



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

PTU
Darmstadt



Jahresbericht 2013
Annual Report 2013

Institut für Produktionstechnik
und Umformmaschinen
Institute for Production Engineering
and Forming Machines

Metal Forming at PtU

The metal forming industry as one of Germany's most important industrial sectors is dominated by medium sized businesses. With our services in teaching and research we help to advance this industrial sector and ensure high quality education in that area.

Ambitious teaching shall enable the new generation of engineers to master future challenges by distinctive skills in problem solving and scientific creativity. This is achieved by offering basic lectures as well as group and project work. The lectures convey theoretical foundations which can be deepened in practical tutorials. With the group and project work we pursue the objective to prepare the students for the industrial work environment. Since recently the students can deal with control concepts for forming machines in a group work. Subject of other group and project works are the execution of experiments as well as analytical and numerical calculations. These courses deepen the theoretical knowledge gained in the lectures. Additionally, we offer students the possibility to write Bachelor and Master theses where they can prove their expertise in complex scientific problems.

In research projects we keep on picking up important topics of production related problems.

We realize new product and production solutions with work in the field of process development. Examples are the forming of new materials like paper or sandwich structures to reduce weight. Moreover, we improve existing forming technologies like flexible flow splitting to produce load adapted products.

With the comprehensive view of process chains and the associated machine and plant technology we develop new and optimize existing production processes. For example, we increase the process robustness and safety due to the generation of information flow next to the actual material flow. Furthermore, we develop »smart« structures which can transmit electrical signals or adopt sensoric functions next to the actual load-bearing function.

The success of a forming operation often depends on the tribological system. Multiple research projects deal with the analysis and the optimization of such systems. Examples are the investigation of wear and the increase of tool life due to machine hammer peening or deep rolling.

Another research major is the combined consideration of forming and joining processes to optimize parts for their application and increase the productivity. Therefore we realize new material combinations and integrate joining and forming operations.

We are glad to be your competent partner for consulting and research services in the future.

Yours Peter Groche



Umformtechnik am PtU

Die überwiegend mittelständisch geprägte Umformtechnik ist ein bedeutender Wirtschaftszweig in Deutschland. Durch unsere Arbeit in Lehre und Forschung wollen wir einen Beitrag für die Weiterentwicklung dieser Branche leisten und die qualitativ hochwertige Ausbildung der Studierenden auf diesem Gebiet sicherstellen.

Anspruchsvolle Lehre am PtU qualifiziert Nachwuchsingenieurinnen und -ingenieure durch ausgeprägte Problemlösungskompetenzen und wissenschaftliche Kreativität für zukünftige Herausforderungen. Dies wird über Grundlagen- und Vertiefungsvorlesungen sowie ingenieurstypische Team- und Projektarbeiten erreicht. Die Vorlesungen vermitteln theoretische Grundlagen, die in praktischen Übungen vertieft werden können. Mit Team- und Projektarbeiten verfolgen wir das Ziel, die Studierenden auf das spätere industrielle Arbeitsumfeld vorzubereiten. So besteht seit Neuestem auch die Möglichkeit, sich in einer Teamarbeit mit Steuerungs- und Regelungskonzepten für die Umformtechnik auseinanderzusetzen. Gegenstand weiterer Arbeiten können selbst durchgeführte Experimente sein oder auch analytische und numerische Berechnungen. Diese Angebote vertiefen den theoretisch erarbeiteten Lernstoff der Vorlesungen. Weiterhin bieten wir mit der Betreuung von Bachelor oder Master Arbeiten den Studierenden die Möglichkeit, ihre eigenen fachlichen Fähigkeiten auch in komplexeren wissenschaftlichen Fragestellungen unter Beweis zu stellen.

In unseren Forschungsprojekten greifen wir aktuelle umform- und produktionstechnische Fragestellungen auf.

Durch Arbeiten im Bereich der Verfahrensentwicklung ermöglichen wir die Realisierung neuer Produkt- und Fertigungslösungen. Beispiele hierfür stellen die Umformung und Bearbeitung neuartiger Materialien zur Gewichtseinsparung wie Papier oder Sandwichstrukturen dar. Außerdem entwickeln wir bestehende Umformtechnologien weiter, um so belastungsangepasste Bauteilstrukturen wie mit dem Verfahren des flexiblen Spaltprofilierens zu fertigen.

Mit der ganzheitlichen Betrachtung von Prozessketten und der zugehörigen Maschinen- und Anlagentechnologie entwickeln und optimieren wir neue bzw. bestehende Produktionsprozesse. So steigern wir beispielsweise durch die Generierung von Informationsflüssen neben den eigentlichen Materialflüssen die Prozessrobustheit sowie die Produktionssicherheit. Weiterhin entwickeln wir »intelligente« Bauteile, welche neben der Tragfunktion auch elektronische Signale weitergeben oder sensorische Funktionen übernehmen können.

