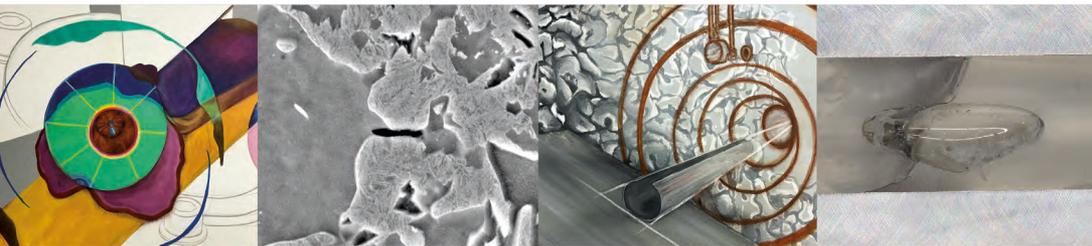


# Tätigkeitsbericht

# 23



# Tätigkeitsbericht

# 23

## 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. Yannis P. Korkolis  
Prof. Dr.-Ing. A. Erman Tekkaya

Copyright © Institut für Umformtechnik und Leichtbau

Redaktion  
Prof. Dr.-Ing. A. Erman Tekkaya  
Dr.-Ing. Frauke Maevus

Redaktionsassistentz  
Marie Rudolf  
Jeanette Brandt

Layout  
Patrick Cramer



## Inhalt

1	Lehre	1
1.1	Lehrveranstaltungsangebot	1
1.2	Master of Science in Manufacturing Technology (MMT)	6
1.3	Dissertationen	8
2	Forschung	15
2.1	Forschungsgruppen und -center	16
2.1.1	SFB/Transregio 188 – Schädigungskontrollierte Umformprozesse	16
2.1.2	ReCIMP – Research Center for Industrial Metal Processing	20
2.1.3	ReGAT – Research Group on Additive Technology	23
2.1.4	Forschungsgruppe Angewandte Mechanik	26
2.1.5	Kompetenzzentrum für digitale Produktionstechnologien Dortmund	28
2.2	Abteilung Massivumformung	30
2.2.1	Entwicklung eines kontinuierlichen Prozesses zur intrinsischen Herstellung von Kunststoff-Metall-Verbund-strukturen	31
2.2.2	Untersuchung des Einflusses der Legierungszusammensetzung auf die Entstehung von Längspressnahtabzeichnung bei eloxierten Strangpress-Profilen	32
2.2.3	Leichte Batteriegehäuse aus großformatigen Strangpressprofilen	33
2.2.4	Analyse eines neuen Verfahrens zum kontinuierlichen Strangpressen unter Anwendung der Ähnlichkeitstheorie	34
2.2.5	Festkörperschweißung oxidbehafteter Aluminiumoberflächen in der Umformtechnik	35
2.2.6	Beeinflussung der Schädigungsentwicklung beim Kaltfließpressen	36
2.2.7	Schädigungsuntersuchung bei der Herstellung von Antriebswellen mittels Radial- und Axialumformung	37
2.2.8	Verbundprojekt: Konzepte für die ressourceneffiziente und sichere Produktion von Leichtbaustrukturen (KORESIL)	38
2.2.9	Einfluss des mehrachsigen Bauschingereffektes in der Kaltmassivumformung	39

2.2.10	Stranggepresste Bleche aus Aluminiumspänen	40
2.2.11	Entwicklung eines effizienten physikalisch basierten Modellierungsansatzes zur Vorhersage der Mikrostruktur in Strangpressprozessen	41
2.2.12	Linienförmiges Fügen von Profilverbundsystemen mit erhöhten Dichtheitsanforderungen	42
2.3	Abteilung Profil- und Blechumformung	43
2.3.1	Modellintegration für die Prozesssimulation	44
2.3.2	Schädigungsbeeinflussung bei der Biegeumformung	45
2.3.3	Kinematisches Profilbiegen mit partieller Erwärmung des Querschnitts zur Gradierung der mechanischen Eigenschaften	46
2.3.4	Presshärten von Rohren mit Granulaten als passives Umformmedium	47
2.3.5	Eigenschaftsgeregelte mehrstufige Warmblechumformung	48
2.3.6	Analyse des Einsatzpotentials walzplattierter MnB-Cr-Stahlverbunde für das Presshärten	49
2.3.7	Prozessentwicklung und Technologietransfer eines kombinierten Umformverfahrens zur Herstellung gradiert Profile für Leichtbauanwendungen (ProLeit)	50
2.3.8	Inkrementelles Profilumformen mit Spannungsüberlagerung	51
2.3.9	Entwicklung eines Modells zur Vorhersage der Geometrieänderungen bei der Federherstellung auf Basis der Plastizitätstheorie unter Berücksichtigung der Wärmebehandlung	52
2.3.10	Neuartige ebene Torsionsprobe zur Charakterisierung von Schädigung und Verfestigung – gekrümmte Bleche und Bauteile	53
2.3.11	Werkzeugbedingte Beeinflussung des Dehnungszustands	54
2.3.12	Umformbarkeit von ferritischen und hochfesten Stählen	55
2.3.13	Vorhersage der Lebensdauer durch Knickbauchen umgeformter Rohre	56
2.3.14	Studie zur Anwendung umweltfreundlicher Schmierstoffe	57
2.4	Abteilung Sonderverfahren	58
2.4.1	Funktionsflächen durch adiabatische Hochgeschwindigkeitsprozesse: Mikrostruktur, Mechanismen und Modellentwicklung	59

2.4.2	Automatisiertes Bestücken und zerstörungsfreies Prüfen von Rohr-Fitting-Verbindungen (AutoFit)	60
2.4.3	Umformen mittels örtlich variabel vaporisierender Aktuatoren	61
2.4.4	Modellierung und Analyse der prozessbedingten Eigenschaften durch Laserpulverauftragschweißen additiv gefertigter Strukturen	62
2.4.5	Verbesserung des Einsatzverhaltens inkrementell umgeformter Bauteile durch gezielte Eigenspannungsinduktion	63
2.4.6	Umformung additiv gefertigter Sandwichblechverbunde mit optimierten Kernstrukturen	64
2.4.7	Einsatz und Analyse des adiabatischen Scherschneidens	65
2.4.8	Anwendung von Machine Learning Algorithmen zur Fließkurvenbestimmung	66
2.4.9	Reduzierung von Werkzeugverschleiß durch Kugelstrahlen	67
2.4.10	Eigenspannungsanalyse in geschweißten Bauteilen	68
3	Weitere Aktivitäten	73
3.1	Auszeichnungen	73
3.2	Veranstaltungen	76
3.3	Mitwirkung in nationalen und internationalen Organisationen: Prof. Dr.-Ing. A. Erman Tekkaya	80
4	Internationaler Austausch	87
5	Technische Ausstattung	97
<b>6</b>	<b>Kooperationen</b>	<b>Mittelteil</b>
<b>7</b>	<b>Abgeschlossene Arbeiten</b>	<b>Mittelteil</b>
<b>8</b>	<b>Ausgewählte Veröffentlichungen und Vorträge</b>	<b>Mittelteil</b>
<b>9</b>	<b>Mitarbeiter/-innen</b>	<b>Mittelteil</b>







## Geleitwort

Sehr verehrte Leserinnen und Leser,

das vergangene Jahr 2023 war für das Institut für Umformtechnik und Leichtbau wieder sehr ereignisreich. Im Bereich der Lehre konnten wir unseren internationalen Masterstudiengang „Master of Science in Manufacturing Technology (MMT)“ zum 3. Mal erfolgreich akkreditieren. Wir sind stolz auf die erfolgreichen Absolventen, die als Doktoranten an den verschiedensten Universitäten weltweit ihre akademische Laufbahn weiterverfolgen oder in der deutschen Industrie bzw. in Unternehmen ihrer Heimatländer wertvolle technologische Beiträge leisten. Unsere Ringvorlesung, eine Plattform für den Erfahrungsaustausch zwischen Industrie und Universität, hatte in 2023 neun spannende Vorträge aus Deutschland und aus dem Ausland. Durch die hybride Form der Veranstaltung haben sich die Teilnehmerzahlen vervielfacht und vor allem internationalisiert. Wir konnten auch in diesem Jahr die fruchtbare Zusammenarbeit mit der Gifu University aus Japan im Rahmen des G-CADET-Programmes fortsetzen. Dies konnten wir vor allem durch die großzügige Förderung der Karl-Kolle-Stiftung erreichen. Auch mit unserem amerikanischen Partner, the Ohio State University, konnten wir den Studierendenaustausch fortsetzen.

Im Bereich der Forschung musste ich die Sprecherschaft des SFB/TRR188 im September 2023 wieder übernehmen. Diese Sprecherschaft war geprägt durch die Vorbereitung des Forstsetzungsantrages der 3. Förderperiode. Wir haben uns sehr gefreut neben Frau Dr. S. Gondo, zwei weitere Alexander von Humboldt Stipendiaten gewinnen zu können. Prof. Jinjin Ha von der New Hampshire University (USA) sowie Dr. Yong Hou von der Tongji University (China). Damit konnte das IUL mit drei begabten internationalen Jungwissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern seine internationale Ausstrahlungskraft vorzeigen. Ohne die Förderung der Alexander von Humboldt Stiftung (AvH) wären diese Aufenthalte nicht möglich gewesen. Zum dritten Mal konnte das IUL ein Keynote für die International Academy for Production Engineering (CIRP) als „leading author“ verfassen. Die drei Keynotes stellen die drei Schwerpunkte der IUL-Forschung der internationalen Fachwelt vor: „Metal forming beyond shaping: Prediction and setting product properties“ (2015), „Damage in metal forming“ (2020) und schließlich „Stress superposition in metal Forming“ (2023). Beginnend mit der Vision, das Umformverfahren nicht nur die Form, sondern auch die Eigenschaften der Produkte beeinflussen, präsentiert das zweite Keynote eine bisweilen vernachlässigte Eigenschaft: die duktile Schädigung. Das letzte Keynote beschreibt wie neue Umformverfahren systematisch erfunden und Eigenschaften nach der Umformung beeinflusst

werden können. Schließlich, konnten in 2023 vier Dissertation am IUL erfolgreich abgeschlossen werden.

Industriennahe Forschung ist ein besonderes Anliegen des Institutes. Unser 2010 ins Leben gerufener Industriebeirat hatte in diesem Jahr das 25. Jubiläumstreffen. Alle 25 Treffen waren durch Offenheit und konstruktive Diskussionen geprägt. Wir haben bei diesen Treffen sehr viele wertvolle Impulse für unsere anwendungs- aber auch grundlagennahe Forschung erhalten und sind allen Mitgliedern dafür sehr dankbar. Ein Meilenstein für die Zusammenarbeit mit der hiesigen aber auch überregionalen Industrie ist die Gründung des Kompetenzzentrum für digitale Produktionstechnologien an der TU Dortmund am 29.03.2023. Dieses Kompetenzzentrum, als Teil der TU Concept GmbH der TU Dortmund, bildet sich aus verschiedenen Lehrstühlen der TU Dortmund, Industrieunternehmen und Industrieverbände und soll die Industrie in der Deglobalisierung und Digitalisierung durch Innovationen umfangreiche, schnelle und unkomplizierte Unterstützung leisten. Das Forschungszentrum ReCIMP (Research Center for Industrial Metal Processing), welches zusammen mit dem Unternehmen Faurecia (jetzt Teil der FORVIA-Gruppe) 2013 gegründet wurde, ist eine weitere wichtige Aktivität des IUL um anwendungsnahe Forschung umzusetzen. Nach 11 erfolgreichen Jahren konnten mit den Sparten „Faurecia Automotive Seating“ und „Faurecia Clean Mobility“ in diesem Jahr 10 weitere Projekte initiiert bzw. abgeschlossen werden.

Im November 2023 folgte Prof. Yannis Korkolis den Ruf der TU Dortmund und trat seinen Dienst als Professor am IUL an. Prof. Yannis Korkolis war an der The Ohio State University als Associate Professor tätig. Der international renommierte Wissenschaftler wird mit mir ca. 1 Jahr überlappend das Institut leiten. Wir sind sehr glücklich einen sehr erfolgreichen visionären Wissenschaftler ans IUL gewinnen zu können. Ich wünsche Prof. Korkolis viel Erfolg und alles denkbar Gute am IUL.

Die für die Wissenschaft und Industrie nutzbaren wichtigen Ergebnisse konnten nur gemeinsam mit allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern erarbeitet werden. Ich möchte mich sehr herzlich für die herausragenden Leistungen des IUL-Teams bedanken. Aber auch unseren nationalen und internationalen Partnern aus der Wissenschaft, Industrie, den Verbänden und der Forschungsförderung möchte ich an dieser Stelle sehr herzlich für deren Unterstützung und Zusammenarbeit danken.

Damit komme ich auch zu meinem Abschied. Am 31.12.2024 werde ich in den Ruhestand treten. Seit 2007 habe ich mit großer Freude, Eifer und Hingebung

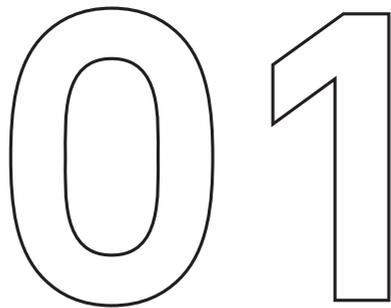
in Dortmund geforscht. Ich durfte mit vielen jungen begabte Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen sowie auch Kollegen und Kolleginnen zusammenarbeiten. Wir haben gemeinsam geschafft das IUL international bekannt zu machen und haben an 8 SFB's bzw. Transregios der DFG mitgewirkt; davon zwei als Sprecher und eins als stellvertretenden Sprecher geleitet. Auch bei 4 Forschungsgruppen und 9 Sonderschwerpunktprogrammen (SPP) der DFG konnten wir beitragen. Ich bin sicher, dass das IUL unter Leitung von Prof. Korkolis diese Forschungstätigkeit fortsetzen wird.



A. Erman Tekkaya



Lehre





# 1 Lehre

## 1.1 Lehrveranstaltungsangebot

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

Im Studiengang „Bachelor Maschinenbau“ und „Master Maschinenbau“ können die Studierenden bis zu 6 Vertiefungsrichtungen auswählen. Diese sind „Maschinentechnik“, „Produktionstechnik“, „Werkstofftechnik/ Werkstoffprüfung“, „Technische Betriebsführung“, „Modellierung und Simulation in der Mechanik“ sowie „IT in Produktion und Logistik“ (nur Master). Die am IUL angebotenen Vorlesungen bilden einen wesentlichen Anteil des Lehrumfangs in der Vertiefung „Produktionstechnik“ in Form von Pflicht- und Wahlveranstaltungen. In den anderen Vertiefungsrichtungen werden in der Regel Wahlveranstaltungen angeboten. Abgeschlossen wird das Lehrangebot durch die Betreuung von fachwissenschaftlichen Projektarbeiten, Bachelor- und Masterarbeiten.

Weitere Lehrangebote des Instituts im Jahr 2023 waren:

- Eigenschaftsorientierte Halbzeugherstellung
- Ringvorlesung Umformtechnik
- Fachlabor im Masterstudium Maschinenbau
- Fachlabor im Bachelorstudium Wirtschaftsingenieurwesen

Am 11. Mai 2023 hat für den internationalen Masterstudiengang „Manufacturing Technology“ (MMT) erfolgreich die „Re-Akkreditierung“ stattgefunden. Zu den im Rahmen der Re-Akkreditierung diskutierten Maßnahmen gehören Änderungen im Curriculum, wie z. B. dass das zu belegende Fach der „interdisziplinären Qualifikation“, welches bislang im 3. Fachsemester, der Studierenden, verortet war, nun in das 1. und 2. Semester vorgezogen wurde, damit die Studierenden direkt von Studienbeginn an z.B. einen Deutschkurs belegen können. Eine weitere Änderung betrifft den Wunsch der Studierenden, mehr

		Legend	
		 Pflichtveranstaltung	 Wahlveranstaltung
<b>Bachelor</b>	1. Semester / Winter	Fertigungslehre Überblick, Grundlagen, Halbzeug, Verfahren/Maschinen	
	5. Semester / Winter	Umformende Fertigungstechnologie Erw. Grundlagen, Plastizitätstheorie, Verfahren/Maschinen	Materialcharakterisierung in der Umformtechnik Theorie, Experimente, Auswertung
	6. Semester / Sommer	Methoden zur Analyse von Prozessen u. WZ-Maschinen Grundlagen der Umformmaschinen	Simulation in der Umformtechnik Anwendung der FEM in der Massiv- und Blechumformung
<b>Master</b>	1. Semester / Sommer	Umformtechnik I Vertiefung der Verfahren, Prozesskette	Analytische u. exp. Methoden in der Umformtechnik Modellierung von umformtechnischen Verfahren
	2. Semester / Winter	Umformtechnik II Sonderverfahren der Umformtechnik	Advanced Simulation Techniques in Metal Forming II Nichtlineare FEM

Vorlesungsstruktur am Beispiel des Studiengangs Maschinenbau mit Profil Produktionstechnik

Wahlmöglichkeiten bei den einzelnen Fächern zu haben. Dies wurde ebenfalls umgesetzt: Die Studierenden haben nun ab dem WS2023/2024 die Möglichkeit, 35 Leistungspunkte verteilt auf die ersten drei Semester zu belegen (vormals waren es 30 LP, verteilt auf zwei Semester).

Um die Studierenden des MMT mit den Studierenden der anderen Studiengänge (außerhalb des MMTs) in einen gemeinsamen Austausch zu bringen, wurde der Umfang des „Laboratory Work“ an die anderen Studiengänge der Fakultät Maschinenbau angeglichen, sodass die MMT-Studierenden diese nun zukünftig gemeinsam mit den Studierenden anderer Studiengänge absolvieren können. Eine weitere Maßnahme ist, dass Module, die bislang über zwei Semester verteilt waren, nun in jeweils eigenständige Module unterteilt wurden, die innerhalb eines Semesters abgeschlossen werden. Das vom IUL angebotene Modul „Forming Technology“ wird zukünftig in den beiden Vorlesungen „Bulk Metal Forming“ (Wintersemester) und „Sheet Metal Forming“ (Sommersemester) angeboten. Eine Übersicht zur Aufnahme neuer Vorlesungen in den Wahlkatalog für die Studierenden und weitere Veränderungen im Curriculum sind im neuen Modulhandbuch zu finden.

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

- Bulk Metal Forming
- Sheet Metal Forming
- Advanced Simulation Techniques in Metal Forming II
- Additive Manufacturing
- Property Control of Semi-Finished Products
- Aluminium — Basic Metallurgy, Properties, Processing and Applications
- Laboratory Work – Material Characterization in Forming Technology



Begrüßung des MMT-Jahrgangs 2023

Am 9. Oktober 2023 hat das 13. „Welcome Event“ für die neuen MMT-Studierenden stattgefunden. Nach einer Vorstellungsrunde richtete Prof. Tekkaya, der Initiator des im Jahr 2011 eingeführten Studiengangs, einen Willkommensgruß an die neue Kohorte. Im Anschluss an ein gemeinsames Kaffeetrinken wurde das Versuchsfeld des IULs besucht.

Vom 18. bis 22. September 2023 war Prof. Yoshinori Yoshida, Gifu University, Japan, zu Gast am IUL. Prof. Yoshida ist Leiter und Koordinator des Austauschprogrammes „G-CADET“. Ziel dieses im Zuge seines Besuchs am IUL vorgestellten Programmes, ist es, die internationale Zusammenarbeit in den Ingenieurwissenschaften mit Japan auszubauen. Dies wurde auch umgesetzt, sodass zum Jahreswechsel zwei Maschinenbau-Studierende der TU Dortmund für einen 2-monatigen Forschungsaufenthalt nach Japan gereist sind und ebenfalls ein japanischer Studierender das IUL für zwei Monate besuchen konnte, um im Bereich der additiven Fertigung mit zu forschen.



Vorstellung des G-CADET-Studierendenaustauschprogramms durch Prof. Yoshida am 21. September 2023 am IUL

Ein weiterer Studierendenaustausch fand mit der Ohio State University, USA, statt. Zwei Studierende waren 10 Wochen lang für ein Forschungspraktikum am IUL. Gefördert durch die National Science Foundation (NSF), wurde an regelungstechnisch relevanten Grundlagen der inkrementellen Profilumformung gemeinsam mit IUL-Mitarbeitern geforscht.

Fest etabliert hat sich nun das Angebot der hybriden Ringvorlesung. Während vor der Corona-Zeit nur Präsenzvorlesungen angeboten wurden, musste die Vorlesung während der Pandemie auf ein rein digitales Format umgestellt werden. Aktuell wird die Vorlesung in hybrider Form angeboten, d.h. die Vorlesung wird in Präsenz und/oder digital gehalten und live via Zoom übertragen. Auch im Sommersemester 2023 haben wir 6 spannende Vorträge hören dürfen und bedanken uns herzlich für die Bereitschaft der Industrie, den Erfahrungsaustausch zwischen Industrie und Wissenschaft zu fördern.

In der SchnupperUni2023 konnten sich Schülerinnen und Schüler der Oberstufe über das Studium an der TU Dortmund und ihre aktuelle Forschung informieren. Das IUL hat in diesem Jahr mit seinem interaktiven Vortrag „Das Auto aus der Dose“ gezeigt, wie Grundlagenforschung im Bereich der Umformtechnik dazu beitragen kann, Kreisläufe nachhaltiger zu gestalten. Dies bietet den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit, Einblicke in eine Vorlesung und den Alltag eines Studierenden zu gewinnen. Im Nachgang hieran wurde in der Experimentierhalle das Späne-Strangpressen live gezeigt und so der Alltag von Wissenschaftler(-innen) präsentiert.

Im Jahr 2023 haben sich folgende Lehrbeauftragte an den Lehrveranstaltungsangeboten des IUL beteiligt:

# Hybride Ringvorlesung Sommersemester 2023

Erfahrungsaustausch zwischen Industrie und Universität

 <p>Di., 25. April 2023 - 16:00 Uhr  (in Präsenz und online) <b>„Advanced Manufacturing for Space Applications“</b> Dr. Advenit Makaya ESA - European Space Agency</p>	 <p>Di., 30. Mai 2023 - 16:00 Uhr  (nur online) <b>„Inline-Prozessdatenerfassung und –integration in die Simulation“</b> Dr. Kerim Isik BMW Group</p>
 <p>Do., 11. Mai 2023 - 16:00 Uhr  (nur online) <b>„Hochtaktende Stanzteilfertigung für Elektronikanwendungen und die Automatisierungstechnik“</b> Dr. Chris Frederic Mertin PHOENIX FEINBAU GmbH &amp; Co. KG</p>	 <p>Do., 01. Juni 2023 - 16:00 Uhr  (in Präsenz und online) <b>„Modeling of damage-to-fracture transition for bulk metal forming applications“</b> Dr. José Alves TRANSVALOR S.A.</p>
 <p>Do., 25. Mai 2023 - 16:00 Uhr  (in Präsenz und online) <b>„Kaltmassivumformung: Herausforderungen einer Serienproduktion“</b> Jonas Wälder fischerwerke GmbH &amp; Co. KG</p>	 <p>Do., 29. Juni 2023 - 16:00 Uhr  (in Präsenz und online) <b>„Reducing CO<sub>2</sub> emissions in mining and steelmaking for automotive car components“</b> Dr. Manuel Otto SSAB Europe</p>

Flyer der Ringvorlesung aus dem Sommersemester 2023

- Prof. J. Hirsch, Aluminium Consulting - Königswinter
- Prof. J. Sehr, Ruhr-Universität Bochum
- Prof. P.A. F. Martins, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Portugal
- Dr. G. Georgiadis, Excelix Ltd.
- Dr. K.-F. Karhausen, Speira GmbH
- Dr. J. Ostrowski, Quaker Houghton
- Dr. S. Gies, Danieli Germany GmbH
- Dr. L. Kwiatkowski, OTTO FUCHS KG
- A. Roßbach, SMS Group GmbH

Weitere Informationen sind unter [www.iul.eu/lehre](http://www.iul.eu/lehre) zu finden.

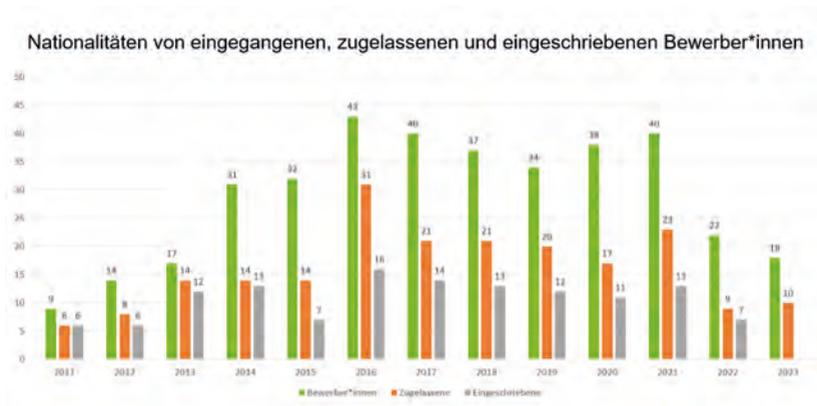
## 1.2 Master of Science in Manufacturing Technology (MMT)

Koordination

Prof. Dr.-Ing. A. Erman Tekkaya  
 Frigga Göckede B. B. A.  
 Kerstin Barton M. A.  
 Dr.-Ing. Ramona Hölker-Jäger

Für den Studienstart zum Wintersemester 2023/24 wurden aus 302 Bewerbungen aus 18 Nationen 25 exzellente Studierende für den Master of Science in Manufacturing Technology (MMT) ausgewählt. Hiervon haben sich 13 eingeschrieben (Stand 01.10.2023) und ihr Studium in Dortmund aufgenommen.

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



Entwicklung der Diversität im MMT-Programm (Stand 01.10.2023)

Newsletter verschickt und Anzeigen auf den DAAD-Länderseiten geschaltet, um auf das Programm und die Bewerbungsfrist aufmerksam zu machen. Darüber hinaus wurden europäische Fachhochschulen, die kein englisches Masterprogramm in Maschinenbau oder Manufacturing anbieten, gezielt angeschrieben, um den MMT bei den dortigen Studierenden zu bewerben. Es wurde außerdem ein Newsletter eingerichtet, für den sich Interessenten/-innen über die Homepage anmelden können, um so regelmäßige Informationen zu Fristen, Neuigkeiten und Themen rund um das Studium erhalten zu können.

Im Frühjahr 2023 wurde der MMT erfolgreich systemakkreditiert. Im Rahmen dieser Akkreditierung wurden einige Änderungen im Studienverlaufsplan vorgenommen. Das Modul „Interdisciplinary Qualification“ ist künftig nicht mehr für das dritte, sondern für die ersten beiden Semester geplant. Die Anzahl an Leistungspunkten für die Laborarbeit und die Projektarbeit wurden an die deutschsprachigen Studiengänge angepasst. Darüber hinaus wurden mehrere neue Kurse in den Wahlkatalog aufgenommen. Zusätzlich wird, wie auch in den anderen Studiengängen der Fakultät, zukünftig größtenteils auf Teilleistungen im Curriculum verzichtet. Module, die bisher über zwei Semester verteilt waren, werden in jeweils eigenständige Module unterteilt, die innerhalb eines Semesters abgeschlossen werden.

Zum Studienstart 2023/24 wurden die neuen Studierenden wieder im Rahmen einer Welcome Week an der TU Dortmund begrüßt. Dabei wurden neben der offiziellen Begrüßungsveranstaltung ein Workshop zum wissenschaftlichen Schreiben sowie ein Workshop, der die Studierenden auf die interkulturellen Begegnungen, die sie bei ihrem Leben und Studium in Deutschland erwartet, vorbereiten soll, angeboten. Darüber hinaus konnten die Studierenden des MMT zusammen mit den neuen Studierenden des internationalen Studiengangs „Process Systems Engineering“ der Fakultät Bio- und Chemieingenieurwesen an einer Campus-Ralley sowie einer Stadtführung teilnehmen.

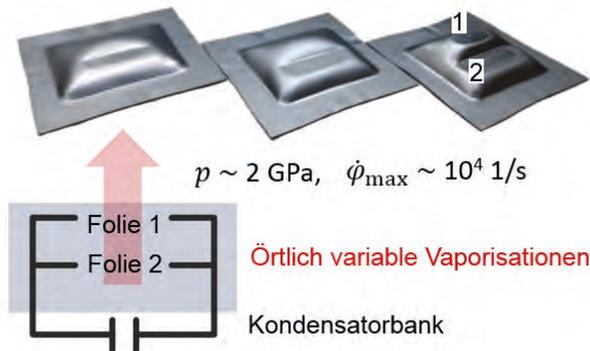
Für weitere Informationen: [www.mmt.mb.tu-dortmund.de](http://www.mmt.mb.tu-dortmund.de)

## 1.3 Dissertationen

Hahn, Marlon	Umformung mittels vaporisierender Aktuatoren: Experimente und Modellierung
Reihe	Dortmunder Umformtechnik, Band 119
Verlag	Shaker Verlag, 2023
Mündl. Prüfung	16. Februar 2023
Berichter	Prof. Dr.-Ing. A. E. Tekkaya
Mitberichter	Prof. Dr.-Ing. habil. S. Reese, RWTH Aachen University

Die schnelle Ohm'sche Erwärmung metallischer Folien führt zu einer explosionsartigen Expansion, welche auf diese Weise als Aktuator wirkend für die dynamische Umformung von Blechwerkstücken genutzt wird. Da dieses innovative Verfahren noch relativ jung ist, existieren bisher nur wenige Grundlagenuntersuchungen und es besteht noch kein Ansatz für eine durchgängige, makroskopische Prozessmodellierung.

Neben experimentellen Referenzuntersuchungen wird eine Gesetzmäßigkeit identifiziert, die auch analytisch vorhersagt, wie hoch die elektrische Aktuatorenenergieeinbringung bis zum sogenannten Berstpunkt ausfällt. Für die aus dieser Energie resultierende, nachfolgende Blechumformung werden drei Modelle eingeführt: Das vollständige Modell berücksichtigt eine Kopplung von deformierbaren Festkörpern als finite Elemente mit dem durch Partikel abgebildeten Aktuator. Zwei reduzierte, effizientere Modelle betrachten lediglich das Blechwerkstück, das mit einem definierten Impuls beaufschlagt wird. Die validierten Ergebnisse bilden schließlich die Basis für die Realisierung örtlich variabler Vaporisationen entsprechend der gewünschten Bauteilgeometrie.

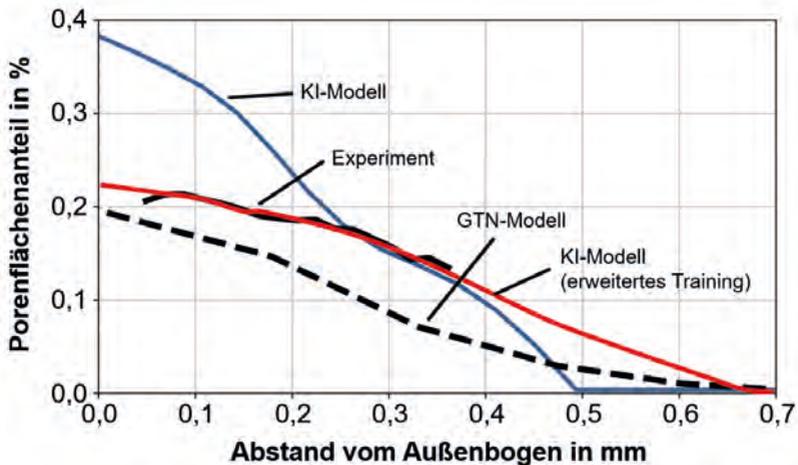


Erstmalige Realisierung paralleler Vaporisation in der Blechumformung

Schowitzjak, Alexander	Vorhersage der Porenentwicklung in der Umformtechnik
Reihe	Dortmunder Umformtechnik, Band 122
Verlag	Shaker Verlag
Mündl. Prüfung	26. Mai 2023
Berichter	Prof. Dr.-Ing. A. E. Tekkaya
Mitberichter	Prof. Dr.-Ing. S. Münstermann, RWTH Aachen University

Ziel dieser Arbeit ist die Vorhersage der Porenentwicklung in umformtechnischen Prozessen. Dazu wurden neuartige Methoden entwickelt, die neben makroskopischen Daten wie Kraft-Weg-Verläufen und optischen Dehnungsmessungen zusätzlich mikroskopische Porenmessungen mittels Rasterelektronenmikroskop verwenden. Bei der Verwendung von in der Literatur üblichen Schädigungsmodellen, wie dem Lemaitre-Modell und dem Modell nach Gurson-Tvergaard-Needleman, ermöglicht diese Strategie eine erhebliche Verbesserung der Vorhersagegenauigkeit gegenüber herkömmlichen, in der Literatur verwendeten Methoden.

Weiterhin wurde ein Modell, basierend auf einem neuronalen Netz entwickelt, das die Porenevolution, basierend auf experimentellen Porenmessungen, vorhersagen kann. So werden keine Annahmen für die Porenevolution benötigt, wie bei konstitutiven Modellen üblich. Mit diesem Modell lässt sich die Vorhersagegenauigkeit nochmal deutlich steigern.



Vorhersage des Porenanteils beim Freibiegen mittels konstitutivem Modell und KI-Modell

Kamaliev, Mike

Isotherme Innenhochdruckumformung  
geschlossener Profile - Werkstoffcharakterisie-  
rung und Prozessumsetzung

Reihe

Dortmunder Umformtechnik, Band 120

Verlag

Shaker Verlag, 2023

Mündl. Prüfung

21. Mai 2023

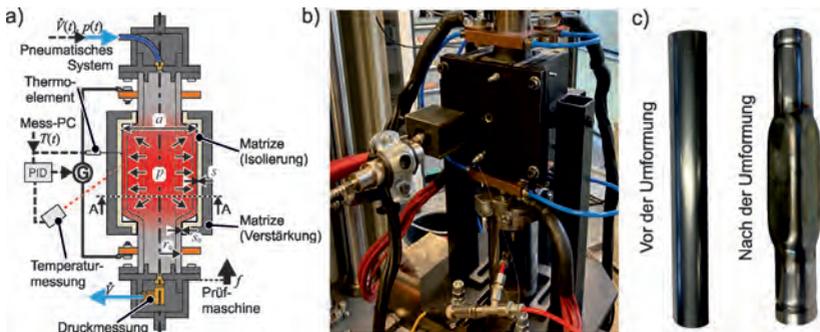
Berichter

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

Mitberichter

Prof. Dr.-Ing. W. Homberg,  
Universität Paderborn

Die Warmumformung von Blechwerkstoffen gilt als konventionelles Verfahren zur Herstellung hochfester Komponenten. Durch die Übertragung der Prozessmechanik auf die Innenhochdruckumformung können neue Anwendungsbereiche erschlossen werden. Ausgehend von diesem Stand wurde das neue Verfahren der Isothermen-Hochtemperatur-Pneumoumformung entwickelt. Bei diesem Prozess werden Rohre konduktiv erwärmt und mittels Innendruck ausgeformt. Dabei wird eine möglichst konstante Werkstücktemperatur angestrebt, um höhere Formänderungen zu erreichen. Für eine numerische Prozessmodellierung wurden prozessnahe Methoden der Werkstoffcharakterisierung entwickelt. Dadurch ist unter anderem die Aufnahme von Grenzformänderungskurven und Fließkurven von Rohren unter isothermen Bedingungen möglich. Die Isothermen-Hochtemperatur-Pneumoumformung wurde numerisch modelliert und anhand geometrischer Kennwerte validiert. Weiterhin konnten erfolgreich Prozessfenster abgeleitet werden.



