

Tätigkeitsbericht

20



Tätigkeitsbericht

20

Impressum

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

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

Copyright © Institut für Umformtechnik und Leichtbau

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

Redaktionsassistentz
Nina Hänisch

Lektorat
Jeanette Brandt
Nina Hänisch
Karen Wahlers

Layout
Patrick Cramer

Inhalt

1	Lehre	1
1.1	Lehrveranstaltungsangebot	1
1.2	Master of Science in Manufacturing Technology (MMT)	4
1.3	Dissertationen	6
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	19
2.1.3	ReGAT – Research Group on Additive Technology	22
2.1.4	Forschung für die Ingenieurausbildung – ELLI 2	24
2.1.5	Forschungsgruppe Angewandte Mechanik	27
2.2	Abteilung Massivumformung	30
2.2.1	Verbundfließpressen von fließgepressten Halbzeugen	31
2.2.2	Einfluss des mehrachsigen Bauschingereffektes in der Kaltmassivumformung	32
2.2.3	Beeinflussung der Schädigungsentwicklung beim Kaltfließpressen	33
2.2.4	Verfahren zur Fertigung von Verbundbauteilen durch eine Kombination aus Tiefziehen und Fließpressen	34
2.2.5	Linienförmiges Fügen von Profilverbundsystemen mit erhöhten Dichtheitsanforderungen	35
2.2.6	Herstellung flanschförmiger Bauteile durch Fließpressen verbundstranggepresster Halbzeuge	36
2.2.7	Analyse der belastungspfadabhängigen Schädigungs- und Mikrostrukturentwicklung zur numerischen Auslegung von Blechmassivumformprozessen	37
2.2.8	Modellintegration für die Prozesssimulation	38
2.2.9	Gestaltvorhersage und -verbesserung beim Umformen und Zusammenbau von nicht-runden Rohren	39

2.3	Abteilung Profil- und Blechumformung	40
2.3.1	Schädigungsbeeinflussung bei der Biegeumformung	41
2.3.2	Eigenschaftsgergelte mehrstufige Warmblechumformung	42
2.3.3	Neuartige ebene Torsionsprobe zur Charakterisierung von Schädigung und Verfestigung	43
2.3.4	Vorbereitung einer Prüfvorschrift für den ebenen Torsionsversuch	44
2.3.5	Analyse des Einsatzpotentials walzplattierter MnB-Cr-Stahlverbunde für das Presshärten	45
2.3.6	Kinematisches Profilbiegen mit partieller Erwärmung des Querschnitts	46
2.3.7	Funktionalisierung additiv gefertigter Presshärtewerkzeuge mittels Glattwalzen	47
2.3.8	Charakterisierung der Bruchfestigkeit von hochfesten Stählen unter Berücksichtigung der Scherbelastung	48
2.3.9	Wirkmedienbasiertes Profilformen und kinematisches Biegen im kontinuierlichen Prozess mittels gradiertem Temperaturfeld	49
2.4	Abteilung Sonderverfahren	50
2.4.1	Umformung additiv gefertigter Sandwichblechverbunde mit optimierten Kernstrukturen	51
2.4.2	Automatisiertes Bestücken und zerstörungsfreies Prüfen von Rohr-Fitting-Verbindungen (AutoFit)	52
2.4.3	Reduzierung des Treppenstufeneffekts bei aus Blechlamellen geschichteten Werkzeugen mittels additiver und umformtechnischer Nachbearbeitung	53
2.4.4	Einsatz und Analyse des adiabatischen Scherschneidens	54
2.4.5	Verbesserung des Einsatzverhaltens inkrementell umgeformter Bauteile durch gezielte Eigenspannungsinduktion	55
2.4.6	Umformen mittels örtlich variabel vaporisierender Aktuatoren	56
2.4.7	Entwicklung und Herstellung optimierter Spulenwindungen für die elektromagnetische Umformung unter Einsatz additiver Verfahren	57
2.4.8	Grundlagenuntersuchungen und Verfahrensentwicklung zur Herstellung belastungsangepasster Bauteile mittels inkrementeller Blechmassivumformung (iBMU)	58

2.4.9	Inkrementelle Blechmassivumformung unter Anwendung thermisch gesteuerter Gradierungsmechanismen	59
2.4.10	Umformtechnologien für metallische und hybride Leichtbaustrukturen der Elektromobilität	60
2.4.11	Verfahrenskombination aus inkrementeller Blechumformung und Laserpulverauftragsschweißen zur Fertigung von Leichtbauteilen	61
2.4.12	Crash-Umformung strukturierter Bleche mit Wanddicken kleiner 0,8 mm	62
2.5	Patente	63
2.5.1	Erteilte Patente	63
2.5.2	Offengelegte Patente	64
2.5.3	Angemeldete Patente	65
3	Weitere Aktivitäten	71
3.1	Auszeichnungen	71
3.2	Mitwirkung in nationalen und internationalen Organisationen: Prof. Dr.-Ing. A. Erman Tekkaya	73
3.3	Mitwirkung in nationalen und internationalen Organisationen: Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Matthias Kleiner	77
4	Internationaler Austausch	83
5	Technische Ausstattung	89
6	Kooperationen	Mittelteil
7	Abgeschlossene Arbeiten	Mittelteil
8	Ausgewählte Veröffentlichungen und Vorträge	Mittelteil
9	Mitarbeiter/- innen	Mittelteil



Geleitwort

Das Jahr 2020 wird uns wegen der Corona-Pandemie noch lange als ein besonderes in Erinnerung bleiben. Vorrangiges Ziel war und ist es, Lehre und Betreuung für die Studierenden verlässlich und in gleichbleibender Qualität zu garantieren, die Forschungsarbeiten am Institut ohne große Einschnitte und Unterbrechungen fortzuführen und unseren Verpflichtungen gegenüber Kooperationspartnerinnen und -partnern nachzukommen. Gleichzeitig müssen soziale Kontakte zwingend reduziert werden, um eine Verbreitung des Virus zu verhindern. Die mit Hochdruck erarbeiteten Infektionsschutzmaßnahmen garantieren, dass seit einer Umstellungsphase sämtliche Arbeiten des Lehr- und Forschungsbetriebs im Versuchsfeld durchgeführt werden können. Das IUL-Team arbeitet sowohl im Homeoffice als auch vor Ort auf dem Campus. Alle Vorlesungen, Übungen und Prüfungen finden ausschließlich digital statt. Gleichermaßen digital führten wir die fünf Promotionsprüfungen durch, die in diesem Jahr erfolgreich absolviert wurden.

Das stellt unser Team vor besondere Herausforderungen: Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter etablieren neue Strukturen im Homeoffice und arbeiten unter erschwerten Bedingungen im Versuchsfeld. Für die digitale Lehre wurden innerhalb kürzester Zeit innovative Konzepte realisiert. Hier konnte das IUL auf seine Expertise aus dem Projekt „ELLI“ („Exzellentes Lehren und Lernen in den Ingenieurwissenschaften“) zurückgreifen. Seit 2011 beteiligt sich das IUL an den Forschungsarbeiten zur Ingenieurausbildung – auch mit Fokus auf die Digitalisierung der Lehre. Schon vor der Pandemie wurden die gewonnenen Erkenntnisse zur Ingenieurdidaktik in die Lehre am IUL implementiert und Technologien für die digitale Wissensvermittlung wie die Remote Labore und virtuelle Welten in den Lehrveranstaltungen realisiert. Dies half enorm, die kurzfristige Umstellung aller Lehrveranstaltung zu realisieren. Auch die Begehung des Sonderforschungsbereiches TRR 188 fand zum ersten Mal digital statt. Wir sind dankbar und stolz, dass die Deutsche Forschungsgemeinschaft beschlossen hat, die Förderung fortzusetzen. Für die zweite Förderperiode bis Ende 2024 übergibt Professor Erman Tekkaya ab Januar 2021 die Sprecherschaft turnusgemäß weiter an Professor Gerhard Hirt vom Institut für Bildsame Formgebung der RWTH Aachen. Weitere beteiligte Einrichtungen in der zweiten Förderperiode sind das Max-Planck-Institut für Eisenforschung in Düsseldorf und am KIT in Karlsruhe das Institut für Angewandte Materialien – Werkstoff- und Biomechanik.

Auch das Jahr 2021 wird Herausforderungen für uns bereithalten. Dennoch blicken wir angesichts der bereits gemeinsam gemeisterten Aufgaben voller Zuversicht und Vorfriede in das Jahr 2021, in dem wir auch die Konferenzen nachholen werden, die aufgrund der besonderen Umstände nicht realisiert

werden konnten. Wir würden uns freuen, Sie bei der International Conference on High Speed Forming 2021 (ICHSF) oder beim 8. Dortmunder Kolloquium zur Rohr- und Profilmformung (DORP) begrüßen zu dürfen. Aktuelle Informationen zu den Konferenzen und zum IUL finden Sie jederzeit auf www.iul.eu.

Wir hoffen sehr, unsere internationalen Kolleginnen und Kollegen schon bald wieder persönlich treffen und am IUL begrüßen zu dürfen und bedanken uns bei allen Partnerinnen und Partnern des Instituts für ihre Unterstützung und bei allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern für ihren großen Einsatz in dieser herausfordernden Zeit.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'A. E. Tekkaya'.

A. Erman Tekkaya

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. Kleiner'.

Matthias Kleiner

Lehre

01

1 Lehre

1.1 Lehrveranstaltungsangebot

Das Institut für Umformtechnik und Leichtbau bietet Vorlesungen und Labore in den Bachelor- und Masterstudiengängen Logistik, Wirtschaftsingenieurwesen und Maschinenbau an. Zusätzlich werden u. a. Lehramts-, Informatik- und Physikstudierende unterrichtet, welche die angebotenen Vorlesungen im Rahmen eines Nebenfachs belegen. Den Studierenden wird dabei das notwendige Wissen im Bereich der Umformtechnik vermittelt, welches sie für einen beruflichen Einstieg in die industrielle Praxis oder für eine wissenschaftliche Laufbahn benötigen. Seit dem Wintersemester 2019/2020 gilt folgende Vorlesungsstruktur nach der Neugestaltung der Prüfungsordnung:

	1. Semester / Winter	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Fertigungslehre</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Überblick, Grundlagen, Halbzzeuge, Verfahren/Maschinen</td> </tr> </table>		Fertigungslehre		Überblick, Grundlagen, Halbzzeuge, Verfahren/Maschinen	
Fertigungslehre							
Überblick, Grundlagen, Halbzzeuge, Verfahren/Maschinen							
Bachelor	5. Semester / Winter	<table border="1"> <tr> <td>Umformende Fertigungstechnologie</td> </tr> <tr> <td>Erw. Grundlagen, Plastizitätstheorie, Verfahren/Maschinen</td> </tr> </table>	Umformende Fertigungstechnologie	Erw. Grundlagen, Plastizitätstheorie, Verfahren/Maschinen	<table border="1"> <tr> <td>Materialcharakterisierung in der Umformtechnik (Labor)</td> </tr> <tr> <td>Theorie, Experimente, Auswertung</td> </tr> </table>	Materialcharakterisierung in der Umformtechnik (Labor)	Theorie, Experimente, Auswertung
	Umformende Fertigungstechnologie						
Erw. Grundlagen, Plastizitätstheorie, Verfahren/Maschinen							
Materialcharakterisierung in der Umformtechnik (Labor)							
Theorie, Experimente, Auswertung							
	6. Semester / Sommer	<table border="1"> <tr> <td>Methoden zur Analyse von Prozessen und WZ-Maschinen</td> </tr> <tr> <td>Grundlagen der Umformmaschinen</td> </tr> </table>	Methoden zur Analyse von Prozessen und WZ-Maschinen	Grundlagen der Umformmaschinen	<table border="1"> <tr> <td>Simulation in der Umformtechnik</td> </tr> <tr> <td>Anwendung der FEM in der Massiv- und Blechumformung</td> </tr> </table>	Simulation in der Umformtechnik	Anwendung der FEM in der Massiv- und Blechumformung
Methoden zur Analyse von Prozessen und WZ-Maschinen							
Grundlagen der Umformmaschinen							
Simulation in der Umformtechnik							
Anwendung der FEM in der Massiv- und Blechumformung							
Master	1. Semester / Sommer	<table border="1"> <tr> <td>Umformtechnik I</td> </tr> <tr> <td>Vertiefung der Verfahren, Prozesskette</td> </tr> </table>	Umformtechnik I	Vertiefung der Verfahren, Prozesskette	<table border="1"> <tr> <td>Analytische u. exp. Methoden in der Umformtechnik</td> </tr> <tr> <td>Modellierung von umformtechnischen Verfahren</td> </tr> </table>	Analytische u. exp. Methoden in der Umformtechnik	Modellierung von umformtechnischen Verfahren
	Umformtechnik I						
Vertiefung der Verfahren, Prozesskette							
Analytische u. exp. Methoden in der Umformtechnik							
Modellierung von umformtechnischen Verfahren							
	2. Semester / Winter	<table border="1"> <tr> <td>Umformtechnik II</td> </tr> <tr> <td>Sonderverfahren der Umformtechnik</td> </tr> </table>	Umformtechnik II	Sonderverfahren der Umformtechnik	<table border="1"> <tr> <td>Advanced Simulation Techniques in Metal Forming II</td> </tr> <tr> <td>Nichtlineare FEM</td> </tr> </table>	Advanced Simulation Techniques in Metal Forming II	Nichtlineare FEM
Umformtechnik II							
Sonderverfahren der Umformtechnik							
Advanced Simulation Techniques in Metal Forming II							
Nichtlineare FEM							

Vorlesungsstruktur (am Beispiel des Studiengangs Maschinenbau mit Profil Produktionstechnik)

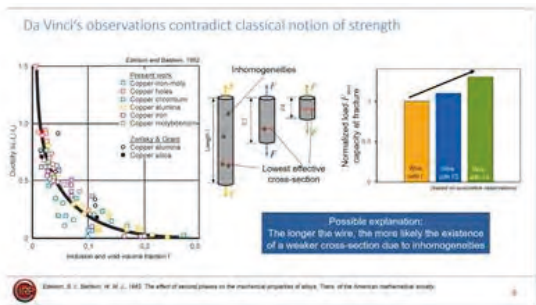
Weitere Lehrveranstaltungen des Instituts im Jahr 2020 waren:

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

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

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

Infolge der weltweiten COVID-19-Pandemie und den damit verbundenen Zutrittsbeschränkungen der TU Dortmund sah sich das IUL im Sommersemester 2020 erstmalig gezwungen, vollständig auf Präsenzveranstaltungen in der Lehre zu verzichten. Stattdessen wurden die Inhalte der Veranstaltungen den Studierenden via Videoaufzeichnungen nähergebracht, wobei die



Beispiel für eine Vorlesungsaufzeichnung am IUL im digitalen Semester

Interaktion zwischen Dozierenden und Studierenden in wöchentlichen Diskussionsrunden gewährleistet wurde. Aufgrund der anhaltenden Gefahrenlage und zum Schutz der Studierenden setzt das IUL auch im Wintersemester 2020/2021 auf ein rein digitales Semester.

Im Jahr 2020 haben sich folgende Lehrbeauftragte an den Lehrveranstaltungsangeboten des IUL beteiligt:

- Prof. J. Hirsch, Hydro Aluminium Rolled Products
- Prof. K. Roll, ehemals Daimler AG Sindelfingen
- Prof. J. Sehart, Ruhr-Universität Bochum
- Dr. G. Georgiadis, Volkswagen AG

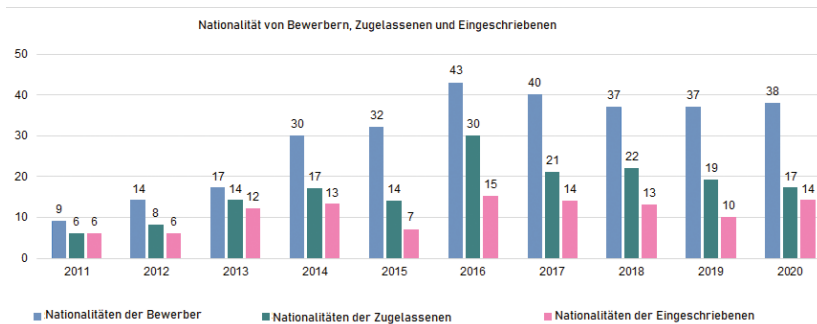
Weitere Informationen sind unter www.iul.eu/lehre zu finden.

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.
Siddhant Goyal M. Sc.

Der im Jahr 2011 gestartete viersemestrige englischsprachige Masterstudiengang „Master of Science in Manufacturing Technology“ (MMT) im Bereich Produktions- und Fertigungstechnik konnte für den Studienstart zum Wintersemester 2020/21 erneut ein hohes internationales Interesse verzeichnen. Aus nahezu 900 Bewerbungen aus 38 Nationen wurden 48 exzellente Studierende für den Studienstart an der TU Dortmund ausgewählt. Im Rahmen der vom DAAD organisierten Kooperation mit der Türkisch-Deutschen Universität in Istanbul haben drei Studierende ihr MMT-Studium aufnehmen können.



Entwicklung der Diversität im MMT-Programm

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

Im Rahmen dieser Maßnahmen wurden in Kooperation mit dem DAAD Newsletter verschickt und Anzeigen auf den DAAD-Länderseiten geschaltet, um auf das Programm und die Bewerbungsfrist aufmerksam zu machen. Die EAIE-Konferenz, die das Koordinationsteam in den vergangenen Jahren regelmäßig besucht hat, musste aufgrund der COVID-19-Pandemie in diesem Jahr in digitaler Form stattfinden. In Videosessions, Diskussionen und beim virtuellen „Campfire“ konnten mit über 1.500 Teilnehmer/-innen Anregungen für die Strategieentwicklung im Bereich Internationales ausgetauscht werden.

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

Die weltweite Pandemie hat auch den Studienstart 2020/21 maßgeblich beeinflusst. Da offizielle Behörden und Institutionen weltweit wochenlang geschlossen wurden, war eine Anreise zum Start des Wintersemesters für die Mehrheit der ausgewählten Bewerber/-innen unmöglich. Daraufhin wurde in Absprache mit den einzelnen Lehrstühlen entschieden, die Lehre des MMT-Programms im Wintersemester 2020/21 rein digital zu gestalten.

Um den Studierenden, die ihr Studium digital aus ihren Heimatländern beginnen, dennoch einen bestmöglichen Start an der Fakultät Maschinenbau zu bereiten, hat die MMT-Koordination eine virtuelle Welcome Week mit verschiedenen Aktivitäten für die neue Kohorte organisiert. Zum Auftakt hieß Prof. Tekkaya als Leiter des Studienprogramms den neuen Jahrgang per Videokonferenz herzlich willkommen. Dabei hatten auch die Studierenden die Möglichkeit, erste Kontakte untereinander zu knüpfen. Tags darauf stellten sich die in den MMT involvierten Lehrstühle mit kurzen Präsentationen und Videos bei den Studierenden vor. Das fachliche Interesse der Studierenden war sofort geweckt, sodass es zu einem regen Austausch zwischen Studierenden und Lehrstuhlvertreter/-innen kam. Bei der anschließenden digitalen Führung durch die Experimentierhalle des IUL erhielt der neue MMT-Jahrgang einen Einblick in den praktischen Teil des Studienprogramms. Auch hier konnte man das fachliche Interesse und die Vorfreude auf ihre Ankunft an der TU Dortmund deutlich spüren. Am Tag drei der Welcome Week veranstaltete die MMT-Koordination einen Workshop zum Leben und Studieren in Dortmund. Die Studierenden erhielten einen Einblick in das deutsche Hochschulsystem und erfuhren Tipps und Tricks zum Hochschulalltag. In der anschließenden Q&A-Session hatten die neuen MMT-Studierenden die Möglichkeit, Fragen zum Studium und Leben in Deutschland zu stellen. Der rege Austausch per Video und Chat machte deutlich, wie sehr sich die Studierenden untereinander schon vernetzt hatten. Am Wochenende der Welcome Week hatte sowohl die neue Kohorte als auch die älteren MMT-Studierenden die Möglichkeit, an einem interkulturellen Training teilzunehmen, sich untereinander zu vernetzen und ihre interkulturellen Kompetenzen zu erweitern.

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

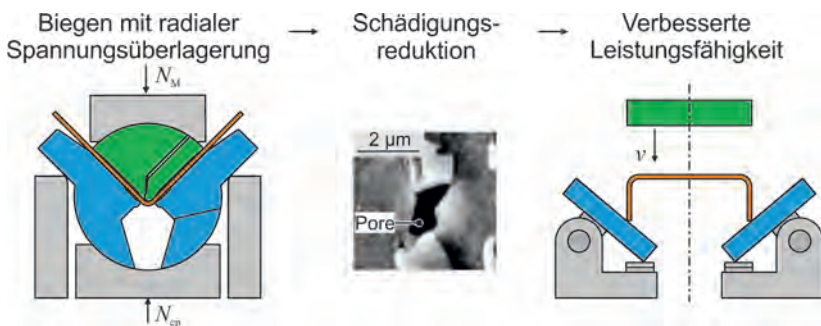
1.3 Dissertationen

Meya, Rickmer	Schädigungskontrolliertes Blechbiegen mittels Druckspannungsüberlagerung
Reihe	Dortmunder Umformtechnik, Band 108
Verlag	Shaker Verlag, 2020
Mündl. Prüfung	14. Mai 2020
Berichter	Prof. Dr.-Ing. A. E. Tekkaya
Mitberichter	Prof. Dr.-Ing. W. Volk (Technische Universität München)

Bei der derzeitigen Produktauslegung gebogener Bauteile werden häufig nur die Eigenschaften des Ausgangsmaterials und teilweise fertigungsbedingte Verfestigungen oder Eigenspannungen einbezogen. Die umforminduzierte Schädigung wird nicht betrachtet. Da der negative Einfluss der Schädigung auf die Leistungsfähigkeit unbekannt ist, werden Bauteile häufig überdimensioniert.

Zur Beeinflussung der Schädigung muss der Lastpfad während der plastischen Umformung verändert werden. Da die konventionellen Biegeprozesse nicht in der Lage sind, kontrolliert Druckspannungen aufzubringen, wurde ein neues Biegeverfahren entwickelt. Das sogenannte Biegen mit radialer Spannungsüberlagerung kann während des Prozesses einstellbare Druckspannungen aufbringen und damit die Schädigung im Bauteil reduzieren.

Es wird in der Arbeit gezeigt, dass die Schädigung einen maßgeblichen Einfluss auf das Crashverhalten, die zyklischen Eigenschaften und die Steifigkeit gebogener Bauteile hat. Durch die bekannten Einflüsse auf die Leistungsfähigkeit kann die Schädigung bereits im Entwicklungsprozess als Produkteigenschaft miteinbezogen werden.



Neues Biegeverfahren zur Schädigungsreduktion und Verbesserung der Leistungsfähigkeit

Hering, Oliver

Reihe

Verlag

Mündl. Prüfung

Berichter

Mitberichter

Schädigung in der Kaltmassivumformung:
Entwicklung, Auswirkungen und Kontrolle

Dortmunder Umformtechnik, Band 109

Shaker Verlag, 2020

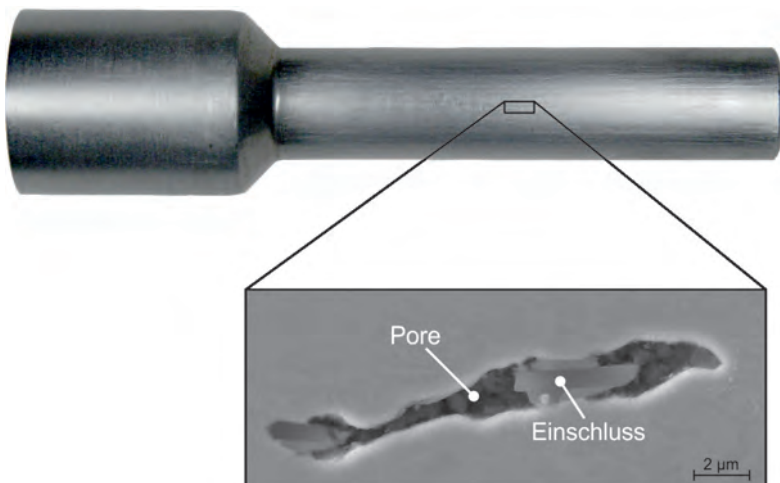
25. Mai 2020

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

Prof. Dr.-Ing. S. Münstermann (RWTH Aachen)

Die beim Voll-Vorwärts-Fließpressen auftretenden Lastpfade werden in dieser Arbeit numerisch ermittelt und mittels Triaxialität und Lode-Winkel-Parameter beschrieben. Das Voll-Vorwärts-Fließpressen wurde als ein ideales Verfahren zur Ermittlung von Wirkzusammenhängen zwischen Lastpfad, Schädigung und Leistungsfähigkeit identifiziert, da entlang der Mittelachse der fließgepressten Bauteile eine starke Abhängigkeit des hydrostatischen Drucks von den Prozessparametern sowie bekannte homogene Umformgrade und vernachlässigbare Eigenspannungen nach Bauteilaustritt und Probenentnahme vorliegen.

Der Einfluss der Lastpfade auf die Entwicklung von duktiler Schädigung wird mittels Rasterelektronenmikroskopie und Dichtemessungen untersucht. Letztendlich wird der Einfluss der Schädigung auf die resultierende Leistungsfähigkeit ermittelt. Dazu werden Kerbschlagbiegeversuche, Ermüdungsversuche und Messungen des Elastizitätsmoduls sowie der statischen Festigkeit durchgeführt. Mit Ausnahme der statischen Festigkeit führt eine erhöhte Schädigung zu einer Verringerung der Leistungsfähigkeit.



