





# Tätigkeitsbericht

10

## Impressum

ISBN 3-9809535-6-4

Institut für Umformtechnik und Leichtbau  
Technische Universität Dortmund  
Baroper Str. 301  
44227 Dortmund  
Telefon +49 (0) 231 755 2660  
Telefax +49 (0) 231 755 2489  
[www.iul.eu](http://www.iul.eu)

Professor Dr.-Ing. Matthias Kleiner  
Professor Dr.-Ing. A. Erman Tekkaya

Copyright © Institut für Umformtechnik und Leichtbau

Redaktion  
Prof. Dr.-Ing. A. E. Tekkaya  
G. Bach

## Inhalt

	<b>Geleitwort</b>	<b>VI</b>
<b>1</b>	<b>Lehre</b>	<b>1</b>
1.1	Lehrveranstaltungen seit dem Wintersemester 2009/2010	1
1.2	Lehrveranstaltungsangebot - Inhalt	3
1.3	Der neue internationale Studiengang Master of Science in Manufacturing Technology (MMT)	12
1.4	Dissertationen	15
1.5	Abgeschlossene Masterarbeiten	17
1.6	Abgeschlossene Bachelorarbeiten	17
1.7	Abgeschlossene Diplomarbeiten	19
1.8	Abgeschlossene Studienarbeiten	21
1.9	Projektarbeiten	23
<b>2</b>	<b>Forschung für die Lehre</b>	<b>24</b>
2.1	TeachING-LearnING.EU	25
2.2	PeTEX – Platform for e-Learning and Telemetric Experimentation	28
2.3	Vollautomatisierung telemetrischer Versuchsdurchführungen für das Stauchen	30
2.4	Integriertes und forschungsorientiertes Labor	31
2.5	MEDPRO – Ein neues, modulares Bildungsprogramm in der Produktionstechnik	32
2.6	MasTech – Ein flexibles, modulares Masterprogramm in Technologie	33

<b>3</b>	<b>Forschung</b>	<b>34</b>
<b>3.1</b>	<b>Koordinierte Forschungsprogramme</b>	<b>35</b>
3.1.1	Sonderforschungsbereich SFB Transregio 10	35
3.1.2	DFG -Paketantrag 250 Identifikation und Modellierung der Finite-Element- Analyse von Blechumformprozessen	36
3.1.3	DFG -Paketantrag 343 Methodenplanung für quasistatisch-dynamisch kombinierte Umformprozesse	37
<b>3.2</b>	<b>Abteilung Massivumformung</b>	<b>38</b>
3.2.1	Mehrachsiges Runden beim Strangpressen	39
3.2.2	Verbundstrangpressen	40
3.2.3	Simulation des Verbundstrangpressens	41
3.2.4	Effiziente Strangpresssimulation für industrielle Anwendungen	42
3.2.5	Thermo-mechanische Weiterverarbeitung von höher- festen Aluminiumwerkstoffen beim Strangpressen	43
3.2.6	Alternative Fertigungspfade zur umformtechnischen Herstellung von Schraubenrotoren	44
3.2.7	Umformtechnische Wiederverwertung von Aluminiumspänen	45
3.2.8	Erweiterung des Strangpressens von Aluminiumspänen um einen ECAP-Prozess	46
3.2.9	Gefügeentwicklung beim Strangpressen	47
3.2.10	Entwicklung eines Hybridschmiedeverfahrens für hochbeanspruchte Fahrzeugbauteile im Leichtbau	48
3.2.11	Bauteiloptimierung durch Schmieden von verbund- stranggepressten Aluminiumhalbzeugen	49
3.2.12	Grundlagenuntersuchungen zum Hohl-Querfließpressen von Nebenformelementen	50
3.2.13	Analyse der Wirkzusammenhänge zwischen Wärme- behandlung und Verzug von Kaltmassivumformteilen	51
3.2.14	Untersuchung und Verbesserung der Fertigungspro- zesskette vom Drahtziehen bis zum Induktionshärten	52

<b>3.3</b>	<b>Abteilung Blechumformung</b>	<b>53</b>
3.3.1	Methodenplanung für die Prozess- und Werkzeuggestaltung bei der Warmblechumformung	54
3.3.2	Presshärten von Rohren und Profilen mittels formlos fester Stoffe	55
3.3.3	Umformverhalten von organisch beschichteten Blechen	56
3.3.4	Entwicklung von Solarabsorbern in Stahlbauweise auf Basis partiell plattierter Hybridhalbzeuge	57
3.3.5	Erzeugung formschlüssig verbundener Kunststoff-Metall-Hybridbauteile durch integriertes Umformen und Spritzgießen	58
3.3.6	Grundlegende Untersuchung des kombinierten Spritzguss-Blechumformprozesses	59
3.3.7	Entwicklung von formgebenden Werkzeugen aus hydraulisch gebundenen Werkstoffen für wirkmedienbasierte Umformverfahren	60
3.3.8	Entwicklung eines hybriden Tiefziehwerkzeugs mit lokal strukturierten Funktionslayern	61
3.3.9	Strategien zur Kompensation rückfederungsbedingter Formabweichungen	62
3.3.10	Identifikation von Werkstoff- und Reibmodellen sowie zugehöriger Parameter mittels inverser Methodik	63
3.3.11	Analyse der belastungspfadabhängigen Schädigungs- und Mikrostrukturentwicklung zur numerischen Auslegung von Blech-Massiv-Umformprozessen	64
3.3.12	Entwicklung eines anwenderorientierten Versagensmodells für die Blechumformsimulation höchstfester Stahlwerkstoffe	65
3.3.13	Zeiteffiziente Prozesskettenmodellierung und -berechnung in der Blechumformung und -verarbeitung	66

<b>3.4</b>	<b>Abteilung Biegeumformung</b>	<b>67</b>
3.4.1	3D-Biegen von Profilen mit Spannungsüberlagerung	68
3.4.2	ProTuBend - Flexible und wirtschaftliche Fertigung 3D-gebogener Rohre und Profile aus hochfestem Stahl für den Einsatz in Automobileichtbaustrukturen	69
3.4.3	Erforschung und Entwicklung eines Verfahrens und einer Maschinentechologie für das inkrementelle Rohrumformen	70
3.4.4	Untersuchung der Rückfederungskompensation beim Blechbiegen mittels inkrementeller Druckspannungsüberlagerung	71
3.4.5	Entwicklung von Grundlagen zur Auswahl und prozess- sicheren Auslegung von Biegeverfahren für die Her- stellung von Profilen aus innovativen Stahlwerkstoffen	72
3.4.6	Fehleranalyse und -vorhersage im Biegeprozess	73
<b>3.5</b>	<b>Abteilung Sonderverfahren</b>	<b>74</b>
3.5.1	Verfahrensentwicklung für die Kombination von konventionellen und elektromagnetischen Umformverfahren	75
3.5.2	Untersuchung der komplexen Wechselwirkungen bei der elektromagnetischen Rohrumformung	76
3.5.3	Umformtechnisches Fügen	77
3.5.4	Wirkoberflächenbearbeitung thermisch gespritzter Hartstoffschichten für den Einsatz in Umformwerkzeugen	78
3.5.5	Einsatz statistischer Methoden für die Prozessauslegung und Optimierung bei der Konturierung von Bauteilen durch Einziehen	79
3.5.6	Verfahrensentwicklung zur Herstellung belastungsangepasster Bauteile mittels inkrementeller Blechmassivumformung	80
3.5.7	Charakterisierung des dynamischen Prozessverhal- tens bei der inkrementellen Blechumformung (IBU)	81
3.5.8	Untersuchung des Deformationsverhaltens von Thermoplasten bei der inkrementellen Kaltumformung	82



3.5.9	Erstellung eines Materialmodells zur numerischen Untersuchung der Umformung von flächigen thermoplastischen Polymeren	83
<b>3.6</b>	<b>Patente</b>	<b>84</b>
3.6.1	Patentanmeldung Verfahren und Vorrichtung zur inkrementellen Umformung von Profilrohren, insbesondere von Profilrohren mit über die Längsachse variierenden Querschnitten	84
3.6.2	Patentanmeldung Verfahren zur Herstellung von Verbundwerkstücken mit Verstärkungsstrukturen sowie entsprechend hergestellte Verbundwerkstücke (CompForm)	85
3.6.3	Patentanmeldung Aufweit- und Fügevorrichtung mittels Innenhochdruck	86
3.7	Kooperationen	87
<b>4</b>	<b>Weitere Aktivitäten</b>	<b>93</b>
4.1	Veranstaltungen	93
4.2	Gleichstellungsaktivitäten Ferienbetreuung für Schulkinder am IUL	104
4.3	Auszeichnungen	105
4.4	Weiterbildung	107
4.5	Mitwirkung in nationalen und internationalen Organisationen: Prof. Dr.-Ing. A. Erman Tekkaya	111
4.6	Mitwirkung in nationalen und internationalen Organisationen: Prof. Dr.-Ing. Matthias Kleiner	114
<b>5</b>	<b>Internationale Wissenschaftler zu Gast am IUL</b>	<b>116</b>
<b>6</b>	<b>Technische Ausstattung</b>	<b>120</b>
6.1	Versuchsfeld	120
6.2	Rechnerausstattung	123
<b>7</b>	<b>Veröffentlichungen und Vorträge</b>	<b>Mittelteil</b>
<b>8</b>	<b>Mitarbeiter</b>	<b>Mittelteil</b>

## Geleitwort

Sehr geehrte Leserinnen und Leser!

Das Jahr 2010 war für alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Instituts für Umformtechnik und Leichtbau (IUL) durch sechs Projektbegehungen ein anstrengendes, aber erfolgreiches Jahr. Das IUL hat alle Begehungen mit Erfolg bestanden, und wir sind sehr stolz auf das hervorragende Ergebnis dieses unvergesslichen Jahres. Wir möchten deshalb auch unser Geleitwort mit einem Dank an das hervorragende IUL-Team und an unsere treuen Partner beginnen.

Der vorliegende Bericht umfasst unsere verschiedensten Tätigkeiten in Lehre und Forschung, im Transfer von Erkenntnissen und Dienstleistungen in Wirtschaft und Gesellschaft sowie in unserer intensiven internationalen Zusammenarbeit. In diesem Jahr haben wir die Struktur des Berichtes geringfügig geändert. Die Forschungsprojekte sind nicht mehr nach Projekttypen, und hier dann chronologisch, gegliedert, sondern nach den vier Hauptforschungsbereichen des IUL. Damit möchten wir den Lesern einen besseren Überblick zu den Forschungsprojekten für die einzelnen Schwerpunkte des Institutes ermöglichen.

Eine weitere Erneuerung in diesem Tätigkeitsbericht ist die Einführung des Kapitels „Forschung für die Lehre“. Das IUL hat sich in den letzten Jahren – ausgehend von dem Motto „exzellente Lehre braucht exzellente Forschung und exzellente Forschung erfordert exzellente Lehre“ – verstärkt im Rahmen von Forschungsprojekten für die Lehre engagiert. Hierbei wurden wir motiviert durch den Wandel der industriellen globalen Aktivitäten, des demografischen Wandels und der technologischen rasanten Entwicklungen. Ein sehr wichtiges Anliegen ist uns hierbei die Fragestellung der Diversität. In diesem Zusammenhang wurde auch im Berichtszeitraum der internationale Masterstudiengang „Manufacturing Technology“ (MMT) akkreditiert, der seit drei Jahren federführend vom IUL entwickelt wurde. In diesem neuen Studiengang sollen herausragende Studierende aus dem Ausland in dem Fachgebiet Fertigungstechnologien ausgebildet werden.

Eine weitere sehr erfreuliche Nachricht für das Institut war der Ruf an Dr.-Ing. Alexander Brosius auf eine Juniorprofessur für Modellierung und Simulation in Umformtechnik und Leichtbau. Professor Brosius ist seit 2002 am IUL und hat 2005 auf dem Gebiet der Modellierung der elektromagnetischen Umformung promoviert. Seit 2006 war er Leiter der Abteilung Hochgeschwindigkeitsumformung und seit 2007 Akademischer Rat und Oberingenieur für Forschung. Neben der Sprecherschaft des DFG-Paketantrages PAK 250 „Identifikation und Modellierung der Werkstoffcharakteristik für die Finite-Element-Analyse von Blechumformprozessen“ leitet Professor Brosius mehrere Forschungsprojekte. Er ist seit 2009 Research Affiliate des CIRP. Das Institut ist somit durch einen exzellenten Nachwuchswissenschaftler in Forschung und Lehre gestärkt.

Um die wissenschaftliche Betreuung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zu verbessern, wurde in 2010 eine Umstrukturierung vorgenommen. Zweiter Oberingenieur für Forschung wurde Dr. Michael Trompeter. Die Abteilung Hochgeschwindigkeitsumformen wurde in die neue Abteilung Sonderverfahren übergeführt. Es gab in diesem Jahr Wechsel in der Leitung der Abteilungen Sonderverfahren und Blechumformverfahren sowie in der Geschäftsführung des SFB/TR10.

Das IUL hat in 2010 einen Industriebeirat gegründet, der bereits seine erste Sitzung in 2010 gehalten hat. Ziel dieses Beirats ist, das Institut in der Erschließung neuer Forschungsthemen zu beraten und Forschungsergebnisse aus dem IUL unmittelbar in die industrielle Anwendung zu bringen. Wir bedanken uns hier sehr herzlich für die Unterstützung der hochgeschätzten Vertreter der Industrie.

Abschließend möchten wir den unsere Forschung fördernden Institutionen, den zahlreichen Industrieunternehmen sowie allen mit uns in Kooperationen verbundenen Universitätskolleginnen und –kollegen sehr herzlich danken!

A handwritten signature in black ink that reads 'M. Kleiner'.

Matthias Kleiner

A handwritten signature in blue ink that reads 'A. E. Tekkaya'.

A. Erman Tekkaya

Prof. em. Dr.-Ing. Eberhard Graf Finck v. Finckenstein  
\* 9. Dezember 1932 † 19. Dezember 2010

Wir trauern um den großen Wissenschaftler, renommierten akademischen Lehrer, steten Mentor und geschätzten Kollegen, der uns ein Vorbild bleibt.

Eberhard v. Finckenstein absolvierte eine technische Ausbildung und ein ingenieurwissenschaftliches Studium mit anschließender Promotion und Habilitation an der Universität Hannover. Als junger Hochschullehrer gründete er den Lehrstuhl für Umformende Fertigungsverfahren an der Universität Dortmund, aus dem das heutige Institut für Umformtechnik und Leichtbau hervorgegangen ist.

Eberhard v. Finckenstein etablierte sich in Wissenschaft und Forschung auf nationaler und internationaler Ebene mit viel beachteten Arbeiten der Produktionstechnik in einer großen Bandbreite von Grundlagenforschung und deren Anwendungspraxis. Er vermittelte seinen Studierenden, Doktoranden und Mitarbeitern das Bewusstsein für Qualität, Solidität und Bescheidenheit und lehrte alle, Neugier, Erkenntnis und das kritische Hinterfragen in den Mittelpunkt zu stellen. Das hat uns geprägt und dafür sind wir dankbar.

*Prof. Dr.-Ing. Matthias Kleiner      Prof. Dr.-Ing. A. Erman Tekkaya*  
*Für das Team des*  
*Instituts für Umformtechnik und Leichtbau*



# 1 Lehre

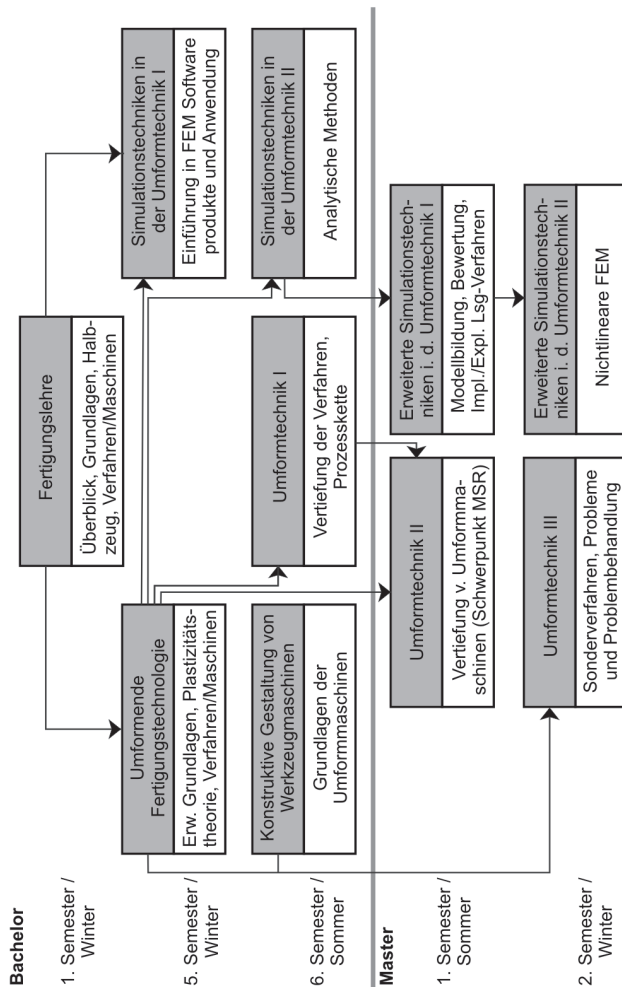
## 1.1 Lehrveranstaltungen seit dem Wintersemester 2009/2010

Die neuen Bachelor-Studiengänge für Maschinenbau, Wirtschaftsingenieurwesen und Logistik sind im WS 2008 erfolgreich gestartet. Die hierzu notwendige Überarbeitung der Vorlesungsstruktur konnte weitestgehend abgeschlossen werden (s. Abbildung Seite 2). Die Master-Studiengänge haben mit dem Sommersemester 2010 begonnen.

Die Vorlesung Fertigungslehre wird in Kooperation mit dem Institut für Spanende Fertigung (ISF) gehalten und von allen oben genannten Studiengängen gehört. Der umformtechnische Teil der Vorlesung vermittelt Überblickswissen über umformtechnische Zusammenhänge, wobei auf die Halbzeugherstellung und wichtige Verfahren der Massiv- und Blechumformung eingegangen wird. In den nachfolgenden Vorlesungen Umformende Fertigungstechnologie und Umformtechnik I und III wird dieses verfahrenstechnische Basiswissen durch eine detaillierte Einführung in die theoretischen Grundlagen, relevanten Umformverfahren und notwendigen Prozessketten vertieft.

In den Vorlesungen „Konstruktive Gestaltung von Werkzeugmaschinen“ und „Umformtechnik II“ liegt der Schwerpunkt in der Vermittlung von Wissen über Umformmaschinen und den dazugehörigen Kompetenzen im Bereich Messen-Steuern-Regeln. Darüber hinaus werden in den Wahlpflichtmodulen „Simulationstechniken in der Umformtechnik I-II“ und „Erweiterte Simulationstechniken in der Umformtechnik I-II“ alle notwendigen Grundlagen zur numerischen Simulation von Umformprozessen angeboten.

## Neue Vorlesungsstruktur am Beispiel des Studiengangs Maschinenbau mit Profil Produktionstechnik





## 1.2 Lehrveranstaltungsangebot - Inhalt

Das Institut für Umformtechnik und Leichtbau unterrichtet hauptsächlich die Studierenden der Bachelor- und Masterstudiengänge Logistik, Wirtschaftsingenieurwesen und Maschinenbau. Zusätzlich werden u.a. Lehramts-, Informatik- und Physikstudenten unterrichtet, welche die angebotenen Vorlesungen als Nebenfach belegen. Den Studierenden wird dabei das notwendige Wissen über die Umformtechnik vermittelt, welches sie für einen beruflichen Einstieg in die industrielle Praxis oder eine wissenschaftliche Laufbahn benötigen. Es wurden im Einzelnen die nachfolgenden Vorlesungen gehalten.

### Fertigungslehre – Teilfach Umformende Fertigung

Prof. Dr.-Ing. A. E. Tekkaya • Dr.-Ing. habil. S. Chatti  
Dipl.-Ing. C. Becker

In Kooperation mit dem Institut für Spanende Fertigung

Umfang 2 V  
Termin Wintersemester

#### Inhalte seitens des IUL

Die Vorlesung „Fertigungslehre“ gibt den Studierenden einen Überblick über die Verfahren und Maschinen, die innerhalb der Fertigungstechnik eingesetzt werden. Die Vorlesung wird dabei gemeinsam mit dem Institut für Spanende Fertigung (ISF) angeboten. Nachdem das ISF in die Spanende Fertigung eingeführt hat, stellt das IUL in sechs Terminen die Bereiche Urformen und Umformen vor.

- Produktbeispiele; umformende Fertigungsverfahren; Verfahrensübersicht
- relevante Grundlagen
- Überblick über die Urformverfahren
- Massivumformverfahren Walzen/Walzprofilieren, Stauchen/Schmieden und Strangpressen

- Blechumformverfahren Gesenk-/Schwenkbiegen, Streckziehen und Tiefziehen
- Leichtbau und Ausblick auf umformtechnische Vorlesungen

## Umformende Fertigungstechnologie

Prof. Dr.-Ing. A. E. Tekkaya • Dr.-Ing. habil. S. Chatti • Dipl.-Ing. Q. Yin  
Dipl.-Wirt.-Ing. D. Pietzka • Dipl.-Ing. A. Jäger

Umfang 2 V + 1 Ü

Termin Wintersemester

Die Vorlesung „Umformende Fertigungstechnologie“ führt detailliert in die Umformtechnik ein. Anschließend werden ausführlich die theoretischen Grundlagen der Umformtechnik vorgestellt.

- Metallkundliche Grundlagen in der Umformtechnik
- Fließkurve, plastizitätstheoretische Grundlagen und Reibmodelle
- Streifen-, Scheiben- und Röhrenmodell
- Bestimmung von Materialkennwerten
- Membrantheorie
- Analytische Methoden, Berechnungsverfahren (Schrankenverfahren)
- Grenzformänderungsdiagramme
- Fertigungsverfahren aus der Massivumformung (Walzen, Profilmwalzen, Stauchen, Schmieden, Fließpressen, Drahtziehen)
- Fertigungsverfahren aus der Blechumformung (Gesenkbiegen, Schwenkbiegen, Streckziehen, Tiefziehen, Krageziehen)
- Trennen
- Übersicht der Umformmaschinen
- Hallenvorlesung mit Besichtigung einzelner Umformprozesse

## Umformtechnik I / Umformtechnik im Wirtschaftsingenieurwesen

Prof. Dr.-Ing. A. E. Tekkaya • Dr.-Ing. habil. S. Chatti  
Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. M. Marré

Umfang 2 V + 1 Ü  
Termin Sommersemester

Die Vorlesung „Umformtechnik I“ setzt auf die Inhalte der Vorlesung „Umformende Fertigungsverfahren“ auf. Relevante und noch nicht vorgestellte umformende Fertigungsverfahren und Prozessketten sowie Betriebsmittel werden detailliert betrachtet.

- Strangpressen I – Grundlagen und Standardverfahren
- Strangpressen II – Prozesskette, Fehler und Wirtschaftlichkeit
- Herstellung von Profilen durch Walzprofilieren
- Verjüngen, Abstreckgleitziehen und Durchziehen
- Drückverfahren
- Biegen von Rohren und Profilen
- Innenhochdruckumformung
- Wirkmedienbasierte Blechumformung
- Werkstoffe in der Umformtechnik
- Seminarvorträge

### Aspekte bei allen Verfahren

- Verfahrensprinzip und -varianten
- Analytische Modellierung (Spannungszustand, Dehnungszustand)
- Kraftverlauf während der Umformung
- Versagensfälle
- Technologische Informationen (Maschinen, Werkzeuge)

## Konstruktive Gestaltung von Werkzeugmaschinen

Prof. Dr.-Ing. A. E. Tekkaya • Dr.-Ing. M. Trompeter • M.Sc. V. Franzen

In Kooperation mit dem Institut für Spanende Fertigung (ISF)

Umfang 2 V + 1 Ü

Termin Sommersemester

### Inhalte seitens des IUL

Die Vorlesung „Konstruktive Gestaltung von Werkzeugmaschinen“ führt in relevante Grundlagen bei der Gestaltung von Werkzeugmaschinen aus der Fertigungstechnik ein. Die Vorlesung wird dabei gemeinsam von dem Institut für Spanende Fertigung (ISF) und dem Institut für Umformtechnik und Leichtbau (IUL) angeboten und ist folgendermaßen gegliedert:

- Einleitung
- Gestelle/Führungen
- Antriebe/Motoren
- Steuerung, Sensorik
- Arbeitsgebundene Pressen
- Weggebundene Pressen
- Kraftgebundene Pressen
- Pressenauslegung
- Biege- und Walzmaschinen
- Servo- und Sondermaschinen

## Simulationstechniken in der Umformtechnik I / Methoden der virtuellen Produktion II

Prof. Dr.-Ing. A. E. Tekkaya • Dr.-Ing. habil. S. Chatti  
Dipl.-Ing. F. Steinbach

Umfang 2 V + 1 Ü  
Termin Wintersemester

In der Vorlesung „Simulationstechniken in der Umformtechnik I“ bzw. „Methoden der virtuellen Produktion II“ wird die FEM eingehend vorgestellt und durch Beispiele aus der Umformtechnik vertieft. Neben verschiedenen Möglichkeiten der Zeitintegration und essenziellen Elementtypen wird den Studierenden sowohl in der Vorlesung als auch im Rahmen der Übung der Umgang mit diverser Simulationssoftware nahegebracht. Des Weiteren wird darauf eingegangen, welche Möglichkeiten der Optimierung durch den Einsatz von FEM-Simulationen gegeben sind.

- Einführung
- Einführung in die FEM-Grundlagen
- Lösungsmethodik anhand von Beispielen
- Einführung in ABAQUS
- Modellierung und Simulation mit ABAQUS
- ABAQUS: Modell- und Simulationsoptimierung
- Einführung in LS-DYNA
- Modellierung und Simulation mit LS-DYNA
- LS-DYNA: Modell- und Simulationsoptimierung
- Vorstellung weiterer FE-Programme
- Beispiele aus der Praxis

## Simulationstechnik in der Umformtechnik II / Methoden der virtuellen Produktion I

Prof. Dr.-Ing. A. E. Tekkaya • Dr.-Ing. A. Brosius  
Dipl.-Ing. J. Witulski • M.Sc. A. Güzel • M.Sc. A. Güner

Umfang 2 V + 1 Ü

Termin Sommersemester

Die Vorlesung „Simulationstechniken in der Umformtechnik II“ bzw. „Methoden der virtuellen Produktion I“ stellt Methoden aus der Umformtechnik zur Modellierung von Umformvorgängen vor.

- Vorstellung von Anwendungsbeispielen (Prozesssimulation, Bauteilauslegung etc.)
- Deformations- und Spannungszustand (Grundlagen, Sonderfälle, Schubspannungshypothese/Gestaltänderungshypothese, Einführung in die Anisotropie)
- Fließkriterium, Fließkurven, Fließgesetz und Kennwertermittlung
- Vorstellung/Einteilung der Verfahren in analytische, halbanalytische und numerische Lösungsansätze
- Schrankenverfahren, Gleitlinientheorie und Membrantheorie
- Thermodynamik in der Umformtechnik
- Einführung in die Tribologie
- Einführung in die Finite-Elemente-Methode (FEM) und Finite-Volumen-Methode (FVM) mit Interpretation und Anwendungen

## Umformtechnik II

Prof. Dr.-Ing. A. E. Tekkaya • Dr.-Ing. M. Trompeter  
Dipl.-Ing. M. Hermes

Umfang 2 V + 1 Ü  
Termin Sommersemester

Die Vorlesung „Umformtechnik II“ vermittelt einen vertiefenden Überblick über die Umformmaschinen. Dabei werden komplexe Umformmaschinen und Werkzeuge erklärt. Hierbei wird das Wissen über Sensorik, Steuerungen und Regelungen von Umformmaschinen erweitert. Anhand von Seminaren und Projektarbeiten werden die theoretisch vermittelten Kenntnisse mit praktischen Beispielen ergänzt.

- Vertiefung von Maschinen und Werkzeugen
- Sensorik, Steuerung, Regelung
- Automatisierung
- Moderne Antriebstechnik, Hydraulik

## Umformtechnik III

Prof. Dr.-Ing. A. E. Tekkaya • Dr.-Ing. V. Psyk • Dr.-Ing. habil. S. Chatti  
Dr.-Ing. M. Trompeter • Dipl.-Ing. T. Kloppenborg

Umfang 2 V + 1 Ü / Exkursion  
Termin Wintersemester

Die Vorlesung „Umformtechnik III“ behandelt die Sonderverfahren der Umformtechnik.

- Superplastische Umformung
- Hochgeschwindigkeitsumformverfahren
- Inkrementelle Umformung
- Thixoforming
- Sonderverfahren des Strangpressens

- Mikroumformverfahren
- Warmblechumformung
- Projektarbeit und Exkursion

## Ringvorlesung Umformtechnik

Erfahrungsberichte aus der Industrie  
Prof. Dr.-Ing. A. E. Tekkaya und andere

Umfang 2 V

Termin Wintersemester, Sommersemester

Es handelt sich um eine Vortragsreihe, in welcher verschiedene Gastredner von ihren Anwendungen in der industriellen Praxis berichten. Neben den Studenten der unterschiedlichen Fachrichtungen sollen auch Mitarbeiter aus Universität und Industrie angesprochen werden, sodass die Veranstaltung auch dem fachlichen Austausch dient. Dabei werden Themen sowohl aus dem Gebiet der Blechumformung als auch aus dem Gebiet der Massivumformung behandelt.

## Fachlabor A für Maschinenbauer

Im Rahmen des Fachlabors führen die Studierenden der Fachrichtung Maschinenbau je nach Sommer- oder Wintersemester einen der folgenden Versuche durch:

- Hydraulischer Tiefungsversuch und Zugversuch
- Kennwertermittlung durch den Zug- und Stauchversuch

Nach einer Einarbeitung in die Thematik wird zunächst der Wissensstand der Studierenden durch einen Test überprüft. Anschließend werden die experimentellen Versuche durchgeführt und die zu ermittelnden Daten erfasst. Dann werden Simulationen der Versuche durchgeführt, um z.B. die Reibzahl beim Stauchversuch zu ermitteln. Die abschließende Bewertung wird anhand eines wissenschaftlichen Berichtes, den Gruppen von bis zu vier Studierenden erstellen müssen, durchgeführt.



## Fachlabor B für Wirtschaftsingenieure

Im Rahmen dieses Fachlabors führen die Studierenden im Wintersemester einen uniaxialen Flachzugversuch an einer Universal-Prüfmaschine durch. Dabei werden werkstoffspezifische Daten aufgenommen und hinsichtlich deren Eignung für umformtechnische Prozesse bewertet. Die Versuche und die erarbeiteten Erkenntnisse werden abschließend in einem wissenschaftlichen Laborbericht zusammengefasst.

## Seminare

Seminarthemen im Rahmen der Vorlesung „Umformtechnik I / Umformtechnik im Wirtschaftsingenieurwesen“:

- Herstellung von Profilen beim Strangpressen durch Wiederverwertung von Spänen
- Herstellung von Profilen
- Herstellung von Rohren
- Biegen von tailored Halbzeugen
- Durchdrücken und Durchziehen von Halbzeugen
- Innenhochdruckumformung von Rohren und Profilen
- Wirkmedienbasierte Blechumformung

Darüber hinaus wurde von Herrn Prof. Dr.-Ing. Peter Haupt ein Seminar zum Thema Kontinuumsmechanik angeboten.

## Tutorien

- CAD mit Catia-V5 für Anfänger
- CAD mit Catia-V5 für Fortgeschrittene
- Grundlagen und Anwendung von GOM-Messsystemen zur 3D-Digitalisierung und Deformationsmessung
- Einführung Simulation von Massivumformvorgängen mit Deform
- Einführung in die Messtechnik mit GOM-Systemen

### 1.3 Der neue internationale Studiengang Master of Science in Manufacturing Technology (MMT)

Programmbeginn	Oktober 2011
Koordination	Prof. Dr.-Ing. A. E. Tekkaya M.Sc. M.Eng. C. Pleul Dipl.-Ing. D. Staupendahl

In den letzten drei Jahren wurde unter Leitung des IUL ein neuer internationaler Master-Studiengang mit dem Schwerpunkt Produktions- und Fertigungstechnik entwickelt und am 1. Oktober 2010 durch die Akkreditierungsagentur ASIIN akkreditiert. Das Programm wurde in Kooperation mit dem Institut für Spanende Fertigung, dem Institut für Mechanik, dem Lehrstuhl für Werkstofftechnologie, dem Lehrstuhl für Arbeits- und Produktionssysteme, dem Lehrstuhl für Industrielle Robotik und Produktionsautomatisierung und dem Fachgebiet Mess- und Prüftechnik erstellt.