Isotherme-Hochtemperatur-Pneumoumformung: Schematische Darstellung (a), experimentelle Umsetzung (b) und finale Bauteile (c)

Maaß, Fabian

Reihe

Verlag

Mündl. Prüfung

Berichter

Mitberichter

Gezielte Eigenspannungseinstellung in der  
inkrementellen Blechumformung

Dortmunder Umformtechnik, Band 121

Shaker Verlag

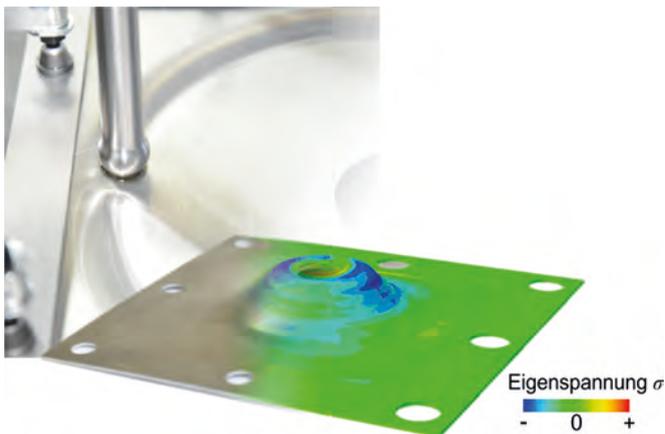
24. Oktober 2023

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

Prof. Dr.-Ing. S. Härtel,

BTU Cottbus-Senftenberg

Durch inhomogene Umformung während der Bauteilherstellung verbleiben Spannungen im Material. Diese Eigenspannungen können die Leistungsfähigkeit eines Bauteils je nach Ausprägung signifikant steigern oder zu einem früheren Versagen im Belastungsfall führen. Für eine gezielte Nutzung umforminduzierter Eigenspannungen werden geeignete Prognosemodelle benötigt, um ressourcenintensive, nachgelagerte mechanische oder thermische Bearbeitungsschritte zur gezielten Eigenspannungseinstellung einzusparen. Eine unterhalb des Werkzeugs lokalisierte Umformzone der inkrementellen Blechumformung (IBU) bietet die Möglichkeit, Eigenspannungen lokal definiert in Bauteile einzubringen. Für den Zusammenhang von Prozessparametern, Umformmechanismen und Eigenspannungsausbildung wird durch experimentelle und numerische Prozessanalysen ein grundlegendes Verständnis erarbeitet. Durch Spannungsüberlagerung im IBU-Prozess können gezielt beidseitige Druckeigenspannungen eingebracht werden, welche die Leistungsfähigkeit hergestellter Bauteile unter zyklischer Last nachweislich steigern.



Durch inkrementelle Blechumformung induzierte Eigenspannungen in einer Kegelstumpfgeometrie

# 01

Lehre

Forschung

02



## 2 Forschung

Die Mitarbeitenden (30 Wissenschaftler/-innen, 12 technische und administrative Mitarbeiter/-innen sowie mehr als 50 studentische Hilfskräfte) am Institut für Umformtechnik und Leichtbau leisten mit ihrer Forschung einen wichtigen Beitrag zur klimafreundlichen Gestaltung der Fertigungstechnik. Dabei entwickeln sie neue Fertigungsverfahren wie das Hybridstrangpressen von Aluminium und Hochleistungskunststoffen sowie die Prototypenfertigung von Tiefziehmatrizen mit einem effizienten 3D-Druckverfahren. Weiter entwickeln die Mitarbeitenden Prüfverfahren und bringen sie zur Anwendungsreife. Stranggepresste Aluminium-Kunststoffprofile ermöglichen Gewichtsreduktionen und die Einsparung von CO<sub>2</sub>-Emissionen im Betrieb in verschiedenen Anwendungsfeldern.

Ausdruck der erfolgreichen Forschung am Institut sind national und international sichtbare Auszeichnungen wie der JSTP International Award for Young Researchers für Herrn Eike Hoffmann und der internationale Karl-Kolle-Preis für Herrn Dr. Till Clausmeyer. Das Keynote-Paper zum Einsatz der Spannungsüberlagerung in der Umformtechnik in den CIRP Annals (Erstautor: A. Erman Tekkaya) mit international ausgewiesenen Koautoren untermauert ebenfalls die internationale Vernetzung. Die Beteiligung am Sonderforschungsbereich TRR 188 (Standort Sprecherschaft), erfolgte Bewilligungen in den Schwerpunktprogrammen SPP 2013 und SPP 2183 sowie ein Kooperationsprojekt aus dem Förderprogramm TTP Leichtbau sind Nachweis der Forschungsstärke. Neben den drei Abteilungen „Massivumformung“, „Profil- und Blechumformung“ sowie „Sonderverfahren“ besteht die in der Grafik dargestellte Institutsstruktur aus den drei abteilungsübergreifenden Einheiten „Research Center for Industrial Metal Processing“ (ReCIMP), „Research Group on Additive Technology“ (ReGAT) und der „Forschungsgruppe Angewandte Mechanik“. Die abteilungsspezifischen Forschungsschwerpunkte und Forschungsprojekte sind nachfolgend detailliert beschrieben.



Institutsstruktur

## 2.1 Forschungsgruppen und -center

### 2.1.1 SFB/Transregio 188 – Schädigungskontrollierte Umformprozesse

Projekträger	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Projektnummer	TRR 188 - 2023
Stellvertretender Sprecher und Standortsprecher	Prof. Dr.-Ing. A. Erman Tekkaya

Seit nunmehr 6 Jahren beschäftigen sich Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus den Bereichen Umformtechnik, Werkstofftechnik, Werkstoffprüftechnik und Mechanik mit der Erforschung der Schädigung bei Umformprozessen. Ihr Ziel ist es, die Mechanismen der Werkstoffschädigung bei der Umformung von der Mikro- bis zur Makroebene zunächst im Detail zu verstehen, um dann auf dieser Grundlage zum einen die Schädigungsevolution quantitativ vorherzusagen und zum anderen die Schädigungszustände im Hinblick auf die Bauteilleistungsfähigkeit gezielt einzustellen. Während andere Bauteileigenschaften, die gleichfalls durch Umformprozesse beeinflusst werden, wie die Kaltverfestigung oder Eigenspannungen, kontrolliert und zur Verbesserung der Leistung metallischer Bauteile optimiert werden können, bleibt die Kontrolle umformbedingter Schädigung eine Herausforderung. Schädigungsbedingtes Versagen kann unter ungünstigen Bedingungen vorzeitig auftreten und so die volle Ausschöpfung des Werkstoffpotenzials behindern. Nur durch eine umfassende Schädigungskontrolle entlang der gesamten Prozesskette, wie sie der Sonderforschungsbereich TRR 188 verfolgt, kann das volle Potenzial der Werkstoffe sicher ausgeschöpft werden.

In den bisher durchgeführten Forschungsarbeiten konnte anhand typischer Blech- und Massivumformprozesse nachgewiesen werden, dass die Schädigung durch Modifikationen des Umformprozesses beeinflusst und ggf. reduziert werden kann. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass eine Reduzierung der Schädigung durch Prozessveränderungen die Leistungsfähigkeit des Werkstoffs erhöht. So wurden bei kaltfließgepressten Proben aus dem Werkstoff 16MnCr5 durch eine gezielte Änderung des Lastpfads, d. h. der zeitlichen Verteilung von Spannung und Dehnung, der scheinbare Elastizitätsmodul um etwa 10 %, die Anzahl der Belastungszyklen bis zum Versagen um etwa 20 % und die Kerbschlagarbeit um bis zu 79 %, erhöht. Auch bei der Blechumformung führt eine Änderung des Dehnungspfads zu einer geringeren Schädigungsentwicklung und damit zu etwa 15 % höheren Bruchdehnungen (vgl. Bild 1).

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Betrachtung von thermisch aktivierten Mechanismen, sowohl bei der Warmumformung von Bauteilen als auch bei der Wärmebehandlung von kaltumgeformten Bauteilen und ihr Einfluss auf entstehende Schädigungen. In Bild 2 sind beispielhaft die Auswirkungen des Spannungsarmglühens, des Rekristallisationsglühens, des Normalisierens und des Einsatzhärtens auf die Kerbschlagarbeit von zwei Proben, einer mit hoher Schädigung (rote Proben) und einer mit geringer Schädigung (blaue

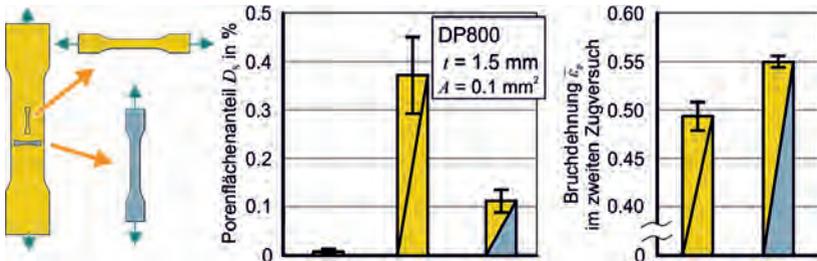


Bild 1: Änderung des Dehnpfads führt beim Freibiegen im Gesenk zu einer geringeren Schädigungsentwicklung (Projekt A05, Lennemann)

Proben), dargestellt. Offensichtlich bleibt bei dem Werkstoff 16MnCr5 die Wirkung der Schädigung durch das Spannungsarmglühen erhalten, während bei den anderen Proben die Wirkung der Schädigung durch die Wärmebehandlung mehr oder weniger aufgehoben wird. Ganz anders verhält es sich jedoch bei dem Werkstoff 34MnB5, der zunächst im kalten Zustand radialgeschmiedet und dann vollständig gehärtet wird. Hier nimmt die Schädigung nach der Wärmebehandlung deutlich zu. Diese widersprüchlichen Ergebnisse sollen in der dritten Förderperiode weiter untersucht werden.

Diese und weitere Erfolge wurden durch die enge Zusammenarbeit der drei Projektbereiche „A-Prozesstechnologie“, „B-Charakterisierung“ und „C-Modellierung“ ermöglicht. Neue Charakterisierungsmethoden, die im B-Bereich entwickelt wurden, ermöglichen die Bewertung der umgeformten Bauteile des A-Bereichs sowie die Parametrisierung und Validierung der Modelle des C-Bereichs. Diese Modelle sind in der Lage, die Schädigungsmechanik auf verschiedenen Skalen zu beschreiben und stellen die Verbindung zu den Modellen zur Bestimmung der Bauteilleistungsfähigkeit her.

Für einen Wissenstransfer in die industrielle Anwendung wurden in der derzeit laufenden zweiten Förderperiode (2021-2024) drei industrielle Transferprojekte initiiert. Wichtige Impulse für den Anwendungsbezug und die Ausrichtung der weiteren Forschungsarbeiten erhält der TRR 188 zudem durch einen Industriekreis, der den TRR 188 seit Beginn der ersten Förderperiode konstruk-

tiv unterstützt. Die Zusammensetzung des Industriekreises orientiert sich zum einen an den im TRR 188 betrachteten umformtechnischen Prozessketten und zum anderen an den beteiligten Fachdisziplinen. Dementsprechend sind Werkstoff- und Halbzeughersteller, Umformtechniker aus der Blech- und Massivumformung, Bauteilanwender sowie Unternehmen aus den Bereichen Software und Messtechnik vertreten. Jährlich kommen die Industriekreismitglieder zu einem eintägigen Treffen zusammen, bei dem die aktuellen Forschungsergebnisse des TRR 188 vorgestellt und gemeinsam diskutiert werden.

Für einen breiter angelegten Wissensaustausch mit zahlreichen interessierten Teilnehmerinnen und Teilnehmern aus Wissenschaft und Industrie wurde

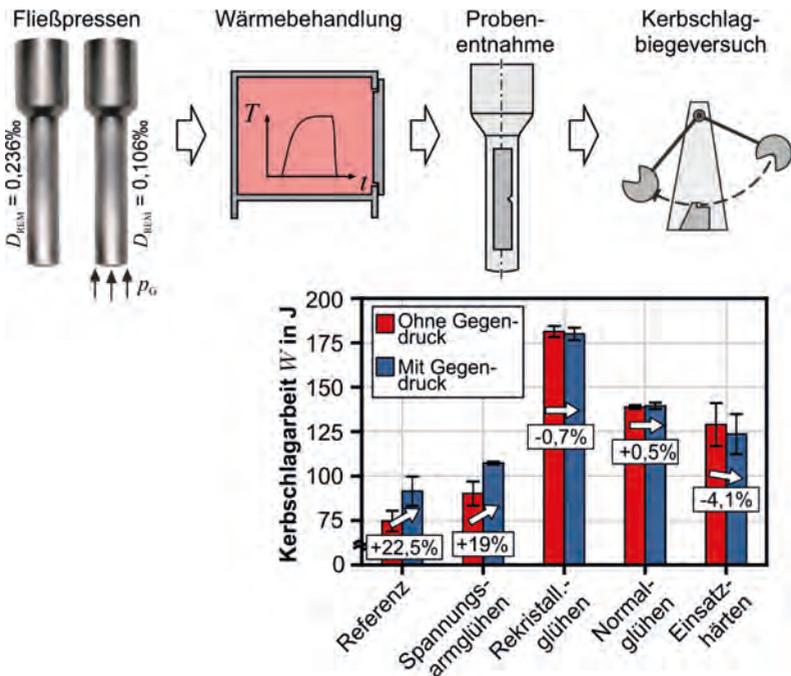


Bild 2: Auswirkungen der verschiedenen Wärmebehandlungen auf die Leistungsfähigkeit kaltumgeformter Bauteile (Projekt A02, Gitschel)

im November 2023 das mittlerweile 4. Industriekolloquium des TRR 188 in Aachen veranstaltet. In diesem Jahr lag der Fokus auf den Möglichkeiten, wie die Schadensentwicklung kontrolliert und die Leistungsfähigkeit von Bauteilen durch Prozessgestaltung sowie durch Anpassung schadenstoleranter Mikrostrukturen verbessert werden kann. Hochkarätige Referenten aus In-

industrie und Forschung stellten hierzu ihre neuesten Erkenntnisse vor, zeigten das Potenzial für industrielle Anwendungen auf und gaben einen Ausblick auf zukünftige Entwicklungstrends. Zusätzlich präsentierte der TRR 188 seine aktuellen Forschungsergebnisse in einer begleitenden Postersession, die zu vielen anregenden Fachgesprächen in den Pausen einlud.

Am TRR 188 beteiligt sind die RWTH Aachen als derzeitige Sprecherhochschule und die TU Dortmund. Am Standort Aachen kommen die Teilprojektleiterinnen und -leiter aus dem Institut für Bildsamer Formgebung (IBF), dem Institut für Eisenhüttenkunde (IEHK) und dem Institut für Metallkunde und Metallphysik (IMM) aus der Fakultät für Georessourcen und Materialtechnik sowie dem Werkzeugmaschinenlabor (WZL) aus der Fakultät für Maschinenwesen und dem Gemeinschaftslabor für Elektronenmikroskopie (GFE). Am Standort Dortmund erfolgt die Bearbeitung der Teilprojekte durch das Institut für Umformtechnik und Leichtbau (IUL), das Institut für Mechanik (IM) und dem Lehrstuhl für Werkstoffprüftechnik (WPT) aus der Fakultät Maschinenbau sowie durch den Lehrstuhl Baumechanik (BM) aus der Fakultät Architektur und Bauingenieurwesen. Zudem sind das Institut für angewandte Materialien - Werkstoff- und Biomechanik (IAM-WBM) der Fakultät für Maschinenbau am KIT Karlsruhe und das außeruniversitäre Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH (MPIE) in Düsseldorf am TRR 188 beteiligt.

## 2.1.2 ReCIMP – Research Center for Industrial Metal Processing

Leitung Florian Weber M. Sc.

Die seit 2013 etablierte Kooperation mit dem internationalen Automobilzulieferer Forvia-Faurecia wurde auch im vergangenen Jahr 2023 erfolgreich fortgesetzt. Das „Research Center for Industrial Metal Processing“ (ReCIMP) ist eine anwendungsnahe Forschungskoooperation des IUL mit den Sparten „Faurecia Automotive Seating“ und „Faurecia Clean Mobility“. Im ReCIMP wird in vielfältigen innovativen Projekten unter anderem in den Bereichen der Prozessentwicklung, Materialwissenschaften und Leichtbau zusammengearbeitet. Übergeordnete Zielsetzung jedes Projekts ist die Verbesserung und Vertiefung von Grundlagenwissen der betrachteten Prozesse und Prozessketten. Außerdem liegt ein Schwerpunkt auf der Identifikation und Untersuchung neuer wissenschaftlicher Forschungsschwerpunkte aus dem Bereich der Fertigungstechnik. Die Synergien, die sich aus der Kooperation mit anderen Industrieunternehmen und Forschungseinrichtungen ergeben, sind ein willkommener Nebeneffekt. Außerdem fördert die Kooperation des IUL mit Forvia-Faurecia auch eine praktische Zusammenarbeit an den verschiedenen Standorten des Unternehmens.

Strukturell sind die einzelnen ReCIMP-Projekte den folgenden sechs Schwerpunktbereichen zugeordnet:

- Erweiterung der Formänderungsgrenzen
- Charakterisierung hochfester Stahlgüten
- Alternative Produktionsmethoden
- Flexible Produktion
- Leichtbaustrukturen
- Verarbeitung von Rohrrhalbzeugen

Die Projektbearbeitung erfolgt themenspezifisch durch Wissenschaftler/-innen der verschiedenen Abteilungen des IUL. Das Advisory Board des ReCIMP diskutiert regelmäßig die Fortschritte in den einzelnen Projekten sowie die Gesamtausrichtung des Forschungszentrums. Die Abbildung auf der folgenden Seite gibt einen Überblick über die im Jahr 2023 bearbeiteten Projekte.

Unterstützung erfahren die Mitarbeiter/-innen durch zahlreiche studentische Hilfskräfte und Studierende, die Projekt- oder Abschlussarbeiten in den Projekten anfertigen. Seit Gründung des Forschungszentrums waren circa 75 Studierende in ReCIMP-Projekten involviert; Für mehrere aktuelle wissen-

schaftliche Angestellte des IUL war eine Abschlussarbeit im ReCIMP der Einstieg in die wissenschaftliche Karriere. Besonders wirkungsvoll zeigt sich die Kooperation, wenn aus den zunächst innerhalb des Forschungszentrums bearbeiteten Forschungsthemen grundlegende Fragestellungen und Forschungsfelder für drittmittelgeförderte Forschungsprojekte entstehen – wie bereits mehrfach geschehen in den letzten Jahren.

Erweiterung der Formänderungsgrenzen	Werkzeugbedingte Beeinflussung des Dehnungszustands
Charakterisierung hochfester Stahlgüten	Reduzierung von Werkzeugverschleiß durch Kugelstrahlen
	Hochtemperaturcharakterisierung ferritischer Stähle
	Umforminduzierte Martensitbildung
Flexible Produktion	Anwendung von Machine Learning Algorithmen zur Fließkurvenbestimmung
	Studie zur Anwendung umweltfreundlicher Schmierstoffe
Verarbeitung von Rohralbzeugen	Eigenstressanalyse in geschweißten Bauteilen
	Vorhersage der Lebensdauer durch Knickbauchen umgeformter Rohre
Alternative Produktionsmethoden	Alternative Fertigungsverfahren für Aluminiumbauteile
Leichtbaustrukturen	Numerische Optimierung der Schalldämpfergeometrie

**Laufende Projekte**      **Abgeschlossene Projekte**

Im Jahr 2023 bearbeitete Forschungsthemen

Eines der Forschungsprojekte in 2023 beschäftigte sich mit der Einbringung von Eigenstressungen in Werkzeugoberflächen mittels Kugelstrahlen. Hierbei erhofft man sich durch oberflächennahe Druckeigenstressungen eine Erhöhung der Werkzeugstandzeit, da der eingestellte Spannungszustand der Initiierung von Rissen entgegenwirkt.

Ebenfalls im Fokus der Untersuchungen war das Werkzeug in einem Projekt zur Beeinflussung des Dehnungszustandes bei der Herstellung tiefgezogener quadratischer Näpfe. Durch die Variation der Stempelgeometrie kann eine homogenere Dehnungsverteilung erreicht werden. Aus diesen Grundlagen-

untersuchungen sollen Erkenntnisse abgeleitet werden, welche bei der Werkzeugauslegung von komplexen Tiefziehbauteilen das Auftreten von Kantenrissen zukünftig verhindern sollen.

In einem weiteren Projekt wird der Einsatz umweltfreundlicher Tiefziehschmierstoffe getestet. Die Untersuchungsergebnisse hinsichtlich der Prozesskräfte und der Bauteilausdünnung bei der Fertigung einer Kreuznapfgeometrie zeigen vergleichbare Ergebnisse zwischen den gegenwärtig eingesetzten mineralöhlhaltigen Schmierstoffen und ihren umweltverträglichen Alternativen.

Die Lebensdauer von Verbindungselementen, hergestellt durch das Knickbauchen von Rohren, wird durch am Innenbogen der Knickwulst auftretenden Rissen negativ beeinflusst. Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen führen Scherungen als Ursache dieser Risse an. Ein Umstand, über den bis dato Unklarheit in der Literatur herrschte.

Eine neue Herangehensweise für die Bestimmung von Fließkurven wird durch die Anwendung des maschinellen Lernens verfolgt. Auf Basis realer Daten wird ein synthetischer Datensatz erzeugt, welcher zum Training der Algorithmen verwendet wird, um wiederum das Fließverhalten verschiedener Stahlsorten vorherzusagen.

Weiterführende Informationen zu den einzelnen Projekten finden sich in den jeweiligen Unterkapiteln der Abteilungen.

### 2.1.3 ReGAT – Research Group on Additive Technology

**Kontakt**                      **Hamed Dardaei Joghhan M. Sc.**

Additive Fertigungsverfahren sind seit mehreren Jahren Bestandteil der Forschungsaktivitäten am IUL, um die Umformtechnik zu unterstützen und zu ergänzen. Zu diesem Zweck wurde am IUL die Arbeitsgruppe „ReGAT- Research Group on Additive Technology“ initiiert. Das Forschungsgebiet von ReGAT umfasst die Umformung von additiv gefertigten Halbzeugen sowie additiv gefertigte Werkzeuge für die Umformtechnik. Für die konzeptionelle Umsetzung stehen am IUL zwei verschiedene additive Fertigungsmaschinen für die Verarbeitung von Metallpulvern zur Verfügung.

Die 5-Achs-Hybridfräsmaschine Lasertec 65 3D von Firma DMG MORI ermöglicht die Integration von Laserpulverauftragsschweißen (LPA) mit anderen Umformverfahren wie inkrementellem Umformen oder Glattwalzen. Die Möglichkeit der inkrementellen Umformung in der gleichen Anlage erlaubt die inkrementelle Umformung von Blechen auf die Zielgeometrie und die Auftragung von Funktionselementen durch LPA (vgl. Bild 1a) und weitere Modifikationen durch Fräsen ohne Demontage, was zu einer Steigerung der Produktivität und einer Kosteneinsparung führt (DFG 385276922).

Zusätzlich ist ein Glattwalzwerkzeug in die Maschine integriert, um die Oberflächenrauheit der aufgetragenen Bereiche zu verbessern und auch Eigenspannungen zu induzieren. Diese Kombination bietet die Möglichkeit, oberflächennahe Kühlkanäle (vgl. Bild 1b) für Warmumformwerkzeuge mit erhöhter Oberflächenrauheit herzustellen (DFG 417202720).

Darüber hinaus wird in dieser Maschine ein neues Konzept von hybrid additiv laminierten Tiefziehwerkzeugen realisiert (vgl. Bild 1c). Bei der neuen Fertigungsroute wird der Treppeneffekt der laminierten Werkzeuge durch die Auftragung von Metallpulver eliminiert und die Oberflächenrauheit durch drei verschiedene Nachbearbeitungsmethoden, nämlich Glattwalzen, Fräsen und Laserpolieren, geglättet. Die Ergebnisse des Projekts zeigen eine vielversprechende Anwendung dieses neuartigen Verfahrens bei der Herstellung von Tiefziehwerkzeugen. Zu den Hauptmerkmalen des Hybridverfahrens gehören der geringe Energieverbrauch, die kurze Fertigungszeit im Vergleich zu vollständig aufgetragenen Bauteilen mittels LPA und der Wegfall des zusätzlichen Härteprozesses im Gegensatz zum konventionellen Verfahren (DFG 426515407).

Die Modellierung und Analyse des LPAs mit der „Particle Finite Element Method“ ist ein laufendes Projekt in Zusammenarbeit mit dem Institut für



Bild 1: (a) Aufbringen der Funktionselemente auf inkrementell umgeformte Bleche, (b) Herstellung der Werkzeuge für das Presshärten, (c) Prozessroute des hybriden additiven Schichtlaminierverfahrens und des Tiefziehwerkzeugs, (d) Modellierung des LPA-Prozesses mit der „Particle Finite Element Method“

Mechanik der TU Dortmund (vgl. Bild 1d). Ziel dieses Projektes ist es, die Herstellung von Bauteilen mittels LPA zu simulieren, um die Endkontur sowie die prozessinduzierten Eigenspannungen genau vorherzusagen und die Einflüsse der gewählten Prozessparameter und Baustrategie zu untersuchen (DFG 504955789).

Die von DMG MORI hergestellte Pulverbettanlage (SLM- Selective Laser Melting), die im kommerziellen Markt als Lasertec 30 SLM bekannt ist, ermöglicht die Herstellung komplexer Geometrien. Um den Hauptnachteil des Pulverbett-schmelzverfahrens, nämlich die lange Herstellungszeit, zu überwinden, wird das Sandwich mit komplexen Kernblechen als flache Bleche hergestellt und dann in kurzer Zeit umgeformt. Dies beschleunigt den Prozess um 360% im Vergleich zur Herstellung der komplexen Form (vgl. Bild 2a). In Zusammenarbeit mit dem Institut für Product Engineering (IPE) der Universität Duisburg-Essen erfolgt die Herstellung einer Kernstruktur mittels SLM und die Verbindung mit den Deckblechen (gewalzt) durch Form- oder Materialeinpassung, um den Prozess weiter zu beschleunigen. Darüber hinaus bietet diese neue

innovative Prozessroute die Möglichkeit, verschiedene Arten von Deckblechen mit besseren Oberflächenrauigkeiten herzustellen. Sie ermöglicht auch die Herstellung von großformatigen Blechen (DFG 317137194).

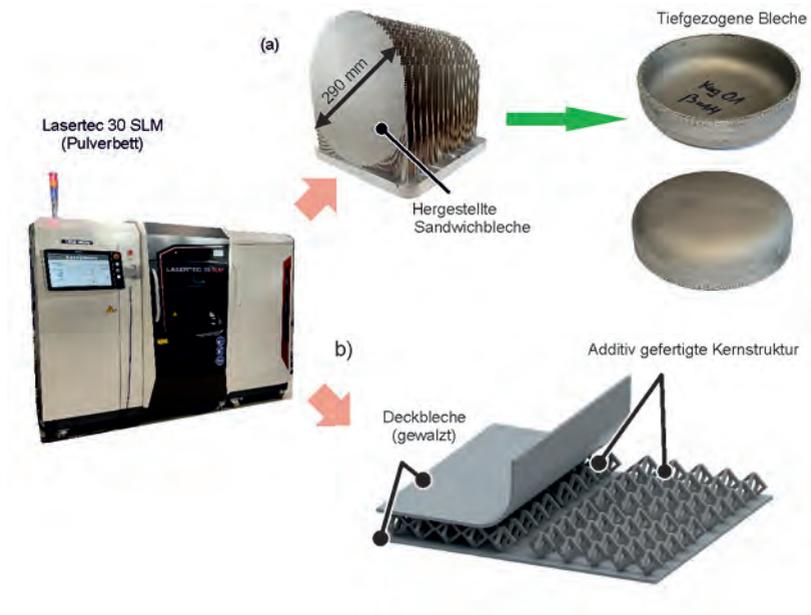
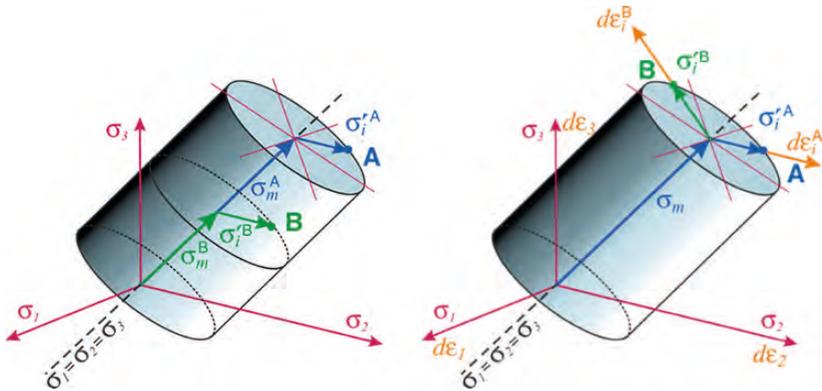


Bild 2: (a) Prinzip des additiv gefertigten Halbzeugs, (b) Sandwichblech mit gewalzten Deckblechen

## 2.1.4 Forschungsgruppe Angewandte Mechanik

Ansprechpartner Dr.-Ing. Till Clausmeyer

Die Forschungsgruppe Angewandte Mechanik bündelt die Kompetenzen des Instituts für Umformtechnik und Leichtbau in den Bereichen analytische Ansätze, Materialcharakterisierung und Leichtbaumodellierung und Simulation für umformtechnische Anwendungen. Die in diesen Feldern tätigen Mitarbeitenden tauschen sich zu diesen Forschungsthemen aus und entwickeln gemeinsam neue mechanische und mikrostrukturelle Charakterisierungsmethoden. Die Entwicklung und Anwendung der genannten Methoden erfolgt dabei für die am IUL vorhandenen Umformverfahren der Massiv-, Blech- und Profilmformung sowie der umformtechnischen Sonderverfahren. Die Forschenden am IUL bringen ihre Expertise auch in nationale Kooperationsvorhaben ein, z. B. in das Schwerpunktprogramm SPP 2183 „Eigenschaftsgerichtete Umformprozesse“. In der Forschungsgruppe FOR 5380 zur Nutzung des Hochgeschwindigkeitsschneidens arbeiten die IUL-Forschenden mit Teams der Fraunhofer Institute IWM in Freiburg und IWU in München an effizienten Simulationsmethoden für Scherschneidprozesse, bei denen Dehnraten von 100 000 1/s und Werkzeugbeschleunigungen von > 10 000 g auftreten.



Grafische Darstellung der Spannungsüberlagerung der Prozesse A und B mit Spannungszuständen  $\sigma^A$  und  $\sigma^B$ . Links: Überlagerung eines reinen hydrostatischen Spannungszustands  $\sigma_m^0$ , Rechts: rein deviatorische Spannungsüberlagerung  $\sigma_i^{(A,B)}$ .

Weitere Projekte, bei denen die von der Forschungsgruppe unterstützten Methoden eine wichtige Rolle spielen, umfassen ein DFG-Projekt zum Bauschinger-Effekt in der Massivumformung, AiF-Projekte zur Modellierung des Federwickelns und der Simulation der Mikrostruktur beim Strangpressen.

Die Arbeiten präsentieren die Mitarbeitenden der Forschungsgruppe der Öffentlichkeit in Zeitschriften, Vorträgen und auf Konferenzen. Im Jahr 2023 freuten sich die Forschenden über den Austausch mit internationalen Wissenschaftlern/-innen während ihrer Forschungsaufenthalte am IUL. Prof. Inal besuchte das IUL im April im Rahmen der erfolgreichen Zusammenarbeit mit der Computational Mechanics Research Group der University of Waterloo, Kanada, und die langjährige Zusammenarbeit mit Prof. Lou von der Xi'an Jiaotong University setzt sein Doktorand Zhang fort.

Ergebnis des Austausches mit den kanadischen Wissenschaftlern ist ein Beitrag in der Zeitschrift *Manufacturing Letters* zur Vorhersage der Abnahme der Steifigkeit aufgrund des Porenwachstums mit Methoden des maschinellen Lernens. Im CIRP-Keynote-Papier zur Spannungsüberlagerung in der Umformtechnik stellte der Erstautor Prof. Tekkaya, gemeinsam mit Prof. Groche aus Darmstadt, Prof. Kinsey von der University of New Hampshire und Prof. Wang von der Gifu University, die technologischen Vorteile der Nutzung der Spannungsüberlagerung für Anwendungen wie das Profilbiegen, Fließpressen und Drahtziehen dar. Insbesondere die analytische Beschreibung der Spannungsüberlagerung und die Trennung in einen deviatorischen Anteil, zuständig für Formänderungen, und einen hydrostatischen Anteil stellt eine Neuheit dar.

## 2.1.5 Kompetenzzentrum für digitale Produktionstechnologien Dortmund

**Geschäftsführer** Dipl.-Inform. Alessandro Selvaggio

Das neu gegründete Kompetenzzentrum für digitale Produktionstechnologien bietet Unternehmen die Möglichkeit, gemeinschaftliche Entwicklungsprojekte zu platzieren und Einfluss auf branchenspezifische Projekte zu nehmen. Dabei können Mitglieder im Technologienetzwerk des Kompetenzzentrums mitwirken und profitieren von der Expertise des Netzwerkes. Die Bearbeitung von Projekten erfolgt in enger Abstimmung mit den Wissenschaftler/-innen der TU Dortmund, wodurch ein Höchstmaß an Qualität garantiert werden kann.