Pore in einem Fließpressteil

Traphöner, Heinrich

Reihe

Verlag

Mündl. Prüfung

Berichter

Mitberichter

Erweiterung der Anwendungsgrenzen des ebenen Torsionsversuchs

Dortmunder Umformtechnik, Band 110

Shaker Verlag, 2020

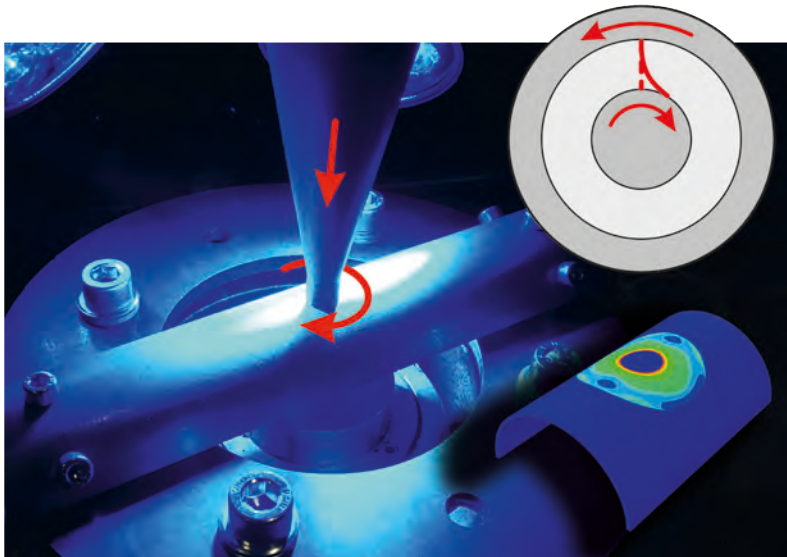
8. Oktober 2020

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

Prof. Dr.-Ing. D. Mohr (ETH Zürich)

Aufgrund seiner vorteilhaften Eigenschaften wird der ebene Torsionsversuch zunehmend zur Charakterisierung von Blechwerkstoffen eingesetzt. Dies sind der ideale einfache Scherspannungszustand bis zum Bruch, die Materialcharakterisierung ohne Kerbwirkungen und die daraus resultierende Bestimmung von Fließkurven bis zu sehr hohen Vergleichsformänderungen.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die Anwendungsgrenzen des ebenen Torsionsversuchs zu erweitern. Zu diesem Zweck werden alle am Versuch beteiligten Komponenten und Einflüsse analysiert und bewertet. Dies sind die Dehnungsmesstechnik, die zur Messung sehr großer Scherdehnungen verwendet werden muss, die Form der Probe, die zusätzliche Möglichkeiten für die Prozessgestaltung bietet, und die Klemmung, die insbesondere die Prozessgrenzen beeinflusst. Zuletzt wird die Charakterisierung von Feinstblechen und gekrümmten Bauteilen im ebenen Torsionsversuch analysiert.



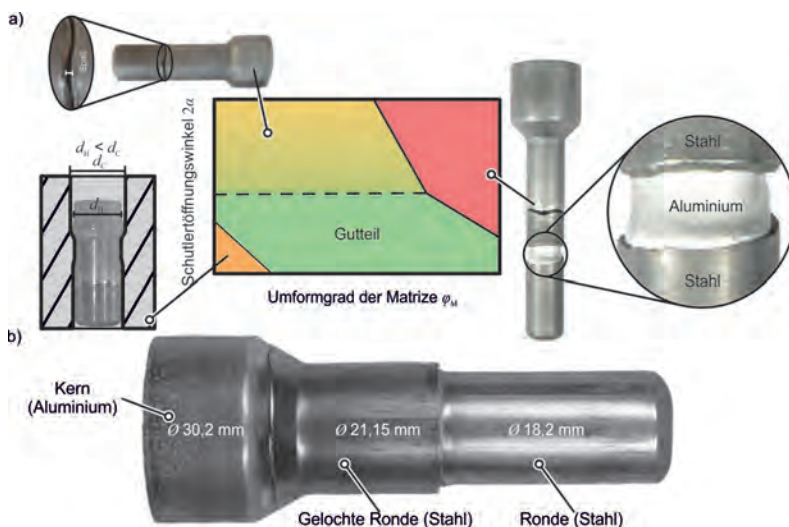
Ebener Torsionsversuch an Röhren

Napierala, Oliver

Reihe
Verlag
Mündl. Prüfung
Berichter
Mitberichter

Tiefzieh-Verbundfließpressen –
Analyse, Bauteileigenschaften und Potentiale
Dortmunder Umformtechnik, Band 111
Shaker Verlag, 2020
23. Oktober 2020
Prof. Dr.-Ing. A. E. Tekkaya
Prof. Dr.-Ing. habil. Dipl.-Math. B. Awiszus
(Technische Universität Chemnitz)

Tiefzieh-Verbundfließpressen ermöglicht die Herstellung von Verbundwellen aus einem Kern- und einem Blechhalbzeug an der Oberfläche durch eine Kombination aus Tiefziehen und Fließpressen. In numerischen und experimentellen Untersuchungen wurden die Prozessfehler „Riss der Ronde“, „Spalt zwischen Ronde und Kern“ und „unvollständiges Ausformen des Bauteilkopfes“ analysiert und ein Prozessfenster abgeleitet (vgl. Bild a). Ein analytisches Modell beschreibt den Stempelkraftverlauf mit einer Abweichung $< 16\%$. Eine Vielzahl an Prozesspotenzialen wird aus den Ergebnissen der Grundlagenuntersuchung erkannt und technologisch umgesetzt. Beispielsweise kann mit dem im Rahmen dieser Arbeit zum Patent angemeldeten Verfahren „Aufweittiefzieh-Verbundfließpressen“ jeder einzelne Absatz einer Welle mit unterschiedlichen, den Anforderungen an die Absatzoberfläche entsprechenden Werkstoffen umhüllt werden (vgl. Bild b).



a) Prozessfenster, b) Aufweittiefzieh-Verbundfließpressen – Doppelt abgesetzte Verbundwelle

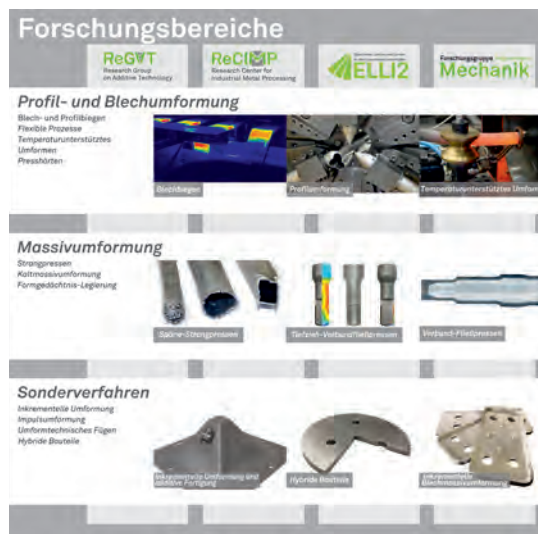
Forschung

02

2 Forschung

Die Forschungsaktivitäten des Instituts für Umformtechnik und Leichtbau umfassen die Entwicklung neuartiger Umformprozesse und Prozessketten sowie die Erweiterung bestehender umformtechnischer Fertigungsverfahren. Die Ziele sind physikalisch-fundierte Prozessbeschreibungen, die Einstellung und Verbesserung der Bauteileigenschaften sowie die ganzheitliche Betrachtung der Prozesseffizienz. Methodische Schwerpunkte sind die Materialcharakterisierung und Simulationsmethoden. Grundlagenorientierte Forschungsergebnisse werden, oft gemeinsam mit Partner/-innen aus der Industrie, durch angewandte Forschung, in die industrielle Praxis transferiert.

Die Bearbeitung der Forschungsvorhaben erfolgt durch 35 Wissenschaftler/-innen, die durch 11 technische und administrative Mitarbeiter/-innen sowie mehr als 50 studentische Hilfskräfte unterstützt werden. Insbesondere bei interdisziplinären Fragestellungen erfolgt die Projektbearbeitung vielfach in Form gemeinschaftlicher Forschungsvorhaben mit nationalen und internationalen Partner/-innen. Die Beteiligung an den zwei Sonderforschungsbereichen TRR 188 (Sprecherschaft) und TRR 73 (Standortsprecherschaft) sowie an den zwei Schwerpunktprogrammen SPP 2013 und SPP 2183 sind Ausdruck dieser intensiven Vernetzung. Neben den drei Abteilungen „Massivumformung“ „Profil- und Blechumformung“ sowie „Sonderverfahren“ besteht die in der Grafik dargestellte Institutstruktur aus den vier abteilungsübergreifenden Einheiten „Research Center for Industrial Metal Processing“ (ReCIMP), „Research Group on Additive Technology“ (ReGAT), „Exzellentes Lehren und Lernen in den Ingenieurwissenschaften“ (ELLI2) und „Forschungsgruppe Angewandte Mechanik“. Die abteilungsspezifischen Forschungsschwerpunkte und Forschungsprojekte sind nachfolgend detailliert beschrieben.



Institutstruktur

2.1 Forschungsgruppen und -center

2.1.1 SFB/Transregio 188 – Schädigungskontrollierte Umformprozesse

Projektträger	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Projektnummer	TRR 188/1-2020
Sprecher	Prof. Dr.-Ing. A. Erman Tekkaya
Geschäftsführerin	Dr.-Ing. Frauke Maevus

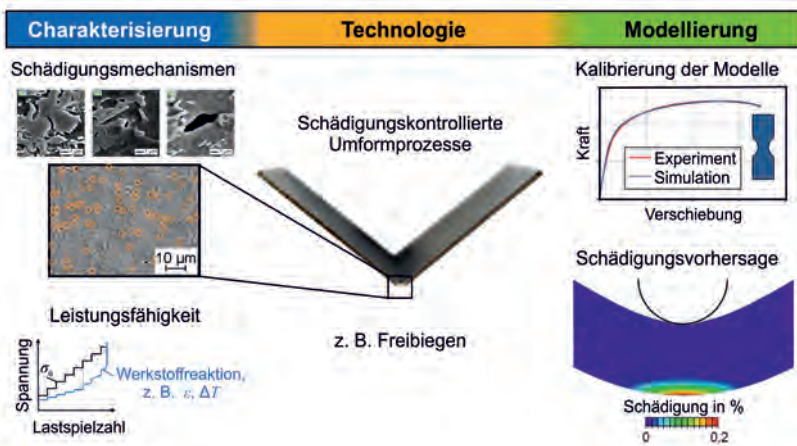
Die Forschungshypothese des SFB/Transregio 188 lautet, dass die durch die Umformung verursachte Schädigung kontrolliert werden kann und dass die Schädigung die Leistungsfähigkeit der Bauteile maßgeblich beeinflusst. Dementsprechend ist das übergeordnete Gesamtziel des TRR 188, die Mechanismen der Werkstoffschädigung bei der Umformung zu verstehen, die Schädigungsevolution quantitativ vorherzusagen und Schädigungszustände im Hinblick auf die Bauteilleistungsfähigkeit gezielt einzustellen. Der Leitgedanke des TRR 188 „Schädigung ist kein Versagen“ bedeutet, dass die duktile Schädigung in der Umformtechnik nicht nur ein Maß für den Abstand von der Versagensgrenze („formability“) ist, sondern die Leistungsfähigkeit in der Anwendung („usability“) maßgeblich beeinflusst. Damit ist die Schädigung eine Produkteigenschaft, die durch die umformtechnische Bauteilfertigung beeinflusst wird.

Die erste Phase des im Jahr 2017 begonnenen Sonderforschungsbereichs TRR 188 endet in diesem Jahr. Daher geht der Blick einerseits zurück auf ergebnis- und ereignisreiche Jahre und gleichzeitig richtet er sich erwartungsvoll auf die Zukunft des Projektes. Der Fortsetzungsantrag zur Bewilligung der zweiten Phase mit einer erneuten Laufzeit von vier Jahren wurde im Juli eingereicht. Darauf folgte im September die erste virtuelle Begehung eines Transregios überhaupt mit Beteiligung des IUL. Die DFG hat beschlossen, die Förderung des SFB/TRR 188 fortzusetzen. Somit kann die Forschung zum Paradigmenwechsel in der Umformtechnik bis einschließlich 2024 fortgesetzt werden.

Die Bearbeitung der Teilprojekte erfolgt durch Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der TU Dortmund (Sprecherhochschule) und der RWTH Aachen. Am Standort Dortmund beteiligen sich aus der Fakultät Maschinenbau das Institut für Umformtechnik und Leichtbau (IUL), das Institut für Mechanik (IM) und das Fachgebiet Werkstoffprüftechnik (WPT) sowie aus der Fakultät Architektur und Bauingenieurwesen der Lehrstuhl Baumechanik (BM). An der

RWTH Aachen sind dies das Institut für Bildsamer Formgebung (IBF), das Institut für Eisenhüttenkunde (IEHK) und das Institut für Metallkunde und Metallphysik (IMM) aus der Fakultät für Georessourcen und Materialtechnik sowie das Werkzeugmaschinenlabor (WZL) aus der Fakultät für Maschinenwesen und das Gemeinschaftslabor für Elektronenmikroskopie (GFE). Auch der Lehrstuhl für Konstruktion und Fertigung der BTU Cottbus-Senftenberg und das außeruniversitäre Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH (MPIE) in Düsseldorf sind am TRR 188 beteiligt.

In der ersten Förderperiode wurden grundlegende Umformprozesse hinsichtlich der Schädigungsentwicklung und der resultierenden Leistungsfähigkeit untersucht. Hierzu wurde ein interdisziplinäres Konsortium gebildet, welches in die Projektbereiche Charakterisierung, Technologie und Modellierung eingeteilt ist (vgl. Bild).



Projektbereiche des SFB/TRR 188

Im Projektbereich A (Technologie) konnte durch Einstellung des hydrostatischen Drucks über Prozessparameter und -modifikationen die Schädigung im Umformprozess kontrolliert werden. Ferner wurde gezeigt, dass die Schädigung maßgeblich die Leistungsfähigkeit beeinflusst. Im Projektbereich B (Charakterisierung) wurden effiziente Methoden zur Quantifizierung der Schädigung und der wirkenden Mechanismen anhand von Proben aus dem Projektbereich A entwickelt. Im Projektbereich C (Modellierung) wurden Schädigungsmodellierungsansätze von der Mikro- bis zur Makroskala entwickelt und anhand experimenteller Daten aus den Projektbereichen A und B validiert. Das wissenschaftliche Serviceprojekt bereitete die entwickelten Schädigungsmodelle zur Finite-Elemente-Simulation (FE-Simulation) in

kommerziellen Programmen auf und stellte Softwarewerkzeuge für die Prozesssimulation und Parameteridentifikation bereit.

Innerhalb dieses Transregios ist ein interdisziplinäres Team zusammengewachsen, welches gelernt hat, eine gemeinsame Sprache zu sprechen. Dazu trug neben den regelmäßigen Treffen auch die Bearbeitung von zentralen Querschnittsthemen in den vier Arbeitskreisen „Effiziente Schädigungscharakterisierung“, „Leistungsfähigkeit“, „Validierung“ und „Schädigungsdefinition“ bei.

Trotz dieser Erfolge bleiben einige schon im Erstantrag genannte, aber auch neue offene Fragen für die mögliche zweite Förderperiode. So gehören zu den möglichen Themen die Betrachtung komplexerer Bauteilgeometrien und Prozessfolgen, die Variation des Lode-Winkel-Parameters und die temperaturunterstützte Umformung bzw. Wärmebehandlung.

Nicht zuletzt aufgrund der Antragsphase und der anstehenden Begehung wurden dieses Jahr fünf Vollversammlungen abgehalten, von denen vier virtuell stattfanden. Im März fand zudem das zweite Industriekolloquium in Aachen statt. Knapp 70 nationale und internationale Teilnehmende erhielten im Rahmen von 13 Vorträgen und einer begleitenden Posterausstellung Einblicke in die neuesten Entwicklungen im Bereich schädigungskontrollierter Umformprozesse. Aufgrund der COVID-19-Pandemie wurde das zweite Industriekolloquium kurzfristig parallel als virtuelle Konferenz angeboten. Der Schwerpunkt der Konferenz lag auf der Charakterisierung sowie der mehrskaligen Modellierung der Schädigungsentwicklung.

A. Erman Tekkaya hat als Hauptautor gemeinsam mit Pierre-Olivier Bouchard, Stefania Bruschi und Cem Tasan das Keynote-Papier „Damage in Metal Forming“ in den CIRP Annals veröffentlicht. Zudem wurden zehn Beiträge des TRR 188 im Rahmen eines Sonderheftes der „Production Engineering“ zum Thema „Damage Controlled Forming Processes“ veröffentlicht.

2.1.2 ReCIMP – Research Center for Industrial Metal Processing

Leitung Sebastian Wernicke M. Sc.

Die seit nunmehr sieben Jahren etablierte Kooperation mit dem internationalen Automobilzulieferer Faurecia wurde auch im Jahr 2020 erfolgreich fortgesetzt. In dem „Research Center for Industrial Metal Processing“ (ReCIMP) kooperiert das IUL mit den Faurecia-Sparten „Automotive Seating“ und „Clean Mobility“ in vielfältigen Projekten im Bereich innovativer Metallumformverfahren. 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 Forschungsrichtungen im Bereich Fertigungstechnik. Die Kooperation mit anderen Industrieunternehmen und Forschungseinrichtungen zum Aufbau eines Kompetenznetzwerks ist dabei ein willkommener Nebeneffekt. Außerdem fördert die Kooperation des IUL mit 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 sowie
- Verarbeitung von Rohralbzeugen.

Die Projektbearbeitung erfolgt dabei themenspezifisch durch Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der verschiedenen IUL-Abteilungen. Das Advisory Board des ReCIMP diskutiert regelmäßig die Fortschritte in den einzelnen Projekten sowie die Gesamtausrichtung des Forschungszentrums. Die nachfolgende Abbildung gibt einen Überblick über die im Jahr 2020 bearbeiteten Projekte.

Unterstützung erfahren die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter durch zahlreiche studentische Hilfskräfte und Studierende, die Projekt- oder Abschlussarbeiten in den Projekten anfertigen. Seit Gründung des Forschungszentrums waren bereits weit mehr als 60 Studierende in ReCIMP-Projekte involviert; für mehrere aktuelle wissenschaftliche Angestellte des IUL war eine Abschlussarbeit in ReCIMP der Einstieg in die wissenschaftliche Karriere. Allein im Jahr

2020 wurden sechs Projekt-, Bachelor- und Masterarbeiten im Forschungszentrum verfasst.

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	Temperaturunterstütztes Umformen im Folgeverbundwerkzeug
	Verbesserung des Einsatzverhaltens inkrementell umgeformter Bauteile durch gezielte Eigenspannungsinduktion
Charakterisierung hochfester Stahlgüten	Globale und lokale Duktilitätsanalyse von hochfesten Stählen und rostfreien Edelstählen
	Einfluss der Schnittkante auf die Umformbarkeit von Stahl
Alternative Produktionsmethoden	Additive Fertigung von Schmiedewerkzeugen
	Green Manufacturing
Flexible Produktion	Inkrementelle Blechmassivumformung
	Analyse der Gestaltabweichung bei nicht-runden Katalysatoren Gestaltvorhersage und Verbesserung beim Weiten von nicht-runden Rohren
Leichtbaustrukturen	Verarbeitung von Bauteilen mit einer Wandstärke kleiner 0,8 mm
Verarbeitung von Rohralbezeugen	Betrachtung der Reibverhältnisse beim Hydroforming
	Charakterisierung von Rohmaterial entlang der Prozesskette

Laufende Projekte Abgeschlossene Projekte

Im Jahr 2020 bearbeitete Forschungsprojekte

Im Bereich der Charakterisierung moderner Stahlwerkstoffe wurden im Jahr 2020 die Untersuchungen zur Bewertung der globalen und lokalen Umformbarkeit fortgesetzt. Je nach Fertigungsprozesskette ist eine der beiden Eigenschaften wichtiger als die andere. Allerdings gibt es auch Fälle, in denen gerade ein ausgewogenes Verhältnis der globalen und lokalen Umformbarkeit von Interesse ist. Die messtechnische Bestimmung der Kenngrößen erfordert

neue Ansätze und wurde in dem Projekt „Globale und lokale Duktilitätsanalyse von hochfesten Stählen und rostfreien Edeltählen“ anhand diverser Güten für Anwendungen aus den Bereichen „Sitztechnologie“ und „Abgasstrang“ untersucht.

Anlässlich der zunehmenden politischen Bestrebungen zur Reduzierung von CO₂-Emissionen startete im Jahr 2020 ein neues Projekt mit einem Fokus auf Emissionen in umformtechnischen Prozessketten. In dem Projekt „Green Manufacturing“ werden zunächst zukünftige politische und industrielle Bestrebungen sowie absehbare Entwicklungen analysiert. Am Beispiel zweier umformtechnischer Prozessketten werden zudem die Emissionen der Teilprozesse aufgeschlüsselt und das jeweilige Einsparpotenzial ermittelt. Aktuelle Arbeiten in diesem Projekt fokussieren einen analytischen Berechnungsansatz, um eine zukünftige Vorhersage der zu erwartenden CO₂-Emissionen bereits bei der Bauteil- und Prozessauslegung treffen zu können.

Im Projekt zur „umformtechnischen Herstellung von Bauteilen mit einer Wandstärke kleiner als 0,8 mm“ liegt in diesem Jahr der Fokus auf der Bestimmung der Formänderungsgrenzen von strukturierten Blechen. Die Kenntnis dieser Formänderungsgrenzen ist essenziell für die numerische Prozessauslegung. Als wesentliche Herausforderung konnte in diesem Projekt die lokale Dehnungsmessung bei konventionellen Charakterisierungsverfahren identifiziert werden (vgl. Kap. 2.4.1.2). Aufgrund der Blechstruktur tritt die Rissinitiierung zum Teil nicht in dem betrachteten Probenbereich auf, sodass die gewünschte Grenzformänderungskurve nur eingeschränkt ermittelt werden kann.

Neben Blechhalbzeugen werden insbesondere im Abgasbereich Rohrhalbzeuge eingesetzt. Aus Gründen der optimalen Bauraumausnutzung kommen dabei vermehrt nicht-runde Rohre zum Einsatz. Im Projekt „Gestaltvorhersage und Verbesserung beim Weiten von nicht-runden Rohren“ wurde ein numerisches Modell des Umformprozesses erstellt und für verschiedene Geometrien experimentell validiert. Die Herausforderung dieses Projektes bestand in der angemessenen Berücksichtigung unbekannter bzw. variabler Prozessparameter. Derzeit wird der nachfolgende Füllvorgang umgeformter Rohre betrachtet (vgl. Kap. 2.2.9). Erst dieser Füllvorgang macht aus den umgeformten Rohren eine Abgaskomponente. Hierbei wird eine steife Keramik mit einem weichen Werkstoff ummantelt und in das Rohr eingebracht. So ergibt sich eine weitere Gestaltänderung der Rohrkomponente. Aktuell werden verschiedene Ansätze zur numerischen Beschreibung des Füllvorganges untersucht. Ziel ist es, die weitere Gestaltänderung durch den Füllvorgang sowie die Lastverteilung, welche auf der sensiblen Innenkomponente wirkt, vorherzusagen.

2.1.3 ReGAT – Research Group on Additive Technology

Ansprechpartner **Stephan Rosenthal, M. Sc.**
Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Ramona Hölker-Jäger
(in Elternzeit)

Die Arbeitsgruppe „Research Group on Additive Technology“ (ReGAT) beschäftigt sich mit der Kombination aus Umformtechnik und additiver Fertigung. Dabei verfolgt die Arbeitsgruppe das Ziel, die Flexibilität und Gestaltungsfreiheit additiver Fertigungsverfahren im Kontext und vorteilhaft für die Umformtechnik zu nutzen. Aktuelle Forschungen beschäftigen sich mit der Entwicklung von additiv hergestellten Halbzeugen für die umformtechnische Weiterverarbeitung sowie der Nutzung additiver Fertigungsverfahren zur Werkzeugherstellung oder als Bestandteil der umformtechnischen Fertigungskette.

Das IUL verfügt über zwei additive Fertigungsmaschinen zur Herstellung metallischer Bauteile. Auf der einen Seite ein 5-Achs-Fräszentrum mit integrierter Einheit zum Laserpulverauftragsschweißen, welches die additive Fertigung und frästechnische Nachbearbeitung vereint. Damit lassen sich in einer Aufspannung Werkzeuge für die Umformtechnik zeit-, kosten- und materialeffizient und mit der Möglichkeit der Funktionsintegration herstellen. Dabei lassen sich Edelstahl und Werkzeugstahl additiv verarbeiten oder auch hybride Werkstoffkonzepte durch Materialmischungen umsetzen. Ebenso wurde die Fertigungsmaschine im Rahmen eines Forschungsprojektes um die Möglichkeit der inkrementellen Blechumformung erweitert. Somit ist es möglich, drei Fertigungsverfahren (umformtechnisch, additiv, subtraktiv) in einer Aufspannung zu vereinen und anwendungsspezifisch Bauteile herzustellen. Aktuelle Forschungsarbeiten, die im Zusammenhang mit der Lasertec 65 3D zu nennen sind, untersuchen neuartige Werkzeugkonzepte für die Umformtechnik. So werden Strategien erarbeitet, um den Treppenstufeneffekt bei aus Blechlamellen geschichteten Werkzeugen zu reduzieren (vgl. Kap. 2.4.3). Dies geschieht durch eine Kombination aus additiver Fertigung und umformtechnischer Nachbearbeitung durch oberflächliches Glattwalzen. So lassen sich schnell und kostengünstig auch komplexe Werkzeuge herstellen. Ein weiteres Grundlagenprojekt beschäftigt sich mit der Funktionalisierung additiv gefertigter Presshärtewerkzeuge mittels Glattwalzen (mit innenliegenden Kühlkanälen) (vgl. Kap. 2.3.7). Additiv gefertigte Werkzeuge werden umformtechnisch nachbearbeitet, um die Werkzeugoberflächen gezielt einzuebnen und die Materialeigenschaften lokal zu beeinflussen (Festigkeits-, Wärmeübergangskoeffizienten).

Die zweite additive Fertigungsmaschine verwendet das Selektive Laserstrahlschmelzen (SLM) als Fertigungsprozess. Dieses Verfahren ermöglicht die Herstellung hochfunktioneller metallischer Bauteile im Pulverbett mit filigranen Geometriedetails. Aktuelle Forschungen in diesem Bereich beschäftigen sich mit der Auslegung von im Pulverbettverfahren hergestellten Sandwichhalbzeugen mit für die Umformtechnik optimierten Kernstrukturen (vgl. Kap. 2.4.1). Durch die nachgelagerte Umformung der Halbzeuge lässt sich die Produktivität der Prozesskette steigern.



Maschinen zur additiven Fertigung auf Basis von Metallpulver am IUL

2.1.4 Forschung für die Ingenieurausbildung – ELLI 2

ELLI 2 – Exzellentes Lehren und Lernen in den Ingenieurwissenschaften

Projektträger	BMBF/DLR
Projektnummer	01 PL 16082 C
Projektleiter	Prof. Dr.-Ing. A. Erman Tekkaya
Ansprechpartner	Joshua Grodotzki M. Sc. Dipl.-Inf. Alessandro Selvaggio Siddharth Upadhyya M. Sc. Oleksandr Mogylenko M. Sc.
Projektstatus	abgeschlossen

Das Lehren und Lernen, Forschungsschwerpunkt des Projektes ELLI 2 im Bereich der Ingenieurwissenschaften, wurde so stark wie kaum ein anderer Aspekt des universitären Lebens von der Pandemie getroffen. Medienpräsentationen waren die Berichte über geschlossene Schulen und Universitäten sowie deren Versuch, den Lehrbetrieb auch zu Zeiten eines kompletten Lockdowns fortzuführen. Insbesondere Betretungsverbote für Schulgebäude und Campus sorgten für eine rapide „Zwangsdigitalisierung“ der Lehre. Dabei waren in den meisten Fällen weder die Lehrkräfte dafür explizit ausgebildet noch mit der notwendigen Technik ausgestattet. Ein entsprechender Einbruch der Qualität der Lehre war daher an vielen Stellen, ebenfalls medienwirksam, zu vernehmen.