Der Erfolg einer Umformoperation hängt in vielen Fällen vom tribologischen System ab. Die Analyse und Optimierung solcher Systeme zur Steigerung der Produktivität und Stabilität umformtechnischer Prozesse ist Gegenstand mehrerer aktueller Forschungsvorhaben. Beispiele hierfür sind Themen im Bereich der Verschleißuntersuchungen und der Standzeiterhöhung von Umformwerkzeugen durch Festklopfen sowie Festwalzen.

Gegenstand eines weiteren Forschungsschwerpunkts am PtU ist die gemeinsame Betrachtung von Umform- und Fügeprozessen. Die Realisierung neuer Materialkombinationen und die Prozessintegration verfolgen die Ziele, für den Einsatz optimierte Bauteile zu fertigen und die Produktivität zu steigern.

Gerne stehen wir Ihnen auch in Zukunft als Ansprechpartner für Beratungsdienstleistungen und Forschungs Kooperationen zur Verfügung.

Ihr Peter Groche



Institutsleiter Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Peter Groche
Director of the Institute Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Peter Groche

Index of Contents

Foreword	2
Institute	6
History	8
Services	10
Funding	10
Staff Overview	11
Technical Facilities	12
Research & Development	14
Research Departments	16
Research Activities with Other Institutes	22
Clusters of Research	30
Completed Dissertations	62
Publications	64
Presentations	66
Study & Teaching	68
Content of Teaching	70
Lectures	71
Student Numbers	72
Completed Theses	73
Life at the Institute	76
Obituary for Prof. Dr.-Ing. Dieter Schmoeckel	78
WGP Soccer Contest	80
8 th Triboforum	81
ECRA Study Awards	82
EFB Project Prize	83
Institute for Research in Production Technology e. V.	84
Summer Festival	85
New Staff	86
Competition »Airborne Steel«	87
Staff Day	88
Excursions	89
WGP Scientific Assistant Meeting	90
New Lecturer	91
New Tutorial	91
eXist Research Transfer	92
Outlook	93
Directions	94
Imprint	96

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	2
Institut	6
Geschichte	8
Dienstleistungen	10
Finanzierung	10
MitarbeiterInnenübersicht	11
Technische Ausstattung	12
Forschung & Entwicklung	14
Forschungsabteilungen	16
Forschungsaktivitäten mit anderen Instituten	22
Forschungscluster	30
Abgeschlossene Dissertationen	62
Veröffentlichungen	64
Vorträge	66
Studium & Lehre	68
Lehrinhalte	70
Vorlesungen	71
Studierendenzahlen	72
Abgeschlossene Arbeiten	73
Institutsleben	76
Nachruf auf Prof. Dr.-Ing. Dieter Schmoeckel	78
WGP Fußballturnier	80
8. Triboforum	81
ECRA-Preisverleihung	82
EFB-Projektpreis	83
Institut für Fertigungsforschung e. V.	84
Sommerfest	85
Neue MitarbeiterInnen	86
Stahl fliegt	87
Betriebsausflug	88
Exkursionen	89
WGP Assistenten-Treffen	90
Neuer Lehrbeauftragter	91
Neues Tutorium	91
eXist Forschungstransfer	92
Ausblick	93
Anfahrt	94
Impressum	96

Institute



Institut



Geschichte

History

Von 1976 bis 2013 – Über 36 Jahre Umformtechnik an der Technischen Universität Darmstadt

Entwicklung des Instituts

Die produktionstechnische Forschung und Lehre blickt in Darmstadt auf eine 120-jährige Tradition zurück. Im Jahre 1976 wurde aus dem Institut für Werkzeugmaschinen die Umformtechnik ausgegliedert. Prof. Dr.-Ing. Dieter Schmoeckel leitete das damals unter dem Namen Institut für Umformtechnik (IfU) gegründete Fachgebiet. Seit 1989 führt das Institut den heutigen Namen Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen und wird seit 1999 von Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Peter Groche geleitet.

