewald (Universität Stuttgart), Dr. Hans-Joachim Wieland (FOSTA), Professor Alexander Brosius (TU Dresden), Professor Hartmut Hoffman (TUM), Professor Werner Homberg (Universität Paderborn) und Dr. Ferdinand Hollmann (DFG). Auch Rektorin Professorin Ursula Gather ergriff das Wort, lobte seine beeindruckende Karriere und dankte Professor Matthias Kleiner für seine Verdienste für die TU Dortmund. Professor A. Erman Tekkaya überreichte anschließend ein Buch mit dem Titel „60 Excellent Inventions in Metal Forming“. Es entstand als Gemeinschaftsarbeit von Freunden aus der internationalen Umformtechnik-Community und ehrt die wissenschaftlichen und technologischen Beiträge von Professor Matthias Kleiner.



Rektorin Prof. Ursula Gather und Prof. A. Erman Tekkaya gratulieren Prof. Matthias Kleiner und überreichen ihre Geschenke, Bild oben: Das Buch „60 Excellent Inventions in Metal Forming“

Nach dem Übergang in die Experimentierhalle wurden weitere Geschenke übergeben, u. a. ein umformtechnisch erzeugtes, stilisiertes Segelschiff von der Arbeitsgemeinschaft Umformtechnik (AGU). Der Schiffsrumpf setzt sich aus gebogenen Aluminiumprofilen zusammen. Das Segel ist aus mehreren napfförmigen Blechsegmenten zusammengesetzt, welche die Namen der in der AGU vertretenen Mitgliedsinstitutionen tragen. Das Institut für Umformtechnik und Leichtbau überreichte zudem ein lasertechnisch gefertigtes

Fotoblech. Es zeigt die Experimentierhalle des Instituts für Umformtechnik und Leichtbau und das bekannte „Dortmunder U“. Es steht symbolisch für Professor Matthias Kleiners' Heimatverbundenheit mit der Stadt Dortmund.



Links: Demonstration des Einzylindermotors, rechts oben: Stilisiertes umformtechnisch erzeugtes Segelschiff, rechts unten: Fotoblech mit Experimentierhalle und „Dortmunder U“

Ein Highlight des Abends war die Demonstration eines Einzylinder-Motors der Marke Christoph mit 14 Litern Hubraum aus dem Baujahr 1920, welcher von Professor Matthias Kleiner aus einem Sägewerk vor der Verschrottung gerettet und zur Restauration gebracht wurde. Anschließend folgte ein gemütlicher Ausklang. Organisiert wurde die Veranstaltung von den Professoren Werner Homberg, Alexander Brosius und A. Erman Tekkaya. Ein Dank gilt den vielen beteiligten Helferinnen und Helfern, die für eine vollends gelungene Veranstaltung gesorgt haben, sowie allen, die bei der Fertigung der Geschenke und der Erstellung des Buches mitgewirkt haben.

## IUL-Mitarbeiterexkursion

Ein enger Kontakt zu Partnerinstituten sowie der Industrie gilt als wesentliche Grundlage für die Innovationen am IUL. Nur so können die Bedürfnisse und Entwicklungen der Umformtechnik in ihrer ganzen Breite erkannt und berücksichtigt werden. Das Institut für Umformtechnik und Leichtbau veranstaltete zu diesem Zweck mit 46 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern im September eine dreitägige Exkursion zum Erfahrung- und Wissensaustausch in den norddeutschen Raum. Das erste Ziel der Reise lag in Bremen. In kleinen Gruppen wurde im Rahmen von verschiedenen Sozialaktivitäten der Teamgeist gestärkt. Abgerundet wurde der Tag mit einem gemeinsamen Abendessen im Bremer Ratskeller. Am nächsten Tag wurde im Bremer Werk der Daimler AG

das Presswerk sowie der Werkzeug- und Anlagenbau besucht und aktuelle Herausforderungen in diesen Bereichen diskutiert. Am Nachmittag wurde das befreundete Institut von Herrn Prof. Behrens (IFUM, Leibniz Universität Hannover) besichtigt. Es entwickelte sich ein reger Austausch der beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler über aktuelle Forschungsthemen. Am letzten Tag gewährte uns die Firma Winkelmann Powertrain Components GmbH + Co. KG einen imposanten Einblick in ihre wirtschaftliche Anwendung der Blech-Massiv-Umformung.



Gruppenfoto der Mitarbeiter/-innen des IUL in Bremen

### PAK 343 und I<sup>2</sup>FG Workshop on Electromagnetic Pulse Forming and Joining 2015

Am 5. und 6. Oktober dieses Jahres fand in Dortmund die kombinierte Veranstaltung „PAK 343 und I<sup>2</sup>FG Workshop on Electromagnetic Pulse Forming and Joining“ statt. Der Gastgeber der Veranstaltung, das Institut für Umformtechnik und Leichtbau (IUL), ist Mitglied und Verwaltungssitz des Vereins „International Impuls Forming Group“ (I<sup>2</sup>FG), welcher als unterstützende Plattform für die Wissenschaft in der Hochgeschwindigkeitsumformung dient. Die sechste Vollversammlung der I<sup>2</sup>FG war auch Bestandteil des Workshops. Weiterhin bot die Veranstaltung ein internationales Forum für die Ergebnisvorstellung des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) bewilligten Paketantrages „Methodenplanung für quasistatisch-dynamisch kombi-

nierte Umformprozesse“ (PAK 343). Mehr als 30 Teilnehmer/innen aus Wissenschaft und Industrie aus Amerika und Europa partizipierten 2 Tage lang aktiv an innovativen Fachvorträgen über das gesamte Spektrum der elektromagnetischen Umformung, von der Kombination mit konventionellen Umformverfahren bis hin zum Magnetimpulsschweißen. Dabei standen jeweils die Kernpunkte „Technologie“, „Simulation“ sowie das Materialverhalten im Fokus. Herr Professor Tekkaya, Frau Professorin Reese, Herr Professor Stiemer, Herr Professor Maier sowie Dr. Faes danken den Referent/-innen und Teilnehmer/-innen für eine gelungene Veranstaltung.



Gruppenfoto der Teilnehmer/-innen



Überblick über PAK 343 durch Prof. Tekkaya

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

- Stahl fliegt • 16. – 17. Juni
- SchnupperUni • 6. August
- do-camp-ing • 28. Juni – 03. Juli
- Tag der Offenen Tür der TU Dortmund • 24. Oktober

## 4.2 Auszeichnungen

### „Best Paper Prize“ ICEB 2015

Auf der „International Conference on Extrusion and Benchmark“ (ICEB 2015), die dieses Jahr zusammen mit der Konferenz „Aluminium 2000“ vom 12. - 16. Mai in Florenz/Italien stattfand, erhielt Frau Dr. Ramona Hölker-Jäger für ihre Veröffentlichung mit dem Titel „Hot extrusion dies with conformal cooling channels produced by additive manufacturing“ den „Best paper prize“ in der Kategorie „Strangpressen“. Frau Dr. Hölker-Jäger hat in ihrer Veröffentlichung und Präsentation die Ergebnisse zu additiv gefertigten Strangpresswerkzeuge mit lokaler Innenkühlung vorgestellt. Über den Einsatz dieser neuartigen Werkzeuge können erhebliche Produktivitätssteigerungen beim Leichtmetallstrangpressen erzielt werden.



Preisverleihung während des Galadiners: Frau Dr. Ramona Hölker-Jäger (IUL) erhält die Auszeichnung von Prof. Lorenzo Donati (Universität Bologna)

### IUL gewinnt Stahl-Innovationspreis 2015 mit dem Inkrementellen Profilumformen

Am 09. Juni 2015 wurde das am Institut für Umformtechnik und Leichtbau (IUL) der TU Dortmund entwickelte Inkrementelle Profilumformen von Prof. Johanna Wanka, Bundesministerin für Bildung und Forschung, mit dem 3. Platz des Stahl-Innovationspreises in der Kategorie „Stahl in Forschung und Entwicklung“ ausgezeichnet. Prof. A. Erman Tekkaya, Dr. Christoph Becker,

Goran Grzancic und Prof. Matthias Hermes (FH Südwestfalen) haben mit dem Inkrementellen Profilmformen eine neue Fertigungstechnologie entwickelt, welche die flexible Herstellung von Profilen aus hochfesten Stählen mit einer hohen geometrischen Komplexität ermöglicht. Hierdurch werden die Strategien des Werkstoff- und des Formleichtbaus kombiniert. Der Stahl-Innovationspreis wurde in diesem Jahr zum zehnten Mal verliehen. Er ist einer der bedeutendsten Wettbewerbe seiner Art und hat in 26 Jahren von seiner Attraktivität nichts eingebüßt. 578 Projekte sind 2015 eingereicht worden. Kein vergleichbarer Wettbewerb in Deutschland weist eine so hohe Beteiligung auf.