Die Vorbereitung auf die digitale Hochschullehre war das Kernthema des Verbundprojektes ELLI 2. Die Forschungsarbeiten der letzten Jahre auf den Gebieten der Methodik und Technologie erwiesen sich mehr denn je als äußerst sinnvoll und haben diesem Themenfeld durch dieses zwangsdigitalisierte Semester einen gewaltigen Schub nach vorne gegeben.

Seit 2011 (ELLI: 2011-2016, ELLI 2: 2016-2020) befassen sich die RWTH Aachen, die Ruhr-Universität Bochum sowie die Technische Universität Dortmund in diesem durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung innerhalb des Qualitätspakts Lehre geförderten Verbundprojektes mit der Verknüpfung digitaler Lehrtechnologien sowie deren didaktisch ausgereifte Implementierung in den Lehralltag. Das Projekt ist dabei in vier übergeordnete Kernbereiche gegliedert:

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

Ein strategisch wichtiges Instrument des ELLI 2-Projektes in diesem Jahr war die Workshop-Reihe „Gute, digitale Lehre“. Diese Reihe wurde vor rund zwei Jahren auf Eigeninitiative des Dortmunder ELLI-Teams ins Leben gerufen – also lange vor der dringlichen Notwendigkeit durch die Pandemie. Ziel dieser Reihe ist es, die Lehrverantwortlichen der Fakultät Maschinenbau an der TU Dortmund auf den Umstieg auf bzw. die Verbesserung ihrer Lehre durch digitale Lehr- und Lerntechnologien sowie didaktische Methoden vorzubereiten. Pro Workshop werden daher sowohl ein Aspekt der Ingenieurdidaktik sowie eine Technologie, bspw. interaktive Votingsysteme, vorgestellt. Als sich herausstellte, dass das Sommersemester an der TU Dortmund komplett digital ablaufen würde, wurde die Frequenz der Meetings in Form einer Online-Veranstaltung erhöht, um die letzten Vorbereitungsmaßnahmen zu unterstützen. Dank des Einsatzes in diesen Workshops sowie der engagierten und leidenschaftlichen Umsetzung seitens der Teilnehmenden kann die Fakultät Maschinenbau auf ein sehr erfolgreiches Sommersemester 2020 zurückblicken. Für das ebenfalls rein digitale Wintersemester wurden die Weichen entsprechend gestellt.

Insbesondere für die traditionell im Wintersemester durchgeführten Labore sind die Forschungsarbeiten der letzten Jahre im Bereich der Remotisierung von Laboren von höchster Bedeutung. Der effektivste Schutz von Studierenden und Mitarbeitenden ist weiterhin, den direkten Kontakt zu vermeiden. Damit die Studierenden jedoch die laborbezogenen Lernziele erreichen und sich ihr Studium pandemiebedingt nicht verzögert, sind Remote-Labore das Mittel der Wahl in Zeiten digitaler Laborveranstaltungen. Hierzu stehen den Studierenden zukünftig Remote-Labore zu den Themen Materialcharakterisierung, Rohrbiegen sowie additiver Fertigung zur Verfügung. Letzteres wurde zudem um ein Modul zur Nachbearbeitung der SLM-Proben ergänzt. Somit können Studierende nun die komplette Prozesskette unter Einhaltung der Sicherheitsvorschriften eigenständig nachvollziehen.

Die aktuelle Ausbaustufe des Remote-Biegelabors ermöglicht den Studierenden zukünftig, die wichtige Messgröße der Rückfederung mittels Augmented Reality selbstständig zu überprüfen. Auf das entwickelte Tool kann über die Online-Präsenz des Labors zugegriffen werden. Dabei spielt es keine Rolle, welche Geometrie die Studierenden ursprünglich gewählt haben. Somit bleibt die explorative Freiheit während des Lernprozesses gewahrt, sodass die Vermessung der Rückfederung für die verschiedensten Parameterkombinationen angewendet werden kann. Ein Demo-Video des Remote-Biegelabors zum Rotationszugbiegen erreichen Sie über nebenstehenden QR-Code.



Die aktuellen Entwicklungen und Forschungsergebnisse werden zudem regelmäßig veröffentlicht. So konnten auf der diesjährigen International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV) in Athens, GA, USA, Konferenzteilnehmende die Entwicklungen des ELLI-Teams live testen. Hierzu zählte unter anderen die Nutzung der Remote-Zelle zur Materialcharakterisierung direkt aus dem Konferenzsaal heraus. Zudem wurde Herr Upadhyas Beitrag zum aktuellen Stand des SLM-Remote-Labors mit dem Best Short Paper Award ausgezeichnet. Auch wurde erstmals die



eigenentwickelte Verwaltungsplattform HALO (HAus der LAbore) vorgestellt. Diese Open-Source User- und Content-Management-Plattform wird zukünftig alle ELLI-Remote-Labore beherbergen und zusätzlich anderen Instituten zur Verfügung stellen, ihre Remote-Labore über diese Plattform zu betreiben. Nebenstehend finden Sie den QR-Code, welcher direkt auf die HALO-Landing-Page verlinkt.

Zum Projektende von ELLI 2 wurde zudem eine Homepage konzipiert und aufgesetzt, in welcher alle in ELLI und ELLI 2 entstandenen Produkte archiviert sind. Der Begriff „Produkt“ umfasst in diesem Kontext alle in ELLI erforschten Technologien und Methoden zur Verbesserung der Ingenieurslehre. Damit sind Remote-Labore, Apps und Software, aber auch Workshop-Konzepte sowie allgemeine Methoden in der digitalen und nicht-digitalen Lehre gemeint. Diese Seite trägt den Namen BEETBox – Best Practices in Engineering Education Toolbox. Alle Standorte in ELLI, Dortmund, Bochum und Aachen, haben auf dieser Seite ihre Inhalte eingepflegt, sodass die in ELLI gewonnen Erkenntnisse weit über das Projektende hinaus Bestand haben und der Öffentlichkeit zur Verfügung stehen. Wie die HALO-Plattform versteht sich die

BEETBox, welche nebenstehend verlinkt ist, als eine offene Plattform für Anregungen und Austausch zum Thema Ingenieurdidaktik. Daher stehen auch eine Vielzahl an Downloadmaterialien zur Verfügung. Das ELLI-Team wünscht daher viel Spaß beim Durchstöbern und verweist gerne auch auf das bald erscheinende Abschlussbuch mit dem Titel „Lehren und Lernen in den Ingenieurwissenschaften: innovativ, digital, international“, welches durch den wbv als open-access Buch publiziert wird.



2.1.5 Forschungsgruppe Angewandte Mechanik

Ansprechpartner Dr.-Ing. Till Clausmeyer

Die Forschungsgruppe Angewandte Mechanik bündelt die Kompetenz des Instituts für Umformtechnik und Leichtbau in den Bereichen analytische Ansätze, Materialcharakterisierung, Materialmodellierung und Simulation für umformtechnische Anwendungen. Die in diesen Feldern tätigen Mitarbeitenden tauschen sich zu diesen Forschungsthemen aus und unterstützen sich gegenseitig, z. B. bei Informationsveranstaltungen zu den am IUL verfügbaren mechanischen und mikrostrukturellen Charakterisierungsmethoden. Seit dem 1. Juni werden die übergeordneten Forschungsthemen der Abteilung Angewandte Mechanik in der Umformtechnik in der neuen Struktur fortgeführt. 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 Anschaffung einer 10 kN-Erichsen-UNIMAT-Basic-054-Zugprüfmaschine, einer servohydraulischen Walter + Bai-Prüfmaschine und eines Coxem-EM-30-PLUS-Rasterelektronenmikroskops stärken die Kompetenzen der Forschungsgruppe.

Erfolgreiche Bewilligungen, bei denen die von der Forschungsgruppe unterstützten Methoden eine wichtige Rolle spielen, umfassen DFG-Projekte zum adiabatischen Scherschneiden und zur Analyse des kontinuierlichen Strangpressens mit der Ähnlichkeitstheorie sowie ein AiF-Projekt zur Federnherstellung unter Berücksichtigung der Plastizitätstheorie. Kenntnisse der Plastizitätstheorie und der Schädigungsmechanik stehen im Mittelpunkt der Forschung im TRR 188 „Schädigungskontrollierte Umformprozesse“, insbesondere bei den neu entwickelten Verfahren zur Parameteridentifikation. Die methodischen Arbeiten präsentieren die Mitarbeitenden der Forschungsgruppe der Öffentlichkeit in Zeitschriften, Patenten und Vorträgen auf Konferenzen. Dadurch erhalten die Mitarbeitenden z. B. von den Kolleginnen und Kollegen der „International Academy für Production Engineering“ (CIRP) wichtige Impulse. Im Rahmen der „CIRP Video Paper Sessions“ erläuterte Dr. Till Clausmeyer einen neuen analytischen Ansatz zur Beschreibung von Hochgeschwindigkeitsscherschneidverfahren. Mit dem Ansatz kann die Breite der Scherbänder in diesen Verfahren in Abhängigkeit von den Werkstoffkennwerten vorhergesagt werden.

Weitere wichtige Zeitschriftenbeiträge umfassen eine neue Prüfmethode zur Ermittlung von Grenzformänderungsdiagrammen bei hohen Dehnraten ($> 1000 /s$) von Dr. Koray Demir und Mitautoren der Abteilung, zu neuen Methoden zur Ermittlung von Fließkurven unter Scherung für große Formände-

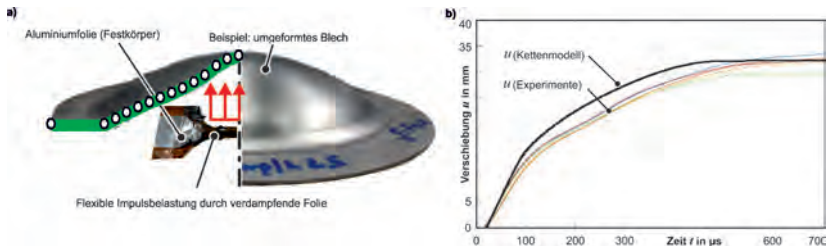


Vortrag zum aktuellen CIRP-Beitrag des IUL bei der virtuellen Konferenz CIRP Video Paper Sessions

rungen (> 2.5) von Dr. Heinrich Traphöner und eine Methode zur effizienten Bestimmung der Geometrie bei Hochgeschwindigkeitsumformprozessen von Marlon Hahn und Prof. Tekkaya. Die entwickelte Methode beruht auf elementaren Annahmen zur Beschreibung der dynamischen Umformung von Blechen, z. B. mit verdampfenden Aktuatoren. Durch mechanische Impulse wird ein Blech umgeformt. Der Ansatz sagt die Geometrie mit guter Näherung voraus und ist gegenüber einer detaillierten Abbildung mit komplexen Finite-Elemente-Simulationen 10.000-mal schneller, obwohl ihm vereinfachende Annahmen zugrunde liegen. Im Bereich der Materialcharakterisierung wurde ein Patent für einen biaxialen Stauchversuch der Erfinder Felix Kolpak, Dr. Oliver Hering und Prof. Tekkaya offengelegt. Die Erfindung zeigt einen Weg auf, unter zweiseitigem Druck metallische Prüfkörper zu testen und Fließkurven zu ermitteln. Diese Kenntnisse sind wichtig für die Beschreibung von Massivumformprozessen.

Trotz der Auswirkungen der Corona-Krise konnten die Mitarbeitenden der Forschungsgruppe an virtuellen Veranstaltungen mitwirken. Prof. Tekkaya und Dr. Till Clausmeyer organisierten ein Minisymposium zu Themen rund um die Kontrolle der Schädigung in Umformprozessen für die erste virtuelle, internationale Konferenz der Umformtechnik ESAFORM 2020. Mehrere Teilnehmende des IUL trugen mit Präsentations- und Diskussionsbeiträgen zu einem vom belgischen Unternehmen OCAS und der belgischen Universität KU Leuven organisierten Webinar zur Identifikation von Materialkennwerten bei

großer Umformung bei. Die Zusammenarbeit der Abteilung Massivumformung und Mitarbeitenden der Forschungsgruppe Mechanik mit dem japanischen Stahlkonzern KOBE Steel sowie dem Gastwissenschaftler Yasuhisa Taki zur Schädigung in Massivumformprozessen konnte trotz zeitweiliger Einschränkungen des Labor- und Metallografiebetriebs erfolgreich fortgesetzt werden.



a) Prinzipskizze des Umformens mit verdampfenden Folien und b) Vergleich Kettenmodell und Messung

2.2 Abteilung Massivumformung

Leitung Dr.-Ing. Oliver Hering

Der Schwerpunkt der Abteilung Massivumformung liegt in der Untersuchung der Verfahren Fließpressen und Strangpressen. Es werden sowohl grundlegende technische Fragestellungen als auch innovative Prozess- und Verfahrensvarianten untersucht. Grundlegend wird der Einfluss des bei Lastumkehr auftretenden Bauschingereffekts sowie der Einfluss der umforminduzierten Schädigung auf das Einsatzverhalten von fließgepressten Bauteilen untersucht. Für die Anwendung in der Blechmassivumformung wird das Auftreten von Querverfestigung in Blechwerkstoffen bei senkrechten Dehnpfadwechseln erforscht. Für die Vorhersage der Schädigungsevolution werden Methoden zur Parameteridentifikation basierend auf experimentellen Mikrostrukturuntersuchungen entwickelt.

Die Prozessentwicklung zielt auf den Leichtbau ab. Durch die Verfahren Verbundfließpressen und Tiefzieh-Verbundfließpressen lassen sich leichte und belastungsangepasste Bauteile realisieren. Ein Forschungsschwerpunkt beim Strangpressen ist die Gradierung der mechanischen Eigenschaften über den Profilquerschnitt zur Herstellung von Batteriekästen.

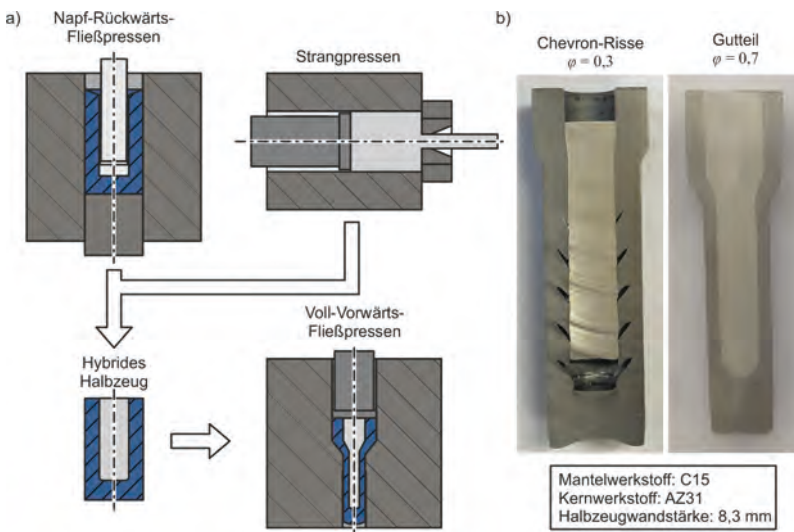


Die Mitarbeiter der Abteilung Massivumformung

2.2.1 Verbundfließpressen von fließgepressten Halbzeugen

Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
 Projektnummer 270149504
 Ansprechpartner Robin Gitschel M. Sc.

Das Voll-Vorwärts-Fließpressen von Verbundhalbzeugen, bestehend aus einem Leichtmetallkern und einem Stahlnapf, ermöglicht die Herstellung leichtgewichtiger Wellen bei geringem Verlust an Torsions- und Biegesteifigkeit im Vergleich zu reinen Stahlwellen. Der Stahlmantel des Verbundhalbzeugs wird dabei durch Napf-Rückwärts-Fließpressen hergestellt. Um das Leichtbaupotenzial gegenüber Aluminium als Kernwerkstoff weiter zu steigern, wird Magnesium verwendet. Dazu werden C15-Stahlnäpfe mit drei unterschiedlichen Wandstärken hergestellt, in welche stranggepresste Rundprofile mit entsprechenden Durchmessern aus der Magnesiumlegierung AZ31 eingelegt werden. Aus diesen hybriden Halbzeugen werden im Anschluss Verbundwellen fließgepresst (vgl. Bild a). Der hohe hydrostatische Druck in diesem Prozessschritt erlaubt es, das Magnesium auch bei Raumtemperatur und hohen Umformgraden umzuformen. Das Prozessfenster wird durch das Auftreten von Chevron-Rissen bei geringen Umformgraden (vgl. Bild b) und durch das Aufstauchen des Schafts während des Auswerfens bei hohen Umformgraden begrenzt.



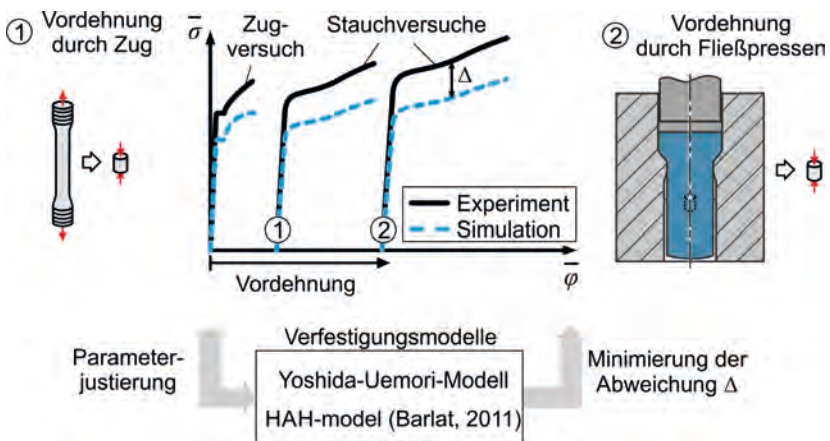
a) Prozessablauf, b) beispielhafte Längsschnitte untersuchter Bauteile

2.2.2 Einfluss des mehrachsigen Bauschingereffektes in der Kaltmassivumformung

Projektträger	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Projektnummer	418815343
Ansprechpartner	Felix Kolpak M. Sc.

In diesem durch die DFG geförderten Projekt wurden Methoden entwickelt, die eine Charakterisierung anisotroper Verfestigungseffekte für hohe Umformgrade erlauben (vgl. Bild). Durch die Verwendung und Modifizierung des kinematischen Verfestigungsmodells nach Yoshida und Uemori (2002) konnten alle Lastumkehreffekte, die der Einsatzstahl 16MnCrS5 zeigt, mit hoher Genauigkeit über den gesamten relevanten Umformgradbereich abgebildet werden. Durch Verwendung des Modells konnte die Vorhersagequalität von Bauteileigenschaften mittels FEM-Simulation des Voll-Vorwärts-Fließpressens bereits deutlich gesteigert werden.

Im Bereich der Kaltmassivumformung kommen zur Fertigung komplexer hochbelasteter Werkstücke häufig mehrstufige oder kombinierte Umformprozesse zum Einsatz. Dabei werden einzelne Werkstoffbereiche teilweise mehrmals umgeformt. Wenn sich lokal eine Lastumkehr einstellt, kann dies anisotrope Verfestigungsphänomene hervorrufen. Es wird erwartet, dass durch Verwendung des Modells bei mehrstufigen Prozessketten auch eine Beeinflussung der Prozesskräfte aufgezeigt wird.

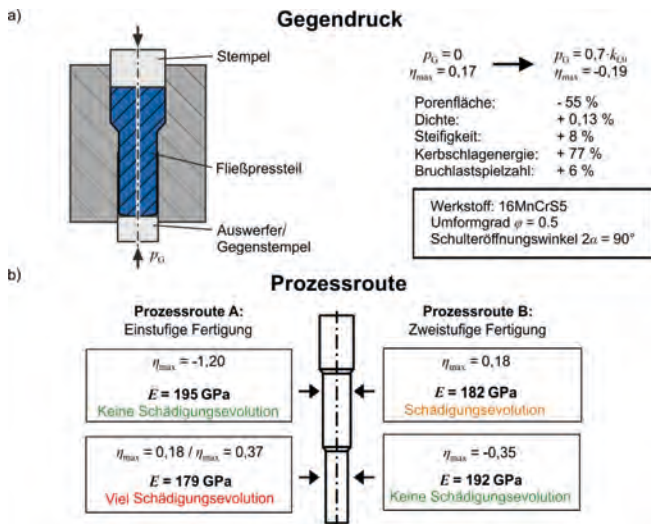


Charakterisierung und Modellierung anisotroper Verfestigung für hohe Umformgrade

2.2.3 Beeinflussung der Schädigungsentwicklung beim Kaltfließpressen

Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
 Projektnummer SFB/TRR 188 • Teilprojekt A02
 Ansprechpartner Dr.-Ing. Oliver Hering

Schädigung in Form von Poren beeinflusst das Einsatzverhalten von fließgepressten Bauteilen. Es konnte bereits gezeigt werden, dass die Beeinflussung des Lastpfads durch geometrische Parameter wie den Umformgrad oder den Schulteröffnungswinkel zu einer Änderung der mikroskopisch messbaren Schädigung führt. Der separierte Einfluss der Schädigung auf die Leistungsfähigkeit der Bauteile wurde mithilfe von Messungen der Steifigkeit E , der Kerbschlagbiegearbeit und der Bruchlastspielzahl in Ermüdungsversuchen bestimmt. Durch gezielte Drucküberlagerung mittels Gegenstempel beim Voll-Vorwärts-Fließpressen wird die Schädigung reduziert, ohne dabei die Geometrie des Bauteils zu verändern (vgl. Bild a). Ebenfalls werden mehrfach abgesetzte Wellen mit unterschiedlicher Stufenfolge untersucht. Der aufgebrauchte Gegendruck p_G verringert die Triaxialität η während der Umformung und führt so zu einer geringeren Schädigungsentwicklung und damit zu verbesserten Bauteileigenschaften. Durch Änderung der Stufenfolge kann der Ort der Schädigungsentstehung beeinflusst werden (vgl. Bild b).

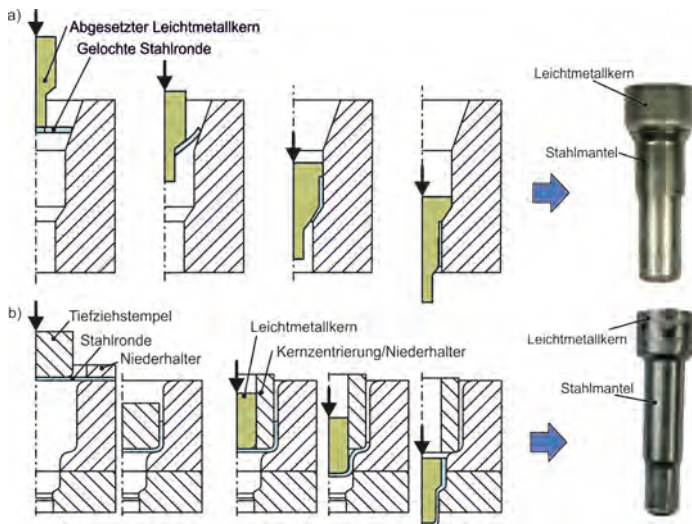


Einfluss von Gegendruck und Stufenfolge auf die Schädigung und Leistungsfähigkeit

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

Projektträger	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Projektnummer	289596321
Ansprechpartner	Johannes Gebhard M. Sc.

Die Kombination aus Tiefziehen und Fließpressen ermöglicht die Herstellung von Verbundbauteilen aus einem Leichtmetallkern und einem Stahlmantel. So können die Vorteile unterschiedlicher Werkstoffe, wie das geringe Gewicht von Leichtmetallen und die hohe Festigkeit von Stählen, zielgerichtet miteinander kombiniert werden. Im Forschungsvorhaben wird das Bauteilspektrum durch die Verfahrensvarianten „Tiefzieh-Verbundfließpressen mit gelochter Ronde“ (vgl. Bild a) und „Tiefzieh-Verbundfließpressen im Weiterzug“ (vgl. Bild b) erweitert. In der ersten Variante werden gelochte Blechronden genutzt, um einen beliebigen Absatz einer Welle zu ummanteln. In der zweiten Prozessvariante wird die Blechronde in mehreren Schritten tiefgezogen und anschließend zusammen mit dem Leichtmetallkern fließgepresst. Durch den Weiterzug können das Zeitverhältnis und die ummantelte Fläche vergrößert werden. Beide Verfahrensvarianten konnten in ersten Untersuchungen erfolgreich durchgeführt und erste Grenzen für die Blechgeometrie und Prozessparameter identifiziert werden.

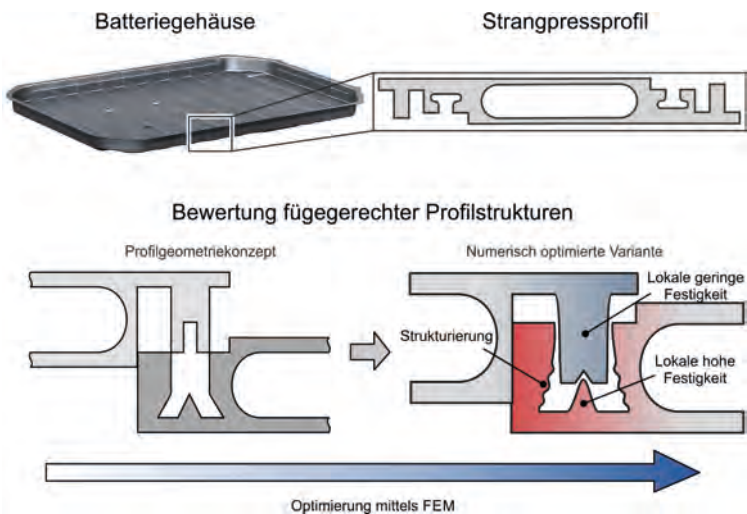


a) Tiefzieh-Verbundfließpressen mit gelochter Ronde, b) Tiefzieh-Verbundfließpressen im Weiterzug

2.2.5 Linienförmiges Fügen von Profilverbundsystemen mit erhöhten Dichtheitsanforderungen

Projektträger	AiF/Stifterverband Metalle
Projektnummer	21048 N
Ansprechpartner	André Schulze M. Sc.