Durch ganzheitliche Lösungen in Form von Entwicklungsprojekten, Service-, Aus- und Weiterbildungsangeboten sowie Beratungen in relevanten Technologien unterstützt das Kompetenzzentrum seine Partner. Durch die an der TU Dortmund vorhandene Expertise werden im Kompetenzzentrum insbesondere folgende Themen adressiert:

- KI in der Produktionstechnik
- Digitalisierung/Industrie 4.0
- Big Data
- 5G/6G
- E-Mobilität
- Entwicklung von Materialalternativen mit Fokus auf die Fertigungsprozesse
- Technologieentwicklung für die Fertigungstechnik

Innerhalb der dargestellten Themengebiete möchte das Kompetenzzentrum in Zukunft eine zentrale Rolle einnehmen. Die breite technologische Aufstellung der Beteiligten ist hier sowohl ein Alleinstellungsmerkmal als auch ein Garant für die erfolgreiche Bearbeitung komplexer Aufgabenstellungen.

Unter dem Dach des Kompetenzzentrums möchten wir Unternehmen und ausgewiesene Wissenschaftler/-innen vereinen und dabei die Unternehmen bei der Vermittlung von Fachkräften unterstützen. Dazu möchten wir zukünftig eine Plattform für (Gemeinschafts-)Forschung und branchenspezifische Entwicklungsprojekte darstellen. Der Wissenstransfer aus der Forschung in die Industrie soll dabei durch verschiedene Serviceleistungen im Bereich der Forschung und Entwicklung erfolgen, in denen auch technologisch hochwertige Anlagen zur Versuchsdurchführung bereitgestellt werden.

Des Weiteren organisiert das Kompetenzzentrum Veranstaltungen zu relevanten Themen und regt den Technologie- und Wissenstransfer innerhalb des Netzwerkes an. Ein zentrales Ziel ist die Stärkung von Kooperationen zwischen der regionalen Industrie und der Wissenschaft und insbesondere zwischen den Mitgliedern des Kompetenzzentrums.

## 2.2 Abteilung Massivumformung

Leitung Johannes Gebhard M. Sc.

Die Abteilung Massivumformung beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit den Verfahren Fließpressen und Strangpressen. Im Fokus stehen hierbei grundlegende wissenschaftliche Fragestellungen sowie die Neu- und Weiterentwicklung innovativer Verfahrensvarianten.

Im Bereich der Grundlagenforschung wird die Festkörperverschweißung oxidbehafteter Oberflächen sowie die intrinsische Co-Extrusion von Aluminium und Kunststoff untersucht. In der Kaltmassivumformung werden grundlegende Schädigungsmechanismen untersucht und Modelle zur Schädigungsvorhersage validiert. Das gewonnene Wissen wird in einem Transferprojekt auf eine industrielle Prozessroute aus Radial- und Axialschmieden mit anschließender Wärmebehandlung übertragen und weiter vertieft. Die neue Technologie des kontinuierlichen Strangpressens wird mit numerischen und physikalischen Modellversuchen untersucht. Im Bereich des konventionellen Strangpressens wird das Auftreten von unerwünschten Längspressnahtabzeichnungen sowie die Erzeugung möglichst dünnwandiger Hohlprofile zur ressourceneffizienten Nutzung von Aluminium untersucht.



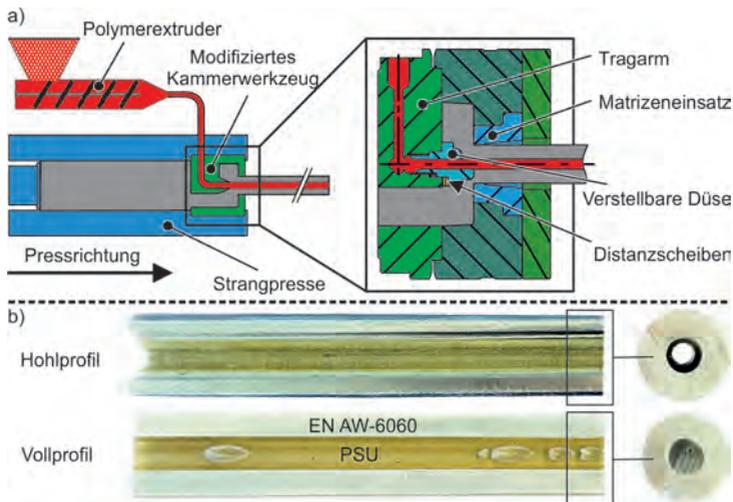
Die Mitarbeiter der Abteilung Massivumformung

## 2.2.1 Entwicklung eines kontinuierlichen Prozesses zur intrinsischen Herstellung von Kunststoff-Metall-Verbundstrukturen

Projektträger  
Projektnummer  
Kontakt

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
490989965  
Patrick Kotzyba M. Sc.

Das Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung einer Technologie zur kontinuierlichen Fertigung von Hybridprofilen aus Aluminium und Kunststoff in einem Prozessschritt. In Zusammenarbeit mit dem Institut Polymerwerkstoffe (IPW) des Leibniz-Instituts für Polymerforschung e.V. in Dresden wird dafür ein Polymerextruder mit einer Strangpresse verbunden, wodurch es möglich ist, eine flüssige Polymerschmelze direkt in den Aluminiumfluss zu extrudieren (vgl. Bild a). Die Herausforderung besteht darin, die Prozessfenster der unterschiedlichen Verfahren bezüglich Temperatur, Druck und Prozessgeschwindigkeiten zu vereinen und reproduzierbare und stabile Hybridprofile zu erzeugen. Es konnten im laufenden Projekt bereits Profile mit Kunststoffkern hergestellt werden (vgl. Bild b). Entscheidend hierfür ist der Druckunterschied zwischen Polymerextruder und Einspritzpunkt des Polymers im Kammerwerkzeug, welcher über die Stempelgeschwindigkeit der Strangpresse gezielt eingestellt werden kann. Ist die Differenz größer als der Druck im Polymerextruder, entsteht ein Hohlprofil. Ein Vollprofil kann durch ausreichend hohen Polymerdruck erzeugt werden.



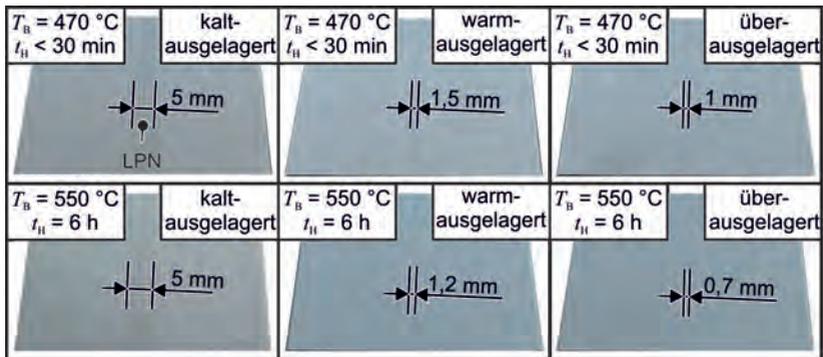
a) Schematische Darstellung des Prozesses, b) Querschnitt eines Hohl- und eines Vollprofils

## 2.2.2 Untersuchung des Einflusses der Legierungszusammensetzung auf die Entstehung von Längspressnahtabzeichnung bei eloxierten Strangpress-Profilen

Projektträger  
Projektnummer  
Kontakt

AiF / Stifterverband Metalle e. V.  
22610 N  
Jan Flesch M. Sc.

Längspressnahtabzeichnungen (LPN) auf stranggepressten und eloxierten Aluminiumhohlprofilen führen insbesondere im Anwendungsbereich als Sichtprofile zu Ausschuss. In der jetzigen zweiten Projektphase wird gemeinsam mit dem Institut für Angewandte Materialien – Werkstoffkunde des KIT Karlsruhe gezeigt werden, dass die Strangpressparameter einen untergeordneten Einfluss auf die Sichtbarkeit der Abzeichnung haben, die Legierungszusammensetzung und Blockhomogenisierung dagegen maßgeblichen Einfluss haben. Durch das Strangpressen, Wärme- und Oberflächenbehandeln verschiedener Chargen der Aluminiumlegierung EN AW-6060 wird der Einfluss der Legierungszusammensetzung auf die optische Ausprägung der Nahtabzeichnung untersucht. Das Erscheinungsbild der Naht wird durch den Silizium-, Magnesium- und Eisengehalt beeinflusst, da diese maßgeblich für die Bildung von Ausscheidungen bei der thermischen Behandlung des Materials sind. Durch eine gezielte Wärmebehandlung nach dem Strangpressen lässt sich die optische Ausprägung der Naht beeinflussen (vgl. Bild). Weiterhin soll untersucht werden, ob sich die Nahtabzeichnung durch Wärmebehandlung verhindern lässt.

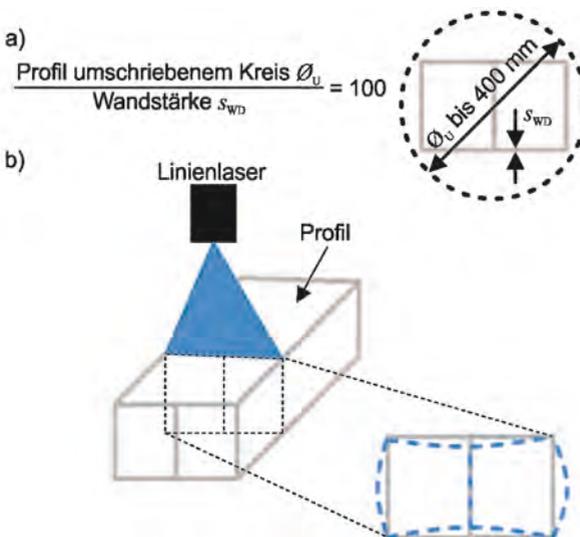


Auswirkungen verschiedener Wärmebehandlungsparameter auf die Längspressnahtabzeichnung

## 2.2.3 Leichte Batteriegehäuse aus großformatigen Strangpressprofilen

Projektträger	BMWK
Projektnummer	03LB1016C
Kontakt	Oliver Schulz M. Sc.

Die effiziente Nutzung von Aluminium gewinnt durch den steigenden Aluminiumbedarf für E-Fahrzeuge immer stärker an Bedeutung. Vor allem das Strangpressen bietet ein großes Leichtbaupotential. Gemeinsam mit der OTTO FUCHS KG und dem ISPT werden, am Beispiel eines Batteriegehäuses, Möglichkeiten zur Fertigung von großflächigen dünnwandigen Profilen mit einem Verhältnis von Profil umschriebenem Kreis zu Wandstärke von 100 (vgl. Bild a) erarbeitet. Neben den Herausforderungen eines solchen Profils steht ebenfalls die Prozesssteuerung zur Vermeidung von Defekten wie Verzug im Vordergrund (vgl. Bild b). Ein Assistenzsystem soll dem Maschenbediener direkt vor Ort Informationen zur Profilqualität bereitstellen. Mittels einer Inline-Überwachung der Prozessparameter und numerischen Datensätze aus KI-Simulationen wird eine rechtzeitige Korrektur prozessbedingter Fehler ermöglicht. Neben dem Einfluss des Strangpressens werden außerdem thermische Einflüsse durch verschiedene Abkühlstrategien an einem dafür neu entwickelten Versuchsstand untersucht.



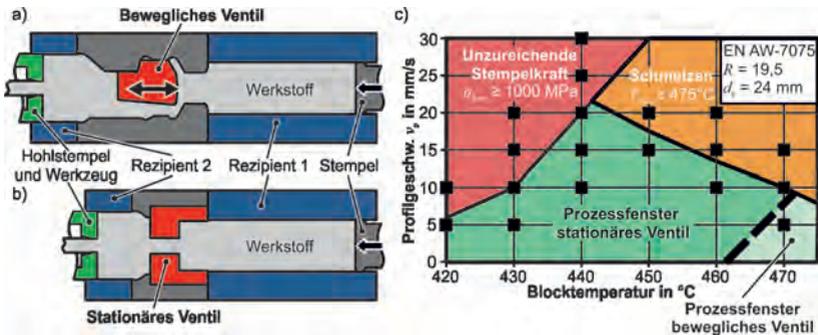
a) Konzept großflächiger dünnwandiger Profile, b) Inline-Überwachung

## 2.2.4 Analyse eines neuen Verfahrens zum kontinuierlichen Strangpressen unter Anwendung der Ähnlichkeitstheorie

Projektträger  
Projektnummer  
Kontakt

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
437724884  
Johannes Gebhard M. Sc.

Bei dem kontinuierlichen Strangpressen werden das direkte und das indirekte Strangpressen durch ein bewegliches (vgl. Bild a) oder stationäres Ventil (vgl. Bild b) miteinander kombiniert. Dadurch kann auch während des Nachladens der Pressblöcke Profil hergestellt und eine konstante Austrittsgeschwindigkeit über den kompletten Presszyklus gehalten werden. Mit einem skalierten Aufbau des kontinuierlichen Strangpressens und Plastilin als Modellwerkstoff kann gezeigt werden, dass sowohl das bewegliche als auch das stationäre Ventil Rückfluss verhindern und somit das kontinuierliche Strangpressen ermöglichen kann. Das stationäre Ventil bietet gegenüber dem beweglichen Ventil die wesentlichen Vorteile, dass keine beweglichen Teile notwendig sind, die Reibung und somit die Presskraft während der direkten Pressphase geringer sind und eine niedrigere Profilaustrittstemperatur erreicht wird. Mit numerischen Prozesssimulationen konnte so ein Prozessfenster (vgl. Bild c) für das kontinuierliche Strangpressen mit beweglichem und stationärem Ventil aufgestellt werden.



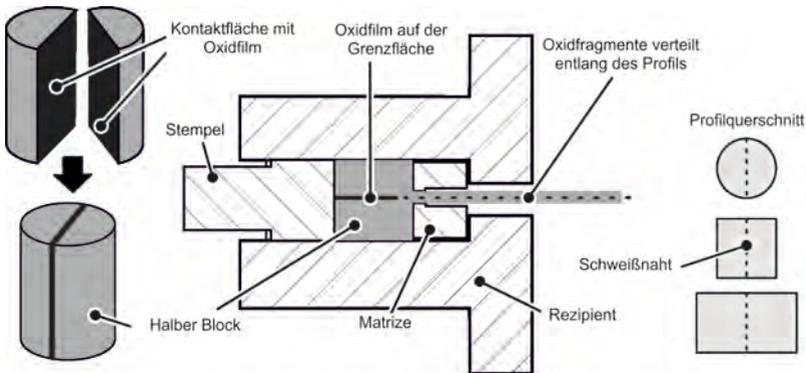
Kontinuierliches Strangpressen mit a) beweglichem, b) stationärem Ventil, c) Prozessfenster

## 2.2.5 Festkörperverschweißung oxidbehafteter Aluminiumoberflächen in der Umformtechnik

Projektträger  
Projektnummer  
Kontakt

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
470385288  
Gabriel Marín M. Sc.

Das Ziel des Forschungsvorhabens ist die Identifizierung und Quantifizierung der Einflussparameter auf die Verschweißqualität oxidbehafteter Oberflächen. Außerdem soll ein automatisierbares Messverfahren für die Verschweißfestigkeit entwickelt werden. Die Ergebnisse können dann zur Validierung einer numerischen Methode zur Vorhersage der Nahtfestigkeit verwendet werden. Um diese Ziele zu erreichen, wird zum Ersten eine umfassende qualitative Analyse der beim Strangpressen unter verschiedenen Prozessparametern entstehenden Nähte durchgeführt (vgl. Bild). Dabei wird die Schweißnaht metallografisch analysiert und beispielsweise der Oxidanteil bestimmt. Zum Zweiten werden die mechanischen Eigenschaften der Schweißnaht untersucht, um die Verbundfestigkeit genau zu quantifizieren. Es wird erwartet, dass diese Ergebnisse eine signifikante Korrelation zwischen den optischen Messungen und der Schweißnahtfestigkeit zeigen. Letztendlich soll die Genauigkeit von Modellen für die Vorhersage von Festkörperverschweißung verbessert werden.



Strangpressparameter: Pressverhältnis  $R$ , Blocktemperatur  $T$ , Stempelgeschwindigkeit  $v_s$

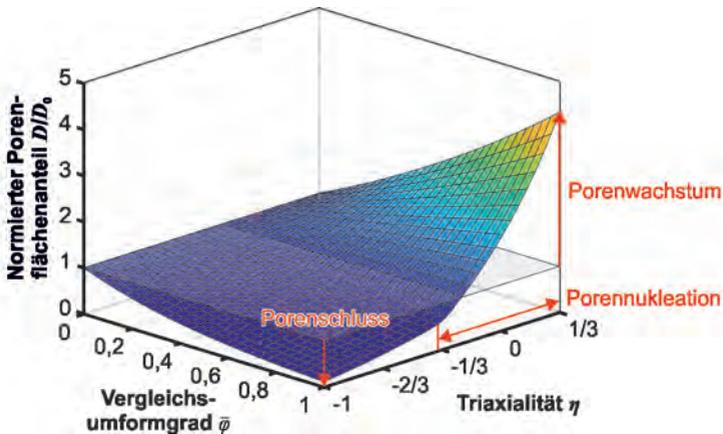
Strangpressen halbierten Blöcke zur gezielten Herstellung von verschweißten Oberflächen

## 2.2.6 Beeinflussung der Schädigungsentwicklung beim Kaltfließpressen

Projektträger  
Projektnummer  
Kontakt

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
SFB/TRR 188 • Teilprojekt A02  
Robin Gitschel M. Sc.

Während der Umformung von Metallen entsteht duktile Schädigung in Form von Nukleation und Wachstum von Poren auf mikroskopischer Ebene. Diese beeinflussen das Einsatzverhalten hergestellter Bauteile. Dementsprechend können durch schädigungskontrollierte Massivumformprozesse Bauteile mit erhöhter Leistungsfähigkeit produziert werden. Um lokale Verteilungen von Schädigung in komplexen Bauteilen vorherzusagen, bedarf es effizienter Modellierungsmethoden. Die meisten der etablierten Schädigungsmodelle bilden jedoch die Schädigungsentwicklung unter großen hydrostatischen Drücken nicht korrekt ab. So kann beispielsweise der Rückgang der Porenfläche unter großen hydrostatischen Drücken nicht abgebildet werden. Deshalb wurde ein neues Modell entwickelt, welches sowohl Porenentstehung, Wachstum als auch Porenschluss abbilden kann (vgl. Bild). Durch eine Parameteridentifikation basierend auf Porenmessungen an Fließpressteilen, ermöglicht das neue Modell eine gute Vorhersagegenauigkeit für komplexe kaltmassivumgeformte Bauteile.



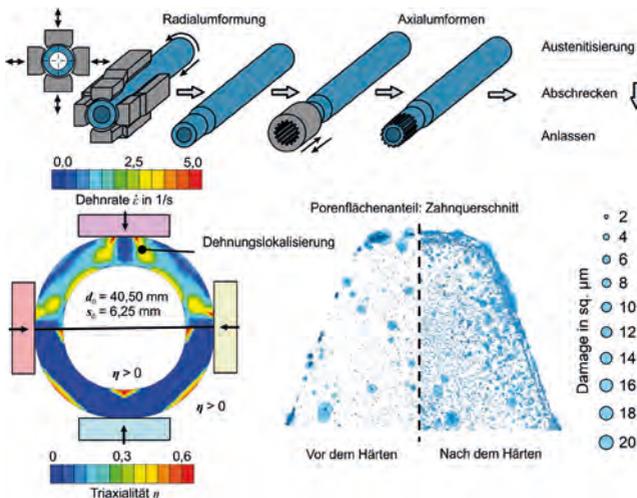
Schädigungsvorhersage für konstante Lastpfade mit Berücksichtigung von Porenschluss

## 2.2.7 Schädigungsuntersuchung bei der Herstellung von Antriebswellen mittels Radial- und Axialumformung

Projektträger  
Projektnummer  
Kontakt

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
SFB/TRR 188 • Teilprojekt T01  
Tanmoy Rakshit M. Sc.

Die Elektrifizierung von Fahrzeugen führt zu einer Gewichtszunahme und damit zu erhöhten Beschleunigungs- und Bremsmomenten, die über hohle Antriebswellen übertragen werden müssen. Im Rahmen des Projekts wird - in Kooperation mit den Unternehmen GKN Driveline Deutschland GmbH und Simufact Engineering GmbH (Deutschland) - die Herstellung von Antriebswellen durch Radialumformen, Axialumformen und martensitisches Härten untersucht. Das Radialumformen ist ein inkrementelles Umformverfahren mit einem oszillierenden Lastpfad. Während eines Hammerschlags erfahren die Innen- und Außenflächen abwechselnd eine positive und negative Triaxialität. Positive Triaxialitäten sind die Ursache für Oberflächenmikrorisse. Beim Axialumformen nimmt die Oberflächenbeschädigung weiter zu. Nach dem Strangpressen werden die Wellen austenitisiert, vergütet und angelassen, um eine zähe martensitische Welle zu erhalten. Nach dem Härten nimmt der Porenanteil des Zahns zu (vgl. Bild). Die Schädigung bildet sich entlang der Außenkontur der Welle. Ziel ist es, eine Prozesskette zu entwerfen, die im Hinblick auf eine geringere Schädigung der Bauteile eine längere Lebensdauer bis zum Ausfall bei dynamischer Belastung erreicht.



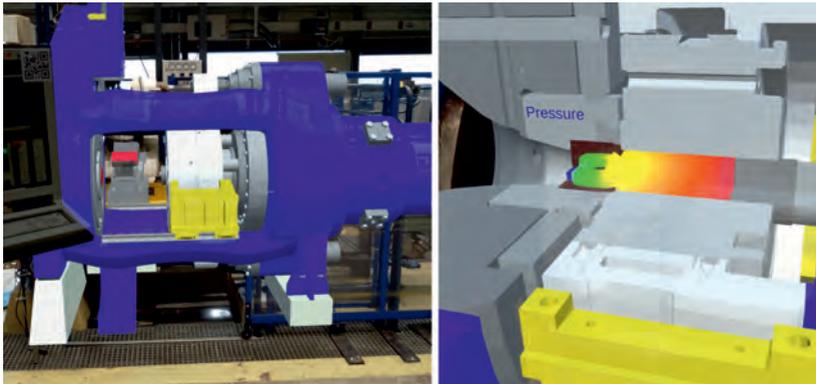
Prozesskette zur Herstellung von Hohlwellen, Spannungszustand beim Radialumformen und Porenflächenanteil beim Härten

## 2.2.8 Verbundprojekt: Konzepte für die ressourceneffiziente und sichere Produktion von Leichtbaustrukturen (KORESIL)

Projektträger	BMBF/PTKA
Projektnummer	02P20Z004
Kontakt	Joshua Grodotzki M. Sc. Dipl.-Inform. Alessandro Selvaggio

Zusammen mit dem Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (TU Dresden), dem Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (TU München), dem Laboratorium für Werkstoff- und Fügetechnik (Universität Paderborn) sowie dem Institut für Aufbereitungsmaschinen und Recyclingsystemtechnik (TU Bergakademie Freiberg) werden nachhaltige Stoffkreisläufe für die Produktion von Batteriekästen untersucht. Dabei wird analysiert, wie die jeweiligen Prozesse angepasst werden müssen, sodass diese mit recyceltem Material vergleichbare Ergebnisse erzielen wie mit konventionellem (Roh-) Material.

Zugleich wird der Herstellungsprozess als soziotechnisches System betrachtet. Hierzu werden Ansätze der Mixed-Reality erforscht, wobei vor allem, mittels Augmented-Reality, Zusatzinformationen (vgl. Bild) in das Blickfeld eingeblendet werden können. Neuartige Mensch-Maschine-Interfaces ermöglichen die bilaterale Kommunikation zur Steuerung und Überwachung industrieller Produktionsmaschinen. Entsprechende Technologien verbessern zugleich die Fernwartung und interaktiv-immersive Schulungen.

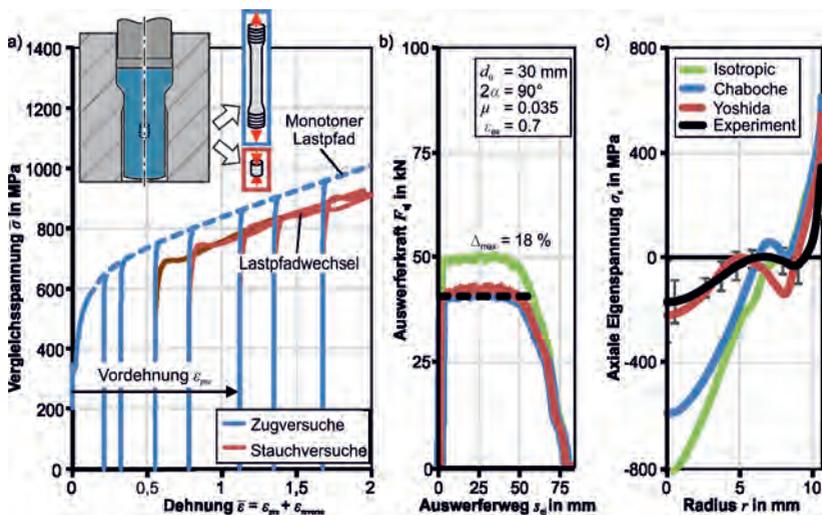


Blickfeld mit Augmented-Reality-Überlagerungen für das Aluminium

## 2.2.9 Einfluss des mehrachsigen Bauschlingereffektes in der Kaltmassivumformung

Projektträger	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Projektnummer	418815343
Kontakt	Johannes Gebhard M. Sc.
Projektstatus	abgeschlossen

In der Kaltmassivumformung tritt häufig Lastumkehr auf, weshalb die numerische Prozessvorhersage mit konventionellen isotropen Modellen das Werkstoffverhalten nicht richtig abbildet. Zur Kalibrierung entsprechender anisotroper Verfestigungsmodelle wurde eine Methodik, basierend auf Zug-, Torsions- und Stauchversuchen, an Material, welches durch Voll-Vorwärts-Fließpressen vorgedehnt wurde, entwickelt (vgl. Bild a). So konnten anisotrope Verfestigungseffekte bis zu Umformgraden von  $\varphi = 1,6$  charakterisiert und durch die Modifikation des Yoshida und Uemori Modells (2002) implementiert werden. Die Auswirkung der Vorhersagegenauigkeit wurde beispielhaft bei dem Auswerfen eines Bauteils nach dem Fließpressen demonstriert. Der hier vorliegende Lastwechsel führt zu einer Abweichung der ermittelten Auswerferkraft von 18 % (vgl. Bild b), wenn die anisotrope Verfestigung nicht berücksichtigt wird. Dies wirkt sich ebenfalls auf die Berechnung der Eigenspannungen aus, die durch die Berücksichtigung der anisotropen Verfestigung deutlich verbessert werden konnte (vgl. Bild c).



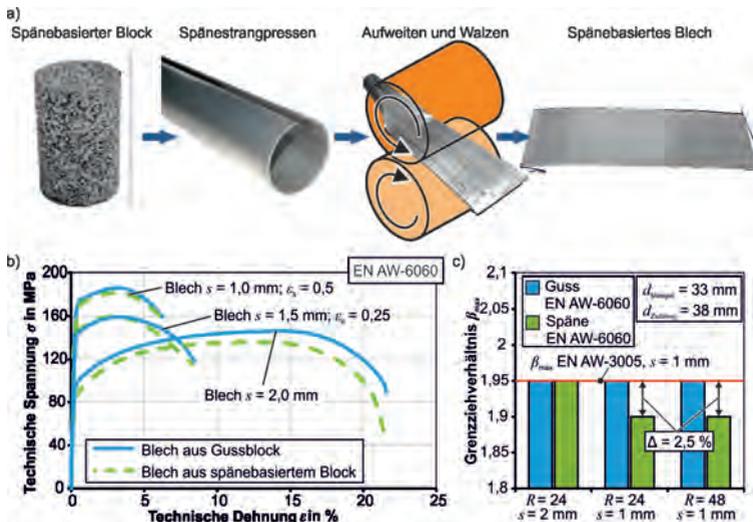
a) Charakterisierung, b) numerische und experimentelle Auswerferkräfte, c) numerische und experimentelle Eigenspannungen

## 2.2.10 Stranggepresste Bleche aus Aluminiumspänen

Projektträger  
Projektnummer  
Kontakt  
Projektstatus

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
437426733  
Johannes Gebhard M. Sc.  
abgeschlossen

Durch das direkte Strangpressen von aus Spänen kompaktierten Blöcken lässt sich das energieintensive Wiedereinschmelzen der Späne vermeiden. Indem ein offenes Rohrprofil gepresst und anschließend aufgeweitet und gewalzt wird, können Bleche durch direktes Recycling hergestellt werden (vgl. Bild a). Schon nach dem Strangpressen ist die Zugfestigkeit der spänebasierten Bleche (EN AW-6060) nur 6 % geringer als von Blechen, welche aus Gussblöcken hergestellt wurden. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass die Verschweißung der Späne und somit die Zugfestigkeit der Bleche durch das Walzen weiter gesteigert werden kann (vgl. Bild b). Am Beispiel Tiefziehen konnte gezeigt werden, dass die Umformbarkeit vergleichbar mit konventionell hergestellten Blechen aus EN AW-3005 ist (vgl. Bild c). Basierend auf numerischer Prozesssimulation kann die Verschweißfestigkeit vorhergesagt werden. Maßgeblich dafür sind insbesondere die geometrischen Eigenschaften des Strangpresswerkzeuges und die Blechdickenänderung beim Walzen. Die Berechnung der Verschweißqualität wurde mit Mikrostrukturuntersuchungen validiert.

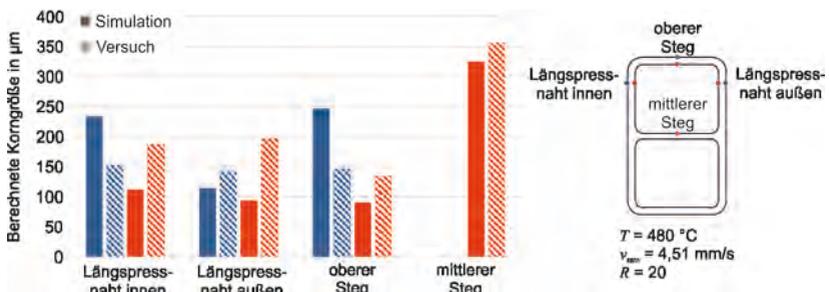


a) Prozesskette, b) Zugfestigkeit der gewalzten Bleche, c) Grenzziehverhältnis

## 2.2.11 Entwicklung eines effizienten physikalisch basierten Modellierungsansatzes zur Vorhersage der Mikrostruktur in Strangpressprozessen

Projektträger	AiF/ Stifterverband Metalle e.V.
Projektnummer	21682 N
Kontakt	Oliver Schulz M. Sc.
Projektstatus	abgeschlossen

Die Mikrostruktur ist maßgeblich für die mechanischen und optischen Eigenschaften stranggepresster Profile. Bislang konnte die Mikrostruktur numerisch nur rudimentär und unzuverlässig vorhergesagt werden. In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM, Freiburg wurde ein Mean-Field-Modell zur Vorhersage von Korngröße und rekristallisiertem Anteil mit experimentell ermittelten Mikrostrukturdaten kalibriert. Dazu wurde die Entwicklung der Mikrostruktur bei Warmstauchversuchen und Strangpressversuchen für die Legierungen EN AW 6060 und EN AW 6082 ausgewertet und durch die numerisch ermittelten lokalen Zustandsgrößen Temperatur, Dehnung und Dehnrate ergänzt. Die Validierung an weiteren Strangpressversuchen zeigte eine korrekte Vorhersage für die rekristallisierten Bereiche. Die Korngröße konnte in einer vergleichbaren Größenordnung vorhergesagt werden. Auch bei einer abschließenden Validierung anhand eines Zweikammer-Profiles im Industriemaßstab (vgl. Bild) konnte eine Übereinstimmung der Korngröße in der gleichen Größenordnung vorhergesagt werden.

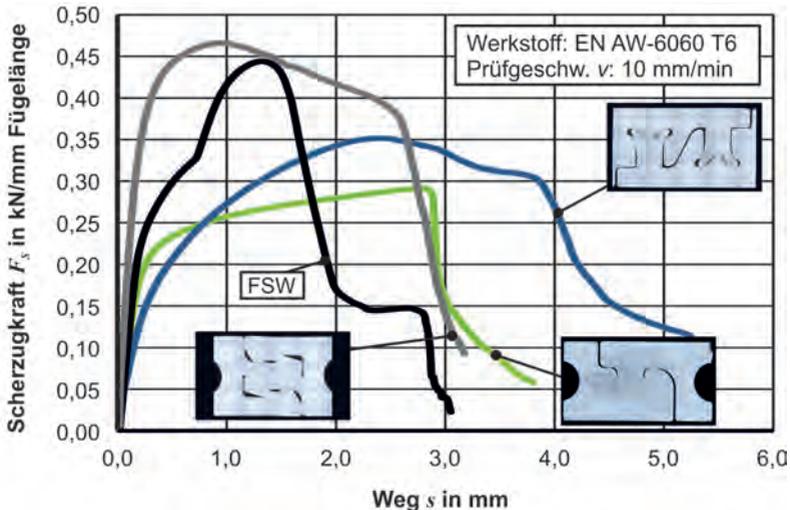


Validierung der Korngröße am Industrieprofil

## 2.2.12 Linienförmiges Fügen von Profilverbundsystemen mit erhöhten Dichtheitsanforderungen

Projektträger	AiF/Stiferverband Metalle e.V.
Projektnummer	21048 N
Kontakt	Florian Kneuper M. Sc.
Projektstatus	abgeschlossen

In Zusammenarbeit mit dem Laboratorium für Werkstoff- und Fügetechnik (LWF) der Universität Paderborn wurde ein neuartiges Fügekonzept für Aluminium-Strangpressprofile entwickelt, um wasserdichte Profilverbünde für Bodenplatten von Batteriegehäusen herzustellen. Die in einem Pressenhub realisierten, linienförmigen, mechanischen Fügeverbindungen ersetzen das bisher eingesetzte zeit- und kostenintensive Rührreibschweißen. Drei zuvor simulativ ausgelegte und dann auf der 10 MN-Strangpresse des IUL hergestellte Profilgeometrien konnten am LWF erfolgreich gefügt werden. Schlibilder zeigen die erfolgreiche Ausformung der Verbindungsgeometrien. Mit Hilfe von Scherzug- und Biegeversuchen konnte nachgewiesen werden, dass die mechanischen Verbindungen teils ähnliche Tragfähigkeiten wie die zu ersetzenden Rührreibschweißverbindungen erreichen. Messungen mit einem Helium-Schnüffel-Lecksuchgerät haben zudem hohe Dichtheiten der Verbindungen gezeigt. Abschließend wurden anhand eines Benchmarks das Potential des Fügekonzepts herausgestellt sowie erste Demonstratoren von Batteriegehäusen hergestellt.