Bundesministerin Prof. Dr. Johanna Wanka, Dr. Christoph Becker und Ranga Yogeshwar (v. l.),  
Foto: Wirtschaftsvereinigung Stahl



Mit dem Stahl-Innovationspreis 2015 ausgezeichnet: Dr. Christoph Becker, Prof. Matthias Hermes (FH Südwestfalen), Prof. A. Erman Tekkaya und Goran Grzancic (v. l.),  
Foto: Roland Baege/TU Dortmund

## Dritter Preis bei Zwick Science Award 2014

Der Materialprüfmaschinenhersteller Zwick Roell verleiht jährlich den internationalen Zwick Science Award, um den innovativen Einsatz von Materialprüfmaschinen in der Wissenschaft hervorzuheben. Dieses Jahr erhielt Herr Dr. Alper Güner für seine Veröffentlichung mit dem Titel „In-situ measurement of loading stresses with X-ray diffraction for yield locus determination“ den dritten Preis. Die Preisverleihung erfolgte im Rahmen des „6. Zwick Academia Day“ am 2. Juni 2015 an der ETH Zürich, wobei neben namhaften Professoren auch die Preisträger die Gelegenheit hatten, ihre Arbeiten vor einem internationalen Fachpublikum zu präsentieren.



Gewinner/-innen und Jury-Mitglieder des Zwick Science Award 2014 (Herr Dr. Güner in der Mitte)

## IUL-Team gewinnt studentischen Wettbewerb „Stahl Fliegt 2015“

Am 16. und 17. Juni 2015 fand der durch die Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V. (FOSTA) geförderte und durch das Institut für Bildsame Formgebung (IBF) organisierte Wettbewerb statt. In diesem Jahr nahmen ca. 80 Studierende von sieben deutschen Universitäten teil. Am 16. Juni wurden durch die jeweiligen Teams im SuperC-Gebäude der RWTH Aachen die Flugzeuge, die aus Stahl gefertigt nur 400 Gramm wiegen durften, in kurzen Präsentationen vorgestellt. Am 17. Juni wurde der Wettbewerb in der Messehalle 6 der Messe Düsseldorf fortgesetzt, wo zeitgleich die Messen Metec, Gifa, Thermprocess und Newcast stattfanden. Hierbei mussten die Flugzeugmodelle aus ca. 10 Metern Höhe per Hand abgeworfen werden. Jedes Team hatte hierbei fünf Startversuche, um die längste Flugzeit zu erreichen. Ein Team aus Dortmund (vgl. Bild), konnte mit einer Flugzeit von über 17 Sekunden die gleich platzierten Teams aus Bremen und Kassel auf den zweiten Platz verweisen. Das Team freute sich bei der Siegerehrung gemeinsam mit den zahlreichen Teilnehmer/-innen und den Verantwortlichen vom IBF und der FOSTA.



Siegerteam aus Dortmund mit Flugmodell aus Stahl, Foto: FOSTA, Düsseldorf

## 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“, Botschafter der acatech an der TU Dortmund
- AGU – Mitglied der „Wissenschaftlichen Arbeitsgemeinschaft Umformtechnik“
- CIRP – Fellow der „International Academy for Production Engineering“
- DGM – Mitglied der „Deutschen Gesellschaft für Materialkunde“
- Ehrenmitglied der „TechNet Alliance“
- 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“
- I<sup>2</sup>FG – Mitglied der „International Impulse Forming Group“
- JSTP – Mitglied der „The Japan Society for Technology of Plasticity“
- Kuratoriumsmitglied der KARL-KOLLE-Stiftung, Dortmund
- Mitglied des Scientific Advisory Board des Exzellenzclusters „Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer“, RWTH Aachen, Deutschland
- 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 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

- DAAD-Alumni-Verein, Ankara, Türkei
- IUTAM – „Turkish Branch of the International Union of Theoretical and Applied Mechanics“, Türkei
- Mitglied CIRP Communication Committee
- Mitglied Scientific Committee, „5<sup>th</sup> 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 2015“ (iddrg), Shanghai, China
- Mitglied Scientific Committee „The 12<sup>th</sup> International Conference on Numerical Methods in Industrial Forming Processes“ (Numiform 2016), Troyes, Frankreich
- Mitglied Scientific Committee, „The 16<sup>th</sup> International Conference Metalforming“ (Metalforming 2016), Krakau, Polen
- Mitglied Scientific Committee, „The 16<sup>th</sup> International Conference on Sheet Metal“ (SheMet 2015), Erlangen, Deutschland
- Mitglied Scientific Committee, „The 23<sup>rd</sup> CIRP Conference on Life Cycle Engineering (LCE2016)“, Berlin, Deutschland
- Mitglied Scientific Committee, „The 26<sup>th</sup> CIRP Design Conference 2016“, Stockholm, Schweden
- Türkisch-Deutscher Kulturbeirat, Ankara, Türkei

## Gutachtertätigkeiten

### In wissenschaftlichen Gremien

- AiF – Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V. (AiF)
- Academic Council der King Saud University
- CIRP – Internationale Akademie für Produktionstechnik
- DFG – Deutsche Forschungsgemeinschaft, Mitglied im Fachkollegium 401 (Produktionstechnik)
- External Advisory Committee, Department of Mechanical Engineering, KAIST, Republik Korea
- North Carolina State University
- Stahlinstitut VDEh

### 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 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
- 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
- STS Council – Science and Technology in Society Forum, Japan
- Aufsichtsrat des Hauses der Zukunft e. V.
- Advisory Committee Japan Science and technology Agency (JST) Tokyo
- Kuratorium des Max Planck-Instituts für Zellbiologie und Genetik Dresden

### Beiräte Hochschulen

- Hochschulrat der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main (Vorsitz)
- Hochschulrat der Technischen Universität Dresden
- Zukunftsrat der Universität Bremen
- 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

### Professor Wojciech Z. Misiolek

Im Rahmen einer von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Mercator-Professur war Professor Wojciech Z. Misiolek vom Institute for Metal Forming (IMF) der Lehigh University (PA, USA) vom 01.06.2015 – 14.08.2015 als Gastprofessor am IUL tätig. Der Aufenthalt war eine Fortführung der wissenschaftlichen Aktivitäten von Prof. Misiolek in Kooperation mit wissenschaftlichen Mitarbeitern der Massivumformung im Bereich der Mikrostrukturentwicklung von Aluminium- und Magnesiumlegierungen. In diesem



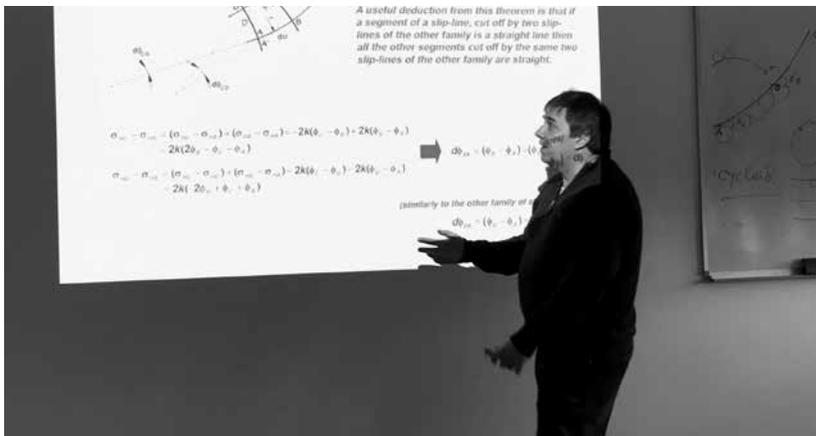
Prof. Wojciech Z. Misiolek während seines Vortrages über additive Fertigungsverfahren

Jahr wurde Prof. Misiolek zudem von Alison Kuelz, einer Studentin der Lehigh University, welche im Rahmen eines Kurzaufenthalts am IUL tätig war, bei seiner wissenschaftlichen Tätigkeit unterstützt. Diese fruchtbare Zusammenarbeit resultierte in gemeinschaftlichen wissenschaftlichen Veröffentlichungen in Zeitschriften sowie in internationalen Konferenzbeiträgen. Darüber hinaus stellte Prof. Misiolek interessierten Studierenden und Wissenschaftlern in einem Vortrag die Technologie der additiven Fertigung von Metallen vor.

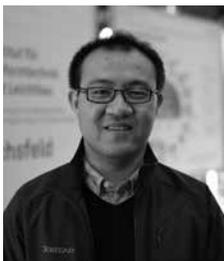
### Professor Paulo António Firme Martins

Herr Prof. Paulo Martins vom Instituto Superior Técnico der Technischen Universität Lissabon, Portugal, war in der Zeit vom 01. September 2015 bis zum 27. November 2015 als Gastwissenschaftler am IUL beschäftigt. Als einer der führenden Wissenschaftler auf dem Gebiet der inkrementellen Blechum-

formung lag der Schwerpunkt seiner Forschungsarbeit auf der Unterstützung der Teilprojekte A4 und C4 des Sonderforschungsbereiches Transregio 73. Mit dem Ziel der Herstellung von belastungsangepassten Funktionsbauteilen mittels Blechmassivumformung standen die Beschreibung des dreidimensionalen Werkstoffflusses und die Schädigungsmodellierung im Fokus seiner Arbeiten. Neben experimentellen und numerischen Untersuchungen kamen hierbei insbesondere analytische Prozessbeschreibungen zur Anwendung. Des Weiteren beschäftigte er sich mit Untersuchungen zur Ermittlung der Umformbarkeit bei der Blech- sowie Blechmassivumformung mittels Bruchkurven. Dadurch wird eine alternative Methode zur Ermittlung von Grenzformänderungsdiagrammen und Bruchkriterien geboten. Zusätzlich hielt Prof. Martins Vorträge zur analytischen Prozessbetrachtung mithilfe der Gleitlinientheorie, um die Mitarbeiter/-innen des IUL sowie interessierte Studierende in diesem Bereich weiterzubilden.