Zusammen mit dem Laboratorium für Werkstoff- und Fügetechnik (LWF) der Universität Paderborn wird die Entwicklung und Umsetzung eines neuartigen Strangpressprofilkonzeptes zur Herstellung von Profilverbundsystemen mit erhöhten Dichtheitsanforderungen für Batteriekästen erforscht. Im Kontext der Elektromobilität kommt der Dichtheit von Baugruppen eine fundamentale Bedeutung zu. Der Lösungsweg zur Erreichung der Ziele beinhaltet, durch eine gezielte, simulationsgestützte Profilgeometrieentwicklung, der Einstellung der Strangpressparameter sowie durch lokale Abkühlstrategien, Profile mit idealen Eigenschaften für einen nachgeschalteten, optimierten Fügeprozess zu erzeugen (vgl. Bild). Der Fügeprozess soll umformtechnisch, idealerweise auf Grundlage eines Pressenhubes, realisiert werden. Nach der Entwicklung entsprechender Profilverbundsysteme wird die resultierende Dichtheit der linienförmigen Verbindungen untersucht und die Ergebnisse im Kontext des Herstell- und Fügeprozesses bewertet. Erste Untersuchungen befassen sich mit der Profilauslegung hinsichtlich fügungsgerechter Strukturen.



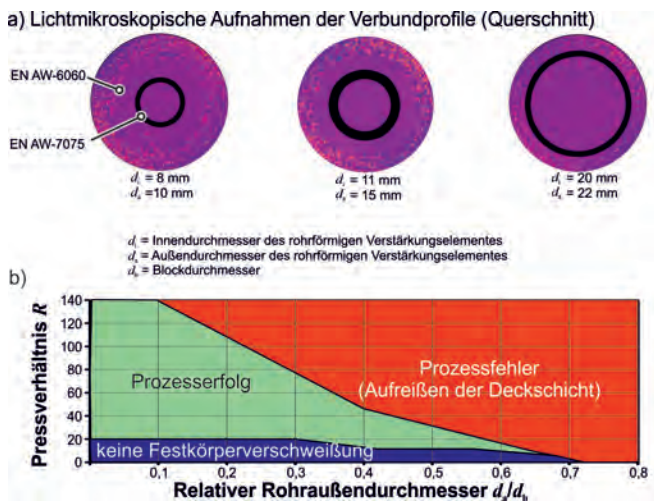
Entwicklung und Auslegung fügungsgerechter Strangpressprofile

2.2.6 Herstellung flanschförmiger Bauteile durch Fließpressen verbundstranggepresster Halbzeuge

Projektträger	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Projektnummer	404239924
Ansprechpartner	Patrick Kotzyba M. Sc.

Das Ziel des Projektes ist die Entwicklung einer Prozessroute aus Verbundstrangpressen mit rohrförmigen Verstärkungselementen und anschließendem Querfließpressen zur Erzeugung von flanschförmigen Bauteilen. Während der Strangpressprozess am IUL durchgeführt wird, übernimmt das Institut für Umformtechnik (IFU) der Universität Stuttgart die Weiterbearbeitung der Halbzeuge mittels Querfließpressen.

Zunächst wurden Hybridprofile aus der Kombination EN-AW 6060 als Matrixwerkstoff und EN AW-7075 als Verstärkungselement stranggepresst. In Bild a sind die Querschnitte stranggepresster Halbzeuge dargestellt, bei denen Rohrgeometrien mit unterschiedlichen initialen Innen- und Außendurchmessern d_i und d_a verwendet wurden. Es wurde ein numerisches Prozessfenster ermittelt, das den Prozesserfolg in Abhängigkeit des Pressverhältnisses und des relativen Rohraußendurchmessers zeigt (vgl. Bild b). Bei hohen Werten dieser Parameter treten Prozessfehler auf. Niedrige Werte senken die Verbundqualität, wodurch eine angestrebte stoffschlüssige Verbindung nicht eintritt.

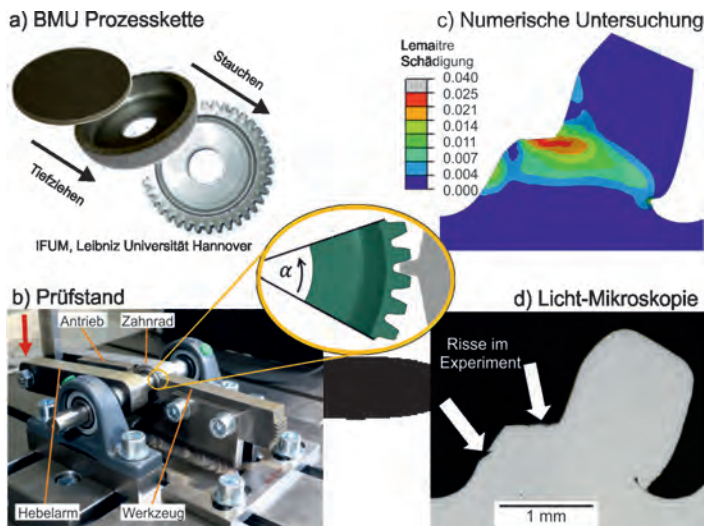


a) Lichtmikroskopische Aufnahmen von drei Verbundprofilen, b) Prozessfenster EN AW-6060 – EN AW-7075

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

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

Die Blechmassivumformung (BMU) ermöglicht die endkonturnahe Fertigung von Bauteilen direkt aus einem Blech. An einem mittels BMU hergestellten Zahnrad (vgl. Bild a) wurde untersucht, inwiefern eine erhöhte Dehnrates, z. B. bei schlagartiger Überlastung, Einfluss auf das Versagen im Einsatz hat. Hierzu wurde vom Institut für Werkstoffkunde (IW) der Leibniz Universität Hannover ein Prüfstand entwickelt, um die Festigkeit der Verzahnung bei Umfangsgeschwindigkeiten von 0,012 mm/s und 25 mm/s zu testen (vgl. Bild b). Numerisch wurde das plastische Verhalten mit dem Ansatz von Johnson-Cook und die Schädigungsentwicklung mit einem Kriterium nach Lemaitre abgebildet. Die numerischen und mikroskopischen Untersuchungen haben gezeigt, dass unabhängig von der Geschwindigkeit das Bauteil an der gleichen Stelle und auf die gleiche Art versagt (vgl. Bild c und Bild d). Bei erhöhter Geschwindigkeit ist die Schädigung im Bauteil jedoch um etwa 25 % höher, obwohl die plastischen Dehnungen nahezu identisch sind.



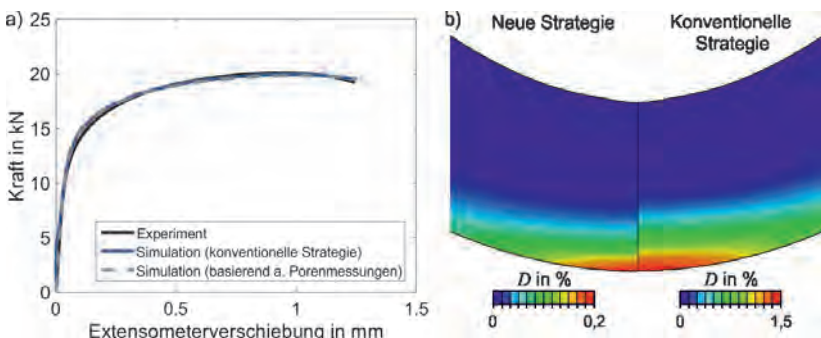
a) Zahnrad, b) Prüfstand für Zahnrad, c) Simulation, d) mikroskopische Untersuchung

2.2.8 Modellintegration für die Prozesssimulation

Projektträger	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Projektnummer	SFB/TRR 188 • Teilprojekt S01
Ansprechpartner	Alexander Schowtjak M. Sc.

Im SFB/TRR 188 sollen die Mechanismen der Schädigung verstanden und vorhergesagt werden, um Umformprozesse optimal auszulegen. Insbesondere für die Bauteilleistungsfähigkeit ist die Vorhersage der Schädigung im Sinne der Porenanteile von essenzieller Bedeutung. Um die Schädigung realitätsnah vorherzusagen, wurde eine Methodik entwickelt, bei der die Kalibrierung von Schädigungsmodellen anhand von experimentell gemessenen Porenanteilen erfolgt. Während ein ähnliches Vorgehen für das Gurson-Tvergaard-Needleman-Modell bereits etabliert ist, wurde die Methodik so erweitert, dass sie allgemein anwendbar ist.

Die Abbildung vergleicht die Simulationsergebnisse mit dem Lemaitre-Modell für eine klassische Parameteridentifikation mit der neuen Strategie. Während der Zugversuch auf makroskopischer Ebene kaum Unterschiede in den Kraftverläufen zeigt (vgl. Bild a), gibt es große Abweichungen bei der Schädigungsentwicklung D beim Freibiegen (vgl. Bild b). Die Ergebnisse der Strategie basierend auf den Porenmessungen bilden die experimentellen Daten gut ab, wohingegen es beim Biegen große Abweichungen bei der konventionellen Strategie gibt.

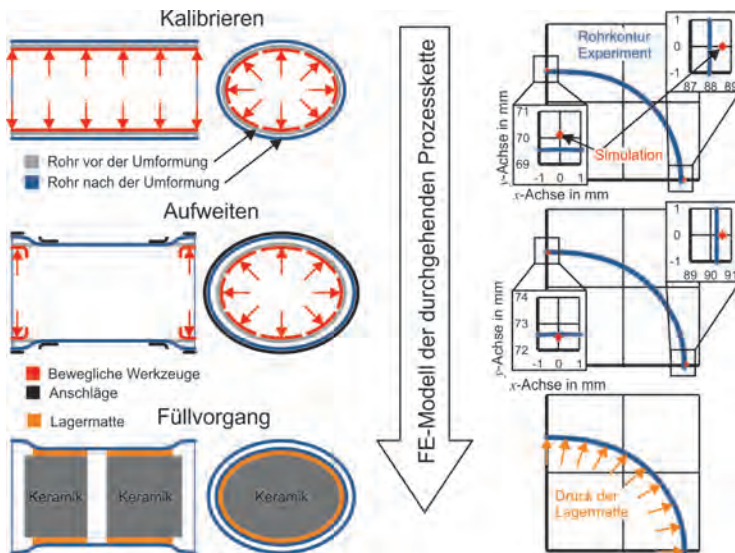


a) Ergebnisse der Parameteridentifikation, b) Validierung anhand des Freibiegens

2.2.9 Gestaltungsvorhersage und -verbesserung beim Umformen und Zusammenbau von nicht-runden Rohren

Projektträger ReCIMP
Ansprechpartner Dr.-Ing. Till Clausmeyer

Abgassysteme im Automobilbereich unterliegen steigenden Anforderungen an die Bauraumausnutzung, sodass vermehrt nicht-runde Rohre eingesetzt werden. Um die geforderten Formtoleranzen auch für komplexe, nicht-runde Rohre einhalten zu können, wurde ein Finite-Element-Modell der umformtechnischen Prozesskette erstellt. Eine Herausforderung war es, hierbei unbekannte bzw. variable Prozessparameter in der Simulation angemessen zu berücksichtigen. Mit dem gewählten Ansatz konnte die gewünschte Genauigkeit bei der Vorhersage der Gestaltabweichung für verschiedene Formquerschnitte erreicht werden (vgl. Bild). Derzeit wird der nachfolgende Füllvorgang (Canning) betrachtet. Erst dieser Füllvorgang macht aus den umgeformten Rohren eine Abgaskomponente. Hierbei wird eine steife Keramik mit einer weichen Lagermatte ummantelt und in das Rohr eingebracht. Hieraus ergibt sich eine unerwünschte Gestaltänderung der Rohrkomponente. Aktuell werden verschiedene Ansätze zur numerischen Abbildung des Füllvorgangs untersucht. Ziel ist es, die weitere Gestaltänderung durch das Canning sowie die Belastung der sensiblen Innenkomponente vorherzusagen.



Durchgängige Vorhersage der Gestalt während der Prozesskette des Canning

2.3 Abteilung Profil- und Blechumformung

Leitung Dr.-Ing. Rickmer Meya

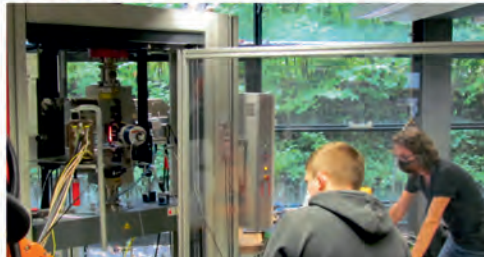
Die Abteilung befasst sich vorrangig mit der Entwicklung neuer Verfahren für das Umformen von Profilen, Rohren und Blechen sowie der Erforschung von Grundlagen für bekannte Umformprozesse und mit der Werkstoffcharakterisierung bei hohen Formänderungen oder bei erhöhten Temperaturen (vgl. Bild).

In diesem Jahr wurde als neues Verfahren beispielsweise das wirkmedienbasierte Profulumformen und gleichzeitige Biegen im kontinuierlichen Prozess mittels gradiertem Temperaturfeld entwickelt. Im Bereich der Grundlagenforschung wird der Einfluss der umformtechnisch induzierten Schädigung auf die Leistungsfähigkeit gebogener Bauteile erforscht. Weitere Untersuchungen befassen sich mit dem temperaturunterstützten Umformen für verbesserte Umform- und Produkteigenschaften. Hierbei stehen die Eigenschaftsregelung im Folgeverbund, die umformtechnische Bearbeitung additiv gefertigter Presshärtewerkzeuge sowie das Profilbiegen mit partieller Erwärmung im Vordergrund. Ferner wurde eine konventionelle Rotationszugbiegemaschine als teleoperatives Versuchslabor aufbereitet (vgl. Bild).



Einrichtung der neuen teleoperativen Biegezelle

Durchführung von Warmzugversuchen

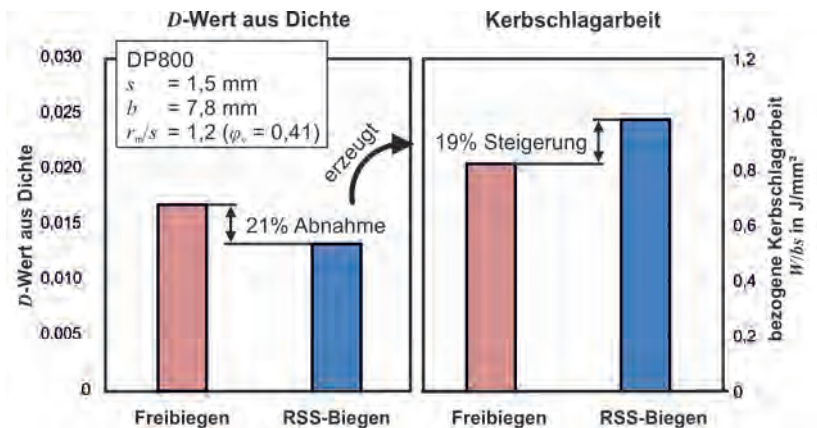


Das Bild zeigt die teleoperative Rotationszugbiegezelle und die Durchführung von Warmzugversuchen.

2.3.1 Schädigungsbeeinflussung bei der Biegeumformung

Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
 Projektnummer SFB/TRR 188 • Teilprojekt A05
 Ansprechpartner Dr.-Ing. Rickmer Meya

Biegeteile aus hochfesten Stahlwerkstoffen werden vielfach durch Prozesse wie Frei- und Gesenkbiegen hergestellt. Der Spannungszustand und damit die Schädigung kann beim Freibiegen durch die konventionellen Prozessparameter nur geringfügig beeinflusst werden, sodass das sogenannte RSS-Biegen entwickelt wurde. Dieses Verfahren ist in der Lage, kontrolliert Druckspannungen in der Umformzone zu überlagern. Dadurch kann die Schädigung reduziert werden. Es konnte die Hypothese bestätigt werden, dass durch die Schädigungskontrolle anhand der Änderung des hydrostatischen Spannungszustandes die Leistungsfähigkeit von Biegeteilen in Form von aufgenommener Kerbschlagarbeit, Steifigkeit und Ermüdungsfestigkeit signifikant erhöht werden kann. Zur Ermittlung der Kerbschlagzähigkeit von gebogenen Blechen ist eine modifizierte Probe mit Nut erarbeitet worden, die eine Spannungskonzentration direkt in der Umformzone erzeugt. Durch die Spannungsüberlagerung beim RSS-Biegen und die damit verbundene reduzierte Schädigung kann die aufgenommene Schlagenergie um bis zu 19 % erhöht werden (vgl. Bild).

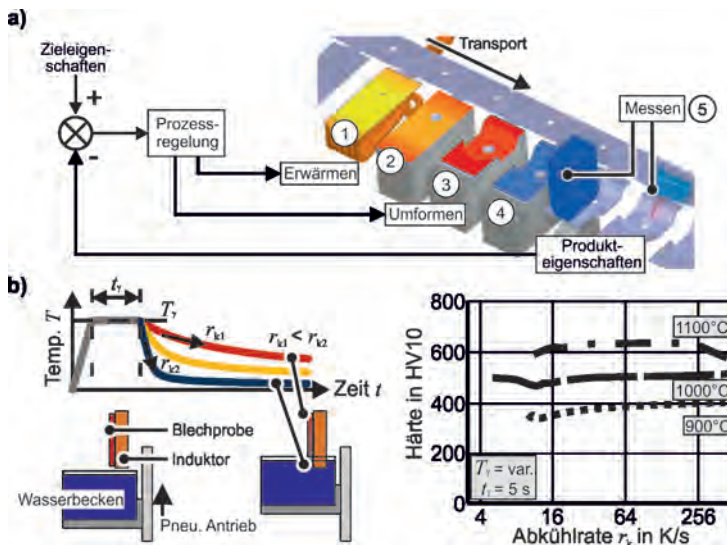


Einfluss der verschiedenen Biegeverfahren auf die Schädigung und die Leistungsfähigkeit

2.3.2 Eigenschaftsgeregelte mehrstufige Warmblechumformung

Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
 Projektnummer 424334660 (SPP2183)
 Ansprechpartner Juri Martschin M. Sc.

Zur Ermöglichung einer robusten sowie wandlungsfähigen Produktion wird im Vorhaben eine Methode zur Herstellung von komplex gestalteten Blechbauteilen durch einen geregelten, mehrstufigen temperatur-unterstützten Umformprozess entwickelt. Im Demonstratorprozess (vgl. Bild a) wird in einem Folgeverbundwerkzeug eine Blechplatte zunächst rasch erwärmt, dann in drei Stufen umgeformt und abgeschreckt. Abschließend werden wesentliche Produkteigenschaften erfasst und zur Prozessregelung rückgeführt. Um einhergehend mit der Umformung im Werkzeug eine Wärmebehandlung zu realisieren, wird der presshärtbare Stahl X46Cr13 verwendet. Das Einstellen der Produkteigenschaften, wie etwa der Härte, soll im Rahmen der Prozessregelung über eine Anpassung der Erwärmungsparameter sowie der Hubzahl und Stößelkurve der Presse erfolgen. Zur Ermittlung der Sensitivität des ausgewählten Materials gegenüber den Erwärmungsparametern werden Abschreckversuche (vgl. Bild b) durchgeführt. Härtemessungen zeigen, dass durch eine Variation der Austenitisationstemperatur T_γ die Produkthärte eingestellt wird.

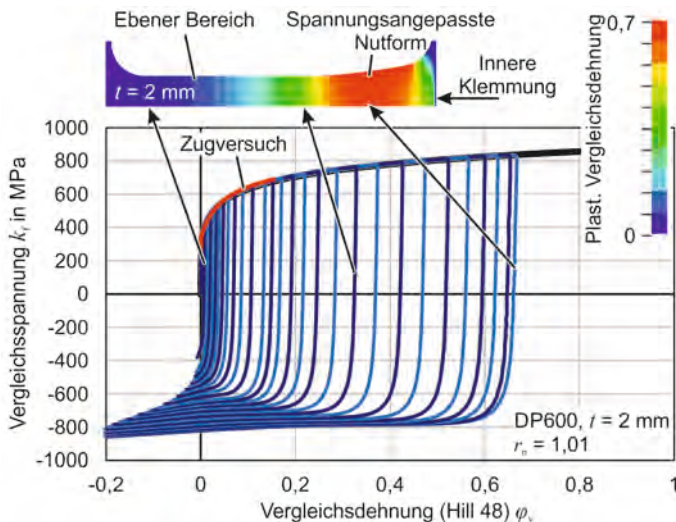


a) Demonstratorprozess im Folgeverbundwerkzeug, b) Aufbau des Abschreckversuchs und Härtemessungen

2.3.3 Neuartige ebene Torsionsprobe zur Charakterisierung von Schädigung und Verfestigung

Projektträger	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Projektnummer	327544970
Ansprechpartner	Dr.-Ing. Heinrich Traphöner
Projektstatus	abgeschlossen

Ein Vorteil des ebenen Torsionsversuchs ist die effiziente Charakterisierung der kinematischen Verfestigung durch Auswertung der Proben an unterschiedlichen Radien. Für ebene Proben ist die erreichbare Dehnung vor Umkehr der Belastungsrichtung aber durch den Einfluss der inneren Klemmung begrenzt. Proben mit Nut erreichen signifikant höhere Dehnungen, sind aber nur in einem begrenzten Bereich der Nut auswertbar. Aus diesem Grund wurde eine Probe entwickelt, welche die Vorteile beider Probenformen verbindet. Das Bild zeigt die numerische Simulation einer Nut, welche um einen verlängerten ebenen Bereich erweitert wurde. Die Vergleichsdehnung fällt mit steigendem Abstand zur inneren Klemmung. Mit dieser neuen Probenform ist es möglich; sowohl sehr hohe Vordehnungen, als auch sehr geringe Vordehnungen an einer einzelnen Probe zu charakterisieren. Das Bild zeigt die zyklischen Spannungs-Dehnungskurven für einen hochfesten DP600 mit 2 mm Blechdicke mit Vordehnungen zwischen 0 und 0,7, welche an einer einzigen Probe und mit einem einzigen Experiment ermittelt wurde.

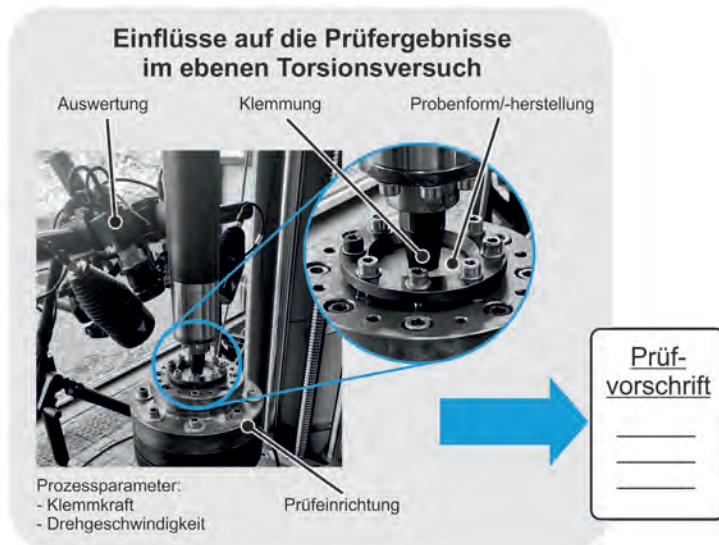


Numerische Simulation und zyklische Fließkurven für eine ebene Torsionsprobe mit ebenem Nutgrund

2.3.4 Vorbereitung einer Prüfvorschrift für den ebenen Torsionsversuch

Projektträger	AiF/FOSTA
Projektnummer	21137 N/P1320
Ansprechpartner	Fabian Stiebert M. Sc.

Der ebene Torsionsversuch (ETV) ist ein Verfahren zur Materialcharakterisierung, welches Fließkurven unter reiner Scherung bis zu hohen Umformgraden ermitteln kann. Um eine verbreiterte industrielle Nutzung des ETVs zu ermöglichen, wird eine Vereinheitlichung der Versuchsdurchführung angestrebt und eine Prüfvorschrift vorbereitet. Hierfür werden neben dem Einfluss unterschiedlicher Prozessparameter auch der Einfluss der Probenherstellung und -geometrie auf die Prüfergebnisse untersucht und anhand dieser geeignete Prüfbedingungen für einen standardisierten Prüfablauf definiert. Durch eine analytische Betrachtung glatter Klemmflächen kann gezeigt werden, dass bei gleicher Klemmkraft eine ringförmige im Vergleich zu einer vollen Klemmfläche ein höheres Drehmoment übertragen kann. Durch die maschinenbedingte Limitierung der Klemmkraft reicht dieses Drehmoment jedoch nicht aus, Werkstoffe bis zu hohen Dehnungen ohne Materialfluss unter der Klemmung zu prüfen. Aus diesem Grund werden in einem weiteren Schritt unterschiedliche Klemmflächengeometrien hinsichtlich ihrer Eignung untersucht.

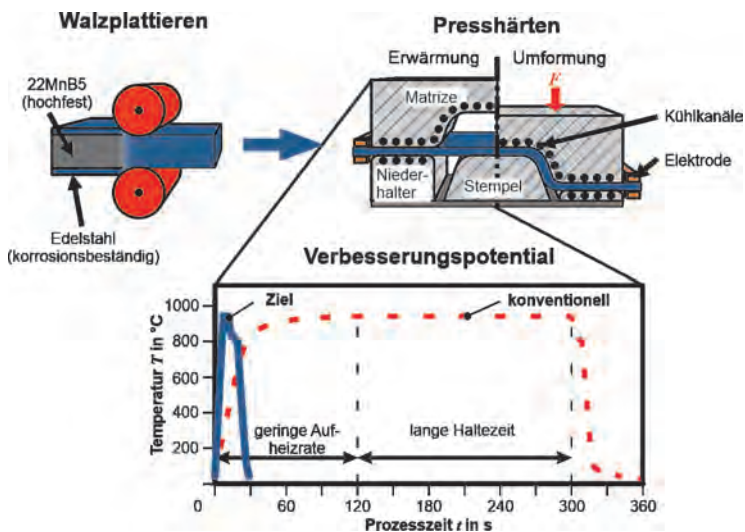


Prüfaufbau und Einflüsse auf die Prüfergebnisse des ebenen Torsionsversuches

2.3.5 Analyse des Einsatzpotentials walzplattierter MnB-Cr-Stahlverbunde für das Presshärten

Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
 Projektnummer 444548865
 Ansprechpartner Markus Stenei M. Sc.