Linienförmiges Fügen: Vergleich der Scherzugkräfte

## 2.3 Abteilung Profil- und Blechumformung

Leitung Joshua Grodotzki M. Sc.

In der Abteilung für Profil- und Blechumformung erforscht das aktuell 10-köpfige Team grundlegend neue sowie anwendungsnahe Verfahren zur Umformung und Charakterisierung von Blechhalbzeugen und Profilen. Neben der experimentellen Ebene werden Modelle weiterentwickelt, welche das Materialverhalten analytisch und numerisch beschreiben können.

Neue Methoden hierfür helfen, die Parameteridentifikation zu beschleunigen und die Schädigungsentwicklung akkurater vorherzusagen. Diese Modelle können dann für Umformprozesse, wie dem Rollformen, oder in komplexen Prozessfolgen eingesetzt werden, um die Bauteile performanter zu gestalten und zu fertigen. Treten hohe Dehnungen, z.B. beim passiven Presshärten von Rohren mittels granularer Medien, auf, werden präzise Fließkurven benötigt. Diese stammen aus neuen Charakterisierungsverfahren, wie dem ebenen Torsionsversuch für gekrümmte Halbzeuge. Das Presshärten kann auch zusätzlich zu lokalen Erwärmungsstrategien genutzt werden, um die Bauteileigenschaften lokal anzupassen. Dies erfolgt aktuell beim Biegen nicht-symmetrischer Profile. Das Walzplattieren ermöglicht dabei die Fertigung presshärter Halbzeuge für die induktive Erwärmung. Für das Einstellen lokaler Querschnittsgradierungen mit kurzen Übergangsbereichen bei Raumtemperatur wird weiterhin das Walzgleitziehen beforscht. Für die Federnfertigung wurde erfolgreich ein Tool entwickelt, welches Firmen hilft ihren Einrichtprozess zu beschleunigen.



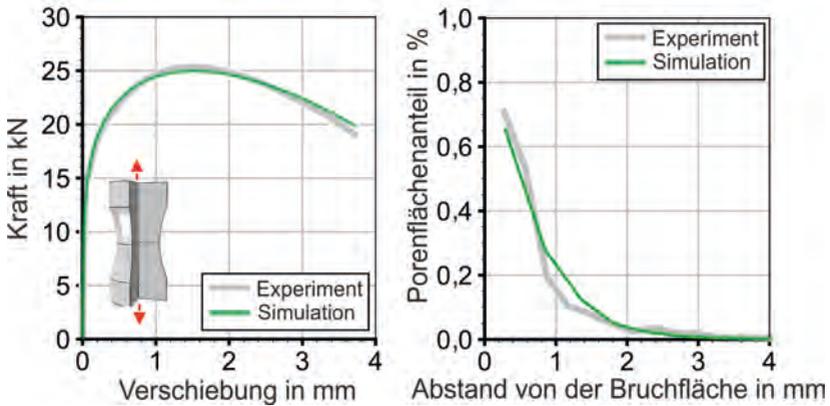
Das Team der Abteilung Profil- und Blechumformung auf dem Podest der Experimentierhalle des IUL

### 2.3.1 Modellintegration für die Prozesssimulation

Projektträger  
Projektnummer  
Kontakt

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
SFB/TRR 188 • Teilprojekt S01  
Jan Gerlach M. Sc.

Das vorrangige Ziel des SFB/TRR188 ist die Verbesserung von Produkteigenschaften durch eine schädigungskontrollierte Umformung. Dabei liegt der Fokus des Teilprojektes S01, das gemeinsam mit dem Institut für Mechanik der TU Dortmund bearbeitet wird, auf der akkuraten Vorhersage von Porenanteilen sowie deren Auswirkungen auf die mechanischen Eigenschaften und folglich auf die Leistungsfähigkeit gefertigter Produkte. Die Schädigungsvorhersage mittels Finite-Elemente-Methode erfordert zuvor die Parameteridentifikation des zugrundeliegenden Materialmodells. Im Gegensatz zur herkömmlichen Modellkalibrierung anhand von Kraft-Verschiebungskurven gekerbter Zugproben, wurden zusätzlich Konturdaten und hochauflösende Porenmessungen verwendet, um sowohl das makroskopische Materialverhalten als auch die Schädigung im Sinne des Porenflächenanteils vorherzusagen (vgl. Bild). Die kalibrierten Modelle wurden anhand des Fließpressens validiert und ermöglichen eine quantitativ gute Vorhersage der Porenflächenanteile.



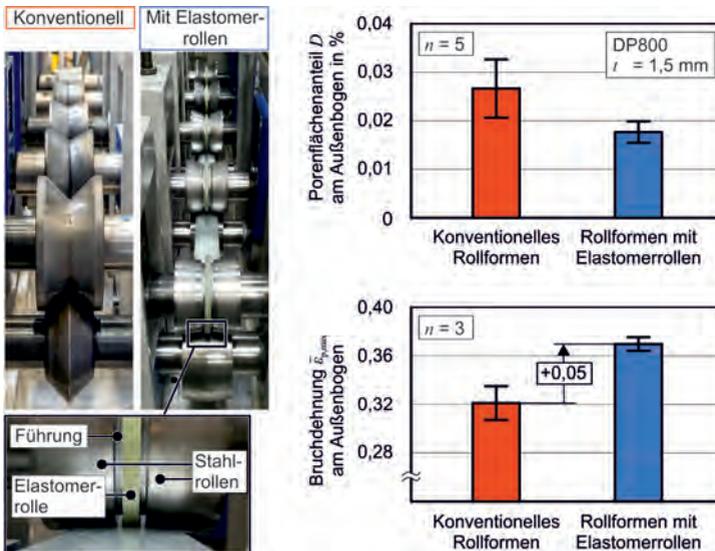
Parameteridentifikation basierend auf experimentellen Daten unterschiedlicher Skalen

## 2.3.2 Schädigungsbeeinflussung bei der Biegeumformung

Projektträger  
Projektnummer  
Kontakt

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
SFB/TRR 188 • Teilprojekt A05  
Philipp Lennemann M. Sc.

Duktile Schädigung tritt während der Umformung von Metallen auf und bezeichnet die Entstehung, das Wachstum und den Zusammenschluss von Poren. Die Triaxialität und damit die Schädigungsentwicklung kann durch Druckspannungsüberlagerung während der Umformung gesenkt werden. Hierzu wurden beim Rollformen von DP800 elastische Rollen eingesetzt, die den Spannungszustand am schädigungskritischen Außenbogen gezielt beeinflussen. Porenflächenmessungen mittels REM zeigten eine Reduktion des Porenflächenanteils von 33 %. Dies führte zu einer erhöhten Bauteilleistungsfähigkeit mit einer 9 % höheren Steifigkeit und eines 15 % höheren Formänderungsvermögens. Im Hinblick auf mehrstufige Umformprozesse werden Last- und Dehnpfadwechsel betrachtet. Hierbei stellten sich orthogonale Dehnpfadwechsel als weniger schädigungskritisch heraus als monotone Dehnpfade. Im Bereich der Warmblechumformung wird der Einfluss der Phasenumwandlung, der Umformtemperatur und der Haltezeit auf die Schädigungsentwicklung beim Presshärten untersucht.



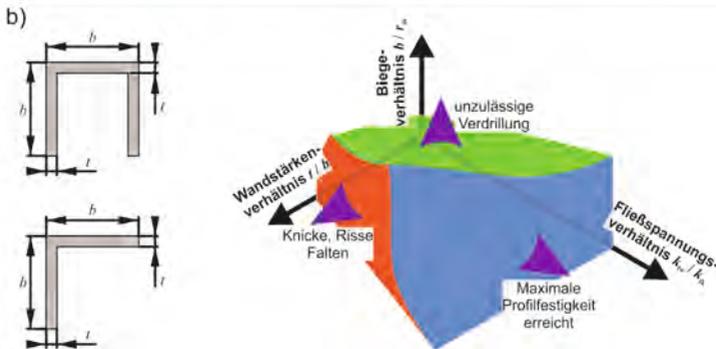
Rollformen: Konventionell und mit Elastomerrollen

### 2.3.3 Kinematisches Profilbiegen mit partieller Erwärmung des Querschnitts zur Gradierung der mechanischen Eigenschaften

Projektträger  
Projektnummer  
Kontakt

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
408302329  
Eike Hoffmann M. Sc.

Ziel des Projektes ist die Evaluierung eines kombinierten Verfahrens zum simultanen Profilbiegen und mechanischen Gradieren bei gleichzeitiger Minimierung der auftretenden Profilverdrillung. Hierzu werden Profile aus 22MnB5 und X20Cr13 kinematisch gebogen. Unter partieller, induktiver Erwärmung oberhalb der Rekristallisationstemperatur und anschließender Abschreckung wird die Einstellung der Eigenschaften sowie die Verdrillungsreduktion der Profile erreicht. Um ein breites Bauteilspektrum mit dem Prozess zu ermöglichen, werden verschiedene Erwärmungsstrategien sowie Profilgeometrien im Verlauf des Projektes untersucht. Die erwarteten Ergebnisse des Projektes bilden die Grundlage, Prozesse zur Produktion von gebogenen Profilen mit funktionsangepassten mechanischen Eigenschaften auszulegen. Die so produzierten Profile können beispielsweise bei Fahrzeugen in crash-relevanten Bereichen eingesetzt werden, in denen die Komponenten eine hohe Energieabsorption benötigen, gleichzeitig aber ihr Versagen nicht zulässig ist.



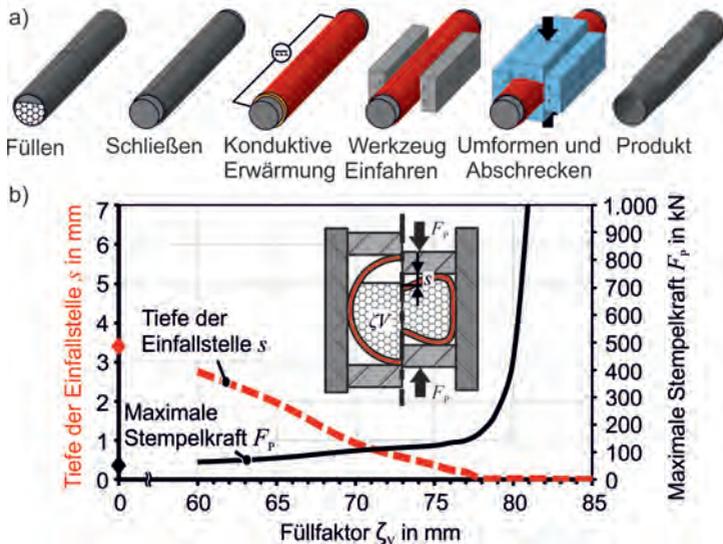
a) Mögliche Erwärmungszonen, b) beispielhaftes Prozessfenster

## 2.3.4 Presshärten von Rohren mit Granulaten als passives Umformmedium

Projektträger  
Projektnummer  
Kontakt

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
427196185  
Florian Kneuper M. Sc.

Zur Herstellung von rohrförmigen Bauteilen mit hoher Festigkeit und hoher Steifigkeit wird ein neues Verfahren zum Presshärten von Rohren entwickelt. Hierbei werden Granulate als passives Umformmedium genutzt. Die mit Granulat gefüllten und auf Austenitisingtemperatur erhitzten Rohre werden über einen Stempel, der auf den Rohrumfang wirkt, umgeformt und im Werkzeug abgeschreckt. Zunächst wird eine Umformung zu einem rechteckigen Profilquerschnitt betrachtet. Die damit verbundene Reduzierung des inneren Volumens des Rohrs führt zur Kompression des sich darin befindlichen Granulats. Der sich dabei aufbauende Druck verhindert das sonst typische Einfallen des Rohrs und verbessert die Ausformung der Eckenradien. Aus numerischen Simulationen geht hervor, dass bereits kleine Drücke ab 6 MPa ausreichen, um das Einfallen zu verhindern. Ein doppelwirkender Prozess reduziert die Reibung zum Werkzeug und führt zu einer symmetrischen Ausformung des Rohrs. Diese und weitere Ergebnisse zu auftretenden Fügekräften und der Temperaturhistorie werden für die Auslegung des Umformwerkzeugs genutzt.



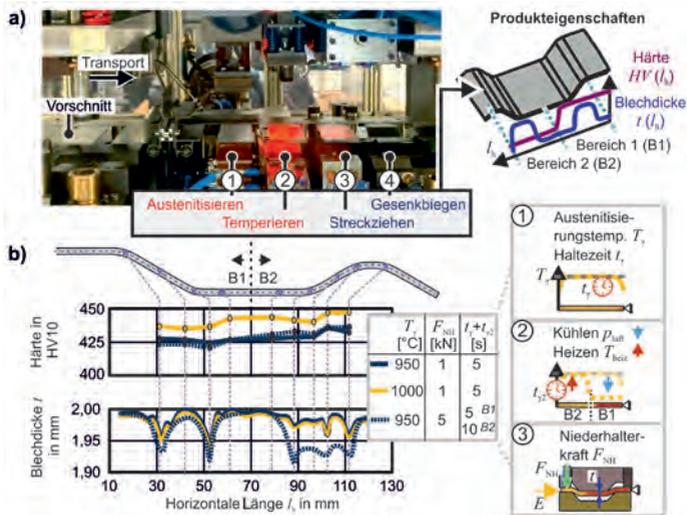
a) Prozessfolge, b) Tiefe der Einfallstelle und Stempelkraft in Abhängigkeit des Füllfaktors

## 2.3.5 Eigenschaftsgeregelte mehrstufige Warmblechumformung

Projekträger  
 Projektnummer  
 Kontakt

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
 TE 508/81-2 (SPP2183)  
 Juri Martschin M. Sc.

Die mehrstufige Warmblechumformung im Folgeverbundwerkzeug hat das Potenzial zur Herstellung gehärteter kleiner bis mittelgroßer Bauteile mit komplexer Geometrie und anpassbaren Produkteigenschaften. Zur Umsetzung sollen die thermische und mechanische Prozesshistorie, welche entscheidend für die resultierenden Produkteigenschaften sind, stufenweise in das Werkzeugsystem eingebundene Aktoren angepasst werden. Zum Einstellen der Härte und Blechausdünnung wurden in ein Demonstratorwerkzeug (vgl. Bild a) eine induktive Erwärmung, eine Temperierstufe, bestehend aus einer Gleichstromerwärmung und einer Luftkühlung, sowie ein Niederhalter mit regelbarer Kraft implementiert. Bei Einrichteversuchen (vgl. Bild b) mit dem Presshärtestahl 22MnB5 konnte durch eine Variation der Austenitisierungstemperatur das Niveau des Härteverlaufs eingestellt werden. Durch eine Vergrößerung der Niederhalterkraft bei gleichzeitiger Anpassung der Stellgrößen der Temperierstufe konnte wiederum die Blechdicke lokal im Bereich 2 gezielt eingestellt werden, bei Erhalt einer geforderten Mindesthärte. Das Projekt wird gemeinsam mit dem Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Mechanik des KIT Karlsruhe durchgeführt.

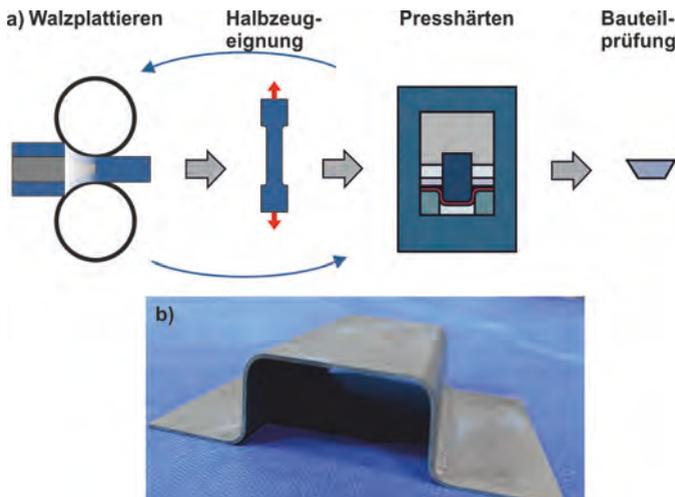


a) Folgeverbundwerkzeug mit erweiterter Aktorik, b) Produkteigenschaften eingestellt in Einrichterversuchen

## 2.3.6 Analyse des Einsatzpotentials walzplattierter MnB-Cr-Stahlverbunde für das Presshärten

Projektträger	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Projektnummer	444548865
Kontakt	Markus Stenney M. Sc.
Projektstatus	abgeschlossen

Gemeinsam mit dem Institut für Bildsame Formgebung der RWTH Aachen ein neuer Verbundwerkstoff wurde für das Presshärten entwickelt, bei dem die konventionelle ALSi-Beschichtung durch zwei Edelstahlbleche (X5CrNi18-10) substituiert wurde. Bei der walzplattierten Herstellung des Sandwichverbundes bilden die Stähle eine stoffschlüssige Verbindung aus, welche eine Delamination bei Umformung und Temperaturbehandlung nachweislich verhindert. Allerdings wurde festgestellt, dass bei der Herstellung von pressgehärteten Hutprofilen Risse aufgrund eines verminderten Umformvermögens auftreten. Eine Ursachenanalyse ergab, dass die diffusionsbedingte Bildung von Chromcarbiden und interlaminare Rissbildung während der Herstellung für das geringe Restumformvermögen verantwortlich sind. Die Ableitung einer neuen Herstellungsrouten, unter Variation der Temperaturführung, ermöglichte die Verbesserung der Halbzeugeigenschaften und die versagensfreie Herstellung der Hutprofile. Zur anwendungsorientierten Auslegung des neuen Presshärteverbundes wurde ein Modell erarbeitet, welches die Materialeigenschaften basierend auf der Verbundzusammensetzung vorhersagt.

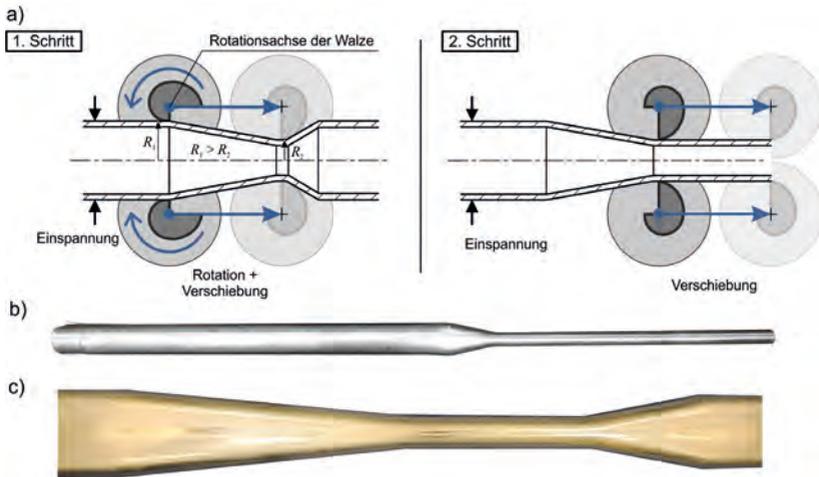


a) Projektroute und b) Presshärten des walzplattierten Verbundes

### 2.3.7 Prozessentwicklung und Technologietransfer eines kombinierten Umformverfahrens zur Herstellung gradiert Profile für Leichtbauanwendungen (ProLeit)

Projektträger	BMWK
Projektnummer	03LB2015B
Kontakt	Niklas Hoenen M. Sc.

Im Rahmen des vom BMWK geförderten Projektes wird der Walzgleitziehprozess in Zusammenarbeit mit der Otto Fuchs KG und der MSG Maschinenbau GmbH untersucht. Durch eine Kombination von Walzen und Ziehen mit nicht-konstantem Ziehspalt wird bei diesem Prozess eine lokale Veränderung der Querschnittsgeometrie vorgenommen. Diese Umformung ermöglicht einen verringerten Materialeinsatz in der Produktion sowie ein reduziertes Bauteilgewicht, wodurch  $\text{CO}_2$ -Emissionen eingespart werden können. Mögliche Einsatzbereiche für entsprechend belastungsoptimierte Profile finden sich in unterschiedlichen Mobilitätsanwendungen. Zur Erweiterung der Anwendungsmöglichkeiten werden unterschiedliche Ausgangsgeometrien auf ihre Umformbarkeit untersucht und durch Anpassung der Halbzeug- und Walzengeometrie das Umformergebnis verbessert. Es konnte hierbei gezeigt werden, dass ovale Profile erfolgreich mit dem Walzgleitziehen gradiert werden können.



a) Walzgleitziehprozess, b) umgeformtes Rohr (rund), c) Umformergebnis ovales Profil

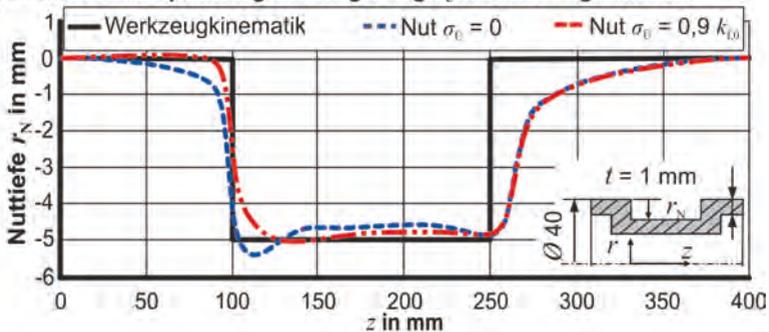
## 2.3.8 Inkrementelles Profilumformen mit Spannungsüberlagerung

Projektträger  
Projektnummer  
Kontakt

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
509859510  
Markus Stenei M. Sc.

Die inkrementelle Profilumformung (IPU) ist ein kinematischer Umformprozess zur Herstellung von Rohren mit axial variablem Querschnitt. Zur Manipulation des Querschnittes bietet die am Institut für Umformtechnik und Leichtbau entwickelte Maschine neben der axialen Vorschubachse sechs rotatorisch gelagerte, radial individuell einstellbare Werkzeuge unterschiedlicher Form. Vergleichbar mit konventionellen, kinematischen Prozessen, kommt es zu Formabweichungen zwischen Werkzeugpfad und der finalen Bauteilgeometrie, welche in diesem Fall auf komplexe Rückfederungen im Rohr zurückzuführen sind. Die Abweichungen einer gefertigten, axialen Nut sind im Bild verdeutlicht. Im Rahmen dieses Projektes wird der Einfluss von Spannungsüberlagerungen auf die Umformzone während und nach der Herstellung untersucht, wobei eine gezielte Beeinflussung des plastifizierten Bereiches zur Erhöhung der Formgenauigkeit angestrebt wird. Zur Realisierung der Überlagerung werden im Projekt radialer Innendruck, axiale Zug-/Druckbelastung und Torsionsbelastung aufgeprägt.

(a) Einfluss von Spannungsüberlagerung  $\sigma_{\theta}$  auf die Nutgeometrie



(b) Untersuchte Arten von Spannungsüberlagerung  $\sigma_{\theta}$

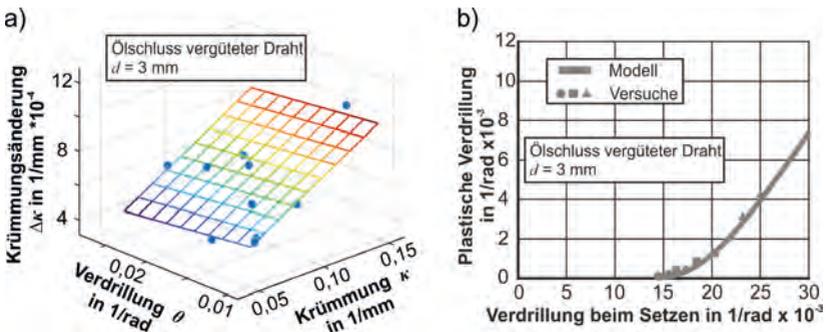


Einfluss und Arten der Spannungsüberlagerung bei der Profilumformung

### 2.3.9 Entwicklung eines Modells zur Vorhersage der Geometrieänderungen bei der Federherstellung auf Basis der Plastizitätstheorie unter Berücksichtigung der Wärmebehandlung

Projektträger	AiF/IGF
Projektnummer	IGF 21490 N
Kontakt	Philipp Rethmann M. Sc.
Projektstatus	abgeschlossen

Die Herstellung von Schraubendruckfedern erfolgt in einem mehrstufigen Prozess aus Winden, Wärmebehandeln und Vorsetzen. Die durch das Winden erzeugte Geometrie der Federn wird bei der Wärmebehandlung durch den Abbau von Eigenspannungen und beim Vorsetzen durch plastische Verformung verändert. Für die Vorhersage dieser bisher unbekanntenen Geometrieänderung wurden analytische und empirische Ansätze entwickelt. Aufgrund des hohen Aufwands der Materialcharakterisierung für analytische Modelle werden die empirischen Modelle für den praktischen Einsatz qualifiziert. Diese nutzen bilineare Ausgleichsfunktionen zur Bestimmung des Verzugs in Abhängigkeit der Federmaße bei der Wärmebehandlung (vgl. Bild a). Bei dem Modell des Vorsetzens erfolgt eine Beschreibung der plastischen Verdrillung in Abhängigkeit der durch das Vorsetzen aufgebrauchten Gesamtverdrillung des Drahts. Beide Modelle werden in einem Excel-Tool kombiniert, welches zur Unterstützung der Mitarbeitenden bei dem bisher erfahrungsbasierten Einrichten der Windemaschinen verwendet werden kann.



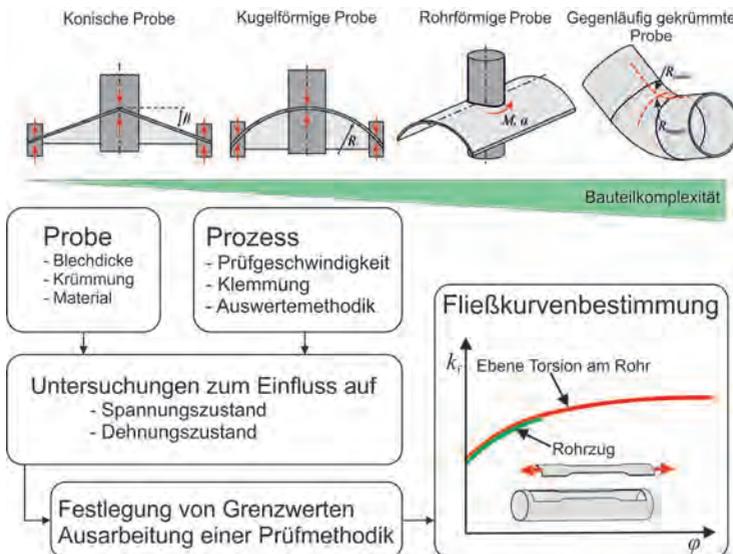
a) Berechnung der Geometrieänderung bei der Wärmebehandlung mittels Ausgleichsebene, b) Plastische Verdrillung in Abhängigkeit der Gesamtverdrillung bei dem Vorsetzen von Druckfedern

## 2.3.10 Neuartige ebene Torsionsprobe zur Charakterisierung von Schädigung und Verfestigung – gekrümmte Bleche und Bauteile

Projektträger  
Projektnummer  
Kontakt

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
327544970  
Fabian Stiebert M. Sc.

In der Blechumformung existieren zahlreiche Verfahren zur Charakterisierung von Materialkennwerten, die für zuverlässige Ergebnisse in der numerischen Simulation benötigt werden. Die etablierten Methoden erreichen bei der Prüfung von gekrümmten Blechen, wie zum Beispiel Rohren, jedoch ihre Grenzen, sodass eine Charakterisierung vor allem bis zu hohen Dehnungen nicht möglich ist. Ziel dieses Projektes ist die Analyse und die Weiterentwicklung des ebenen Torsionsversuchs für die Prüfung von gekrümmten Blechen und Bauteilen. Hierzu werden in einem ersten Schritt die theoretischen Grundlagen für unterschiedlich komplexe Geometrien und geeignete Auswertemethoden untersucht. Im Fokus stehen hierbei neben den ermittelten Fließkurven, die proben- und prozesseitigen Einflüsse auf die Spannungs- und Dehnungszustände im Prüfbereich. Hieraus werden theoretische Grenzwerte für unterschiedliche Werkstoffe und Geometrien abgeleitet und an realen Bauteilen experimentell verifiziert.



Übersicht über die wichtigsten Untersuchungen der Torsion nicht-ebener Bleche und Bauteile

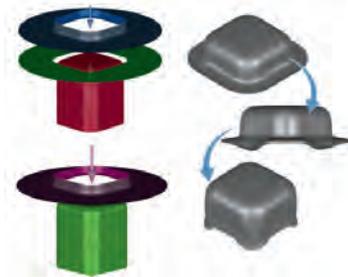
### 2.3.11 Werkzeugbedingte Beeinflussung des Dehnungszustands

Projektträger  
Kontakt

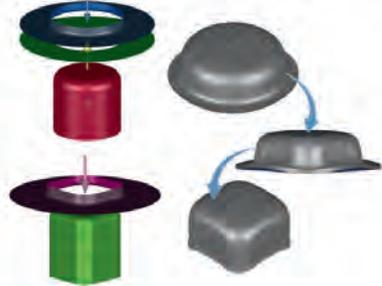
ReCIMP  
Gabriel Marín M. Sc.

Seit Dezember 2022 führt das Forschungszentrum für industrielle Metallverarbeitung in Zusammenarbeit mit dem Institut für Umformtechnik und Leichtbaukomponenten sowie Forvia-Faurecia eine Studie durch, die den Einfluss der Werkzeuggeometrie auf die Dehnungsverteilung in tiefgezogenen Näpfen untersucht. Die Motivation für diese Untersuchung ergibt sich aus beobachteten Kantenrissen in tiefgezogenen Komponenten der Automobilindustrie, die einen nachfolgenden Schneidvorgang erfordern und die Materialeffizienz beeinträchtigen. Die Forschung konzentriert sich hauptsächlich auf quadratische Näpfe (vgl. Bild) und beinhaltet eine Prozessänderung durch die Einführung eines runden Stempels während des Ziehvorgangs. Diese strategische Anpassung zielt darauf ab, die Dehnungsentwicklung zu beeinflussen, um Faltenbildung in den Komponenten erfolgreich zu mindern und Rissbildungen zu verhindern. Nachfolgende Phasen der Untersuchung werden sich auf experimentelle und numerische Bewertungen konzentrieren, um die Leistung von Näpfen zu bewerten, die unter Verwendung dieses neuartigen und optimierten Prozessablaufs hergestellt wurden.

#### Konventionelle Prozessroute



#### Innovative Prozessroute



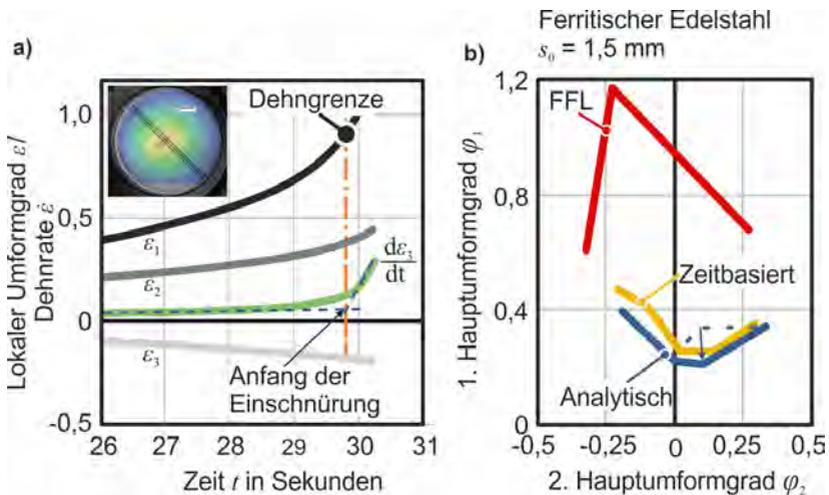
Einfluss der Prozessroute auf die Napfgeometrie

## 2.3.12 Umformbarkeit von ferritischen und hochfesten Stählen

Projektträger  
Kontakt  
Projektstatus

ReCIMP  
Jan Bechler M. Sc.  
abgeschlossen

Der Fokus dieses Projekts lag auf der Identifizierung von Methoden zur Charakterisierung der Umformbarkeit von ferritischen rostfreien und hochfesten Stählen. Für die Bewertung der lokalen und globalen Umformbarkeit werden die Bruchformänderungskurve (FFL) und die Grenzformänderungskurve (FLC) verwendet. Eine effizientere Ausnutzung des Materials kann durch die Anwendung einer neuen zeitbasierten Auswertemethodik erreicht werden, da diese die Grenzformänderungskurve genauer bestimmt. Eine analytische untere Grenzformänderungskurve ist für hochfeste Stähle anhand von Zugversuchsdaten bestimmbar. Das Modell konnte für ferritische rostfreie Stähle durch statistische Anpassung der Parameter erweitert werden. Dies erlaubt eine schnelle analytische Abschätzung der Grenzformänderungskurve im Entwicklungsprozess. Der nutzbare Umformbereich ist durch die Verwendung der Bruchformänderungskurve mittels der Bruchdicke und Bruchbreite für die Materialien erweiterbar und erhöht so die Materialausnutzung.



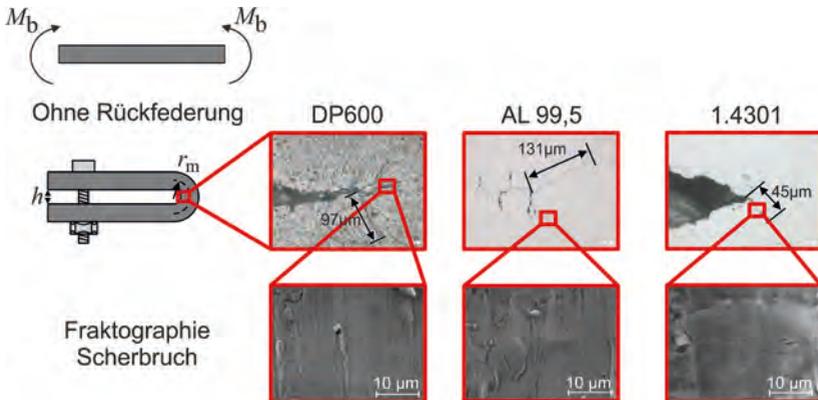
a) Grundprinzip der zeitbasierten Methode, b) FFL und FLC ferritischer Edelstähle

### 2.3.13 Vorhersage der Lebensdauer durch Knickbauchen umgeformter Rohre

Projektträger  
Kontakt

ReCIMP  
Jan Bechler M. Sc.