Prof. Paulo António Firme Martins



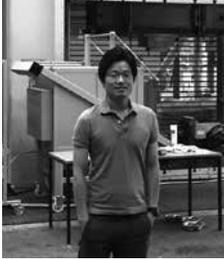
Professor Chengxi Lei

## Professor Chengxi Lei

Dr. Chengxi Lei von der School of Mechatronics and Engineering (SME) des Harbin Institute of Technology in China ist seit September 2015 in der Abteilung Blechumformung als Gastwissenschaftler tätig. Sein einjähriger Aufenthalt wird vom China Scholarship Council (CSC) finanziert. Seine Forschung konzentriert sich hauptsächlich auf Presshärten und Rohrbiegen. In seiner Doktorarbeit hat er ein neues, dickenabhängiges Werkstoffmodell für hohe Temperaturen und Dehnraten

und ein modifiziertes Schädigungskriterium zur Vorhersage der Risse beim Presshärten entwickelt. Während seines Aufenthalts am IUL wird er diese Modelle weiterentwickeln, um die Umformbarkeit von Tailor Rolled Blanks (TRB) aus 22MnB5 beim Presshärten analysieren und modellieren zu können.

### Dr. Daeyong Kim



Daeyong Kim, Ph.D.

Daeyong Kim, Senior Researcher vom Korea Institute of Materials Science (KIMS), war vom 08. Juni 2015 bis zum 04. September 2015 zu Gast am IUL. Im Rahmen seines dreimonatigen Forschungsaufenthaltes hat Herr Kim als ausgewiesener Experte auf dem Gebiet der Werkstoffcharakterisierung die Abteilung Sonderverfahren unterstützt. Thematischer Schwerpunkt seiner Arbeit war die Entwicklung inverser Strategien zur Ableitung temperatur- und dehnratenabhängiger Kennwerte aus dem elektromagnetischen Ringexpansionsversuch. Die im Rahmen dieser Aufgabenstellung entwickelten numerischen Modelle zur zeiteffizienten Simulation des elektromagnetischen Expansionsprozesses stellen zudem ein wichtiges Instrument zur konstruktiven Auslegung eines Ringexpansionsversuchsstandes am IUL dar.

### Alexander von Humboldt-Stipendiat Dr. Yanshan Lou

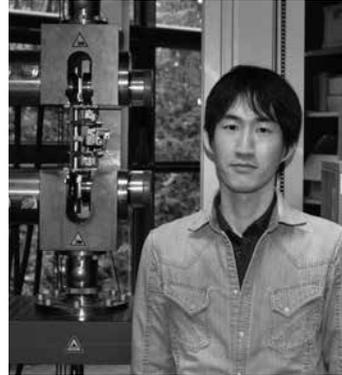


Dr. Yanshan Lou

Von September 2014 bis August 2015 hat Dr. Yanshan Lou am IUL an der Entwicklung neuer, anisotroper Bruchkriterien für duktile metallische Werkstoffe geforscht. Während seiner Promotion am Korean Advanced Institute of Science and Technology und seiner Tätigkeit als Postdoc an der Swinburne University of Technology bei Prof. Jeong Whan Yoon hat er sich als internationaler Experte in diesem Bereich ausgezeichnet. In weiteren Arbeiten erforscht er den Zusammenhang zwischen der Entwicklung der Mikrostruktur der Bruchfläche und dem Spannungszustand, insbesondere für scherdominierte Spannungszustände. Seine Forschung am IUL erfolgte in enger Zusammenarbeit mit der Abteilung Angewandte Mechanik in der Umformtechnik und weiteren Mitarbeiter/-innen des IUL. Während seines Aufenthalts in Dortmund wurde er von seiner Frau und seinen Töchtern begleitet. Herr Lou verfolgt nun weitere Forschungsvorhaben in China.

## Satoshi Sumikawa

Herr Satoshi Sumikawa, Wissenschaftler in der JFE Steel Corporation in Japan, arbeitet am IUL als Gastwissenschaftler seit Oktober 2015. Sein Aufenthalt wird noch bis Oktober 2017 andauern. Seine Forschungstätigkeiten umfassen die Analyse des Werkstoffverhaltens beim Entlasten unter unterschiedlichen Spannungszuständen. Er wird verschiedene Charakterisierungsversuche durchführen, wie den hydraulischen Tiefungsversuch, den Plane-Strain-Zugversuch, den Miyauchi-Versuch und den ebenen Torsionsversuch, um die Korrelation zwischen Spannungszuständen und dem elastisch-plastischen Werkstoffverhalten aufzuklären. Darüber hinaus wird die Einwirkung dieser Werkstoffeigenschaften durch Tiefziehversuche und Finite-Elemente-Simulationen untersucht. Herr Sumikawa ist außerdem Doktorand an der Hiroshima University; seine Arbeiten am IUL werden seiner Dissertation zugrunde liegen.



Herr Sumikawa in der Experimentierhalle

## RISE (Research Internships in Science and Engineering) –Robert Gawrylo und Victor Sullivan

Von Juni bis August 2015 waren Robert Gawrylo vom Illinois Institute of Technology und Robert Sullivan von der Polytechnique Montréal im Rahmen des RISE-Programms des Deutschen Akademischen Austauschdienstes (DAAD) zu Gast am IUL. Das Programm ermöglicht es britischen und nordamerikanischen Studierenden, Forschungspraktika in deutschen Wissenschaftseinrichtungen zu absolvieren. Die Finanzierung des Besuchs von Herrn Gawrylo erfolgte über ein gemeinsam vom DAAD und dem DFG-Sonderforschungsbereich Transregio 73 getragenes Stipendium. Betreut durch Herrn Sieczkarek,



Robert Gawrylo (links) und Victor Sullivan (rechts) im Experimentierfeld des IUL

erhielt Herr Gawrylo Einblicke in die Technologie der Blechmassivumformung (BMU). Seine Tätigkeiten umfassten experimentelle sowie metallurgische Untersuchungen zum lokalen Walzen in der Blechebene mit der Zielsetzung einer definierten Werkstoffaufdickung. Herr Sullivan befasste sich unter Betreuung von Herrn Lueg-Althoff mit dem stoffschlüssigen Fügen von Rohren mittels Magnetpulsschweißens. Mithilfe experimenteller und numerischer Analysen erforschte er das Umformverhalten des äußeren Fügepartners.

## Internationales Austauschprogramm mit der Gifu University (G-CADET)

Durch eine Kooperationsvereinbarung zur Förderung der ingenieurwissenschaftlichen Zusammenarbeit zwischen der Gifu University, Japan, und der Technischen Universität Dortmund wurde die Möglichkeit des Austauschs von exzellenten Masterstudierenden der Faculty of Engineering (Gifu University) und der Fakultät Maschinenbau (TU Dortmund) geschaffen. In diesem Rahmen war Herr Yoshiki Sakai von der Gifu University vom 5. Oktober bis 4. Dezember 2015 zu Gast am IUL und beschäftigte sich unter der Leitung von



Yoshiki Sakai in the Lab

Herrn Tobias R. Ortelt innerhalb des Projektes ELLI mit dem Ringstauchversuch. Dabei wurden verschiedene Schmierstoffe bezüglich ihres Reibungskoeffizienten untersucht. Parallel waren zwei Studierende der TU Dortmund, Herr Daniel Pajonk und Herr Johannes Gebhard, zu Gast an der Gifu Universität.

Im Jahr 2015 durften wir darüber hinaus folgende internationale Studierende am IUL begrüßen:

- Chiranshu Mukesh Agarwal, IIT Bombay
- Chitrang Bohra, IIT Bombay
- Brittany Ilardi, Princeton University
- Alison Kuelz, Lehigh University





Technische Ausstattung

06

## 6 Technische Ausstattung

### 6.1 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 Axiomager.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)

## 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 – LectroPol-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 Glattnwalzwerkzeug, 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

## 6.2 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 2015 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 2015 which have added to our joint success.*

### Industriebeirat des IUL | IUL Industrial Advisory Board

Das Gremium des Industriebeirates vermittelte auch im Jahr 2015 wichtige Impulse hinsichtlich des industriellen Forschungsbedarfes. An dieser Stelle möchten wir uns für diese wertvolle Zusammenarbeit bedanken.