Das Presshärten wird zur Herstellung von hochfesten Bauteilen verwendet, welche z. B. in sicherheitsrelevanten Bereichen des Automobils eingesetzt werden. Aufgrund der hohen Prozesstemperaturen müssen beschichtete Bleche zum Schutz vor Oxidation eingesetzt werden. Die Beschichtungen sind jedoch nicht hochtemperaturfest, sodass Diffusionsschichten ausgebildet werden müssen. Diese benötigen geringe Aufheizraten und lange Haltezeiten. Zur Verringerung der Prozesszeit wird in Kooperation mit dem IBF der RWTH Aachen untersucht, inwieweit die Beschichtungen durch Edelstahldeckbleche ersetzt werden können. Ein austenitischer (1.4301) und ein martensitischer Edelstahl (1.4021) werden als Decklage und der Bor-Mangan-Stahl 22MnB5 als Kernwerkstoff untersucht. Diese Bleche werden im nächsten Schritt am IBF beim Walzprozess stoffschlüssig verbunden (Walzplattieren). Die Variation der Werkstoffe und dessen Schichtdickenverhältnisse ermöglicht die Erzeugung von belastungsangepassten Leichtbaukomponenten. Die walzplattierten Halbzeuge werden nachfolgend am IUL umformtechnisch bewertet.

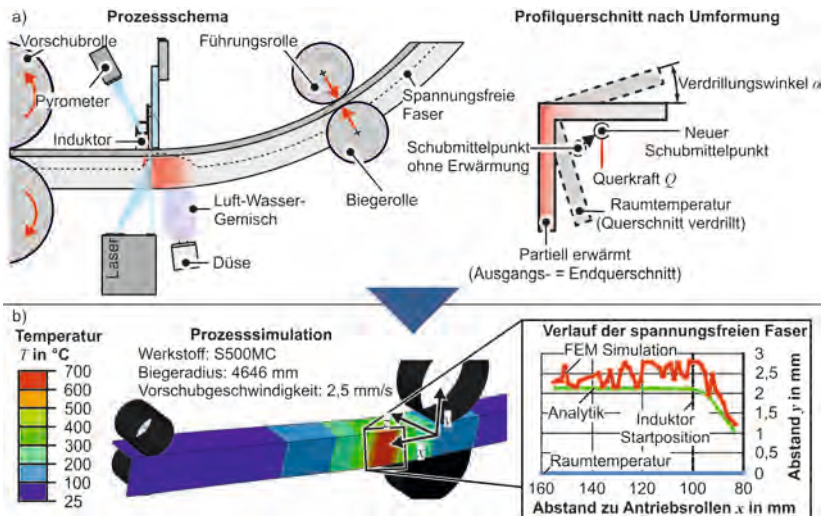


Verbesserungspotential beim Presshärten durch den Einsatz von walzplattierten Halbzeugen

2.3.6 Kinematisches Profilbiegen mit partieller Erwärmung des Querschnitts

Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
 Projektnummer 408302329
 Ansprechpartner Eike Hoffmann M. Sc.

In diesem Projekt wird die Eignung der partiellen Erwärmung von asymmetrischen Profilen auf die Reduktion von Geometrieabweichungen beim Biegen untersucht. Liegt beim konventionellen Biegen von asymmetrischen Profilen der Schubmittelpunkt nicht in der Biegeebene, so führt dies zu einer Verdrehung des Profils. Zur Vermeidung der Verdrehung werden L-Profile partiell induktiv erwärmt und nach dem Umformprozess durch ein Luft-Wasser-Gemisch abgeschreckt. Durch die thermische Entfestigung in einem der Schenkel wird die Position der spannungsfreien Faser und damit die Lage des Schubmittelpunktes verändert (vgl. Bild a). Für das geometrische Ergebnis ist sowohl die Umformtemperatur als auch die Auswahl des erwärmten Schenkels relevant. Das erste Untersuchungsziel besteht darin, die Temperatur des erwärmten Schenkels zu identifizieren, bei der zwar die Verdrehung vollständig negiert wird, aber die Werkstoffeigenschaften nicht beeinflusst werden. Zu diesem Zweck werden numerische und analytische Methoden eingesetzt, um den Einfluss der Temperatur auf die spannungsfreie Faser zu quantifizieren (vgl. Bild b).

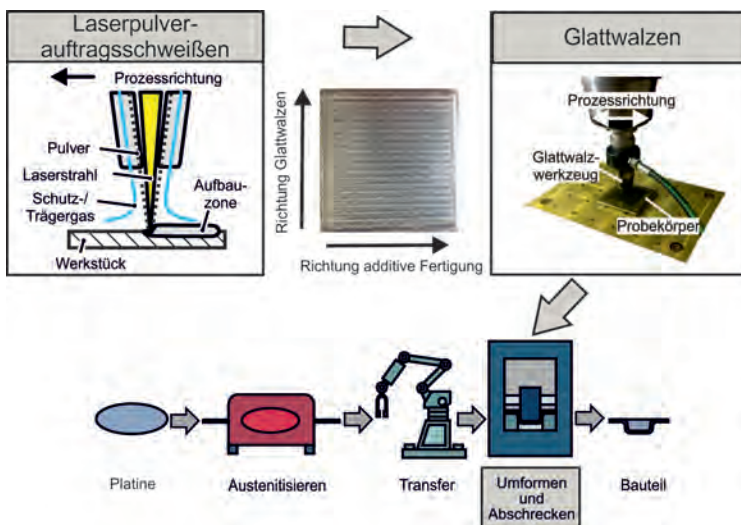


a) Prozessprinzip, b) Verlauf der spannungsfreien Faser aus analytischen und numerischen Ergebnissen

2.3.7 Funktionalisierung additiv gefertigter Presshärtewerkzeuge mittels Glattwalzen

Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
 Projektnummer 417202720
 Ansprechpartner Anna Komodromos M. Sc.

Das Presshärten kommt in der Blechumformung zum Einsatz, um das gesteigerte Formgebungsvermögen durch hohe Temperaturen und die Festigkeitserhöhung durch das Abschrecken zu nutzen. Hierzu werden Kühlkanäle, die meist mittels spanender Verfahren hergestellt werden, in die Werkzeuge integriert. Die Entwicklung additiv gefertigter Presshärtewerkzeuge mittels Laserpulverauftragsschweißens soll im Rahmen des Projektes eine möglichst oberflächennahe Positionierung der Kanäle ermöglichen. Somit wird eine lokale Überhitzung des Werkzeugs vermieden. Da durch das Laserpulverauftragsschweißen eine sehr raue, wellige Oberfläche entsteht, ist eine Nachbearbeitung notwendig. Diese erfolgt über das inkrementelle Glattwalzen (vgl. Bild). Hierdurch können die Werkzeugoberflächen lokal eingestellt werden. So soll eine gezielte Beeinflussung des Wärmeübergangs sowie des Werkstoffflusses beim Presshärten erzielt werden. Erste Untersuchungen zum Glattwalzen additiv gefertigter Oberflächen zeigen, dass die hohe Rauheit in Abhängigkeit der Härte des Werkzeugstahlpulvers um bis zu 75 % reduziert werden kann.



Prozessschritte für additiv gefertigte und glattgewalzte Presshärtewerkzeuge

2.3.8 Charakterisierung der Bruchfestigkeit von hochfesten Stählen unter Berücksichtigung der Scherbelastung

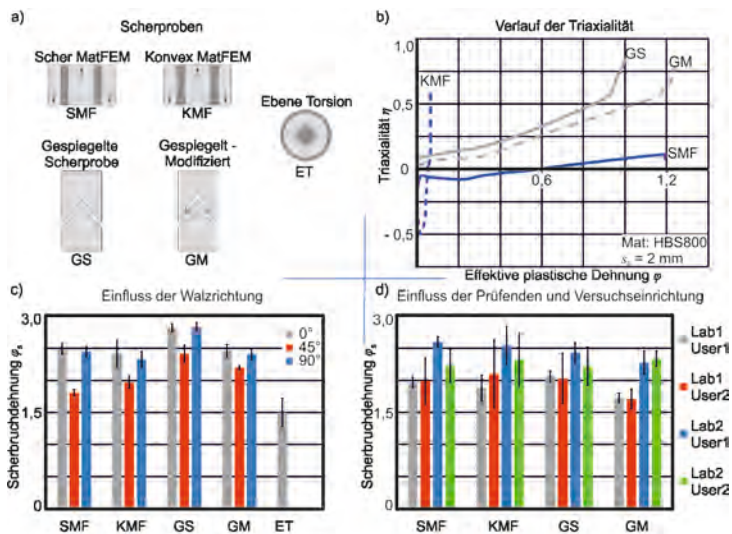
Projekträger

ReCIMP

Ansprechpartner

Dr.-Ing. Rickmer Meya

Autositzkomponenten werden häufig auf Scherung beansprucht. Je nach Art des verwendeten Versuchs und der Blechanisotropie wird eine hohe Abweichung in der ermittelten Scherbruchdehnung beobachtet. Um diese Abweichung zu verstehen, wurde die Scherbruchfestigkeit eines ferritischen (S700MC) sowie eines bainitischen (HBS800) Stahls unter Verwendung von fünf verschiedenen Probengeometrien (vgl. Bild a) und unter Berücksichtigung ihrer Walzrichtung bestimmt. Numerische Untersuchungen zu den Triaxialitätspfaden zeigen, dass die SMF-Probe die einzige Probengeometrie neben der Torsionsprobe ist, die während des Versuchs ein nahezu ideales Scherverhalten zeigt ($\eta=L=0$) (vgl. Bild b). Zudem ist die Scherbruchdehnung des Werkstoffs HBS800 in diagonaler Richtung gegenüber der Längsrichtung signifikant niedriger (vgl. Bild c). Ferner ist der Einfluss des Messgerätes und des Prüfenden auf die Bruchdehnung analysiert worden (vgl. Bild d). Im nächsten Schritt sind Untersuchungen zur Korrelation der Triaxialitätsvarianz und der resultierenden Scherbruchdehnung geplant.

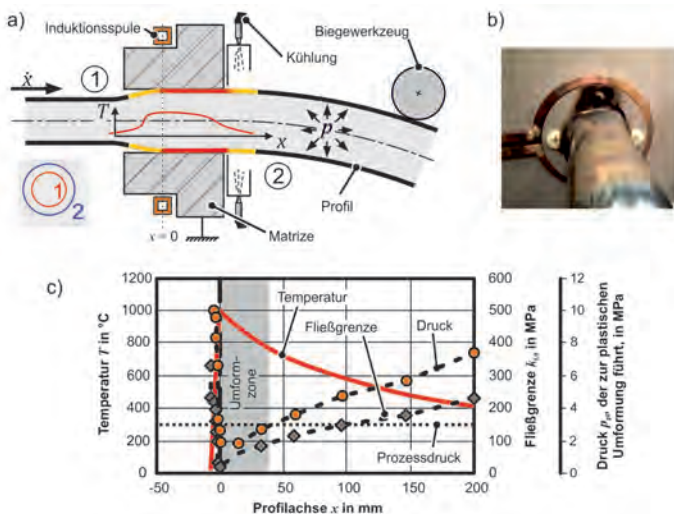


a) Untersuchte Proben, b) Triaxialitätsverlauf, Einfluss der c) Anisotropie und d) Messbedingungen

2.3.9 Wirkmedienbasiertes Profilformen und kinematisches Biegen im kontinuierlichen Prozess mittels gradiertem Temperaturfeld

Projektträger BMWi/ZIM-ZF
 Projektnummer ZF4101119US9
 Ansprechpartner Mike Kamaliev M. Sc.

Die Herstellung von dünnwandigen, belastungsangepassten und gebogenen Profilen hat ein hohes Potenzial für sicherheitsrelevante Strukturen im Automobilbau. Aktuell existiert kein Prozess, welcher all diese Aspekte in einem Schritt ermöglicht. In Kooperation mit der Firma HoDforming wird zu diesem Zweck das temperaturgestützte Innenhochdruck-Profilumformen (TIP-Process) untersucht (vgl. Bild a). Dabei wird ein Profil unter Innendruck und durch eine formgebende Matrice geschoben. Durch die induktive Erwärmung des Halbzeugs wird die Fließgrenze des Werkstoffs lokal herabgesetzt, sodass der Innendruck das Profil dort aufweitet. Durch eine Kühleinheit wird eine variable thermische Behandlung entlang der Längsachse angestrebt, während das Profil durch ein Biegewerkzeug umgeformt wird. Die Realisierbarkeit des Prozesses ist bereits experimentell nachgewiesen (vgl. Bild b). Analytische und empirische Ansätze ermöglichen dabei das Aufstellen eines Prozessfensters hinsichtlich Temperatur, Fließverhalten sowie des erforderlichen Drucks für ein plastisches Aufweiten (vgl. Bild c).



a) Versuchsaufbau, b) experimentelle Umsetzung sowie c) das Prozessfenster für das Aufweiten

2.4 Abteilung Sonderverfahren

Leitung Marlon Hahn M. Sc.

Diese Abteilung erforscht Technologien, welche Vorteile gegenüber konventionellen Umformverfahren bieten, wie die Realisierung höherer Formänderungsgrenzen oder die Steigerung der Fertigungsflexibilität. Die betrachteten Prozesse zeichnen sich entweder durch ihre Neuheit aus oder durch noch bestehende Herausforderungen für eine industrielle Anwendung. Aktuelle Projekte beschäftigen sich beispielsweise mit verschiedenen Hochgeschwindigkeitsverfahren, dem umformtechnischen Fügen hybrider Werkstoffsysteme, der gezielten Bauteillebensdauerverbesserung durch eine angepasste inkrementelle Umformung sowie mit neuen Anwendungen der additiven Fertigung, etwa zur Verbesserung der prototypischen Lamellenwerkzeugtechnologie oder zum Umformen neuartiger 3D-High-Performance-Strukturen (vgl. Bildhintergrund). Dabei werden numerische und analytische Ansätze verfolgt sowie aktuelle Messtechnik im Experiment verwendet, um ein grundlagenorientiertes Prozessverständnis zu entwickeln und auch neue Fragestellungen und Potenziale aufzudecken. Das Team besteht momentan aus acht Wissenschaftlern (vgl. Bild).

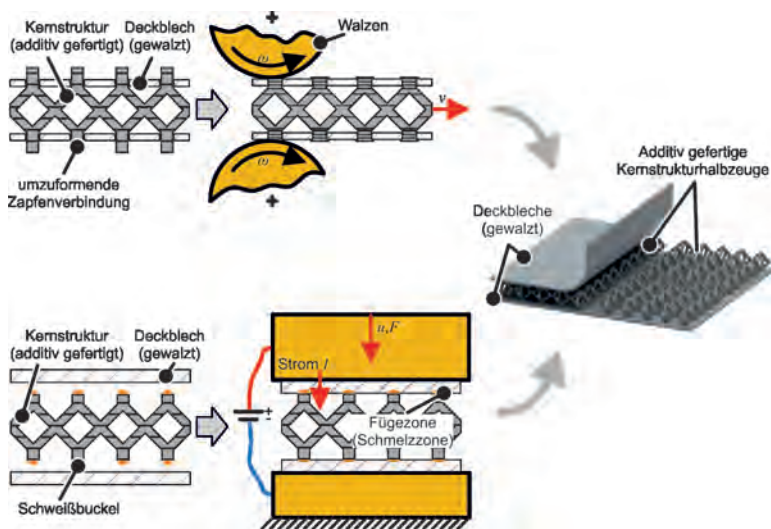


Fotomontage der Gruppe aufgrund der Pandemie

2.4.1 Umformung additiv gefertigter Sandwichblechverbunde mit optimierten Kernstrukturen

Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
 Projektnummer 317137194
 Ansprechpartner Stephan Rosenthal M. Sc.

In Kooperation mit dem Institut für Produkt Engineering der Universität Duisburg-Essen werden additiv gefertigte Sandwichblechverbunde mit für eine Umformung optimierten Kernstrukturen entwickelt. Dabei müssen die Kernstrukturen einer Umformoperation standhalten, ohne dabei ihre strukturellen Eigenschaften zu verlieren. Ziel der zweiten Förderperiode ist die Herstellung und Charakterisierung großflächiger Sandwichhalbzeuge. Damit sollen die aktuell vorherrschenden Bauraumbeschränkungen für additiv gefertigte Bauteile überwunden werden. Zur Herstellung der Halbzeuge müssen geeignete Fügemethoden (stoff- oder formschlüssig, vgl. Bild) zur Verbindung von additiv hergestelltem Kern und gewalzter Deckschicht entwickelt und erprobt werden. Zur weiteren Steigerung der Umformbarkeit der Halbzeuge soll im Rahmen des Projektes ein neuartiger hochduktiler TWIP-Stahl qualifiziert werden, der eine Steigerung der Umformbarkeit ermöglicht. Zur weiteren Performancesteigerung sollen die Strukturen zudem mittels Topologieoptimierung angepasst werden.

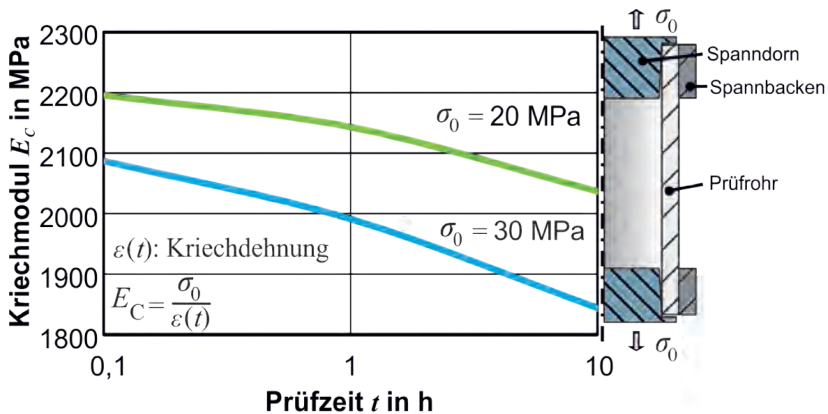


Konzepte zum Fügen und Herstellen großflächiger Sandwichhalbzeuge

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

Projektträger	BMW/DLR
Projektnummer	20W1905C
Ansprechpartner	Florian Weber M. Sc.

Die Bearbeitung des Verbundprojektes erfolgt zusammen mit den Partnern PFW Aerospace, Steitz Präzisionstechnik und dem Fraunhofer IZFP. Im Rahmen des IUL-Teilprojektes wird die Anwendung berührungsloser umformtechnischer Fügeverfahren zur Erzeugung kraft- und formschlüssiger Verbindungen zwischen metallischen und thermoplastischen Fügepartnern, inklusive zugehöriger, zerstörungsfreier Prüfkonzepte, untersucht. Zum Einsatz kommen sowohl das Innenhochdruckfügen als auch das elektromagnetische Fügen. Neben dem unterschiedlichen Materialverhalten der beiden Fügepartner stellen luftfahrtrelevante Anforderungen an die Verbindung zentrale Herausforderungen des Projektes dar. So muss die Verbindung sowohl fluid-dicht sein, um den Austritt von Kerosin zu verhindern, als auch definiert elektrisch leitend, um mögliche Blitzeinschläge während des Flugbetriebs abzuleiten. Gegenwärtige Untersuchungen beschäftigen sich mit der zeitabhängigen Materialcharakterisierung der unterschiedlichen Werkstoffe (vgl. Bild).



Kriechverhalten von Polycarbonat im Rohrzugversuch

2.4.4 Einsatz und Analyse des adiabatischen Scherschneidens

Projektträger

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

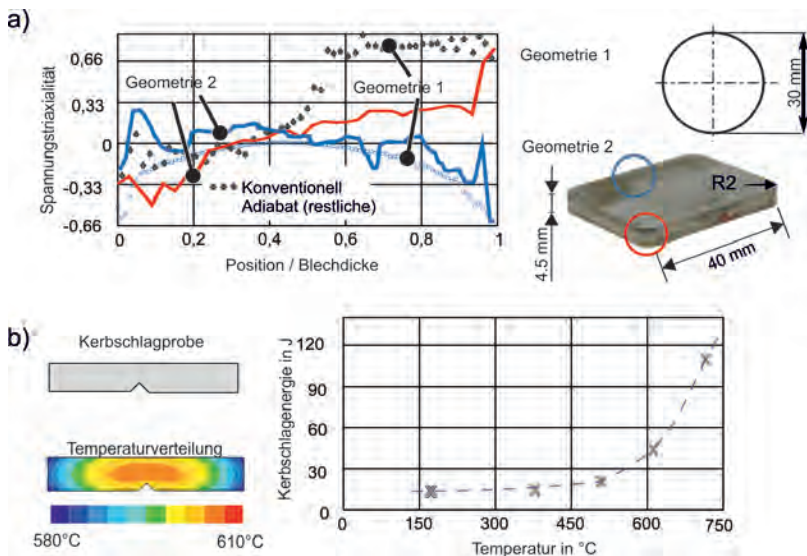
Projektnummer

428780322

Ansprechpartner

Fabian Schmitz M. Sc.

Beim adiabatischen Scherschneiden stellt sich durch eine hohe lokale Formänderungsgeschwindigkeit ($\dot{\epsilon} \geq 10^4 \text{ s}^{-1}$) und die kurze Prozesszeit ($t < 2 \text{ ms}$) eine temperaturbedingte Entfestigung ein. Durch diese lokalisiert die plastische Dehnung und führt zu einer Druck-Scherspannung im Schneidspalt. Hieraus resultieren im Vergleich zum konventionellen Scherschneiden eine hohe Schnittqualität und die Bildung von adiabatischen Scherbändern (dynamische Neukornbildungen). In Abhängigkeit der Trenngeometrie (vgl. Bild a) kann sich dieser Zustand auch beim adiabatischen Trennen ändern. Durch eine Anpassung der Randbedingungen soll über den Umfang eine homogene Belastung erreicht werden. Hierzu werden simulative Vorhersagen der lokalen Effekte benötigt, wofür bestehende Methoden kontinuierlich erweitert werden. So wird z. B. die Bestimmung des Versagens durch neue temperaturabhängige Versagenskriterien verbessert, welche anhand von dynamischen Charakterisierungstests ermittelt werden (vgl. Bild b). Das Projekt wird in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Werkstoffwissenschaft (LWW) der Technischen Universität Chemnitz bearbeitet.

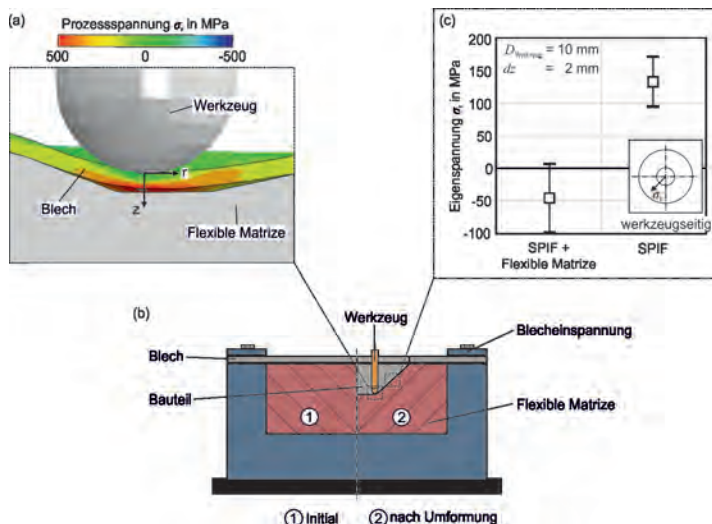


a) Spannungszustand im Prozess, b) Modellierung des temperaturabhängigen Versagens

2.4.5 Verbesserung des Einsatzverhaltens inkrementell umgeformter Bauteile durch gezielte Eigenspannungsinduktion

Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
 Projektnummer 372803376 (SPP 2013)
 Ansprechpartner Fabian Maaß M. Sc.

Das Schwerpunktprogramm hat in der zweiten Förderperiode die Eigenschaftsverbesserungen von Bauteilen durch umformtechnisch induzierte Eigenspannungen zum übergeordneten Ziel. In Kooperation mit dem Fachgebiet „Metallische Werkstoffe“ der Technischen Universität Berlin wird das Single Point Incremental Forming (SPIF) hinsichtlich der gezielten Einstellung von Eigenspannungen analysiert. Der Nachweis einer gezielten Eigenspannungsbeeinflussung durch den Umformprozess wurde in der vorherigen Förderperiode erbracht. Auf der Grundlage eines numerischen Prozessmodells (vgl. Bild a) wurde eine Prozesserweiterung des SPIF-Prozesses um eine flexible Matrizie realisiert (vgl. Bild b). Die Prozesserweiterung ermöglicht sogar eine gezielte Einbringung werkzeugseitiger, vorteilhafter Druckeigenspannungen in Bauteile (vgl. Bild c). Das Forschungsvorhaben betrachtet zudem den Einfluss von Störgrößen auf die Eigenspannungsbildung. Letztlich soll die Betriebsfestigkeit zyklisch belasteter Bauteilbereiche durch eine gezielte Einbringung von Eigenspannungen erhöht werden.



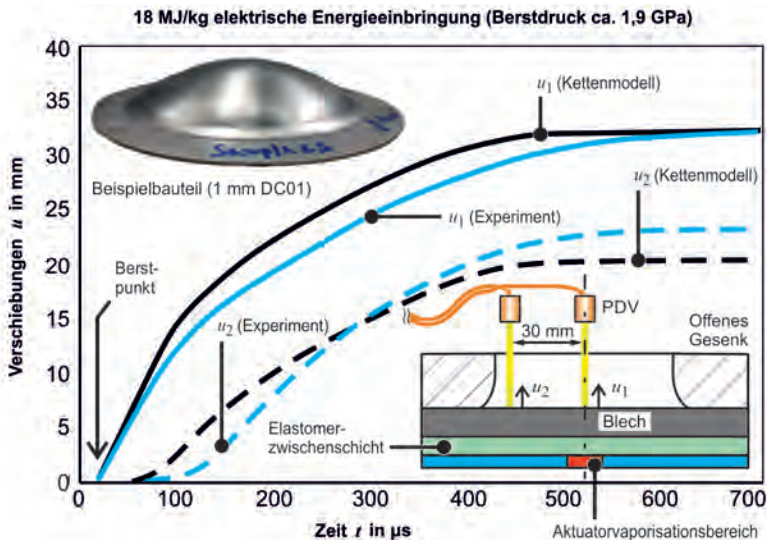
a) Numerisches Prozessmodell, b) Prozessschema, c) Eigenspannungsmessung mittels Röntgendiffraktion

2.4.6 Umformen mittels örtlich variabel vaporisierender Aktuatoren

Projektträger
Projektnummer
Ansprechpartner

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
391967465
Marlon Hahn M. Sc.