Der Studiengang Master of Science in Manufacturing Technology (MMT) ist ein englischsprachiges, 4-semestriges Masterprogramm und wird erstmalig im Wintersemester 2011/12 angeboten. Das Masterprogramm zielt auf engagierte und hochmotivierte Studierende und Absolventen renommierter Universitäten aus dem In- und Ausland, wobei der Schwerpunkt bei internationalen Studierenden liegt. Ausgewählte Studierende werden für die Dauer des Studiums mit einem Stipendium gefördert.

#### Studieninhalte und -profile

Im Bereich der industriellen Produktion ist der Maschinenbauingenieur maßgeblicher Wegbereiter für Fortschritt und Entwicklung. Der Standort Deutschland zeichnet sich durch hervorragende industrielle Produktion und wissenschaftliche Forschung auf internationalem Niveau aus. Durch die steigende Komplexität maschinenbaulicher Entwicklungen ist ein umfassendes Verständnis der Wirkzusammenhänge innerhalb sowie zwischen einzelnen Bereichen des Maschinenbaus unerlässlich. Aufgrund der zunehmenden Globalisierung im Produktions- und Fertigungssektor ist die interkulturelle Kommunikation ein entscheidendes Erfolgskriterium. Durch die Unterrichtssprache Englisch werden die Studierenden auf die Einbindung in

internationale Netzwerke vorbereitet. Der Masterstudiengang Master of Science in Manufacturing Technology vermittelt den Studierenden vertiefende Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen auf dem Gebiet der interdisziplinären Produktions- und Fertigungstechnologie. Das forschende Lernen stellt hierbei eine Kernkomponente des Studiengangs dar. Dazu stehen die Lehrangebote verschiedener Lehrstühle bzw. Institute der Fakultät Maschinenbau zur Verfügung und bieten entsprechende Veranstaltungen an. Aufgrund des englischsprachigen Aufbaus und der Internationalität des Studiums sowie einer engen Kooperation mit namhaften Industrieunternehmen erhalten die Studierenden eine optimale Vorbereitung für eine berufliche Tätigkeit im Produktionssektor.

## Studienaufbau

Während der ersten beiden Semester werden den Studierenden erweiterte Kenntnisse und Fähigkeiten in den Bereichen der Spanen- und Umformtechnik vermittelt. Zusätzlich wählen die Studierenden drei Wahlmodule aus, welche ihren persönlichen Interessen entsprechen. Im dritten Semester wird durch Projekt- und Laborarbeiten die Kompetenz der praktischen Anwendung theoretischen Wissens vermittelt. Im Modul „Außerfachliche Qualifikation“ erwerben die Studierenden Soft-Skills sowie Sprachkompetenzen für den späteren Beruf. Das vierte Semester dient der Anfertigung der Masterarbeit.

	1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester
<b>Pflichtmodul 1</b>	Spanende Fertigungstechnik			
<b>Pflichtmodul 2</b>	Werkstofftechnologie			
<b>Pflichtmodul 3</b>	Umformtechnik			
<b>Wahlmodul 1</b>	Wahlmodul 1 - Teil 1	Wahlmodul 1 - Teil 2		
<b>Wahlmodul 2</b>	Wahlmodul 2 - Teil 1	Wahlmodul 2 - Teil 2		
<b>Wahlmodul 3</b>	Wahlmodul 3 - Teil 1	Wahlmodul 3 - Teil 2		
<b>Laborarbeit</b>			Laborarbeit	
<b>Projektarbeit</b>			Projektarbeit	
<b>Außerfachl. Qual.</b>			Außerfachl. Qual.	
<b>Masterarbeit</b>				Masterarbeit

Übersicht über den Studienaufbau des MMT-Studiengangs

Es werden folgende Wahlmodule angeboten:

- Automatisierungs- und Robotertechnik
- Simulationstechnik in der Festkörpermechanik
- Arbeitssystemgestaltung
- Erweiterte Verfahren und Methoden der Fertigungstechnik
- Messtechnik, digitale Verarbeitung und Dynamische Regelung

### **Lernen und Forschen in internationalen Teams**

Im Rahmen eines intensiven Fachlabors werden ausgewählte Inhalte der Fertigungstechnik anhand praktischer Untersuchungen, bei denen die Studierenden eigenständig Problemstellungen lösen müssen, vertieft. Durch die Ausrichtung des Fachlabors als Gruppenarbeit wird die Teamfähigkeit der Studierenden gefördert.

Die in enger Kooperation mit führenden Industrieunternehmen durchzuführende fachwissenschaftliche Projektarbeit umfasst eine studienbegleitende Hausarbeit als Gruppenarbeit. Die Studierenden werden zur kritischen Einordnung wissenschaftlicher Erkenntnisse sowie zur Anwendung theoretischen Wissens befähigt. Durch die Arbeit in einem interkulturellen Team sowie eine abschließende Präsentation der Ergebnisse werden die Sozial- und Präsentationskompetenzen der Studierenden erweitert.

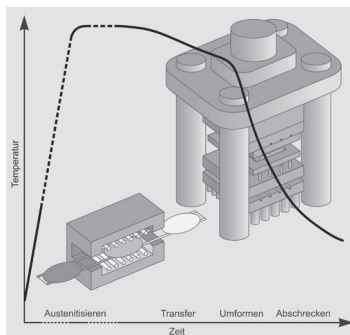
### **Berufsaussichten der Absolventinnen und Absolventen**

Die Nachfrage nach Ingenieurinnen und Ingenieuren ist nach wie vor sehr hoch. Durch die Überwindung der Wirtschaftskrise und der damit verbundenen Auftragssteigerung im Produktionssektor steigt der Bedarf an hochqualifizierten Ingenieurinnen und Ingenieuren. Somit sind die Aussichten für die Absolventinnen und Absolventen hervorragend. Ingenieurinnen und Ingenieuren im Bereich der Fertigungs- und Produktionstechnik bieten sich interessante und herausfordernde Aufgaben, die Beschäftigungs- und Verdienstaussichten sind dabei ausgezeichnet. Es stehen diverse Tätigkeitsbereiche offen, von der Entwicklung neuer Bearbeitungsverfahren bis zur Planung komplexer Fertigungsstraßen. Der berufsqualifizierende Abschluss „Master of Science in Manufacturing Technology“ berechtigt darüber hinaus zur Promotion.

## 1.4 Dissertationen

Karbasian, Hossein	Formgenauigkeit und mechanische Eigenschaften pressgehärteter Bauteile
Reihe	Dortmunder Umformtechnik
Verlag	Shaker Verlag, Aachen, 2010
Mündl. Prüfung	7. Juni 2010
Berichter	Prof. Dr.-Ing. M. Kleiner
Mitberichter	Prof. Dr.-Ing. A. E. Tekkaya
	Prof. Dr.-Ing. M. Merklein

Das große Anwendungspotenzial des Presshärtens zeigt sich in der Herstellung von crashrelevanten Strukturbauteilen. Neben der Verbesserung der mechanischen Eigenschaften des Werkstoffs liegt ein weiterer entscheidender Vorteil dieses Verfahrens in der Herstellung der Bauteile mit ihren erforderlichen mechanischen Eigenschaften in wenigen Fertigungsstufen mit weniger Einzelteilen. Die Optimierung des Presshärtens und die industrielle Anwendung seiner zahlreichen Verfahrensvarianten ist nur dann möglich, wenn die Wirkung der dabei einzustellenden Einstellgrößen auf die Bauteileigenschaften vorhersehbar ist. Es wurde die Analyse geometrischer und mechanischer Eigenschaften der pressgehärteten Bauteile bei unterschiedlichen Prozessführungen vorgestellt, die für eine optimale Prozessauslegung auf Basis der Beschreibung der Wechselwirkungen der Prozessparameter notwendig ist. Die Bedeutung der relevanten Einflussgrößen konnte anhand der physikalischen Hintergründe und der FE-Simulation auf Basis der experimentell ermittelten Referenzwerte untersucht werden. Auf Basis der systematischen Untersuchung der physikalischen Vorgänge konnten Richtlinien für die Prozessführung des Presshärtens erarbeitet werden.



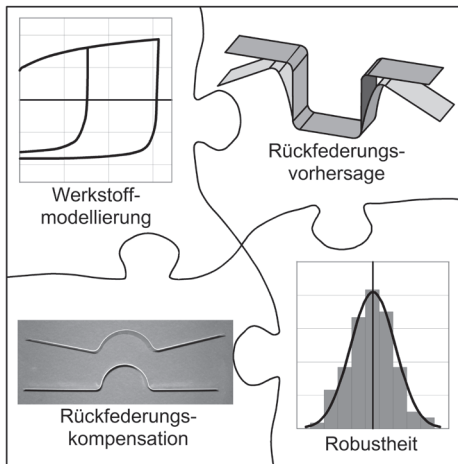
Prozesskette Presshärten

Gösling, Marco	Metamodell unterstützte Simulation und Kompensation von Rückfederungen in der Blechumformung
Reihe	Dortmunder Umformtechnik
Verlag	Shaker Verlag, Aachen, 2009
Mündl. Prüfung	7. Juni 2010
Berichter	Prof. Dr.-Ing. M. Kleiner
Mitberichter	Prof. Dr.-Ing. A. E. Tekkaya Prof. Dr.-Ing. K. Roll

Durch Rückfederungen entstehen bei Blechumformprozessen Formabweichungen, die die Qualität eines Blechformteils negativ beeinflussen bzw. zu Ausschuss führen können.

Vor diesem Hintergrund werden in dieser Arbeit Untersuchungen zur Werkstoffmodellierung und zur Rückfederungssimulation durchgeführt. Dabei konnte gezeigt werden, dass durch eine angemessene Modellierung des Werkstoffverhaltens Abweichungen in den Rückfederungsvorhersagen von durchschnittlich weniger als ca. 5% erreicht werden können.

Außerdem werden Untersuchungen zur Rückfederungskompensation sowie zur numerischen Beurteilung von Prozessrobustheiten vorgestellt. Dazu wird als Werkzeug die sogenannte Metamodellierung verwendet, die sich als effektives Werkzeug bei numerischen Untersuchungen erwies. So konnte der numerische Aufwand bei Robustheitsstudien durch Techniken der Metamodellierung um ca. 70% reduziert werden.



Aspekte der Rückfederungskompensation

## 1.5 Abgeschlossene Masterarbeiten

### **Gangaputra, Rajan**

Betreuer: Tekkaya, A.E. • Pleul, C.

Automated Material Characterization Using A Remotely Controlled Robot

### **Isik, Kerim**

Betreuer: Tekkaya, A. E. • Soyarslan, C.

Predictive Performances of Various Failure Criteria in Formability of Sheets

### **Rudner, Thomas**

Betreuer: Rimmel, J. (TFH Bochum) • Jäger, A.

Untersuchung des Werkstoffflusses beim Ko-Strangpressen von Aluminium-Knetlegierungen

## 1.6 Abgeschlossene Bachelorarbeiten

### **Bouallegue, Houcem**

Betreuer: Tekkaya, A. E. • M. Gharbi, M.

Abel, H.-J. (FH Dortmund)

Finite-Elemente-Modellierung und Simulation des Freibiegeprozesses mit FE-Code LS-DYNA

### **Elhelou, Adnan**

Betreuer: Tekkaya, A. E. • M. Gharbi, M.

Abel, H.-J. (FH Dortmund)

Finite-Elemente-Modellierung und Simulation des Walzprofilierprozesses mit FE-Code LS-DYNA

**Elkhatibi, Marouane • Jebali, Hamdi**

Betreuer: Abel, H.-J. (FH Dortmund) • Tekkaya, A. E.

Weinrich, A.

Rückfederungskompensation beim Blechbiegen mittels inkrementeller Druckspannungsüberlagerung

**Keskin, Aynur**

Betreuer: Tekkaya, A. E. • M. Gharbi, M. • Weinrich, A.

Becker, C. • Abel, H.-J. (FH Dortmund)

Literaturrecherche über analytische Betrachtung des Biegeprozesses

**Laakel, Omar**

Betreuer: Tekkaya, A. E. • Abel, H.-J. (FH Dortmund)

Becker, C.

Konstruktion eines flexiblen Gestells für eine Vorschubeinheit zum Umformen von Rohren

**Mardhiono, Hendy**

Betreuer: Abel, H.-J. (FH Dortmund) • Tekkaya, A.E.

Rauscher, B.

Analyse von Einflussparametern bei der Umformung von innovativen Blechhalbzeugen durch den Spritzdruck einer Kunststoffspritzgießmaschine

**Szymanski, Michael**

Betreuer: Abel, H.-J. (FH Dortmund) • Tekkaya, A. E.

Ben Khalifa, N.

Entwicklung und Konstruktion einer Vorrichtung zur Ermittlung von Warmfließkurven mittels Torsionsversuchs



## 1.7 Abgeschlossene Diplomarbeiten

### **Andreas, Robert**

Betreuer: Tekkaya, A. E. • Rauscher, B.

Herstellung von zylindrischen, formschlüssig verbundenen Kunststoff-Metall-Hybridstrukturen durch einen integrierten Umform- und Spritzgießprozess

### **Atak, Mustafa**

Betreuer: Tekkaya, A. E. • Pleul, C.

Konstruktion und kinematische Simulation einer flexiblen Roboterarbeitsstation zur Automatisierung einer Universalprüfmaschine

### **Bartels, Matthias**

Betreuer: Weber, H. (WILO SE) • Tekkaya, A. E. • Rauscher, B.

Produktion von Permanentmagneten für Hocheffizienzpumpen

### **Bozkurt, Mustafa**

Betreuer: Tekkaya, A. E. • Hermes, M.

Fertigungsoptimierung bei einem Platinengehäuse

### **Chaker, Wassim**

Betreuer: Tekkaya, A. E. • M. Gharbi, M.

Lueg, J. (FH Dortmund)

Rollengestaltung und FE-Modellierung des Walzprofilierens mit dem Program COPRA

### **Enders, Michael**

Betreuer: Tekkaya, A. E. • Yin, Q.

Konstruktiver Entwurf und Auslegung eines Torsionsprüfstandes für Blechwerkstoffe mittels CAD und FEM

### **Fischer, Bernhard**

Betreuer: Tekkaya, A. E. • Franzen, V.

Entwicklung eines Mehrkomponenten-Kraftsensors für den Einsatz bei der inkrementellen Blechumformung

**Myslicki, Sebastian**

Betreuer: Tekkaya, A.E. • Hänisch, S.

Einfluss der Wärmebehandlung auf die Eigenspannungen kaltmassivumgeformter Bauteile

**Plugge, Björn**

Betreuer: Tekkaya, A.E. • Chatti, S. • M. Gharbi, M.

Untersuchungen zum Walzprofilieren ultrahochfester Stahlwerkstoffe

**Rödding, Daniel**

Betreuer: Tekkaya, A.E. • Graff, S. (TKS) • Karbasian, H.

Untersuchungen der Aussagefähigkeit des Normentwurfes ISO/DIS 12004-2 für die Herstellung von Grenzformänderungskurven für Kalt- und Warmumformgüte aus experimentellen und simulierten Nakajima-Tests

**Sieczkarek, Peter**

Betreuer: Tekkaya, A.E. • Becker, D. • Selvaggio, A.

Entwicklung, Konstruktion und Simulation eines Strangpresswerkzeugs für die Fertigung von Profilen mit variierenden Wandstärken

**Zhang, Lijin**

Betreuer: Tekkaya, A.E. • Jäger, A.

Entwicklung eines Verfahrens und einer Vorrichtung zur integrierten umformtechnischen Weiterverarbeitung von Aluminiumprofilen beim Strangpressen

**Zumsande, Kathrin**

Betreuer: Tekkaya, A.E. • Karbasian, H. • Kuhn, Patrick (Dortmunder OberflächenCentrum, ThyssenKrupp Steel Europe AG)

Der Einfluss von Aluminium auf die Rissbildung zinkbasierter Überzüge bei der direkten Warmumformung

## 1.8 Abgeschlossene Studienarbeiten

### **Althoff, Jörn**

Betreuer: Tekkaya, A. E. • Pleul, C.

Literaturrecherche zum Thema: „Tribologische Betrachtung umformtechnischer Verfahren“

### **Assraoui, Hicham**

Betreuer: Tekkaya, A. E. • Gharbi, M. M.

Untersuchungen der Dehnungsverteilung während des Walzprofilierens mit dem Program COPRA

### **Braun, Alexander**

Betreuer: Tekkaya, A. E. • Güley, V.

Konstruktion einer Spänekompaktierungsvorrichtung, eines Spänebrechers und einer Spänereinigungsanlage

### **Bruns, Milena**

Betreuer: Tekkaya, A. E. • Gösling, M. • Karbasian, H.

Untersuchung von Blechwerkstoffen aus Stahl mithilfe von Zug- und hydraulischen Tiefungsversuchen sowie deren Kombination

### **Duve, Julia**

Betreuer: Tekkaya, A. E. • Witulski, J.

Charakterisierung von Duroplasten hinsichtlich der Eignung als Tiefziehwerkzeug

### **Gies, Soeren • Jörden, Nils**

Betreuer: Tekkaya, A. E. • Marré, M.

Experimentelle und analytische Untersuchungen zur Füge-stellengestaltung innenhochdruckgefügter Leichtbauknoten

**Gapp, Alexander • Jahnke, Matthias**

Betreuer: Tekkaya, A. E. • Sebastiani, G.

Prozessplanung in der AlBU durch virtuelle Surface Reconstruction

**Husemeier, Florian • Niemann, Michael**

Betreuer: Tekkaya, A. E. • Güley, V.

Herstellung von partikelverstärkten Verbundwerkstoffen auf Basis von EN AW-6060-Spänen

**Langhans, Catiuscia**

Betreuer: Tekkaya, A. E. • Becker, C.

Experimentelle Betrachtung des Inkrementellen Rohrumformens

**Marcin, Janysek**

Betreuer: Tekkaya, A. E. • Weinrich, A.

Einsatz der Finite-Elemente-Methode zur Prozessverbesserung des Freibiegens mithilfe der inkrementellen Drucküberlagerung

**Nait Mbark, Zohair**

Betreuer: Tekkaya, A. E. • Gharbi, M. M.

Entwicklung von Vorrichtungen für Schichtstauch-Scherversuch

**Penning, Bastian • Funk, Jan**

Betreuer: Tekkaya, A. E. • Pietzka, D.

Konstruktion und Inbetriebnahme einer Abkühlleinrichtung für das Verbundstrangpressen von härtbaren Aluminiumlegierungen

**Peuker, Tobias**

Betreuer: Tekkaya, A. E. • Kloppenborg, T.

Quantifizierung der prozessbestimmenden Parameter zum Versagen von Verstärkungselementen beim Verbundstrangpressen

**Schulz, Phillip**

Betreuer: Tekkaya, A.E. • Kwiatkowski, L.

Entwicklung einer Aufnahme für Drückwalzwerkzeuge

**Unlen, Erol • Kadifeoglu, Gökay**

Betreuer: Tekkaya, A. E. • Rauscher, B.

Technologische Potenziale bei der Herstellung von Höckerblechen und Leichtbau-Sandwichplatten mittels des Spritzdrucks einer Kunststoffspritzgießmaschine

## 1.9 Projektarbeiten

**Abrahams, Hendrik • Kirschner, Marko**

Betreuer: Pantke, K. • (ISF); Güley, V. (IUL)

Umformtechnische Wiederverwertung von AW-7000er-Aluminiumspänen

**Backs, Dominik • Coerschulte, Tobias**

Betreuer: Tekkaya, A. E. • Witulski, J.

Wirtschaftlichkeit von polymeren Tiefziehwerkzeugen

**Christof, Victoria • Fohrmann, Angela • Weber, Stefanie;  
Wiezorrek, Anke**

Betreuer: Tekkaya, A. E. • Güley, V.

Wirtschaftliche Betrachtung der umformtechnischen Wiederverwertung von Aluminiumspänen im Vergleich zur konventionellen Prozesskette

**Grieb, Manuel • Pielken, Sebastian • Schmelter, Tina**

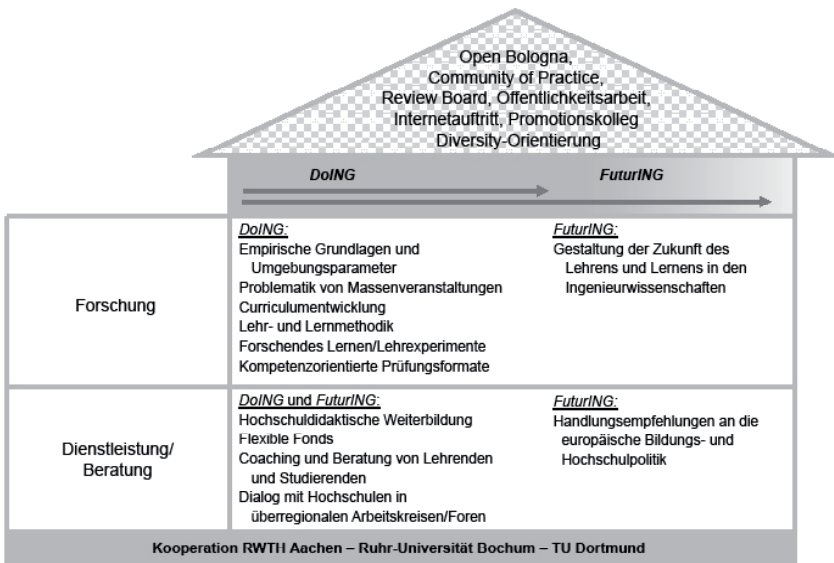
Betreuer: Tillmann, W. • Kleiner, M. • Tekkaya, A. E. • Biermann, D. • Krebs, B. • Witulski, J • Peuker, A.

Herstellung und Optimierung von hartstoffhaltigen Schichtsystemen mittels atmosphärischen Plasmaspritzens und Lichtbogenspritzens zum Einsatz als Verschleißschicht auf Tiefziehwerkzeugen

## 2 Forschung für die Lehre

Aus der Erkenntnis, dass exzellente Lehre auf exzellenter Forschung aufbaut und exzellente Forschung stets exzellenter Lehre bedarf, wird am IUL kontinuierlich an der Weiterentwicklung der ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung gearbeitet. Im Rahmen dieser Tätigkeiten wurden am IUL mehrere Projekte ins Leben gerufen. Deren Inhalte und Zielsetzung unterstützen und fördern die nachhaltige Verbesserung der Ingenieurausbildung durch die aktive Forschung für die Lehre. Die Projekte sind im Einzelnen:

- TeachING-LearnING.EU
- PeTEX – Platform for e-Learning and Telemetric Experimentation
- Vollautomatisierung telemetrischer Versuchsdurchführungen für das Stauchen
- Integriertes und forschungsorientiertes Labor
- MEDPRO – Ein neues, modulares Bildungsprogramm in der Produktionstechnik
- MasTech – Ein flexibles, modulares Masterprogramm in der Technik



## 2.1 Projekt TeachING-Learning.EU

**Projektträger** VolkswagenStiftung und Stiftung Mercator  
**Projektleiter** Prof. Dr.-Ing. A. E. Tekkaya

### Motivation

Ingenieurtechnische Entwicklungen bestimmen in hohem Maße den gesellschaftlichen Fortschritt. Um dieser Verantwortung gerecht werden zu können, benötigen Ingenieure neben einer hervorragenden, an dem aktuellen Stand der Forschung orientierten Fachausbildung vermehrt überfachliche Kompetenzen wie z.B. kreatives Denken in komplexen, interdisziplinären Zusammenhängen, den Umgang mit Diversity und adäquate Kommunikation. Dies, wie auch der weltweit wachsende Bedarf an hochqualifizierten Ingenieurinnen und Ingenieuren, stellt europäische Hochschulen vor besondere Herausforderungen in der Vermittlung der entsprechenden Studieninhalte und Kompetenzen und der Gewinnung der besten europäischen Studierenden für die Ingenieurausbildung. Diese Anforderungen erfordern die weitere Professionalisierung der Lehre sowie die Qualitätssteigerung des Studiums in den Ingenieurwissenschaften.

### Ziel und Struktur des Kompetenz- und Dienstleistungszentrums

In gemeinsamer Trägerschaft der drei NRW-Universitäten

- Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen  
Ausführende Stelle: Zentrum für Lern- und Wissensmanagement/  
Lehrstuhl Informationsmanagement im Maschinenbau (ZLW/IMA)  
Vorstandsmitglied: Prof. Dr. Sabina Jeschke (ZLW/IMA)
- Ruhr-Universität Bochum  
Ausführende Stelle: Stabsstelle des Rektorates Interne  
Fortbildung und Beratung (IFB)  
Vorstandsmitglied: Prof. Dr.-Ing. Marcus Petermann (Lehrstuhl für  
Feststoffverfahrenstechnik)

- Technische Universität Dortmund  
Ausführende Stelle Hochschuldidaktisches Zentrum (HDZ): Prof. Dr. Dr. h.c. Johannes Wildt (Leiter des HDZ), Thorsten Jungmann (Geschäftsführer TeachING-LearnING.EU)  
Vorstandsmitglied: Prof. Dr.-Ing. A. Erman Tekkaya (Institut für Umformtechnik und Leichtbau)

wird in den kommenden drei Jahren das Kompetenz- und Dienstleistungszentrum TeachING-LearnING.EU errichtet, finanziert durch Fördermittel aus dem Programm „Bologna – Zukunft der Lehre“ der VolkswagenStiftung und Stiftung Mercator. Durch Zusammenfassung der Wissenschaftspotenziale an allen drei Standorten und durch die fachübergreifende Zusammenarbeit der allgemeinen Hochschuldidaktik und der Ingenieurwissenschaften sehen die Hochschulen die Chance, Bildung und Ausbildung in den Ingenieurwissenschaften neu zu denken, zu gestalten und durch Kooperation und Interaktion mit internationalen Partnern wichtige Impulse für die Gestaltung ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge in Europa zu geben.

Ziel des Kompetenz- und Dienstleistungszentrums ist, die Qualitätsentwicklung der Ingenieurausbildung zunächst auf nationaler Ebene zu fördern und ein Forum zum Austausch von Erfahrungen mit neuen Lehr- und Lernkonzepten zu schaffen. Gleichzeitig sollen die deutsche und europäische Entwicklung miteinander vernetzt und die gegenseitige Übertragbarkeit von Modellen überprüft werden. Im Einzelnen sollen folgende Ziele erreicht werden:

- Ausrichtung an Kompetenzen als Learning-Outcomes
- Berücksichtigung steigender Diversity unter den Studierenden
- Sicherung der wissenschaftlichen Qualität der Studiengänge
- Umsetzung einer Lernendenzentrierung von Lehre und Studium
- Verbesserung der Studierbarkeit und Senkung der Abbruchquoten
- Intensivierung von Kommunikation und Interaktion zwischen Lehrenden und Studierenden
- Erleichterung der internationalen Mobilität zwischen den europäischen Hochschulen



- Gewinnung von mehr motivierten und leistungsfähigen Studierenden für ein ingenieurwissenschaftliches Studium
- Erhöhung der Arbeitsmarktfähigkeit (employability) nach erfolgreichem Studienabschluss

Die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten zur Erreichung dieser Ziele werden in zwei Handlungsfeldern mit unterschiedlichen Zeithorizonten gebündelt. Das Handlungsfeld Forschung dient der Optimierung der ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung in Deutschland, das Handlungsfeld Dienstleistung der Vermittlung von Forschungsergebnissen in die hochschulische Ausbildungspraxis sowie der Beratung der Akteure in Lehre und Studium. Die DoING-Perspektive erforscht kurz- und mittelfristige Maßnahmen zur Verbesserung ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, die FuturING-Perspektive fokussiert auf die Zukunftsfähigkeit der Ingenieurausbildung im gemeinsamen europäischen Hochschulraum und erarbeitet Handlungsempfehlungen für Hochschulen, Instanzen der Forschungsförderung und die europäische Hochschul- und Forschungspolitik.

### Weitere Informationen

Im Juni 2010 hat das Zentrum die Arbeit aufgenommen. Über die Internetplattform [www.teaching-learning.eu](http://www.teaching-learning.eu) haben Interessierte jederzeit die Möglichkeit, sich über den aktuellen Projektstand in Kenntnis zu setzen und zudem aktuelle Informationen zu ingenieurwissenschaftlichen Themen und Fragestellungen einzuholen.

## 2.2 PeTEX – Platform for e-Learning and Telemetric Experimentation

Projekträger	EU, Leonardo da Vinci
Projektnummer	142270-LLP-1-2008-1DE-LEONARDO-LMP
Projektbearbeiter	M.Sc. M.Eng. C. Pleul
Status	abgeschlossen

In der ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung stellen Laborexperimente ein Kernelement dar. Besonders in der Fertigungstechnik sind diese Experimente meist an umfangreiches und somit auch kostenintensives Equipment gebunden, das nicht an jedem Standort verfügbar ist.

Die Entwicklungen im Projekt PeTEX erfolgten mit der Maßgabe, moderne Versuchseinrichtungen örtlich und zeitlich unabhängig sowie interaktiv und in Echtzeit für Studierende nutzbar zu machen. Dazu wurden drei Laborversuche der Fertigungstechnik („Umformen“, „Fügen“ und „Trennen“) tele-operativ innerhalb einer Lernplattform über das Internet eingebunden. Diese Plattform beinhaltet zudem theoretische Grundlageninformationen zu den entsprechenden Versuchen. Nutzern wird damit ermöglicht, theoretisch erarbeitete Inhalte im Rahmen eines fernsteuerbaren Experimentes praktisch umzusetzen, die Daten auszuwerten sowie die Ergebnisse kollaborativ zu interpretieren und zu diskutieren. Auf dem Gebiet der Fertigungstechnik ist dieser Ansatz in seinem Umfang und seiner Ausrichtung einzigartig.

Die in diesem Vorhaben eingebundenen Labore befinden sich in den drei europäischen Ländern: Deutschland (Institut für Umformtechnik und Leichtbau – IUL, TU Dortmund) – Entwicklung zum einachsigen Zugversuch, Italien (Department of Mechanical Technology, Production and Management Engineering – DTMPIG, Universität Palermo) – Umsetzung zum Prozess des Reibrührschweißens und Schweden (Department of Production Engineering, Stockholm Technology University - KTH) – Einbindung eines Fräsprozesses. Das Hochschuldidaktische Zentrum (HDZ, TU Dortmund) leitete die didaktische und pädagogische Umsetzung während der Projektlaufzeit. Abb. 1 zeigt die Gesamtstruktur des Projekts „PeTEX“.

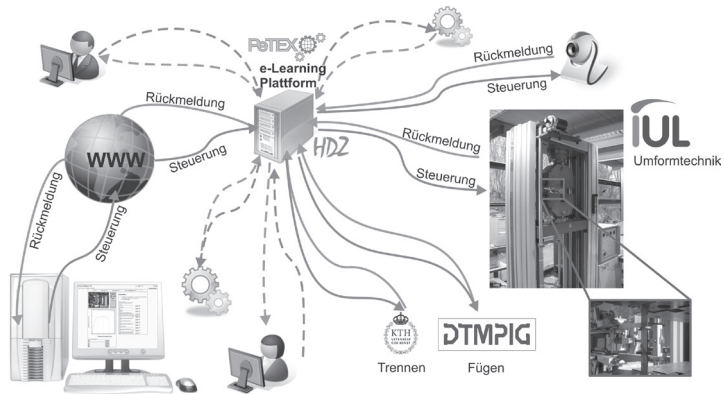


Abb. 1: Gesamtstruktur PeTEX

Die Zielgruppe, bestehend aus Studierenden technischer Disziplinen unterschiedlicher Stufen (Anfänger, Fortgeschrittene, Experten), greift auf die modularisierten Lerninhalte über die e-Learning -Plattform „Moodle“ zu. An verschiedenen Punkten innerhalb der Module erfolgt die Aufforderung zur Durchführung von Experimenten. Die dafür eingebundenen tele-operativen Versuchseinrichtungen werden dabei direkt durch den aktiven Nutzer konfiguriert. Weitere Studierende (sog. passive Nutzer) können das Experiment verfolgen. Die dafür entwickelte Kontroll- und Datenflussstruktur ist in Abb. 2 dargestellt.