*In 2015, 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.*

- 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.
- 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
- Nico Langerak, Tata Steel Research & Development
- Prof. Gideon Levy, TTA – Technology Turn Around
- Franz-Bernd Pauli, Franz Pauli GmbH & Co. KG
- Dr. Heinz-Jürgen Prokop, TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH & Co. KG
- Dr. Hendrik Schafstall, simufact engineering GmbH
- Dr. Johannes Henrich Schleifenbaum, PHOENIX FEINBAU GmbH & Co. KG
- 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 Werkstoffprüfung, 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 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 I, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
- Institut für Werkstoffkunde, Leibniz Universität Hannover
- Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften, Technische Universität München
- Institutcluster 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
- Professur für Baumechanik, Universität der Bundeswehr München
- Professur Theoretische Elektrotechnik und Numerische Feldberechnung, Helmut-Schmidt-Universität, Universität der Bundeswehr Hamburg
- Professur Virtuelle Fertigungstechnik, Technische Universität Chemnitz
- wbk Institut für Produktionstechnik, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

- Werkzeugmaschinenlabor, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen

## Universitäre Kooperationen auf internationaler Ebene | University cooperations at international level

- Charles Delaunay Institute, Laboratoire des Systèmes Mécaniques 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**

- Aleris Aluminum 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
- EADS Deutschland GmbH
- ESI GmbH
- F.W. Bröckmann 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
- TRUMPF Hüttinger GmbH + Co. KG
- 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
- Kirchoff 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
- 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, Schweden
- Tata Steel
- Tata Steel Strip Products UK
- TECOS – Slovenian Tool and Die Development Centre
- ThyssenKrupp Niosta GmbH
- ThyssenKrupp Steel Europe AG
- ThyssenKrupp VDM GmbH

- TRACTO-TECHNIK GmbH & Co. KG Spezialmaschinen
- Transfluid Maschinenbau GmbH
- TRUMPF Hüttinger GmbH + Co. KG
- TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH + Co. KG
- Viessmann Werke GmbH & Co. KG
- voestalpine AG
- VOLKSWAGEN AG
- Vorrichtungsbau Giggel GmbH
- Vossloh AG
- Welser Profile GmbH
- Westfalla Presstechnik GmbH & Co. KG
- Wilke Werkzeugbau GmbH & Co. KG
- WILO SE
- Zentrum für BrennstoffzellenTechnik 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 Masterarbeiten<sup>1</sup> | Completed Master of Science Theses<sup>2</sup>

**Ahmad, Ashar**

Tekkaya, A. E. • Hess, S.

Untersuchungen zum Einsatz von Stahlkugeln zur Umformung von rohrförmigen Komponenten als Alternative zum hydraulischen Fluid

**Investigation of using steel balls as an alternative for hydraulic fluid for the forming of tubular hydroforming parts**

**Anbazhagan, Vijayasarithy**

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

Untersuchung des Einflusses der Kantenrissempfindlichkeit auf das Formänderungsvermögen von höchstfesten Stählen  
**Investigation of the influence of the crack sensitivity at cut edges on the formability of advanced high strength steels**

**Aragon Jimenez, Luis Alan**

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

Ermittlung der Glühparameter zur Erweiterung des Umformvermögens ferritischen Edelstahl

**Determination of annealing parameters for extended formability of ferritic stainless steel**

**Fabela Guardado, Adrian**

Tekkaya, A. E. • Hess, S.

Warmumformung ferritischer Edelmetallrohre unter Einsatz von Stahlkugeln als Umformmedium - experimentelle und numerische Analyse

**Hot forming of tube made of ferritic stainless steel using steel balls as forming media – experimental and numerical analysis**

**Gauhar, Nasim**

Tekkaya, A. E. • Chatti, S. • Löbbe, C.

Numerische Simulation eines Mehrschritt-J-Biegeverfahrens zur Herstellung von längsnahgeschweißten Rohren

**Numerical approach to model a multistage J-step bending process for the manufacturing of LSAW pipes**

**Ghanekar, Abhishek**

Brands, D. (Universität Duisburg-Essen) • Bluhm, J.

(Universität Duisburg-Essen) • Tekkaya, A. E. • Schwane, M.  
Simulation und Sensitivitätsanalyse der Modellierungsparameter am Beispiel der Extrusion Benchmark Versuche 2013  
**Simulation and sensitivity analysis of modeling parameters with regard to Extrusion Benchmark trials 2013**

**Gutierrez, Antonio**

Tekkaya, A. E. • Dang, T.

Untersuchung zur inkrementellen Blechumformung mit komprimiertem Gegendruck

**Studies of single point incremental forming with back support pressurized fluid**

---

1 Originaltitel ist fett gedruckt.

2 Original title written in bold.

**Hering, Oliver**

Tekkaya, A. E. • Löbbe, C.

**Untersuchung hochfester Stähle hinsichtlich ihres Potentials zur Einstellung mechanischer Eigenschaften beim schnellgetakteten Warmumformen**

Potential of high strength steels for the adjustment of mechanical properties in rapid hot forming processes

**Hoppe, Christoph**

Tekkaya, A. E. • Löbbe, C.

**Entwicklung einer totzeitbehafteten Regelung zur Rückfederungskompensation beim Folgeverbundbiegen mittels Online-Winkelmessung**

Springback compensation in a progressive die based on closed loop control with an online geometry feedback

**Hosseini, Mohamad**

Tekkaya, A. E. • Chatti, S. • Mennecart, T.

**Untersuchungen zur Nutzung festigkeitsadaptierter, segmentierter Werkzeuge für die Umformung von Tailor Welded Blanks**

Investigations about the use of segmented and strength adjusted tools for the forming of tailor welded blanks

**Ködel, Henning Christian**

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

**Anpassung des Prozesssimulationsmodells für das TSS (Torque Superposed Spatial) Biegen an eine modulare Vorschubachse**

Modification of the process simulation model for TSS (Torque Superposed Spatial) bending to incorporate a modular feeding axis

**Manzoor, Anus**

Tekkaya, A. E. • Staupendahl, D. • Mertens, O. (ThyssenKrupp Steel Europe AG) • Kibben, M. (ThyssenKrupp Steel Europe AG)

Untersuchung der Auswirkung von Werkzeugbewegungen des ThyssenKrupp-Biegeprozesses auf die Konturen freiformgebogener Profile

**Studies on the effect of tool positioning on free-form bent profiles using the ThyssenKrupp bending procedure**

**Nazari, Esmaeil**

Tekkaya, A. E. • Staupendahl, D. • Großpietsch, D. (Salzgitter Mannesmann Precesion GmbH)

Analyse der Wärmebehandlung von lufthärtenden Stählen für die In-Line-Anwendung beim Induktionsbiegen

**In-Line heat treatment of air-hardening steel for the Implementation in induction bending**

**Rosinski, Daniel**

Tekkaya, A. E. • Pelster, H. (SMS group GmbH) • Dahnke, C.

**Energetische Analyse der Prozesskette einer Leichtmetallstrangpresse bei direkter Verfahrenweise**

Energetic analysis of the process chain of a direct extrusion press for the processing of light metals

**Schmitz, Fabian**

Tekkaya, A. E. • Clausmeyer, T. • Isik, K.

**Bestimmung und Analyse von Versagenskriterien in der Blechumformsimulation**

Determination and analysis of failure criteria for sheet metal forming simulations

**Selvanatarajan, Vignesh**

Tekkaya, A. E. • Staupendahl, D.

Entwicklung eines Prozessregelsystems für die Steuerungsoftware der TSS-Profilbiegemaschine

**Development of a closed-loop control system for the motion control software of the TSS profile bending machine**

**Thota, Vinesh**

Tekkaya, A. E. • Ortelt, T. R.

Automatisierung des Nakajima-Versuchs mithilfe eines optischen Messsystems und eines Roboters zur Bestimmung von Grenzformänderungskurven

**Automation of the Nakajima test using an optical measuring system on a robot to determine forming limit curves**

**Traphöner, Heinrich**

Tekkaya, A. E. • Güner, A. • Yin, Q.

**Identifikation der kinematischen Verfestigung mit dem ebenen Torsionsversuch**

Identification of kinematic hardening using the in-plane torsion test

**Üstünyagiz, Esmeray**

Tekkaya, A. E. • Lueg-Althoff, J.

Der Titel unterliegt der Schweigepflicht.  
The title is subject to confidentiality.

**Zhang, Shunyi**

Tekkaya, A. E. • Lueg-Althoff, J.

Magnetpulserschweißen mittels elektromagnetischer Kompression: Experimentelle und numerische Untersuchung von Prozessparametern

**Magnetic pulse welding by electromagnetic compression: experimental and numerical investigation of process parameters**

## Abgeschlossene Diplomarbeiten | Completed Diploma Theses for the former Dipl.-Ing. Degree

**Ben Soltana, Ibrahim**

Tekkaya, A. E. • Steinbach, F. • Chatti, S.