Eine Kondensatorentladung über einer Al-Folie lässt diese schlagartig verdampfen (vaporisierender Aktuator), sodass der resultierende Druck – je nach Platzierung – für eine örtlich flexible Blechumformung genutzt werden kann. Für die Etablierung einer multiphysikalischen Prozessmodellierung zwecks prädiktiver Vorauslegung existiert ein zweischrittiger Ansatz. Die elektrische Energieeinbringung bis zum sogenannten Berstpunkt wurde bereits numerisch und analytisch beschrieben. Die Berstenergiedichte entspricht schließlich einem Impulsdruck, mit dem die Umformung im zweiten Schritt dehnratenabhängig modelliert wird. Für eine räumlich umfassende Abbildung wird für den expandierenden Folienaktuator eine netzfreie Methode herangezogen. Für eine vereinfachte Modellierung wurde jedoch zunächst ein Code geschrieben, der das Blech als „plastisch verbundene Massenkette“ darstellt (vgl. Bild: Kettenmodell), welche mit einem definierten Impuls im Vaporisationsbereich beaufschlagt wird. Messungen mittels Photon Doppler Velocimetry (PDV) validieren die trägheitsbedingte Dynamik der Umformhistorie (vgl. Bild).

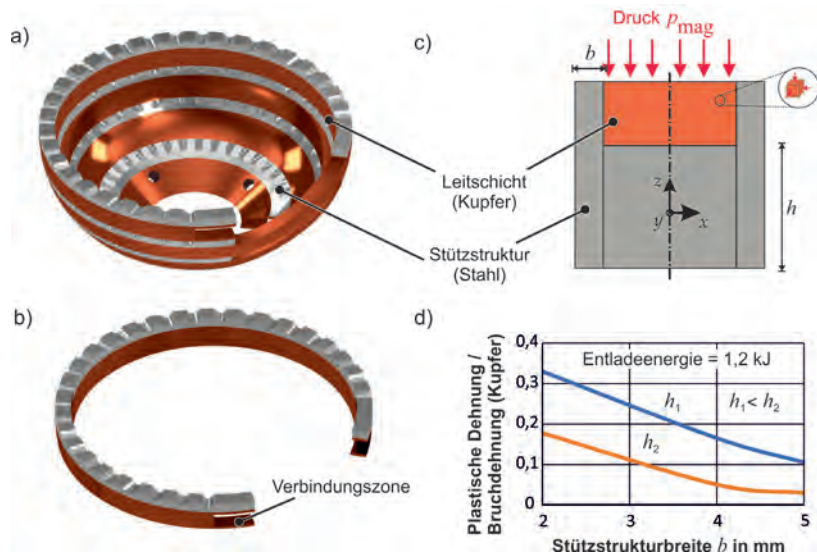


Beispielvergleich zwischen Experiment und vereinfachtem Umformmodell

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

Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
 Projektnummer 259797904
 Ansprechpartner Siddhant Prakash Goyal M. Sc.

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb der TU Berlin wird in der letzten Förderperiode des Projektes die Entwicklung hybrider (multi-metallischer) additiv hergestellter Spulen und die Prozessauslegung für die elektromagnetische Umformung durchgeführt. Der aktuelle Forschungsschwerpunkt am IUL ist die Entwicklung einer hybriden Spule zur Reduzierung der ausformbaren Eckenradien von Tiefziehbauteilen (Bild a, b). Aufgrund der komplizierten Geometrie wird eine montagebasierte Lösung vorgeschlagen und entwickelt. Zusätzlich wird die Verhinderung der plastischen Verformung der Hybridspule unter Stromlast durch Stahlstützstrukturen untersucht. Durch die Einführung von seitlichen Stützstrukturen wird ein hydrostatischer Druck in die Spule eingebracht, der eine unerwünschte plastische Verformung weitestgehend minimiert (Bild c, d). Validierte numerische und analytische Analysen unterstützen dabei die Auslegung der neuartigen Hybridspulen für die experimentelle Realisierung.

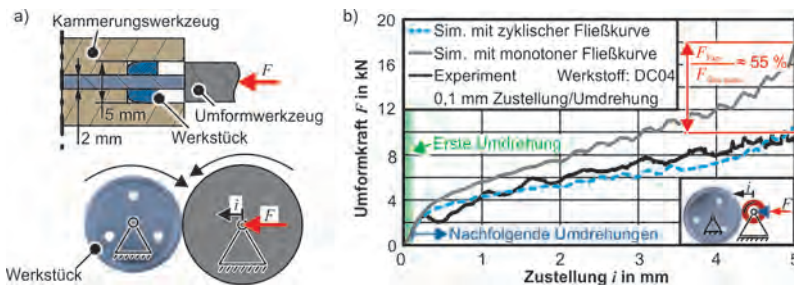


a) Montagebasierte Spule, b) zugehöriges Ringelement, c) Spulenquerschnitt, d) Verformungsbeurteilung

2.4.8 Grundlagenuntersuchungen und Verfahrensentwicklung zur Herstellung belastungsangepasster Bauteile mittels inkrementeller Blechmassivumformung (iBMU)

Projektträger	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Projektnummer	SFB/TR 73 • Teilprojekt A4
Ansprechpartner	Sebastian Wernicke M. Sc.

Das übergeordnete Projektziel ist die umformtechnische Herstellung geometrisch komplexer Funktionsbauteile aus Blechen mittels inkrementeller Umformoperationen. Nach dem Aufdicken des Randes (vgl. Bild a) erfolgt eine Kalibrierung von Formelementen. Eine wesentliche Fragestellung im Rahmen des Projektes ist, ob die unterschiedlichen Prozesskinematiken der iBMU und die damit einhergehenden Dehnpfade zur gezielten Beeinflussung der mechanischen Bauteileigenschaften genutzt werden können. Numerische Untersuchungen zeigen, dass prozessübergreifend zyklische Lastwechsel auftreten. Messungen der resultierenden Härte zeigen, dass das werkstoffseitige Verfestigungspotenzial, welches bei monotoner Werkstoffcharakterisierung zu beobachten ist, bei der iBMU nicht umgesetzt werden kann. Mit einem vereinfachten Modellierungsansatz kann die Güte der Kraftvorhersage gegenüber der Modellierung mit monotoner Verfestigung um 55 % gesteigert werden (vgl. Bild b). Damit konnte die Berücksichtigung der kinematischen Verfestigung als essenziell für die numerische Auslegung von iBMU-Prozessen identifiziert werden.

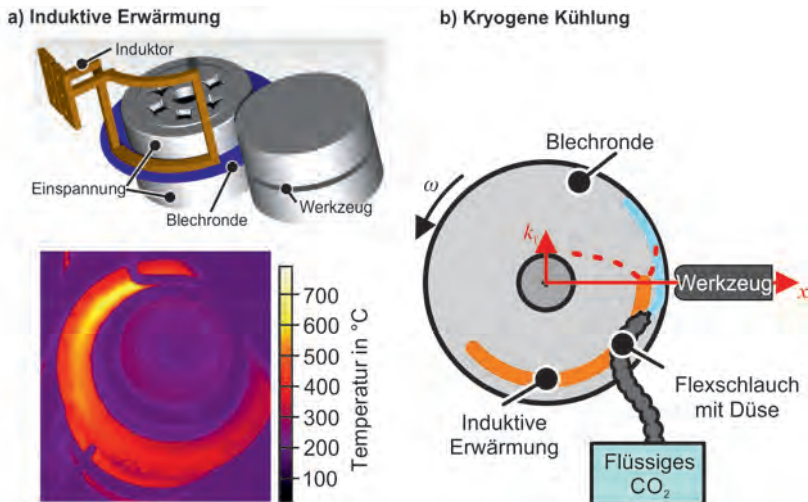


a) Schematischer Versuchsaufbau, b) resultierende Umformkraft im Vergleich

2.4.9 Inkrementelle Blechmassivumformung unter Anwendung thermisch gesteuerter Gradierungsmechanismen

Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
 Projektnummer SFB/TR 73 • Teilprojekt T04
 Ansprechpartner Stephan Rosenthal M. Sc.

Eine Herausforderung der inkrementellen Blechmassivumformung besteht darin, eine vom Rand zur Blechmitte hin gleichmäßige Randaufdickung einzustellen. Durch eine thermisch-gradiert unterstützte Umformung soll die Fließspannung lokal herabgesetzt werden, um den axialen Werkstofffluss gezielt beeinflussen zu können. Damit soll eine Homogenisierung der aufgedickten Blechhöhe erzielt werden. Die Bearbeitung des Transferprojekts erfolgt in Kooperation mit den Industriepartnern Winkelmann Powertrain Components GmbH, thyssenkrupp Hohenlimburg GmbH, Faurecia Autositze GmbH und Voestalpine High Performance Metals Deutschland GmbH. Untersuchungen zur Identifizierung geeigneter Prozessführungsstrategien haben die induktive Erwärmung als vielversprechenden Ansatz zur Einstellung eines scharfen Temperaturgradienten aufgezeigt. Ergänzend soll eine kryogene Kühlung mit Temperaturen von bis zu -80 °C eingesetzt werden. Dadurch soll eine weitere Änderung der Fließspannung im Randbereich erreicht werden.



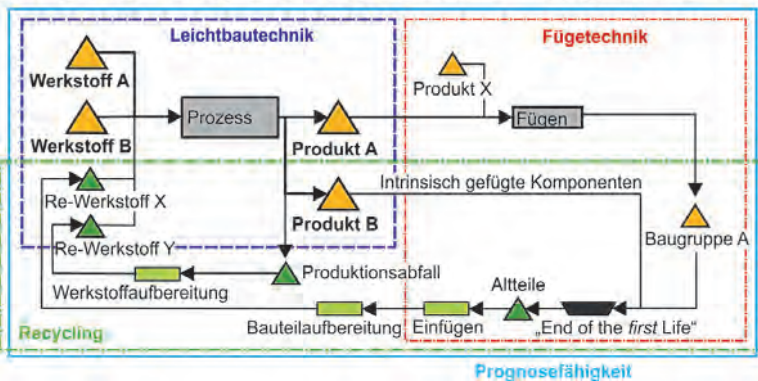
a) Induktive Erwärmung mit Thermobild, b) Möglichkeit der kryogenen Kühlung

2.4.10 Umformtechnologien für metallische und hybride Leichtbaustrukturen der Elektromobilität

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

Im Rahmen des Koordinationsprojektes, welches in Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Dresden, der Bergakademie Freiberg, der Universität Paderborn und der Technischen Universität München bearbeitet wurde, wurden Themen für die Mobilität der Zukunft behandelt, insbesondere mit Fokus auf der numerischen Prognosefähigkeit und dem Leichtbau. Die Schwerpunkte des Projektes lagen dabei sowohl auf der Weiterentwicklung bestehender Prozesse, als auch auf der Identifikation neuer Forschungsfelder für spezifische Probleme und Anwendungsfelder der Elektromobilität. Anhand von Experteninterviews und Studien ist im letzten Abschnitt des Projektes ein fachübergreifender Wegweiser entstanden, welcher in vier Teilgebiete (vgl. Bild: Bild: Fügetechnik, Prognosefähigkeit, Recycling, Leichtbautechnologie) gegliedert ist und dem finalen Meilenstein des Projektes entspricht. Dieser zeigt eine Vision für die Fachbereiche für das Jahr 2030+ auf, leitet eine Roadmap für den Bewertungszeitraum der nächsten 10 Jahren ab und liefert Förder- und Handlungsempfehlungen zum Erreichen der Vision.

Objektiv ressourcen- und CO₂-neutraler, KI-gesteuerter, wandel- und prognostizierbarer Prozess



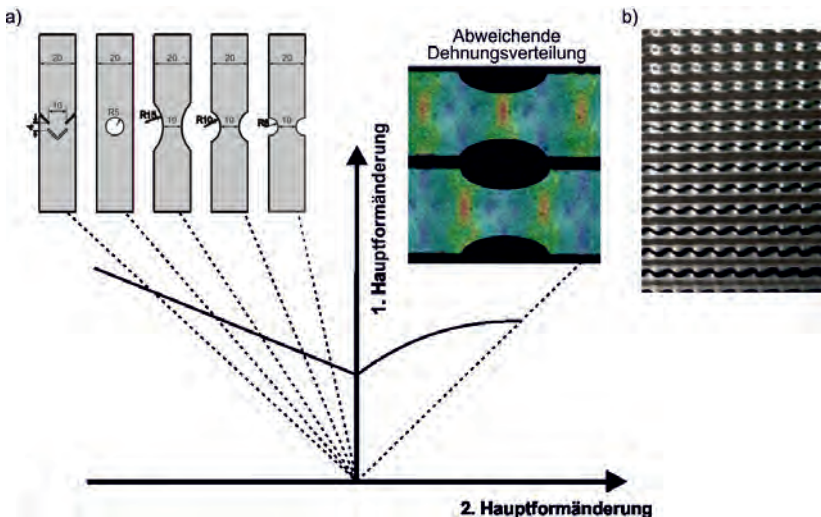
Stoffkreislauf einer Produktionskette sowie thematische Zuordnung des FOREL-Wegweisers

2.4.12 Crash-Umformung strukturierter Bleche mit Wanddicken kleiner 0,8 mm

Projektträger
Ansprechpartner

ReCIMP
Florian Weber M. Sc.

Die Einbringung definierter dreidimensionaler Strukturen in Bleche bringt eine Vielzahl von Vorteilen mit sich. Neben der Vergrößerung des Flächenträgheitsmoments sowie der Zunahme der Oberfläche für den Wärmeaustausch werden hierdurch die Geräusch- und Schockabsorption verbessert. Im Rahmen des ReCIMP-Projekts soll aus diesem Grund die Anwendung strukturierter Feinstbleche aus ferritischem Chromstahl zur Isolierung von Abgassystemen untersucht werden. Um einen robusten Fertigungsprozess zu gewährleisten, wird das Tiefziehen der Bleche numerisch abgebildet. Hierfür ist unter anderem die experimentelle Bestimmung des Grenzformänderungsvermögens (vgl. Bild a) notwendig. Neben dem Nakajima-Versuch wird die Anwendung gekerbter Proben im Zugversuch zur Bestimmung der Hauptformänderungen betrachtet. Infolge der Inhomogenität der eingebrachten Struktur (vgl. Bild b) ergibt sich eine Abhängigkeit der Dehnungsverteilung von der Walzrichtung sowie der Positionierung der Kerbung im Blech, welche zu signifikanten Streuungen in der Grenzformänderungskurve führt.



a) FLC-Bestimmung mittels Zugversuchen und optisch gemessene Dehnungsverteilungen,
b) Beispiel eines strukturierter Bleches

2.5.2 Offengelegte Patente

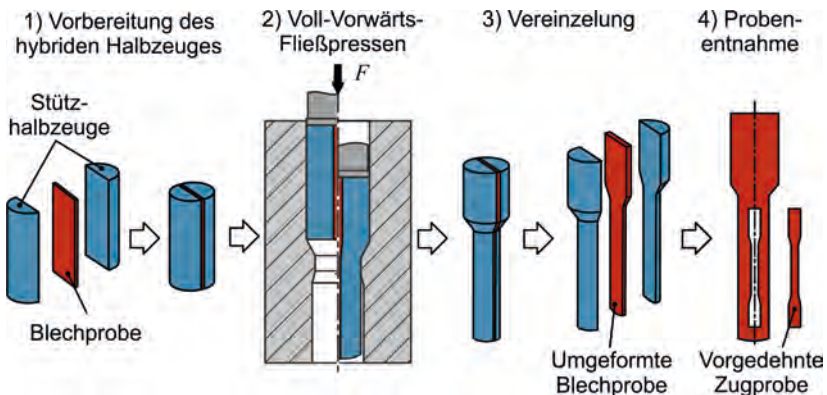
Titel	Vorrichtung und Verfahren zur Durchführung von Stauchversuchen an Probenkörpern zur Charakterisierung von Werkstoffen sowie entsprechender Probenkörper
Aktenzeichen	DE102019001442 A1
Patentinhaber	TU Dortmund
Status	offengelegt am 03.09.2020
Erfinder	F. Kolpak • O. Hering • A. E. Tekkaya
Titel	Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Profilquerschnitten aus Metallen und Kunststoffen mittels Strangpressen und Extrusion
Aktenzeichen	PCT/DE2019/000058
Patentinhaber	TU Dortmund
Status	offengelegt am 10.09.2020
Erfinder	J. Gebhard • A. E. Tekkaya • M. Stommel N. Ben Khalifa • T. Kloppenborg • A. Schulze C. Dahnke • F. Günther
Titel	Verfahren zur Fertigung von Verbundteilen durch eine Kombination aus Aufweiten, Tiefziehen und anschließender Massivumformung
Aktenzeichen	DE102019002851.1 A1
Patentinhaber	TU Dortmund
Status	offengelegt am 22.10.2020
Erfinder	O. Napierala • M. Izydorczyk • O. Hering • C. Dahnke A. E. Tekkaya

2.5.3 Angemeldete Patente

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Proben aus metallischen Werkstoffen mit bekannten plastischen Vordehnungen für die Werkstoffcharakterisierung

Aktenzeichen	DE102020005670
Patentanmelder	TU Dortmund
Status	angemeldet
Erfinder	O. Hering • F. Kolpak • A. E. Tekkaya

Die Erfindung betrifft ein neuartiges Verfahren zur Herstellung von Proben aus metallischen Werkstoffen mit bekannten plastischen Vordehnungen für die Werkstoffcharakterisierung von Blechwerkstoffen. Durch die Verwendung von Prüfkörpern mit bekannter plastischer Vordehnung lassen sich Fließkurven mit Umformgeraden bis zu 1,7 und höher aufstellen. Ein Blech-Prüfkörper mit Vordehnung wird erzeugt, indem ein Blech zwischen zwei massive Halbzylinder gelegt und dann gemeinsam voll-vorwärts-fließgepresst wird. Durch den hohen hydrostatischen Druck können die Bleche die hohen plastischen Vordehnungen erreichen. Anschließend wird das vorgedehnte Blech aus den Halbzylindern entnommen und ein Prüfkörper aus dem Blech zurechtgeschnitten (z. B. durch einen Laserschneider). Konventionelle Zugversuche an den vorgedehnten Prüfkörpern liefern dann Stützpunkte für die Ermittlung der Fließkurve bis zu Umformgraden von 1,7.

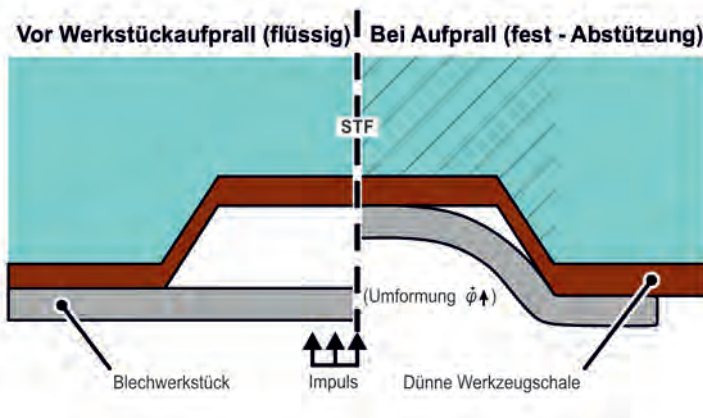


Prozessprinzip des Blech-Fließpressens zur Herstellung von Blechproben mit hohen bekannten Vordehnungen

Verfahren und Vorrichtung zum Hochgeschwindigkeitsumformen von Blechen

Aktenzeichen	DE102020006753.0
Patentanmelder	TU Dortmund
Status	angemeldet
Erfinder	M. Hahn • S. Rosenthal • A. E. Tekkaya

Die Erfindung betrifft die neue Ausgestaltung einer Matrize für die Hochgeschwindigkeitsumformung. Ziel ist eine hohe Einsparung oder direkte Wiederverwendbarkeit von Werkzeugmaterial. In konventionellen Umformverfahren werden Festkörperwerkzeuge (z. B. Stahl) benötigt, deren Geometrie bauteilgebunden ist. Bei individuellen Blechbauteilen, wie z. B. in der Medizintechnik, ist dies unflexibel und ineffizient. Im vorliegenden Fall wird die Formgebung nur durch eine dünne Schale sichergestellt, die vorzugsweise additiv aus Kunststoff hergestellt wird. Die Schale ist hinterfüllt mit einem sogenannten scherverzähenden Fluid (STF – „Shear Thickening Fluid“, vgl. Bild links), das vor und nach der Umformung einfach umgefüllt werden kann. In der Hochgeschwindigkeitsumformung prallt das Blech dynamisch auf die Werkzeugschale auf. Dadurch erhöht sich – dehnratenabhängig – quasi instantan die Viskosität des STF wesentlich, sodass es sich kurzzeitig festkörperartig verhält und so die Umformkräfte abstützt (vgl. Bild rechts). Die formgebende Schale fungiert also letztlich nur als Druckübertragungsschicht.



Prinzipische Skizze des aufprallbedingten Flüssig-Fest-Werkzeugkonzeptes

Wir bedanken uns für die Förderung unserer
Forschungsvorhaben bei:



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Gefördert durch



Deutsche
Forschungsgemeinschaft

·faurecia

KARL KÖLLE STIFTUNG

03

Weitere Aktivitäten

Weitere Aktivitäten

03

03

Weitere Aktivitäten

3 Weitere Aktivitäten

3.1 Auszeichnungen

„Best Short Paper Award“ REV2020

Auf der 17. International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation, die vom 26. bis 28. Februar an der University of Georgia in Athens, USA, stattfand, wurde das ELLI2-Team für seinen Beitrag „Remote Lab to Illustrate the Influence of Process Parameters on Product Properties in Additive Manufacturing“ mit dem Best Short Paper Award ausgezeichnet. Die von Herrn S. Upadhya hauptsächlich verfasste und von Herrn J. Grodotzki präsentierte Einreichung befasst sich mit der Konzeptionierung, Entwicklung und Implementierung eines Remote-Labors mit dem Schwerpunkt Prozessparameter in der additiven Fertigung. Beide Mitarbeiter sind Teil des ELLI-Teams. Das entwickelte Labor wird zukünftig Studierenden der TU Dortmund zugänglich sein, sodass diese sich mit dem Einfluss verschiedener Prozessparameter auf die Bauteileigenschaften bei dem additiven Verfahren des selektiven Laserschmelzens vertraut machen können.



Joshua Grodotzki (links) und Alessandro Selvaggio, Mitarbeiter der Abteilung Massivumformung des ELLI-Teams, erhalten die Urkunde

IUL-Mitarbeiter Rickmer Meya wird mit Dissertationspreis der TU Dortmund geehrt

Das Rektorat der TU Dortmund ehrt mit ihrem Dissertationspreis Autor/-innen exzellenter Dissertationen, die an der TU Dortmund entstanden sind. Nur 17 Preisträger/-innen werden jährlich ausgezeichnet und mit einem Preisgeld honoriert. Rickmer Meya, Abteilungsleiter in der Profil- und Blechumformung am IUL, konnte seinen Preis im Rahmen der Akademischen Jahresfeier der TU Dortmund am 16. Dezember in Empfang nehmen. Aufgrund von Hygieneschutzmaßnahmen anlässlich der Corona-Pandemie konnten die Festlichkeiten leider nicht wie üblich im großen Rahmen gefeiert werden. Alternativ präsentierten die Redner/-innen Videobotschaften auf der Website der TU Dortmund. Auch Herr Meya nahm eine kurze Dankesrede auf.

Herr Meya promovierte im Rahmen des DFG-geförderten Sonderforschungsbereiches TRR 188 „Schädigungskontrollierte Umformprozesse“ zum Thema „Schädigungskontrolliertes Blechbiegen mittels Druckspannungsüberlagerung“. Er zeigt in seiner Arbeit, dass die Schädigung einen maßgeblichen Einfluss auf das Crashverhalten, die zyklischen Eigenschaften und die Steifigkeit gebogener Bauteile hat und entwickelt mit dem „Biegen mit radialer Druckspannungsüberlagerung“ ein Verfahren, das im Biegeprozess einstellbare Druckspannungen aufbringt und damit die Schädigung im Bauteil reduziert.