Der Schwerpunkt des Projektes ist die Vorhersage und Verlängerung der Lebensdauer knickbauchumgeformter Rohre. Aus der Literatur ist bekannt, dass initiale Risse am Innenbiegeradius entstehen, wobei die Scherung und die elastische Rückfederung als mögliche Ursachen für die Rissinitiiierung angeführt werden. Rasterelektronenmikroskopische (REM) Analysen am inneren Biegeradius für unterschiedliche Umformgrade bestätigen die Scherung als Ursache der Rissentstehung. Der Einfluss der Rückfederung wird mittels Biegeproben für die Materialien DP600, Al99,5 und 1.4301 untersucht (vgl. Bild). Dabei wird die Biegeprobe mittels Schrauben an der Rückfederung gehindert, welche anschließend entfernt werden. Mikroskopieaufnahmen vor der Rückfederung zeigen initiale Risse für die unterschiedlichen Materialien, weshalb die Scherung als Ursache angeführt werden kann. Der Vergleich desselben Risses im restriktierten und zurückgefederten Zustand zeigt eine Rissverlängerung. Der Fokus zukünftiger Arbeiten liegt auf dem Einfluss der Mikrostruktur auf die Lebensdauer.



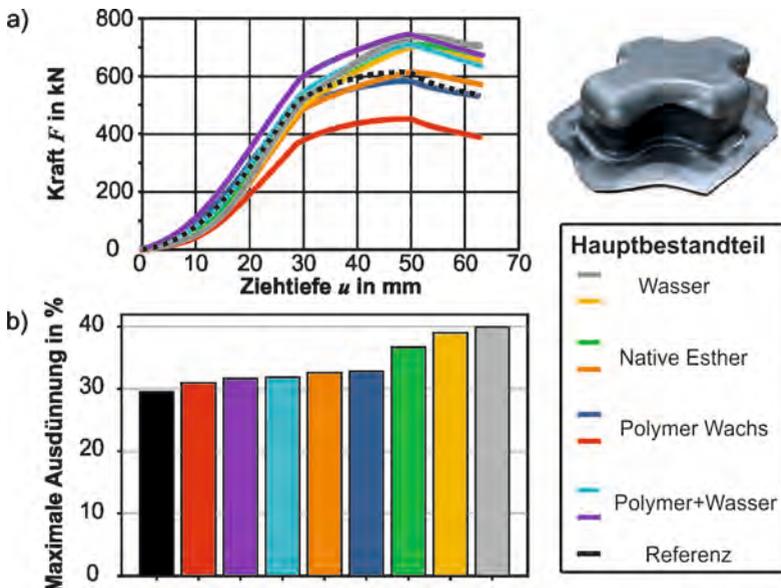
Rissinitiiierung ohne Rückfederung beim Biegen mit anschließender Fraktographie

## 2.3.14 Studie zur Anwendung umweltfreundlicher Schmierstoffe

Projektträger  
Kontakt

ReCIMP  
Philipp Rethmann M. Sc.

Im Automobilbau ist das Tiefziehen von Blechen ein Schlüsselprozess, um komplexe Formen für Karosserie- und Strukturkomponenten zu erzeugen. Für die Fertigung anspruchsvoller Bauteile werden mineralölhaltige Tiefzieherschmierstoffe eingesetzt, die eine potenzielle Gefahr für Mensch und Umwelt darstellen. „Grüne“, biologisch abbaubare Schmierstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen versprechen die Lösung dieses Problems und können durch den Wegfall von Waschprozessen auch Kosten einsparen. Der Vergleich von maximalen Prozesskräften und maximaler Blechdurchdünnung (vgl. Bild) bei Kreuznapf-Tiefziehversuchen zeigt, dass „grüne“ Schmierstoffe bei der Leistungsfähigkeit mit konventionellen Schmierstoffen mithalten können. Wasserbasierte Wachsdispersionen erreichen beispielsweise die geringsten Prozesskräfte aller getesteten Schmierstoffe. Durch optische Untersuchungen der Bauteilverschmutzung sowie thermogravimetrische Analysen wird im nächsten Schritt ermittelt, bei welchen Produkten eine Bauteilreinigung erforderlich ist.

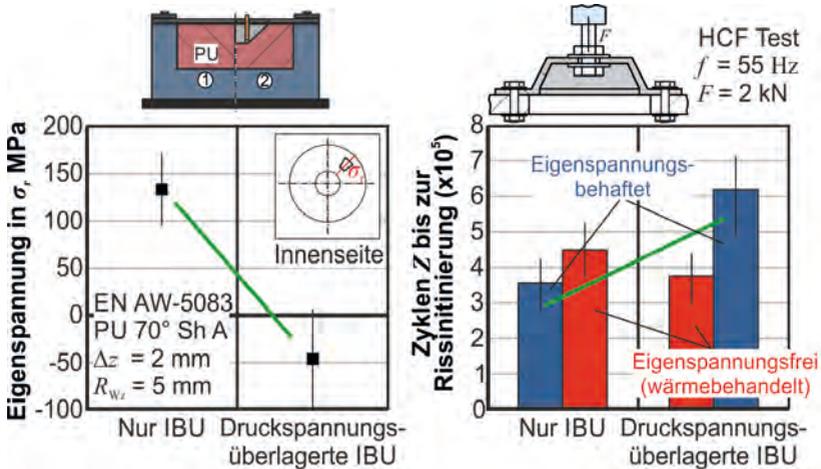


a) Kraft-Weg-Verläufe beim Tiefziehen von Kreuznäpfen mit unterschiedlichen Schmierstoffen, b) Maximale Ausdünnung des Blechs beim Tiefziehen der Kreuznäpfe

## 2.4 Abteilung Sonderverfahren

Leitung Marlon Hahn M. Sc.

Die Abteilung analysiert und entwickelt Umformprozesse, welche Vorteile gegenüber konventionellen Fertigungsprozessen bieten, etwa kürzere Prozesszeiten oder ansonsten nicht erzielbare Produkteigenschaften. Der Anspruch ist es, in den Projekten stets experimentelle, numerische sowie analytische Betrachtungen vorzunehmen. Es gibt die inhaltliche Kategorisierung: Hochgeschwindigkeitsumformung (inklusive Trennen), inkrementelle Umformung, Fügen durch Umformung (inklusive verschiedener Werkstoffe) und neue hybride Komponenten für die Werkzeugtechnik und Halbzeuge. Wie auch in den anderen Abteilungen wird unter anderem auf das Prinzip der Spannungsüberlagerung zurückgegriffen. Dies ist exemplarisch in dem Bild zu erkennen. Durch die Einbringung eines Gegendrucks bei der inkrementellen Blechumformung werden, bei gleichbleibender Geometrie, ansonsten unerwünschte Zugeigenstressungen durch den Umformprozess in Druckeigenstressungen geändert, die eine höhere Lebensdauer der so hergestellten Komponente ermöglichen. Die Projektthemen charakterisiert eine hohe Vielfalt und Interdisziplinarität. Die Abteilung setzt sich momentan aus sieben wissenschaftlichen Mitarbeitenden zusammen.

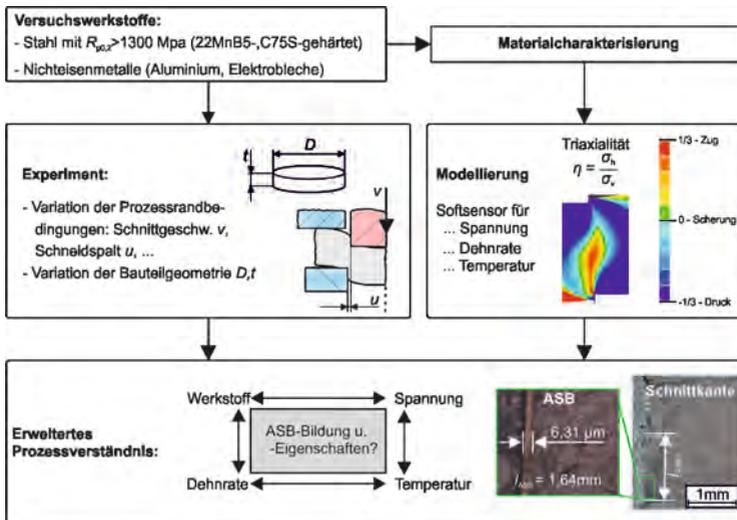


Beispiel inkrementelle Blechumformung (IBU): Eigenschaftsverbesserung durch Elastomer (PU) Gegendruck

## 2.4.1 Funktionsflächen durch adiabatische Hochgeschwindigkeitsprozesse: Mikrostruktur, Mechanismen und Modellentwicklung

Projekträger Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
 Projektnummer 460484491 (FOR 1580)  
 Kontakt Olaf Schrage M. Sc.

An mittels Hochgeschwindigkeitsscherschneiden erzeugten Schnittkanten kommt es zur Bildung sogenannter adiabatischer Scherbänder (ASB), dessen Entstehungsmechanismen und Eigenschaften untersucht werden. Neben den Materialeigenschaften wurde der sich durch die Prozessrandbedingungen einstellende Spannungszustand als weiterer Haupteinflussfaktor identifiziert, welcher durch Variation der Prozessparameter systematisch untersucht wird. Methodisch werden die experimentellen Untersuchungen mit einer umfassenden FEM-Modellierung als Softsensor für Spannung, Dehnrate und Temperatur gekoppelt. Das in Grundversuchen erlangte Prozessverständnis wird dann auf komplexe Geometrien übertragen und zur Eigenschaftsregelung von ASB genutzt. Ein umfangreiches Verständnis der ASB-Bildung und der resultierenden Eigenschaften wird in Zusammenarbeit mit der TU Chemnitz, der TU München sowie dem Fraunhofer IWU (Chemnitz) und dem Fraunhofer IWM (Freiburg) im Rahmen der Forschungsgruppe FOR FUNDAM<sup>3</sup>ENT angestrebt.

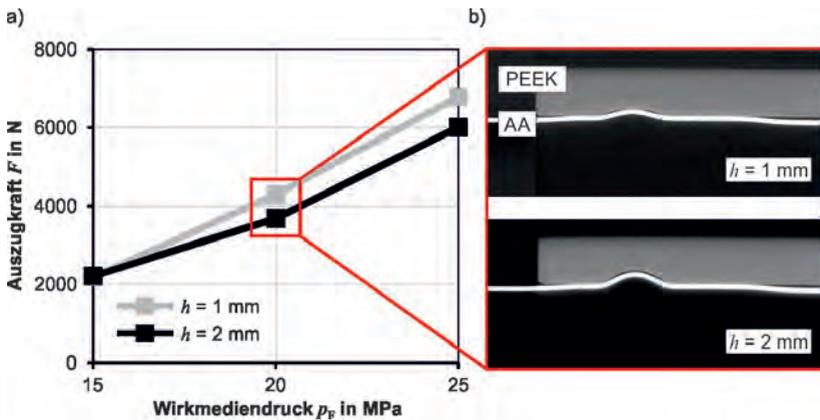


Vorgehen zur Analyse der ASB-Bildung sowie dessen Eigenschaften

## 2.4.2 Automatisiertes Bestücken und zerstörungsfreies Prüfen von Rohr-Fitting-Verbindungen (AutoFit)

Projektträger	BMWi/DLR
Projektnummer	20W1905C
Kontakt	Florian Weber M. Sc.

In dem Verbundprojekt untersucht das Institut für Umformtechnik und Leichtbau gemeinsam mit PFW Aerospace, Steitz Präzisionstechnik und dem Fraunhofer IZFP das umformtechnische Fügen von Metall-Polymer-Verbindungen zum Einsatz im Luftfahrtsektor. Im Rahmen experimenteller Versuchsreihen zum Innenhochdruckfügen (IHF) wird der Einfluss von Formschlusselementen, welche in den thermoplastischen Fügepartner aus Polyetheretherketon (PEEK) integriert sind, auf die übertragbaren Kräfte untersucht. Infolge einer höheren Ausfüllung der Formschlusselemente durch den metallischen Fügepartner aus Aluminium (EN AW-6061 T6) können höhere Zugkräfte durch die gefügten Verbindungen übertragen werden. Dies wird durch computertomographische (CT) Aufnahmen bestätigt (vgl. Bild). Untersuchungen zum elektromagnetischen Fügen zeigen darüber hinaus die grundsätzliche Anwendbarkeit des Verfahrens für diese Materialkombination, wobei das spröde Materialverhalten des PEEK als limitierend hervorzuheben ist.



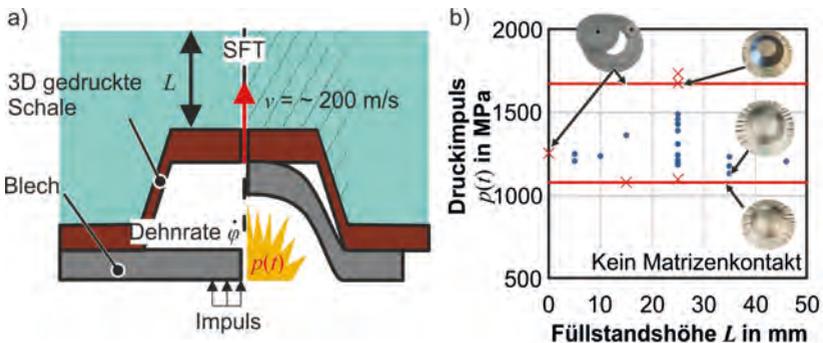
a) Auszugkräfte nach dem IHF, b) CT-Aufnahmen zur Nutausfüllung für verschiedene Nuttiefen  $h$

## 2.4.3 Umformen mittels örtlich variabel vaporisierender Aktuatoren

Projektträger  
Projektnummer  
Kontakt

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
391967465  
Jan Bechler M. Sc.

Der Fokus des Fortsetzungsprojektes liegt auf der Steigerung der Flexibilität der Vaporisationsumformung für geringe Stückzahlen. Massive, unflexible Stahlgesenke, die nur für bestimmte Bauteilgeometrien nutzbar sind, werden durch dünne, flexible 3D-gedruckte Plastikschaalen ersetzt. Diese werden durch scherverzähende Fluide (Shear Thickening Fluid – STF) abgestützt (vgl. Bild a). Das Fluid ist im Ausgangszustand flüssig und verfestigt aufgrund der hohen Dehnraten beim Werkstückaufprall quasi-instantan. Der Füllstand  $L$  und die Wandstärke der Schale sind so zu wählen, dass sie den Aufprallkräften des Werkstücks standhalten. Die Variation der Energie des Kondensators zeigt eine obere und untere Prozessgrenze: Bei zu geringer Entladeenergie wird das Bauteil nicht voll ausgeformt und zu hohe Energien führen zum Bruch der Matrize (vgl. Bild b). Der Füllstand hat keinen Einfluss auf die Ausformung, da bereits geringe Füllstände (5 mm) die Matrize ausreichend abstützen. Zudem zeigt sich, dass ein Beschnitt vor oder nach der Umformung keinen Einfluss auf die elastische Rückfederung hat.



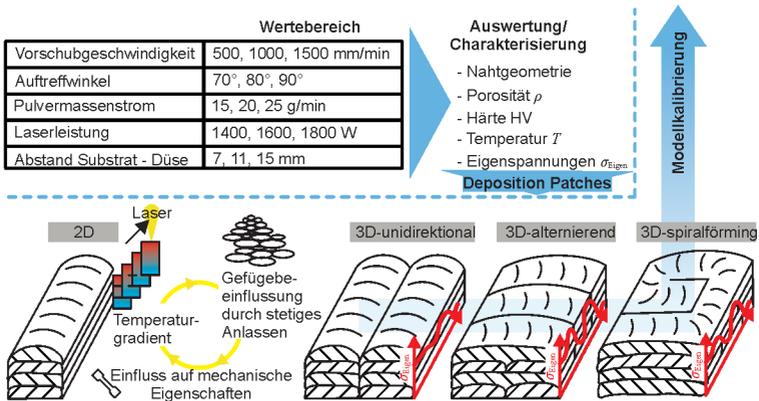
a) Funktionsschema des flexiblen Werkzeugkonzeptes, b) ermittelte Prozessgrenzen für Titanblech

## 2.4.4 Modellierung und Analyse der prozessbedingten Eigenschaften durch Laserpulverauftragschweißen additiv gefertigter Strukturen

Projektträger  
Projektnummer  
Kontakt

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
504955789  
Hamed Dardaei Joghhan M. Sc.

Ziel ist es, in Kooperation mit dem Institut für Mechanik, die Fertigung von Bauteilen mittels Laserpulverauftragschweißen zu simulieren, um die finale Kontur des gefertigten Bauteils sowie der Eigenspannungen vorherzusagen und die Einflüsse der gewählten Prozessparameter zu untersuchen. Grundlage der Simulationen ist ein thermodynamisch konsistentes und auf der Mikromechanik basierendes Materialmodell, welches plausible Ergebnisse und Daten liefert. Die physikalische Plausibilität ermöglicht u. a. die Anwendung der neuen Methodik für Problemstellungen, in denen keine oder nur beschränkt experimentelle Daten zum Abgleich mit den Simulationen zur Verfügung stehen. Durch die Einbindung datenbasierter Methoden wird zudem ein optimaler Kompromiss zwischen Genauigkeit und Rechenzeit ermöglicht, der mit klassischen Methoden nicht zu erreichen wäre. Zuerst wird der Bezug zwischen den Prozessparametern und den resultierenden Nahtgeometrien des sich ergebenden Verzugs sowie der Eigenspannungen mittels XRD-Messungen untersucht.

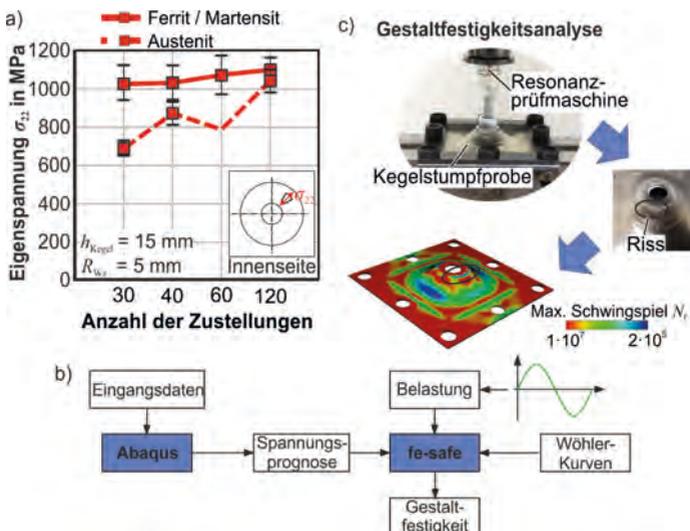


Experimenteller Versuchsplan

## 2.4.5 Verbesserung des Einsatzverhaltens inkrementell umgeformter Bauteile durch gezielte Eigenspannungsinduktion

Projektträger	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Projektnummer	372803376 (SPP 2013)
Kontakt	Fabian Maaß M. Sc.
Projektstatus	abgeschlossen

In der dritten Förderperiode des DFG-Schwerpunktprogramms SPP 2013 wurde, in Zusammenarbeit mit der Professur Werkstoff- und Oberflächentechnik der TU Chemnitz, durch eine Anpassung der Prozessparameter der inkrementellen Blechumformung (IBU) sowie mit einem überlagerten hydrostatischen Druck gezielt die Ausprägung und Verteilung der Eigenspannungen eingestellt. Der Effekt der gezielten Einstellung konnte sowohl für Aluminium EN AW-5083 als auch für den Dualphasenstahl 1.4462 nachgewiesen werden (vgl. Bild a). Umformtechnisch eingestellte Druckeigenspannungen wurden genutzt, um die Gestaltfestigkeit (auch unter korrosivem Einfluss) zu steigern (vgl. Bild c). Eine Vorhersage des Anrissortes und auch der maximal ertragbaren Schwingungszahl bei gegebenem Eigenspannungszustand konnte durch ein numerisches Modell erfolgen (vgl. Bild b). Das Potential der gezielten Eigenspannungseinstellung für den Industrieinsatz wird in einem DFG-geförderten Transferprojekt zusammen mit dem Automobilzulieferer Faurecia Autositze GmbH überprüft.



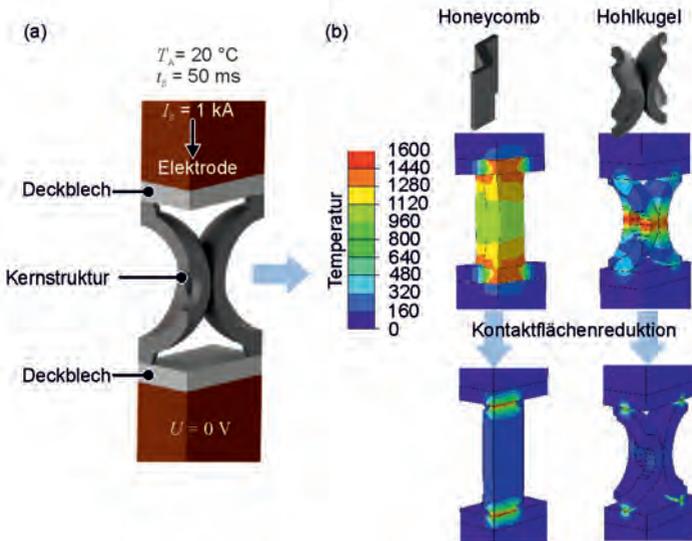
a) Eigenspannung für 1.4462, b) experimentelle und c) numerische Gestaltfestigkeitsprüfung

## 2.4.6 Umformung additiv gefertigter Sandwichblechverbunde mit optimierten Kernstrukturen

Projektträger  
Projektnummer  
Kontakt  
Projektstatus

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)  
317137194  
Hamed Dardaei Joghann M. Sc.  
abgeschlossen

In Kooperation mit dem Institut für Produkt Engineering der Universität Duisburg-Essen wurden Sandwichblechverbünde mit für die Umformtechnik optimierten Kernstrukturen untersucht. Um Bauraumbeschränkungen der additiven Fertigungsmaschinen zu überwinden, erfolgte das Fügen des additiv gefertigten Kerns mit gewalzten Deckblechen zu belastungsangepassten Halbzeugen. Neben dem Formschluss wurde auch der Materialschluss mittels Widerstandsbuckelschweißen untersucht. Der Einfluss der Parameter des Widerstandsbuckelschweißens und der Geometrie des Buckels auf die Qualität der Verbindung wurde numerisch untersucht (vgl. Bild). Schertests und metallografische Analysen wurden durchgeführt, um die Qualität der Verbindung zu bewerten. Mit Punktkontakten ließen sich die höchsten Verbindungsfestigkeiten erzielen. Eine Verlängerung der Schweißzeit kann die Festigkeit der Verbindung erhöhen, führt aber insbesondere bei großflächigen Kontakten zu einer erheblichen Wärmeentwicklung.

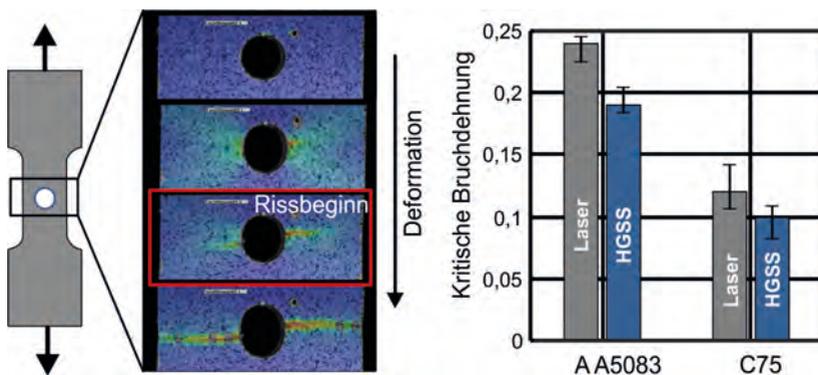


a) Modellaufbau, b) elektrisch-thermisch gekoppelte Simulation

## 2.4.7 Einsatz und Analyse des adiabatischen Scherschneidens

Projektträger	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Projektnummer	428780322
Kontakt	Dr.-Ing. Marlon Hahn
Projektstatus	abgeschlossen

Beim Hochgeschwindigkeitsscherschneiden (HGSS) fließt die entstehende Prozesswärme nicht ab und führt zu einer starken thermischen Entfestigung. Durch die lokale Wechselwirkung zwischen hoher Dehnrates und Temperatur kann es zu adiabaten (ASB) Scherbändern kommen, die andere Eigenschaften als bei dem konventionellen Scherschneiden liefern. Dazu wurden u. a. neue Charakterisierungsmethoden für unterschiedliche Stahl- und Aluminiumwerkstoffe untersucht, zusammen mit dem Lehrstuhl für Werkstoffwissenschaft (LWW) der TU Chemnitz. Es wurde ein temperaturabhängiges Versagensmodell eingeführt und verifiziert, um eine Steigerung der Duktilität modellierungstechnisch abbilden zu können. Experimentell wurden erstmalig mehrere relevante Energiegrößen (Maschinen-, kinetische-, Scherenergie) bestimmt, um die tatsächliche Effizienz abzuschätzen. Zudem wurde festgestellt, dass für nachgelagerte Umformungen (im Sinne der Kantenrissempfindlichkeit) nicht zwingend ein Vorteil gegenüber anderen Trennverfahren besteht (vgl. Bild). Das Projekt bietet eine Grundlage für weitere Untersuchungen im Rahmen der FOR1580.



Einfluss des Trennverfahrens auf die erreichbare Dehnung im Lochzugversuch

## 2.4.8 Anwendung von Machine Learning Algorithmen zur Fließkurvenbestimmung

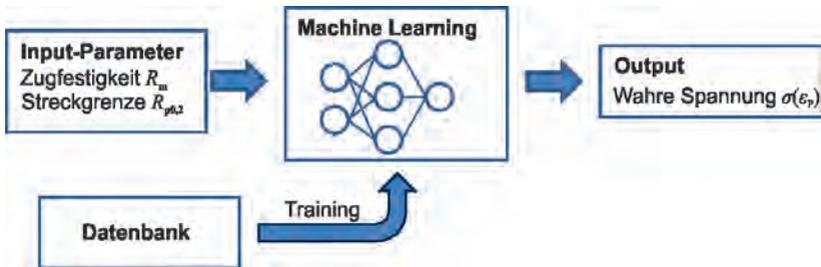
Projektträger

ReCIMP

Kontakt

Steffen Grünewald M. Sc.

In dem im Mai 2023 gestarteten ReCIMP Projekt untersuchen das Institut für Umformtechnik und Leichtbau gemeinsam mit der Forvia-Faurecia die Vorhersagbarkeit von Fließkurven mittels künstlicher Intelligenz. Zur Lösung des Regressionsproblems werden dabei verschiedene Ansätze bzw. Strategien verfolgt, welche mit den Modellen Random Forest, Feed Forward Neural Network und Recurrent Neural Network umgesetzt werden. Zum Trainieren der Modelle werden Fließkurven unterschiedlicher Stähle sowie die Kenngrößen Streckgrenze und Zugfestigkeit genutzt. Um den Einfluss der Menge, der Streuung sowie des Messrauschens der bereitstehenden Daten auf die Vorhersagequalität und Robustheit der verschiedenen Ansätze und Modelle zu untersuchen, wird durch eine Perturbation vorhandener Fließkurven ein synthetischer Datensatz generiert. In der Anwendung wird ein trainiertes Modell genutzt, um aus generischen oder chargenbezogenen Kennwerten eine Fließkurve zu generieren, welche innerhalb einer FEM-Rechnung genutzt werden kann.



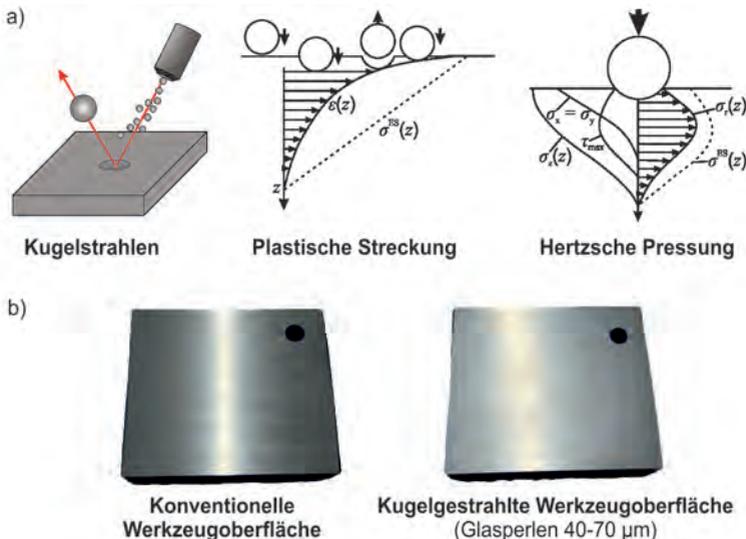
Implementierung des Machine Learnings in der Materialcharakterisierung

## 2.4.9 Reduzierung von Werkzeugverschleiß durch Kugelstrahlen

Projektträger  
Kontakt

Recimp  
Fabian Maaß M. Sc.

In industriellen Fertigungsprozessen sind die Funktions- und Führungsflächen von Umformwerkzeugen hohen Belastungen ausgesetzt. Ein früher Ausfall der Werkzeuge und der damit verbundene Wartungsaufwand binden Ressourcen und beeinträchtigen den Produktionsprozess und die Produktqualität. Durch eine Oberflächenbehandlung der Führungsflächen in einem Kugelstrahlprozess kann die Standzeit der Werkzeuge signifikant gesteigert werden. Eine Analyse vom Einfluss kugelgestrahlter Oberflächen auf die Verschleißbeständigkeit der Werkzeugflächen ist Betrachtungsgegenstand dieses Projektes in Kooperation mit Forvia-Faurecia. Der Einfluss des Kugelstrahls auf die Oberfläche wirkt primär durch das Einbringen oberflächennaher Druckeigenstressungen, welche einer Rissinitiierung infolge der Werkzeugbelastung entgegenwirken und die Bauteillebensdauer erheblich steigern. Neben dem Einfluss der Eigenspannungen wird im Rahmen des Projektes der Einfluss des Kugelstrahlprozesses auf Geometrie, Oberflächenbeschaffenheit, Materialhärte und Verschleißbeständigkeit analysiert.



a) Kugelstrahlen zur Generierung oberflächennaher Druckeigenstressungen, b) bearbeitete Werkzeugoberflächen

## 2.4.10 Eigenspannungsanalyse in geschweißten Bauteilen

Projektträger

Kontakt

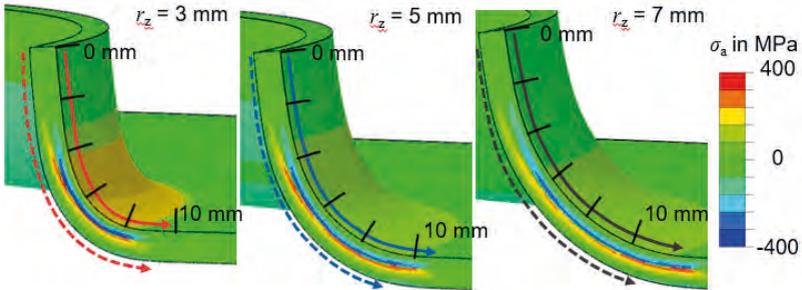
Status

ReCIMP

Florian Weber M. Sc.

abgeschlossen

Motiviert durch in Umfangsrichtung auftretenden Rissen in geschweißten Blech-Rohr-Verbindungen wurde in diesem Projekt die Beeinflussbarkeit des Eigenspannungszustands durch den Fertigungsprozess untersucht. Simulationen zum Kragenziehen der Bleche zeigten einen signifikanten Einfluss des Eigenspannungszustands durch den Ziehradius und die Kragenhöhe. Mit zunehmender Kragenhöhe konnten gezielt Druckeigenspannungen eingebracht werden, welche der Rissentstehung entgegenwirkten. Die numerischen Ergebnisse wurden mittels Röntgendiffraktometrie validiert. Darüber hinaus wurde ein potentieller Anwendungsfall als Bauteil in einem Auspuffsystem analysiert. Hierzu wurden die geschweißten Verbindungen im Nachgang bei 800 °C wärmebehandelt, wodurch es zu einem nahezu vollständigen Abbau der Eigenspannungen im Bauteil kam. Hierdurch konnten die umforminduzierten Eigenspannungen als Ursache der Rissentstehung ausgeschlossen werden.



Eigenspannung in Axialrichtung in Abhängigkeit des Ziehradius

Wir bedanken uns für die Förderung unserer Forschungsvorhaben bei:



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Gefördert durch



Deutsche  
Forschungsgemeinschaft

**FORVIA**  
·faurecia

# 02

## Forschung

Weitere Aktivitäten

03



## 3 Weitere Aktivitäten

### 3.1 Auszeichnungen

Oberingenieur Dr. Till Clausmeyer erhält den internationalen Karl-Kolle-Preis 2023

Die Arbeitsgemeinschaft Umformtechnik (AGU) zeichnete den Oberingenieur des Instituts für Umformtechnik und Leichtbau, Dr. Till Clausmeyer, für seine langjährige Forschungstätigkeit in der Umformtechnik mit dem internationalen Karl-Kolle-Preis 2023 aus. Das Preiskomitee erkannte dabei besonders Zusammenarbeiten mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern sowie Unternehmen aus dem Ausland an. Der Preis ist gestiftet von der KARL-KOLLE-Stiftung, die sich Projekten aus den Bereichen Bildung und Erziehung, Wissenschaft und Forschung sowie Soziales widmet.

Am 31.08.2023 fand eine Feierstunde zur Würdigung der Preisvergabe am IUL statt. Zu diesem freudigen Anlass besuchten der Rektor der TU Dortmund, Prof. Manfred Bayer, Prof. Winfried Pinninghoff, Benedikt Kummer, Kuratoriumsmitglied der Stiftung, Heike Marzen, Geschäftsführerin der Wirtschaftsförderung Dortmund und weitere Mitwirkende der KARL-KOLLE-STIFTUNG das Institut für Umformtechnik und Leichtbau. Den Preis hatte im Mai 2023 Prof. Matthias Liewald, der Vorsitzende der AGU, in Stuttgart übergeben.