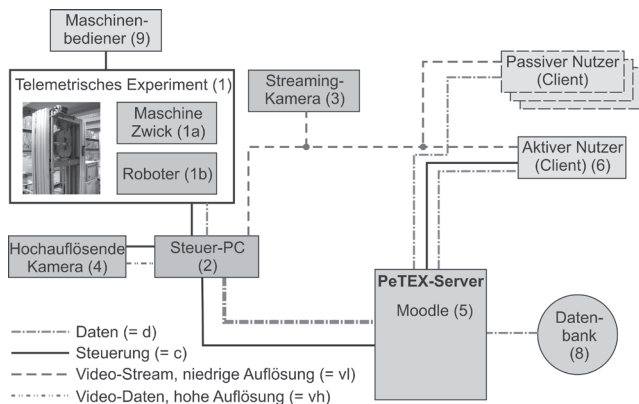


Abb. 2: Kontroll- und Datenflussstruktur für den telemetrischen Zugversuch

## 2.3 Vollautomatisierung telemetrischer Versuchsdurchführungen für das Stauchen

**Projektträger** Karl-Kolle-Stiftung  
**Projektbearbeiter** M.Sc. M.Eng. C. Pleul

Telemetrische Versuchseinrichtungen ermöglichen die entfernte Interaktion mit Experimentiereinrichtungen. Dies trägt zu einem effizienteren und ressourcenschonenderen Einsatz von Versuchseinrichtungen bei. Den vollen Mehrwert erzielt man dabei mit einer vollautomatisierten telemetrischen Anlage. Nach Einbindung der telemetrischen Versuchseinrichtungen in eine e-Learning-Umgebung können die entwickelten Versuche und Fertigungsoperationen direkt in der Ausbildung eingesetzt werden. Vorteilhaft ist hier insbesondere, dass das selbstgesteuerte Lernen unterstützt wird und der Lernende den Versuch selbst kontrollieren und somit erfahren kann. Insbesondere im Bereich der Fertigungstechnik ist dieser innovative Ansatz ein Novum.

Im Rahmen des Projektes wurde zum aktuellen Stand der Stauchversuch für die entfernte Konfiguration und Steuerung durch die Übertragung von Maschinenparametern aufgebaut. Dafür wurde der Zugriff auf die Steuerung der Universalprüfmaschine durch die Erweiterung der Versuchssoftware testXpert (Zwick GmbH & Co. KG) um die Schnittstelle für den Fernzugriff realisiert. Die Entwicklung eigener Softwareelemente zur Datenverarbeitung erhöht die Flexibilität der Interaktion und ermöglichte den zur tele-operativen Nutzung notwendigen wechselseitigen Datenaustausch.

Für die automatische Bestückung der Versuchseinheit wird der 6-Achsen Roboter KUKA KR 5 sixx R650 mit einem Parallelgreifsystem eingesetzt. Die flexible Positionierung des Roboters erfolgt über eine selbst entwickelte portable Einheit. Das sich in der Entwicklung befindliche Ablaufprogramm für den Roboter ermöglicht bereits jetzt die Bestückung des Versuches durch Pick-and-Place-Aktionen.

## 2.4 Integriertes und forschungsorientiertes Labor

Projekträger TU Dortmund, Fakultät Maschinenbau  
Projektbearbeiter M.Sc. M.Eng. C. Pleul

In der ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung stellt das sogenannte „Labor“ oder „Laborpraktikum“ in seinen unterschiedlichen Ausprägungen einen wichtigen Teil zum Zwecke des praktischen „Erfahrens“ und „Umsetzens“ theoretischer Grundlagen dar. Diese Grundlagen werden zunächst in der Vorlesung vermittelt und sollen anschließend auf ihre Richtigkeit in einer separaten Veranstaltung – eben dem Labor – in praktischen Experimenten überprüft werden.

Ausgehend vom aktuellen Sachstand, von Erfahrungen aus eigener Lehrtätigkeit und Befragungen, dedizierten Vorarbeiten sowie abgeschlossenen und laufenden Forschungstätigkeiten zeigt sich der Ansatz des forschenden Lernens im Rahmen kompetenzorientierter Lehrveranstaltungen als geeignetes Werkzeug.

Das sich in der Startphase befindliche Projekt „Integriertes und forschungsorientiertes Labor“ beinhaltet die Ermittlung und Bearbeitung von Ansätzen für eine nachhaltige Verbesserung ingenieurtechnischer Labore im Rahmen der akademischen Ausbildung. Für die Entwicklungsarbeit wird im Vorfeld eine Analyse der notwendigen Voraussetzungen und daraus resultierender Grundeigenschaften des Formates „integriertes Labor“ durchgeführt. Parallel dazu erfolgt die Identifizierung und Qualifizierung möglicher Anknüpfungspunkte innerhalb weiterer Lehrveranstaltungen und die Einbindung in den neuen, internationalen Studiengang „Master of Science in Manufacturing Technology“ (MMT). Die für diese integrative Herangehensweise notwendigen tele-operativen Versuchseinrichtungen wurden teilweise im Rahmen des von der EU geförderten Forschungsprojektes „PeTEX“ entwickelt und werden für diese Zwecke speziell weiterentwickelt.

Das eigentliche ingenieurwissenschaftliche Labor soll dabei nicht ersetzt werden. Vielmehr sind die telemetrischen Versuchseinrichtungen als Werkzeug gedacht, praktische Labortätigkeiten mit weiteren Lehrformaten, wie bspw. der Vorlesung, zu integrieren und somit zukünftige forschungsorientierte Labore effizienter zu gestalten. Mit dem Abschluss des Vorhabens soll ein ingenieurwissenschaftliches Labor zur Verfügung stehen, das im Rahmen der Ausbildung die konzeptionelle Integration der kompetenzorientierten und konstruktiven Lerntätigkeit ermöglicht.

## 2.5 MEDPRO – Ein neues, modulares Bildungsprogramm in der Produktionstechnik

Projektträger EU, TEMPUS  
Projektnummer JEP\_33157\_2005  
Ansprechpartner Dr.-Ing. habil. S. Chatti

Tunesien ist heute offener denn je für einen Technologietransfer. Eines der nationalen Projekte, das einen großen Einfluss auf die tunesische Nationalwirtschaft hat, ist die Modernisierung der tunesischen Industrie. Um dieses Programm in geeigneter Weise zu erreichen, muss eine neue Generation von Ingenieuren vorbereitet werden, die die neuesten Fortschritte der technologischen, industriebezogenen Aspekte bewältigen kann.

Für die Entwicklung eines neuen, modularen Bildungsprogramms in der Produktionstechnik (PT) für den tunesischen Bachelor-Studiengang und die Weiterbildung, basierend auf dem Bolognaprozess, wurde ein neues Projekt in 2007 initiiert. Das Projekt wurde aus dem europäischen Fonds „TEMPUS“ finanziert und zielte auf die Etablierung und Verbesserung der PT-Lehrpläne für Produktionsingenieure ab.

Das Ziel des MEDPRO-Projektes war die Analyse der Bildungsbedürfnisse beim tunesischen produzierenden Gewerbe und die Bereitstellung einer neuen Generation von Produktionsingenieuren, die diese Bedürfnisse decken. Das langfristige Ziel war die Belebung der tunesischen Fertigungsindustrie und die Kräftigung ihrer Wettbewerbsfähigkeit im globalen Markt.

Die Projektpartner sind Institute von Universitäten und vom Industrie-sektor in Schweden, Deutschland, Polen und Tunesien. Die europäische Dimension der Kooperation in PT-Bildung stellt nicht nur eine Garantie für ein gemeinsames Wissens- und Kompetenzniveau für die Absolventen dar, sondern sichert auch ein hohes Qualitätsniveau der Lehrenden und die Nachhaltigkeit der PT-Bildung.

Das MEDPRO-Projekt fokussierte auf die Etablierung eines neuen, modularen Programms in PT an der „Ecole Supérieure des Sciences et Techniques de Tunis“ (ESSTT). Die modulare Struktur erlaubt es, Produktionsingenieure in tunesischen Firmen für ein lebenslanges Lernen zu trainieren.

## 2.6 MasTech – Ein flexibles, modulares Masterprogramm in Technologie

Projektträger EU, TEMPUS  
Projektnummer 511277-TEMPUS-1-2010-1-DE-TEMPUS-JPCR  
Ansprechpartner Dr.-Ing. habil. S. Chatti

MasTech, ein aus Mitteln des EU Tempus Fonds gefördertes flexibles, modulares Masterprogramm in Technologie, zielt darauf ab, die Mobilität von Lehrenden und Studierenden zwischen den Universitäten der Partnerländer Tunesien, Algerien und Marokko zu begünstigen. Ein neuer modularer Lehrplan soll entwickelt und nachhaltige produktionstechnische Lehrprogramme für den innovativen zweijährigen Spitzen-Masterstudiengang „Master in Manufacturing Technology“ sollen erstellt werden, welche die Hochschulbildung an sechs Universitäten dieser Länder verbessern werden.

Das Master Programm besteht aus Basis- und Fachmodulen. Die modulare Struktur des Masterstudiengangs sorgt nicht nur für Einheitlichkeit und Flexibilität bei der Fertigungstechnikausbildung, sondern lässt sich auch leicht mit Ausbildungsprogrammen für die Berufsausbildung von Fertigungsingenieuren vereinbaren, um ein lebenslanges Lernen zu unterstützen und problemlos ein Anerkennungsverfahren für Ingenieure einzuführen. Hierbei soll das Programm auf einer gemeinsamen Grundstruktur mit den gleichen Ausbildungsmodulen in allen drei Ländern basieren, ergänzt von unterschiedlichen Spezialisierungsbereichen im jeweiligen Land.

Dieser Masterstudiengang wird den Partnerländern modernstes Wissen aus der Europäischen Union im Bereich der Produktionstechnik zur Verfügung stellen und dadurch für mehr Lernflexibilität und praktische Qualifikationen sorgen. Eine verbesserte Transparenz und Vergleichbarkeit der Bildungssysteme der Partnerländer und die Modernisierung des Fertigungstechnikstudiums wird auch die Anerkennung des Studiums im Ausland erleichtern und das Studieren in einem der Partnerländer reizvoller machen. Den Absolventen wird überdies der Zugang zum Arbeitsmarkt erleichtert indem sich die Ausbildung im Bereich der Fertigungstechnik maßgeblich an den Industrien der Partnerländer orientiert und somit die Verbindung zwischen Universitäten und Unternehmen gestärkt wird.

Die europäischen Partner des Projekts sind das „Royal Institute of Technology“ (KTH), Stockholm, Schweden, und die „Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers“ (ENSAM), ParisTech, Metz, Frankreich.

### 3 Forschung

Als wissenschaftliches Personal sind derzeit drei Oberingenieure und 39 wissenschaftliche Mitarbeiter (Diplom-Ingenieure, Master of Science, PhD und Diplom-Informatiker) beschäftigt. Dazu kommen 13 technische und administrative Mitarbeiter sowie ca. 60 studentische Hilfskräfte.

#### Das IUL besteht aus den vier Abteilungen

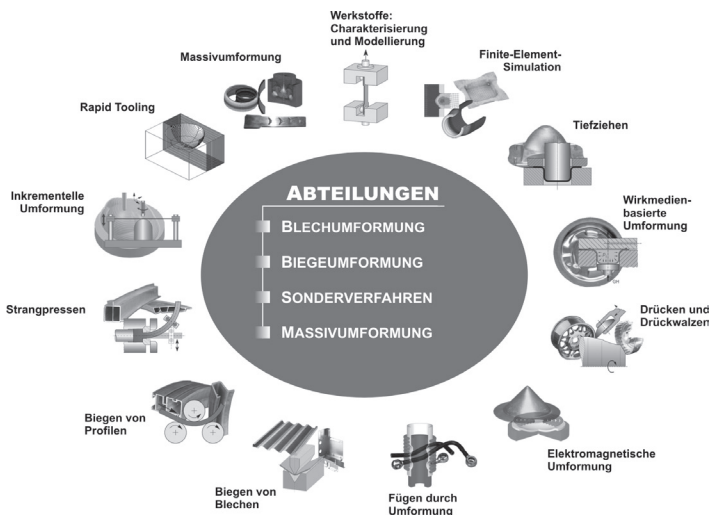
- Massivumformung
- Blechumformung
- Biegeumformung
- Sonderverfahren

#### Quer zu den Abteilungen sind zwei Arbeitsgruppen angelegt

- Modellierung und Simulation
- Mess- und Analysetechnik

Die Forschungsprojekte des Institutes für Umformtechnik und Leichtbau werden in Teams bearbeitet, die jeweils themenspezifisch und abteilungsübergreifend gebildet werden.

Zu Beginn dieses Kapitels erhalten Sie eine Übersicht über die vom IUL koordinierten Forschungsprogramme. Die abgeschlossenen und laufenden Projekte stellen wir Ihnen nach den vier Abteilungen angeordnet vor.





## 3.1 Koordinierte Forschungsprogramme

### 3.1.1 Sonderforschungsbereich SFB Transregio10

Sprecher Prof. Dr.-Ing. A. E. Tekkaya  
 Geschäftsführer Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. M. Marré | bis 30.11.2010  
 Ansprechpartner Dipl.-Wirt.-Ing. D. Pietzka

Ziel des Transregios (Beschreibung der Projekte: S. 39-42; S. 77) ist die Erarbeitung der wissenschaftlichen Grundlagen und Methoden zur Gestaltung von integrierten Prozessketten für die automatisierte und produktflexible Kleinserienfertigung leichter Tragwerkstrukturen. Es wird dabei ein beispielgebender Weg für die Verbindung von Umformen, Trennen und Fügen durch eine idealisierte Prozesskette aufgezeigt. Kernaspekte sind dabei, eine weitgehende Flexibilität in der Fertigungstechnik zu erreichen und die Prozesskette durchgängig in der Simulation abzubilden, um die Verkettung der Fertigungsschritte optimal zu gestalten.

Das Jahr 2010 stand im Zeichen der Begutachtung, die im Juni in Dortmund erfolgte. Grünes Licht und damit die erfreuliche Nachricht einer Förderung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft für weitere vier Jahre gab es im November. In der bewilligten 3. Phase wird die Flexibilisierung der Einzelprozesse und der gesamten Prozesskette angestrebt. Durch beispielsweise die Einbettung von Funktionselementen wie elektrischen Leitern oder die Fertigung von Profilen mit variierenden Querschnitten während des Strangpressens wird die Vielfalt der herstellbaren Varianten deutlich erweitert. Eine größere Variantenvielfalt führt zu steigenden Anforderungen an nachfolgende Prozesse und die Handhabung innerhalb der Prozesskette. Die Prozesskette wird exemplarisch durch ausgewählte, innovative Verfahren mit großem Zukunftspotenzial zusammen mit dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und der Technischen Universität München realisiert.

Beteiligte Institute und Lehrstühle:

- IUL, Institut für Umformtechnik und Leichtbau, TU Dortmund
- ISF, Institut für Spanende Fertigung, TU Dortmund
- wbk, Institut für Produktionstechnik, KIT - Karlsruher Institut für Technologie
- iwK I, Institut für Werkstoffkunde I, KIT - Karlsruher Institut für Technologie
- *iwb*, Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften, TU München
- LLB, Lehrstuhl für Leichtbau, TU München

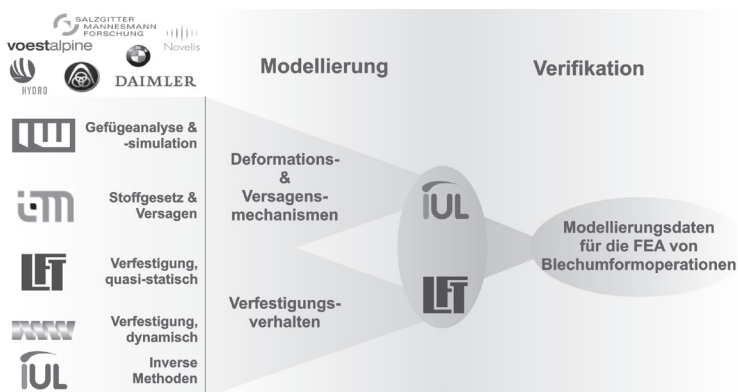


### 3.1.2 DFG-Paketantrag 250 Identifikation und Modellierung der Finite-Element- Analyse von Blechumformprozessen

Projekträger Deutsche Forschungsgemeinschaft  
 Projektnummer PAK 250  
 Sprecher Dr.-Ing. A. Brosius

Das Ziel dieses Forschungsvorhabens (Projektbeschreibung s. S. 63) besteht in der Verbesserung der Methoden zur Ermittlung des Werkstoffverhaltens bei der Blechumformung, der Identifikation der dabei genutzten theoretischen Modelle sowie der darin enthaltenen Parameter. Motivation für diese Forschungsaktivitäten ist die Verbesserung der Qualität der numerischen Prozesssimulation mittels der Finite-Element Methode, da mit den heutzutage verfügbaren, modernen Werkstoffen ein deutliches Defizit infolge der unberücksichtigten Effekte in der numerischen Modellierung einhergeht.

Hierzu arbeiten Wissenschaftler aus Dortmund, Hannover, Erlangen und Chemnitz in den Bereichen Fertigungstechnologien, Mechanik, Werkstofftechnik sowie Werkstoffprüfung zusammen. Besonderes Augenmerk wird auf die aktive Mitarbeit von Forschern aus dem industriellen Umfeld gelegt. Dabei steht neben der Identifikation von Werkstoffcharakteristika insbesondere die Entwicklung neuartiger experimenteller, analytischer und numerischer Strategien zur Auswertung und Beschreibung des werkstofftechnologischen Verhaltens im Fokus der Forschungsaktivitäten.



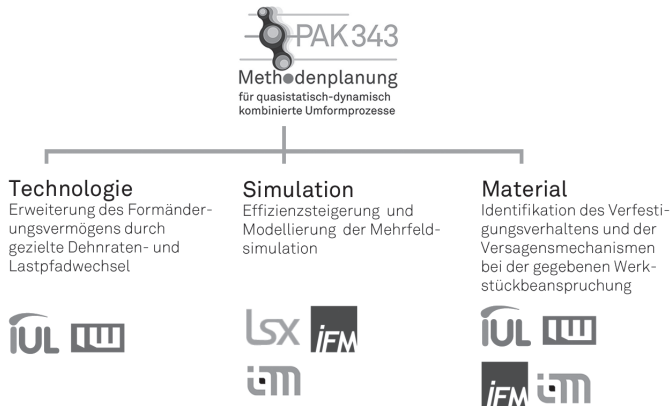
Zusammenwirken, Aufgaben und Industriekonsortium

### 3.1.3 DFG-Paketantrag 343 Methodenplanung für quasistatisch-dynamisch kombinierte Umformprozesse

Projekträger Deutsche Forschungsgemeinschaft  
 Projektnummer PAK 343  
 Sprecher Prof. Dr.-Ing. A. E. Tekkaya

Im Rahmen dieses Projektantrages (Beschreibung des Teilprojektes siehe Seite 75) wird eine geeignete Methodenplanung für Prozessketten aus quasistatischen und dynamischen Umformverfahren entwickelt, um eine geeignete Vorgehensweise zur Herstellung vorgegebener Werkstückgeometrien zu generieren. Dabei sollen blech- und rohrförmige Halbzeuge betrachtet werden. Die zu analysierenden Prozessketten umfassen die Verfahren Tiefziehen mit integrierter elektromagnetischer Blechumformung sowie elektromagnetische Kompression mit anschließender IHU.

Durch das Kombinieren verschiedener Umformverfahren ist eine Erweiterung der Formgebungsgrenzen erzielbar. Dabei stehen die Analyse der Deformationsmechanismen bei unterschiedlichen Belastungen sowie die dabei wirkenden Verfestigungs- und Schädigungseffekte im Vordergrund, wodurch ein grundlegendes Verständnis der über die Prozessdauer ablaufenden Vorgänge erarbeitet werden soll. Dadurch wird die Basis einer effizienten Methodenplanung für Prozessketten mit ausgeprägtem Dehnraten- und Lastpfadwechsel geschaffen.



Zusammenarbeit der Projektpartner

## 3.2 Abteilung Massivumformung

Leitung Dipl.-Ing. Nooman Ben Khalifa

Um der globalen Erderwärmung entgegenzuwirken, besteht ein vorrangiges Ziel aktueller Forschungsarbeiten in der Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen sowohl im Bereich der Automobil- und Luftfahrt-industrie als auch bei energie- und ressourcenintensiven Fertigungsprozessen in der industriellen Herstellung metallischer Produkte. Um den Energieverbrauch von Verkehrsmitteln zu senken, ist die Umsetzung von Leichtbaustrategien, z.B. durch den Einsatz von Leichtbauwerkstoffen wie Aluminiumlegierungen, und die Weiterentwicklung von Leichtbaustrukturen und leichteren innovativen Antrieben unumgänglich.

Bei der Abteilung Massivumformung stellt für die oben dargestellten Ansätze zur Umweltschonung die Erweiterung des Verfahrens Aluminiumstrangpressen eine sehr flexible und innovative Möglichkeit dar, komplexe, steife und gleichzeitig leichte Strukturen und Bauteile herzustellen. Hierfür wurden am IUL vier Strangpressverfahren untersucht und weiterentwickelt. Durch Runden beim Strangpressen werden 3D-gekrümmte Profile ohne Eigenspannungen und Querschnittsdeformationen durch Umlenkung des Werkstoffflusses beim Strangpressen hergestellt. Beim Verbundstrangpressen werden hochfeste Verstärkungselemente während des Prozesses in die Aluminiumprofile eingebettet, um die Festigkeit und Steifigkeit der Profile ohne deutliche Gewichtszunahme zu erhöhen. Durch Tordieren beim Strangpressen werden die aus der Presse austretenden Profile unmittelbar verdreht und dadurch schraubenförmige Bauteile gefertigt, wie zum Beispiel Schraubenrotoren. Darüber hinaus werden beim Spänepressen Aluminiumspäne ohne vorheriges Verschmelzen als Halbzeug eingesetzt. Daraus werden Profile hergestellt, deren Festigkeit gegenüber denen von konventionellen Strangpressprodukten nur geringfügig reduziert ist.

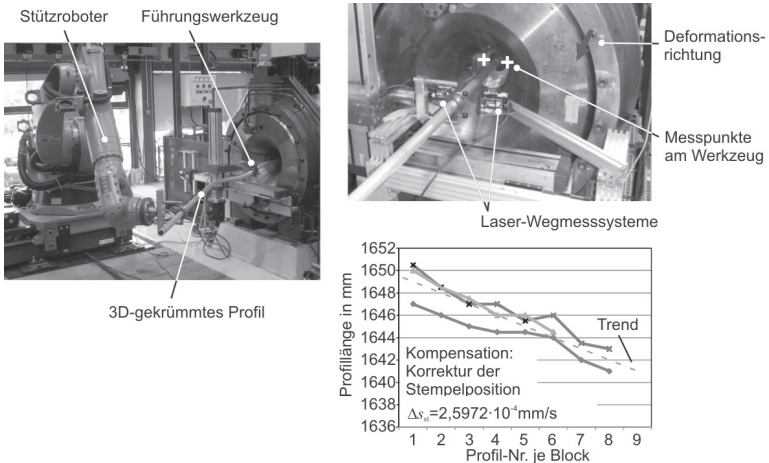
Neben dem Aluminiumstrangpressen stellt die Kaltmassivumformung, insbesondere das Kaltfließpressen, einen zweiten Schwerpunkt der Abteilung Massivumformung dar. Hier werden sowohl innovative Prozesse mithilfe der Finite-Elemente-Methode weiterentwickelt (Querfließpressen von hohlen Nebenformelementen) als auch die Bauteileigenschaften der Fließpressteile analysiert und optimiert (Analyse des Verzugs bei der Kaltmassivumformung). Im Folgenden werden die aktuellen Forschungsarbeiten der Abteilung vorgestellt.

### 3.2.1 Mehrachsiges Runden beim Strangpressen

Projekträger Deutsche Forschungsgemeinschaft  
 Projektnummer SFB/TR 10 • Teilprojekt A1  
 Projektbearbeiter Dipl.-Inform. A. Selvaggio

Das Verfahren „Runden beim Strangpressen“ stellt den Beginn der im Sonderforschungsbereich Transregio 10 untersuchten Prozesskette dar.

Eines der Hauptziele in Phase zwei war die Erhöhung der Konturgenauigkeit der gefertigten Profile. Dabei hat sich im Rahmen der Untersuchung die Werkzeugdeformation als ein wesentlicher Einflussfaktor auf die erzielbare Fertigungsgenauigkeit dargestellt. Zur Erfassung der Werkzeugdeformation wurden experimentelle Untersuchungen an geraden Profilen durchgeführt, bei denen mit Laser-Weg-Messsystemen die elastische Deformation der Werkzeuge gemessen wurde. Aus den Ergebnissen ging hervor, dass die Werkzeugdeformation durch eine Schrägstellung der Führungsflächen zu einer Vergrößerung des Pressverhältnisses führt. Die Werkzeugdeformation ist dabei proportional zur Presskraft, sodass ohne Kompensation der Werkzeugdeformation ein abfallender Trend der Profillängen über die Blocklänge zu beobachten ist.



Runden beim Strangpressen und Ergebnisse zur Untersuchung der Werkzeugdeformation

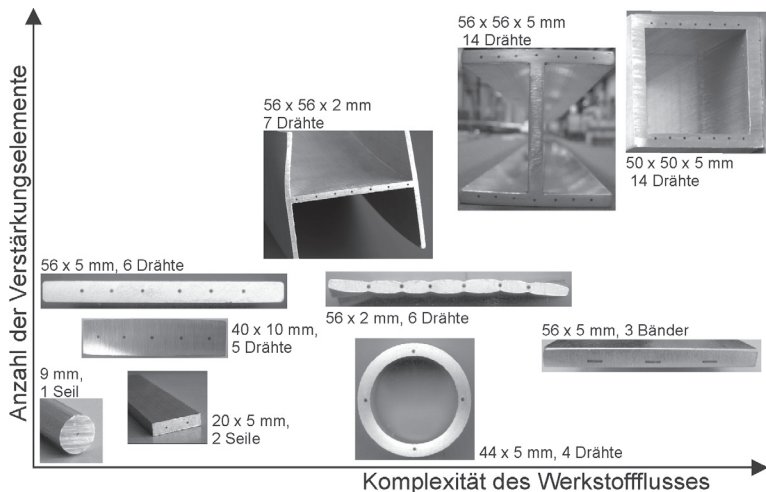
### 3.2.2 Verbundstrangpressen

Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft  
 Projektnummer SFB/TR 10 • Teilprojekt A2  
 Projektbearbeiter Dipl.-Wirt.-Ing. D. Pietzka

Die Herstellung von Verbundprofilen mittels Strangpressen wird untersucht. Die Profile werden dabei endlos verstärkt, d.h. die Verstärkung wird über die gesamte Profillänge realisiert. Die Kombination eines Leichtbauwerkstoffes wie Aluminium mit einer zweiten hochfesten Komponente kann das Strukturverhalten von Profilen bezüglich Festigkeit und Steifigkeit signifikant verbessern.

Es konnten bisher maximal 14 metallische Verstärkungselemente prozesssicher eingebettet werden. Als Matrixwerkstoff wurden die Aluminiumlegierungen EN AW-6060 und 6082 verwendet.

Des Weiteren wurde zu Vergleichszwecken die Magnesiumlegierung AZ 31 eingesetzt. Zur Erhöhung des Verstärkungsanteils wurden Untersuchungen zur Einbettung von metallischen Flachbändern durchgeführt. Aufgrund der erforderlichen Zuführung in das Strangpresswerkzeug ergab sich dabei ein sehr komplexer Werkstofffluss.



Entwicklung der Querschnitte von Verbundprofilen

### 3.2.3 Simulation des Verbundstrangpressens

Projekträger Deutsche Forschungsgemeinschaft  
 Projektnummer SFB/TR 10 • Teilprojekt B1  
 Projektbearbeiter Dipl.-Ing. T. Kloppenborg

In diesem Projekt wird der Verbundstrangpressprozess mithilfe der Finite-Elemente-Methode analysiert und optimiert. Dazu werden Methoden entwickelt, die es ermöglichen, den komplexen massiven Umformprozess und verfahrensspezifische Fertigungskriterien numerisch abzubilden. Die Methoden werden in eine geschlossene numerische Optimierung implementiert und ermöglichen so eine produktions-sichere Fertigung von Verbundprofilen.

Ein Fertigungskriterium, das aktuell analysiert wird, ist das Versagen der Verstärkungselemente.

Zur numerischen Abbildung des Verstärkungselementverlaufes wird innerhalb der Schweißkammer eine angepasste Partikelsimulation durchgeführt. Durch die Interpolation der Simulationsgrößen, wie z.B. Spannungen und Temperaturen, auf die generierte Bahnlinie kann mithilfe eines vereinfachten analytischen Ansatzes das Versagen der Verstärkungselemente vorhergesagt und innerhalb der numerischen Optimierung als Restriktion berücksichtigt werden.

#### Geschwindigkeitsverteilung



#### Einflussgrößen

- Werkstoff  $\alpha_{\text{Sub}}, R, Q, A, n$
- Temperatur  $\nu$
- Verbundlänge  $l_{\text{Verbund}}$
- Umformgeschwindigkeit  $\dot{\varphi}$
- Verstärkungselementradius  $r_{VE}$

#### Zusammenhang der Einflussgrößen

$$\sigma_{\text{max,VE}} = \frac{2 \cdot l_{\text{Verbund}}}{\sqrt{3} \cdot \alpha_{\text{Sinh}} \cdot r_{VE}} \cdot \sinh^{-1} \left[ \left( \frac{\dot{\varphi} \cdot e^{\frac{Q}{R \cdot \nu}}}{A} \right)^{\frac{1}{n}} \right]$$

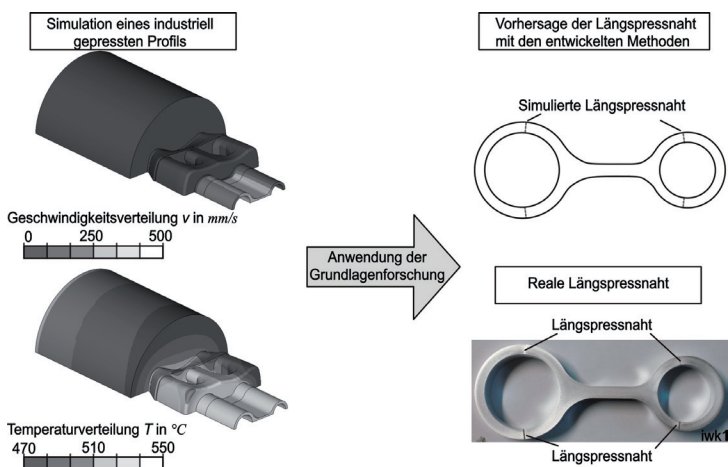
Versagen von Verstärkungselementen im quasistationären Verbundstrangpressprozess

### 3.2.4 Effiziente Strangpresssimulation für industrielle Anwendungen

Projekträger Deutsche Forschungsgemeinschaft  
 Projektnummer SFB/TR 10 • Teilprojekt T6  
 Projektbearbeiter Dipl.-Ing. T. Kloppenborg

Die Erkenntnisse und entwickelten Simulationenethoden aus dem Teilprojekt B1, Simulation des Verbundstrangpressens, werden genutzt, um eine Übertragbarkeit auf industrielle Fragestellungen zu realisieren. Dabei wird zum Beispiel versucht, die entwickelte Methode zur numerischen Vorhersage der Längspressnahtlage um die Qualitätsaspekte zu erweitern. Gleichzeitig wird die entwickelte Optimierungsmethode genutzt, um durch eine automatisierte Anpassung der Werkzeuggeometrie eine homogene Austrittsgeschwindigkeit im industriellen Profilquerschnitt zu erzeugen und dadurch einen prozesssicheren Produktionsprozess zu realisieren.

Aktuell werden industrielle Pressungen eines industrienahen Querschnitts durchgeführt, um auf Basis der Erkenntnisse das Kriterium für die Güte der Längspressnaht zu entwickeln. Als industrielle Partner sind die Unternehmen Altair Engineering GmbH, Audi AG, F.W. Brökelmann Aluminiumwerk GmbH & Co. KG, Daimler AG, Gesamtverband der Aluminiumindustrie e.V. (GDA), Honsel AG, Kistler-IGeL GmbH, S+C ETS GmbH und Wilke Werkzeugbau GmbH & Co. KG beteiligt.



Vorhersage der Längspressnaht in industriell gepressten Profilquerschnitten



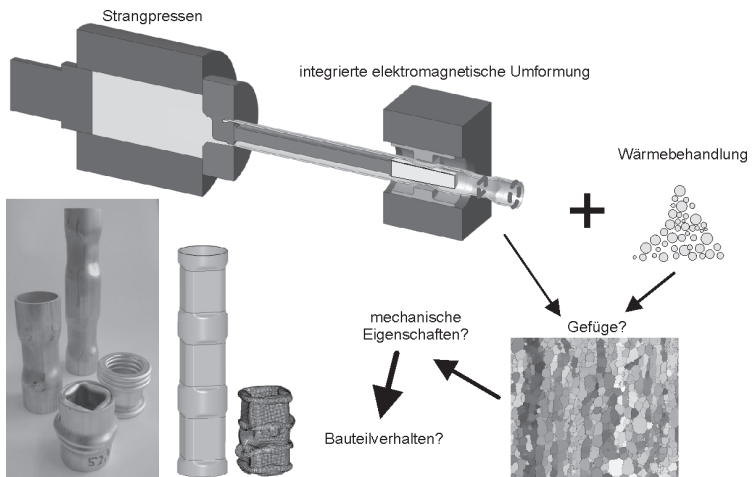
### 3.2.5 Thermo-mechanische Weiterverarbeitung von höherfesten Aluminiumwerkstoffen beim Strangpressen

Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft  
 Projektnummer SFB/TR 30 • Teilprojekt A2  
 Projektbearbeiter Dipl.-Ing. A. Jäger • M. Sc. A. Güzel

In der ersten Projektphase wurde der Machbarkeitsnachweis für die numerische Vorhersage der Mikrostrukturentwicklung beim Strangpressen einerseits und die technologische Umsetzung der Prozesskombination Strangpressen - Elektromagnetische Warmumformung - Wärmebehandlung andererseits erbracht.