Screenshot der Dankesrede von Herrn Meya bei der digitalen Jahresfeier

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

Ehrungen

- „Honorary Professor“ der Xi'an Jiaotong University

Mitarbeit in Forschungsgremien

- acatech – Mitglied der „Deutschen Akademie der Technikwissenschaften“
- AGU – Vorsitzender der „Wissenschaftlichen Arbeitsgemeinschaft Umformtechnik“
- CIRP – Fellow der „International Academy for Production Engineering“
- DGM – Mitglied der „Deutschen Gesellschaft für Materialkunde“
- EuraSEM – Ratsmitglied der „European Society of Experimental Mechanics“
- FOSTA – Mitglied des Kuratoriums der „Forschungsvereinigung Stahlanwendungen e. V.“
- GCFG – Mitglied der „German Cold Forging Group“
- I²FG – Mitglied der „International Impulse Forging Group“
- ICFG – Mitglied der „International Cold Forging Group“
- ICTP – Beratendes Mitglied des Standing Advisory Boards der „International Conference on Technology of Plasticity“
- JSTP – Mitglied der „Japan Society for Technology of Plasticity“
- Kuratoriumsmitglied der „KARL-KOLLE-Stiftung“
- Mitglied im „DGM-Regionalforum Rhein-Ruhr“
- MPIE – Mitglied im Scientific Advisory Board des „Max-Planck-Instituts für Eisenforschung“ (bis September 2020)
- Vize-Präsident des deutschen Konsortiums der Türkisch-Deutschen Universität
- WGP – Mitglied der „Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktionstechnik“

Zeitschriften/Schriftleitung

- Editor-in-Chief, „Advances in Industrial and Manufacturing Engineering (AIME)“ (Elsevier)
- Stellvertretender Editor, „Elsevier Series in Plasticity of Materials“
- Mitglied Editorial Board, „Journal of Production Processes and Systems“
- Mitglied Editorial Board, „Materials“
- Mitglied Scientific Editorial Board, „Romanian Journal of Technical Sciences – Applied Mechanics“
- Mitglied Editorial Board, „CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology“ (Elsevier)
- Mitglied International Advisory Committee, „International Journal of Material Forming“ (Springer)
- Mitglied Scientific Editorial Board, „International Journal of Precision Engineering and Manufacturing“
- Mitglied Scientific Editorial Board, „Computer Methods in Materials Science“
- Vorsitzender Editorial Committee, „CIRP Annals“

Weitere Mitgliedschaften

- Mitglied des Advisory Committee „The 13th International Conference on the Technology of Plasticity“ (ICTP 2021), Columbus, USA
- Mitglied des CIRP Communication Committee
- Mitglied des Scientific Committee, „International Deep Drawing Research Group 2020“ (IDDRG), Busan, Südkorea
- Mitglied des Scientific Committee, „International Deep Drawing Research Group 2021“ (IDDRG), Lorient, France
- Mitglied des Scientific Committee „The 12th International Conference and Workshop on Numerical Simulation of 3D Sheet Metal Forming Processes“ (NUMISHEET 2021), Toronto, Kanada
- Mitglied des Standing Advisory Board, „The 13th International Conference on the Technology of Plasticity“ (ICTP 2021)
- Vorsitzender des Scientific Committee „The International Conference on high speed forming 2021“ (ICHSF21)
- Mitglied des Scientific Committee „The 31th CIRP Design Conference 2021“, Enschede, Niederlande

Gutachtertätigkeiten in wissenschaftlichen Gremien

- AiF – Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V.
- CIRP – Internationale Akademie für Produktionstechnik
- DFG – Deutsche Forschungsgemeinschaft, Mitglied im Fachkolloquium 401 (Produktionstechnik)
- ESF College of Expert Reviewers
- University of Lisbon, Portugal
- Bayerische Forschungstiftung, München
- The Ohio State University, USA
- University of Cyprus
- WGP – Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktionstechnik
- Xi'an Jiaotong University, China

Für Zeitschriften

- Acta Materialia
- Advanced Manufacturing Technology
- Applied Mathematical Modelling
- Archive of Applied Mechanics
- ASME – Journal of Manufacturing Science and Engineering
- CIRP Annals – Manufacturing Technology
- Computational Materials Science
- Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering
- Engineering Applications of Artificial Intelligence
- Engineering Computations
- 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 Materials and Product Technology

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

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

Wissenschaftliche Akademien

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

Wissenschaftliche Beiräte und Kuratorien

- Global Learning Council, Vorsitz
- STS Council und -Board – STS-Forum Science and Technology in Society, Japan
- Mitglied im Aufsichtsrat der „Futurium gGmbH“
- Advisory Committee Japan Science and Technology Agency (JST) Tokyo
- Kuratorium des Max Planck-Instituts für Zellbiologie und Genetik Dresden
- Internationaler Beirat zur Begleitung der Weiterentwicklung und Vernetzung der Kompetenzzentren für KI-Forschung in Deutschland, Vorsitz
- Member of International Advisory Board of Moonshot R&D at Japan Science and Technology Agency (JST) Tokyo

Beiräte Hochschulen

- Hochschulrat der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main, Vorsitz
- Kuratorium der Technischen Universität Berlin
- Kuratorium der Julius Maximilian-Universität Würzburg
- International Advisory Board Faculty of Engineering, Twente University
- Aufsichtsrat der Jacobs University Bremen gGmbH

Beiräte Stiftungen

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

Fachliche Vereinigungen

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

Gutachter- und Gremientätigkeiten

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

Beiräte Unternehmen

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

Internationaler Austausch



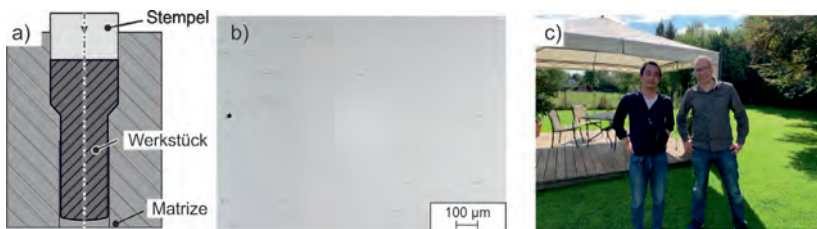
04

Internationaler Austausch

4 Internationaler Austausch

Forschungsaufenthalt von Yasuhisa Taki

Von September 2019 bis September 2020 untersuchte der japanische Gastwissenschaftler Yasuhisa („Yasu“) Taki das Verhalten von Stahl und Aluminium beim kalten Voll-Vorwärts-Fließpressen. Seine Forschungsideen gehen auf einen Besuch mit seinen Kollegen von Kobe Steel am IUL im April 2019 zurück. Inspiriert von den Forschungsergebnissen zur Schädigung beim Kaltfließpressen entwickelte er Versuchsaufbauten, mit denen er über metallographische Analysen auf das Verformungsverhalten rückschließen konnte. Sein Aufenthalt erfolgte im Rahmen einer größeren Zusammenarbeit mit Kobe Steel. Finite-Elemente-Simulationen lieferten Erkenntnisse über den Spannungszustand, die beim Fließpressen kritisch sein können. Herr Taki arbeitete eng mit den IUL-Kollegen Sven Lukies (Metallografie), Robin Gitschel und Dr. Oliver Hering (beide Massivumformung) sowie Dr. Till Clausmeyer (Oberingenieur Forschung) zusammen. Die Zusammenarbeit bot für die Abteilung Massivumformung die Möglichkeit, Erkenntnisse aus dem TRR 188 für das Fließpressen mit Beispielen aus der Praxis zu vergleichen. Versuche zur Materialcharakterisierung bei erhöhten Temperaturen führte er mit Partnern des Instituts für Bildsame Formgebung (IBF) an der RWTH Aachen University durch. Herr Taki und seine Frau hatten sich entschlossen, trotz der Einschränkungen, vor allem zu Beginn der Corona-Pandemie, ihren Besuch wie geplant zu beenden. Während seines Aufenthaltes nahm der Porsche-Liebhaber und passionierte Jazztrompeter an gemeinsamen nicht-akademischen Aktivitäten wie einem interkulturellen Seminar und Besuchen von Fußballspielen im Westfalenstadion teil.



a) Prinzipskizze des Vollvorwärts-Fließpressens und b) Schliffbild einer Stahlprobe, c) Yasuhisa Taki und Till Clausmeyer nach einem gemeinsamen Essen

G-CADET: Internationales Austauschprogramm mit der Universität Gifu

Das G-CADET-Exchange-Programm mit der Gifu University hat den Ausbau der internationalen Zusammenarbeit in den Ingenieurwissenschaften zum Ziel. 2020 wurde Herr Fabian Stiebert für das IUL für einen Forschungsaufenthalt nach Japan entsandt. Dort forschte er unter der Betreuung von Prof. Y. Yoshida, Leiter und Koordinator des Austauschprogramms an der Gifu University, zwischen November 2019 und Februar 2020 als Teammitglied des „Wanglabs“. Herr Stiebert untersuchte zusammen mit der Doktorandin A. Kutsukake und dem Studenten T. Ishiguro den Einfluss verschiedener Prozessparameter auf die additive Fertigung von Bauteilen aus einer Ti6Al4V-Titanlegierung. Darüber hinaus besuchte Herr Stiebert einen Kurs des „Center for Advanced Die Engineering and Technology“, bei dem ein mehrstufiges Gesenk zur Fertigung eines im Mobilfunk verwendeten Bauteils entwickelt wurde. Nach der Prozesssimulation und der daraus abgeleiteten Konstruktion wurden die Bauteile gefertigt, montiert und erprobt.



G-CADET-Austauschstudent Fabian Stiebert während der Montage der Fördereinrichtung des mehrstufigen Gesenks

Gaststudent der Colorado School of Mines

Der US-amerikanische Masterand Stuart Shirley der Colorado School of Mines gastierte im Februar für einen Zeitraum von zwei Wochen am IUL. Herr Shirley ist sehr interessiert an der Umformtechnik und betreibt neben seinem Studium an der Colorado School of Mines eine eigene Schmiede (klassisch mit Hammer und Amboss). Er besuchte das IUL aus eigener Initiative im Rahmen einer Europareise, bei der er Aufenthalte bei unterschiedlichen Stationen mit umformtechnischem Hintergrund einplante. Der Kontakt zum IUL wurde durch Prof. Kester Clarke hergestellt. Während seiner Zeit am IUL beschäftigte sich Herr Shirley mit der Prozesskombination aus Fließpressen und Tiefziehen sowie mit der inkrementellen Blechumformung.

Technische Ausstattung

05

05

Technische Ausstattung

5 Technische Ausstattung

Pressen

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

Weitere Umformmaschinen

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

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

Maschinen zur additiven Fertigung

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

Prüfmaschinen

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

Messtechnik und Elektronik

- 3D-Koordinatenmessgerät, Zeiss PRISMO VAST 5 HTG (in Kooperation mit dem Institut für Spanende Fertigung, TU Dortmund)
- 3D-Video-Messsystem, Optomess A250
- 3MA-II Prüfsystem, Fraunhofer IZFP
- Dichtemessgerät, IMETER V6 der Fa. MSB Breitwieser MessSysteme
- Dickenmessgerät, Krautkrämer CL 304
- Digitales Speicheroszilloskop, 4 Messkanäle, LeCroy HDO6104A
- Digitales Speicheroszilloskop, 4 Messkanäle, LeCroy Waverunner 104 MX

- Digitales Speicheroszilloskop, 4 Messkanäle, Tektronix TDS 420A
- Eigenspannungsmessung mittels Bohrlochmethode und DMS-Messungen, Milling Guide RS-200
- Eigenspannungsmessung mittels Bohrlochmethode und elektronischer Specklemuster-Interferometrie (ESPI), Stresstech Prism
- Frequenzbereichsreflektometer ODiSI-B10 von Polytec: Gerät zur orts- und zeitaufgelösten Temperatur- oder Dehnungsmessung
- Großkammer-REM, Mira XI der Fa. Visitec (in Kooperation mit dem Institut für Spanende Fertigung und dem Lehrstuhl für Werkstofftechnologie, TU Dortmund)
- Härteprüfer, Wolpert Diatestor 2 RC/S
- Infrarot-Messaufnehmer, PYROSKOP 273 C
- Keyence Laser: Berührungslose Distanzmessung
- Laserbasiertes Photon-Doppler-Velocimeter zur Messung hoher Bauteilgeschwindigkeiten
- Laser-Extensometer für Universalprüfmaschinen, Zwick laserXtens 2-120 HP/TZ
- Laser-Surface-Velocimeter (LSV): Berührungslose Geschwindigkeitsmessung
- Multiwellenlängen-Pyrometer, Williamson pro 100 series
- Nahinfrarot-Pyrometer, Sensortherm Metis M316
- Nahinfrarot-Pyrometer, Sensortherm Metis M318
- Optische 3D-Bewegungsanalyse: GOM PONTOS 4M
- Optische 3D-Digitalisierer: 2x GOM ATOS Triple Scan, GOM TRITOP
- Optische 3D-Verformungsanalyse: 4x GOM ARAMIS (2x 5M + 1x 4M + 1x 2M), GOM ARGUS
- Polarisationsfähiges Auflichtmikroskop, Zeiss Axio Imager.M1m
- REM/SEM-EDX Tischgerät: Coxem EM-30 PLUS, RJL Micro & Analytic
- Röntgendiffraktometer zur Eigenspannungsmessung, Stresstech Xstress 3000
- Wärmebildkamera, Auflösung 1280 x 960, Infratec VarioCam HD head 680 S

Sonstiges

- 6-Achsen-Roboter, KUKA-Industrieroboter KR 5 sixx R650
- 6-Achsen-Roboter, KUKA-Industrieroboter KR 90 R3700 prime K

- Ätz- und Polierstation, LectroPol-5, Struers
- CNC-Universal-Drehmaschine, DMG MORI NEF 400 V3
- DC-Stromquelle LAB4020
- Drehmaschine, Weiler Condor VS2
- Einmessgestell, Boxdorf HP-4-2082
- Elektropoliergerät, Stresstech Kristall 650
- Hochfrequenz-Generator, 10 kW, Hüttinger Axio 10/450
- Hochleistungs-Metallkreissägemaschine, Häberle AL 380
- Horizontal-Gehrungsbandsäge, Klaeger HBS 265 DG
- Hydraulikaggregate und Druckübersetzer bis 4000 bar (3x)
- Hydrostatisches Glattwalzwerkzeug, Ecoroll, HG13 und HG6
- Industrieroboter KUKA KR 30-3
- Laser-Bearbeitungszentrum, Trumpf LASERCELL TLC 1005
- Mittelfrequenz-Generator, 40 kW, Trumpf TruHeat 3040 und 7040, mit Koax-Trafo
- Nachbearbeitungszelle für additive Fertigung, joke Technology ENESKApostpro
- Nasstrennschleifmaschine Discotom-100, Struers (in Kooperation mit dem Institut für Spanende Fertigung)
- Planband-Schleifmaschine, Baier PB-1200-100S
- Rollnahtschweißmaschine, Elektro-Schweißtechnik Dresden UN 63 pn
- verschiedene Maschinen zur spanenden Bearbeitung
- Zugprobenschleifmaschine, Schütz + Licht PSM 2000
- Zugprobenstanze, 1200 kN, Schütz + Licht ZS1200CN



Kooperationen | Cooperations

06

Kooperationen | Cooperations

Auf diesem Wege möchten wir uns für die vielfältige Zusammenarbeit im Jahr 2020 bedanken, ohne die unser gemeinsamer Erfolg nicht möglich wäre.

At this point we would like to express our gratitude to the large number of various cooperation partners in 2020 which have added to our joint success.

Industriebeirat des IUL | IUL Industrial Advisory Board

Das Gremium des Industriebeirates vermittelte auch im Jahr 2020 wichtige Impulse hinsichtlich des industriellen Forschungsbedarfes. An dieser Stelle möchten wir uns für diese wertvolle Zusammenarbeit bedanken.

In 2020, the Industrial Advisory Council provided yet again significant input regarding the need for research from an industrial point of view. We would like to take this opportunity to express our gratitude for this valuable cooperation.

- Gerhard Bürstner, Ing.-Büro Gerhard Bürstner
- Marius Fedler, Kunststoff-Institut für die mittelständische Wirtschaft NRW GmbH
- Dr. Frank O. R. Fischer, Forschungsinstitut für Anorganische Werkstoffe – Glas/Keramik
- Dr. Georgios Georgiadis, Volkswagen AG

- Patrick Großhaus, Egon Grosshaus GmbH & Co. KG
- Rainer Hank, TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH & Co. KG
- Dr. Jens Heidenreich, PHOENIX FEINBAU GmbH & Co. KG
- Wolfgang Heidrich, GDA – Gesamtverband der Aluminiumindustrie e. V.
- Jörg Höppner, Verband Metallverpackungen e. V.
- Dr. Stefan Keller, Hydro Aluminium Rolled Products GmbH
- Dr. Lutz Keßler, ThyssenKrupp Steel Europe AG
- Dr. Lukas Kwiatkowski, Otto Fuchs KG
- Prof. Gideon Levy, TTA – Technology Turn Around
- Dr. Hans Mulder, Tata Steel Research & Development Product Application Centre
- Franz-Bernd Pauli, Franz Pauli GmbH & Co. KG
- Rainer Salomon, Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V. (FOSTA)
- Dr. Hendrik Schafstall, simufact engineering GmbH
- Dr. Eduard Schenuit, Zwick GmbH & Co. KG
- 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

Universitäre Kooperationen auf nationaler Ebene | University cooperations at national level

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

- Institut für Werkstoffkunde, Leibniz Universität Hannover
- Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften, Technische Universität München
- Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb, Technische Universität Berlin
- Laboratorium für Werkstoff- und Fügetechnik, Universität Paderborn
- Lehrstuhl Baumechanik, Technische Universität Dortmund
- Lehrstuhl Fertigungstechnik, Universität Duisburg-Essen
- Lehrstuhl für Fertigungstechnologie, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
- Lehrstuhl für Feststoffverfahrenstechnik, Ruhr-Universität Bochum
- Lehrstuhl für Konstruktion und Fertigung, Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg
- Lehrstuhl für Umformtechnik und Gießereiwesen, Technische Universität München
- Lehrstuhl für Umformtechnik, Universität Siegen
- Lehrstuhl für Werkstofftechnologie, Technische Universität Dortmund
- Lehrstuhl Hybrid Additive Manufacturing, Ruhr-Universität Bochum
- Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft, Ruhr-Universität Bochum
- Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH, Düsseldorf
- Professor für Baumechanik, Universität der Bundeswehr München
- Professur für Theoretische Elektrotechnik und Numerische Feldberechnung, Helmut-Schmidt-Universität, Universität der Bundeswehr Hamburg
- Professur Virtuelle Fertigungstechnik, Technische Universität Chemnitz
- Professur Werkstoffwissenschaft, Technische Universität Chemnitz
- wbk Institut für Produktionstechnik, Karlsruher Institut für Technologie
- Werkzeugmaschinenlabor, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
- Zentrum für Hochschulbildung (zhb), Technische Universität Dortmund

Universitäre Kooperationen auf internationaler Ebene | University cooperations at international level

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

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

- Airbus Helicopters
- Alfred Konrad Veith GmbH & Co. KG
- alutec metal innovations GmbH & Co. KG
- AUDI AG
- AutoForm Engineering Deutschland GmbH
- Baoshan Iron & Steel Co. Ltd.
- Benteler International AG
- Bilstein GmbH & Co. KG
- BMW AG
- BÖHLER-UDDEHOLM Deutschland GmbH
- borit Leichtbau-Technik GmbH
- CARL BECHEM GMBH
- Centroplast Engineering Plastics GmbH
- C-TEC Constellium Technology Center
- Daimler AG
- data M Sheet Metal Solutions GmbH
- Deutsche Edelstahlwerke Specialty Steel GmbH & Co. KG
- DYNAmore GmbH
- EiringKlinger AG
- F. W. Brökelmann Aluminiumwerk GmbH & Co. KG
- Faurecia Group
- FLORA Wilh. Förster GmbH & Co. KG
- Franz Pauli GmbH & Co. KG
- Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG
- FRIMO Group GmbH Composites & Tooling Technologies
- Gebr. Wielpütz GmbH & Co. KG
- Gerhardi AluTechnik GmbH
- Goekeler Messtechnik GmbH
- Grundfos GmbH
- GSU Schulungsgesellschaft für Stanz- und Umformtechnik mbH
- Heggemann AG
- HELLA GmbH & Co. KGaA
- Hirschvogel Umformtechnik GmbH
- HMT Höfer Metall Technik GmbH & Co. KG
- HoDforming GmbH
- HUECK Extrusion GmbH & Co. KG
- Hydro Aluminium Deutschland GmbH
- inpro Innovationsgesellschaft für fortgeschrittene Produktionssysteme in der Fahrzeugindustrie mbH
- JFE Steel Corporation
- Johnson Controls Hiltchenbach GmbH
- Kirchhoff Automotive GmbH
- Kistler Instrumente AG
- KOBE STEEL, LTD.

- KODA Stanz- und Biegetechnik GmbH
- Kunststoff-Institut Lüdenscheid (KIMW GmbH)
- MATFEM Partnerschaft Dr. Gese & Oberhofer
- MK Metallfolien GmbH
- Mubea Unternehmensgruppe
- 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
- Schwarze-Robitec GmbH
- simufact engineering gmbh
- SMS Meer GmbH
- SSAB Svenskt StåLAB
- Steitz Präzisionstechnik GmbH
- STURM GmbH
- Tata Steel
- thyssenkrupp Rasselstein GmbH
- thyssenkrupp Steel Europe AG
- TM Lasertechnik GmbH
- transfluid Maschinenbau GmbH
- TRUMPF Hüttinger GmbH + Co. KG
- TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH + Co. KG
- Viessmann Werke GmbH & Co. KG
- voestalpine AG
- VOLKSWAGEN AG
- Vossloh AG
- wefa Westdeutsche Farben GmbH
- Welser Profile Deutschland GmbH
- Wilke Werkzeugbau GmbH & Co. KG
- WILO SE
- Zentrum für BrennstoffzellenTechnik GmbH

In addition, several companies with disclosure agreements.

Verbände | Associations

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

Stiftungen | Foundations

- KARL-KOLLE-Stiftung
- Stifterverband Metalle e. V.
- VolkswagenStiftung
- Werner Richard – Dr. Carl Dörken Stiftung
- Wilo-Foundation





Abgeschlossene Arbeiten | Completed Theses

07

Abgeschlossene Masterarbeiten¹ | Completed Master of Science Theses²

Allwörden, Marius A. von

Tekkaya, A. E.; Rosenthal, S.

Machbarkeitsstudie zum Tiefziehen von additiv gefertigten Sandwichblechen mit strukturiertem Kern

Deep drawing of additively manufactured sandwich sheets with structural core

Ehsany, Ayda

Tekkaya, A. E.; Kolpak, F.

Prozessauslegung des Tiefziehens mit nachgelagertem Napf-Fließpressen zur Herstellung von Verbundbauteilen

Process design of deep drawing with subsequent backward can extrusion for the production of composite components

Aydin, Oguzhan

Tekkaya, A. E.; Kolpak, F.

Ermittlung von Eigenspannungen kaltfließpresster Teile mittels Konturmethode

Determination of residual stresses in cold extruded parts by contour method

Esken, Lukas

Tekkaya, A. E.; Rosenthal, S.

Verbesserung der Umformbarkeit von Sandwichblechen mittels Strukturoptimierung

Improving the formability of sandwich sheets using structural optimization

Bazargan, Pedram

Tekkaya, A. E.; Clausmeyer, T.

Bewertung und Klassifizierung ultrahochfester Stähle mit Festigkeiten größer 0,8 GPa für Anwendungen in der Karosserie

Evaluation and classification of ultra-high-strength steels with strength larger than 0.8 GPa for applications in body-in-white

Franke, Jan N.

Chen, J.-J. (Fak. Informatik); Tekkaya, A. E.

Ferngesteuerte Regelung eines Rotationszugbiegeprozesses basierend auf Inline-Konturmessungen

Remote closed loop control of a rotary draw bending process based on inline contour measurements

Güneş, Bedir T.

Tekkaya, A. E.; Kamaliev, M.

Materialeigenschaften, Schädigungs- und Crashverhalten eines HSLA-Stahls für das Bake-Hardening bei verschiedenen Vordehnungsstufen

Material characteristics, damage, and impact behavior of HSLA steel for bake hardening and various pre-strain levels

Christiansen-Lenger, Sean P.

Tekkaya, A. E.; Martschin, J.

Untersuchung der Produkteigenschaften beim drucküberlasteten kinematischen Biegen von offenen Profilen

Investigation of the product properties during kinematic bending with stress superposition of open cross sections

1 Originaltitel ist fett gedruckt.

2 Original title written in bold.

Haase, Max

Tekkaya, A. E.; Schulze, A.

Ermittlung von Einflussparametern auf ausgewählte Werkstoffkennwerte beim direkten Strangpressen einer neu entwickelten Kupferlegierung

Determination of influencing parameters on selected material properties during direct extrusion of a newly developed copper alloy

Hazarika, Dikshita

Tekkaya, A. E.; Gebhard, J.

Untersuchung einer erweiterten Methode zur Dornkühlung beim Stahl-Strangpressen

Investigation of an enhanced concept for mandrel cooling in steel extrusion

Herweg, Dominik

Tekkaya, A. E.; Wernicke, S.

Steigerung der Geometriegenauigkeit bei der Inkrementellen Blechmassivumformung von Zahnradern

Improvement of the geometrical accuracy in incremental sheet-bulk metal forming

Kubasinski, Steffen

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

Einfluss der Wärmebehandlung auf die Umformbarkeit von stranggepressten ME20-Magnesiumblechen

Influence of heat treatment on the formability of extruded ME20 magnesium sheets

Lennemann, Philipp

Tekkaya, A. E.; Komodromos, A.

Experimentelle Charakterisierung und numerische Analyse des Umformverhaltens von Kupferdraht im Linearwickelprozess unter Berücksichtigung des Bauschinger-Effektes

Experimental characterization and numerical analysis of the forming behavior of copper wire in the linear winding process taking the Bauschinger effect into account

Marin Tovar, Carlos A.

Tekkaya, A. E.; Upadhyaya, S.

Charakterisierung der Bruchfestigkeit von optimierten ferritischen und bainitischen Stählen unter Berücksichtigung der Scherbelastung

Characterization of fracture resistance of optimized ferritic and bainitic steel grades with special focus on shear loading

Merghani Ahmed, Mohamed

Tekkaya, A. E.; Grodotzki, J.

Analyse eines Sicherungsringes: Umformprozess und Performanceevaluation mittels Entwicklung eines effizienten Workflows in Abaqus/Explicit

Analysis of retainer ring: forming operation and performance evaluation by development of an efficient workflow in Abaqus/Explicit

Patrick, Johnsan

Tekkaya, A. E.; Komodromos, A.

Numerische und experimentelle Analyse der Einflussfaktoren auf den Richtvorgang von Kupfer-Flachdraht

Numerical and experimental analysis of the influencing factors on the straightening process of copper flat wire

Pylaeva, Aleksandra

Tekkaya, A. E.; Selvaggio, A.

Automatisierter Remote-Lochaufweiterversuch mit photogrammetrischer Messung und robotergestützter Probenbehandlung

Remote and automated hole expansion testing with the help of photogrammetry and robotic specimen handling

Rakshit, Tanmoy

Tekkaya, A. E.; Kolpak, F.

Numerische Untersuchung des Radialumformens zur Herstellung von Monoblock-Hohlwellen

Numerical investigation of rotary swaging to produce monoblock tubular shafts

Stennei, Markus

Tekkaya, A. E.; Dardaai Joghani, H.

Entwicklung eines multivariablen Werkzeugsystems für die inkrementelle Blechumformung

Development of a multi-variable tool for incremental sheet metal forming

Stiebert, Fabian

Tekkaya, A. E.; Traphöner, H.

Charakterisierung von Feinstblechen aus Stahl im ebenen Torsionsversuch

Characterization of very thin steel sheets with the in-plane torsion test

Thier, Ulrich

Tekkaya, A. E.; Wernicke, S.

Lokale Beeinflussung des Fließbeginns durch thermisches Gradienten beim inkrementellen Blechmassivumformen

Manipulation of the yield locus by thermal grading in incremental sheet-bulk metal forming

Vügten, Simon

Tekkaya, A. E.; Rosenthal, S.

Einfluss der Schubsteifigkeit und relativen Dichte auf das Umformverhalten von additiv gefertigten Sandwichelementen

Influence of shear stiffness and relative density on the bending behavior of additively manufactured sandwich sheets

Werner, Philipp

Tekkaya, A. E.; Kamaliev, M.

Experimentelle und numerische Charakterisierung der Spannungsübertragung von granularen Medien

Experimental and numerical characterization of the stress distribution of granular media

Abschlossene Bachelorarbeiten | Completed Bachelor of Science Theses

Borek, Martin

Tekkaya, A. E.; Maaß, F.

Prozesserweiterung zur zugspannungsüberlagerten inkrementellen Blechumformung

Process enhancement for tensile stress-superposed incremental sheet metal forming

Noske, Jonas D.

Tekkaya, A. E.; Siddharth, U.

Entwicklung einer roboterbasierten Probenhandhabung für eine automatisierte Remote-Biegezone

Development of a robot-based specimen handling system for a remote bending cell

Flesch, Jan

Tekkaya, A. E.; Upadhya, S.

Untersuchung des Einflusses von Geometrie- und Werkstoffeigenschaften auf den Rotationszugbiegeprozess

Study on the influence of geometrical and material parameters on the rotary draw bending process

Greiten, Pia

Tekkaya, A. E.; Rosenthal, S.