**Untersuchung des Verschleißes beim schmierstofffreien Schneiden von Blechen**

Investigation of wear in lubricant-free shear cutting of sheets

**El Fessi, Mounir**

Tekkaya, A. E. • Völlmecke, J. (Faurecia) • Staupendahl, D. Chatti, S.

**Prozessentwicklung zum umformtechnischen Fügen von Flanschen an Rohre mit unterschiedlichen Durchmesser am Beispiel eines Sitzhöhenverstellersystems**

Design of a forming process for joining flanges to tubes with varying diameters using the example of seat recliner mechanism

**Kessling, Andreas**

Tekkaya, A. E. • Schwane, M.

**Experimentelle Untersuchung des Einflusses der Strangpresswerkzeuggeometrie auf die Längspressnahtqualität**

Experimental investigation of the influence of the extrusion die design on the longitudinal seam weld quality

**Ye, Jun**

Tekkaya, A. E. • Hess, S.

**Umformtechnische Betrachtung eines im Spritzgießwerkzeug kombinierten Tiefzieh- und Hinterspritzprozesses**

Consideration of a combined process of deep drawing and injection moulding realised in one tool

**Zhang, Yunxuan**

Tekkaya, A. E. • Staupendahl, D. • Sieczkarek, P.

**Kinematische Bewegungsanalyse der Mehrachspress-Modellierung und experimentelle Validierung**

Kinematic motion analysis of the multi-axis forming press - Modelling and experimental validation

## Abgeschlossene Bachelorarbeiten | Completed Bachelor of Science Theses

**Altuntas, Ahmet**

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

**Entwicklung und Konstruktion einer adaptiven Vorrichtung für das lokale Aufdicken sowie das umformtechnische Ausformen von Verzahnungen an Napfzargen und Rohrwandsegmenten mittels inkrementeller Blechmassivumformung**  
Development and Construction of an adaptive fixture for the local thickening and the shaping of gears by forming on cup walls or tube segments with the incremental sheet-bulk metal forming

**Dahm, Moritz**

Tekkaya, A. E. • Chatti, S. • Clausmeyer, T. • Gutknecht, F.

**Sensitivitätsanalyse für die Materialparameter des Gurson-Tvergaard-Needleman-Modells**

Sensitivity analysis for the material parameters of the Gurson-Tvergaard-Needleman model

**Gebhard, Johannes**

Tekkaya, A. E. • Chatti, S. • El Budamusi, M. • Clausmeyer, T.

**Numerische Untersuchung zur Prozessoptimierung hochfester Stahliwerkstoffe beim Frei- und Druckbiegen**

Numerical investigation for the process optimization of high strength steels in the context of air and pressure bending

**Häußler, Helge Michael**

Tekkaya, A. E. • Ortelt, T. R.

**Experimentelle Untersuchung zur Reproduzierbarkeit und Charakterisierung von Einflussfaktoren von Blechumformprüfmaschinen**

Experimental investigation of the reproducibility and characterization of influencing factors of sheet metal testing machines

**König, Eva Maria**

Tekkaya, A. E. • Staupendahl, D.

**Konstruktion und Auslegung einer elektromechanischen Zusatzachse für die TSS-Profilbiegemaschine zur Einstellung des Hebelarms während des Biegeprozesses**

Development and design of an additional electro-mechanical axis for the TSS profile bending machine for the variation of the lever arm during the bending process

**Kunze, Justin**

Tekkaya, A. E. • Scharfenorth, S. (Giebel Kaltwalzwerk GmbH) Dahnke, C.

**Konstruktion und Inbetriebnahme einer Abblasung und Bandkantenabsaugung zur definierten Emulsionsschichtdickenbestimmung beim Kaltwalzen**

Construction and implementation of a device for the defined removal of the emulsion layer in the cold rolling process

**Möller, Christian**

Tekkaya, A. E. • El Budamusi, M. • Dang, T.

**Untersuchung des Umformverhaltens höherfester Stahlwerkstoffe bei Biegeumformprozessen**

Investigation of the forming behaviour of high strength steel in bending processes

**Ortel, Dominik Markus**

Tekkaya, A. E. • Chatti, S. • Hiegemann, L.

**Entwicklung und Konstruktion eines Glattwalzwerkzeugs zur Erhöhung der Bearbeitungsgeschwindigkeit durch Überlagerung der Translations- und Rotationsbewegung einer Fräsmaschine**

Development and Construction of a burnishing tool to increase the processing speed by superimposition of the translational and rotational movement of a milling machine

**Schilling, Bastian**

Tekkaya, A. E. • Lueg-Althoff, J.

**Einfluss der Rohrwandstärken auf die Schweißnahtqualität beim Magnetpulsschweißen mittels elektromagnetischer Kompression**

Influence of the wall thicknesses of tubular joining partners on joint quality during magnetic pulse welding by electromagnetic compression

**von der Mühlen, Jochen**

Tekkaya, A. E. • Kloppenborg, T.

**Experimentelle und numerische Analyse zum Einfließen einer verunreinigten Blockrandschicht beim Strangpressen**

Experimental and numerical analysis of the material flow of the billet skin during extrusion

**Weber, Florian**

Tekkaya, A. E. • Gutknecht, F.

**Untersuchung des Einflusses der Charakterisierung und Modellierung plastischer Eigenschaften auf die Scher-schneidsimulation von Dualphasenstählen**

Investigation of the impact of plastic properties characterization and modeling on blanking simulation of dual phase steels

**Wesselbaum, Jan Erik**

Tekkaya, A. E. • Grzanic, G.

**Experimentelle Untersuchungen zur Übertragbarkeit analytischer Ansätze zur Beschreibung von Bauteildeformationen auf das Inkrementelle Profilmformen**

Experimental investigations on the transferability of analytical approaches for the description of part deformation in Incremental Profile Forming

## Abgeschlossene Studienarbeiten | Completed Student Theses for the former Dipl.-Ing. Degree

**Bauer, Maik**

Tekkaya, A. E. • Selvaggio, A.

**Aufbau eines Modellversuchs für das Strangpressen von Profilen mit variablen Wandstärken**

Establishment of a model experiment for the extrusion of profiles with variable wall thicknesses

**Simkowskij, Roman**

Tekkaya, A. E. • Selvaggio, A.

**Analyse des Strangpressens von Profilen mit variablen Wandstärken anhand eines Modellversuches**

Analysis of the extrusion of profiles with variable wall thicknesses using a model experiment

**Tebaay, Lennart Manfred**

Tekkaya, A. E. • Dang, T.

**Methoden zur Charakterisierung von Sandwichwerkstoffen**

Methods for the characterisation of sandwich plates

## **Abgeschlossene Projektarbeiten | Completed Project Theses**

**El-Jellouli, Mohamed Amine**

Tekkaya, A. E. • Chatti, S. • Clausmeyer, T.

**Tiefziehsimulationsprozess zur Rissvorhersage eines**

**komplexen Automobilblechbauteils aus höchstfestem**

**Stahlwerkstoff unter Anwendung eines weiterentwickelten**

**Versagensmodells nach Lemaitre**

Simulation of deep drawing for crack prediction of a complex automotive part manufactured from high strength steel with an enhanced Lemaitre damage model

**Fabela Guardado, Adrian • Ortega Espin, Andres Roberto**

Tekkaya, A. E. • Hess, S.

Hydroumformung walzplattierter Bleche

**Hydroforming of cold roll bonded sheets**

**Grote, Jannik**

Tekkaya, A. E. • Staupendahl, D. • Clausmeyer, T.

Experimentelle Ermittlung der Werkstoffkennwerte von

Dualphasen- und mikrolegierten Stählen zur numerischen

Simulation des Schädigungsverhaltens beim Rückbiegen

**Experimental determination of material parameters of dual phase and micro-alloyed steels for the numerical simulation of the damage behavior during reverse bending**

**Haubert, Ansgar • Kessling, Andreas**

Tekkaya, A. E. • Dang, T.

**Experimentelle Optimierung der Probengeometrie zur Reduzierung der Streuung**

Experimental optimization of the specimen geometry to reduce the scattering

**Hoppe, Benjamin**

Tekkaya, A. E. • Staupendahl, D.

**Untersuchung der sich selbsteinstellenden Biegung und**

**Torsion beim Herstellen von Profilen mit dreieckigen**

**Querschnitten mittels eines dreistufigen Walzprozesses**

Analysis of self-twisting and bending of profiles with triangular cross-sections formed by a three-step rolling process

**Karczewski, Christian**

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

**Lokales Aufdicken von Blechwerkstoffen mittels Walzen –**

**Erstellen eines numerischen Modells mit Simufact.forming**

Local thickening of sheet metals by rolling – generating a numerical model with Simufact.forming

**Kolberg, Markus • Köhne, Karsten**

Tekkaya, A. E. • El Budamusi, M. • Staupendahl, D.

**Konstruktion einer querkräftfreien Biegevorrichtung für eine Zwick-Prüfmaschine**

Design of a pure bending test setup for a Zwick universal testing machine

**Marohn, Marius**

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

**Spannungsüberlagerung bei der Blechmassivumformung –  
Entwicklung, Realisierung und Erprobung eines Versuchs-  
standes**

Superposition in Sheet-Bulk Metal Forming - Development,  
realization and testing of an experimental rig

**Nitze, Tobias • Flick, Bastian Janis**

Tekkaya, A. E. • Staupendahl, D.