Durch die Integration thermo-mechanischer Weiterverarbeitungsprozesse in die Prozesskette des Strangpressens in Verbindung mit der resultierenden Mikrostruktur können Profile mit gezielt eingestellten Eigenschaften hergestellt werden. Aufbauend darauf ist das Ziel der nachfolgenden Projektphase, die ausgewählte Prozesskette für die Fertigung eigenschaftsoptimierter Bauteile numerisch auszulegen und technologisch weiterzuentwickeln.

Zur Fertigung von Profilen mit gezielt eingestellten geometrischen und mechanischen Eigenschaften ist eine sukzessive Steigerung der Bauteilkomplexität vorgesehen.



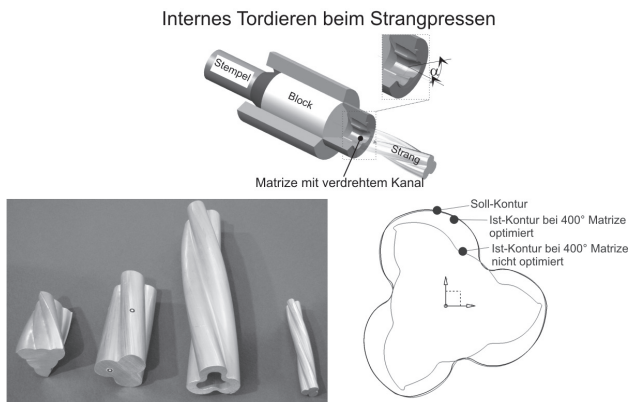
Untersuchung und Vorhersage der Produkteigenschaften in einer Prozesskette zur Herstellung eigenschaftsgradierter Profile

### 3.2.6 Alternative Fertigungsverfahren zur umformtechnischen Herstellung von Schraubenrotoren

Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft  
 Projektnummer TE 508/3-3  
 Projektbearbeiter Dipl.-Ing. N. Ben Khalifa  
 Projektstatus abgeschlossen

Das Ziel des Gemeinschaftsprojektes mit dem Fachgebiet für Fluidtechnik der TU Dortmund ist die Untersuchung der Wechselwirkungen zwischen den Herstellungsprozessen und den Eigenschaften der Schraubenrotoren. Am IUL wurden zwei innovative Verfahrensvarianten des Strangpressens entwickelt: Internes und Externes Tordieren beim Strangpressen.

Beim externen Tordieren beim Strangpressen wurde das Drehmoment zur Umlenkung des Werkstoffflusses gemessen. Dabei betrug das Drehmoment weniger als 50% während der Umlenkphase und sogar weniger als 10% im stationären Bereich im Vergleich zum reinen Verdrehen, was auf die Überlagerung von Druck- und Schubspannungen zurückzuführen ist. Bzgl. des internen Tordierens beim Strangpressen konnte der Steigungswinkel durch Optimierung des Werkstoffflusses und durch Reduktion der Massenträgheit deutlich gesteigert werden. Dabei konnte der Steigungswinkel bei der Ausgangsgeometrie von  $20^\circ/100\text{ mm}$  auf  $36^\circ/100\text{ mm}$  gesteigert werden. Beim Unterskalieren der Geometrie konnte ein Steigungswinkel von  $144^\circ/100\text{ mm}$  erzielt werden.



Internes Tordieren beim Strangpressen: Verfahrensprinzip, Geometrieoptimierung

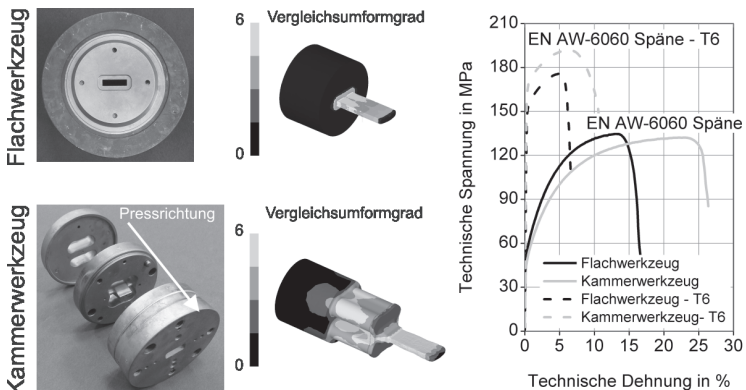
### 3.2.7 Umformtechnische Wiederverwertung von Aluminiumspänen

Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft  
 Projektnummer TE 508/12-1  
 Projektbearbeiter M.Sc. V. Güley

Die direkte Verwertung von Aluminiumspänen für die Fertigung von Strangpressprofilen bietet eine ressourcenschonende Alternative zum konventionellen energieintensiven Urformprozess. Hier werden die legierungsrein aussortierten Späne zuerst chemisch gereinigt, getrocknet, zu Presslingen verdichtet, auf die Strangpresstemperatur erhitzt und zu Profilen stranggepresst. In den Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass grundlegende Prozessparameter wie das Pressverhältnis, der Werkstofffluss und die Temperatur die Eigenschaften des resultierenden Profils definieren.

Ein Effekt durch Variation der Spanform ist insbesondere beim Korrosionsverhalten sowie eingeschränkt bei den mechanischen Eigenschaften zu beobachten.

Darüber hinaus hat sich gezeigt, dass die Verunreinigungen des Spanmaterials die Eigenschaften der Profile negativ beeinflussen. Das dynamische Verhalten der Profile sowie die statischen Eigenschaften sind vergleichbar mit konventionellen Profilen.



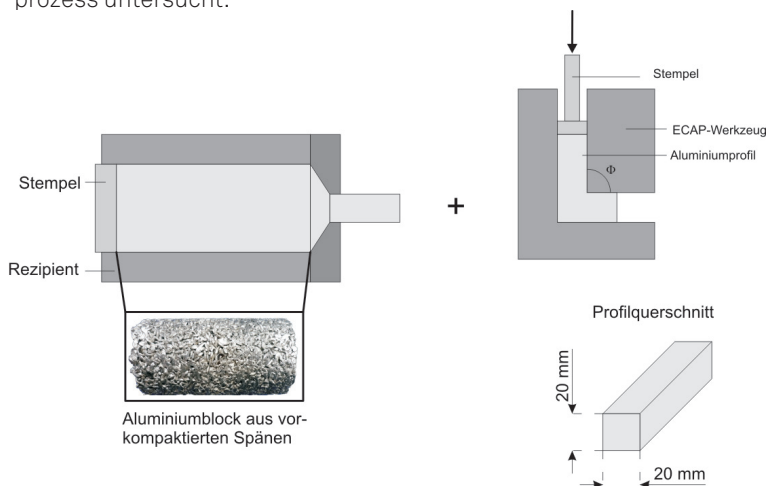
Einfluss des Werkstoffflusses auf den Vergleichsumformgrad und somit auf die Duktilität und Festigkeit des Profils, stranggepresst aus Aluminiumspänen mit Flach- und Kammerwerkzeugen

### 3.2.8 Erweiterung des Strangpressens von Aluminiumspänen um einen ECAP-Prozess

Projekträger      Forschungsschule für Energieeffiziente  
 Produktion und Logistik  
 Projektbearbeiter Dipl.-Wirt.-Ing. M. Haase

Das Ziel dieses Projekts ist die Untersuchung eines alternativen Umformverfahrens zur Wiederverwertung von Spanmaterial aus Aluminium anhand der Prozesskette Strangpressen und Equal Channel Angular Pressing (ECAP). Statt eines konventionellen Einschmelzvorgangs wird das Spanmaterial nach einem Kompaktierprozess direkt stranggepresst. Hierbei können verschiedene Aluminiumlegierungen sowie Aluminiumverbundwerkstoffe eingesetzt werden. Der angeschlossene ECAP-Prozess beeinflusst die Gefügestruktur des stranggepressten Profils. Ein Schwerpunkt ist die Untersuchung des Einflusses eines dem Strangpressprozess nachgelagerten ECAP-Prozesses auf die mechanischen Eigenschaften von Profilen aus Spanmaterial.

Die mechanischen Eigenschaften der umgeformten Profile werden durch Materialprüfverfahren analysiert. Die Analyse der Mikrostruktur erfolgt durch mikroskopische Untersuchungen. Die Weiterverarbeitung der hergestellten Profile wird durch einen nachgelagerten Umformprozess untersucht.



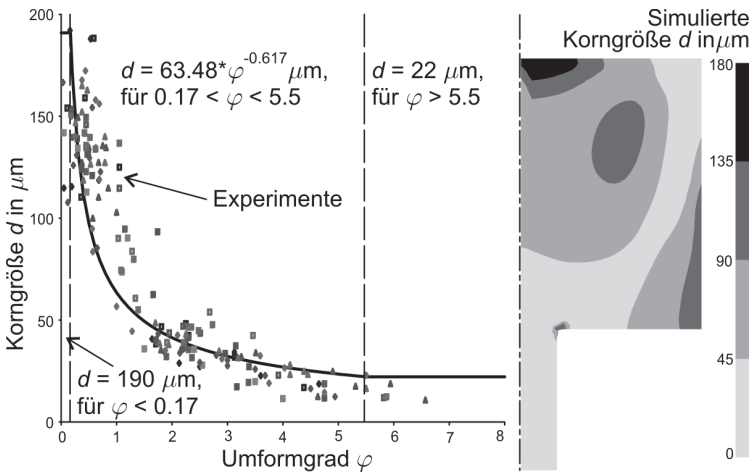
Prozessprinzip des Strangpressprozesses mit nachgelagertem ECAP-Prozess

### 3.2.9 Gefügeentwicklung beim Strangpressen

Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft  
 Projektnummer FOR 922 • Teilprojekt 1  
 Projektbearbeiter Dipl.-Ing. A. Foydl

Ziel der Forschergruppe, bestehend aus dem IUL, dem LWT (Universität Rostock), dem IFUM und dem IW (Universität Hannover), ist es, eine Methodik zu entwickeln, die - ausgehend von den mechanischen Eigenschaften und der Geometrie eines Strangpressprodukts - Parameter für die Werkzeuggeometrie, den Pressvorgang und die Wärmebehandlung festlegt.

Im Teilprojekt des IUL wird die Entwicklung der Kornmorphologie, die abhängig von Temperatur, Umformgrad und Dehnrates ist, während des Strangpressens untersucht, um daraus Rückschlüsse auf die Werkzeuggeometrie und den Pressvorgang zu ziehen. Mithilfe eines skalierten Strangpressversuchsstandes wird die Korngröße, die sich während des Prozesses einstellt, unter verschiedenen Prozessbedingungen erfasst. Korreliert mit dem simulierten Umformgrad konnte so eine empirische Gleichung aufgestellt werden, die in einem Finite-Element-Programm mittels Benutzerschnittstelle verwendet werden kann, um die Korngröße zu simulieren.



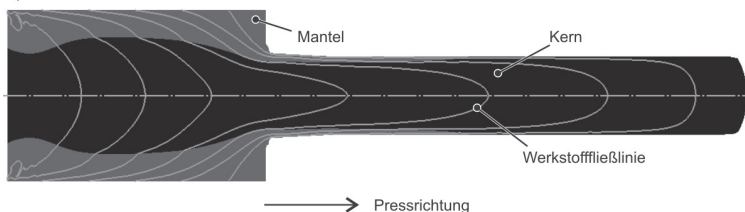
Beschreibung und Berechnung der Korngröße in Abhängigkeit des Umformgrads am Beispiel von EN AW-7020

### 3.2.10 Entwicklung eines Hybridschmiedeverfahrens für hochbeanspruchte Fahrzeugbauteile im Leichtbau

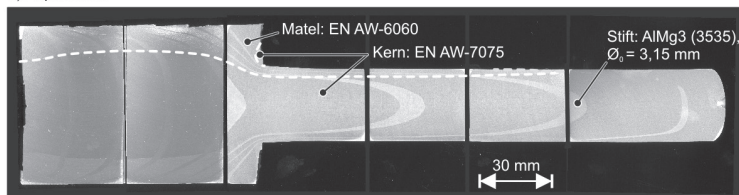
Projektträger BMBF - ZIM  
 Projektnummer KF2198102CK9  
 Projektbearbeiter Dipl.-Ing. A. Jäger • M.Sc. A. Güzél

Im Projekt wird die Herstellung und Weiterverarbeitung von Werkstoffverbunden, die in nicht durchmischter Form vorliegen, erforscht. Innerhalb des Kooperationsprojekts wird das Koextrudieren zur Herstellung von Verbundhalbzeugen beim Hybridschmieden eingesetzt, das beim Projektpartner der LEIBER Group GmbH & Co. KG, Emmingen, entwickelt wird. Der Schwerpunkt der Untersuchungen liegt auf der Gestaltung des Werkstoffflusses, der Einstellung optimierter Verbundeigenschaften sowie in der Erhöhung des Leichtbaugrades durch hohe Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit bei geringer Dichte. In der ersten Projekthälfte wurde ein Konzept für den Prozess des Ko-Strangpressens von Verbundprofilen aus zwei unterschiedlichen Aluminium-Knetlegierungen erarbeitet. Des Weiteren wurde ein Modell zur numerischen Berechnung des Prozesses entwickelt. Anhand von experimentellen Arbeiten wurde die grundsätzliche Eignung des Verfahrens zur Herstellung von Verbundhalbzeugen nachgewiesen.

a) Simulation



b) Experiment



Numerische (a) und experimentelle (b) Untersuchung der Querpressnahtposition beim Block-auf-Block-Hybridstrangpressen

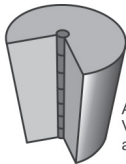
### 3.2.11 Bauteiloptimierung durch Schmieden von verbundstranggepressten Aluminiumhalbzeugen

Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft  
Projektnummer TE 508/17-1  
Projektbearbeiter Dipl.-Ing. N. Ben Khalifa • Dipl.-Ing. A. Foydl

Im Rahmen des Kooperationsprojekts mit dem Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen der Universität Hannover wird die Herstellung und Weiterverarbeitung partiell verstärkter Halbzeuge anhand der Prozesskette Strangpressen und Schmieden untersucht. Die Verstärkung der Halbzeuge erfolgt durch die Einbettung eines hochfesten Werkstoffs in eine duktile Matrix während des Strangpressvorgangs.

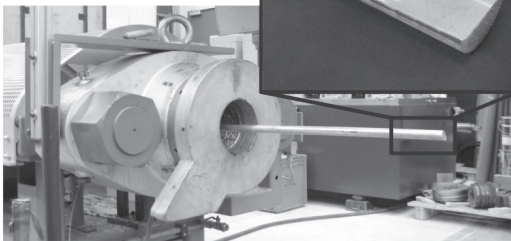
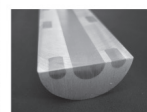
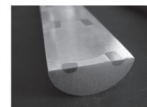
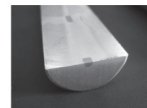
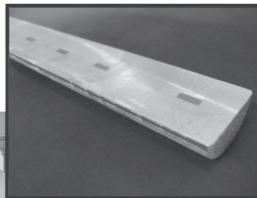
Der Schwerpunkt der Untersuchung liegt in der Gestaltung des Werkstoffflusses bei verschiedenen Profil- und Verstärkungsgeometrien zur Beeinflussung der Positionierung der Verstärkungselemente in der Matrix sowie der Optimierung der Verbundeigenschaften und des Leichtbaupotenzials der Verbundprofile.

Erste Untersuchungen haben gezeigt, dass eine Erhöhung des Pressverhältnisses zu einer Erhöhung des Abstands der Verstärkungselemente entlang der Profillängsachse führt. Des Weiteren hat die Geometrie des Profilquerschnitts einen Einfluss auf die Verbundqualität zwischen Aluminium und Stahl.



Aluminiumblock mit Verstärkungselementen aus Stahl

Profil mit zentral eingebetteten Verstärkungselementen



Herstellung partiell verstärkter Profile durch Koextrusion von Stahl und Aluminium

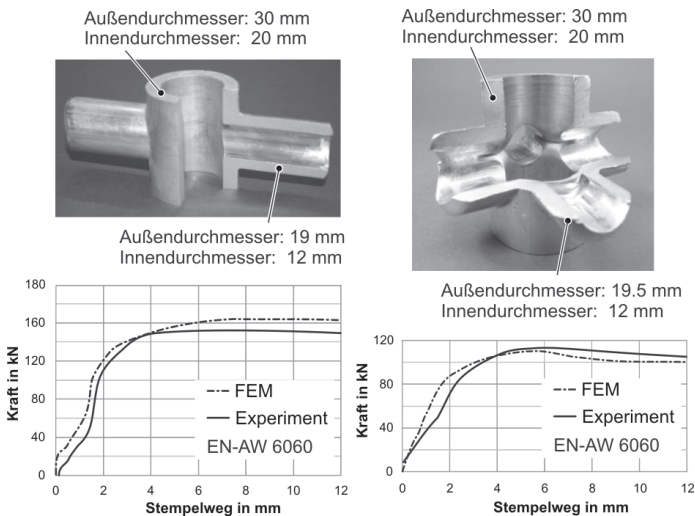
### 3.2.12 Grundlagenuntersuchungen zum Hohl-Querfließpressen von Nebenformelementen

Projekträger Deutsche Forschungsgemeinschaft  
 Projektnummer TE 508/13-1  
 Projektbearbeiter Dipl.-Ing. M. Schwane

In diesem Gemeinschaftsprojekt mit dem Institut für Umformtechnik der Universität Stuttgart werden Grundlagen zum Hohl-Querfließpressen von hohlen Rohteilen erarbeitet. Mit dem neuartigen Verfahren wird eine Erweiterung des Spektrums der durch Kaltfließpressen herstellbaren Geometrien auf komplexe hohle Bauteile möglich.

Gegenstand der derzeit laufenden experimentellen und numerischen Untersuchungen sind Bauteilgeometrien mit symmetrisch angeordneten, axialsymmetrischen Nebenformelementen. Bei diesen Geometrien konnten Faltenbildungen, Unterfüllungen und reduzierte Wandstärken als Prozessfehler identifiziert werden.

Ein wesentliches Ziel der Untersuchungen ist daher die Bestimmung der für die Verfahrensgrenzen relevanten Einflussfaktoren und die Herleitung analytischer Modelle, die Aussagen über die Herstellbarkeit von komplexen Geometrien ermöglichen.



Gepresste Bauteile und Vergleich der Kraft-Weg-Kurven



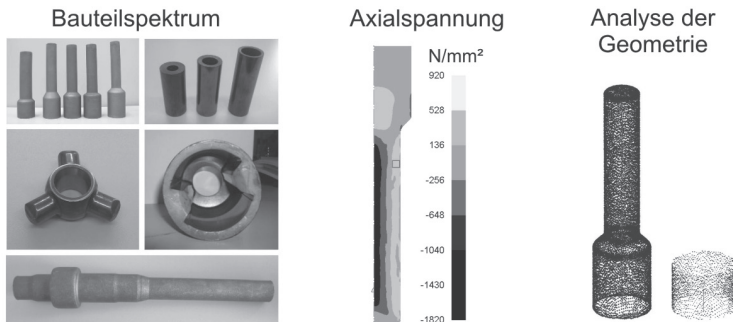
### 3.2.13 Analyse der Wirkzusammenhänge zwischen Wärmebehandlung und Verzug von Kaltmassivumformteilen

Projektträger AiF ZUTECH  
 Projektnummer 309 ZN  
 Projektbearbeiter Dipl.-Ing. S. Hänisch

Das Verfahren des Kaltfließpressens ermöglicht eine wirtschaftliche Fertigung komplexer und formgenauer Werkstücke in großer Stückzahl. Bei der häufig nachfolgenden Wärmebehandlung kann es allerdings aus bisher nicht eindeutig geklärten Gründen zum Verzug des Bauteils kommen. Im Rahmen dieses Gemeinschaftsprojektes zwischen IUL und IWT werden die Zusammenhänge zwischen Kaltumformung, Wärmebehandlung und Verzug untersucht.

Dazu werden in umfangreichen Versuchsreihen mit zunehmend komplexeren Bauteilen gezielt verschiedene Prozessparameter wie Werkstoff, Umformgrad oder Schmierstoff variiert und die Bauteileigenschaften analysiert. Neben experimentellen Untersuchungen finden auch entsprechende FEM-Simulationen zur Ermittlung der Eigenspannungen statt.

Darüber hinaus werden Bauteile aus der industriellen Fertigung detaillierter untersucht. Erste Auswertungen deuten auf einen geringeren Verzug bei steigendem Umformgrad und höherer Reibung hin. Aus den Ergebnissen sollen abschließend Empfehlungen und allgemeine Optimierungsansätze für die Industrie abgeleitet werden.



Untersuchtes Bauteilspektrum, FEM-Simulation zur Ermittlung von Eigenspannungen und Analyse der Geometrie nach optischer Bauteilvermessung

### 3.2.14 Untersuchung und Verbesserung der Fertigungskette vom Drahtziehen bis zum Induktionshärten

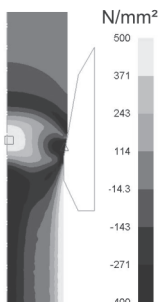
Projekträger Deutsche Forschungsgemeinschaft  
 Projektnummer TE 508/18-1  
 Projektbearbeiter Dipl.-Ing. S. Hänisch

Die Fertigung von Maschinenbauteilen erfolgt im Allgemeinen in mehreren aufeinanderfolgenden Prozessschritten. Die Verbesserung eines Schrittes kann zu Schwierigkeiten bei nachfolgenden Prozessschritten führen, beispielsweise kann eine Erhöhung der Produktionsgeschwindigkeit beim Drahtziehen eine Veränderung des Werkstoffzustandes mit sich bringen. Dies kann dann zu stärkerer Ausprägung des Verzugs und damit verbundener umfangreicher Nacharbeit wie Richtvorgängen führen.

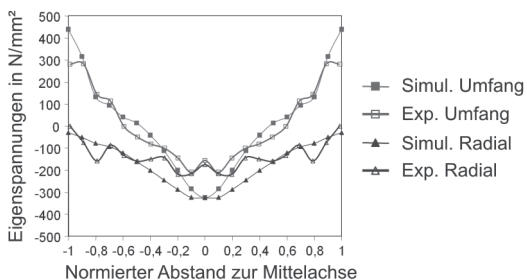
Im Rahmen dieses deutsch-brasilianischen Gemeinschaftsprojektes werden die einzelnen Schritte des Drahtziehprozesses vom Ausgangswerkstoff bis zum Induktionshärten experimentell und numerisch untersucht und Möglichkeiten für eine Minimierung der auftretenden Verzüge bewertet.

Am IUL finden FEM-Simulationen des Drahtziehprozesses unter Berücksichtigung von Temperatureinfluss und unterschiedlichem Materialverhalten statt, um den Zusammenhang zwischen Eigenspannungen und Verzug zu ermitteln und daraus Potenziale für eine Verbesserung der Prozesskette abzuleiten.

Umfangsspannung



Eigenspannungen in radialer und Umfangsrichtung



Links: FEM-Simulation des Drahtziehens,  
 rechts: Vergleich der experimentell und numerisch ermittelten Eigenspannungen

### 3.3 Abteilung Blechumformung

Leitung Dipl.-Ing. Jörg Witulski

Die Ziele der Abteilung liegen in der Entwicklung neuer Blechumformprozesse, die bestehenden Prozesse effizienter zu gestalten, und in der Analyse und Charakterisierung sowohl der Prozesse als auch der eingesetzten Blechwerkstoffe. Hierbei stehen sowohl die prozesssichere Herstellung von Blechformteilen aus höherfesten Werkstoffen als auch die Realisierung hybrider Bauteile im Vordergrund, die aus verschiedenen Werkstoffklassen synthetisiert sind. Basis hierzu bilden zum einen der Leichtbauaspekt, der eine Gewichtsreduzierung bei gleichzeitiger Funktionserfüllung der Bauteile erfordert, sowie die permanente Steigerung der Festigkeitseigenschaften sicherheitsrelevanter Elemente.

So beinhaltet ein Thema die Analyse der Eigenschaften pressgehärteter Blechformteile. In einem neuen Projekt soll dieser Prozess mittels formlos fester Stoffe für die Innenhochdruckumformung (IHU) erweitert werden. IHU wird auch für die Umformung beschichteter Feinbleche eingesetzt. Hierbei wird der Einfluss der Prozessparameter analysiert. Ebenfalls auf Wirkmedienverfahren basierend wird ein neuartiger Ansatz zur effizienten Herstellung von Solarabsorbern mittels Walzplattieren und IHU untersucht. Zur Realisierung von Kunststoff-Metall-Hybriden wird eine Verfahrenskombination Spritzgießen mit Hochdruckblechumformung verwendet. Zu diesem Thema werden sowohl Simulationsmodelle entwickelt als auch die Verfahrensintegration grundlegend analysiert.

Gegenstand weiterer Projekte ist die Substitution konventioneller Werkzeugwerkstoffe durch Beton bzw. hartstoffbeschichtete Kunststoffe, wobei insbesondere letzteres Projekt auf die wirtschaftliche Umformung höherfester Werkstoffe in der Mittelserie abzielt. Zur Verbesserung der Prozesssimulation solcher höherfester Blechwerkstoffe wird zum einen die Simulation rückfederungsbedingter Formabweichungen analysiert, zum anderen werden mittels inverser Methodik Werkstoff- und Reibmodelle identifiziert. Weiterhin soll die Prozesssimulation durch die Implementierung von Schädigungsmodellen, basierend auf experimentellen und numerischen Untersuchungen, erweitert werden. Zur Erhöhung der Rechenzeit von Simulationen für Online-Prozessregelungen werden schnelle Algorithmen entwickelt.

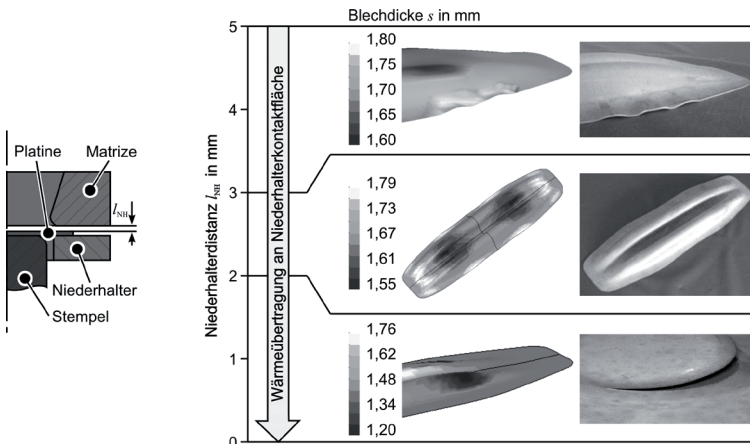
### 3.3.1 Methodenplanung für die Prozess- und Werkzeuggestaltung bei der Warmblechumformung

Projekträger Deutsche Forschungsgemeinschaft  
 Projektnummer FOR 552 • Teilprojekt 3  
 Projektbearbeiter Dr.-Ing. H. Karbasian

Die Eigenschaften pressgehärteter Bauteile wurden auf Basis der thermomechanischen und mikrostrukturellen Zustände analysiert. Die Untersuchungen behandelten den Einfluss der Prozessführung und Werkzeuggestaltung auf die geometrischen und mechanischen Eigenschaften pressgehärteter Bauteile.

Die Kenntnis über die Auswirkungen der Prozessparameter ist für eine optimale Prozessauslegung essenziell. Hierzu wurden FE-Simulationen auf Basis eines FE-Modells durchgeführt, das thermomechanische und mikrostrukturelle Vorgänge während des Presshärtens abbildet und somit eine realitätsnahe Modellierung des Presshärtens ermöglicht. Auf Basis der Untersuchung konnten Richtlinien für die Prozessführung des Presshärtens erarbeitet werden, die für die Prozess- und Werkzeugauslegung erforderlich sind.

Ferner wurde eine spezielle Prozessführungsstrategie für das Presshärten vorgeschlagen, die eine gezielte Einstellung der Bauteilfestigkeiten erlaubt.



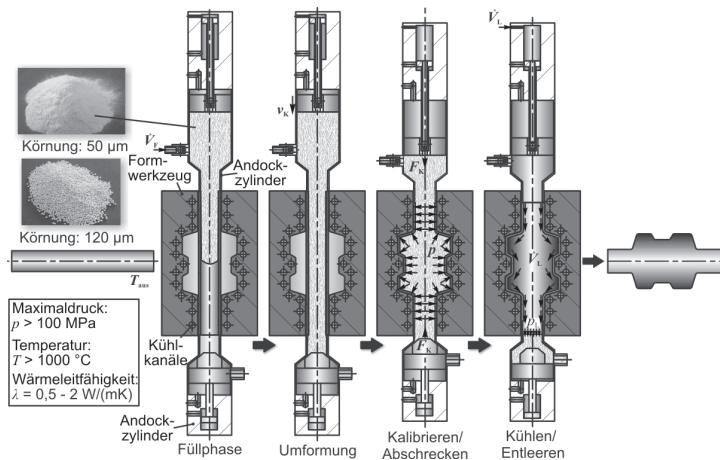
Einfluss der Niederhalterdistanz auf das Umformergebnis

### 3.3.2 Presshärten von Rohren und Profilen mittels formlos fester Stoffe

Projektträger FOSTA  
 Projektnummer P 902  
 Projektbearbeiter Dr.-Ing. M. Trompeter

Ziel des Forschungsprojektes ist die Entwicklung eines Warmumformprozesses für Rohre und Profile, in dem temperatur- und druckbeständige formlos feste Stoffe als Druckmedien zum Einsatz kommen. Hierdurch sollen Rohre und Profile aus mangan-bohrlegierten Stählen (22MnB5) zu ultra-hochfesten Karosseriebauteilen umgeformt und formgehärtet werden. Das Formhärten (Abschrecken) des Werkstoffes kann aber nur sichergestellt werden, wenn der Werkstoff trotz der thermischen Schrumpfung in Kontakt mit dem gekühlten Formwerkzeug bleibt. Hierzu sind hohe Innendrucke erforderlich. Im Gegensatz zu Gas (Blow Forming) können temperaturbeständige formlos feste Stoffe als Druckmedium hohe Umformdrücke mit geringen Druckaufbauzeiten übertragen.

Zudem kann eine hohe Arbeitssicherheit gewährleistet werden. Im Forschungsprojekt werden hierzu die Grundlagen zur Beherrschung des Umformprozesses insbesondere hinsichtlich des Einflusses der Prozessparameter auf die resultierenden Bauteileigenschaften erarbeitet.



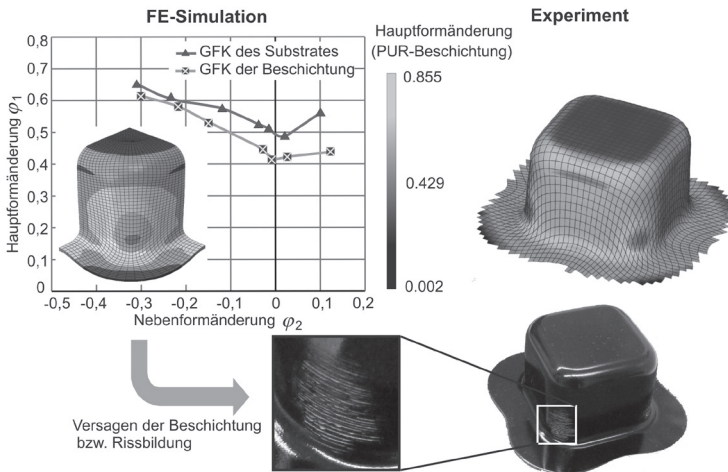
Presshärten von Rohren und Profilen mittels formlos fester Stoffe

### 3.3.3 Umformverhalten von organisch beschichteten Blechen

Förderung      Deutscher Akademischer Austauschdienst - DAAD  
 Bearbeiter      M.Sc. H.-D. Pham

Ziele des Projektes sind die Untersuchung des Umformverhaltens und die Vorhersage von Produkt- bzw. Oberflächeneigenschaften, z.B. Glanzgrad und Rauheit von polymer beschichteten Blechen. Die Untersuchungsergebnisse haben gezeigt, dass eine zunehmende Dehnung grundsätzlich einen Abfall des Glanzgrades bewirkt. Dabei hängt die Verringerung des Glanzes sowohl vom Umformgrad als auch vom Formänderungspfad ab. Im Gegensatz dazu nehmen die Rauheitswerte mit steigender Dehnung zu.