Prof. Tekkaya (Institutsleiter IUL), Preisträger Dr. Clausmeyer mit Familie, Prof. Pinninghoff (Kuratoriumsvorsitzender der KARL-KOLLE-STIFTUNG), Prof. Bayer (Rektor der TU Dortmund)

## ICFG International Paper Prize 2023

Robin Gitschel, Mitarbeiter des Instituts für Umformtechnik und Leichtbau, hat auf dem 56. Plenary Meeting der International Cold Forging Group (ICFG), das vom 10.-13. September 2023 in Ankara stattfand, den „ICFG International Paper Prize 2023“ verliehen bekommen. Seit 1998 wird der Preis jährlich an Nachwuchswissenschaftler für herausragende Forschungsergebnisse im Bereich der Kaltmassivumformung vergeben.

Herr Gitschel erhielt den Preis für seine Forschungsarbeiten zur Schädigungsentwicklung in der Kaltmassivumformung. Durch einen neuartigen Modellierungsansatz, basierend auf Evolutionsgleichungen zur Beschreibung von Porenentstehung, Porenwachstum und Porenschluss, sowie einer Parameteridentifikation anhand elektronenmikroskopischer Messungen an Fließpresssteilen, können Schädigungsverteilungen in Kaltmassivbauteilen präzise vorhergesagt werden. Mit Hilfe dieses Simulationsansatzes können Fließpressrouten schädigungskontrolliert ausgelegt werden und Bauteile mit erhöhter Leistungsfähigkeit produziert werden.



Robin Gitschel, IUL, und Prof. Thomas Herlan, Präsident der ICFG  
Foto: Karl Grötzing

## Eike Hoffmann erhält den Young Researcher Award der JSTP 2023

Im Rahmen der 14<sup>th</sup> International Conference on the Technology of Plasticity (ICTP) zeichnete die Japan Society for Technology of Plasticity (JSTP) den wissenschaftlichen Mitarbeiter Eike Hoffmann mit dem Young Researcher Award (im Alter unter 35 Jahren) für seine exzellente Veröffentlichung und Präsentation zum Thema „Kinematisches Profilbiegen mit partieller Erwärmung“ aus. Neben Herrn Hoffmann haben zwei weitere internationale Wissenschaftler diesen Preis erhalten. Die diesjährige ICTP fand im Zeitraum vom 24. bis 29.09.2023 in Mandelieu-la-Napoule, Frankreich statt. Dieser Preis wurde dieses Jahr erstmals verliehen.

Er wurde auf Wunsch von Prof. Taylan Altan eingeführt, der die von der JSTP 1996 erhaltene Goldmedaille für seine Arbeit auf dem Gebiet der Forschung und Entwicklung in der Präzisionsumformung zurückgab, um die Personalentwicklung im Bereich der Umformtechnik voranzutreiben. Aus diesem Grund entschied sich die JSTP zur Einführung des Young Researcher Awards, bei welchem den Gewinnern Goldmedaillen überreicht werden. Die überreichten Medaillen wurden aus der zurückgegebenen Goldmedaille von Prof. Altan produziert.



Preisträger Eike Hoffmann bei der Verleihung des Young Researcher Awards.

## 3.2 Veranstaltungen

### Auftakt des Kompetenzzentrums für digitale Produktionstechnologien

Am 29.03.2023 wurde das Kompetenzzentrum für digitale Produktionstechnologien an der TU Dortmund im Rahmen einer feierlichen Auftaktveranstaltung im Rudolf-Chaudoire-Pavillon eröffnet. Das Kompetenzzentrum bietet in Zukunft einen direkten Ergebnistransfer aus der Wissenschaft in die Industrie, eine Plattform für gemeinsame Forschung und Entwicklung sowie zahlreiche Vernetzungs- und Weiterbildungsangebote.



(v.l.n.r.): Prof. Manfred Bayer (Rektor der TU Dortmund), Prof. Norbert Kockmann (Apparate Design - Wissenschaftlicher Beirat), Prof. Andreas Hoffjan (Unternehmensrechnung und Controlling - Wissenschaftlicher Beirat), Alessandro Selvaggio (Geschäftsführer des Kompetenzzentrums), Wolfgang Heidrich (Aluminium Deutschland - Verbandsbeirat), Heike Marzen (Wirtschaftsförderung Dortmund - Verbandsbeirat), Prof. A. Erman Tekkaya (Institut für Umformtechnik und Leichtbau - Wissenschaftlicher Beirat), Dr. Lukas Kwiatkowski (Otto Fuchs - Industriebeirat), Adolf Edler von Graeve (KIST Deutschland - Industriebeirat) und Frank Grützenbach (Wirtschaftsförderung Dortmund Verbandsbeirat). Foto: Oliver Schaper/TU Dortmund

Prof. A. Erman Tekkaya erklärte im Rahmen der Vorstellung des Kompetenzzentrums: „Damit Unternehmen aktuelle Herausforderungen, die sich etwa aus dem technologischen Wandel, der Klimakrise und den Tendenzen zur Deglobalisierung ergeben, meistern können, sind sie auf Innovationen angewiesen.“ Ihnen fehlen jedoch häufig die Zeit und teilweise auch die Fachkräfte und technischen Voraussetzungen für Entwicklungsprojekte. An dieser Stelle kommt das neue Kompetenzzentrum für digitale Produktionstechno-

logien ins Spiel. Dabei sollen kleine und mittlere Unternehmen aus der Region besonders angesprochen werden.

Neben dem Institut für Umformtechnik und Leichtbau (IUL) aus der Fakultät Maschinenbau agieren der Lehrstuhl für Unternehmensrechnung und Controlling (Prof. Andreas Hoffjan) aus der Fakultät Wirtschaftswissenschaften sowie die Arbeitsgruppe Apparatedesign (Prof. Norbert Kockmann) aus der Fakultät Bio- und Chemieingenieurwesen als Gründungsinstitute des Kompetenzzentrums. Die Wirtschaftsförderung Dortmund sowie der Aluminium Deutschland e. V. fungieren als Schnittstelle zu den Unternehmen der Region. Ebenfalls beteiligt sind mit der OTTO FUCHS KG und dem KIST e. V. zwei Partner aus der Praxis. Das neue Kompetenzzentrum ist Teil der TU concept GmbH, die unter anderem wirtschaftliche Transferprojekte der Universität durchführt. Zusätzlich wird das Kompetenzzentrum seitens der TU Dortmund durch das Centrum für Entrepreneurship & Transfer (CET) durch Seminare und Netzwerkveranstaltungen unterstützt.

Die Feierlichkeit wurde mit Grußworten der Geschäftsführerin der Wirtschaftsförderung Dortmund, Heike Marzen, des Rektors der TU Dortmund, Prof. Manfred Bayer, und dem Leiter des IUL, Prof. A. Erman Tekkaya, eröffnet. Zudem nahmen zahlreiche Vertreter/-innen aus der lokalen Industrie-, Verbands- und Forschungslandschaft an der Veranstaltung teil.

## Öffentlichkeitsarbeit am IUL

In diesem Jahr beteiligte sich das IUL an zahlreichen Aktivitäten zur Steigerung des Interesses am Studienfach Maschinenbau sowie zur Vermittlung von aktueller Forschung an die Öffentlichkeit.



Aktivitäten des IUL im Bereich Öffentlichkeitsarbeit: MinTU-Workshop (links) und SchnupperUni (rechts)

Im Zuge der *SchnupperUni* lädt die TU Dortmund jedes Jahr interessierte Schüler/-innen ein, einen Blick in verschiedene Studienbereiche der TU zu werfen. Das IUL beteiligt sich mit einer interaktiven Veranstaltung zum Thema ressourcenschonende Umformtechnik, bei der es neben einer beispielhaften Vorlesung auch Live-Experimente zu dem Thema gibt. Zur Steigerung des Interesses junger Schülerinnen an MINT-Fächern nimmt das IUL auch an spezifischen Maßnahmen für diese Zielgruppe teil. Im bundesweit organisierten *Girls\*Day* ermöglicht das IUL Einblicke in das Maschinenbaustudium allgemein sowie aktuelle Forschungsthemen im Bereich Fertigungstechnik. Die Initiative *MinTU* (Mädchen in die TU Dortmund) ist ein ganzjähriges Programm, bei dem Gruppen von rund 15-20 Schülerinnen spezifische Workshops zu diversen MINT-Fächern durchlaufen. Die rund 3-stündigen Veranstaltungen sind dabei sowohl informativ als auch interaktiv. In diesem Jahr konnten die Teilnehmerinnen eigene Zugproben entwerfen und diese bis zum Bruch ziehen. Anschließend konnten sie anhand eines Demonstratorexperiments die ausgeprägte Wirkung des Härtens auf die Umformbarkeit von Stählen eigenständig erleben. An den genannten Veranstaltungen nahmen über 60 Schüler/-innen teil.

Rund 150 Besucher/-innen aller Altersstufen besuchten das IUL am diesjährigen *Tag der offenen Tür*. In Kleingruppen nahmen sie an den Führungen durch die Experimentierhalle teil. Dabei wurde sowohl die Historie der Umformtechnik beleuchtet, als auch mithilfe von Live-Experimenten aktuelle Forschung im Thema Umformtechnik veranschaulicht. Die jungen Besucher/-innen konnten dank eines Schauschmiedes Umformtechnik am eigenen Leib erfahren und mithilfe des Kinderschminkens in eine neue Rolle schlüpfen.

### Treffen des IUL-Industriebeirats

Der Industriebeirat des IUL wurde im Jahr 2010 ins Leben gerufen, um sich in halbjährlichen Treffen mit Partnern aus Industrie und Forschungsverbänden zu Erfahrungen und neuen Entwicklungen im Bereich Umformtechnik und Leichtbau auszutauschen. Durch die Impulse aus der Industrie können wir am IUL unsere Forschungsarbeiten auf die industrierelevanten Problemstellungen ausrichten. Im Gegenzug profitieren die Teilnehmer/-innen durch den Austausch aktueller Forschungsergebnisse. Gestartet mit 20 Mitgliedern, ist dieses Expertengremium in den vergangenen 13 Jahren auf 28 Mitglieder gewachsen. Dabei freuen wir uns sowohl über langfristige Teilnehmer, die zum Teil seit der ersten Stunde dabei sind, als auch über stets neue interessante Partner. Nachdem in dieser Zeit, mit Ausnahme des ersten Coronajahrs, stets zwei Treffen jährlich stattgefunden haben, stand am 05. Mai 2023 das bereits 24. Treffen des Industriebeirats an. Wie üblich, wurden die Teilnehmer/-innen

zunächst umfangreich durch Prof. Tekkaya über die aktuellen Entwicklungen am IUL informiert. Ein besonderer Fokus lag diesmal auf unseren Aktivitäten im Bereich Industrie 4.0. Insbesondere das Thema Künstliche Intelligenz wurde mit allen Teilnehmer/-innen intensiv diskutiert.



Teilnehmer/-innen des 25. Jubiläumstreffens des Industriebeirats des IUL

Im Impulsvortrag sprach zudem Herr Dr. Weinrich vom Verband der Deutschen Federnindustrie e.V. über aktuelle Herausforderungen in seiner Branche.

Das 25. Jubiläumstreffen fand dann am 10. November 2023 statt. Erstmals wurde das Treffen des Industriebeirats am Vorabend durch ein Essen in der Hövels Hausbrauerei eingeleitet, bei dem die Mitglieder die Gelegenheit hatten, unseren neuen Institutsleiter Prof. Yannis Korkolis in entspannter Atmosphäre kennenzulernen. Mit der Teilnahme von Prof. Korkolis kam es auch direkt zu einem zweiten Novum: Das 25. Treffen wurde zu großen Teilen auf Englisch abgehalten. Prof. Tekkaya berichtete dabei ausführlich über die Materialcharakterisierung am IUL und Prof. Korkolis ergänzte den Vortrag mit einem Ausblick auf geplante Prüfmaschinen.

Anschließend griff Herr Dr. Hammann von TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH & Co. KG mit dem nicht ganz ernst gemeinten Titel seines Impulsvortrags „KI ist nichts für Ingenieure“ die Worte eines Mitglieds aus dem letzten Treffen auf und berichtete über die industrielle Anwendung von KI bei TRUMPF, um die Aussage zu widerlegen. Wie beim letzten Treffen wurde das Thema auch diesmal ausgiebig zwischen den Teilnehmer/-innen diskutiert. Mit dem obligatorischen Mittagsimbiss wurde das Jubiläumstreffen beendet und wir freuen uns schon jetzt auf die nächsten 25 Treffen.

### 3.3 Mitwirkung in nationalen und internationalen Organisationen: Prof. Dr.-Ing. A. Erman Tekkaya

#### Mitarbeit in Forschungsgremien

- acatech – Mitglied der „Deutschen Akademie der Technikwissenschaften“
- AGU – Mitglied der „Wissenschaftlichen Arbeitsgemeinschaft Umformtechnik“
- CIRP – Fellow der „International Academy for Production Engineering“
- DGM – Mitglied der „Deutschen Gesellschaft für Materialkunde“
- EuraSEM – Ratsmitglied der „European Society of Experimental Mechanics“
- FOSTA – Mitglied des Kuratoriums der „Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V.“
- GCFG – Mitglied der „German Cold Forging Group“
- I<sup>2</sup>FG – Vorsitzender und Mitglied der „International Impulse Forging Group“
- ICFG – Mitglied der „International Cold Forging Group“
- JSTP – Mitglied der „Japan Society for Technology of Plasticity“
- ReCIMP – Leiter des „Research Center for Industrial Metal Processing“
- SME – Mitglied der „American Society of Manufacturing Engineers“
- WGP – Mitglied der „Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktionstechnik“

#### Zeitschriften/Schriftleitung

- Editor-in-Chief, „Advances in Industrial and Manufacturing Engineering (AIME)“ (Elsevier)
- Mitglied Advisory Board, „Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb“ (ZWF)
- Mitglied Editorial Board, „Automotive Innovation“ (Springer)
- Mitglied Editorial Board, „CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology“ (Elsevier)
- Mitglied Editorial Board, „Journal of Production Processes and Systems“

- Mitglied Gutachtergremium, „Heat Treatment and Materials“ (HTM) (Carl-Hanser)
- Mitglied International Advisory Committee, „International Journal of Material Forming“ (Springer)
- Mitglied Scientific Editorial Board, „Computer Methods in Materials Science“
- Mitglied Scientific Editorial Board, „International Journal of Precision Engineering and Manufacturing“ (Springer)
- Mitglied Scientific Editorial Board, „Results in Engineering“ (Elsevier)
- Mitglied Scientific Editorial Board, „Romanian Journal of Technical Sciences – Applied Mechanics“
- Stellvertretender Editor, „Elsevier Series in Plasticity of Materials“
- Vorsitzender des Standing Advisory Boards der „International Conference on Technology of Plasticity“ (ICTP)

#### Gutachtertätigkeiten in wissenschaftlichen Gremien

- AiF – Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V.
- DFG – Deutsche Forschungsgemeinschaft
- ESF College of Expert Reviewers
- The Ohio State University, USA
- Universität Duisburg-Essen
- Universität New Hampshire, USA
- Universität Waterloo, Kanada

## Gutachtertätigkeiten für Zeitschriften

- Acta Materialia
- Additive Manufacturing
- Additive Manufacturing Letters
- Advanced Manufacturing Technology
- Advances in Industrial and Manufacturing Engineering
- Applied Mathematical Modelling
- Archive of Applied Mechanics
- ASME – Journal of Manufacturing Science and Engineering  
Automotive Innovation
- CIRP Annals – Manufacturing Technology
- Computational Materials Science
- Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering
- Energy Reports
- Engineering Applications of Artificial Intelligence
- Engineering Computations
- Engineering Fracture Mechanics
- Engineering with Computers
- Forschung im Ingenieurwesen
- HTM Journal of Heat Treatment and Materials
- International Journal for Numerical Methods in Engineering
- International Journal of Advanced Manufacturing Technology
- International Journal of Damage Mechanics
- International Journal of Machine Tools and Manufacture
- International Journal of Material Forming
- International Journal of Materials and Product Technology
- International Journal of Mechanical Engineering Education
- International Journal of Mechanical Sciences
- International Journal of Mechanics and Materials
- International Journal of Precision Engineering and Manufacturing
- International Journal of Precision Engineering and Manufacturing –  
Green Technology
- International Journal of Solids and Structure

- Journal Material Characterization – An International Journal on Materials Structure and Behavior
- Journal of Applied Mathematical Methods
- Journal of Computational and Applied Mathematics
- Journal of Manufacturing Processes
- Journal of Manufacturing Science and Engineering
- Journal of Material Engineering and Performance
- Journal of Materials Processing Technology
- Journal of Mechanical Engineering
- Journal of Pressure Vessel Technology
- Journal of Process Control
- Journal of Production Engineering
- Manufacturing Letters
- Materials
- Materials & Design
- Materials and Manufacturing Processes
- Materials Chemistry and Physics
- Materials Science and Engineering A
- Measurements
- Mechanics of Materials
- Simulation Modelling Practice and Theory
- Steel Research International
- Strain: An International Journal for Experimental Mechanics
- Surface and Coatings Technology
- The International Journal of Advanced Manufacturing Technology
- ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb



Internationaler Austausch

04

# 04

## Internationaler Austausch

## 4 Internationaler Austausch

### Chong Zhang

Der Promotionsstudent Chong Zhang von der Xi'an Jiaotong Universität in China aus der Gruppe von Prof. Yanchan Lou besuchte als Gastwissenschaftler von Februar 2023 bis Januar 2024 das IUL. Während seines Forschungsaufenthaltes in der Abteilung Blech-



(von links nach rechts): Heinrich Traphöner, Chong Zhang, A. Erman Tekkaya and Fabian Stiebert

und Profilmformung beschäftigte sich Herr Zhang mit der Charakterisierung und Modellierung ultrahochfester Stähle und hochfester Aluminiumlegierungen bei unterschiedlichen Spannungszuständen und unter Berücksichtigung des Bauschinger-Effektes. Im Rahmen seiner Arbeit nutzt Herr Zhang den ebenen Torsionsversuch für die Charakterisierung der Fließkurven und des Bauschinger-Effektes unter ebener Scherung und vergleicht die Ergebnisse mit

anderen Versuchen der Lastumkehr, wie dem einachsigen Zug-Druck-Versuch und dem Druck-Zug-Versuch. Die Unterschiede in den mechanischen Eigenschaften (wie dem Bauschinger-Effekt, der permanenten Entfestigung usw.) bei unterschiedlichen Lastfolgen werden für beide Werkstoffgruppen analysiert. Darüber hinaus wird ein umfassendes und benutzerfreundliches konstitutives Modell entwickelt, um die Entwicklung der Fließspannung sowohl bei proportionaler als auch bei nichtproportionaler Belastung zu modellieren.

### Kooperation mit der Universität Sheffield



Luke Jones

Im Rahmen einer Kooperation mit der Universität Sheffield besuchte Luke Jones vom 22.05.2023 bis zum 28.05.2023 das IUL in Dortmund. Während seines Aufenthaltes führte er Hochgeschwindigkeitsscherschneidversuche (HGSS) an Elektroblechen durch. Ziel der Experimente ist die Ermittlung des Einflusses der erhöhten Schnittgeschwindigkeit beim HGSS (bis zu 11 m/s) auf das Bruchverhalten, die Beeinflussung der Randzone und der geometrischen Qualität der Schnittkanten. Besondere Anforderungen an den Prozess ergeben sich aus

der geringen Blechdicke von 0,2 bis 0,5 mm, wodurch nur 2-5 Körner über der Blechdicke vorliegen. Finanziert wurde sowohl der Aufenthalt in Dortmund als auch ein einwöchiger Forschungsaufenthalt in Sheffield von der Royal Society.

### Kaarel Siimut

Vom 05. Juni bis zum 21. Juli 2023 war Kaarel Siimut von der DTU (Dänemarks Technische Universität) für einen wissenschaftlichen Austausch im Zuge seines Promotionsprogramms Gast am IUL. Seine Promotion wird an der DTU von Prof. Chris Valentin Nielsen betreut und entsteht in Kooperation mit der



Kaarel Siimut

beim Abstreckziehen verschiedene finale Napfhöhen resultieren. Zur Umsetzung der neuen Technologie sind sowohl Regelungskonzepte als auch die Umsetzung der Aktorik, d.h. des flexiblen Stempels, zu entwickeln. Hierfür stand Kaarel Siimut im engen Austausch mit Prof. Tekkaya sowie der Abteilung des IUL für Profil- und Blechumformung.

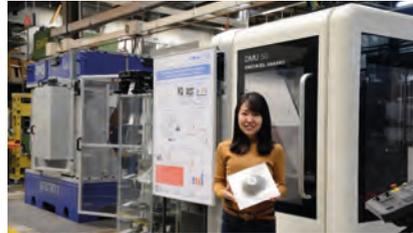
Firma Grundfos. Im Rahmen seiner Doktorarbeit untersucht Kaarel Siimut das geregelte Einstellen der Höhe von Näpfen durch das Abstreckziehen mit einem flexiblen Stempel. Neuartig ist hierbei das Konzept, mit dem der flexible Stempel während der Umformung in seinem Durchmesser variiert werden kann. Hierdurch kann die Ausdünnung der Wandstärke der Näpfe gezielt variiert werden, woraus

### Prof. Paulo A. F. Martins

Prof. Paulo Martins, Instituto Superior Técnico, der Technischen Universität von Lissabon, besuchte im Juni 2023 das IUL. Während seines Aufenthalts lehrte er analytische Methoden in der Umformtechnik, insbesondere die Anwendung der Gleichlinientheorie. Er war mit seinen fundierten Kenntnissen zum Thema Knickbauchumformung von Rohren beratend für das Research Center for Industrial Metal Processing (ReCIMP) tätig. Dabei wurden Abhilfemaßnahmen erörtert, um initiale Risse unter Druckbelastung zu vermeiden, die durch den Umformprozess verursacht wurden. Weiterhin erarbeitete er mit den Mitarbeitenden des IUL eine Methode zur analytischen Vorhersage der Produktgeometrie beim kontinuierlichen Verbundstrangpressen von Aluminium und Polymer.

## Alexander von Humboldt-Stipendiatin Dr. Shiori Gondo

Mit Unterstützung der Alexander von Humboldt-Stiftung (AvH) führt Dr. Shiori Gondo vom National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Japan (AIST) vom 1. Juli 2023 bis zum 30. Juni 2025 postdoktorale Forschungen am IUL durch. Ihr



Dr. Gondo bei ihrem ersten Institutsbesuch am 30.03.2023

Forschungsschwerpunkt liegt auf dem Inkrementellen Blechumformen (IBU) mit dem Ziel, die Bildung von Poren zu unterdrücken und die Umformbarkeit sowie die Leistung von hochfesten Stahlkomponenten zu verbessern. Während ihrer Doktorarbeit an der Waseda-Universität in Tokio erarbeitete sie sich Kenntnisse in Umformtechnologien durch die Untersuchung des Drahtziehprozesses. Anschließend setzte sie ihre Forschungskarriere bei AIST fort, wo sie Untersuchungen zum Drückwalzprozess durchführte. Ihre Arbeit hat sie als anerkannte Expertin in dem Gebiet der Umformtechnik etabliert. Derzeit führt sie ihre Forschung in enger Zusammenarbeit mit den Mitarbeitenden des IUL in der Abteilung für Sonderverfahren durch.

## Prof. Saeed Farahani

Prof. Saeed Farahani von der Clemson University, USA (früher Cleveland University) besuchte das IUL vom 03.07.2023 bis zum 16.08.2023. Prof. Farahani ist Experte für superkritische Fluide, Kunststoffe und Verbundwerkstoffe. Seine Forschungsreise und sein Aufenthalt wurden von der Deutschen For-



Prof. Farahani und Prof. Tekkaya im Versuchsfeld des IUL

schungsgemeinschaft (DFG) unter der Projektnummer 528238310 gefördert, um das Verbundprojekt 3D-Multifunktions-Sandwich-Strukturen zu etablieren. Während seines Aufenthaltes in Dortmund hielt er drei Workshops zu „principles of supercritical fluid-assisted injection molding“, „hybrid manufacturing“ und „networked manufacturing“. Mehrere Vorversuche für laufende Kooperationsideen wurden während seines Besuchs zudem erfolgreich durchgeführt und neue Ideen für weitere Kooperationen und Untersuchungen wurden ebenfalls initiiert.

### Besuch von Prof. Yoshinori Yoshida am IUL

Vom 18. bis 22. September 2023 war Prof. Yoshinori Yoshida, Gifu University, Japan, zu Gast am IUL. Prof. Yoshida ist Leiter und Koordinator des Austauschprogrammes „G-CADET“. Ziel dieses, im Zuge seines Besuchs am IUL vorgestellten Programmes ist es, die internationale Zusammenarbeit in den Ingenieurwissenschaften mit Japan auszubauen. Dies wurde auch umgesetzt, sodass zum Jahreswechsel zwei Maschinenbau-Studierende der TU Dortmund für einen 2-monatigen Forschungsaufenthalt nach Japan gereist sind und ebenfalls ein japanischer Studierender das IUL für zwei Monate besuchen konnte, um im Bereich der additiven Fertigung mit zu forschen.



Vorstellung des G-CADET-Studierendenaustauschprogramms durch Prof. Yoshida am 21. September 2023 am IUL

### Prof. Kaan Inal

Prof. Kaan Inal, Leiter der Computational Mechanics Research Group der University of Waterloo in Kanada, setzte die Zusammenarbeit seiner Gruppe mit dem IUL fort. Zu den Themen Modellierung und Charakterisierung von

Schädigung in der Umformtechnik trägt er als Mercator-Fellow im SFB/TRR 188 bei. Im Rahmen von zwei Besuchen im Frühjahr und Winter 2023 stellte



Prof. Kaan Inal und Prof. A. Erman Tekkaya während des ersten Besuchs im Jahr 2023

Prof. Inal seine neuesten Forschungsergebnisse zur Modellierung von Fertigungsprozessen mit maschinellem Lernen und dem Versagensverhalten von Aluminiumlegierungen vor. Die IUL-Mitarbeiter Jan Gerlach, Dr. Till Clausmeyer und Prof. A. Erman Tekkaya veröffentlichten einen gemeinsamen Artikel in der Zeitschrift Manufacturing Letter zur Berechnung des Einflusses von Poren auf die Steifigkeit und Festigkeit von gebogenen Blechbauteilen. Die Forschung in diesem Bereich wird im Rahmen weiterer Besuche im Jahr 2024 fortgesetzt.

## Théo Duchateau

Über Weihnachten 2023 (Dezember-Januar) besuchte Herr Théo Duchateau vom French National Centre for Scientific Research das IUL. Im Rahmen seiner Promotion untersucht Herr Duchateau den Einfluss der vorgeschalteten Wärmebehandlung und des Temperaturverlaufes auf die Oxidation von Aluminiumspänen während des Spänestrangpressens. Der ressourcenschonende Prozess dient zum direkten Recycling von Aluminiumspänen zu Profilen ohne den energieintensiven Schritt des Wiedereinschmelzens. Ziel ist die Ermittlung der Auswirkungen der Temperaturhistorie auf die Bildung unter-



Gastwissenschaftler Théo Duchateau (1. v.r.) bei dem Pressen von spänebasierten Profilen an der 2,5 MN-Press

schiedlicher Oxidphasen wie Aluminiumoxid oder Magnesiumoxid, die wiederum die Verschweißung der Späne während des Prozesses beeinflussen. Die Versuche wurden an einer 2,5 MN-Strangpresse durchgeführt. Im Anschluss werden die Oxidkonzentrationen mittels Elektronenstrahlmikroanalyse (ESMA) und Rasterelektronenmikroskopie (REM) ausgewertet. Durch die gewonnenen Erkenntnisse können die ablaufenden physikalischen Mechanismen während der Verschweißung der Aluminiumspäne erklärt und der Prozess hinsichtlich verbesserter Produkteigenschaften ausgelegt werden.

Im Jahr 2023 durften wir darüber hinaus folgende internationale Studierende am IUL begrüßen:

- Erin Weiss, University of Tulsa, USA
- Carter Taylor, Ohio State University, USA
- Ian Campbell, Ohio State University, USA
- Shuma Minoura, Gifu University, Japan





Technische Ausstattung

05



## 5 Technische Ausstattung

### Pressen

- C-Gestell-Exzenterpresse, 630 kN, PDR 63/250 der Fa. Schuler
- Hydraulische Ziehpresse, 10 MN, dreifach wirkend, BZE 1000-30.1.1 der Fa. Müller-Weingarten
- Hydraulische Ziehpresse, 1000 kN, HPSZK 100-1000/650 der Fa. HYDRAP
- Hydraulische Ziehpresse, 2600 kN, dreifach wirkend, HZPUI 260/160-1000/1000 der Fa. SMG
- Maschine zum adiabatischen Scherschneiden, 1 kJ, AdiaClip der Fa. MPM Émalec
- Stanz- und Umformautomat mit Servoantrieb, 4000 kN, MSD2-400 der Fa. Schuler
- Strangpresse, 10 MN (Direkt), rundungsgerecht, Fa. SMS Meer
- Strangpresse, 2,5 MN, LPA250t der Fa. Collin

### Weitere Umformmaschinen

- 5-Achs-Fräsmaschine, DMU 50 der Fa. DMG MORI
- Anlage zur elektromagnetischen Umformung, 1,5 kJ (rekuperationsfähig), Eigenbau IUL
- Anlage zur elektromagnetischen Umformung, 32 kJ, Magneform 7000 der Fa. Maxwell
- Anlage zur elektromagnetischen Umformung, 6 kJ, SMU 0612 FS der Fa. Poynting
- Blechwalzwerk mit zwei Arbeitswalzen, Typ BW 200 der Fa. Mühlacker
- CNC-Rotationszugbiegemaschine, DB 2060-CNC-SE-F der Fa. Transfluid Maschinenbau
- Dreiwalzen-Rundbiegemaschine, RZM 108-10/5.5 der Fa. FASTI
- Drückmaschine, APED 350NC der Fa. Leifeld
- Federwindemaschine, FUL42 der Fa. Wafios
- Gesenkbiegemaschine, 1300 kN, TrumaBend V 1300X der Fa. Trumpf
- Hydraulische Stanzmaschine, 220 kN, TruPunch 5000 der Fa. Trumpf
- Maschine zum inkrementellen Profillumformen, Eigenbau IUL

## Technische Ausstattung

- Maschine zum inkrementellen Rohrumformen, IRU2590 der Fa. Transfluid Maschinenbau
- Mehrachspressen, fünf Bewegungsachsen mit bis zu 100 kN, Prototyp der Fa. Schnupp
- Profilbieger mit Drucküberlagerung durch Walzen, Eigenbau IUL
- Rollformmaschine RAS 24.10 der Fa. Reinhardt Maschinenbau
- Schwenkbiegemaschine, FASTI 2095 der Fa. FASTI
- TSS-3D-Profilbiegemaschine, Eigenbau IUL

## Maschinen zur additiven Fertigung

- FDM-basierter 3D-Drucker zur Kunststoffverarbeitung (2x Ultimaker 3, 1x Ultimaker 3 Extended, 1x Creality Ender 5)
- Kombinations-5-Achs-Fräsmaschine mit Einheit zum Pulver-Laser-Auftragsschweißen, Lasertec 65 3D der Fa. Sauer/DMG MORI
- Pulverbettmaschine zur additiven Fertigung, Lasertec 30 SLM der Fa. DMG MORI

## Prüfmaschinen

- Blechumformprüfmaschine, 1000 kN, BUP1000 der Fa. ZwickRoell
- Blechumformprüfmaschine, 200 kN, 142/20 der Fa. Erichsen
- Ebener Torsionsversuchsstand, Eigenbau IUL
- Equibiaxiale Druckprüfmaschine, Eigenbau IUL
- Plastometer, 1 MN, Eigenbau IUL
- Rauheitsmessgerät MarSurf XR1 und GD26 der Fa. Mahr
- Servohydraulisches Prüfsystem mit HT-Widerstandsheizsystem bis 1200 °C und Schutzgas Vakuumkammer, LFV-100-HH der Fa. Walter + Bai
- Universal-Prüfmaschinen (1x 10 kN Erichsen, 1x 100 kN ZwickRoell, 4x 250 kN ZwickRoell)

## Messtechnik und Elektronik

- 2D Laser-Wegmesssystem, scanCONTROL 3012-50/BL der Fa. MicroEpsilon
- 3D-Koordinatenmessgerät, PRISMO VAST 5 HTG der Fa. Zeiss (in Kooperation mit dem Institut für Spanende Fertigung, TU Dortmund)

- 3D-Profilometer, VR-5200 der Fa. Keyence
- 3D-Video-Messsystem, A250 der Fa. Optomess
- 3MA-II Prüfsystem der Fa. Fraunhofer IZFP
- Dichtemessgerät, IMETER V6 der Fa. MSB Breitwieser MessSysteme
- Dickenmessgerät, CL 304 der Fa. Krautkrämer
- Digitales Speicheroszillogoskop mit 4 Messkanälen (HDO6104A und Waverunner 104 MX der Fa. LeCroy, TDS420A der Fa. Tektronix)
- Druckmesssystem mittels taktiler Dünnschicht-Drucksensoren, I-Scan System der Fa. Tekscan
- Eigenspannungsmessung mittels Bohrlochmethode und DMS-Messungen, Milling Guide RS-200 der Fa. Micro-Measurements
- Eigenspannungsmessung mittels Bohrlochmethode und elektronischer Specklemuster-Interferometrie (ESPI), Prism der Fa. Stresstech
- Frequenzbereichsreflektometer, orts- und zeitaufgelöste Temperatur- oder Dehnungsmessung, ODiSI-B10 der Fa. Polytec
- Großkammer-REM, Mira XI der Fa. Visitec (in Kooperation mit dem Institut für Spanende Fertigung und dem Lehrstuhl für Werkstofftechnologie, TU Dortmund)
- Härteprüfer, Diatestor 2 RC/S der Fa. Wolpert
- Infrarot-Messaufnehmer, PYROSKOP 273 C
- Laserbasiertes Photon-Doppler-Velocimeter zur Messung hoher Bauteilgeschwindigkeiten RIO1074-8-00-3 der Fa. Rio
- Laser-Extensometer für Universalprüfmaschinen, laserXtens 2-120 HP/TZ der Fa. ZwickRoell
- Laser-Surface-Velocimeter (LSV) zur berührungslosen Geschwindigkeitsmessung, LSV-200 der Fa. Polytec
- Optische 3D-Bewegungsanalyse, 1x PONTOS 4M der Fa. GOM
- Optische 3D-Digitalisierer, 2x ATOS Triple Scan und 1x TRITOP der Fa. GOM
- Optische 3D-Verformungsanalyse, 4x ARAMIS (2x 5M + 1x 4M + 1x 2M) und 1x ARGUS der Fa. GOM
- Polarisationsfähiges Aufrichtmikroskop, Axio Imager.M1m der Fa. Zeiss
- Pyrometer, Nahinfrarot und Multiwellenlänge, 3 Stk. (Metis M308, Metis M316 und Metis M318) der Fa. Sensortherm
- REM/SEM-EDX Tischgerät: Coxem EM-30 PLUS der Fa. RJL Micro & Analytic