**Online-Messung der Biegelinie während des 3-D-Profilbie-  
gens mittels GOM Pontos**

Online measurement of the bending line during 3-D profile  
bending using GOM Pontos

**Upadhya, Siddharth • Bobretsova, Anastasia**

Tekkaya, A. E. • Staupendahl, D.

Experimentelle und numerische Untersuchung der Deh-  
nungen beim 3D-Profilbiegen

**Experimental and numerical investigation of the strain  
during 3D profile bending**



Ausgewählte Veröffentlichungen und Vorträge |  
Selected Publications and Lectures

09



## Zeitschriftenbeiträge | For Journals (Peer Reviewed SCI-Journals)

- Ben Khalifa, N., Foydl, A., Pietzka, D., Jäger, A., 2015.** Process Limits of Extrusion of Multimaterial Components. *Journal of Manufacturing Science and Engineering* 137 (5):051001-051001-9.
- Chen, H., Güner, A., Ben Khalifa, N., Tekkaya, A. E., 2015.** Granular media-based tube press hardening. *Journal of Materials Processing Technology*. doi: 10.1016/j.jmatprotec.2015.03.028.
- Chen, L., Clausmeyer, T., Tekkaya, A. E., 2015.** Experimental characterization and numerical modelling of the mechanical behavior of half sandwich laminate in the context of blanking. *Computer Methods in Materials Science – Special Issue Komplastech 2015* 15, pp. 162–168.
- Clausmeyer, T., Svendsen, B., 2015.** Comparison of two models for anisotropic hardening and yield surface evolution in bcc sheet steels. *European Journal of Mechanics A/Solids* 54, pp. 120-131.
- Dahnke, C., Foydl, A., Levin, E., Haase, M., Tekkaya, A. E., 2015.** Process window for the embedding of eccentric steel-reinforcing elements in the discontinuous composite extrusion process. *Applied Mechanics and Materials* 794, pp. 182–189.
- Duflo, J. R., Tekkaya, A. E., Haase, M., Welo, T., Vanmeensel, K., Kellens, K., Dewulf, W., Paraskevas, D., 2015.** Environmental assessment of solid state recycling routes for aluminium alloys: Can solid state processes significantly reduce the environmental impact of aluminium recycling? *CIRP Annals - Manufacturing Technology* 64, pp. 37-40.
- Gies, S., Langolf, A., Weddeling, C., Tekkaya, A. E., 2015.** Measurement of working coil temperature in electromagnetic forming processes by means of optical frequency domain reflectometry. *Case Studies in Nondestructive Testing and Evaluation* 3, pp. 15-20.
- Haase, M., Tekkaya, A. E., 2015.** Cold extrusion of hot extruded aluminium chips. *Journal of Materials Processing Technology* 217, pp. 356-367.

- Hahn, M., Weddeling, C., Lueg-Althoff, J., Tekkaya, A. E., 2015. Analytical Approach for Magnetic Pulse Welding of Sheet Connections. *Journal of Materials Processing Technology*. [http:// dx.doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2015.11.021](http://dx.doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2015.11.021).
- Hahn, M., Weddeling, C., Taber, G., Vivek, A., Daehn, G. S., Tekkaya, A. E., 2015. Vaporizing foil actuator welding as a competing technology to magnetic pulse welding. *Journal of Materials Processing Technology*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2015.11.010>.
- Hiegemann, L., Weddeling, C., Ben Khalifa, N., Tekkaya, A. E., 2015. Prediction of roughness after ball burnishing of thermally coated surfaces. *Journal of Materials Processing Technology* 217, pp. 193-201.
- Hölker, R., Tekkaya, A. E., 2015. Advancements in the manufacturing of dies for hot aluminum extrusion with conformal cooling channels. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. pp 1-12
- Isik, K., Silva, M. B., Atkins, A. G., Tekkaya, A. E., Martins, P. A. F., 2015. A new test for determining fracture toughness in plane stress in mode II. *Journal of Strain Analysis for Engineering Design* 50, pp. 221-231.
- Li, S. P., Güner, A., Tekkaya, A. E., 2015. Analysis of Drawbead Behaviour for Sandwich Sheets in Sheet Forming Simulation. *Applied Mechanics and Materials* 794, pp. 59-66.
- Löbbecke, C., Hoppe, C., Becker, C., Tekkaya, A. E., 2015. Closed Loop Springback Control in Progressive Die Bending by Induction Heating. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing* 16 (12), pp. 2441-2449.
- Silva M. B., Isik, K., Tekkaya, A. E., Martins P. A. F., 2015. Fracture Loci in Sheet Metal Forming: A Review. *Acta Metallurgica Sinica (English Letters)*. Volume 28, Issue 12, pp 1415-1425.
- Tekkaya, A. E., Allwood, J. M., Bariani, P. F., Bruschi, S., Cao, J., Gramlich, S., Groche, P., Hirt, G., Ishikawa, T., Löbbecke, C., Lueg-Althoff, J., Merklein, M., Misiolek, W. Z., Pietrzyk, M., Shivpuri, R., Yanagimoto, J., 2015. Metal forming beyond shaping: Predicting and setting product properties. *CIRP Annals – Manufacturing Technology* 64 (2), pp. 629-653.

- Ul Hassan, H., Maqbool, F., Güner, A., Hartmaier, A., Ben Khalifa, N., Tekkaya, A. E., 2015. Springback prediction and reduction in deep drawing under influence of unloading modulus degradation. *International Journal of Material Forming* 15, p. Article in Press. doi: 10.1007/s12289-015-1248-5.
- Weddeling, C., Demir, O. K., Haupt, P., Tekkaya, A. E., 2015. Analytical methodology for the process design of electromagnetic crimping. *Journal of Materials Processing Technology* 222, pp. 163-180.
- Weddeling, C., Gies, S., Ben Khalifa, N., Tekkaya, A. E., 2015. Analytical model to determine the strength of form-fit connection joined by die-less hydroforming. *Journal of Manufacturing Science and Engineering, Transactions of the ASME* 137(5):051014-051014-10.
- Weddeling, C., Walter, V., Haupt, P., Tekkaya, A. E., Schulze, V., Weidenmann, K. A., 2015. Joining zone design for electromagnetically crimped connections. *Journal of Materials Processing Technology* 225, pp. 240-261.
- Yin, Q., Soyarslan, C., Isik, K., Tekkaya, A. E., 2015. A grooved in-plane torsion test for the investigation of shear fracture in sheet materials. *International Journal of Solids and Structures* 66, pp. 121-132.
- Yin, Q., Tekkaya, A. E., Traphöner, H., 2015. Determining cyclic flow curves using the in-plane torsion test. *CIRP Annals - Manufacturing Technology* 64, pp. 261-264.
- Yue, Z. M., Soyarslan, C., Badreddine, H., Saanouni, K., Tekkaya, A. E., 2015. Identification of fully coupled anisotropic plasticity and damage constitutive equations using a hybrid experimental-numerical methodology with various triaxialities. *International Journal of Damage Mechanics* 24 (5), pp. 683-710.

## Beiträge in Konferenzbänden | Publications in Proceedings

- Becker, C., Tekkaya, A. E., 2015.** Wall thickness distribution during a combined tube spinning and bending process. In: Key Engineering Materials 651 - 653, 18<sup>th</sup> International ESAFORM Conference on Material Forming 2015, Graz, Austria, pp. 1614-1619.
- Chatti, S., Weinrich, A., El Budamusi, M., Becker, C., Maevus, F., Tekkaya, A. E., 2015.** Influencing the Forming Limits in Air Bending Using Incremental Stress Superposition. In: Key Engineering Materials 651-653, 18<sup>th</sup> International ESAFORM Conference on Material Forming 2015, Graz, Austria, pp. 1602-1607.
- Chen, H., Hess, S., Güner, A., Tekkaya, A. E., 2015.** Active and passive granular media-based tube press hardening. In: 10. Erlanger Workshop Warmblechumformung, Meisenbach, Germany, pp. 115-129.
- Citrea, T., Dahnke, C., Gagliardi, F., Haase, M., Ambrogio, G., Tekkaya, A. E., 2015.** Optimization of Porthole Die for Non-symmetric Composite Profiles. In: Materials Today: Proceedings 2, Aluminium 2000 and International Conference on Extrusion and Benchmark (ICEB), Florence, Italy, pp. 4778-4785.
- Dahnke, C., Foydl, A., Levin, E., Haase, M., Tekkaya, A. E., 2015.** Process window for the embedding of eccentric steel-reinforcing elements in the discontinuous composite extrusion process. In: Advanced Materials Research, WGP Kongress 2015, Hamburg, Germany, online soon.
- Dahnke, C., Hilbring, J., Kloppenborg, T., Haase, M., Tekkaya, A. E., 2015.** Investigations for the Embedding of Functional Elements in the Composite Extrusion Process. In: Materials Today: Proceedings 2, Aluminium 2000 and International Conference on Extrusion and Benchmark (ICEB), Florence, Italy, pp. 4763-4770.
- Dahnke, C., Selvaggio, A., Haase, M., Tekkaya, A. E., 2015.** Developments in Composite Extrusion. In: JSTP International Seminar on Precision Forging (7<sup>th</sup> ISPF), Nagoya, Japan, pp. 119-122.
- El Budamusi, M., Isik, K., Chen, L., Clausmeyer, T., Becker, C., Tekkaya, A. E., 2015.** Enhanced Damage Modelling for Sheet Metal Forming of High Strength Steels – Part 2: Application to forming processes. In: 2nd European Steel Technology and Application Days, Düsseldorf, Germany, (CD).