Zur Vorhersage der Veränderung der Oberflächenbeschaffenheit und zur Untersuchung des Einflusses von Prozessparametern auf das hydromechanische Umformen mit beschichtetem Blech wurden eine FE-Modellierungsstrategie und ein erstes analytisches Modell entwickelt. Die Berechnungsergebnisse belegen die Anwendbarkeit des entwickelten Vorhersagemodells. Ein Vergleich der analytischen und numerischen Ergebnisse zeigt das Potenzial der Verwendung des analytischen Modells zur Prozessauslegung.



Methodenplanung für Umformung beschichteter Feinbleche

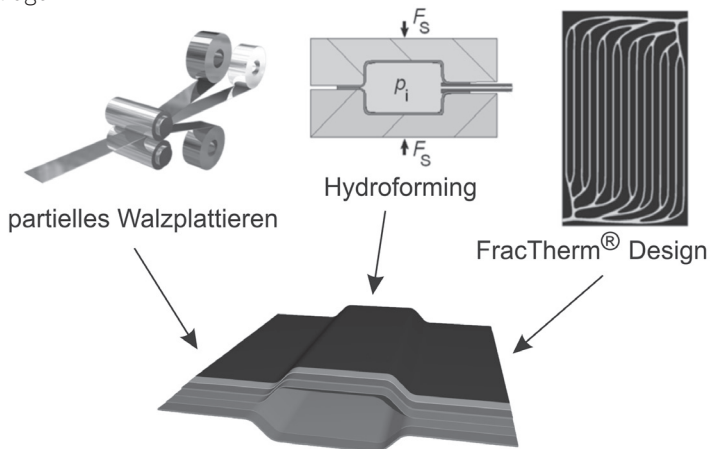
### 3.3.4 Entwicklung von Solarabsorbern in Stahlbauweise auf Basis partiell plattierter Hybridhalbzeuge

Projektträger AiF ZUTECH / FOSTA  
 Projektnummer ZN 339 / P 820  
 Projektbearbeiter Dipl.-Ing. F. Steinbach

Der neue Ansatz bietet im Vergleich zu klassischen Kupferblech-Kupferrohr-Bauweisen deutliche Vorteile, da Solarabsorber hier in einem schnellen, nahezu kontinuierlichen Produktionsprozess, bestehend aus Kaltwalzplattieren und anschließendem Innenhochdruckumformen, ähnlich der Doppelblechumformung, hergestellt werden.

Aufgrund des sehr guten Formänderungsvermögens von Stahlblechen ist es möglich, das Kanaldesign entsprechend einer quasifraktalen Struktur (FracTherm®) auszuführen (in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer ISE), was zu reduziertem Druckverlust und Energiebedarf für die Umlaufpumpe des Solarsystems führt.

Die Umformeigenschaften des Materials (Stahl/Kupfer-Verbunde) werden durch das Grundmaterial dominiert. Verschiedenartige Kanalstrukturen innerhalb des Hybridblechs lassen sich mit einem geeigneten Trennmittel gut applizieren. Für eine rissfreie Ausformung im IHU ist die Wahl der matrizenseitigen Einlaufgeometrie entscheidend, da die Einlaufradien in der Größenordnung der Eckradien liegen.

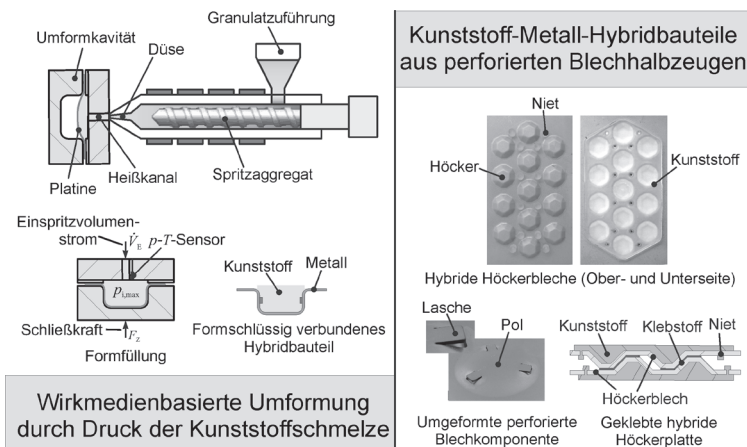


Neuer Absorber durch Kombination dreier innovativer Prozesse

### 3.3.5 Erzeugung formschlüssig verbundener Kunststoff-Metall-Hybridbauteile durch integriertes Umformen und Spritzgießen

Projekträger Deutsche Forschungsgemeinschaft  
 Projektnummer GRK 1378/1 • Teilprojekt 9-2  
 Projektbearbeiter Dipl.-Ing. B. Rauscher

Im Rahmen dieses Teilprojekts wird die Kombination des Spritzgießprozesses mit einem wirkmedienbasierten Blechumformverfahren zur Herstellung leichter und funktionaler Kunststoff-Metall-Hybride untersucht. Der Vorteil liegt hierbei in der gleichzeitigen Nutzung der Kunststoffschmelze zum einen als Wirkmedium im Umformprozess, zum anderen aber auch – im erkalteten Zustand – als Verbundkomponente des Hybrid-Bauteils. Durch eine formschlüssige Verbindung von Metall- und Kunststoffkomponenten können leichte, mechanisch hochbelastbare hybride Strukturbauteile erzeugt werden. Die in diesem Jahr untersuchten Prozessvarianten umfassen die Verwendung spezieller perforierter Blechhalbzeuge zur Erzeugung zylindrischer und flächiger Hybridbauteile. Zur Durchführung von experimentellen Untersuchungen wurde ein Werkzeug entwickelt, mit dem simultan zum Umformprozess von Stahlblech auch formschlüssige Verbindungen in Form von Nieten bzw. Clinchen durch Umspritzen mit Kunststoffschmelze erzeugt werden.



Prozessprinzip des integrierten Umform-/Spritzgießprozesses und erzeugte Bauteile

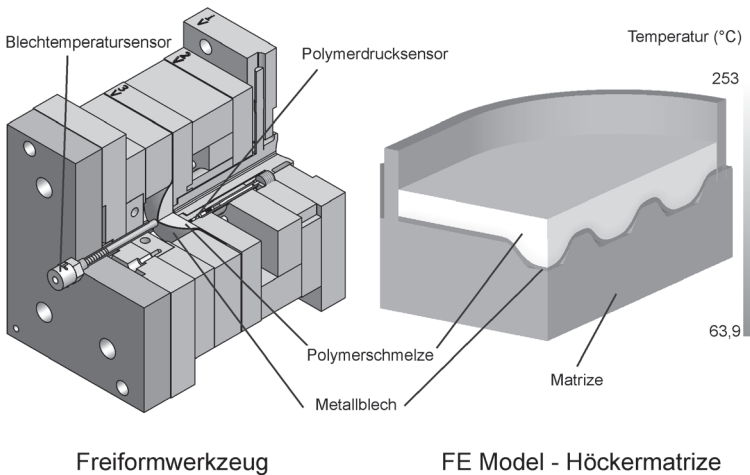


### 3.3.6 Grundlegende Untersuchung des kombinierten Spritzguss-Blechumformprozesses

Projekträger Deutsche Forschungsgemeinschaft  
 Projektnummer GRK 1378 • Teilprojekt 9-1  
 Projektbearbeiter M.Sc. M.M. Hussain

In diesem Projekt wird die Verfahrensintegration Spritzgießen und Hydroumformung untersucht. Hauptaugenmerk liegt hierbei auf der experimentellen und numerischen Analyse des Einsatzes der Polymer-schmelze als Wirkmedium für den Umformprozess. Hierfür wurde ein Werkzeug mit integrierten Sensoren für das gleichzeitige Spritzgießen und Blechumformen entwickelt. Die Entwicklung der Prozessparameter als Folge der unterschiedlichen Prozessbedingungen wurde analysiert und mit konventionellen Hydroforming-Verfahren verglichen. Der Fokus lag hierbei auf der Ermittlung der Einflussfaktoren auf die Verformbarkeit im freien Umformprozess sowie bei der Umformung von Näpfen.

Darüber hinaus ist ein thermo-mechanisches FE-Modell für dieses Verfahren realisiert worden. Für die Modellierung wurde ein Lagrange-Ansatz angenommen. Das newtonsche Verhalten der Schmelze wird durch konstitutive viskoplastische Formulierungen beschrieben. Das FE-Modell ist mit den experimentellen Ergebnissen validiert worden.



Experimentelle und numerische Untersuchung des kombinierten Prozesses

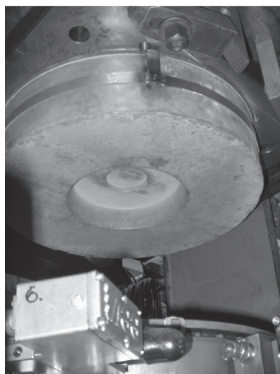
### 3.3.7 Entwicklung von formgebenden Werkzeugen aus hydraulisch gebundenen Werkstoffen für wirkmedienbasierte Umformverfahren

Projekträger Deutsche Forschungsgemeinschaft  
 Projektnummer TE 508/7-2 (vormals: KL 619/28-1)  
 Projektbearbeiter Dr.-Ing. M. Trompeter

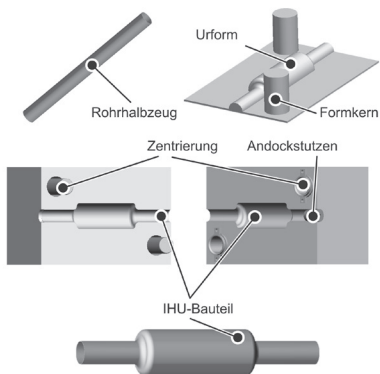
Es werden Umformwerkzeuge aus hydraulisch gebundenen Werkstoffen erforscht, die für den Einsatz in der wirkmedienbasierten Umformung zur Herstellung von Blechformteilen für die Prototypen- und Kleinserienfertigung konzipiert sind. Innerhalb der ersten Förderperiode konnte eine stahlfaserbewehrte Feinkornbetonmatrix für einfache Bauteilgeometrien gefunden werden, die den Beanspruchungen des Umformverfahrens widersteht.

Innerhalb der 2. Förderperiode wird diese Technologie zum einen auf komplexere Bauteilgeometrien und auf Bauteilklassen aus dem Bereich der Innenhochdruckumformung erweitert. Zum Aufstellen eines Kriteriums, das die zulässige mehraxiale Beanspruchbarkeit des Werkstoffs beschreibt, werden das Verformungsverhalten und die Festigkeit des Betonwerkstoffs bei mehraxialen Belastungen mit einer Zugspannungskomponente bestimmt. Des Weiteren werden die Vorteile des Herstellungsprozesses der Werkzeuge für eine hohe Funktionsintegration ausgenutzt.

Eingebaute Matrizie aus Beton



Innenhochdruckumformung mit formgebenden Betonwerkzeugen



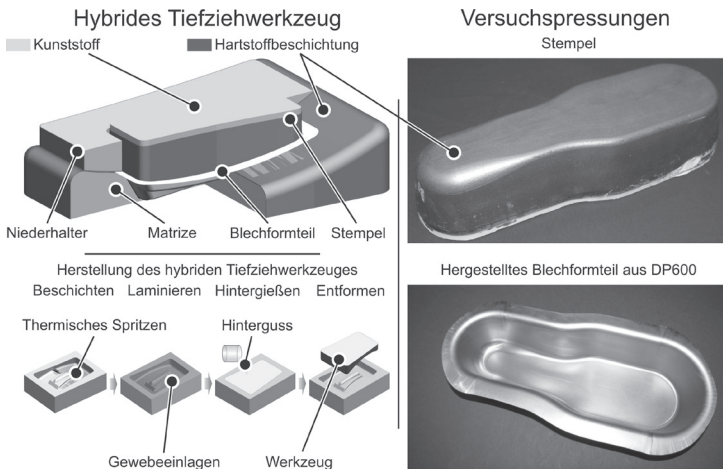
Realisiertes Betonwerkzeug (1. Phase) und Erweiterung auf Innenhochdruckumformung (2. Phase)

### 3.3.8 Entwicklung eines hybriden Tiefziehwerkzeugs mit lokal strukturierten Funktionslayern

Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft  
 Projektnummer SFB 708 • Teilprojekt C1  
 Projektbearbeiter Dipl.-Ing. J. Witulski

Im Fokus dieses Projekts steht die Entwicklung eines schnell und wirtschaftlich herzustellenden hybriden Tiefziehwerkzeugs mit hohem Verschleißwiderstand für die Umformung von insbesondere hochfesten Blechformteilen mit Freiformflächen für die Klein- bis Mittelserie. Hierzu wird eine Hartstoffschale durch thermisches Spritzen auf eine Negativform appliziert, welche je nach geplanter Beanspruchung im Umformprozess zunächst mit Fasermaterialien verstärkt, anschließend mit einem Polymer hintergossen und entformt wird. Dies stellt innerhalb des SFB 708 einen alternativen Ansatz zur Herstellung verschleißfester Umformwerkzeuge dar.

Die Untersuchungen zeigen, dass diese Fertigungstechnik nicht nur auf einfache Geometrien beschränkt ist, sondern auch zur Herstellung von geometrisch komplexeren Tiefziehwerkzeugen in ausreichender Genauigkeit angewendet werden kann. Die hergestellten Werkzeuge können für die Umformung sowohl weicher als auch höherfester Stahlwerkstoffe eingesetzt werden.



Prozesskette zur Herstellung des hybriden Tiefziehwerkzeugs und Umformergebnisse

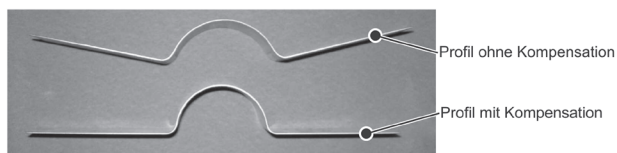
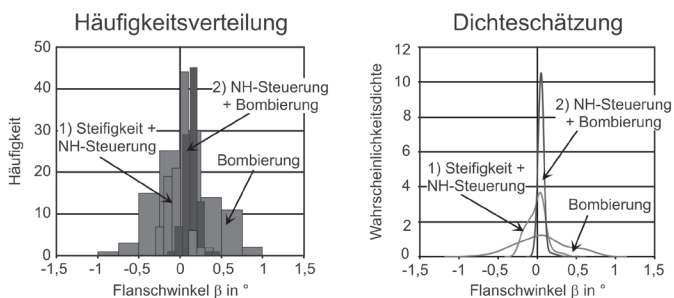
### 3.3.9 Strategien zur Kompensation rückfederungsbedingter Formabweichungen

Projekträger Deutsche Forschungsgemeinschaft  
 Projektnummer SFB 708 • Teilprojekt C3  
 Projektbearbeiter Dr.-Ing. M. Gösling

Die Rückfederung von Blechformteilen ist für die im SFB 708 betrachtete Fertigungskette eine der übergeordneten Fragestellungen, da bei beschichteten Werkzeugen das Nacharbeiten der Werkzeuge nur in sehr geringem Umfang möglich ist.

Ziel dieses Teilprojektes ist daher die korrekte Simulationsvorhersage für Tiefziehwerkzeuge mit anschließender Rückfederungskompensation.

Zur Beschreibung der Rückfederung werden statistische Qualitätsmerkmale definiert und mittels experimenteller und numerischer Untersuchungen analysiert. Hierbei zeigt sich, dass für eine geeignete Vorhersage kombinierte isotrop-kinematische Verfestigungsmodelle notwendig sind. Diese werden zur Offline-Kompensation der Rückfederung verwendet. Dabei wird eine robuste Prozessauslegung vorgeschlagen, die einerseits Rückfederungen kompensiert und andererseits kleine Streuungen der Rückfederungswerte erlaubt. Das gewählte Vorgehen hat dazu geführt, dass bei einem Hutprofil die Abweichung der Sollgeometrie reduziert werden kann.



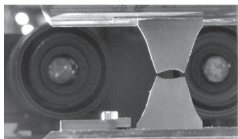
Robustheit unterschiedlicher Kompensationsstrategien

### 3.3.10 Identifikation von Werkstoff- und Reibmodellen sowie zugehöriger Parameter mittels inverser Methodik

Projekträger Deutsche Forschungsgemeinschaft  
 Projektnummer PAK 250 • Teilprojekt 1  
 Projektbearbeiter M.Sc. A. Güner • Dipl.-Ing. Q. Yin

Dieses Projekt umfasst die Werkstoffkennwertermittlung durch inverse Parameteridentifikation sowie die Realisierung neuartiger Versuchsaufbauten. Im Jahr 2010 konnte das Forschungsvorhaben die inverse Kennwertermittlung erfolgreich an verschiedenen Stahl- und Aluminiumlegierungen umsetzen. Dazu wurde der entwickelte Algorithmus zur Identifikation von Werkstoffparametern auf das flexible Fließkriterium YLD2000-2D angepasst, und durch die Anwendung einer taillierten Zugprobe konnten gezielt inhomogene Dehnungsverteilungen erzeugt werden. Die ermittelten Werkstoffparameter wurden anhand realitätsnaher Bauteile verifiziert.

Außerdem wurde im Rahmen dieses Projektes eine Torsions-Prüfvorrichtung entwickelt, gefertigt und in Betrieb genommen, die in der Lage ist, ebene Torsionsversuche durchzuführen. Eine Auswertestrategie wurde erarbeitet, um mithilfe der optischen Dehnungsmessung Fließkurven zu ermitteln. Dabei konnten bereits hohe Vergleichsumformgrade bis 0,8 erreicht werden.

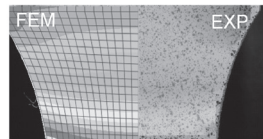


Versuche mit taillierten Proben und optischen Dehnungsmessungen

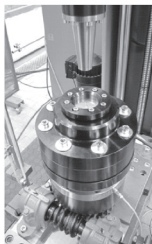
Zielfunktion

- Haupt- und Nebenumformgrad
- Kraft
- Biax-Punkt

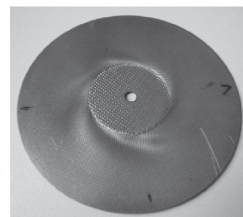
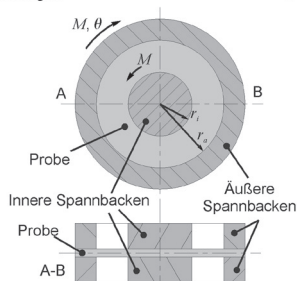
$$\Phi = \sum (\Delta \varepsilon)^2 + \sum (\Delta F)^2 + \Delta \sigma_b$$



Gemessenes und invers optimiertes Deformationsfeld mit Yld2000-2d



Versuchsstand für ebenen Torsionsversuch



Tordierte Probe

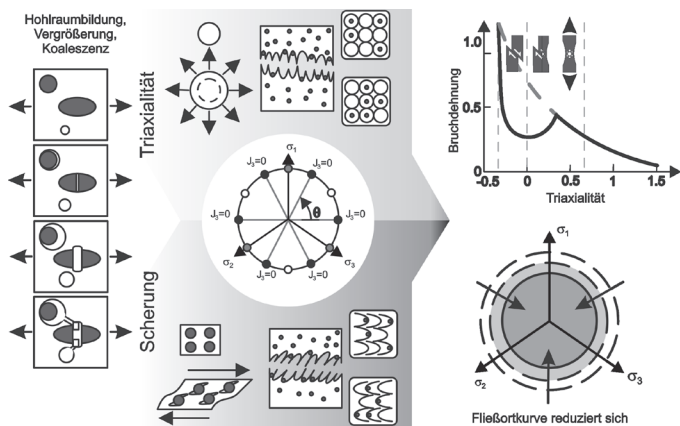
Materialcharakterisierung mittels inverser Finite-Element-Analyse und ebener Torsionsversuch

### 3.3.11 Analyse der belastungspfadabhängigen Schädigungs- und Mikrostrukturentwicklung zur numerischen Auslegung von Blech-Massiv-Umformprozessen

Projekträger Deutsche Forschungsgemeinschaft  
 Projektnummer SFB/TR 73 • Teilprojekt C4  
 Projektbearbeiter PhD. C. Soyarslan

Ziel dieses Forschungsprojekts ist die numerische Schädigungsvorhersage für die Blech-Massiv-Umformung. Hierzu wird mittels ergänzender experimenteller und numerischer Untersuchungen die Mikrostrukturentwicklung während der Umformung analysiert. Die experimentellen Untersuchungen umfassen hierbei sowohl die Bestimmung der mechanischen Werkstoffkennwerte und deren Validierung als auch die Mechanismen, die zur Porenbildung, zum Porenwachstum und schließlich zum Versagen führen. Im Rahmen der numerischen Studien werden bestehende physikalische Schädigungsmodelle, die sowohl Schädigungen berücksichtigen, die durch Normalspannungen als auch durch Scherspannungen verursacht werden, in Finite-Element-Modelle mit nichtlinearem Ansatz implementiert und weiterentwickelt.

Basierend auf den Ergebnissen wird eine Datenbank erstellt, um die quantitativen Formänderungsgrenzen in Blech-Massiv-Umformprozessen zu ermitteln und um für den jeweiligen Anwendungsfall geeignete Werkstoffe vorzuschlagen.



Mechanismen und Wirkungen der Materialschädigung

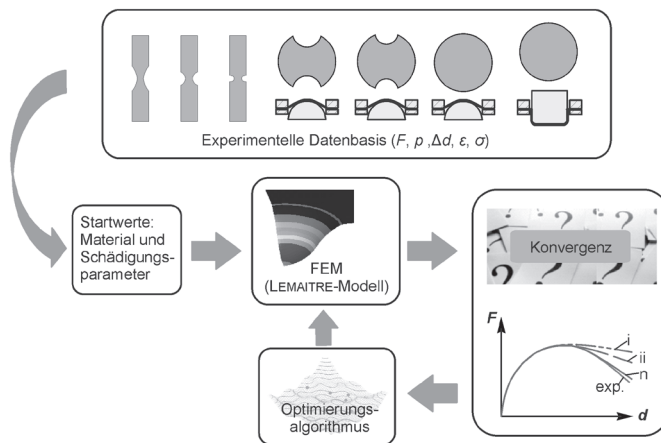
### 3.3.12 Entwicklung eines anwenderorientierten Versagensmodells für die Blechumformsimulation höchstfester Stahlwerkstoffe

Projekträger FOSTA  
 Projektnummer P 853  
 Projektbearbeiter M.Sc. K. Isik

Das Ziel dieses Projekts ist die industrietaugliche Bereitstellung eines Versagensmodells für die Blechumformsimulation. Hierbei sollen Softwaretools, die als Eingabe minimalste experimentelle Daten erfordern, entwickelt werden.

Abhängig von der Theorie des Schädigungsmodells sind verschiedene Schädigungsparameter für die Schädigungsvorhersage erforderlich. Die Ermittlung dieser Parameter bedeutet sowohl einen hohen Aufwand als auch aufwendige Anlagentechnik. Für eine industrietaugliche Anwendung soll daher eine Methode entwickelt werden, die einen deutlich reduzierten Aufwand erfordert.

Im Rahmen der Schädigungsvorhersage wird ein gekoppeltes Schädigungsmodell gewählt, welches auf dem mikromechanischen Ansatz nach Lemaitre basiert. Hierbei ist die Implementierung dieses Modells in industriell verbreitete Simulationssoftware geplant. Die Identifizierung von Parametern für das Modell wird dabei durch Standardverfahren zur Werkstoffcharakterisierung erfolgen.



Inverse Methodik zur Festlegung von Schädigungsmodellparametern

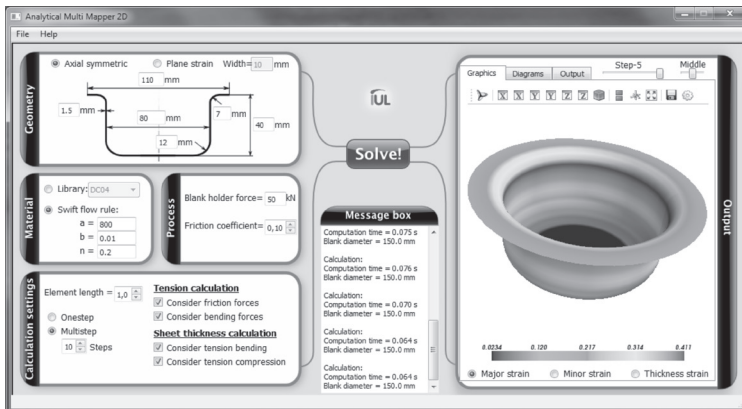
### 3.3.13 Zeiteffiziente Prozesskettenmodellierung und -berechnung in der Blechumformung und -verarbeitung

Projekträger Deutsche Forschungsgemeinschaft  
 Projektnummer SPP1204 • Te 508/11-2  
 Projektbearbeiter Dipl.-Ing. T. Cwiekala

Ziel dieses Projekts ist die schnelle Berechnung des Fertigungsprozesses von Blechbauteilen. Am Beispiel der Prozesskette Tiefziehen – Beschnitt – Wärmebehandlung – thermisches Fügen werden dabei Berechnungszeiten angestrebt, die eine Online-Regelung des Herstellungsprozesses ermöglichen.

Im Rahmen dieses Projektes wurde am IUL eine Berechnungsmethodik für das Tiefziehen entwickelt, die durch eine Kombination verschiedener analytischer Ansätze sehr kurze Berechnungszeiten ermöglicht und dabei trotzdem das Werkstoffverhalten und die Deformationsgeschichte berücksichtigt.

Die Berechnung von Dehnungen und Spannungen in komplexen Bauteilen erfolgt dabei entlang radialer Schnittlinien, die mithilfe eines Geschwindigkeitsfeldes positioniert werden. Abhängig von der Anzahl der Schnittlinien liegt die Berechnungsgeschwindigkeit bei bis zu 0,2 Sekunden. Durch die Adaption eines neuronalen Netzes konnte die Berechnungsdauer für rotationssymmetrische Bauteile auf unter  $1 \times 10^{-4}$  Sekunden reduziert werden.



2D-Berechnungsprogramm (Download:

[http://www.iul.eu/de/index.php?option=com\\_content&task=view&id=69&Itemid=90](http://www.iul.eu/de/index.php?option=com_content&task=view&id=69&Itemid=90))



## 3.4 Abteilung Biegeumformung

Leitung Dipl.-Ing. Matthias Hermes

In den letzten Jahren kommen bei Leichtbauanwendungen vermehrt Strukturen aus Profilen mit komplexen Querschnittsformen und hochfesten Leichtbauwerkstoffen vor. Um zusätzlich aerodynamisch günstige und ästhetisch anspruchsvolle Formen zu realisieren, werden vermehrt dreidimensionale Freiformbiegekonturen verlangt. Weiterhin spielen dabei Designaspekte und ergonomische Anforderungen eine entscheidende Rolle, die durch die hohe Funktionsintegration gebogener Profile realisiert werden können.

Die Abteilung Biegeumformung stellt mit Verfahrensentwicklungen, Verfahrensoptimierung und Grundlagenforschung in den Bereichen Blechbiegen, Profilbiegen und -umformen eine große Bandbreite an innovativen Lösungen zur Verfügung, die die oben genannten Trends ermöglichen und unterstützen. Dies wird durch die Verknüpfung anwendungsnaher und grundlagenorientierter Forschung mit innovativen Ideen erzielt. Beispielsweise wurde für das patentierte Verfahren TSS-Biegen für das 3D-Freiformbiegen von Profilen mit nicht kreisförmigen Querschnitten ein Maschinenprototyp konstruiert und durch eine auf analytischen Erkenntnissen basierende Prozessplanung ein industriereifer Entwicklungsstand erarbeitet.

Durch diese Arbeiten konnte in diesem Jahr eine Lizenzvergabe des zugehörigen Patentes an ein Unternehmen aus Nordrhein-Westfalen erzielt werden.

Für das ebenfalls am IUL entwickelte und patentierte Inkrementelle Rohrumformen wird zurzeit ein industrietauglicher Prototyp in einer Kooperation mit dem Lizenznehmer (ebenfalls ein Unternehmen aus NRW) entwickelt.

Im Bereich des Halbzeugs Blech und der damit im engen Kontext stehenden Profilherstellung steht unter anderem die Biegeumformbarkeit hochfester Blechwerkstoffe im Fokus der Abteilung. So werden im Bereich Walzprofilieren und Freibiegen die Versagensursachen untersucht und gleichzeitig Strategien zur Erweiterung der Verfahrensfenster erarbeitet. Beispielsweise wird das am IUL entwickelte und patentierte Verfahren Freibiegen mit inkrementeller Druckspannungsüberlagerung untersucht und für die Herstellung von Profilen aus hochfesten Werkstoffen und variablen Blechstärkenverläufen weiterentwickelt.

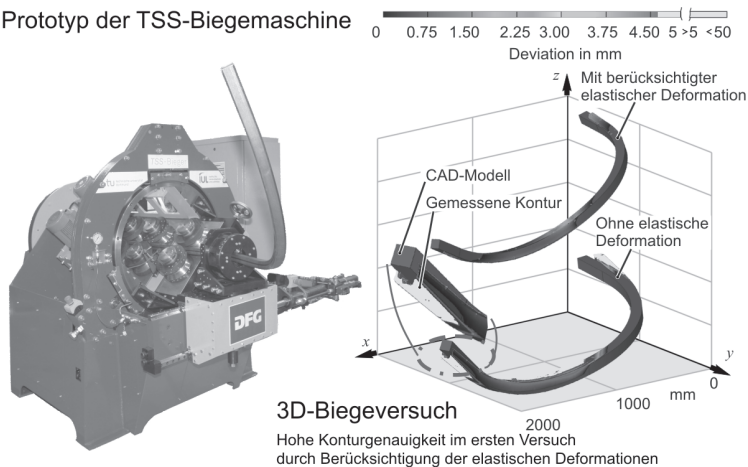
### 3.4.1 3D-Biegen von Profilen mit Spannungsüberlagerung

Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft  
 Projektnummer Te 508/15-2  
 Projektbearbeiter Dipl.-Ing. M. Hermes

Das Ziel des Forschungsprojektes ist die theoretische und experimentelle Untersuchung eines innovativen Verfahrens zum 3D-Biegen von Profilen. Verglichen mit konventionellen Verfahren wie z.B. dem Streckbiegen, ist das am IUL entwickelte TSS-Biegen (Torque Superposed Spatial/torsionsüberlagert, räumlich) vorteilhaft, da es eine kinematische Definition der Biegekontur aufweist und somit eine hohe Flexibilität und Kosteneffizienz bietet. Um den Prozess zu realisieren, wurde am IUL in der ersten Förderperiode des Projektes eine Sondermaschine entwickelt und gebaut.

Aktuell wird ein Prozessplanungstool entwickelt, welches zusätzlich zur Betrachtung des plastischen Biegens die Maschinenverformung und die elastische und plastische Verformung des Profils im gesamten Rollensatz infolge der Biegekräfte berücksichtigt und kompensiert. In der Abbildung sind der international patentierte Prototyp und ein digital vermessenes Biegeergebnis mit und ohne diese Kompensation gezeigt.

Prototyp der TSS-Biegemaschine



Links: Prototyp der am IUL entwickelten Profilbiegemaschine  
 Rechts: Digitaler Vergleich der Sollgeometrie mit einem Experiment

### 3.4.2 ProTuBend - Flexible und wirtschaftliche Fertigung 3D-gebogener Rohre und Profile aus hochfestem Stahl für den Einsatz in Automobileichtbaustrukturen

Projektträger EU, RFCS  
 Projektnummer RFSR-CT-2009-00017  
 Projektbearbeiter Dipl.-Ing. D. Staupendahl • Dipl.-Ing. C. Becker

Das flexible Biegen hochfester Stahlrohre und -profile stellt aufgrund aktueller Anforderungen im Leichtbau eine Notwendigkeit in der modernen Produktionstechnik dar. Als Alternative zu den formgebundenen und unflexiblen Verfahren und Prozessketten wurden am IUL zwei neue Biegeverfahren entwickelt: Das Torque Superposed Spatial (TSS)-Biegeverfahren und das Inkrementelle Rohrformen (IRU). Das Ziel des ProTuBend-Projekts ist die Weiterentwicklung dieser beiden Verfahren für die Fertigung beanspruchungsgerecht gestalteter dreidimensionaler Rohre und Profile aus hochfestem Stahl.

In der ersten Projektphase wurden hierzu als Demonstratoren ein 3D-gebogenes Strukturelement einer Traktorkabine und ein Automobilrücksitzrahmen gewählt. Aktuell werden experimentelle Untersuchungen zum Rückfederungsverhalten bei verschiedenen Parametervariationen durchgeführt sowie die Prozessgrenzen und Erweiterungsmöglichkeiten ermittelt.