## Technische Ausstattung

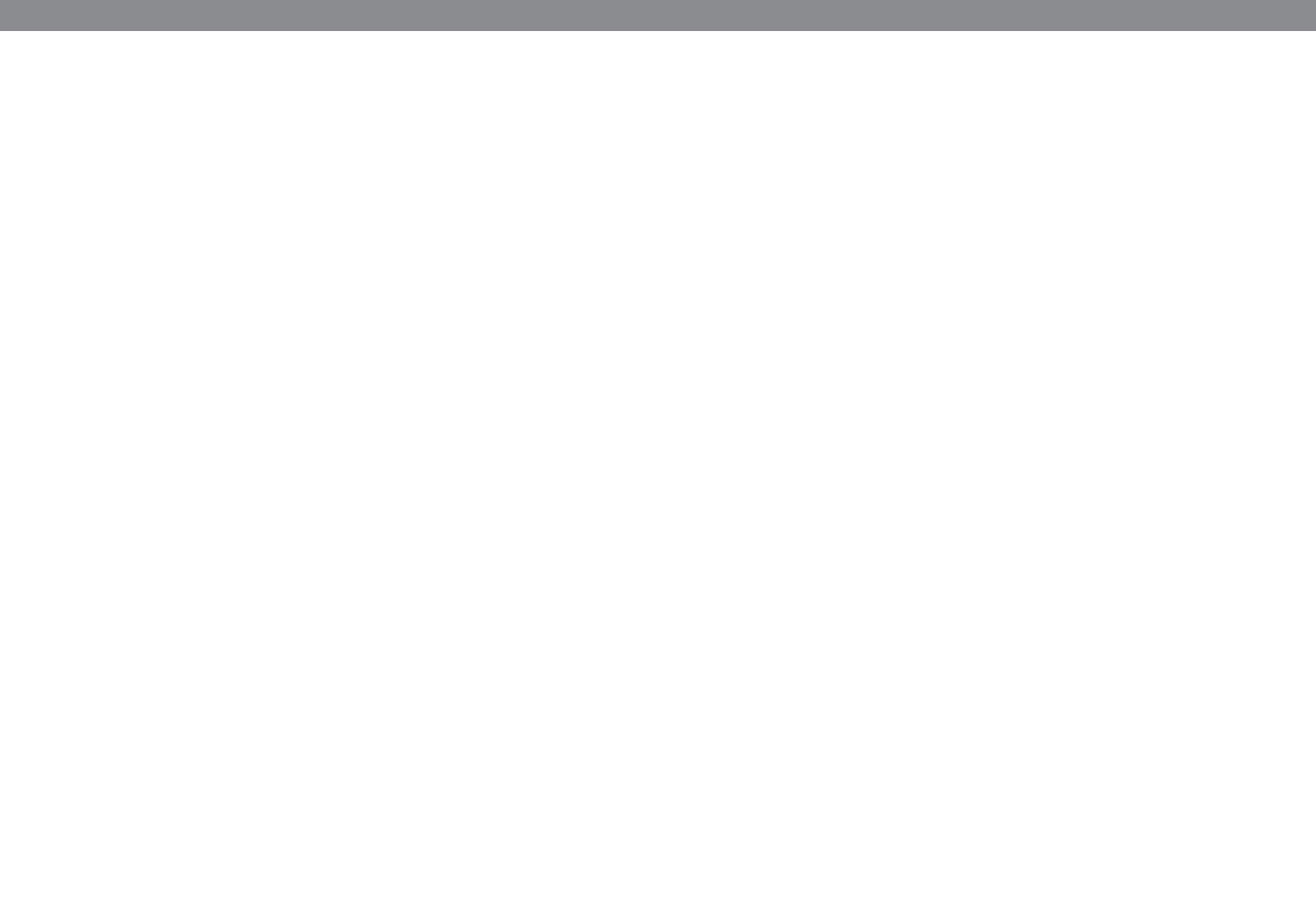
- Röntgendiffraktometer zur Eigenspannungsmessung, Xstress 3000 der Fa. Stresstech
- Ultraschall Wanddicken-Messgerät, 38DLPLus der Fa. Olympus
- Wärmebildkamera, thermoIMAGER TIM M-1 der Fa. Micro-Epsilon
- Wärmebildkamera, VarioCam HD head 680 S der Fa. Infratec

## Sonstiges

- Ätz- und Polierstation, LectroPol-5 der Fa. Struers
- Autonomer Mobiler Roboter, LD-90 der Fa. Omron
- CNC-Drehmaschine, NEF 400 der Fa. DMG MORI
- Einmessgestell, HP-4-2082 der Fa. Boxdorf
- Elektropoliergerät, Kristall 650 der Fa. Stresstech
- Gleichspannungsstromquelle, LAB/HP 4020 der Fa. ET-System
- Hochfrequenz-Generator, 10 kW, Axio 10/450 der Fa. Hüttinger
- Hochleistungs-Metallkreissägemaschine, AL 380 der Fa. Häberle
- Hochtemperatur-Kammeröfen, bis 1200 °C und 160 l Volumen, N60/65 HA, N120/85 HA und N161 der Fa. Nabertherm
- Horizontal-Gehrungsbandsäge, HBS 265 DG der Fa. Klaeger
- Hydraulikaggregate und Druckübersetzer bis 4000 bar (3x)
- Hydrostatische Glattwalzwerkzeuge mit und ohne Kupplungseinheiten für automatischen Werkzeugwechsel, HG6, HG13 und HG19 der Fa. Ecoroll
- Industrieroboter, 3x 6-Achsen-Roboter (KR 5 sixx R650, KR 90 R3700 prime K und KR 30-3) der Fa. KUKA
- Laser-Bearbeitungszentrum, LASERCELL TLC 1005 der Fa. Trumpf
- Mittelfrequenz-Generator, 40 kW mit Koax-Trafo, TruHeat 3040 und 7040 der Fa. Trumpf
- Nachbearbeitungszelle für additive Fertigung, ENESKApostpro der Fa. Joke Technology
- Nasstrennschleifmaschine Discotom-100 der Fa. Struers (in Kooperation mit dem Institut für Spanende Fertigung)
- Planband-Schleifmaschine, PB-1200-100S der Fa. Baier
- Rollnahtschweißmaschine, UN 63 pn der Fa. Elektro-Schweißtechnik Dresden
- Stromquelle für das Widerstandsschweißen, 500 kW, Genius HWI436WA der Fa. ProCon / Harms & Wende

- verschiedene Maschinen zur spanenden Bearbeitung
- Zugprobenschleifmaschine, PSM 2000 der Fa. Schütz + Licht
- Zugprobenstanze, 1200 kN, ZS1200CN der Fa. Schütz + Licht





Kooperationen | Cooperations

06

## Kooperationen | Cooperations

Auf diesem Wege möchten wir uns für die vielfältige Zusammenarbeit im Jahr 2023 bedanken, ohne die unser gemeinsamer Erfolg nicht möglich wäre.

### Industriebeirat des IUL | IUL Industrial Advisory Board

Das Gremium des Industriebeirates vermittelte auch im Jahr 2023 wichtige Impulse hinsichtlich des industriellen Forschungsbedarfes. An dieser Stelle möchten wir uns für diese wertvolle Zusammenarbeit bedanken.

*In 2023, 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.*

- Dr. Eisso Atzema (Hans Mulder), Tata Steel Research & Development Product Application Centre
- Dr. Denise Beiteltschmidt, Zwick GmbH & Co. KG
- Dr. Nicolas Berger, Festo SE & Co. KG
- Gerhard Bürstner, Ing.-Büro Gerhard Bürstner
- Marius Fedler, Kunststoff-Institut für die mittelständische Wirtschaft NRW GmbH
- Patrick Großhaus, Egon Grosshaus GmbH & Co. KG
- Dr. Gerhard Hammann, TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH & Co. KG
- Dr. Sebastian Heibel, Mercedes-Benz AG

*At this point we would like to express our gratitude to the large number of various cooperation partners in 2023 which have added to our joint success.*

- Dr. Jens Heidenreich, PHOENIX FEINBAU GmbH & Co. KG
- Wolfgang Heidrich, Aluminium Deutschland e. V.
- Jörg Höppner, Verband Metallverpackungen e. V.
- Daniel Hornauer, Faurecia Emissions Control Technologies, Germany GmbH
- Bernhard Jacobs, Industrieverband Blechumformung e.V. (IBU)
- Dr. Stefan Keller, Speira GmbH
- Dr. Lutz Keßler, ThyssenKrupp Steel Europe AG
- Dr. Thomas Kloppenborg, OTTO FUCHS KG
- Bob Knauff, CTM-do GmbH
- Dr. Roald Lingbeek, Autoliv Inc.
- Dr. Ingo Neubauer, simufact engineering GmbH
- Franz-Bernd Pauli, Franz Pauli GmbH & Co. KG
- Rainer Salomon, Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V. (FOSTA)
- Prof. Karl Schweizerhof, DYNAmore GmbH
- Dr. Hosen Sulaiman, Faurecia Autositze GmbH

- Mario Syhre, GKN Driveline Deutschland GmbH
- Adolf Edler von Graeve, KIST Kompetenz- und Innovationszentrum für die StanzTechnologie Dortmund e. V.
- Patrick Vonmüllenen, Feintool Technologie AG
- Dr. Andres Weinrich, Verband der Deutschen Federnindustrie e. V. (VDFI)

## Universitäre Kooperationen auf nationaler Ebene | University cooperations at national level

- Fachgebiet Metallische Werkstoffe, Institut für Werkstoffwissenschaften und -technologien, Technische Universität Berlin
- Fachgebiet Werkstoffprüftechnik, Technische Universität Dortmund
- Fachhochschule Südwestfalen
- Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik, Chemnitz
- Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik, Chemnitz
- Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik, Freiburg
- Gemeinschaftslabor für Elektronenmikroskopie, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
- Institut für Angewandte Materialien – Werkstoffkunde, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
- Institut für Aufbereitungsmaschinen und Recyclingsystemtechnik, Technische Universität Bergakademie Freiberg
- Institut für Bildsame Formgebung, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
- Institut für Eisenhüttenkunde, Lehr- und Forschungsgebiet für Werkstoff- und Bauteilintegrität, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
- Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik, Technische Universität Dresden
- Institut für Mechanik der Bauwissenschaften, Universität Duisburg-Essen
- Institut für Mechanik, Technische Universität Dortmund
- Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen, Technische Universität Darmstadt
- Institut für Umformtechnik, Universität Stuttgart
- Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften, Technische Universität München
- Laboratorium für Werkstoff- und Fügetechnik, Universität Paderborn
- Lehrgebiet Konstruktions- und Fertigungstechnik, Hochschule Hamm-Lippstadt
- Lehrstuhl für Automatisierungs- und Regelungstechnik, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
- Lehrstuhl Baumechanik, Technische Universität Dortmund
- Lehrstuhl Fertigungstechnik, Universität Duisburg-Essen
- Lehrstuhl für Konstruktion und Fertigung, Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg

- Lehrstuhl für Reliability Engineering, Technische Universität Dortmund
- Lehrstuhl für Umformtechnik und Gießereiwesen, Technische Universität München
- Lehrstuhl für Umformtechnik, Universität Siegen
- Lehrstuhl für Werkstofftechnologie, Technische Universität Dortmund
- Lehrstuhl Hybrid Additive Manufacturing, Ruhr-Universität Bochum
- Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden
- Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH, Düsseldorf
- Professur für Baumechanik, Universität der Bundeswehr München
- Professur Virtuelle Fertigungstechnik, Technische Universität Chemnitz
- Professur Werkstoff- und Oberflächentechnik, Technische Universität Chemnitz
- Professur Werkstoffwissenschaft, Technische Universität Chemnitz
- wbk Institut für Produktionstechnik, Karlsruher Institut für Technologie
- Werkzeugmaschinenlabor, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen

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

- Department of Automotive Engineering, Clemson University, USA
- Department of Materials Science and Engineering, The Ohio State University, Ohio, USA
- Department of Mechanical Engineering, Gifu University, Yanagido, Japan
- Department of Mechanical Engineering, Instituto Superior Técnico, University of Lisbon, Portugal
- Department of Mechanical Engineering, Section of Manufacturing Engineering, Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark
- Department of Mechanical Engineering, University of New Hampshire, New Hampshire, USA
- Department of Mechanical Engineering, University of Sheffield, UK
- Department of Mechanical Science and Engineering, Hiroshima University, Higashi-Hiroshima, Japan
- École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers (ENSAM), ParisTech, Paris, France
- George W. Woodruff School of Mechanical Engineering, Georgia Tech, Georgia, USA
- Institut de Chimie et des Matériaux Paris-Est, Paris, France
- KAIST – Korea Advanced Institute of Science and Technology, Daejeon, Republic of Korea
- Laboratory of Microstructure Studies and Mechanics of Materials, Arts et Métiers ParisTech (Metz campus), France

- Mechanical Engineering College of Tongji University, Jiading Campus, Shanghai, China
- Nagoya University, Nagoya, Japan
- School of Mechanical Engineering, Xi'an Jiatong University, Xi'an, China
- School of Mechatronics Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin, Heilongjiang, China
- University of Waterloo (Mechanical and Mechatronics Engineering), CA
- Türkisch-Deutsche Universität, Istanbul, Turkey

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

- ACS
- alutec metal innovations GmbH & Co. KG
- apt Extrusions GmbH & Co. KG
- AUDI AG
- AutoForm Engineering Deutschland GmbH
- Autoliv Inc.
- Baoshan Iron & Steel Co. Ltd.
- Benteler International AG
- Bilstein GmbH & Co. KG
- BMW AG
- BÖHLER-UDDEHOLM Deutschland GmbH
- borit Leichtbau-Technik GmbH
- Brand KG
- Bulten AB
- CARL BECHEM GMBH
- CENIT AG
- Centroplast Engineering Plastics GmbH
- C-TEC Constellium Technology Center
- Daimler AG
- Deutsche Edelstahlwerke Specialty Steel GmbH & Co. KG
- DYNAmore GmbH
- ElringKlinger AG
- Erichsen GmbH & Co. KG
- F. W. Brökelmann Aluminiumwerk GmbH & Co. KG
- Festo SE & Co. KG
- Fischerwerke GmbH & Co. KG
- FLORA Wilh. Förster GmbH & Co. KG
- Forvia Faurecia
- Franz Pauli GmbH & Co. KG
- Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG
- FRIMO Group GmbH Composites & Tooling Technologies
- Gebr. Wielpütz GmbH & Co. KG
- Gerhardt AluTechnik GmbH
- GKN Driveline Deutschland GmbH
- Goekeler Messtechnik GmbH
- GSU Schulungsgesellschaft für Stanz- und Umformtechnik mbH
- HAI Extrusion Germany GmbH
- Heggemann AG
- HELLA GmbH & Co. KGaA
- Hexagon AB
- HMT Höfer Metall Technik GmbH & Co. KG
- HoDforming GmbH
- HUECK Extrusion GmbH & Co. KG

- Hydro Aluminium Deutschland GmbH
- Ingenieurbüro Peter Baumgart
- ISPT
- Kirchhoff Automotive GmbH
- Kistler Instrumente AG
- KODA Stanz- und Biegetechnik GmbH
- Kunststoff-Institut Lüdenscheid (KIMW GmbH)
- MATFEM Partnerschaft Dr. Gese & Oberhofer
- MK Metallfolien GmbH
- Mubea Unternehmensgruppe
- NETZSCH – Pumpen & Systeme GmbH
- Novelis Deutschland GmbH
- Otto Fuchs KG
- Outokumpu Nirosta GmbH
- Poynting GmbH
- PWF Aerospace GmbH
- S+C Extrusion Tooling Solutions GmbH
- Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH
- Salzgitter Mannesmann Precision Tubes GmbH
- Schnupp GmbH & Co. Hydraulik KG
- Schondelmaier GmbH Presswerk
- Schuler AG
- Schüco
- simufact engineering gmbh
- SMS Group

- SoluteriAL
- SSAB Svenskt Stål AB
- Steitz Präzisionstechnik GmbH
- STURM GmbH
- Tata Steel
- thyssenkrupp Federn und Stabilisatoren GmbH
- thyssenkrupp Nucera
- thyssenkrupp Rasselstein GmbH
- thyssenkrupp Steel Europe AG
- TK Oberfläche GmbH
- TM Lasertechnik GmbH
- transfluid Maschinenbau GmbH
- transvalor S.A.
- Trimet Aluminium SE
- TRUMPF Hüttinger GmbH + Co. KG
- TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH + Co. KG
- Uddeholms AB
- Viessmann Werke GmbH & Co. KG
- voestalpine AG
- voestalpine High Performance Metals Deutschland GmbH
- Vossloh AG
- wefa Westdeutsche Farben GmbH
- Welser Profile Deutschland GmbH
- Weseralu GmbH & Co. KG
- Wilke Werkzeugbau GmbH & Co. KG

- WILO SE
- Zapp Precision Metals GmbH

- ZWEZ – CHEMIE GmbH

In addition, several companies with disclosure agreements.

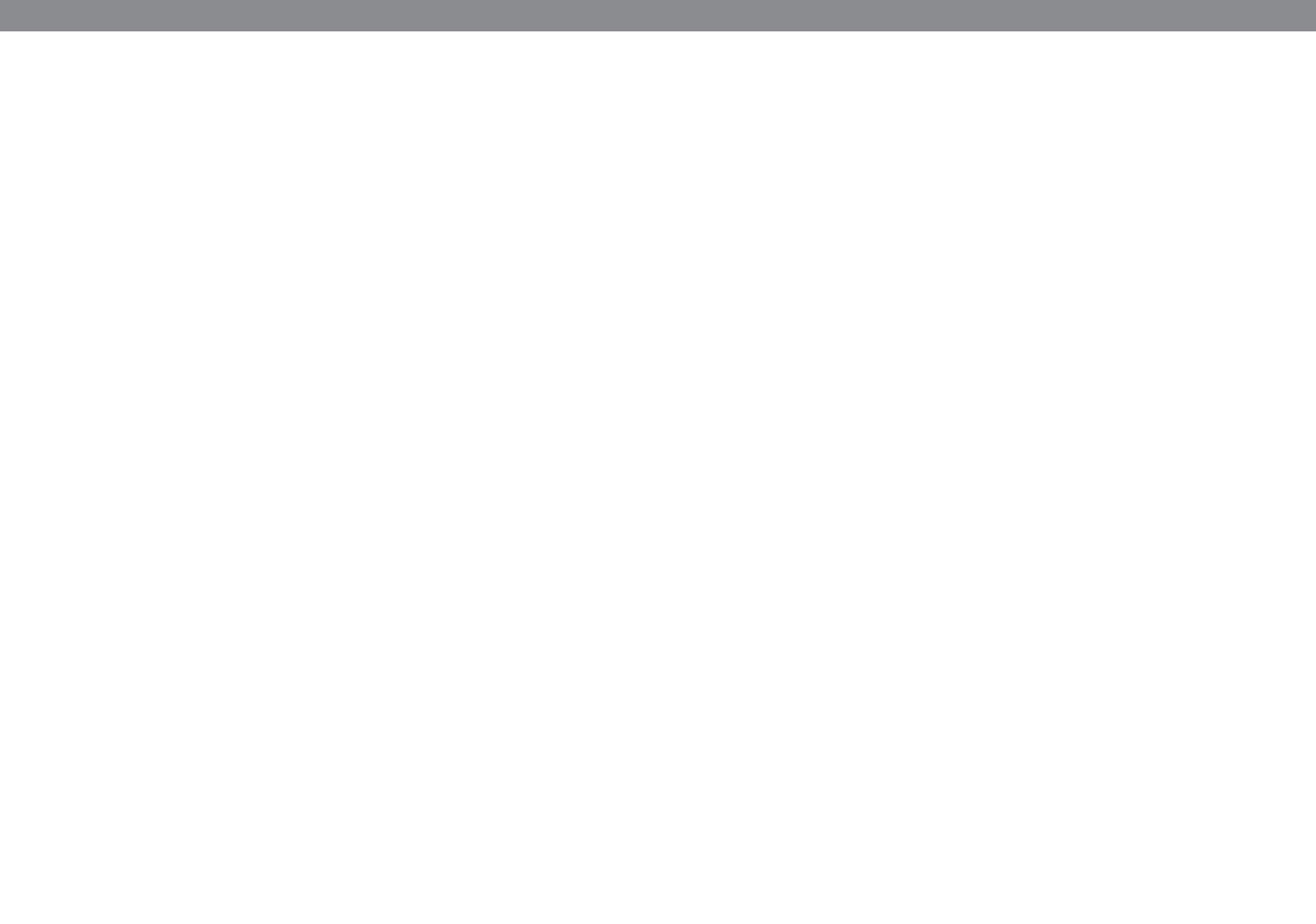
## Verbände | Associations

- acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e. V.
- AGU – Arbeitsgemeinschaft Umformtechnik
- AiF Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V.
- Aluminium Deutschland e. V.
- Aluminium-Leichtbaunetzwerk
- ASM International
- 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.
- FGM – Fördergesellschaft Metallverpackungen mbH
- FOSTA – Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V.
- FSV – Forschungsgesellschaft Stahlverformung e. V.
- GCFG – German Cold Forging Group e. V.
- I<sup>2</sup>FG – 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
- VDFI – Verband der deutschen Federnindustrie e. V.

## Stiftungen | Foundations

- Alexander von Humboldt-Stiftung
- KARL-KOLLE-Stiftung
- Stifterverband Metalle e. V.
- Wilo-Foundation





Abgeschlossene Arbeiten | Completed Theses

07

## Abgeschlossene Masterarbeiten<sup>1</sup> | Completed Master of Science Theses<sup>2</sup>

**Agboola, Ololade Emmanuel**

Tekkaya, A. E.; Dardaei, H.

Realisierung von Heißprägestempeln mithilfe eines optimierten hybriden additiv laminierten Werkzeugs

**Realization of Hot Stamping Dies Using an Optimized Hybrid Additive Laminated Tool**

**Badroosian, Darwin**

Tekkaya, A. E.; Stennei, M.

**Simulationsgestützte Untersuchung zur gezielten Eigenschaftsgradierung pressgehärteter Bauteile mit der TemperBox®**

Simulation-based Investigation for Targeted Property Grading of Press-hardened Components with the TemperBox®

**Bazargan, Pedram**

Tekkaya, A.E.; Clausmeyer, T.

Bewertung und Klassifizierung von ultrahochfesten Stählen mit einer Festigkeit von mehr als 0,8 GPa für Anwendungen in der Rohkarosserie

**Evaluation and Classification of Ultra-high-strength Steels with Strength Larger than 0.8 Gpa for Applications in Body-in-white**

**Caspari, Fabian**

Tekkaya, A. E.; Kotzyba, P.

**Untersuchung des Strangpressens mit Aluminium-Polymer-Verbundblöcken**

Investigation of Hot Extrusion with Aluminum-Polymer-Composite billets

**Dobrowolski, Fabian**

Tekkaya, A. E.; Martschin, J.

**Numerische Abbildung des mehrstufigen Presshärtens von 22MnB5 in einem Folgeverbundwerkzeug mit erweiterter Aktorik**

Numerical Simulation of Multi-stage Press Hardening of 22MnB5 in a Progressive Die with Extended Actuator Design

**Gawali, Aniket**

Tekkaya, A. E.; Gitschel, R.

Einfluss anisotroper Verfestigung auf die Leistungsfähigkeit fließgepresster Befestigungselemente

**Anisotropic Strain Hardening Effect in Cold-Forged Fasteners**

**Gerlach, Torben**

Tekkaya, A. E.; Gitschel, R.

**Einfluss von Wärmebehandlungen auf umforminduzierte Schädigung und die resultierende Leistungsfähigkeit**

Effect of Heat Treatment on Forming-induced Damage and Resulting Product Performance

---

1 Originaltitel ist fett gedruckt.

2 Original title written in bold.

**Hainmann, Till Sebastian**

Tekkaya, A. E.; Rosenthal, S.

**Eigenstressanalyse an Bauteilen mit verschweißten Blechdurchzügen**

Residual Stress Analysis of Components with Welded Flanged Holes

**Helmus, Philippa**

Tekkaya, A. E.; Rosenthal, S.

**Widerstandsschweißen hybrider Sandwichbleche mit additiv gefertigtem Kern - Herstellung und Charakterisierung**

Resistance Welding of Hybrid Sandwich Sheets with Additively Manufactured Core - Manufacturing and Characterization

**Kandemir, Bünyamin**

Tekkaya, A. E.; Kockmann, N (Fak. Bio- und Chemieingenieurwesen)

**Entwicklung von additiv gefertigten Wärmeübertragern mit numerischer Strömungsuntersuchung und experimenteller Modellvalidierung**

Development of Additively Manufactured Heat Exchangers with Computational Fluid Dynamics and Experimental Model Validation

**Kumar, Aakash Chandra**

Tekkaya, A. E.; Lennemann, P.

Schädigungsmechanismen in Mangan-Bor-Stahl beim Presshärten

**Damage Mechanisms in Boron Steel during Hot Stamping**

**Lashkari, Mohammedjavad**

Tekkaya, A. E.; Hahn, M.

Entwicklung eines numerischen Modells für das Magnetimpulsschweißen von Rohrgeometrien in FORGE

**Development of Numerical Model for Magnetic Pulse Welding of Tubular Geometries in FORGE**

**Lütticke, Tobias**

Tekkaya, A. E.; Martschin, J.

**Prozessnahe Charakterisierung von 22MnB5 durch Warmzugversuche für das mehrstufige Presshärten**

Process-related Characterization of 22MnB5 by Hot Tensile Tests for Multi-stage Press Hardening

**Potnis, Namrata**

Tekkaya, A. E.; Flesch, J.

Walzsimulation mithilfe der „Generalized Plane Strain“-Elementformulierung

**Rolling Simulation with the Aid of „Generalized Plane Strain“ Element Formulation**

**Rennar, Yannik**

Tekkaya, A. E.; Martschin, J.

**Einfluss der thermo-mechanischen Historie beim mehrstufigen Presshärten von 22MnB5 auf die Mikrostruktur und die Produkteigenschaften**

Effect of thermo-mechanical history in multi-stage press hardening of 22MnB5 on microstructure and product properties

**Sapre, Aditya Mahesh**

Tekkaya, A. E.; Kneuper, F.

Auswirkungen der Wärmebehandlung auf die mechanischen Eigenschaften von fließgepressten Bauteilen

**Effects of Heat Treatment on Mechanical Properties of Cold-forged Parts**

**Schaumburg, David**

Tekkaya, A. E.; Martschin, J.

**Entwicklung eines Softsensors zur Vorhersage der Mikrostruktur beim mehrstufigen Presshärten**

Development of a Soft Sensor for Predicting the Microstructure during Multi-stage Press Hardening

**Sundarajan, Praveen Kumar**

Tekkaya, A. E.; Clausmeyer, T.

Analyse des Werkzeugverschleißes und der Schnittkantenqualität beim Stanzen von Elektroblechen

**Analysis of Tool Wear and Sheared Edge Properties in Banking of Electrical Steel**

**Tonfack-Tsobeng, Ramsay Noel**

Tekkaya, A. E.; Martschin, J.

**Regelungsorientierte Berechnung der Abkühlung beim mehrstufigen Presshärten unter Berücksichtigung der Blechdicken- und Temperaturverteilung**

Control-oriented Computation of Quenching in Multi-stage Press Hardening Considering Sheet Thickness and Temperature Distribution

**Yilmaz, Emre**

Tekkaya, A. E.; Martschin, J.

**Mechanische Kennwerte von 22MnB5 nach dem Presshärten mit Kurzzeitaustenitisierung**

Mechanical Properties of 22MnB5 after Press Hardening with Short-term Austenitization



## Abgeschlossene Bachelorarbeiten | Completed Bachelor of Science Theses

**Alattar, Mohamad**

Tekkaya, A. E.; Rethmann, P.

**Quantifizierung des Dehngrenzenabfalls beim Flügelrichten von Ti-6Al-4V Titanstäben**

Quantification of the Yield Point Drop During Wing Straightening of Ti-6Al-4V Titanium Rods

**Gusseck, Lukas**

Tekkaya, A. E.; Martschin, J.

**Regelungsorientierte Berechnung des Gesenkbiegens beim mehrstufigen Presshärten**

Control-oriented Calculation of Die Bending in Multi-stage Press Hardening

**Keyk, Simon**

Tekkaya, A. E.; Traphöner, H.

**Untersuchungen zur Korrelation von Härte und Festigkeit bei hochlegierten Stählen**

Investigations on the Correlation between Hardness and Strength in High-alloyed Steels

**Krimphoff, Dennis**

Tekkaya, A. E.; Kneuper, F.

**Bestimmung des druckabhängigen Fließverhaltens von Mischungen aus Quarzsand und Zirkoniumdioxidgranulat**

Determination of the Pressure-dependent Flow Behavior of Mixtures of Quartz Sand and Zirconium Dioxide Granulate

**Polec, Lenard Adam**

Tekkaya, A. E.; Maaß, F.

**Untersuchung der Martensitumwandlung in SS304 & SS316L mit temperaturgesteuertem kontinuierlichem Biegen unter Spannung**

**Examination of Martensite Transformation in SS304 & SS316L with Temperature-controlled Continuous Bending under Tension**

**Scholz, Linus Adrian**

Tekkaya, A. E.; Hoenen, N.

**Untersuchung des Einflusses von Umformschmierstoffen auf das Verschleißverhalten von Werkzeugen im Stanzprozess**

Investigation of Different Lubricants Regarding the Wear Behavior of Tools in Blanking

**Stegemann, Tim**

Tekkaya, A. E.; Stennei, M.

**Industriennahe Kalibrierung und Validierung des GISSMO-Versagensmodells für den hochfesten niedriglegierten Werkstoff CR800LA zur Prognose von Biegerissen**

Industry-based Calibration and Validation of the GISSMO Failure Model for the High-strength Low-alloyed material CR800LA

**Tunc, Thomas**

Tekkaya, A. E.; Hoenen, N.

**Optimierung von Umformwerkzeugen bezüglich der Spanbildung beim Umformen von Aluminium**

Optimization of Forming Tools Regarding Chip Development during Forming of Aluminum

**Weinert, Ben Farin**

Tekkaya, A. E.; Komodromos, A.

**Numerische Untersuchungen zur Temperaturverteilung bei der Kühlkanalfertigung mittels Laserpulverauftragungsschweißens**

Numerical Investigations on the Temperature Distribution during Cooling Channel Manufacturing by Directed Energy Deposition

## Abgeschlossene Projektarbeiten | Completed Project Theses

**Agboola, Ololade Emmanuel**

Tekkaya, A. E.; Dardaei Joghan, H.

Einfluss von Prozessparametern des Laserpulverauftrags-schweißens und Laserpolierens auf flache Oberflächen

**Effect of Process Parameters of Laser Metal Deposition and Laser Polishing on Flat Surfaces**

**Araripe Maia, Marina**

Schrage, O.; Grodotzki, J.

Entwicklung einer neuen Methodologie zur Bestimmung der Kantenrissempfindlichkeit bei adiabatisch schwergeschnittenen Blechen

**Development of a New Methodology for Edge Crack Sensitivity Characterization of Adiabatically Blanked Sheets**

**Arslan, Oguzhan**

Tekkaya, A. E.; Grodotzki, J.

**Misconceptions in der Umformtechnik**

Misconceptions in Forming Technology

**Brock, Thorben**

Tekkaya, A. E.; Stiebert, F.; Schulz, O.

**Experimentelle Umsetzung und Bewertung der Spannungsüberlagerung im ebenen Torsionsversuch**

Experimental Implementation and Evaluation of Stress Superposition in the In-plane Torsion Test

**Dickhaus, Friedrich Daniel**

Tekkaya, A. E.; Lennemann, P.

**Spannungsüberlagerung beim Rollformen**

Stress Superposition in Roll Forming

**Elbahbishy, Mohamed**

Tekkaya, A. E.; Hoffmann, E.

Entwicklung einer kyrogenen Kammer für die Materialprüfung bei tiefen Temperaturen

**Design of a Cryogenic Chamber for Material Testing at Low Temperatures**

**Gawali, Aniket**

Tekkaya, A. E.; Bechler, J.

Anwendbarkeit von analytisch bestimmten FLC auf unterschiedliche Stahlfamilien

**Applicability of Analytically Determined FLC to Different Steel Families**

**Gusseck, Lukas**

Tekkaya, A. E.; Weber, F.

**Konstruktion eines Fügwerkzeuges mit integrierter**

**Funktionsüberprüfung zum Innenhochdruckfügen**

Design of a Joining Tool with Integrated Functionality Check for Joining by Hydroforming

**Hanl, David**

Tekkaya, A. E.; Bechler, J.

**Analyse des Einflusses der Mikrostruktur auf die Lebensdauer beim Knickbauchprozess**

Analysis of the Influence of the Microstructure on the Service Life in Upset Bulging

**Hasenau, Alexander**

Tekkaya, A. E.; Dardaei Joghhan, H.

**Ermittlung der Oberflächeneigenschaften von hybriden, additiven gefertigten Lamellenwerkzeuge**

Determination of the Surface Properties of Hybrid Additively Manufactured Laminated Tools

**Kaup, David**

Tekkaya, A. E.; Kamaliev, M.

**Tribologische Bedingungen und deren Einfluss beim kontinuierlichen IH-Aufweiten**

Tribological Conditions and Their Influence During Continuous Internal Pressure Expansion

**Krimphoff, Dennis**

Tekkaya, A. E.; Kneuper, F.

**Steigerung der Verschweißqualität beim Späneextrusionsprozess durch gezielte Werkzeuganpassung**

Increase in Welding Quality during Chip Extrusion through Targeted Tool Customization

**Kropf, Juliana Xenia**

Grodzki, J.; Stennei, M.

**Entwicklung eines numerischen Modells zur Berechnung der Biegesteifigkeit eines Hohlimplantates**

Development of a Numerical Model to Calculate the Bending Stiffness of a Hollow Implant

**Kruip, Theresa**

Tekkaya, A. E.; Grodzki, J.

**Umformtechnische Misconceptions in den Themengebieten Spannung, Dehnung und Volumenkonstanz**

Forming Technology Misconceptions Related to Stress, Strain, and Volume Constancy

**Kurmangaliev, Sergej**

Tekkaya, A. E.; Bechler, J.