- Gamberoni, A., Donati, L., Reggiani, B., Haase, M., Tomesani, L., Tekkaya, A. E., 2015.** Process Monitoring and Analysis of Hollow EN AW-6063 Extruded Profile. In: *Materials Today: Proceedings 2, Aluminium 2000 and International Conference on Extrusion and Benchmark (ICEB)*, Florence, Italy, pp. 4714-4722.
- Gutknecht, F., Steinbach, F., Clausmeyer, T., Tekkaya, A. E., 2015.** Advanced material model for shear cutting of metal sheets. In: *Proceedings of COMPLAS XIII, Barcelona, Spain*, pp. 170-181.
- Grzancic, G., Becker, C., Ben Khalifa, N., Tekkaya, A. E., 2015.** Basic Investigations In Incremental profile Forming. *MSEC2015, Charlotte, North Carolina, US*. doi:10.1115/MSEC2015-9406.
- Hölker, R., Haase, M., Ben Khalifa, N., Tekkaya, A. E., 2015.** Hot extrusion dies with conformal cooling channels produced by additive manufacturing. In: *Materials Today: Proceedings 2, Aluminium 2000 and International Conference on Extrusion and Benchmark (ICEB)*, Florence, Italy, pp. 4838-4846.
- Isik, K., Chen, L., El Budamusi, M., Clausmeyer, T., Becker, C., Tekkaya, A. E., 2015.** Enhanced Damage Modelling for Sheet Metal Forming of High Strength Steels - Part 1: Material model, experimental characterization and identification. In: *2<sup>nd</sup> European Steel Technology and Application Days, Düsseldorf, Germany*, (CD).
- Isik, K., Doig, M., Richter, H., Clausmeyer, T., Tekkaya, A. E., 2015.** Enhancement of Lemaitre Model to Predict Cracks at Low and Negative Triaxialities in Sheet Metal Forming. In: *Key Engineering Materials Special Issue SheMet 2015, 639*, pp. 427-434.
- Levin, E., Haase, M., Foydl, A., Tekkaya, A. E., 2015.** Composite extrusion of aluminum with discontinuous eccentric reinforcement. In: *Materials Today: Proceedings 2, Aluminium 2000 and International Conference on Extrusion and Benchmark (ICEB)*, Florence, Italy, pp. 4758-4762.
- Lueg-Althoff, J., Gies, S., Weddelling, C., Tekkaya, A. E., 2015.** Joining of aluminium tubes by magnetic pulse welding. In: *Aluminium - Building the Future, Congress Proceedings, European Aluminium Congress, Session 4, 23.-24.1.2015, Düsseldorf, Germany*, pp. 1-15.

- May, D., Ortelt, T. R., Tekkaya, A. E., 2015.** Using Remote Laboratories for Transnational Online Learning Environments in Engineering Education. In: Proceedings of E-Learn: World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education 2015, Hawaii, USA, pp. 632-637.
- May, D., Sadiki, A., Pleul, C., Tekkaya, A. E., 2015.** Teaching and learning globally connected – Using live online classes for preparing international engineering students for transnational collaboration and for studying in Germany. In: 12<sup>th</sup> International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV), Bangkok, Thailand, pp. 114-122.
- Mennecart, T., Güner, A., Tekkaya, A. E., 2015.** Forming behaviour of laser welded Tailor Welded Blanks made out of multi-phase high strength steels - Characterisation, Modelling, and Verification. 2<sup>nd</sup> European Steel Technology and Application Days, Düsseldorf, Germany, (CD).
- Napierala, O., Haase, M., Tekkaya, A. E., 2015.** Hollow Lateral Extrusion without Lateral Mandrel. In: JSTP International Seminar on Precision Forging (7<sup>th</sup> ISPF), Nagoya, Japan, pp. 151-154.
- Ossenkemper, S., Haase, M., Tekkaya, A. E., 2015.** Composite Cold Forging of Shafts. In: Proceedings of the 48<sup>th</sup> ICFG Plenary Meeting (ICFG2015) Daejeon, Republic of Korea, pp. 89-94.
- Ossenkemper, S., Haase, M., Tekkaya, A. E., Nadolski, D., Schulz, A., Hoffmann, F., Zoch, H., 2015.** Cold Forging and Heat Treatment Induced Distortion. In: Proceedings of the 48<sup>th</sup> ICFG Plenary Meeting (ICFG2015) Daejeon, Republic of Korea, pp. 14-19.
- Sadiki, A., Ortelt, T. R., Pleul, C., Becker, C., Chatti, S., Tekkaya, A. E., 2015.** The Challenge of Specimen Handling in Remote Laboratories for Engineering Education. In: 12<sup>th</sup> International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV), Bangkok, Thailand, pp. 187-192.
- Schwane, M., Kloppenborg, T., Haase, M., Ben Khalifa, N., Tekkaya, A. E., 2015.** Approaches for the Simulation of Composite Extrusion - Possibilities and Limits. In: Materials Today: Proceedings 2, Aluminium 2000 and International Conference on Extrusion and Benchmark (ICEB), Florence, Italy, pp. 4771-4777.

- Selvaggio, A., Donati, L., Reggiani, B., Haase, M., Dahnke, C., Schwane, M., Tomesani, L., Tekkaya, A. E., 2015.** Effect of Choking and Bearing Length on Metal Flow Balancing in Extrusion Dies. In: *Materials Today: Proceedings 2*, Aluminium 2000 and International Conference on Extrusion and Benchmark (ICEB), Florence, Italy, pp. 4704-4713.
- Staupendahl, D., Becker, C., Tekkaya, A. E., 2015.** The Impact of Torsion on the Bending Curve during 3D Bending of Thin-Walled Tubes – a Case Study on Forming Helices. In: *Key Engineering Materials* 651-653, pp. 1595-1601.
- Tekkaya, A. E., Becker, C., Ortelt, T. R., Grzanic, G., 2015.** Utilizing Stress Superposition in Metal Forming. In: *JSTP International Seminar on Precision Forging (7<sup>th</sup> ISPF)*, Nagoya, Japan, pp. 1-6.
- Tekkaya, A. E., Hahn, M., Hiegemann, L., Weddeling, C., Ben Khalifa, N., 2015.** Umformen faserverstärkter thermoplastischer Kunststoff-Halbzeuge mit metallischen Deckblechen für den Leichtbau. In: 35. EFB-Kolloquium Blechverarbeitung 2015, Intermezzo der hybriden Werkstofflösungen - Hat Blech eine Zukunft?, Bad Boll, Germany, pp. 185-200.
- Tekkaya, A. E., Kloppenborg, T., Hölker, R., Schwane, M., Güzel, A., Haase, M., 2015.** New Developments in the Simulation of Extrusion Processes. In: *Proceedings of the International Conference: New Developments in Forging Technology – NEMU 2015*, Stuttgart, Germany, pp. 125-134.
- Zeller, S., Beese, S., Gerstein, G., Isik, K., Löhnert, S., Nürnberg, F., Wriggers, P., Maier, H. J., Tekkaya, A. E., 2015.** Möglichkeiten der simulativen Vorhersage von Temperaturentwicklung und Bauteilverformungen infolge plastischer Deformation bei DP600 Bauteilen. In: 18. Workshop Simulation in der Umformtechnik & 3. Industriekolloquium Blechmassivumformung 2015 – DFG Transregio 73, Dortmund, Germany, pp. 113-128.