#### Anwendungsfälle

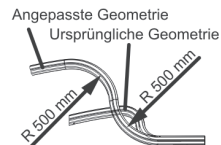
##### TSS-Biegen



Fahrerkabine des APL Traktor von CNH



Aktuelle Kabine      Mögliche Optimierung durch Prozessweiterung



Demonstratorbauteil

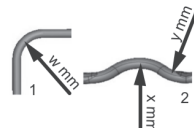
##### Inkrementelles Rohrformen



Rücksitzbank des Peugeot 208



Aktuelle Rücksitzbank



Demonstratorbauteile

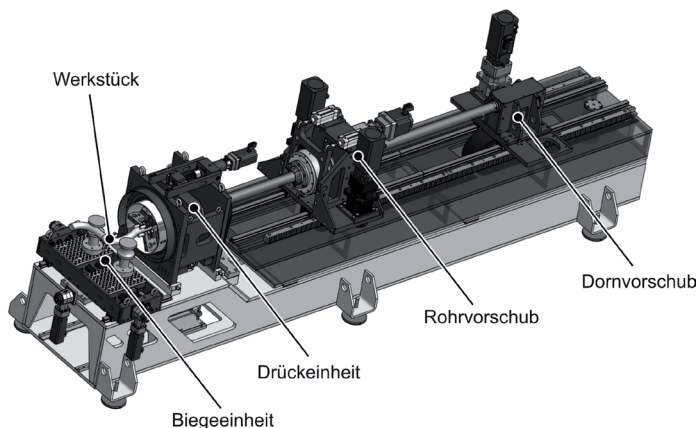
Anwendungsfälle und Demonstratoren für das TSS-Biegen und das IRU-Verfahren

### 3.4.3 Erforschung und Entwicklung eines Verfahrens und einer Maschinentechologie für das inkrementelle Rohrumformen

Projektträger BMWi / ZIM-KF  
Projektnummer KF2198101LK9  
Projektbearbeiter Dipl.-Ing. C. Becker

Das Verfahren Inkrementelles Rohrumformen (IRU) wurde am IUL entwickelt und patentiert. Es ermöglicht die Herstellung nahezu beliebig gebogener Rohrstrukturen mit gleichzeitig variablen Querschnittsverläufen über die Längsachse auf Basis konventioneller Rohre. Dieses wurde durch eine Kombination der Verfahren Drücken und Freiformbiegen erzielt. Zunächst wird mithilfe eines Pushers ein Rohr durch ein umlaufendes Werkzeugsystem geschoben, mit welchem das Rohr verjüngt wird. Gleichzeitig wird ein Freiformbiegeprozess überlagert.

Im Rahmen dieses Projekts, welches in Kooperation mit der transfluid Maschinenbau GmbH durchgeführt wird, soll ein Verfahren und eine Maschinentechologie für das inkrementelle Rohrumformen entwickelt und erforscht werden. Nach der Konstruktion und Fertigstellung eines Prototyps, mit welchem Verfahrensgrenzen und Abhängigkeiten untersucht werden sollen, wird das Verfahren und die Maschinentechologie optimiert und für den industriellen Einsatz ausgelegt.



Maschinentechologie für das inkrementelle Rohrumformen

### 3.4.4 Untersuchung der Rückfederungskompensation beim Blechbiegen mittels inkrementeller Druckspannungsüberlagerung

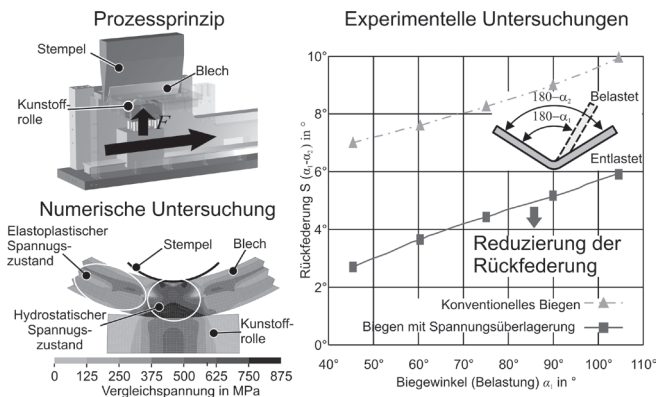
Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft  
 Projektnummer MA1883/3-1  
 Projektbearbeiter Dipl.-Ing. Andres Weinrich

Das Freibiegen von hochfesten Stählen stellt aufgrund seiner sehr hohen Rückfederung und seiner geringen Duktilität eine große Herausforderung dar. Daher wurde am IUL eine Verfahrensvariante, basierend auf der inkrementellen Spannungsüberlagerung beim Freibiegen, entwickelt.

Ziel dieses Vorhabens war, das Potenzial des Verfahrens hinsichtlich der Rückfederungsreduktion und deren Ursachen zu untersuchen.

In experimentellen Untersuchungen wurde eine Rückfederungskompensation von bis zu 60% erzielt. Die Ursache für die stark verminderte Rückfederung ist ein hydrostatischer Spannungszustand in der Umformzone. Trotz dieses Zustandes ist eine restliche Rückfederung zu beobachten. Diese restliche Rückfederung ist vor allem auf den elastisch-plastischen Zustand in den Bereichen, in denen die Kunststoffrolle nicht einwirkt, zurückzuführen.

Im nächsten Antragszeitraum des Projektes soll der Fokus auf gering duktile Werkstoffe gelegt werden. Dabei sollen mithilfe der Spannungsüberlagerung die Verfahrensgrenzen erweitert werden.



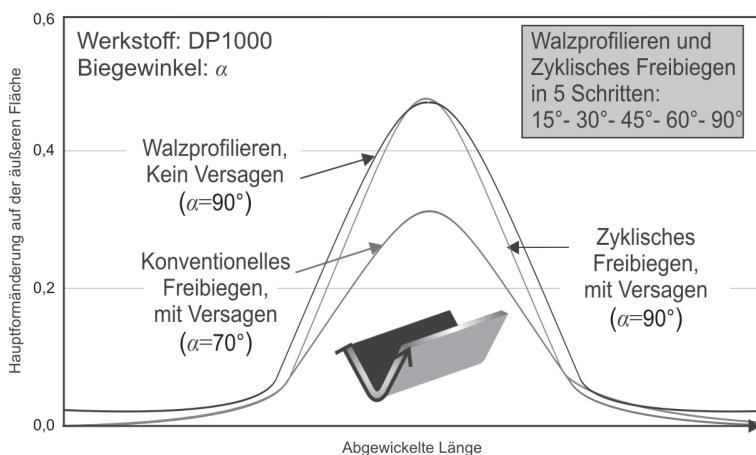
Prozessprinzip, experimentelle und numerische Untersuchungen der inkrementellen Spannungsüberlagerung beim Freibiegen

### 3.4.5 Entwicklung von Grundlagen zur Auswahl und prozesssicheren Auslegung von Biegeverfahren für die Herstellung von Profilen aus innovativen Stahlwerkstoffen

Projektträger FOSTA  
 Projektnummer P 789  
 Projektbearbeiter M. Sc. M. M. Gharbi • Dipl.-Ing. A. Weinrich  
 Projektstatus abgeschlossen

Der Einsatz hochfester Stähle bei profilierten Bauteilen für Leichtbaustrukturen in Klein- und Großserien nimmt ständig zu. Allerdings ist die Umformbarkeit dieser Werkstoffe aufgrund ihrer geringen Duktilität stark eingeschränkt.

Ziel dieses Projekts ist es, die Einsetzbarkeit dieser Werkstoffe beim Freibiegen und Walzprofilieren zu untersuchen. Der Fokus hierbei liegt auf der Bestimmung von Prozessgrenzen, um die größtmögliche Ausnutzung des Werkstoff- und Verfahrenspotenzials zu realisieren. Es hat sich gezeigt, dass das Versagen beim Freibiegen früher als beim Walzprofilieren auftritt. Weiterhin wurde festgestellt, dass die Ursache für das frühere Versagen nicht nur die Spannungszustände, sondern die Belastungshistorie des Bauteils ist. Somit wurden die Vorteile beim Walzprofilieren in Form eines stufenweisen Biegens beim Freibiegen übertragen. Es konnte bewiesen werden, dass durch ein zyklisches Biegen das Formänderungsvermögen des Werkstoffs erhöht wird.



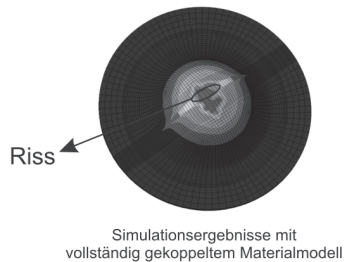
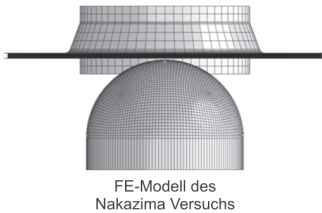
Vergleich der Dehnungsverteilung auf der äußeren Fläche unterschiedlicher Verfahren

### 3.4.6 Fehleranalyse und -vorhersage im Biegeprozess

Projektträger: Deutsche Forschungsgemeinschaft  
 Projektnummer TE 508/21-1  
 Projektbearbeiter M. Sc. M. M. Gharbi

Heutzutage werden zur Beurteilung des Formänderungsvermögens in der Regel Grenzformänderungsdiagramme (FLD oder FLSD) herangezogen. Diese Versagenskriterien sind für die Blechbiegeumformung nicht geeignet, weil dort die Dehnungspfade nicht linear sind und das Verfestigungsverhalten stark von der Form des Lastpfads abhängt. Um dieses Problem zu beheben, soll ein modernes, leistungsfähiges, vollständig gekoppeltes Materialmodell entwickelt werden, das isotropes und anisotropes Materialverhalten, kombinierte nicht lineare Verfestigung sowie nicht lokale, isotrope und anisotrope duktile Schädigung berücksichtigt. Hierfür wurden phänomenologisch-experimentelle Voruntersuchungen durchgeführt, um die Werkstoff- und Versagensparameter zu identifizieren. Der Freibiegeprozess wurde mithilfe dieser vollständigen Kopplung simuliert. Es konnte nachgewiesen werden, wo und wann erstmals plastisches Fließen aufgrund beginnender duktiler Schädigung auftritt, die nicht durch eine initiale Fehlstelle hervorgerufen wurde.

Werkstoff: DP1000  
 Blechdicke: 1.5 mm



	Stempelweg* in mm	Hauptformänderung* in %
Experiment	15 - 16 mm	37,1
Simulation	15,3 mm	36,2

\* Auswertung der Ergebnisse kurz vor dem Riss

Simulationsergebnisse und Vergleich mit experimenteller Untersuchung

## 3.5 Abteilung Sonderverfahren

Leitung Dipl.-Ing. Lukas Kwiatkowski

Innovative Technologien und komplexe Umformprozesse – die neu gegründete Abteilung Sonderverfahren stellt sich vor:

Die Aufgabe dieser Abteilung ist die gezielte Förderung neu aufkommender Umformtechnologien sowie die Kombination untypischer und konventioneller Verfahren, z.B. zur Erweiterung von Formgebungsgrenzen. Ziel ist es, attraktive Alternativen gegenüber bislang etablierten Verfahren bereitzustellen sowie fertigungstechnische Nischen zu bedienen, die bis dato über keine spezialisierte Technologie verfügen. Augenblicklich konzentrieren sich die Forschungsaktivitäten auf inkrementelle Umformverfahren sowie auf die Umformung mittels elektromagnetischer Felder. Projektübergreifendes Ziel ist die Bereitstellung von Grundlagenwissen, um mithilfe einer gesicherten Prozessbeherrschung die Verfügbarkeit dieser Verfahren zu ermöglichen und letztendlich einen Wissenstransfer in industrielle Anwendungen voranzutreiben.

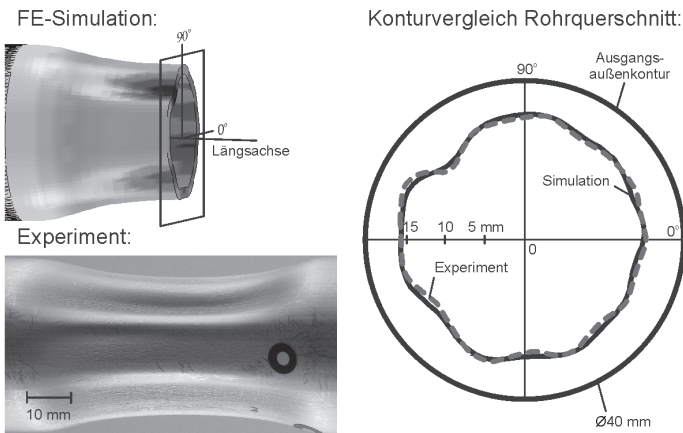
Als wichtigen Beitrag zum Verständnis der komplexen Umformmechanismen führen wir in Kooperation mit der Fakultät Statistik umfangreiche Parameterstudien bei der inkrementellen Umformung von metallischen Blech- und Rohrrhalbzeugen durch. Eine gesicherte und bauteilangepasste Prozessauslegung unter der Nutzung des vollständigen Verfahrenspotenzials steht dabei im Vordergrund. Auch die Eignung von Thermoplasten und Kunststoff-Metall-Verbunden zur inkrementellen Formgebung konnte unter Beweis gestellt werden, wobei vergleichbar hohe Formänderungen wie bei Metallen erreicht wurden. Neben der reinen Blechumformung zur Erzeugung von Hohlkörpern wird auch die Anwendung inkrementeller Massivumformprozesse auf Blechwerkstoffe thematisiert. Der Einsatz lokal begrenzter Glattwalzprozesse zur Einstellung tribologischer Eigenschaften beschichteter Tiefziehwerkzeuge rundet das Forschungsprogramm ab. Im Themenbereich der feldgestützten Umformung werden Methoden zur Verfahrenskombination mit konventionellen Umformverfahren entwickelt mit der Motivation, komplexe Geometrieanforderungen zu erreichen und erzielbare Formänderungen zu erhöhen. Die Entwicklung von Fügeverbindungen durch Impulsmagnetschweißen oder zur Herstellung von leichten Tragwerkstrukturen steht dabei im Vordergrund.



### 3.5.1 Verfahrensentwicklung für die Kombination von konventionellen und elektromagnetischen Umformverfahren

Projekträger Deutsche Forschungsgemeinschaft  
 Projektnummer PAK343 • Teilprojekt 1  
 Projektbearbeiter M.Sc. O. K. Demir

Die Formänderungsgrenzen quasistatischer Umformverfahren lassen sich durch Kombination mit Hochgeschwindigkeitsumformverfahren erweitern. Ziel dieses Projektes ist es, eine Vorgehensweise zu entwickeln, um solche Prozessketten effizient zu gestalten. Exemplarisch werden zwei unterschiedliche Prozessketten untersucht. Zur Umformung zylindrischer Halbzeuge wird eine elektromagnetische Rohrkompression mit einer nachgeschalteten Innenhochdruckumformung kombiniert. Zur Umformung von Blechwerkstoffen wird ein Tiefziehvorgang mit einer anschließenden elektromagnetischen Blechumformung verknüpft. Aufgabe ist es, Bauteile herzustellen, welche mit quasistatischen Verfahren allein nicht realisiert werden können. Die Analyse der Lastpfad- und Dehnratenwechsel zur Ausarbeitung von Prozessfenstern erfolgt auf experimentellem und numerischem Wege. Die Arbeit erfolgt in Kooperation mit dem Lehrstuhl X (Dortmund), dem Institut für angewandte Mechanik (Aachen) sowie dem Institut für Werkstoffkunde (Hannover).



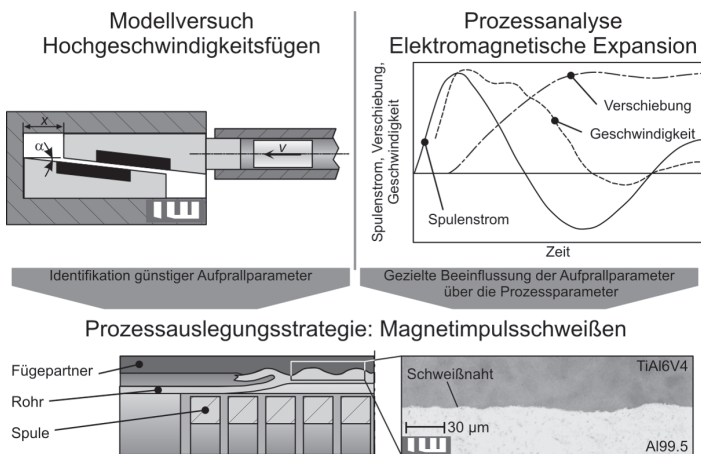
Simulation der Faltenentstehung bei der elektromagnetischen Kompression

### 3.5.2 Untersuchung der komplexen Wechselwirkungen bei der elektromagnetischen Rohrumformung

Projekträger Deutsche Forschungsgemeinschaft  
 Projektnummer TE 508/19-1  
 Projektbearbeiter Dr.-Ing. V. Psyk

Gemeinsam mit dem Institut für Werkstoffkunde (iw) der Leibniz-Universität Hannover werden stoffschlüssige Verbindungen, hergestellt durch elektromagnetische Umformung (EMU), ausgelegt. Dabei wird der Verbund durch die Auftreffgeschwindigkeit und den Auftreffwinkel wesentlich beeinflusst, sodass diese Parameter an die Fügeaufgabe anzupassen sind. Dies kann nur indirekt über die Werkzeug- und Anlagenparameter und die Ladeenergie geschehen.

Daher werden an den beiden Forschungsstellen zwei Teilziele parallel verfolgt: Am iw werden günstige Aufprallparameter mithilfe eines Modellversuchs identifiziert, während am IUL die Abhängigkeiten der Aufprallparameter von den einstellbaren Parametern bei der EMU ermittelt werden. In einem Syntheseschritt werden die Ergebnisse zusammengeführt, um den Fügeprozess gezielt auszulagern. Erste Untersuchungen haben gezeigt, dass, verglichen mit thermischen Fügeverfahren, beim stoffschlüssigen Fügen durch EMU weniger intermetallische Phasen entstehen.



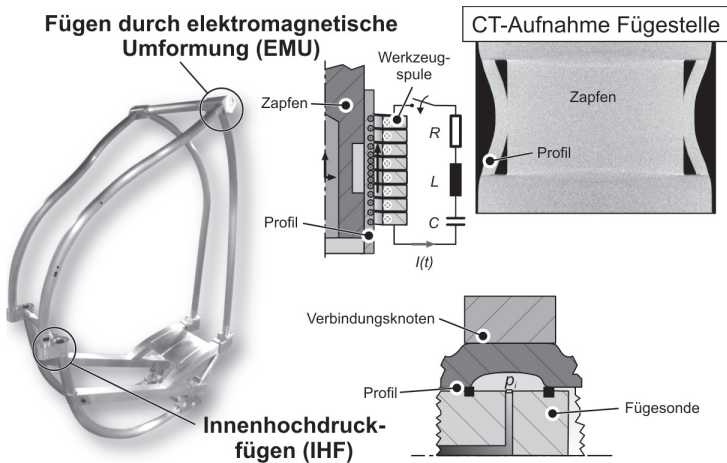
Strategie zur Prozessauslegung für das stoffschlüssige Fügen durch elektromagnetische Umformung

### 3.5.3 Umformtechnisches Fügen

Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft  
 Projektnummer SFB/TR 10 • Teilprojekt A10  
 Projektbearbeiter Dipl.-Wirt.-Ing. C. Weddeling

Basierend auf grundlegenden technologischen Untersuchungen werden im Teilprojekt A10 des SFB/TR 10 alternative Fügestrategien zum umformtechnischen Fügen leichter Tragwerkstrukturen entwickelt. Die im Projekt betrachteten kraft- und formschlüssigen Verbindungen werden mittels elektromagnetischer Umformung (EMU) oder Innenhochdruckfügens (IHF) erzeugt. Dazu wurde jeweils eine Fügestation zum Fügen mittels EMU sowie für das IHF entwickelt und in die Prozesskette des SFB/TR 10 integriert.

Des Weiteren wurde der Einfluss verschiedener Prozess- und Füge-zonenparameter, wie z.B. der Fügedruck oder die Oberflächentopologie der Fügezone, auf die Verbindungsfestigkeit untersucht. Aus den so gewonnenen Ergebnissen konnte eine Vielzahl von Gestaltungsregeln zur Prozess- und Fügestellenauslegung abgeleitet werden. In der im Jahr 2011 beginnenden dritten Projektphase werden die Untersuchungen um das stoffschlüssige Fügen von Blech-Profil-Verbindungen mittels Impulsmagnetschweißen erweitert.



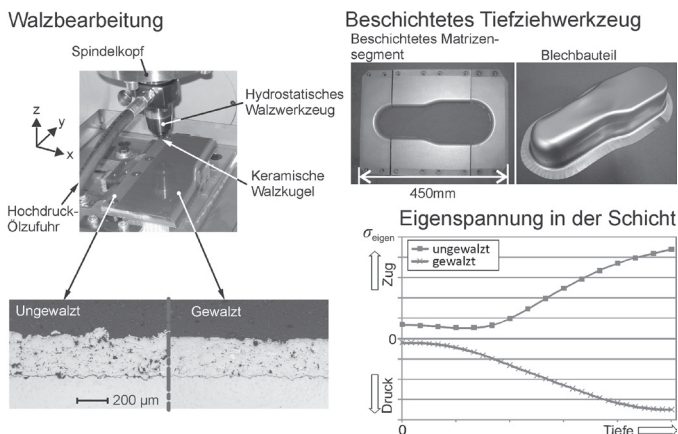
Umformtechnisches Fügen mittels EMU und IHF

### 3.5.4 Wirkoberflächenbearbeitung thermisch gespritzter Hartstoffschichten für den Einsatz in Umformwerkzeugen

Projekträger Deutsche Forschungsgemeinschaft  
 Projektnummer SFB 708 • Teilprojekt A3  
 Projektbearbeiter M.Sc. V. Franzen

Das Projekt hat die umformtechnische Nachbearbeitung thermisch gespritzter Hartstoffschichten für die Anwendung in Werkzeugen für die Blechumformung zum Ziel. Diese sollen insbesondere den hohen tribologischen Anforderungen bei der Umformung hochfester Blechwerkstoffe gerecht werden. Prozessbedingt sind thermisch gespritzte Beschichtungen zunächst rau und somit für eine Nutzung in Umformwerkzeugen ungeeignet.

In dem hier untersuchten inkrementellen Walzprozess werden die beschichteten Wirkflächen geglättet. Zusätzlich werden mithilfe des Walzens Druckeigenstressungen in die Beschichtung eingebracht, die den Zugeigenstressungen aus dem Beschichtungsprozess entgegenwirken. Der CNC-gestützte inkrementelle Walzprozess erlaubt das Einbringen von Oberflächentexturen in die Werkzeugwirkfläche, wodurch die lokale Einstellung des Reibverhaltens im Tiefziehprozess möglich ist. Zum Ende der ersten Förderperiode des SFB 708 wurde erfolgreich ein beschichtetes Tiefziehwerkzeug erprobt (s. Abb.).

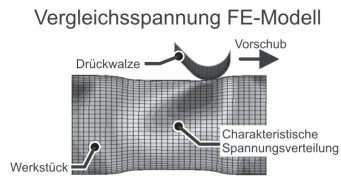
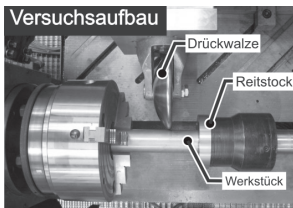


Wirkflächenbearbeitung durch inkrementelles Walzen

### 3.5.5 Einsatz statistischer Methoden für die Prozessauslegung und Optimierung bei der Konturierung von Bauteilen durch Einziehen

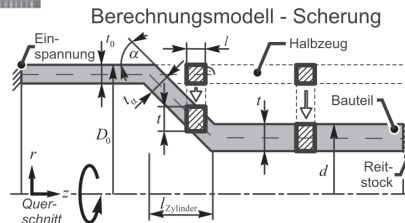
Projektträger Deutsche Forschungsgemeinschaft  
 Projektnummer SFB 475 • Teilprojekt T2  
 Projektbearbeiter Dipl.-Ing. L. Kwiatkowski  
 Status abgeschlossen

In Kooperation mit der Fakultät Statistik wurden in diesem Projekt die Ursache-Wirkungsprinzipien beim inkrementellen Engen untersucht. Ziel des Projektes war es, Methoden zu entwickeln, die eine systematische und reproduzierbare Auslegung dieses komplexen Umformverfahrens ermöglichen. Durch Kombination von vereinfachenden analytischen Betrachtungen mit statistischer Versuchsplanung ist es gelungen, für unterschiedliche Stahl- und Aluminiumwerkstoffe Prozessfenster anzugeben und Versagensfälle bei der Umformoperation auszuschließen. Des Weiteren konnte die Funktionsfähigkeit einer entwickelten Methodik zur Optimierung mehrerer Zielgrößen unter Beweis gestellt werden. Mittels Wünschbarkeiten ist dabei eine anwendungsfallorientierte Optimierung gelungen. Die Einhaltung geometrischer Vorgaben stand im Vordergrund der Untersuchungen. Das Projekt wurde in Kooperation mit den Industriepartnern Volkswagen, Mannesmann Präzisrohr, Benteler, WF Maschinenbau und Winkelmann Dynaform durchgeführt.



**Analysiertes Bauteil**

$D_0$  : 60 mm  
 $t_0$  : 2 mm  
 $\beta_{max}$ : 2,5



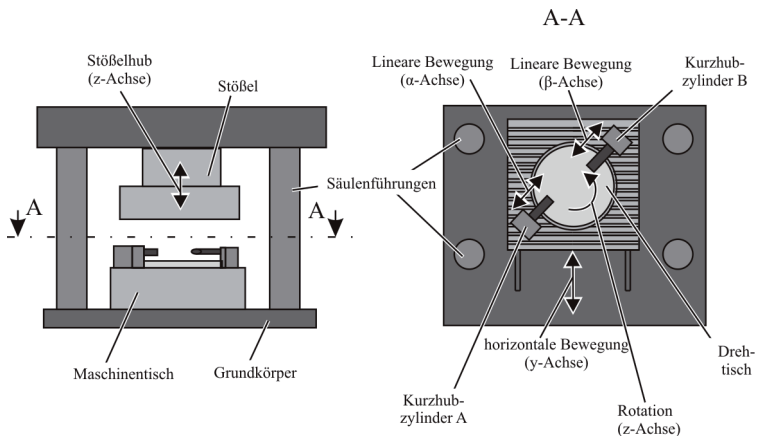
Experimentelle Untersuchungen und angewendete Modelle beim inkrementellen Engen

### 3.5.6 Verfahrensentwicklung zur Herstellung belastungsangepasster Bauteile mittels inkrementeller Blechmassivumformung

Projekträger Deutsche Forschungsgemeinschaft  
 Projektnummer SFB/TR 73 • Teilprojekt A4  
 Projektbearbeiter Dipl.-Ing. B. Plugge

Übergeordnetes Ziel des Projekts ist die Verfahrensentwicklung zur Herstellung endkonturnaher und belastungsangepasster Blechbauteile durch die Anwendung von Massivumformverfahren auf Blechhalbzeuge. Besonderes Merkmal ist die sequenzielle Abfolge unterschiedlicher und lokal begrenzter Umformoperationen, z.B. Walzen, Recken, Prägen, Stauchen, Treiben, in denen der Werkstoff zunächst vorverteilt und anschließend in eine Endkontur überführt wird. Neben der lokalen Einstellung der Wandstärke kann mithilfe des Vorformens insbesondere die Oberflächenhärte des Werkstücks beeinflusst und somit auf den späteren Anwendungsfall des Bauteils hin ausgelegt werden.

Die bislang durchgeführten Untersuchungen haben die Entwicklung geeigneter Prozessführungsstrategien zum Ziel. Hierbei werden sowohl experimentelle als auch numerische Methoden eingesetzt. Anhand der Ergebnisse wurde ein Maschinenkonzept entwickelt, welches im weiteren Projektverlauf die Untersuchung von Umformsequenzen ermöglicht.



Skizze eines Maschinenkonzepts für die inkrementelle Blechmassivumformung

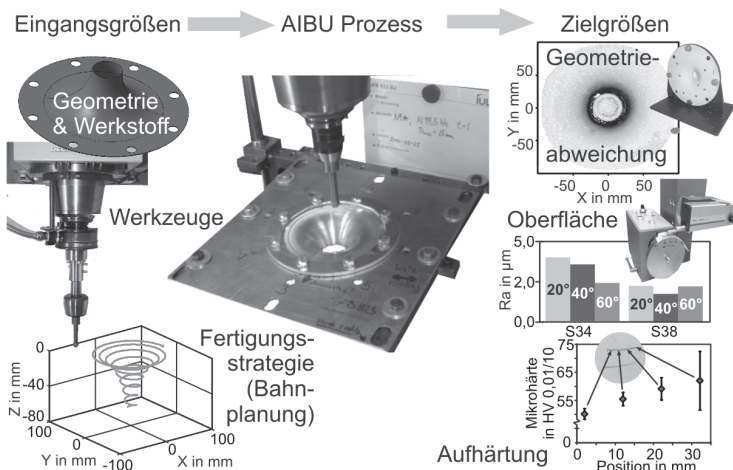
### 3.5.7 Charakterisierung des dynamischen Prozessverhaltens bei der inkrementellen Blechumformung (IBU)

Projekträger Deutsche Forschungsgemeinschaft  
 Projektnummer SFB 823 • Teilprojekt B2  
 Projektbearbeiter Dipl.-Ing. (FH) G. Sebastiani M.Sc.

Im Projekt B2 sind sowohl ingenieurwissenschaftliche als auch statistische Elemente der Grundlagenforschung enthalten. Das Projektziel ist eine Prozessmodellierung auf der Basis übertragbarer physikalischer Zusammenhänge für die IBU.

Zur Identifikation fundamentaler Ursache-Wirkungs-Prinzipien werden gegenwärtig innerhalb der aufgebauten Versuchsumgebung die Hauptfaktoren Werkstoff, Bauteilgeometrie, Werkzeuge und Bahnstrategie untersucht. Als Qualitätsziele werden geometrische Abweichungen, Blechdurchmesser, Rauheit an der Bearbeitungsseite sowie Mikrohärtigkeit ausgewertet. Dabei werden fraktionell faktorisierte Versuchspläne eingesetzt. Durch die Kooperation zwischen Ingenieuren und Statistikern ergeben sich große Synergieeffekte in Bezug auf Auswertemethodik, Prozesskenntnis und Vergleichsdaten.

Durch die entwickelte Versuchsumgebung konnten Mess- und Versuchsreihen als Kleinserien realisiert werden, mit denen angehende Ingenieure durch forschendes Lernen praxisnah ausgebildet werden.



Faktoren und Effektanalyse der inkrementellen Blechumformung

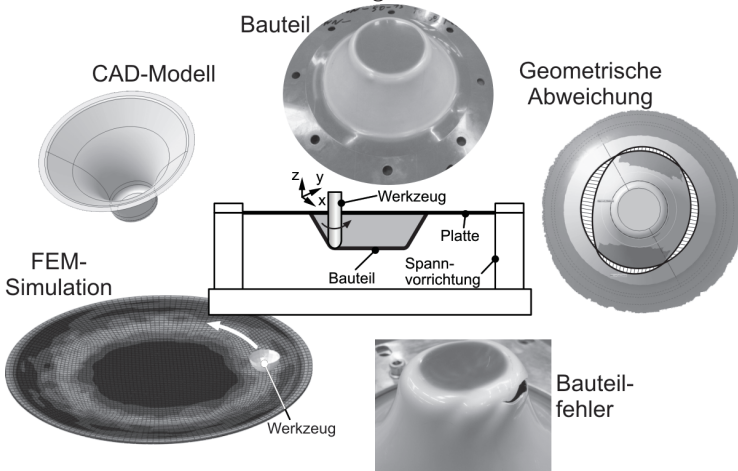
### 3.5.8 Untersuchung des Deformationsverhaltens von Thermoplasten bei der inkrementellen Kaltumformung

Projekträger Deutsche Forschungsgemeinschaft  
 Projektnummer TE 508/20-1  
 Projektbearbeiter Dipl.-Ing. S. Schunck

Übliche Verfahren für die Herstellung von Bauteilen aus Thermoplasten, wie z.B. Spritzgießen, sind aufgrund der hohen Werkzeugbindung für den Prototypenbau und die Kleinstserienfertigung nicht wirtschaftlich.

Dagegen haben Vorversuche gezeigt, dass mit dem flexiblen inkrementellen Umformverfahren Platten aus Thermoplasten kalt umgeformt werden können. Ziel des Projektes ist die Entwicklung der inkrementellen Formgebung von Thermoplasten auf Basis grundlagenwissenschaftlicher Untersuchungen, sodass Formgebungspotenziale durch eine halbzeuggerechte Prozessgestaltung weitestmöglich ausgeschöpft werden können. Hierzu werden experimentelle Arbeiten sowie numerische Simulationen durchgeführt.