Umformung additiv gefertigter Sandwichbleche – Eine Effizienzanalyse der kombinierten Prozesskette

Forming of additively manufactured sandwich sheets – Efficiency analysis of the combined process

Polat, Halil C.

Tekkaya, A. E.; Maaß, F.

Prozesserweiterung zur druckspannungsüberlagerten inkrementellen Blechumformung

Process enhancement for compression stress-superposed incremental sheet metal forming

Powilleit, Rojan B.

Tekkaya, A. E.; Weber, F.

Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung von hybriden Werkstoffverbindungen

Non-destructive materials testing of hybrid joints

Willerscheid, Jannis

Tekkaya, A. E.; Rosenthal, S.

Numerische und analytische Betrachtung des Versagens von additiv gefertigten Sandwichblechen unter Biegebelastung

Numerical and analytical failure behavior of additively manufactured sandwich sheets under bending loads

Heimsoth, Alexander

Tekkaya, A. E.; Lueg-Althoff, J.

Analyse und Verbesserung umformtechnisch erzeugter Blech-Blech-Verbindungen

Analysis and improvement of sheet connections made by forming processes

Würtz, Felix

Tekkaya, A. E.; Kamaliev, M.

Modellierung der thermischen Randbedingungen basierend auf der induktiven Erwärmung beim TIP-Prozess

Modeling of the thermal boundary conditions based on inductive heating in the TIP process

Abschlossene Projektarbeiten | Completed Project Theses

Ali, Ammar

Tekkaya, A. E.; Upadhyaya, S.

Automatisierung der mikroskopischen Bruchflächenbestimmung in Zugproben

Automation of microscopic fracture area determination in tensile specimens

Chen, Changqing

Tekkaya, A. E.; Gebhard, J.

Analytische Untersuchung des U-Profilbiegens bei kleinen Biegeradien

Analytical investigation of u-profile bending with small radii

Chinna Kannu, Lakshmi K.

Tekkaya, A. E.; Goyal, S.

Simulation eines Tiefziehprozesses mit Hybridstempel zur elektromagnetischen Umformung

Simulation of a deep drawing process with hybrid punch used for electromagnetic forming

Chowdari Ghattamaneni, Manish

Tekkaya, A. E.; Grodotzki, J.

Versagensanalyse in der Umformtechnik mithilfe von XFEM

Fracture analysis in sheet metal forming using XFEM

Dobrowolski, Fabian

Tekkaya, A. E.; Komodromos, A.

Numerische Analyse des direkten Presshärtens mit integrierter Werkzeugkühlung unter Berücksichtigung lokaler Reibverhältnisse

Numerical analysis of direct hot stamping with integrated tool cooling considering local friction conditions

Erdem, Nagihan; Martinez Cubides, Andres A.

Tekkaya, A. E.; Upadhyaya, S.

Validierung der Ausdünnungsgrenze als Versagensvorhersagekriterium und Bewertung der Durchführbarkeit von KOBE-Tests zur Charakterisierung der Kantenrissempfindlichkeit

Validation of the edge thinning limit as a failure prediction criteria and evaluating the feasibility of KOBE tests to characterise edge crack sensitivity

Knop, Roman

Tekkaya, A. E.; Traphöner, H.

Automatisierung des ebenen Torsionsversuchs

Automation of the in-plane torsion test

Matuschek, Tomasz; Sheng, Nico

Tekkaya, A. E.; Tebaay, L.

Entwicklung eines Prozessfensters für das Laserpulverauftragschweißen bei Dünnblechen

Development of a process window for laser powder metal deposition onto thin sheets

- Meier, Philipp; Rubrecht, Arvid**
Tekkaya, A. E.; Dardaai Joghhan, H.
Parameterstudie für das Pulverauftragsschweißen von Einzelkehlnähten mit unterschiedlichen Blechdicken
Parameter study for powder cladding of single fillet welds with different sheet thicknesses
- Meyering, Kevin**
Tekkaya, A. E.; Dardaai Joghhan, H.
Untersuchung der Aufbaueigenschaften von Quadern auf geneigten Dünnscheiben beim Laserpulverauftragsschweißen
Investigation of the structure properties of cuboids on inclined thin sheets during laser powder cladding
- Mohanasundararaju, Veerendra K.**
Tekkaya, A. E.; Hahn, M.
Numerische Untersuchung der Druckverteilungsgestaltung in der Umformung mittels vaporisierender Aktuatoren
Numerical study on the pressure distribution design in vaporizing foil actuator forming
- Pehlivan, Berna**
Tekkaya, A. E.; Rosenthal, S.
Umformtechnische Charakterisierung des Werkstoffes GP1 zur additiven Fertigung
Material characterization of additively manufactured GP1 for the use in forming technology
- Powilleit, Rojan B.**
Tekkaya, A. E.; Weber, F.
Numerische Untersuchung des formschlüssigen Außenhochdruckfügens
Numerical investigation of form-fit joining by outer pressurization
- Rakshit, Tanmoy**
Tekkaya, A. E.; Schmitz, F.
Entwicklung eines temperaturabhängigen Versagenskriteriums zur Modellierung des adiabaten Scherschneidens
Development of a temperature-dependent fracture criterion for modelling adiabatic blanking
- Sandoval Macias, Efrain D.**
Tekkaya, A. E.; Weber, F.
Untersuchung des Einsatzes geteilter Dichtringe beim Außenhochdruckfügen
Analysis of the applicability of separated sealing rings for joining by forming with outer pressurization
- Sarker, Manabendra**
Tekkaya, A. E.; Rosenthal, S.
Untersuchung des Einflusses der geometrischen Parameter von Sandwichstrukturen mittels Finite-Elemente-Methoden
Study of the influence of the geometrical parameters on sandwich structures using Finite Element Methods

Selpol, Vinod K.

Tekkaya, A. E.; Goyal, S.

Design und Analyse der Hybridspule für den Einsatz im elektromagnetischen Umformprozess

Design and analysis of the hybrid coil for the application in electromagnetic forming process

Stiebert, Fabian

Tekkaya, A. E.; Grodotzki, J.

Additive Fertigung zur Fertigung komplexer Werkzeuge und Implantate

Additive manufacturing for advanced die and implants



Ausgewählte Veröffentlichungen und Vorträge |
Selected Publications and Lectures

08

Zeitschriftenbeiträge | For SCI-Journals

- Bellmann, J., Lueg-Althoff, J., Niessen, B., Böhme, M., Schumacher, E., Beyer, E., Leyens, C., Tekkaya, A. E., Groche, P., Wagner, M. F.-X., Böhm, S., 2020. Particle Ejection by Jetting and Related Effects in Impact Welding Processes. *Metals* 10, 1108.
- Demir, K., Goyal, S., Hahn, M., Tekkaya, A. E., 2020. Novel approach and interpretation for the determination of electromagnetic forming limits. *Materials* 13 (18), DOI:10.3390/ma13184175.
- Gitschel, R., Kolpak, F., Hering, O., Tekkaya, A. E., 2020. Increasing the Lightweight Potential of Composite Cold Forging by Utilizing Magnesium and Granular Cores. *Metals* 11 (1), 32, DOI: 10.3390/met11010032.
- Hahn, M., Tekkaya, A. E., 2020. A quick model for demonstrating high speed forming capabilities. *Mechanics Research Communications* 108, DOI:10.1016/j.mechrescom.2020.103579.
- Hahn, M., Tekkaya, A. E., 2020. Experimental and Numerical Analysis of the Influence of Burst Pressure Distribution on Rapid Free Sheet Forming by Vaporizing Foil Actuators. *Metals* 10, 845.
- Hering, O., Tekkaya, A. E., 2020. Damage-induced performance variations of cold forged parts. *Journal of Materials Processing Technology* 279, 116556.
- Lueg-Althoff, J., Bellmann, B., Hahn, M., Schulze, S., Gies, S., Tekkaya, A. E., Beyer, E., 2020. Joining dissimilar thin-walled tubes by Magnetic Pulse Welding. *Journal of Materials Processing Technology* 279, DOI: 10.1016/j.jmatprotec.2019.116562.
- Maab, F., Hahn, M., Tekkaya, A. E., 2020. Interaction of Process Parameters, Forming Mechanisms, and Residual Stresses in Single Point Incremental Forming. *Metals* 10, 656.
- Niessen, B., Schumacher, E., Lueg-Althoff, J., Bellmann, J., Böhme, M., Böhm, S., Tekkaya, A. E., Beyer, E., Leyens, C., Wagner, M. F.-X., Groche, P., 2020. Interface Formation during Collision Welding of Aluminum. *Metals* 10, 1202.

- Pragana, J. P. M., Rosenthal, S., Alexandrino, P., Araujo, A., Braganca, I. M. F., Silva, C., Leitao, P., Tekkaya, A. E., Martins, P. A. F., 2020.** Coin minting by additive manufacturing and forming. *Journal of Engineering Manufacture*, DOI: 10.1177/0954405420971128.
- Schmitz, F., Winter, S., Clausmeyer, T., Wagner, M. F.-X., Tekkaya, A. E., 2020.** Adiabatic blanking of advanced high strength steels. *CIRP Annals Manufacturing Technology* 69 (1), pp. 269–272.
- Stankevic, V., Lueg-Althoff, J., Hahn, M., Tekkaya, A. E., Zurauskiene, N., Dily, J., Klimantavicius, J., Kersulis, S., Simkevicius, C., Batevicius, S., 2020.** Magnetic field measurements during magnetic pulse welding using CMR-B-scalar sensors. *Sensors* 20, 5925.
- Tebaay, L. M., Hahn, M., Tekkaya, A. E., 2020.** Distortion and Dilution Behavior for Laser Metal Deposition onto Thin Sheet Metals. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology* 7, pp. 625-634.
- Tekkaya A. E., Bouchard, P. O., Bruschi, S., Tasan, C. C., 2020.** Damage in metal forming. *CIRP Annals – Manufacturing Technology* 69 (2), pp. 600-623.
- Wernicke, S., Hahn, M., Gerstein, G., Nürnberger, F., Tekkaya, A. E., 2020.** Strain path dependency in incremental sheet-bulk metal forming. *International Journal of Material Forming*, DOI: 10.1007/s12289-020-01537-0.
- Zhang, S., Lueg-Althoff, J., Hahn, M., Tekkaya, A. E., Kinsey, B., 2020.** Effect of process parameters on wavy interfacial morphology during magnetic pulse welding. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, DOI: 10.1115/1.4048516.

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

- Clausmeyer, T., Gutknecht, F., Gerstein, G., Nürnberger, F., 2020. Testing of formed gear wheels at quasi-static and elevated strain rates. *Procedia Manufacturing* 47, pp. 623-628.
- Clausmeyer, T., Schowtjak, A., Gitschel, R., Wang, S., Hering, O., Pavliuchenko, P., Lohmar, J., Ostwald, R., Hirt, G., Tekkaya, A. E., 2020. Prediction of Ductile Damage in the Process Chain of Caliber Rolling and Forward Rod Extrusion. *Procedia Manufacturing* 47, pp. 649-655.
- Gallus, S., Wernicke, S., Hahn, M., Tekkaya, A. E., 2020. Erweiterung der Prozessgrenzen beim Inkrementellen Blechmassivumformen durch Thermisches Gradieren der Halbzeuge. Extended Abstract. In: Tagungsband des 23. Umformtechnischen Kolloquiums Hannover – Innovationspotenziale in der Umformtechnik, pp. 166-167.
- Hirt, G., Tekkaya, A. E., Clausmeyer, T., Lohmar, J., 2020. Potential and status of damage controlled forming processes. *Production Engineering* 14, DOI: 10.1007/s11740-019-00948-6.
- Holstein, V., Hermes, M., Tekkaya, A. E., 2020. Analysis of incremental die bending of wires and tubes. *Production Engineering* 14, pp. 265-274.
- Jäckel, M., Coppieters, S., Vandermeiren, N., Kraus, C., Drossel, W.-G., Miyake, N., Kuwabara, T., Unruh, K., Traphöner, H., Tekkaya, A. E., Balan, T., 2020. Process-oriented Flow Curve Determination at Mechanical Joining. *Procedia Manufacturing* 47, pp. 368-374.
- Kleinschnittger, O., Strenger, N., Petermann, M., Frerich, S., Grodotzki, J., Selvaggio, A., Tekkaya, A. E., 2020. Remote Laboratories in Engineering Education – Deriving Guidelines for their Implementation and Operation. In: Proceedings of the 48th Annual Conference of European Society for Engineering Education (SEFI) online, pp. 251-259.
- Kotzyba, P., Grötzinger, K. C., Hering, O., Liewald, M., Tekkaya, A. E., 2020. Introduction of Composite Hot Extrusion with Tubular Reinforcements for Subsequent Cold Forging. In: Proceedings of the 10th Congress of the German Academic Association for Production Technology (WGP), Dresden, Germany, DOI: 10.1007/978-3-662-62138-7_20.

- Langenfeld, K., Schowtjak, A., Schulte, R., Hering, O., Möhring, K., Clausmeyer, T., Ostwald, R., Walther, F., Tekkaya, A. E., Mosler, J., 2020. Influence of anisotropic damage evolution on cold forging. *Production Engineering* 14 (1), pp. 115–121.
- Moglyenko, O., Selvaggio, A., Upadhy, S., Groditzki, J., Tekkaya, A. E., 2020. Augmented Reality Application for the Mobile Measurement of Strain Distributions. In: *Proceedings of the 17th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation*, DOI: 10.1007/978-3-030-52575-0_19.
- Pragana, J. P. M., Rosenthal, S., Bragança, I. M. F., Silva, C. M. A., Tekkaya, A. E., Martins, P. A. F., 2020. Hybrid Additive Manufacturing of Collector Coils. *Journal of Manufacturing and Materials Processing* 4 (4), 115; DOI: 10.3390/jmmp4040115.
- Rosenthal, S., Maaß, F., Kamaliev, M., Hahn, M., Gies, S., Tekkaya, A. E., 2020. Lightweight in Automotive Components by Forming Technology. *Automotive Innovation* 3, DOI: 10.1007/s42154-020-00103-3.
- Samfaß, L., Baak, N., Meya, R., Hering, O., Tekkaya, A. E., Walther, F., 2020. Micro-magnetic damage characterization of bent and cold forged parts. *Production Engineering* 14 (1), pp. 77-85.
- Schowtjak, A., Wang, S., Hering, O., Clausmeyer, T., Lohmar, J., Schulte, R., Ostwald, R., Hirt, G., Tekkaya, A. E., 2020. Prediction and analysis of damage evolution during caliber rolling and subsequent cold forward extrusion. *Production Engineering* 14 (1), pp. 33-41.
- Sprave, L., Schowtjak, A., Meya, R., Clausmeyer, T., Tekkaya, A. E., Menzel, A., 2020. On mesh dependencies in finite-element based damage prediction: application to sheet metal bending. *Production Engineering* 14 (1), pp. 123-134.
- Tekkaya, A. E., Gitschel, R., Meya, R., Hering, O., 2020. Schädigungsgesteuerte Umformprozesse. In: *Tagungsband des 34. Aachener Stahlkolloquiums*, pp. 19-28.
- Tekkaya, A. E., Min, J., 2020. Special Issue on Automotive Lightweight. *Automotive Innovation* 3, pp. 193-194.
- Upadhy, S., Groditzki, J., Selvaggio, A., Moglyenko, O., Tekkaya, A. E., 2020. Remote Lab to Illustrate the Influence of Process Parameters on Product Properties in Additive Manufacturing. In: *Proceedings of the 17th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation*, DOI: 10.1007/978-3-030-52575-0_37.

- Weber, F., Hahn, M., Tekkaya, A. E., 2020.** Joining by die-less hydroforming with outer pressurization. *Journal of Advanced Joining Processes* 1, DOI: 10.1016/j.jaip.2020.100014.
- Wernicke, S., Hahn, M., Tekkaya, A. E., 2020.** Herstellung Belastungsangepasster Funktionsbauteile Mittels Inkrementeller Blechmassivumformung. Extended Abstract. In: *Tagungsband des 23. Umformtechnischen Kolloquiums Hannover – Innovationspotenziale in der Umformtechnik*, pp. 164-165.
- Wernicke, S., Thier, U., Hahn, M., Tekkaya, A. E., 2020.** Controlling material flow in incremental sheet-bulk metal forming by thermal grading. *Procedia Manufacturing* 50, pp. 257-264.
- Zhang, C., Wang, Y., Chen, Z., Yang, N., Lou, Y., Clausmeyer, T., Tekkaya, A. E., 2020.** Characterization of plasticity and fracture of an QP1180 steel sheet. *Procedia Manufacturing* 50, pp. 529-534.

Keynote-Vorträge | Keynote Presentations

- Rosenthal, S., Kamaliev, M., Maaß, F., Hahn, M., Gies, S., Tekkaya, A. E., 2020.** Lightweighting Automotive Components by Forming Technology. AUIJN International Symposium on Automotive Lightweight 2020, 20.09.2020, Yangzhou, China.
- Tekkaya A. E., 2020.** Ein Glückwunsch zum Geburtstag vom IUL – Leben und Wirken von Prof. Lange. Festkolloquium anlässlich des 60-jährigen Bestehens des Instituts für Umformtechnik der Universität Stuttgart, 10.01.2020, Stuttgart, Germany.
- Tekkaya, A. E., 2020.** Schädigungsgesteuerte Umformprozesse. 34. Aachener Stahlkolloquium, 18.-19.11.2020, Aachen, Germany.
- Tekkaya A. E., Bouchard, P. O., Bruschi, S., Tasan, C. C., 2020.** Damage in metal forming. AUIJN International Symposium on Automotive Lightweight 2020, 20.09.2020, Yangzhou, China.
- Tekkaya A. E., Bouchard, P. O., Bruschi, S., Tasan, C. C., 2020.** Damage in metal forming. CIRP 2020 Video Paper Sessions, 24.08.2020, Munich, Germany.
- Tekkaya, A. E., Clausmeyer, T., Schowtjak, A., Kirchlechner, C., Lohmar, J., Menzel, A., 2020.** Industrial Impact of Damage in Metal Forming. 23rd ESAFORM2020 – International Conference on Material Forming, 04.-08.05.2020, Cottbus, Germany.
- Tekkaya, A. E., Schowtjak, A., 2020.** Flexibility in Forming: New Technologies at the IUL. Techtank Conference – Innovative Manufacturing for Industrial Use, 26.11.2020, Olofström, Sweden.
- Tekkaya, A. E., Traphöner, H., Clausmeyer, T., Stiebert, F., 2020.** The In-Plane Torsion Test. Metal plasticity seminar: Large strain flow curve identification. 07.10.2020, organized by KU-Leuven and OCAS, Netherlands.

Vorträge | Presentations

- Gallus, S., Wernicke, S., Hahn, M., Tekkaya, A. E., 2020.** T03: Inkrementelle Blechmassivumformung unter Anwendung thermisch gesteuerter Gradierungsmechanismen. Poster-Session. 23. Umformtechnisches Kolloquium Hannover – Innovationspotenziale in der Umformtechnik, 04.-05.03.2020, Hannover, Germany.
- Gitschel, R., Clausmeyer, T., Schowtjak, A., Wang, S., Hering, O., Pavliuchenko, P., Lohmar, J., Ostwald, R., Hirt, G., Tekkaya, A. E., 2020.** Prediction of ductile damage in the process chain of caliber rolling and forward rod extrusion. 23rd International Conference on Material Forming, 04.-08.05.2020, Cottbus, Germany.
- Grodzki, J., Mogylenko, O., Selvaggio, A., Upadhy, S., Tekkaya, A. E., 2020.** HALO – An Open Source Platform for Online Laboratories (Demonstration). 17th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation, 26.-28.02.2020, Athens, GA, USA.
- Grodzki, J., Mogylenko, O., Selvaggio, A., Upadhy, S., Tekkaya, A. E., 2020.** Framework for the use of FEM simulations in Augmented Reality applications (Demonstration). 17th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation, 26.-28.02.2020, Athens, GA, USA.
- Rosenthal, S., Wernicke, S., Hahn, M., Tekkaya, A. E., 2020.** Incremental sheet-bulk metal forming by application of thermal-controlled grading mechanisms. Final colloquium of CRC/Transregio 73, 19.-20.11.2020, Erlangen, Germany.
- Schmitz, F., Gebhard, J., Clausmeyer, T., Tekkaya, A. E., 2020.** Forschungsaktivitäten zur Modellierung nicht-konventioneller Umformprozesse am IUL der TU Dortmund, Transvalor TechDay Dortmund, 02.07.2020, Dortmund, Germany.
- Tekkaya, A. E., Schowtjak, A., 2020.** Flexibility in Forming: New Technologies at the IUL. Invited Talk at Xi'an Jiaotong University, 12.11.2020, Xi'an, Shaanxi, China.
- Weber, F., Hahn, M., Tekkaya, A. E., 2020.** Fügen durch Umformen – Auslegung von Fügeverbindungen. GDA Seminar: Fügen von Aluminiumprofilen und -blechen, 04.-05.02.2020, Duisburg, Germany.

- Wernicke, S., Hahn, M., Tekkaya, A. E., 2020.** A4: Herstellung belastungsangepasster Bauteile mittels inkrementeller Blechmassivumformung. Poster-Session im Rahmen des 23. Umformtechnischen Kolloquium Hannover – Innovationspotenziale in der Umformtechnik, 04.-05.03.2020, Hannover, Germany.
- Wernicke, S., Hahn, M., Tekkaya, A. E., 2020.** Fundamental research and process development for the manufacturing of load-optimized parts by incremental sheet-bulk metal forming. Final colloquium of CRC/Transregio 73, 19.-20.11.2020, Erlangen, Germany.
- Wernicke, S., Thier, U., Hahn, M., Tekkaya, A. E., 2020.** Controlling Material Flow in Incremental Sheet-Bulk Metal Forming by Thermal Grading. The 18th International Conference on Metal Forming, E-Conference, 13.-16.09.2020, Krakow, Poland.

Buchbeiträge | Books

- Gutknecht, F., Gerstein, G., Isik, K., Tekkaya, A. E., Maier, H. J., Clausmeyer, T., Nürnberger, F., 2020.** Analysis of Path-Dependent Damage and Microstructure Evolution for Numerical Analysis of Sheet-Bulk Metal Forming Processes. In: Merklein, M., Tekkaya, A. E., Behrens, B.-A. (Eds.): Lecture Notes in Production Engineering. Research Results of the TCRC73. Sheet-Bulk Metal Forming. Springer, pp. 378-411.
- Kleinschnittger, O., Strenger, N., Petermann, M., Frerich, S., Groditzki, J., Selvaggio, A., Tekkaya, A. E., 2020.** Remote-Labore in der Ingenieurausbildung – Leitlinien für deren Erstellung und Betrieb. In: Isenhardt, I., Petermann, M., Schmohr, M., Tekkaya, A. E., Wilkesmann, U. (Eds.): Lehren und Lernen in den Ingenieurwissenschaften: innovativ, digital, international, wbv Verlag. pp. 15-32.
- Wernicke, S., Hahn, M., Tekkaya, A. E., 2020.** Fundamental research and process development for the manufacturing of load-optimized parts by incremental sheet-bulk metal forming. In: Merklein, M., Tekkaya, A. E., Behrens, B.-A. (Eds.): Lecture Notes in Production Engineering. Research Results of the TCRC73. Sheet-Bulk Metal Forming. Springer, pp. 53-77.
- Wernicke, S., Rosenthal, S., Hahn, M., Tekkaya, A. E., 2020.** Incremental sheet-bulk metal forming by application of thermal-controlled grading mechanisms. In: Merklein, M., Tekkaya, A. E., Behrens, B.-A. (Eds.): Lecture Notes in Production Engineering. Research Results of the TCRC73. Sheet-Bulk Metal Forming. Springer, pp. 493-514.
- ### Herausgeberschaften | Editorships
- Gude, M., Stegelmann, M., Müller-Pabel, M., Böhme, K., Lieberwirth, H., Krampitz, T., Zöllner, M., Meschut, G., Göddecke, J., Tekkaya, A. E., Hahn, M., Schmitz, F., Zäh, M. F., Hofer, A., Grohmann, S., 2020.** FOREL Wegweiser – Handlungsempfehlungen für den ressourceneffizienten Leichtbau.
- Isenhardt, I., Petermann, M., Schmohr, M., Tekkaya, A. E., Wilkesmann, U., 2020.** Lehren und Lernen in den Ingenieurwissenschaften: innovativ, digital, international, wbv Verlag.
- Merklein, M., Tekkaya, A. E., Behrens, B.-A., 2020.** Lecture Notes in Production Engineering. Research Results of the TCRC73. Sheet-Bulk Metal Forming. Springer.





Mitarbeiter | Staff

09

Professoren | Professors



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



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

Sekretariat | Office



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



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

Oberingenieure | Chief Engineers



Dr.-Ing. Till Clausmeyer
Oberingenieur Forschung
0231 755 8429
till.clausmeyer@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



Dr.-Ing. Oliver Hering
Abteilungsleiter Massivumformung
0231 755 8432
oliver.hering@iul.tu-dortmund.de



Dr.-Ing. Rickmer Meya
Abteilungsleiter Profil- und Blechumformung
0231 755 2669
rickmer.meya@iul.tu-dortmund.de



Abteilung Massivumformung | Bulk Metal Forming



Dr.-Ing Oliver Hering
Abteilungsleiter Massivumformung
0231 755 8432
oliver.hering@iul.tu-dortmund.de



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



Robin Gitschel M. Sc.
0231 755 8453
robin.gitschel@iul.tu-dortmund.de



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



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



Florian Kneuper M. Sc.
0231 755 8441
florian.kneuper@iul.tu-dortmund.de



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



Patrick Kotzyba M. Sc.
0231 755 2630
patrick.kotzyba@iul.tu-dortmund.de



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



André Schulze M. Sc.
0231 755 2654
andre.schulze@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



Dr.-Ing. Rickmer Meya
Abteilungsleiter Profil- und Blechumformung
0231 755 2669
rickmer.meya@iul.tu-dortmund.de



Sigrid Hess M. Sc.
(in Elternzeit)



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



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



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



Philipp Lennemann M. Sc.
0231 755 8434
philipp.lennemann@iul.tu-dortmund.de



Juri Martschin M. Sc.
0231 755 8437
juri.martschin@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



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

Abteilung Sonderverfahren | Non-Conventional Processes



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



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



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



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



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



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



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



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

Projektierung | Project planning



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



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



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

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



2020 ausgeschieden | Staff who left in 2020



Stefan Gallus M. Sc.



Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Soeren Gies



Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) Kerstin Lenschen



Dr.-Ing. Christian Löbbbe



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



Oleksandr Mogylenko M. Sc.



Lennart Tebaay M. Sc.