## Vorträge<sup>3</sup> | Presentations<sup>4</sup>

- Ben Khalifa, N., 2015.** Incremental Profile Forming. 2015 CIRP General Assembly, 23.-29.08.2015, Cape Town, South Africa.
- Chen, L., 2015.** Experimental characterization and numerical modeling of monolithic and composite sheet in blanking process. Komplastech, 12.01.2015, Krynica-Zdrój, Poland.
- Dahnke, C., 2015.** Verbundstrangpressen. Werkstoffwoche, Forum 17.03, 14.-17.09.2015, Dresden, Germany.
- Dahnke, C., 2015.** Exzentrisch positionierte Verstärkungselemente beim partiellen Verbundstrangpressen. WGP Kongress 2015, 07.09.2015, Hamburg, Germany.
- Gies, S., 2015.** Prozessintegrierter Einsatz der elektromagnetischen Umformtechnologie. Werkstoffwoche, Forum 17.04, 14.-17.09.2015, Dresden, Germany.
- Gies, S., Demir, K., Tekkaya, A. E., 2015.** Process development for deep drawing with integrated electromagnetic forming. I<sup>2</sup>FG / PAK 343 Impulse Forming Workshop 2015, 05.-06.10.2015, Dortmund, Germany.
- Isik, K., 2015.** Erweiterung des Lemaitre-Modells zur Versagensvorhersage bei niedrigen und negativen Triaxialitäten bei der Blechumformung. Erste Sitzung der Arbeitsgruppe „Simulation“ des DVM, Deutscher Verband für Materialforschung und -prüfung e. V. - Arbeitskreis „Bauteilsicherheit und Bruchmechanik“. 06.10.2015, Kassel, Germany.
- Ortelt, T. R., 2015.** Teleoperative Prüfzelle als Remote Lab zur Materialcharakterisierung - LIVE-Demo. 44. DGHJ Jahrestagung, 03.-06.03.2015, Paderborn, Germany.
- Schuster, K., Kuska, R., May, D., Ortelt, T. R., 2015.** Ingenieursausbildung in Zeiten von Digitalisierung und Globalisierung. Fachtagung „Lehr- und Lernformate im Qualitätspakt“, 25.06.2015, Leipzig, Germany.
- Selvaggio, A., 2015.** Innovative Verfahrensvarianten des Aluminiumstrangpressens. Werkstoffwoche, Forum 17.03, 14.-17.09.2015, Dresden, Germany.
- 
- 3 Nur der/die Vortragende/die Vortragenden werden genannt.  
4 Only the lecturer/the lecturers are stated.

**Tekkaya, A. E., 2015.** Development of a methodology regarding combined quasi-static and dynamic forming processes. I<sup>2</sup>FG/PAK 343 Impulse Forming Workshop 2015, 05.-06.10.2015, Dortmund, Germany.

## **Forschungsberichte | Research Reports**

**Tekkaya, A. E., 2015.** Integration von Umformen, Trennen und Fügen für die flexible Fertigung von leichten Tragwerkstrukturen. Abschlussbericht: SFB/Transregio 10.

**Tekkaya, A. E., Steinbach, F., 2015.** Entwicklung von Solarabsorbern in Stahlbauweise auf Basis partiell plattierter Hybridhalbzeuge, Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V. im Stahl-Zentrum, Forschung für die Praxis.

## **Buchbeiträge | Books**

**Becker, C., Hermes, M., Tekkaya, A. E., 2015.** Incremental Tube Forming. In: Tekkaya, A. E., Homberg, W., Brosius, A., 2015. 60 Excellent Inventions in Metal Forming. Springer Vieweg, Berlin, pp. 351-356.

**Dahne, C., Kloppenborg, T., Schwane, M., Schikorra, M., Pietzka, D., Kleiner, M., Schomäcker, M., 2015.** Composite Extrusion. In: Tekkaya, A. E., Homberg, W., Brosius, A., 2015. 60 Excellent Inventions in Metal Forming. Springer Vieweg, Berlin, pp. 275-280.

**Haase, M., Ben Khalifa, N., 2015.** Chip Extrusion with Integrated Equal Channel Angular Pressing. In: Tekkaya, A. E., Homberg, W., Brosius, A., 2015. 60 Excellent Inventions in Metal Forming. Springer Vieweg, Berlin, pp. 261-266.

**Hermes, M., Staupendahl, D., Kleiner, M., 2015.** Torque Superposed Spatial bending. In: Tekkaya, A. E., Homberg, W., Brosius, A., 2015. 60 Excellent Inventions in Metal Forming. Springer Vieweg, Berlin, pp. 381-386.

- Grzanic, G., Becker, C., Hermes, M., 2015.** Incremental Profile Forming. In: Tekkaya, A. E., Homberg, W., Brosius, A., 2015. 60 Excellent Inventions in Metal Forming. Springer Vieweg, Berlin, pp. 357-362.
- Güner, A., Tekkaya, A. E., 2015.** In-Situ Measurement of Loading Stresses by Means of X-ray Diffraction with Multi-State Sheet Specimen. In: Tekkaya, A. E., Homberg, W., Brosius, A., 2015. 60 Excellent Inventions in Metal Forming. Springer Vieweg, Berlin, pp. 397-402.
- Kwiatkowski, L., Tekkaya, A. E., 2015.** TwinTool. In: Tekkaya, A. E., Homberg, W., Brosius, A., 2015. 60 Excellent Inventions in Metal Forming. Springer Vieweg, Berlin, pp. 161-166.
- Menecart, T., Kolbe, J., Kleiner, M., 2015.** Hybrid Deep Drawing Tools for High Strength Steels. In: Tekkaya, A. E., Homberg, W., Brosius, A., 2015. 60 Excellent Inventions in Metal Forming. Springer Vieweg, Berlin, pp. 83-88.
- Selvaggio, A., Becker, D., Klaus, A., Arendes, D., Kleiner, M., 2015.** Curved Profile Extrusion. In: Tekkaya, A. E., Homberg, W., Brosius, A., 2015. 60 Excellent Inventions in Metal Forming. Springer Vieweg, Berlin, pp. 287-292.
- Traphöner, H., Qing, Y., Tekkaya, A. E., 2015.** Sheet Material Characterization with the In-Plane Torsion Test: Cyclic Loading, Grooved Specimen and Twin Bridge Specimen. In: Tekkaya, A. E., Homberg, W., Brosius, A., 2015. 60 Excellent Inventions in Metal Forming. Springer Vieweg, Berlin, pp. 17-22.

## Herausgeberschaft | Editorship

Tekkaya, A. E., Homberg, W., Brosius, A., 2015. 60 Excellent Inventions in Metal Forming. Springer Vieweg, Berlin.

## Technische Magazine | Technical Magazines

Groche, P., Stein, P., Überlackner, D., Neumayer, F., Steinbach, F., 2015. Trockenscherschneiden von Verbundblechen. Einflussgrößen auf die Schnittgeometrie. Werkstattstechnik 105 (10), pp. 733-737.

Napierala, O., Haase, M., Tekkaya, A. E., Wälder, J., Felde, A., Liewald, M., 2015. Analyse und Optimierung des Hohl-Querfließpressens ohne Querdorne. International Aluminium Journal 6, pp. 75-79.



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



M.A. Nina Polak  
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



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



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



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



**Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Matthias Haase**  
Abteilungsleiter Massivumformung  
0231 755 2654  
matthias.haase@iul.tu-dortmund.de

## Abteilung Massivumformung | Bulk Metal Forming



**Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Matthias Haase**  
Abteilungsleiter Massivumformung  
0231 755 2654  
matthias.haase@iul.tu-dortmund.de



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



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



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



**Dipl.-Ing. Eilina Levin**  
Elternzeit



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



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



**Dipl.-Ing. Martin Schwane**  
0231 755 7229  
martin.schwane@iul.tu-dortmund.de

## Abteilung Blechumformung | Sheet Metal Forming



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



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



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



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



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

## Abteilung Biegeumformung | Bending

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



**M.Sc. Christian Löbbe**  
0231 755 8431  
christian.loebbe@iul.tu-dortmund.de



**M.Sc. Esmaeil Nazari**  
0231 755 4735  
esmaeil.nazari@iul.tu-dortmund.de



**M.Sc. M.Eng. Christian Pleul**  
Elternzeit



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



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



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



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



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



Abteilung für angewandte Mechanik in der Umformtechnik |  
Applied Mechanics in Forming Technologies



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



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



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



**M.Sc. Fabian Schmitz**  
0231 755 8498  
fabian.schmitz@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



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



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



**M.Sc. Sebastian Wernicke**  
0231 755 7429  
sebastian.wernicke@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



**Dipl.-Ing. Peter Steczkarek**  
0231 755 6917  
peter.steczarek@iul.tu-dortmund.de



## Technische Mitarbeiter | Technical Staff



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



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



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



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



**Dirk Hoffmann**  
0231 755 6605, - 5236  
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, - 5236  
frank.volk@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

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



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

**M.Sc. Dominic Müller**  
Persönlicher Referent Prof. Tekkaya  
0231 755 8453  
dominic.mueller@iul.tu-dortmund.de



# MMT | Master of Science in Manufacturing Technology



Dipl.-Fachübers. Andrea Hallen  
0231 755 6462  
andrea.hallen@iul.tu-dortmund.de



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



M.Sc. M.Eng. Christian Pleul  
Elternzeit



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

2015 ausgeschieden | Staff who left in 2015



Dr.-Ing.  
Christoph Becker



M.Sc.  
Sheng Cai



Dr.-Ing.  
Alper Güner



Dipl.-Ing.  
Frank Steinbach



Thilo Vollers



Dipl.-Ing.  
Mohammad El Budamusi



M.Sc.  
Lin Chen



Dipl.-Inf.  
Abdelhakim Sadiki



M.Sc.  
Hamad ul Hassan



Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing.  
Christian Weddeling