Bei den experimentellen Arbeiten werden drei Thermoplaste (PVC, PC, PE) inkrementell umgeformt. Hierbei wird der Einfluss der Prozessparameter mithilfe von Methoden der statistischen Versuchsplanung untersucht. Die experimentellen Untersuchungen werden zeitgleich mit numerischen Simulationen ergänzt.



Arbeitsschritte zur Ermittlung des Deformationsverhaltens von Thermoplasten bei der inkrementellen Umformung

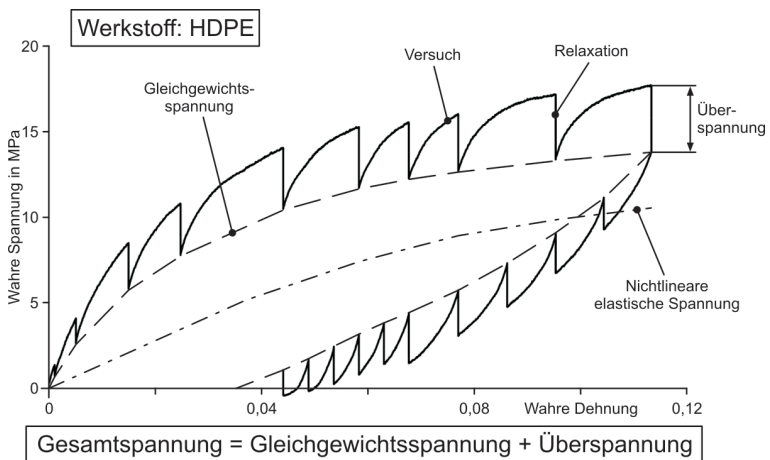


### 3.5.9 Erstellung eines Materialmodells zur numerischen Untersuchung der Umformung von flächigen thermoplastischen Polymeren

Projektträger      Forschungsschule für energieeffiziente  
 Produktion und Logistik  
 Projektbearbeiter   Dipl.-Ing. S. Alkas Yonan

Thermoplastische Polymere lassen sich, wie vorangegangene inkrementelle Umformversuche gezeigt haben, bei Raumtemperatur kalt umformen. Ziel dieses Projektes ist die Charakterisierung des Deformationsverhaltens von Thermoplasten bei Raumtemperatur und die Analyse der mechanischen Eigenschaften von kalt ausgeformten Bauteilen. Es sollen hierbei unterschiedliche Blechumformverfahren numerisch und experimentell untersucht werden.

Im Rahmen dieses Projektes werden zuerst Charakterisierungsversuche an drei verschiedenen Thermoplasten durchgeführt, um das Spannungs-Dehnungs-Verhalten bei Raumtemperatur zu ermitteln. Die Versuche zeigen eine erwartete nichtlineare Dehnratenabhängigkeit sowie die Existenz einer Gleichgewichtshysterese, welche ein Maß für die bleibende Dehnung ist. Basierend auf dem Verhalten der Kunststoffe beim Belasten und Entlasten sowie bei der Relaxation wird ein viskoplastisches Materialmodell formuliert, welches für die darauf folgenden numerischen Untersuchungen benötigt wird.



Materialmodellierung von Thermoplasten

## 3.6 Patente

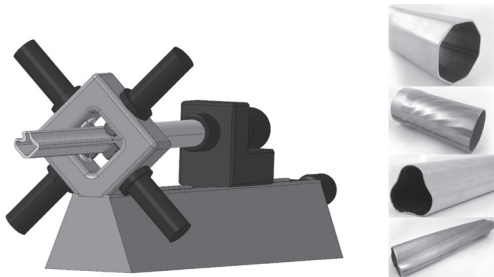
### 3.6.1 Patentanmeldung

#### Verfahren und Vorrichtung zur inkrementellen Umformung von Profilrohren, insbesondere von Profilrohren mit über die Längsachse variierenden Querschnitten

Aktenzeichen	10 2010 025 593.9
Patentinhaber	Technische Universität Dortmund
Status	angemeldet
Erfinder	Dipl.-Ing. C. Becker Dipl.-Ing. M. Hermes R. Wagner Prof. Dr.-Ing. A. E. Tekkaya

Zur Herstellung von Profilen mit über die Längsachse variierenden und zusätzlich asymmetrischen Querschnitten existieren zurzeit verschiedene Prozessketten.

Am Institut für Umformtechnik und Leichtbau (IUL) der TU Dortmund wurde ein neuartiges Verfahren zum flexiblen Umformen von Rohren und Profilen entwickelt und zum Patent angemeldet. Das sog. RoProFlex-Verfahren (RoProFlex – „Rohre und Profile flexibel“ umformen) ermöglicht es, bei Rohren und Profilen den Querschnitt CNC-gesteuert über die Längsachse und den Umfang zu nahezu beliebigen Werkstückformen umzuformen. Das Verfahren weist durch die erzielbare Formenvielfalt ein besonders breites Anwendungsfeld auf. Angefangen bei Leichtbaukarosserieteilen für Automobile und Nutzfahrzeuge und Wärmetauscherrohren über ultraleichte Präzisionsteile, wie z.B. Zahnräder oder Verdichterschrauben, bis hin zu medizintechnischen Implantaten ist eine Fertigung prinzipiell möglich, und das bei geringen Werkzeugkosten.



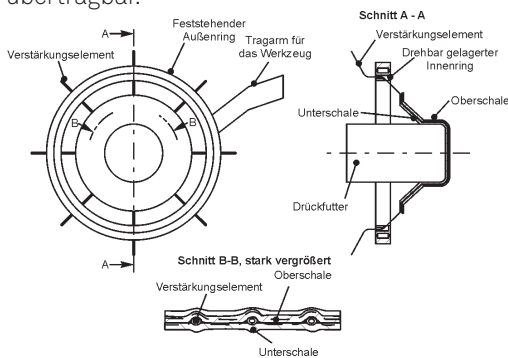
Maschinenaufbau und Beispielbauteile zur Fertigung mittels RoProFlex

### 3.6.2 Patentanmeldung

## Verfahren zur Herstellung von Verbundwerkstücken mit Verstärkungsstrukturen sowie entsprechend hergestellte Verbundwerkstücke (CompForm)

Aktenzeichen PCT/DE2010/000619  
 Patentinhaber Technische Universität Dortmund  
 Status angemeldet  
 Erfinder Dipl.-Ing. G. Sebastiani  
 Dipl.-Ing. P. Schmelzer  
 Dr.-Ing. M. Marré  
 Dr.-Ing. M. Trompeter  
 Dr.-Ing. A. Brosius  
 Prof. Dr.-Ing. A.E. Tekkaya

Inhalt dieser Patentanmeldung sind Umformverfahren, die Verbundwerkstücke aus Blech mit lokalen Verstärkungsstrukturen oder Funktionselementen erzeugen. Während der umformtechnischen Verarbeitung von Blechhalbzeugen zu hohlförmigen oder flächigen Blechwerkteilen werden gezielt Verstärkungs- oder Funktionselemente in den Blechwerkstoff oder einen Doppelblechverbund eingebettet, sodass Umformung und Verstärkung bzw. Einbettung in einem Fertigungsschritt möglich sind. Dadurch können verstärkte oder multifunktionale Blechformteile durch eine kurze, effiziente Prozesskette gefertigt werden. Neben einer Verstärkung oder Armierung durch hochfeste Drähte oder Gewebe ist auch die Einbettung von elektrischen Leitern oder Rohrleitungen denkbar. Diese umformtechnische Verbunderzeugung ist auch auf rohr- und profilförmige Bauteile übertragbar.



Herstellung von Verbundwerkstücken mit Verstärkungsstrukturen mithilfe des Drückens

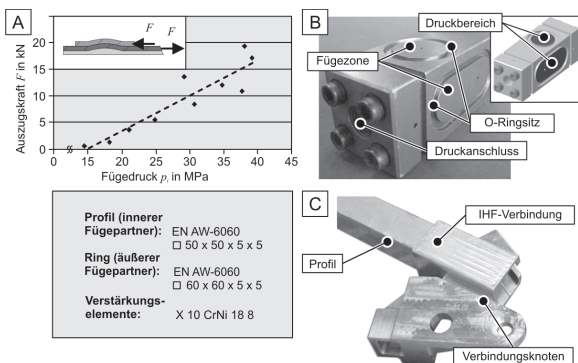
### 3.6.3 Patentanmeldung

## Aufweit- und Fügevorrichtung mittels Innenhochdruck

Aktenzeichen	DE 10 2010 012 452.4
Patentinhaber	Technische Universität Dortmund
Status	Angemeldet
Erfinder	R. Andreas R. Hense Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. M. Marré Prof. Dr.-Ing. A. E. Tekkaya

Mit dem Verfahren Innenhochdruckfügen (IHF) lassen sich umformtechnisch kraft- und formschlüssige Verbindungen für leichte Tragwerkstrukturen erzeugen. Hierzu wird das Profil in einem Knotenelement positioniert und anschließend mittels hydraulischen Drucks gegen diesen äußeren Fügepartner ausgeweitet. Dabei wird die Verbindung entweder dadurch erzeugt, dass die Profilwand in eine zuvor in den Knoten spanend eingebrachte Nut eingeformt wird (Formschluss), oder dadurch, dass die beiden Fügepartner elastisch deformiert werden (Kraftschluss). Bisher vorhandene Füge sonden, mit denen der Fügedruck aufgebracht wird, erlauben nur die Herstellung von Verbindungen mit rundem Profilquerschnitt.

Um den Einsatzbereich dieses Verfahrens zu erweitern, wurde am IUL ein neues Füge sondenkonzept entwickelt, mit dem auch Profile mit rechteckigem Querschnitt gefügt werden können. Dieses Werkzeugkonzept konnte bereits erfolgreich zum Fertigen von Verbindungen im Demonstrator des SFB TR10 eingesetzt werden.



- A) Auszugsfestigkeit in Abhängigkeit vom Fügedruck, B) Rechteckfüge sonde,  
C) Rechteckige formschlüssige Knoten-Profilverbindung aus Demonstrator SFB TR10

## 3.7 Kooperationen

Auf diesem Wege möchten wir uns für die vielfältige Zusammenarbeit im Jahr 2010 bedanken, ohne die unser gemeinsamer Erfolg nicht möglich wäre.

### Im universitären Bereich

#### Kooperationen auf nationaler Ebene

- Fachgebiet Fluidtechnik, Technische Universität Dortmund
- Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Freiburg
- Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik, Technische Universität Chemnitz
- Lehrstuhl für Wissenschaftliches Rechnen, Technische Universität Dortmund
- Lehrstuhl für Werkstoffkunde, Universität Paderborn
- Lehrstuhl für Werkstofftechnik, Universität Rostock
- Lehrstuhl für Werkstofftechnologie, Technische Universität Dortmund
- Materialprüfungsanstalt, Universität Stuttgart
- Professur Werkstoffe des Maschinenbaus, Technische Universität Chemnitz
- Hochschuldidaktisches Zentrum, Technische Universität Dortmund
- Institut für Bildsame Formgebung, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
- Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen, Leibniz Universität Hannover
- Institut für Angewandte Mechanik, RWTH Aachen
- Institut für Massivbau, Technische Universität Dresden
- Institut für Mechanik, Technische Universität Dortmund
- Institut für Metallurgie, Technische Universität Clausthal
- Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen, Technische Universität Darmstadt

- Institut für Spanende Fertigung, Technische Universität Dortmund
- Institut für Umformtechnik, Universität Stuttgart
- Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen, Leibniz Universität Hannover
- Institut für Werkstoffkunde, Leibniz Universität Hannover
- Laboratory for Chassis Suspension Technology, FH Osnabrück
- Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen, Universität Siegen
- Lehrstuhl für Fertigungstechnologie, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
- Lehrstuhl für Leichtbau, Technische Universität München
- Lehrstuhl für mathematische Statistik und naturwissenschaftliche Anwendungen, TU Dortmund
- Lehrstuhl für Umformende und Spanende Fertigungstechnik, Universität Paderborn
- Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften, Technische Universität München
- Lehrstuhl für Umformtechnik und Gießereiwesen, Technische Universität München
- Institut für Werkstoffkunde I, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
- wbk Institut für Produktionstechnik, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

### **Kooperationen auf internationaler Ebene**

- Center of Manufacturing and Industrial Management (CMIM), Universidade Técnica de Lisboa, Portugal
- Construerende Technische Wetenschappen, Technische Mechanica, Universiteit Twente, Niederlande
- Department of Industrial Engineering, University of Palermo, Italy
- Department of Materials Science and Engineering, The Ohio State University, Ohio, USA
- DIEM-Tech Manufacturing Technology Group of the University of Bologna, Italien

- Institut Charles Delaunay, Laboratoire des Systèmes Mécaniques et d'ingénierie Simultanée (LASMIS), Université de Technologie de Troyes, Frankreich
- Institute for Manufacturing, Department of Engineering, University of Cambridge, Großbritannien
- Loewy Chair in Materials Forming and Processing, Institute for Metal Forming, Lehigh University, Bethlehem, Pennsylvania, USA
- Metal Forming Center of Excellence, Atilim Universität, Ankara, Türkei
- Royal Institute of Technology KTH, Department of Production Engineering, Stockholm, Schweden
- School of Materials Science & Engineering and the Department of Plasticity Forming Engineering at Shanghai Jiao Tong University, China
- School of Engineering, Swansea University, Wales, Großbritannien
- Technische Universität Cluj-Napoca, Klausenburg, Rumänien
- University of Milano Bicocca, Mailand, Italien
- Warsaw University of Technology, Warschau, Polen

### **Im industriellen Umfeld**

- Airbus S. A. S.
- Alcan CRV (Centre de Recherches de Voreppe)
- Aleris Aluminum Duffel BVBA
- Alu Menziken AG, Schweiz
- ALUTEC Leichtmetallfelgen GmbH
- ARBURG GmbH + Co KG
- ASCAMM Technology Centre
- ASERM – Asociación Española de Rapid Manufacturing
- Auerhammer Metallwerk GmbH
- AUDI AG
- Benteler AG
- BMW AG
- borit Leichtbau - Technik GmbH
- BRUDERER AG

- Corus Strip Products, England
- CRF – Centro Ricerche Fiat S.C.p.A.
- Daimler AG
- Data M Sheet Metal Solutions GmbH
- DYNAmore GmbH
- Erbslöh Aktiengesellschaft
- EvoBus GmbH
- Faurecia Autositze GmbH
- Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V.
- Franz Pauli GmbH & Co. KG
- F.W. Brökelmann Aluminiumwerk GmbH & Co. KG
- Hirschvogel Umformtechnik GmbH
- Honsel AG
- Hydro Aluminium Deutschland GmbH
- imk automotive GmbH
- Inspire AG - IRPD
- JFE Steel Corporation, Japan
- Johnson Controls Hilchenbach GmbH
- Kirchhoff Automotive GmbH
- Kistler-Igel GmbH
- Koda Stanz- und Biegetechnik GmbH
- Kunze GmbH
- LEIBER Group GmbH & Co. KG
- Novelis Technology AG
- Otto Fuchs KG
- Poynting GmbH
- Physica Ltd.
- Rehau AG + Co
- Repkon, Istanbul, Türkei
- Robert Bosch GmbH
- S+C Extrusion Tooling Solutions GmbH
- Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH
- Salzgitter Mannesmann Präzisrohr GmbH



- Schnupp GmbH & Co. KG
- Schondelmaier GmbH
- Schuler AG
- Schwarze-Robitec GmbH
- Siemens Aktiengesellschaft
- Simufact Engineering GmbH
- SMS Meer GmbH
- SSAB Swedish Steel GmbH
- SSAB Tunnplåt AB, Schweden
- Tata Steel (ehem. Corus Technology BV)
- TECOS – Slovenian Tool and Die Development Centre
- ThyssenKrupp Presta AG
- ThyssenKrupp Steel Europe AG
- TRACTO-TECHNIK GmbH & Co. KG Spezialmaschinen
- Transfluid Maschinenbau GmbH
- TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH + Co. KG
- Viessmann Werke GmbH & Co KG
- Voestalpine AG
- VOLKSWAGEN AG
- Welser Profile GmbH
- WF Maschinenbau und Blechformtechnik GmbH & Co. KG
- Wilke Werkzeugbau GmbH & Co KG
- WILO SE
- Winkelmann Dynaform Technik GmbH & Co. KG
- ZWEZ-Chemie GmbH

## Verbände

- acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften
- AGU - Arbeitsgemeinschaft Umformtechnik
- AIST - Association for Iron and Steel Technology
- ASM International N.V.
- CIRP - The International Academy for Production Engineering
- DGM - Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e.V.
- Kunststoff-Institut Lüdenscheid
- Esaform European Scientific Association For Material Forming
- Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e.V.
- FOSTA - Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V.
- GCFG - German Cold Forging Group
- ICFG - International Cold Forging Group
- IDDRG - International Deep Drawing Research Group
- I<sup>2</sup>FG - International Impulse Forming Group
- Industrieverband Blechumformung
- Industrieverband Massivumformung
- GDA - Gesamtverband der Aluminiumindustrie e.V.
- German Cold Forging Group
- KIST - Kompetenz- und Innovationszentrum für die StanzTechnologie e. V.
- Stahlinstitut VDEh
- Leichtbacluster
- TMS The Minerals, Metals & Materials Society Inc.
- VDI - Verein Deutscher Ingenieure e.V.
- VDW Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken e.V.
- Wirtschaftsverband Stahl- und Metallverarbeitung e.V.
- WGP - Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktionstechnik

## Stiftungen

- Karl-Kolle-Stiftung
- VolkswagenStiftung

## 4 Weitere Aktivitäten

### 4.1 Veranstaltungen

Im Jahr 2010 wurden vom Institut für Umformtechnik und Leichtbau folgende Kolloquien, Konferenzen und Workshops veranstaltet, bzw. mitveranstaltet, um Forschungsergebnisse zu präsentieren und um sich mit Wissenschaftlern und Industrievertretern auszutauschen:

- ICHSF10/4<sup>th</sup> International Conference on High Speed Forming • in Kooperation mit Prof. Glenn S. Daehn, Department of Materials Science and Engineering, The Ohio State University • Veranstaltungsort: Ohio, USA • 9.-10. März
- 13. Workshop „Simulation in der Umformtechnik“ • in Kooperation mit Prof. Mathias Liewald, Institut für Umformtechnik, Universität Stuttgart • Veranstaltungsort: Stuttgart • 19. März
- International Conference on Product Property Prediction – P<sup>3</sup> • in Kooperation mit ISF und LWT, TU Dortmund • 12.-13. April
- 2. Workshop „Scientific Publishing“ • 22. April
- Journal of Materials Processing Technology - Editorial Meeting  
14. Juni
- Konstituierende Sitzung des Industriebeirats des IUL  
27. September
- Workshop „Biegen in Siegen“ • in Kooperation mit Prof. Bernd Engel, Lehrstuhl für Umformtechnik, Universität Siegen • Veranstaltungsort: Dortmund • 7. Oktober
- DGM-Seminar „Einführung in die Grundlagen des Tiefziehens“  
• 18.-19. November (Ausrichter IUL, Veranstalter DGM-Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e.V.)
- HDZ-Workshop „Wissenschaftliches Schreiben in der Lehre“ • in Kooperation mit dem HDZ der TU Dortmund • 29.-30. November

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

- Stahl fliegt • April bis Juli
- Girls' Day • 22. April
- Campus-Fest • 19. Juni
- SchnupperUni • 26. August
- Kinder-TU in Werne • 10. Dezember

Im Folgenden erhalten Sie nähere Informationen zu ausgewählten Veranstaltungen.

### **ICHSF10/4<sup>th</sup> International Conference on High Speed Forming**

Organisiert vom Department of Materials Science and Engineering der Ohio State University und dem IUL, fand am 9. und 10. März 2010 die International Conference on High Speed Forming in Columbus, Ohio, statt. An der bereits zum vierten Mal stattfindenden Konferenz nahmen über 60 Teilnehmer aus Industrie und Wissenschaft aus 11 Nationen teil. Neben der Präsentation neuester Forschungsergebnisse aus dem Bereich der Hochgeschwindigkeitsumformung bot die Veranstaltung auch eine Plattform zum Erfahrungsaustausch und zur Diskussion zwischen industriellen Anwendern und Forschern auf internationaler Ebene.

Thematische Schwerpunkte der Konferenz waren unter anderem die industriellen Einsatzmöglichkeiten von Hochgeschwindigkeitsumformverfahren, die elektrohydraulische Umformung, das Fügen mittels elektromagnetischer Umformung sowie die Modellierung und Simulation derartiger Prozesse.



Teilnehmer der ICHSF2010

### 13. Workshop „Simulation in der Umformtechnik“

Der 13. Workshop „Simulation in der Umformtechnik“ fand am 19. März 2010 an der Universität Stuttgart statt. Die Organisation des Workshops war eine Zusammenarbeit zwischen dem IFU aus Stuttgart und dem IUL. Das Schwerpunktthema des diesjährigen Workshops war die Modellierung von Verfestigungsmechanismen in der Blechumformung. Die ausgewählten Arbeiten aus den Universitäten und der Industrie wurden präsentiert.

Die Präsentationen der Universitäten zeigten die bisherigen theoretischen Entwicklungen der mikromechanischen Materialmodelle, die verwendet werden, um das Makro-Verfestigungsverhalten von metallischen Werkstoffen zu erhalten. Die Software-Häuser der führenden Finite-Elemente-Simulationsprogramme stellten die neu implementierten Modelle und Anwendungsbeispiele vor. Die benötigten Material-Parameter und Charakterisierungsversuche wurden auch in dieser Veranstaltung diskutiert. Die industriellen Aspekte des Themas wurden anhand praktischer industrieller Problemstellungen und Lösungsstrategien von den Teilnehmern aus der Industrie präsentiert und diskutiert.

Die Autoren ergriffen die Gelegenheit, die Themen mit den über 80 Teilnehmern des Workshops zu diskutieren.



Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Workshops in Stuttgart

## Der Exzellenzcluster Product Property Prediction – P<sup>3</sup>

Die Produktionstechnik steht aufgrund veränderter ökonomischer und ökologischer Rahmenbedingungen vor fundamentalen Herausforderungen. Der Exzellenzcluster Product Property Prediction – P<sup>3</sup> zielt auf neue Lösungsansätze für die ressourcen- und energieeffiziente Produktionstechnik der Zukunft. Die Vision des Exzellenzclusters ist es, die Produkteigenschaften vorherzusagen und gezielt einzustellen. Dadurch lassen sich im Entwicklungsprozess nicht nur Zeit, sondern auch Material und Energie einsparen. Ein solches Forschungsprogramm erfordert die Kooperation mehrerer Disziplinen, wie Maschinenbau, Physik, Mathematik und Statistik.

Auf der Konferenz Product Property Prediction – P<sup>3</sup>, die am 12. und 13. April an der TU Dortmund stattfand, wurden hierzu neue Lösungsansätze vorgestellt, welche die nächste Generation der Produktionstechnik einleiten. Den Höhepunkt der Konferenz bildeten dabei die Vorträge der beiden Nobelpreisträger Peter Grünberg vom Forschungszentrum Jülich und Ernst Worrell von der Universität Utrecht. Die Koordination dieser Konferenz obliegt den drei produktionstechnischen Instituten der Fakultät Maschinenbau der TU Dortmund: dem Institut für Spanende Fertigung (ISF), dem Institut für Umformtechnik und Leichtbau (IUL) und dem Lehrstuhl für Werkstofftechnologie (LWT). In dem hochkarätig besetzten Teilnehmerkreis stehen neben den Vorträgen die Diskussionen mit den Referenten und den Ausrichtern der Konferenz im Mittelpunkt.



von links nach rechts: Prof. A. Erman Tekkaya (IUL), Prof. Dirk Biermann (ISF), Prof. Ernst Worrell (Universität Utrecht), Prof. Wolfgang Tillmann (LWT), Prof. Peter Grünberg (Forschungszentrum Jülich), Prof. Ursula Gather (Rektorin der TU Dortmund)

## 2. Workshop „Scientific Publishing“

Am 22. April 2010 fand im Rahmen des SFB/TR73 der zweite Workshop „Scientific Publishing“ statt. In diesem Jahr zu Gast in Hannover, konnte Herr Professor Dr.-Ing. A. Erman Tekkaya, Editor-in-Chief des Journal of Materials Processing Technology (Elsevier), zusammen mit Frau Rebecca Wilson und Herrn Christopher Greenwell, beide Herausgeber bei Elsevier, Grundlagen zur Vorgehensweise beim Schreiben von wissenschaftlichen Publikationen vermitteln.

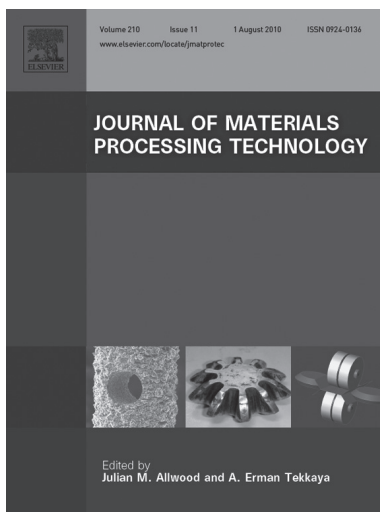
In Vorträgen wie „Research Process“, „How to Get Published in Scientific Journals“ und „Author’s Rights and Responsibilities“ konnten die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der am SFB/TR73 beteiligten Institute wichtige Informationen und Tipps zur Veröffentlichung von Forschungsergebnissen in begutachteten wissenschaftlichen Zeitschriften erhalten.



Eindrücke vom Workshop „Scientific Publishing“

## Journal of Materials Processing Technology - Editorial Meeting

Am 14. Juni 2010 fand am Institut für Umformtechnik und Leichtbau in Dortmund das Editorial Meeting des „Journal of Materials Processing Technology“ (JMPT), Elsevier, statt. Neben den Chefredakteuren, Dr. Julian Allwood, University of Cambridge, UK, und Prof. Dr.-Ing. A. Erman Tekkaya, IUL, TU Dortmund, sowie der technischen Assistentin der Zeitschrift JMPT, Frau Ramona Hölker, haben der für die Bereiche Gießereitechnik, Wärmebehandlung, Schweißen und Oberflächenbehandlung zuständige Fachredakteur, Dr. Carlos H. Caceres, University of Queensland, Brisbane, QLD, Australia, und sein für die Zerspanung zuständiger Kollege Prof. Thomas H. C. Childs von der University of Leeds, Leeds, England, UK, teilgenommen. Die Zeitschrift umfasst die zur Herstellung von Bauteilen aus metallischen und nicht-metallischen Werkstoffen eingesetzten Verfahren der Produktionstechnik. Für das Jahr 2009 hatte Frau Rebecca Wilson, die Herausgeberin des Journals, Erfreuliches zu berichten. Mit knapp 2 Millionen Downloads (von Science Direct), mehr als 2.000 eingereichten Veröffentlichungen und einem Impact Factor von 1,420 gehört das Journal of Materials Processing Technology zu einer der bedeutendsten und meistgelesenen Zeitschriften aus dem Bereich der Produktionstechnik dieses Jahres.



Cover des Journals JMTP



## Konstituierende Sitzung Industriebeirat IUL

Am 27. September 2010 fand die konstituierende Sitzung zur Einrichtung des Industriebeirats des IUL statt. Ziel dieses Diskussionsgremiums ist es, das IUL bei der Ausrichtung seiner anwendungsorientierten Grundlagenforschung und bei der Ausrichtung kollaborativer Forschungsprojekte sowie bei der Übertragung von Ergebnissen der universitären Forschung in die industrielle Anwendung zu unterstützen. Mitglieder sind:

- Dr. W. Volk, BMW AG
- Prof. K. Roll, Daimler AG
- Dr. F. O. R. Fischer, Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e.V.
- Prof. K. Schweizerhof, DYNAmore GmbH
- F.-B. Pauli, Franz Pauli GmbH & Co. KG
- W. Heidrich, Gesamtverband der Aluminiumindustrie e.V. (GDA)
- S. Widdermann, German Cold Forging Group (GCFG)
- Dr. S. Keller, Hydro Aluminium Deutschland GmbH
- Prof. G. N. Levy, Inspire AG - IRPD
- A. Edler von Graeve, Kompetenz- und Innovationszentrum für die StanzTechnologie e. V. (KIST)
- Dr. M. Herrmann, Kistler-Igel GmbH
- M. Fedler, Kunststoffinstitut Lüdenscheid
- Dr. J. Schondelmaier, Schondelmaier GmbH
- Dr. H. Schafstall, Simufact Engineering GmbH
- Dr. H.-J. Wieland, Stahlinstitut VDEh
- N. Langerak, Tata Steel Europe
- Dr. L. Keßler, ThyssenKrupp Steel Europe AG
- F. Kilian, Trumpf GmbH & Co. Maschinenfabrik



Teilnehmerinnen und Teilnehmer der 1. Sitzung des Industriebeirats am IUL

## DGM-Seminar „Einführung in die Grundlagen des Tiefziehens“

Tiefziehen und Streckziehen sind die wichtigsten Blechumformverfahren, mit denen Blechformteile für den Karosserie-, Nutzfahrzeug- und Flugzeugbau, aber auch viele Produkte der Konsumgüterindustrie gefertigt werden. Vor dem Hintergrund steigender Anforderungen an die Bauteilqualität von Blechformteilen einerseits und eines drastischen Kostendruckes andererseits, ist ein grundlegendes Technologieverständnis eine wesentliche Voraussetzung für die Gestaltung robuster und wirtschaftlicher Blechumformprozesse.

Der Fortbildungskurs vermittelte die Grundlagen des Tief- und Streckziehens, deren Modellierung mittels analytischer und numerischer Ansätze sowie die hierzu notwendige Identifikation der relevanten Materialparameter. Ferner wurde ein Überblick über die Arten von Blechumformpressen und deren Anwendungsfelder gegeben und Gestaltungsbeispiele für moderne Tiefziehwerkzeuge vorgestellt. Des Weiteren wurde die Klasse der wirkmedienbasierten Blechumformprozesse erörtert, die - insbesondere bei sehr komplexen Bauteilgeometrien und geringeren Stückzahlen - eine interessante Alternative zu konventionellen Tief- und Streckziehprozessen darstellen. Die Vermittlung der theoretischen Grundlagen wurde unterstützt durch die praktische Anwendung der Umformprozesse und Parameteridentifikation im Versuchsfeld des IUL. Hierzu stand die umfangreiche Ausstattung mit leistungsfähigen Umformmaschinen, praxisrelevanten Werkzeugsystemen und moderner Messtechnik zur Verfügung.

## HDZ-Workshop „Wissenschaftliches Schreiben in der Lehre“

Am 29. und 30. November fand der HDZ-Workshop zum Thema „Wissenschaftliches Schreiben in der Lehre“ unter Leitung von Dr. Hartwig Junge statt. Ziel dieser Veranstaltung war es, den Teilnehmern eine kritische Betrachtung von studentischen Arbeiten sowie eigenen wissenschaftlichen Veröffentlichungen zu ermöglichen. Während dieses Workshops wurden zu Beginn der grundlegende Aufbau sowie die formalen Vorgaben von wissenschaftlichen Texten erörtert. Hierbei wurde insbesondere auf die Gliederung des Textes, die richtige Zitierweise von Quellen sowie die Aufstellung eines Zeitplans eingegangen. In einem nächsten Schritt wurde die Entwicklung der eigentlichen schriftlichen Arbeit, von einer konzeptionellen Stichwortsammlung bis hin zu einem voll ausgearbeiteten Text, behandelt. In einem letzten Arbeitsschritt sollten die Teilnehmer eine wissenschaftliche Arbeit bewerten und ein konstruktives Feedback geben.

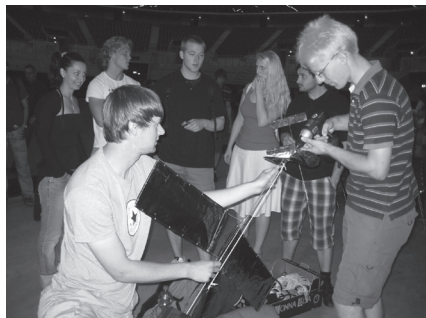
Die 15 Teilnehmer des Instituts für Umformtechnik und Leichtbau und des Instituts für Spanende Fertigung haben grundlegende Kompetenzen auf dem Gebiet des wissenschaftlichen Schreibens erworben. Durch eine Vielzahl von Übungen konnten die gewonnenen Kenntnisse direkt angewandt und vertieft werden.