**Erarbeitung eines Prozessfensters für flexible Werkzeuge mit vaporisierenden Aktuator Folien**

Development of a Process Window for Flexible Tools with Vaporizing Actuator Foils

**Polec, Lenard**

Tekkaya, A. E.; Stiebert, F.

**Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des ebenen Torsionsversuchs**

Economic Analysis of the In-plane Torsion Test

**Pontis, Namrata Nitin**

Tekkaya, A. E.; Weber, F.; Marín, G.

Numerische Untersuchung zum Innenhochdruckfügen von Aluminium (AA6061) und Polyetheretherketon (PEEK)

**Numerical Investigation on Joining Aluminium (AA6061) to Polyetheretherketone (PEEK) by Hydraulic Expansion**

**Rose, Jan Philipp**

Tekkaya, A. E.; Weber, F.

**Konstruktion eines Fügwerkzeuges mit integrierter Funktionsüberprüfung zum Innenhochdruckfügen**

Design of a Joining Tool with Integrated Functionality Check for Joining by Hydroforming

**Simon, Jakob**

Tekkaya, A. E.; Bechler, J.

**Entwicklung einer zyklischen Prüfvorrichtung knickbauchumgeformter Rohre**

Development of a Testing Device for Up-set Bulge-formed Tubes

**Uyar, Berk**

Tekkaya, A. E.; Lennemann, P.

**Prozessentwicklung zum Rotationszugbiegen von L-Profilen**

Development of a Rotary Draw Bending Process for L-sections

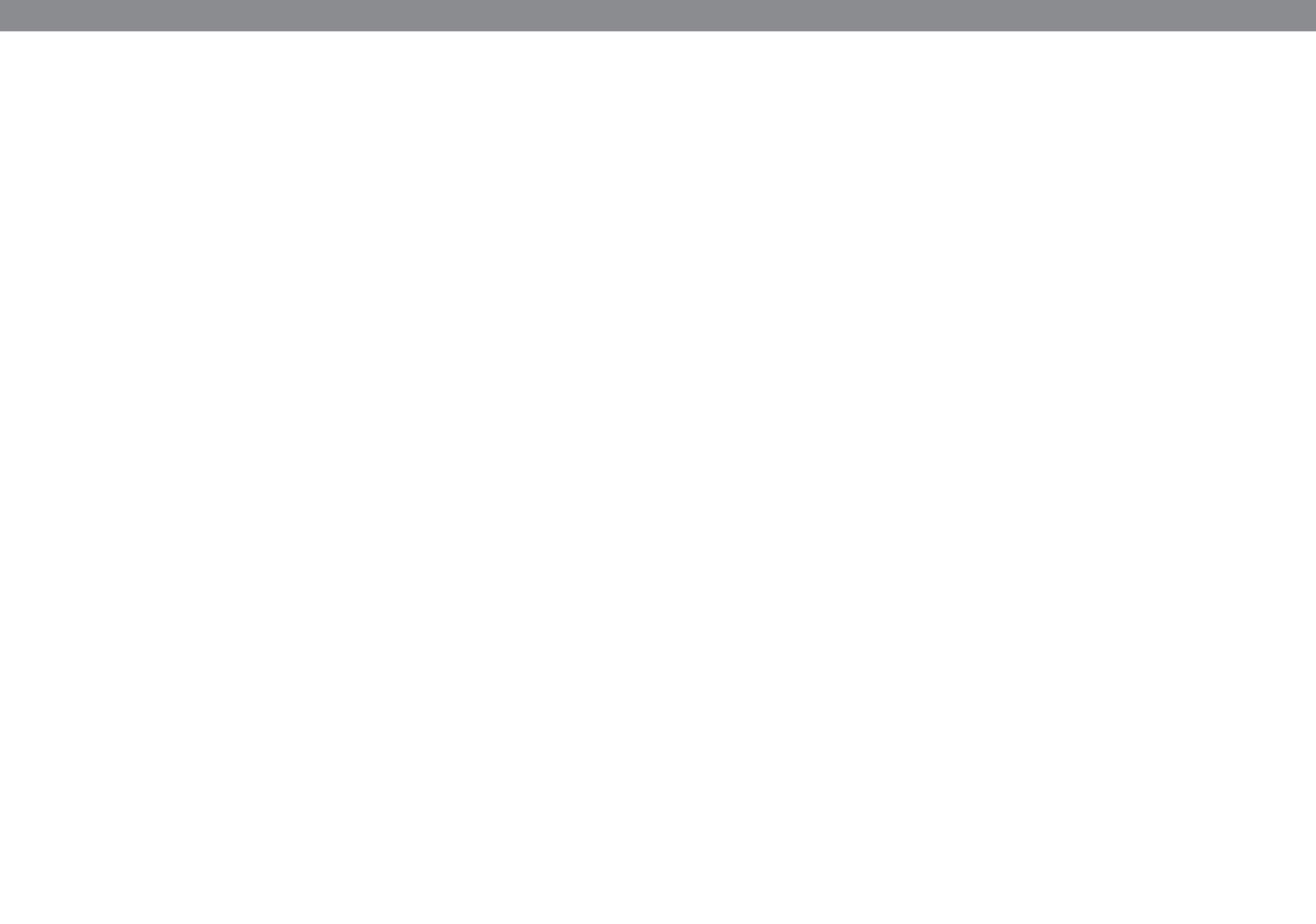
**Yie, Kay-Long Alex**

Tekkaya, A. E.; Grodotzki, J.

**Misconceptions in der Umformtechnik**

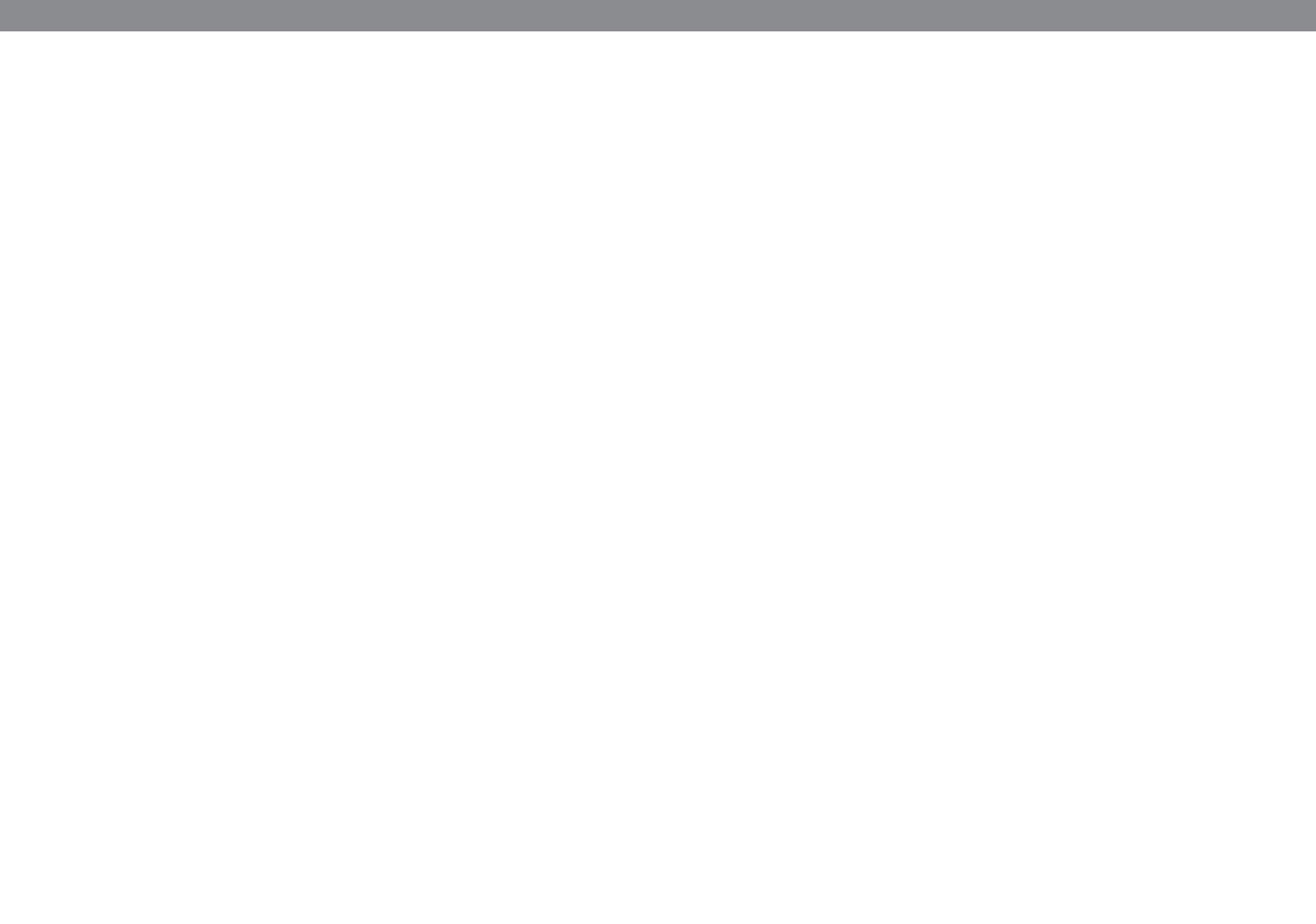
Misconceptions in Forming Technology





Ausgewählte Veröffentlichungen und Vorträge |  
Selected Publications and Lectures

08



## Zeitschriftenbeiträge | For SCI-Journals

**Gebhard, J., Schulze, A., Clausmeyer, T., Tekkaya, A. E., 2023.** Continuous Hot Extrusion with a Stationary Valve. CIRP Annals - Manufacturing Technology, DOI: 10.1016/j.cirp.2023.03.003.

**Kamaliev, M., Flesch, J., Grodotzki, J., Tekkaya, A. E., 2023.** Numerical and Experimental Analysis of the Isothermal High Temperature Pneumofforming Process. International Journal of Material Forming 16, DOI: 10.1007/s12289-023-01767-y.

**Komodromos, A., Grodotzki, J., Kolpak, F., Tekkaya, A. E., 2023.** Characterization of Tool Surface Properties Generated by Directed Energy Deposition and Subsequent Ball Burnishing. Journal of Manufacturing Science and Engineering, DOI:10.1115/1.4063736.

**Rosenthal, S., Hahn, M., Tekkaya, A. E., 2023.** Deep Drawability of Additively Manufactured Sheets with a Structured Core. International Journal of Material Forming 16, DOI: 10.1007/s12289-023-01739-2.

**Tekkaya, A. E., Groche, P., Kinsey, B.L., Wang, Z. G., 2023.** Stress Superposition in Metal Forming, CIRP Annals 72 (2), pp. 621–644, DOI: 10.1016/j.cirp.2023.04.090.

**Dardaei Joghhan, H., Hölker-Jäger, R., Komodromos, A., Tekkaya, A. E., 2023.** Hybrid Additive Manufacturing of Forming Tools. Automotive Innovation 6, pp. 311-323. DOI: 10.1007/s42154-023-00239-y.

**Gerlach, J., Clausmeyer, T., Schowtjak, A., Muhammad, W., Brahme, A. P., Koppka, L., Inal, K., Tekkaya, A. E., 2023.** Data-driven Ductile Damage Model for Damage-induced Material Degradation in Forming. Manufacturing Letters 35, pp. 1097-1102. DOI:10.1016/j.mfglet.2023.08.092.

**Gitschel, R., Schulze, A., Tekkaya, A. E., 2023.** Void Nucleation, Growth and Closure in Cold Forging: An Uncoupled Modelling Approach. Advances in Industrial and Manufacturing Engineering 7, DOI: 10.1016/j.aime.2023.100124.

**Grodotzki, J., Müller, B. T., Tekkaya, A. E., 2023.** Enhancing Manufacturing Education Based on Controller-free Augmented Reality Learning. Manufacturing Letters 25, pp. 1246-1254, DOI: 10.1016/j.mfglet.2023.08.068.

- Grodotzki, J., Müller, B. T., Tekkaya, A. E., 2023.** Introducing a General-purpose Augmented Reality Platform for the Use in Engineering Education. *Advances in Industrial and Manufacturing Engineering* 6, DOI: 10.1016/j.aime.2023.100116.
- Hahn, M., Bechler, J., Tekkaya, A. E., 2023.** Modeling and Validation of Forming by Vaporizing Foil Actuators. *Manufacturing Letters* 35, pp. 132-140, DOI: 10.1016/j.mfglet.2023.07.002.
- Homberg, W., Arian, B., Arne, V., Borgert, T., Brosius, A., Groche, P., Hartmann, C., Kersting, L., Laue, R., Martschin, J., Meurer, T., Spies, D., Tekkaya, A. E., Trächtler, A., Volk, W., Wendler, F., Wrobel, M., 2023.** Softsensors: Key Component of Property Control in Forming Technology. *Production Engineering - Research and Development*, DOI: 10.1007/s11740-023-01227-1.
- Langenfeld, K., Lingnau, L., Gerlach, J., Kurzeja, P., Gitschel, R., Walther, F., Kaiser, T., Clausmeyer, T., 2023.** Low Cycle Fatigue of Components Manufactured by Rod Extrusion: Experiments and Modeling. *Advances in Industrial and Manufacturing Engineering* 7, DOI: 10.1016/j.aime.2023.100130.
- Laurent-Brocq, M., Lilensten, L., Pinot, C., Leroy, E., Tekkaya, A. E., 2023.** Solid State Recycling of Aluminium Chips: Multi-technique Characterization and Analysis of Oxidation. *Materialia* 31, DOI: 10.1016/j.mtla.2023.101864.
- Martschin, J., Wrobel, M., Grodotzki, J., Meurer, T., Tekkaya, A. E., 2023.** Soft Sensors for Property-Controlled Multi-Stage Press Hardening of 22MnB5. *Automotive Innovation* 6, pp. 352-363, DOI: 10.1007/s42154-023-00238-z.
- Min, J., Tekkaya, A. E., Li, Y., Korkolis, Y. P., Zhao, Y., 2023.** Preface for Feature Topic on Environmentally Benign Automotive Lightweighting. *Automotive Innovation* 6, pp. 297-299, DOI: 10.1007/s42154-023-00236-1.
- Rosenthal, S., Bechler, N., Hahn, M., Tekkaya, A. E., 2023.** Large Sandwich Sheets Enabled by Joining Rolled Sheets and Additively Manufactured Core Structures for Forming. *Manufacturing Letters* 35, pp. 249-257, DOI: 10.1016/j.mfglet.2023.08.034.
- Selvaggio, A., Tekkaya, A. E., 2023.** Identification of Factors Influencing the Quality of Extruded Profiles Using Aluminum Recyclate-Based Billets. *Manufacturing Letters* 35, pp. 1326-1335, DOI: 10.1016/j.mfglet.2023.08.076.

**Stebner, S. C., Martschin, J., Arian, B., Dietrich, S., Feistle, M., Hütter, S., Lafarge, R., Laue, R., Li, X., Schulte, C., Spies, D., Thein, F., Wendler, F., Wrobel, M., Vasquez, J. R., Dölz, M., Münstermann, S., 2023.** Monitoring the Evolution of Dimensional Accuracy and Product Properties in Property-controlled Forming Processes. *Advances in Industrial and Manufacturing Engineering* 8, DOI: 10.1016/j.aime.2023.100133.

**Weber, F., Lu, Y., Peterschilka, F. J., Hahn, M., Tekkaya, A. E., 2023.** Electromagnetic Joining of Aluminum and Polycarbonate Tubes. *Advances in Industrial and Manufacturing Engineering* 6, DOI: 10.1016/j.aime.2022.100109.

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

**Dardaie Joghhan, H., Hahn, M., Agboola, O., Tekkaya, A. E., 2023.** Resources and Manufacturing Technology Evaluation of Hybrid Additive Metal Laminated Tooling for Forming. 26th International Conference on Material Forming (ESAFORM), Krakow, Poland. Materials Research Proceedings 28, pp. 21-30, DOI: 10.21741/9781644902479-3.

**Dardaie Joghhan, H., Hölker-Jäger, R., Hahn, M., Tekkaya, A. E., 2023.** Verfahrenskombination aus inkrementeller Blechumformung und Laserpulverauftragsschweißen. ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 118 (7-8), pp. 481-485, DOI: 10.1515/zwf-2023-1101.

**Gebhard, J., Schulze, A., Tekkaya, A. E., 2023.** Comparison of Stationary and Movable Valves for Continuous Hot Extrusion. In: 14th International Conference on the Technology of Plasticity (ICTP), Cannes, France. Lecture Notes in Mechanical Engineering, DOI: 10.1007/978-3-031-41023-9\_46.

**Gitschel, R., Gebhard, J., Tekkaya, A. E., 2023.** Modelling Void Area Fractions in Cold Forged Parts. In: Proceedings of the 56th Plenary Meeting of the International Cold Forging Group (ICFG), Ankara, Turkey, pp. 161-171.

**Grodotzki, J., Tekkaya, A. E., 2023.** Comparative Analysis of Remote, Hands-on, and Human-remote Laboratories in Manufacturing Education. In: 2023 American Society for Engineering Education (ASEE) Annual Conference & Exposition, Baltimore, Maryland, USA.

**Guhr, F., Gitschel, R., Barthold, F.-J., Tekkaya, A. E., 2023.** Numerical Optimisation of Damage in Extrusion Processes. In: 93rd Annual Meeting of the International Association of Applied Mathematics and Mechanics (GAMM). Proceedings in Applied Mathematics and Mechanics 23, Art. Nr. e202300199, DOI: 10.1002/pamm.202300199.

**Hoffmann, E., Grodotzki, J., Tekkaya, A. E., 2023.** Investigation of Warping and Springback in Kinematic U-Profile Bending with Partial Heating. In: 14th International Conference on the Technology of Plasticity (ICTP), Cannes, France. Lecture Notes in Mechanical Engineering, DOI: 10.1007/978-3-031-42093-1\_33.

**Kneuper, F., Grodotzki, J., Tekkaya, A. E., 2023.** Process Development for Passive Granular Media-Based Tube Press Hardening. In: 14th International Conference on the Technology of Plasticity (ICTP), Cannes, France. Lecture Notes in Mechanical Engineering, DOI: 10.1007/978-3-031-41023-9\_56.

**Komodromos, A., Marín, G., Grodotzki, J., Tekkaya, A. E., 2023.** Investigation of Hot Stamping with Cooled and Textured Tools Manufactured by Directed Energy Deposition. In: 14th International Conference on the Technology of Plasticity (ICTP), Cannes, France. Lecture Notes in Mechanical Engineering, DOI: 10.1007/978-3-031-40920-2\_19.

**Kotzyba, P., Gebhard, J., Schulze, A., Günther, F., Stommel, M., Tekkaya, A. E., 2023.** Novel Extrusion Process for the Production of Aluminum-Polymer-Composites. In: 14th International Conference on the Technology of Plasticity (ICTP), Cannes, France. Lecture Notes in Mechanical Engineering, DOI: 10.1007/978-3-031-41023-9\_47.

**Lennemann, P., Grodotzki, J., Tekkaya, A. E., 2023.** Controlling the Damage Evolution in Roll Forming of a V-Section by Elastomer Rollers. In: 14th International Conference on the Technology of Plasticity (ICTP), Cannes, France. Lecture Notes in Mechanical Engineering, DOI: 10.1007/978-3-031-42093-1\_26.

**Maaß, F., Hahn, M., Tekkaya, A. E., 2023.** Controlling Product Properties by Compressive Stress-Superposed Incremental Forming. In: 14th International Conference on the Technology of Plasticity (ICTP), Cannes, France. Lecture Notes in Mechanical Engineering, DOI: 10.1007/978-3-031-41023-9\_73.

**Mamros, E. M., Polec, L. A., Maaß, F., Clausmeyer, T., Tekkaya, A. E., Ha, J., Kinsey, B. L., 2023.** Examination of Bending Stress Superposition Effect on Martensite Transformation in Austenitic Stainless Steel 304. In: 14th International Conference on the Technology of Plasticity (ICTP), Cannes, France. Lecture Notes in Mechanical Engineering, DOI: 10.1007/978-3-031-40920-2\_49.

**Martschin, J., Wrobel, M., Grodotzki, J., Tekkaya, A. E., 2023.** Tailoring the Hardness in Multi-stage Press Hardening of 22MnB5 Sheet Material in a Progressive Die. In: 14th International Conference on the Technology of Plasticity (ICTP), Cannes, France. Lecture Notes in Mechanical Engineering, DOI: 10.1007/978-3-031-40920-2\_10.

**Rakshit, T., Dunlap, A., Kraemer, S., Schulze, A., Aretz, A., Schwedt, A., Tekkaya, A. E., 2023.** Damage Evolution in Axial Forming of External Splines and Quenching Operation of the Tubular Gear Shafts. In: 14th International Conference on the Technology of Plasticity (ICTP), Cannes, France. Lecture Notes in Mechanical Engineering, DOI: 10.1007/978-3-031-42093-1\_21.

**Rakshit, T., Gebhard, J., Tekkaya, A. E., 2023.** Influence of Die Parameters on the Damage Evolution in Axially Formed Gears. In: Proceedings of the 56th Plenary Meeting of the International Cold Forging Group (ICFG), Ankara, Turkey, pp. 233-242.

**Rethmann, P., Grodotzki, J., Tekkaya, A. E., 2023.** Berücksichtigung der Umformhistorie gezogener Drähte bei der Simulation des Federwindens. In: 6. Biegeforum, Siegen, Germany, DOI: 10.25819/UBSI/10397.

**Stennei, M., Grodotzki, J., Tekkaya, A. E., 2023.** Analyse der Biegeeigenschaften verschiedener Stähle zur Anwendung beim Presshärten. In: 6. Biegeforum, Siegen, Germany, DOI: 10.25819/UBSI/10397.

**Stennei, M., Clausmeyer, T., Grodotzki, J., Rosenthal, S., Stiglmaier, M., Tekkaya, A. E., 2023.** Prediction Strategy for the Forming and Stuffing of Non-circular Tube. In: 42nd Conference of the International Deep Drawing Research Group (IDDRG), Luleå, Sweden. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, DOI: 10.1088/1757-899X/1284/1/012084b.

**Stiebert, F., Traphöner, H., Tekkaya, A. E., 2023.** In-Plane Torsion Test - Analysis of the Tool Design. In: 14th International Conference on the Technology of Plasticity (ICTP), Cannes, France. Lecture Notes in Mechanical Engineering, DOI: 10.1007/978-3-031-40920-2\_57.

**Weber, F., Hahn, M., Tekkaya, A. E., 2023.** Joint Strength Determination by a Resistance-Based Sensor in Metal-Polymer Joining by Hydraulic Expansion. In: 14th International Conference on the Technology of Plasticity (ICTP), Cannes, France. Lecture Notes in Mechanical Engineering, DOI: 10.1007/978-3-031-41341-4\_4.

**Wrobel, M., Martschin, J., Meurer, T., Tekkaya, A. E., 2023.** Data-driven Temperature Estimation for a Multi-Stage Press Hardening Process. 22nd World Congress of the International Federation of Automatic Control (IFAC), Yokohama, Japan. IFAC-PapersOnLine 56 (2), pp. 4252-4257, DOI: 10.1016/j.ifacol.2023.10.1785.

## Keynote/Invited-Vorträge | Keynote/Invited Presentations

**Tekkaya, A. E., 2023.** Nonconventional Hot Aluminium extrusion. Invited presentation, ALUMIL A.S., Thessaloniki, 19.05.2023, Thessaloniki, Greece.

**Tekkaya, A. E., 2023.** Effect of Loading Path on Damage in Metal Forming: Experimental Findings from IUL. Invited keynote presentation. Numisheet/FTF Technical Meeting, 06.-08.06.2023, Zurich, Switzerland.

**Tekkaya, A. E., Groche, P., Kinsey, B. L., Wang, Z. G., 2023.** Stress Superposition in Metal Forming. Keynote presentation, 72nd CIRP General Assembly, 20.-26.08.2023, Dublin, Ireland.

**Tekkaya, A. E., 2023.** Two Innovative Profile Forming Processes. Invited presentation, ERC HAMMER Online Seminar, 02.10.2023, Columbus (Ohio), USA.

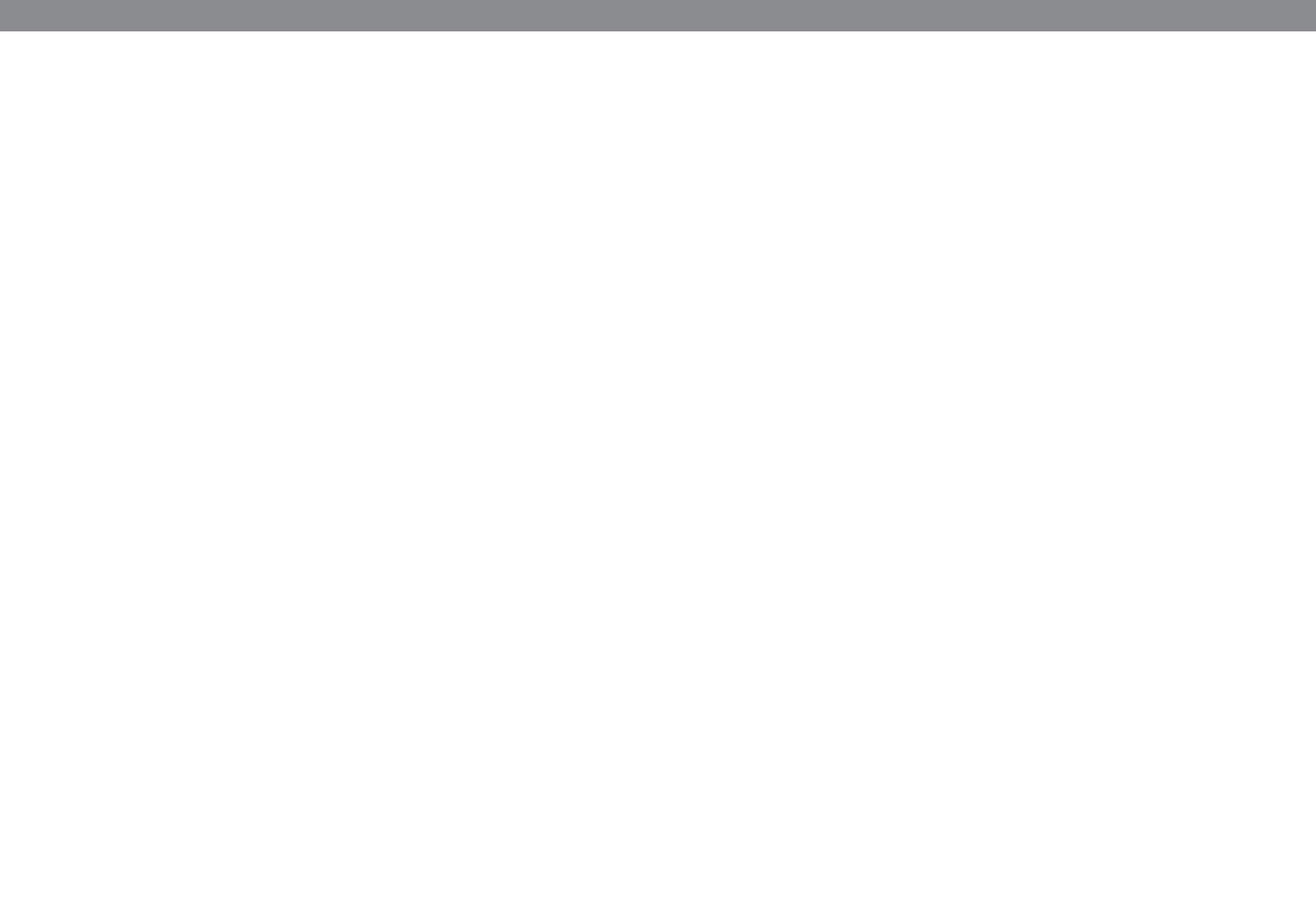
**Tekkaya, A. E., 2023.** Hot Extruded Sheets from Aluminium Chips. Invited keynote presentation, Frontiers in Automotive Materials and Manufacturing Research, 17.-18.10.2023, Hamilton (Ontario), Canada.

**Tekkaya, A. E., 2023.** Stress Superposition in Metal Forming. Invited presentation, Baosteel, 27.10.2023, Shanghai, China.

**Tekkaya, A. E., 2023.** Aluminium Sheets Made of Chips. Invited presentation, Baosteel, 27.10.2023, Shanghai, China.

**Tekkaya, A. E., 2023.** Damage Under Strain Path Changes. Invited presentation, Tongji University, 27.10.2023, Shanghai, China.

**Tekkaya, A. E., 2023.** Advanced Material Characterisation. Invited presentation, Tongji University, 27.10.2023, Shanghai, China.



Mitarbeiter | Staff

09

## Professoren | Professors

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



**Prof. Dr. Yannis P. Korkolis**  
0231 755 8420  
yannis.korkolis@iul.tu-dortmund.de

**Prof. Dr.-Ing. Matthias Kleiner**  
(in Ruhestand)  
0231 755 2680  
matthias.kleiner@udo.edu



## Sekretariat | Office

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



**Marie Rudolf**  
0231 755 5846  
marie.rudolf@iul.tu-dortmund.de

## Oberingenieur/-innen | Chief Engineers

**Dr.-Ing. Till Clausmeyer**  
Oberingenieur Forschung  
0231 755 8429  
till.clausmeyer@iul.tu-dortmund.de



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

**Dr.-Ing. Heinrich Traphöner**  
Oberingenieur Technik und Finanzen  
0231 755 8439  
heinrich.traphoener@iul.tu-dortmund.de



## Abteilungsleiter | Heads of Department

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



**Johannes Gebhardt M. Sc.**  
Abteilungsleiter Massivumformung  
0231 755 4751  
johannes.gebhardt@iul.tu-dortmund.de

**Joshua V. Grodotzki M. Sc.**  
Abteilungsleiter Profil- und Blechumformung  
0231 755 7852  
joshua.grodotzki@iul.tu-dortmund.de



## Abteilung Massivumformung | Bulk Metal Forming

**Johannes Gebhard M. Sc.**  
0231 755 4751

[johannes.gebhard@iul.tu-dortmund.de](mailto:johannes.gebhard@iul.tu-dortmund.de)



**Jan Flesch M. Sc.**  
0231 755 8453

[jan.flesch@iul.tu-dortmund.de](mailto:jan.flesch@iul.tu-dortmund.de)

**Robin Gitschel M. Sc.**  
0231 755 8453

[robin.gitschel@iul.tu-dortmund.de](mailto:robin.gitschel@iul.tu-dortmund.de)



**Patrick Kotzyba M. Sc.**  
0231 755 2630

[patrick.kotzyba@iul.tu-dortmund.de](mailto:patrick.kotzyba@iul.tu-dortmund.de)

**Gabriel Marín M. Sc.**  
0231 755 2499

[gabriel.marin@iul.tu-dortmund.de](mailto:gabriel.marin@iul.tu-dortmund.de)



**Tanmoy Rakshit M. Sc.**

0231 755 7174

[tanmoy.rakshit@iul.tu-dortmund.de](mailto:tanmoy.rakshit@iul.tu-dortmund.de)

Oliver Schulz M. Sc.  
0231 755 8476  
oliver.schulz@iul.tu-dortmund.de



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

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

**Joshua V. Grodotzki M. Sc.**

0231 755 7852

[joshua.grodotzki@iul.tu-dortmund.de](mailto:joshua.grodotzki@iul.tu-dortmund.de)



**Jan Gerlach M. Sc.**

0231 755 8483

[jan.gerlach@iul.tu-dortmund.de](mailto:jan.gerlach@iul.tu-dortmund.de)



**Niklas Hoenen M. Sc.**

0231 755 2669

[niklas.hoenen@iul.tu-dortmund.de](mailto:niklas.hoenen@iul.tu-dortmund.de)



**Eike Hoffmann M. Sc.**

0231 755 6926

[eike.hoffmann@iul.tu-dortmund.de](mailto:eike.hoffmann@iul.tu-dortmund.de)



**Florian Kneuper M. Sc.**

0231 755 8441

[florian.kneuper@iul.tu-dortmund.de](mailto:florian.kneuper@iul.tu-dortmund.de)



**Philipp Lennemann M. Sc.**

0231 755 8434

[philipp.lennemann@iul.tu-dortmund.de](mailto:philipp.lennemann@iul.tu-dortmund.de)



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



**Philipp Rethmann M. Sc.**  
0231 755 6922  
philipp.rethmann@iul.tu-dortmund.de



**Markus Stennei M. Sc.**  
0231 755 8431  
markus.stennei@iul.tu-dortmund.de



**Fabian Stiebert M. Sc.**  
0231 755 2402  
fabian.stiebert@iul.tu-dortmund.de



## Abteilung Sonderverfahren | Non-Conventional Processes

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



**Jan Bechler M. Sc.**  
0231 755 6918  
jan.bechler@iul.tu-dortmund.de

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



**Steffen Grünewald M. Sc.**  
0231 755 8498  
steffen.gruenewald@iul.tu-dortmund.de

**Olaf Schrage M. Sc.**  
0231 755 8433  
olaf.schrage@iul.tu-dortmund.de



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



## Projektierung | Project planning

**Dr.-Ing. Heinrich Traphöner**  
Abteilungsleiter Projektierung  
0231 755 8439  
heinrich.traphoener@iul.tu-dortmund.de



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

**Martina Heinisch**  
0231 755 2034  
martina.heinisch@iul.tu-dortmund.de



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

## Technische Mitarbeiter | Technical Staff

**Dr.-Ing. Heinrich Traphöner**

Abteilungsleiter

0231 755 8439

heinrich.traphoener@iul.tu-dortmund.de



**Ilias Demertzidis**

0231 755 6606

ilias.demertzidis@iul.tu-dortmund.de

**Werner Feurer**

0231 755 2609

werner.feurer@iul.tu-dortmund.de



**Dipl.-Ing. (FH) Andreas Herdt**

0231 755 7288

andreas.herdt@iul.tu-dortmund.de

**Dirk Hoffmann**

0231 755 6605

dirk.hoffmann@iul.tu-dortmund.de



**Sven Lukies**

0231 755 6062

sven.lukies@iul.tu-dortmund.de

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



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

Thomas Werse  
0231 755 2617  
thomas.werse@iul.tu-dortmund.de



## 2023 ausgeschieden | Staff who left in 2023

Dr.-Ing. Mike Kamaliev M. Sc.



Anna Komodromos M. Sc.

Dr.-Ing. Fabian Maaß



Dr.-Ing. Stephan Rosenthal

Fabian Schmitz M. Sc.



Dr.-Ing. André Schulze M. Sc.

Steffen Strotzer