Teilnehmerinnen und Teilnehmer des HDZ-Workshops

## Stahl fliegt

„Stahl fliegt“ ist ein interdisziplinärer Ideenwettbewerb für kreativ denkende Studierende. Dieser wird durch die Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. (FOSTA) unterstützt. Das Ziel des innovativen Stahl-Leichtbau-Wettbewerbes ist es, ein Fluggerät zu konstruieren und zu bauen, das vollständig aus Stahl oder anderen Metallen, die mindestens einen Eisenanteil von 70% enthalten müssen, besteht. Es nahmen Studierende der RWTH Aachen, TU Darmstadt, der Universität Kassel, der TU Dortmund, der Universität des Saarlandes und der Universität Bremen an der Veranstaltung teil.



Aktivitäten beim Studierendenwettbewerb „Stahl fliegt“

## Girls' Day

Der Girls' Day 2010 stand unter dem Motto: „Wie wird ein Blech zum Auto?“. Dieses Jahr nutzten 14 Mädchen im Alter zwischen 10 und 15 Jahren die Gelegenheit, einen Einblick in die Umformtechnik zu bekommen. In einer Präsentation war zu erfahren, was Umformtechnik eigentlich ist und wo man ihr im Alltag begegnet. Darüber hinaus konnten die Teilnehmerinnen umformtechnische Fertigungsverfahren im Versuchsfeld des IUL live erleben. Speziell wurde das Tiefziehen von Bechern und einer Motorhaube gezeigt.

An einer handbetriebenen Spindelpresse konnten die Mädchen Münzen prägen und den selbst geprägten Einkaufswagenchip als Erinnerung mit nach Hause nehmen. Betreut wurde die Gruppe durch Annika Foydl und Andreas Jäger.



Teilnehmerinnen des Girls' Day 2010

## SchnupperUni

Die SchnupperUni ist eine einwöchige Veranstaltung der Technischen Universität Dortmund für Schülerinnen und Schüler der gymnasialen Oberstufe. Am Ende der Sommerferien öffnen mehr als zehn Fakultäten der TU Dortmund ihre Hörsäle und laden interessierte Schülerinnen und Schüler zum „Schnuppern“ ein. Diese können während der SchnupperUni die Universität und insbesondere naturwissenschaftlich-technische Fächer kennenlernen, indem sie Vorlesungen besuchen, Experimente und Übungen mitmachen und Kontakte zu Studierenden, Lehrenden und Menschen aus der Berufspraxis finden. Das Thema der umformtechnischen Veranstaltung mit 28 Teilnehmerinnen und Teilnehmern war: „Wie forme ich ein Auto / ein Flugzeug aus Metall?“ Den Schülern wurden folgende Fragen gestellt und beantwortet:

- Wo wird Umformtechnik eingesetzt?
- Was ist Umformtechnik?
- Wie sieht das Arbeitsspektrum des Umformtechniklers aus?

## Kinder-TU

Wie auch in den vergangenen Jahren betätigte sich das Institut 2010 im Bereich Nachwuchsförderung und wirkte im Programm „KinderUni“ mit. Bei diesen Veranstaltungen haben Kinder (und ihre Begleitpersonen) die Möglichkeit, zu verschiedenen Themen Vorlesungen wie an einer richtigen Universität zu hören. Im Rahmen der Vorlesungsreihe „Kinder-Uni im Kreis Unna“ war das IUL dieses Jahr im Anne-Frank-Gymnasium in Werne zu Gast. Der Vortrag „Autos vom laufenden Blech – Wie entsteht eine Karosserie?“ fand bei den kleinen Besuchern großen Anklang, insbesondere die Experimente zum Mitmachen stießen auf reges Interesse.



Eindrücke von der diesjährigen Kinder-Uni

## 4.2 Gleichstellungsaktivitäten: Ferienbetreuung für Schulkinder am IUL

In diesem Jahr fand zum zweiten Mal eine Ferienbetreuung im Rahmen des Sonderforschungsbereichs Transregio 73 statt. Die Räumlichkeiten des Instituts für Umformtechnik und Leichtbau konnten auch in diesem Jahr für die Betreuung von 6 Schulkindern im Alter von 8-14 und einem Kleinkind im Alter von 3 Jahren genutzt werden. Das IUL organisierte die Infrastruktur des Projektes und unterstützte das Betreuungsteam in seiner Planung. Die Betreuung und die im Vorfeld stattfindende Organisation wurde von 3 Lehramtsstudentinnen der TU Dortmund übernommen. Durch den erhöhten Betreuungsschlüssel wurde es möglich, die Angebote und Aktivitäten noch differenzierter und dem Alter entsprechend auszuwählen und anzubieten.

Vor allem das Kleinkind konnte von neu angeschafften und entwicklungsgemäßen Spiel- und Kreativmaterialien profitieren. Auch das Ausflugsangebot konnte allen Altersgruppen gerecht werden (Zoom-Erlebniswelt in Gelsenkirchen, Phänomenta in Lüdenscheid, der Indoor-Spielplatz Monkey-Town).

Des Weiteren fand eine Kooperation mit den Fachbereichen Sport und Textilgestaltung statt, indem ihre Räumlichkeiten genutzt werden konnten.



Eindrücke von der diesjährigen Ferienbetreuungsgruppe

## 4.3 Auszeichnungen

### Bundesverdienstkreuz für Professor Matthias Kleiner

Professor Matthias Kleiner ist mit dem Verdienstkreuz 1. Klasse des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland geehrt worden. Die Verleihung nahm Bundesbildungsministerin Professor Annette Schavan im Rahmen einer kleinen Feierstunde im Max-Liebermann-Haus in Berlin vor. Professor Kleiner erhält diese Auszeichnung für sein großes Engagement für die deutsche Wissenschaft.



Bundesbildungsministerin Prof. Annette Schavan zeichnete Prof. Matthias Kleiner in Berlin mit dem Bundesverdienstkreuz aus

## Outstanding Paper Award 2010

Prof. Dr.-Ing. A. Erman Tekkaya, Leiter des Instituts für Umformtechnik und Leichtbau (IUL) der Technischen Universität Dortmund, und Prof. Paulo Martins, Leiter des Center of Manufacturing and Industrial Management (CMIM) des Instituto Superior Técnico, Lisbon, Portugal, erhielten im Mai 2010 für ihre gemeinsame Veröffentlichung mit dem Titel „Accuracy, reliability and validity of finite element analysis in metal forming: A user’s perspective“ den “Outstanding Paper Award 2010“ des „Emerald Literati Network Awards for Excellence“. Der Artikel ist in der Zeitschrift Engineering Computations, Band 26 (2009) 7-8, S. 1026-1055, erschienen. Die Jury des Literati Network Awards for Excellence wählte den Beitrag als den besten Artikel dieser Zeitschrift im Jahr 2009. Der Preis wird seit dem Jahr 2007 jährlich verliehen.

Professor Tekkaya und Professor Martins geben in ihrem Paper Anwendern aus Industrie, Lehre und Forschung einen Überblick über die Leistungsfähigkeit, aber auch die Grenzen von numerischen Berechnungsverfahren in der Umformtechnik. Neben Hinweisen zur Deutung der Ergebnisse und Identifizierung von Fehlerquellen werden Methoden zur Validierung von Finite-Elemente-Simulationen gegeben.

## Most downloaded Paper 2010

Das IUL konnte mit einem Übersichtsartikel (Review-Paper) zur inkrementellen Blechumformung mit dem Titel “The technology of Incremental Sheet Forming - A brief review of the history“ im Jahr 2010 unter die 10 am meisten heruntergeladenen Artikel der Zeitschrift Journal of Materials Processing Technology (JMPT) von Elsevier gelangen (JMPT, Band 210, Heft 8, S. 981-997). Das Paper entstand aus der Zusammenarbeit von Herrn Sebastiani (IUL) mit Herrn W. C. Emmens von der Fa. CORUS RD&T und Herrn A.H. van den Boogaard von der University of Twente/Niederlande. Die Autoren geben einen geschichtlichen Überblick über die technologische Entwicklung der asymmetrischen inkrementellen Blechumformung. Hauptaugenmerk liegt hierbei auf der großen Anzahl an Patenten, die auf die technologische Umsetzung fokussiert sind. Der Artikel bietet sowohl einen großen Fundus an Umsetzungsideen und ist auch – in Bezug auf die wirtschaftliche Bedeutung der Schutzrechte – ein industriell relevanter Beitrag.



## 4.4 Weiterbildung

Für die Mitarbeiter des Instituts für Umformtechnik und Leichtbau ist Weiterbildung eine Selbstverständlichkeit. Im Nachfolgenden finden Sie eine Auswahl der wesentlichen Fortbildungsschwerpunkte. Es wurden Veranstaltungen zur Erweiterung von technischen, gesellschaftlichen und sozialen Kompetenzen von den Mitarbeitern besucht.

### Weiterbildung Wissenschaft und Theorie

- WGP-Summer School 2010 • Thema: Nachhaltige Produktion 21.-28.07.2010 • Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik • Berlin
- Kompaktseminar „Statistische Versuchsplanung zur Qualitätsoptimierung“ • 1.-5.3.2010 • SFB 823 „Statistical modelling of nonlinear dynamic processes“, NRW Graduate School of Energy Efficient Production and Logistics“, Forschungsschule für energieeffiziente Produktion und Logistik • Dortmund
- Workshop Scientific Publishing • 22.04.2010 • SFB Transregio 73 Hannover
- Damage Mechanics and Local Approach to Fracture 25.-28.05.2010 • Professor Jacques Besson, Materials Ageing Institute (MAI), EDF R&D • Moret-sur-Loing, France
- „Academic Writing“ • 27.09.-01.10.2010 • Forschungsschule für energieeffiziente Produktion und Logistik • Dortmund
- Doktorandenseminar WS10/11 • 08.10.2010 • Stipendiaten der Forschungsschule für energieeffiziente Produktion und Logistik (TU Dortmund) und der Research School (Ruhr-Uni-Bochum), Dortmund
- Workshop “The 7th European Research Framework Programme (FP7) and the European Research Council (ERC)” • 14.10.2010 • EU-Bureau of the Federal German Ministry of Education and Research (BMBF), Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt • Bonn
- HY-LIGHT – Winter School on Hybrid Lightweight Joining Technologies for Naval Applications • 31.10.-05.11.2010 • Universität von Palermo (Prof. Fratini und Prof. Valenza) • Erice, Sizilien, Italien

- Seminar für Antragsteller von IGF(Industrielle Gemeinschaftsförderung)-Forschungsvorhaben • 18.11.2010 Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e.V. (EFB) • Hannover
- Workshop „Das Rahmenprogramm für Antragstellende“ 14.-15.12.2010 • EU-Büro des BMBF • Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt • Bonn

### Weiterbildung Software

- Modelling Metals with MF GenYld + CrachFEM - Basic Course 09.03.2010 • Matfem • München
- DEFORMTM Anwendertreffen und Gefügeworkshop 2010 16.-17.11.2010 • München

### Weiterbildung Lehre

- Workshop „Forschendes Lernen als didaktisches Prinzip kompetenzorientierter Lehr-Lern-Veranstaltungen“ • 1.9. u. 10.9.2010 organisiert innerhalb der Projekte USuS u. TeachING-LearnING.EU Hochschuldidaktisches Zentrum • TU Dortmund
- Workshop „Wissenschaftliches Schreiben in der Lehre für Lehrende der Fakultät Maschinenbau“ • 29.-30.11.2010 • Hochschuldidaktisches Zentrum (HDZ) • TU Dortmund

### „Soft skills“ und soziale Kompetenzen

- Zwischen Chaos und Perfektion - Dissertation als Projekt managen • 18.01.2010 • SFB 823 Akademie • Ruhr-Uni Bochum
- Hochschulpatente in den Ingenieurwissenschaften • 04.03.2010 Transferstelle (TU Dortmund und Provendis)
- Seminar Patentrecht - Graduiertenkolleg 1378 • 02.-23.03.2010 (1-mal wöchentlich) • LWT, TU Dortmund
- Besprechungen moderieren • 15.-16.11.2010 • Zentrum für Weiterbildung, Kurs für Beschäftigte der TU Dortmund

- Projektmanagement • 03.02. und 10.03.2010 • Zentrum für Weiterbildung, Kurs für Beschäftigte der TU Dortmund
- Medien und Öffentlichkeitsarbeit • 27.-29.06.2010 • Zentrum für Wissenschaftsmanagement e.V.(ZWM) • Kassel
- Professionelle Pressearbeit, Crash-Kurs für die kleine Pressestelle • 30.08.-01.09.2010 • Fortbildungsakademie des Innenministeriums des Lands NRW • Herne
- Workshop „Stimm- und Sprechtraining“ • SFB 823 Akademie 19.09.2010 • Ruhr-Uni Bochum, Gebäude NA, Etage 3, Raum 3/24
- Selbstmarketing und Auftrittspräsenz - Imagearbeit für den Beruf 20.-21.09.2010 • Zentrum für Weiterbildung • TU Dortmund
- Erfolgswirksame Kommunikation • 28. - 29.09.2010 • Zentrum für Weiterbildung, Kurs für Beschäftigte der TU Dortmund

### **Betriebs- und Arbeitsschutz**

Seminar Gefährdungsbeurteilung • 19.05.2010 • Zentrum für Weiterbildung • TU Dortmund

Darüber hinaus wurden von zahlreichen Mitarbeitern Erste-Hilfe-Lehrgänge, Brandschutzschulungen sowie Lehrgänge zum Erwerb des Kranführerscheins absolviert.

### **WGP Summerschool 2010 - Nachhaltige Produktion**

Die diesjährige WGP Summerschool wurde vom Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik veranstaltet. Teilnehmer von Seiten des IUL war dieses Jahr Herr Matthias Haase. Bei der Summerschool 2010 haben über 30 Doktorandinnen und Doktoranden aus produktionstechnisch orientierten Universitätsstudiengängen vom 21.-28. Juli im Produktionstechnischen Zentrum Berlin in Vorträgen, Seminaren und Diskussionen das Thema „Nachhaltige Produktion“ bearbeitet.

Es wurden folgende Arbeitsgruppen gebildet, die Lösungsansätze für Problemstellungen auf folgenden Gebieten erarbeitet haben:

- Produktion mit erneuerbaren Energien
- Produktionstechnik für erneuerbare Energien
- Virtuelle Produktentstehung in nachhaltiger Wertschöpfung
- Humanzentrierte Automatisierung
- Nachhaltige Füge- und Beschichtungstechnologie

Zusätzlich wurde ein vielfältiges Rahmenprogramm angeboten. So konnten sich die Teilnehmer bei der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung Einblicke in aktuelle Untersuchungen der Füge-technik, der Tribologie sowie der Werkstoffmechanik verschaffen. Im Siemens Energy Sector Gasturbinenwerk Berlin wurde den Teilnehmern die Fertigungslinie für die Herstellung von Gasturbinen vorgeführt. Die Jonas & Redmann Group GmbH, ein weltweit führendes Unternehmen im Bereich der Automatisierung der Herstellung kristalliner Solarzellen, hat mit einer Führung durch ihre Produktion das Rahmenprogramm abgerundet. Als Begleitprogramm wurden eine Team-Challenge im Hochseilgarten, ein gemeinsames Abendessen mit den Professoren sowie ein Theaterbesuch im Admiralspalast angeboten. Durch die interessanten Themengebiete, die Unternehmensbesichtigungen sowie das Begleitprogramm trug die Summerschool 2010 zu einem interdisziplinären Gedankenaustausch von Doktorandinnen und Doktoranden aus ganz Deutschland bei.



Teilnehmerinnen und Teilnehmer der WGP - Summerschool 2010

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

### Mitarbeit in Forschungsgremien

- CIRP - Fellow of The International Academy for Production Engineering
- acatech – Mitglied der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften
- AGU - Mitglied der Wissenschaftlichen Arbeitsgemeinschaft Umformtechnik
- GCFG - Mitglied der German Cold Forging Group
- ICFG - Präsident der International Cold Forging Group
- ICTP - Mitglied des Standing Advisory Boards der International Conference on Technology of Plasticity und Mitorganisator der ICTP 2011
- I<sup>2</sup>FG – Vice Chairman und Founding Chairman of International Impulse Forming Group
- DGM – Mitglied Deutsche Gesellschaft für Materialkunde
- ICEB – Chairman of the International Conference on Extrusion and Benchmark
- Mitglied International Scientific Advisory, Council of Institute of Mechanical Engineering (IDMEC) and Associated Laboratory for Energy, Transports and Aeronautics (LAETA), Lisbon, Portugal
- ESAFORM - Mitglied des Scientific Committees der European Association for Material Forming
- Ehrenmitglied der internationalen Technet Alliance
- Guest Professor at Shanghai Jiao Tong University, Shanghai, China
- Kuratoriumsmitglied der Karl-Kolle-Stiftung, Dortmund
- Founding Director of the Center of Excellence for Metal Forming, Atilim University, Ankara, Turkey
- Scientific Advisory Board des Exzellenzclusters “Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer” der RWTH Aachen
- International Reviewer, Romanian Research Assessment Exercise
- Vize-Präsident des Konsortiums der Deutsch-Türkischen Universität
- Reviewer, Doctorate in University of Excellence – Research Assessment and Support for Scientific Publishing, Romania

## Zeitschriften Schriftleitung

- Editor-in-Chief der Fachzeitschrift "Journal of Materials Processing Technology" (Elsevier)
- Mitglied Editorial Board, CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology (Elsevier)
- Mitglied International Editorial Board of the Journal of "Computer Methods in Materials Science"
- Mitglied Scientific Circle of the Journal "Steel Grips" - Journal of Steel and Related Materials
- Mitglied International Advisory Committee of the "International Journal of Material Forming" (Springer Verlag)
- Mitglied Scientific Editorial Board of "International Journal of Precision Engineering and Manufacturing" (Springer-Verlag)

## Weitere Mitgliedschaften

- Türkisch-Deutscher Kulturbeirat, Ankara, Türkei
- Beirat der Messe „Proform“ 2010, Dortmund
- DAAD Alumni-Verein Ankara, Türkei
- IUTAM - Turkish Branch of the International Union of Theoretical and Applied Mechanics, Türkei
- Mitglied Scientific Committee, The 10th International Conference on Numerical Methods in Industrial Forming Processes (NUMIFORM 2010), Pohang, Korea
- Mitglied International Program Committee, International Conference on Machine Design and Production 2010 (14th UMTIK), Güzelyurt, Northern Cyprus, Türkei
- Mitglied Scientific Committee of the 50. IDRRG-Conference 2010, Graz, Austria
- Mitglied International Program Committee, 5th International Conference and Exhibition on Design and Production of Machines and Dies/Molds 2011, Ankara, Türkei

- Mitglied Scientific Committee des 12th International Cold Forging Congress (ICFC 2011), Stuttgart, Deutschland
- Mitglied International Committee 3rd International Conference on Distortion and Engineering (IDE 2011), Bremen, Deutschland
- Mitglied, Facharbeitskreis Internetbasierte Simulationsanwendungen für KMU – simKMU, Bundeswirtschaftsministerium, Berlin
- Mitglied International Scientific Committee der 14th International Conference on Sheet Metal (SheMet 2011), Leuven, Belgien
- Mitglied des International Scientific Committee der 8th International Conference and Workshop on Numerical Simulation of 3D Sheet Metal Forming Processes (Numisheet 2011), Seoul, Korea
- Mitglied Programmkomitee eLEARNING-TUDo2011, Dortmund, Germany
- Mitglied Scientific Committee der International Deep Drawing Research Group (IDDRG 2011), Bilbao, Spanien

## **Gutachtertätigkeiten**

### **In wissenschaftlichen Gremien**

- DFG - Deutsche Forschungsgemeinschaft
- Bayerische Forschungsstiftung
- University of Cambridge
- Deutscher Akademischer Austausch Dienst (DAAD)
- Hochschule Anhalt (FH)
- Helmut-Schmidt-Universität, Hamburg
- Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm, Schweden

### **Für Zeitschriften**

- International Journal of Advanced Manufacturing Technology
- Journal of Computational Materials Science

- International Journal of Precision Engineering and Manufacturing
- CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology
- International Journal for Numerical Methods in Engineering
- Journal of Materials Processing Technology
- Precision Engineering
- Technologies, Ljubljana, Slovenia, 2009 - ICIT & MPT 2009

## 4.6 Mitwirkung in nationalen und internationalen Organisationen: Prof. Dr.-Ing. Matthias Kleiner

### Mitgliedschaften und sonstige Mitgliedschaften und Mitarbeit

- Academia Europaea
- acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften
- AGU – Wissenschaftliche Arbeitsgemeinschaft Umformtechnik
- AiF - Arbeitsvereinigung industrieller Forschungsvereinigungen (Kuratorium)
- Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften
- Beirat des Unternehmens Siepmann
- Beirat des Unternehmens Simuform
- Beirat des Unternehmens Winkelmann Group
- CIRP – The International Academy for Production Engineering
- Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina
- Europäische Akademie der Wissenschaften und Künste (Mitglied)
- FOSTA - Studiengesellschaft Stahlanwendung (Kuratorium)
- LOEWE Programmbeirat (Mitglied)
- Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften (Mitglied)



- VDEh - Verein Deutscher Eisenhüttenleute
- VDI – Verein Deutscher Ingenieure
- WGP Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktionstechnik

## 5 Internationale Wissenschaftler zu Gast am IUL

Professor Dong-Yol Yang, Leiter des Laboratory for Computer-Aided Net Shape Manufacturing, Department of Mechanical Engineering des Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST) in Korea und Vize-Präsident F&E von KAIST, war im August 2010 im Rahmen des Graduiertenkollegs GRK 1378 zu Gast am IUL. Neben Diskussionen der analytischen und numerischen Betrachtungen von Blech- und Massivumformvorgängen konnte Prof. Yang verschiedene Kreativitätstechniken und Methoden zur Innovationsförderung vermitteln.

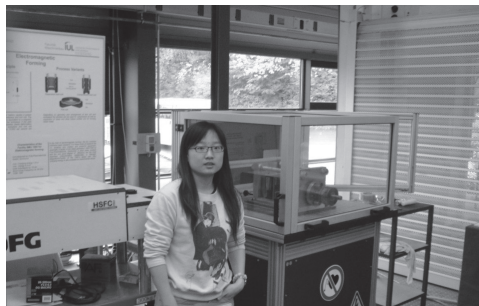


Professor Tekkaya mit Professor Yang und IUL-Wissenschaftlern bei einem Gastvortrag

Frau Yu-Yi Chu, wissenschaftliche Mitarbeiterin am Metal Forming Laboratory der National Cheng Kung University, war in der Zeit von Mai 2010 bis Februar 2011 im Rahmen eines 10-monatigen Stipendiums, gefördert vom Deutschen Akademischen Austausch Dienst (DAAD) und dem National Science Council in Taiwan (NSC), zu Gast am IUL. Sie forscht im Bereich der Hochgeschwindigkeitsumformung unter der Leitung von Frau Dr. Psyk.

Frau Chu beschäftigt sich mit der Umformung von Blechen beim Aufprall auf verschiedene konische Matrizen. Die Beschleunigung der Bleche resultiert dabei aus Lorentzkräften, die durch gepulste elektromagnetische Felder auf gut leitfähige Werkstücke ausgeübt werden.

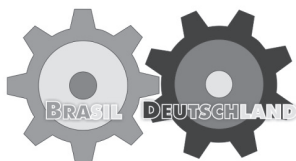
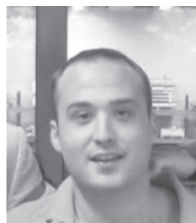
Das Ziel der Untersuchungen ist zum einen die Ermittlung von Werkstoffkennwerten für die Umformung bei sehr hohen Dehnraten. Zum anderen analysiert Frau Chu den Einfluss der Frequenz des Spulenstroms, der die Magnetfelder induziert, auf die Werkstückgeschwindigkeit und auf das Umformergebnis.



Frau Chu bei ihrer Tätigkeit in der Experimentierhalle

## Gaststudenten

Von Januar bis Juli waren Tomaz Fantin de Souza und Tiago Brun Cose der UFRGS aus Porto Alegre/Brasilien zu Gast am IUL, Tomaz de Souza (links im Bild) und Herr Tiago Brun Cose (rechts im Bild). Im Rahmen des deutsch-brasilianischen Forschungsprojektes zum Drahtziehen (DFG TE 508/18-01, BRAGECRIM) führten sie u. a. FEM-Simulationen zur Eigenspannungsermittlung durch.

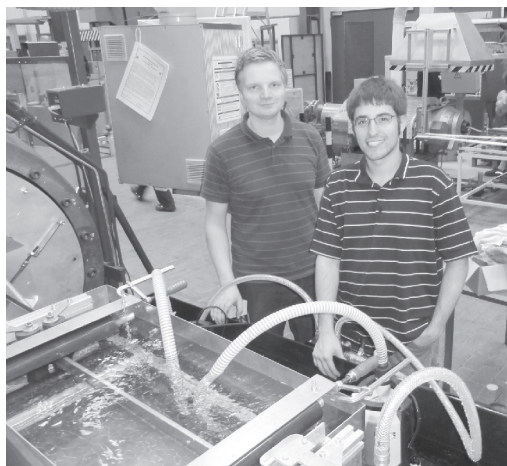


Tomaz Fantin de Souza und Tiago Brun Cose aus Brasilien

## RISE (Research Internships in Science and Engineering) Juli bis August 2010

RISE ist ein Programm des Deuten Akademischen Austausch Dienstes (DAAD) für Studenten der Natur-, Ingenieur- und Lebenswissenschaften aus Nordamerika und Großbritannien. Studenten wird ermöglicht, in Deutschland über 2 bis 3 Monate innerhalb universitärer Forschungsgruppen und Institute zu arbeiten. Bei ihrer Arbeit werden sie dabei vor Ort von Doktoranden betreut.

Innerhalb dieses Programms hatte Anthony P. Ventura, ein Student von der Lehigh University, Bethlehem, PA, USA, die Gelegenheit, am IUL unter Betreuung von Andreas Jäger eine Projektarbeit zur quantitativen Analyse der Zeit-Temperatur-Abhängigkeit der Mikrostrukturentwicklung beim Strangpressen von aushärtbaren Aluminiumknetlegierungen durchzuführen. Zur Abdeckung der Lebenshaltungskosten wurde Herr Ventura finanziell durch ein gemeinsam vom DAAD und dem Integrierten Graduiertenkolleg (MGK) des DFG-Sonderforschungsbereiches SFB/TR30 getragenes Stipendium unterstützt.



Gaststudent A.P. Ventura (rechts) und sein Betreuer A. Jäger

## Weiterer Gastwissenschaftler am IUL

- **Mamadou Ndong**  
Structural Engineer  
ICD/LASMIS  
University of Technology of Troyes

## Gastaustausch nach Frankreich

Der IUL-Wissenschaftler Mohammad Malekipour Gharbi, M. Sc., hatte die Gelegenheit, im Rahmen einem DFG Projekt (TE 508 -21-01), Defect analysis and prediction in bending , als Gastwissenschaftler vom 01.02.2010 - 30.04.2010 an der University of Technology of Troyes, Charles Delaunay Institute, Laboratory of Mechanical Systems and Concurrent Engineering in der Group of virtual manufacturing zu forschen. Leiter des Instituts ist der renommierte Professor Khemais Saanouni. Herr M. Gharbi war bereits zum 2. Mal in Rahmen dieses Projekts in Frankreich.

## 6 Technische Ausstattung

### 6.1 Versuchsfeld

#### Pressen

- Hydraulische Ziehpresse, 2600 kN, dreifach wirkend, SMG HZPUI 260/160-1000/1000
- Strangpresse 250t, Collin, PLA250t
- Strangpresse 10 MN (Direkt), SMS Meer, rundungsgerecht
- Spindelschlagpresse, 3150 kN, Weingarten PS 180, 3150kN
- C-Gestell-Exzenterpresse, 630 kN, Schuler PDR 63/250
- Hydraulische Ziehpresse, 1000 kN, HYDRAP HPSZK 100-1000/650
- Hydraulische Ziehpresse, 10 MN, dreifach wirkend, M+W BZE 1000-30.1.1
- Presse zur wirkmedienbasierten Blechumformung, 100 MN, SPS

#### Weitere Umformmaschinen

- Schwenkbiegemaschine, FASTI 2095
- Gesenkbiegemaschine, 110 kN, HERA COP 110/3100
- Dreiwalzen-Rundbiegemaschine, FASTI RZM 108-10/5.5
- Dreirollen-Biegemaschine, Irle B70 MM
- Drei-Rollen-Biegemaschine, Roundo R-2-S Special
- TSS-3D Profilbiegemaschine
- Dornbiegemaschine, Schwarze-Wirtz CNC 60
- Profilmaschine RAS 24.10, Reinhardt Maschinenbau GmbH Sindelfingen
- Drückwalzmaschine Bohner & Köhle BD 40
- Drückmaschine, Leifeld APED 350NC, CNC Siemens 840 D
- Anlage zur elektromagnetischen Umformung, 1,5 kJ, PPT SMU 1500
- Anlage zur elektromagnetischen Umformung, 32 kJ, Maxwell Magneform 7000
- Werkstattpresse mit Vorrichtung zur Spänekompatierung

## Prüfmaschinen

- Blechprüfmaschine, 200 kN, Erichsen 142/20
- Universal-Prüfmaschine, Zwick 1475 100 kN
- Universal-Prüfmaschine, Zwick SMZ250/SN5A
- Stand-Prüfmaschine, Zwick FR250SN.A4K Allround Line
- Stauchversuchmaschine, IUL 1000 kN

## Messtechnik und Elektronik

- Großkammer-REM, Mira XI der Fa. Visitec
- 3D-Koordinatenmessgerät, Zeiss PRISMO VAST 5 HTG
- Eigenspannungsmessungen mit der Bohrlochmethode
  - High-Speed-Verfahren
  - Air-Abrasive-Verfahren
- Härteprüfer, Wolpert Diatestor 2 RC/S
- Dickenmessgerät, Krautkrämer CL 304
- 4-Kanal-Digital-Oszilloskop, Tektronix TDS 420A
- 3D-Video-Messsystem, Optomess A250
- Infrarot-Messaufnehmer, PYROSKOP 273 C
- GOM: Argus, Atos, Tritop, Aramis - optische Messsysteme für Geometrie und Formänderung
- Hochgeschwindigkeitskamera, HSFC pro der Fa. PCO Computer Optics GmbH
- Polarisationsfähiges Auflichtmikroskop, Zeiss Axiolmager.M1m
- Laser Surface Velocimeter (LSV): Berührungslose Geschwindigkeitsmessung
- Temperaturmessungen mittels Pyrometer oder Thermosensoren
- Keyence Laser: Berührungslose Distanzmessung

## Sonstiges

- Laser-Bearbeitungszentrum, Trumpf LASERCELL TLC 1005
- Kunststoff-Spritzgussmaschine Arburg Allrounder 270 C 400-100
- Rollnahtschweißmaschine, Elektro-Schweißtechnik Dresden UN 63 pn

- Drehmaschine, Weiler Condor VS2
- CNC-Universalfräsmaschine, Deckel Maho DMU 50
- Unterdruck-Strahlsystem, PIT
- Säulenbohrmaschine, Alzmetall AB 4/SV
- Tafelschere, Durmazlar RGM 2004
- Kreisschere, Fasti 501 KS
- Vakuum-Trockenschrank, Leybold VT5042
- Elektrische Bügelsäge, Kläger & Müller 4B-200
- Hochleistungs-Metallkreissägemaschine, Häberle AL 380
- Planband-Schleifmaschine, Baier PB- 1200-100S
- Bohrlochgerät, Milling Guide RS 200
- Ätz- und Polierstation - LectroPol-5, Firma Struers GmbH
- 6-Achsen-Roboter, KUKA-Industrieroboter KR 5 sixx R650
- Druckübersetzer, 2000 bar
- Druckübersetzer, 4000 bar
- Hydraulik-Aggregat, Bosch 250 L
- Hydraulik-Aggregat, Röco
- Hydraulikaggregat, Ecoroll, HGP 4.0
- Hydrostatisches Glattwalzwerkzeug, Ecoroll, HG13 und HG6
- Einmessgestell, Boxdorf HP-4-2082



## 6.2 Rechnerausstattung

### Allgemein

- Verschiedene Server und ca. 220 vernetzte Workstation-PCs mit umfangreicher Peripherie

### Hardware für Simulationstechnik im Bereich der FEM und Softwareentwicklung

- Linux Cluster mit 4 Knoten mit zusammen 12 Recheneinheiten

### Betriebssysteme und Standardsoftware

- Windows 7 Professional
- Office 2007 Professional
- Diverse Adobe-Produkte wie z.B. Photoshop, Freehand, Acrobat, InDesign, Illustrator 11, Premiere Pro 1.5
- Corel Designer X4

### CAD

- Unigraphics
- Catia
- AutoCad
- Mechanical Desktop

### FEM Special Purpose

- Pam Stamp
- Autoform
- Hyperworks/HyperXtrude
- Deform
- QForm
- Superform

**FEM General Purpose**

- MARC
- Ansys
- Abaqus
- LS-Dyna

**Mathematisch-technische Berechnungsprogramme**

- Maple
- Mathcad
- Matlab