Das Versuchsfeld an der Lichtwiese ist mit einer Vielzahl an Prüfständen und Werkzeugmaschinen ausgestattet. Durch die Anbindung einer mechanischen Werkstatt mit 20 Facharbeitern und Auszubildenden können Umformwerkzeuge und Versuchsstände direkt vor Ort gefertigt werden. Seit 2007 steht zusätzlich die für den Sonderforschungsbereich SFB 666 gebaute zweite Versuchshalle zur Verfügung. Moderne Computerhardware ermöglicht die effiziente Nutzung aktueller Simulations- und Konstruktionssoftware sowie neuester Messtechnik im Rahmen der Forschungsarbeiten. Abgerundet wird die Ausstattung im Bereich Lehre von multimedialen Arbeitsplätzen sowie einem Lernbaukasten zur Durchführung von praktischen Übungen

im Rahmen des neu etablierten Tutoriums »Steuerung und Regelung von Umformmaschinen«.

Seit Gründung des Instituts ist die MitarbeiterInnenzahl stetig gestiegen. Aktuell arbeiten 39 wissenschaftliche MitarbeiterInnen am PtU. Diese Bilanz über Jahre aufrecht zu erhalten bestätigt den guten Ruf, den sich das Institut im Laufe der Zeit bei Fördergesellschaften und Industriepartnern erworben hat. Weiterhin arbeiten 11 MitarbeiterInnen in Verwaltung und Technik sowie etwa 70 studentische Hilfskräfte am PtU.

From 1976 to 2013 – More than 36 Years of Metal Forming at Technische Universität Darmstadt

The Institute's History

Technical research and teachings look back on a 120 year old tradition in Darmstadt. In 1976, metal forming evolved from the Institute for Machine Tools. Prof. Dr.-Ing. Dieter Schmoeckel became head of the new founded Institute for Metal Forming (IfU). Since 1989 the institute bears today's name Institute for Production Engineering and Forming Machines (PtU) and is led by Professor Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Peter Groche since 1999.

The test area on campus Lichtwiese is equipped with numerous test facilities and machine tools. By employing a mechani-

cal workshop with 20 skilled workers and trainees, forming tools and test rigs can be manufactured locally. In 2007 a second experimenting hall, built for the Collaborative Research Center CRC 666, opened for more experimenting capacities. Modern computer hardware enables the efficient use of state-of-the-art simulation and design software and the latest measurement technologies in research. The equipment is completed by student multimedia workstations as well as a training kit to perform hands-on exercises in the new tutorial »Control of Forming Machines«.

Since the early days of the institute, the number of employees constantly rose to currently 39 scientific assistants. Preserving this positive development over the years confirms the good reputation which the institute has gained at funding organizations and industrial partners. Additionally, the PtU employs 11 administrative and technological members of staff as well as about 70 student research assistants.

Erweiterung des Lehrstuhls durch Professor Dipl.-Ing. Ludwig von Roeßler
Expansion of the Chair by Professor Dipl.-Ing. Ludwig von Roeßler
1903

Professor Dr.-Ing. Theodor Stöferle
Professor Dr.-Ing. Theodor Stöferle
1968

1894

Gründung des Lehrstuhls Maschinenbau durch Professor Krauß
Foundation of the Chair for Engineering by Professor Krauß

1944

Professor Dr.-Ing. Carl Stromberger
Professor Dr.-Ing. Carl Stromberger

1976

Gründung des Instituts für Umformtechnik (IfU) durch Professor Dr.-Ing. Dieter Schmoeckel
Foundation of the Institute for Metal Forming (IfU) by Professor Dr.-Ing. Dieter Schmoeckel

Institutsleiter Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Peter Groche
Director of the Institute Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Peter Groche

Lehrbeauftragter Dr.-Ing. Holger Steindorf, Daimler AG
Lecturer Dr.-Ing. Holger Steindorf, Daimler AG

Lehrbeauftragter Dr.-Ing. Matthias Scheitza
Lecturer Dr.-Ing. Matthias Scheitza

Oberingenieure
Chief Engineers

**Prozessketten
und Anlagen**
Process Chains and
Forming Units

**Verfahrens-
entwicklung**
Process
Development

**Tribologie und
Oberflächentechnik**
Tribology and
Surface Technology

Metallographie
Metallography

Sekretariat
Administration

EDV
IT

Werkstatt
Workshop

Grafik
Graphics

Bibliothek
Library

Umbenennung in Institut für
Produktionstechnik und Umformmaschinen (PtU)
Renaming into Institute for
Production Engineering and Forming Machines (PtU)
1989

Eröffnung einer neuen Versuchshalle
auf dem Campus Lichtwiese
Opening of New Testing Facility on
Campus Lichtwiese
2007

1999
Professor Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.
Peter Groche
Professor Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.
Peter Groche

2012
Aufbau der 3D-Servo-Pressen
Assembly of the 3D Servo Press

Dienstleistungen & Finanzierung

Services & Funding

Dienstleistungen

Im Rahmen unserer produktionstechnischen Forschungsaktivitäten bieten wir unseren Projektpartnern ein vielfältiges Portfolio an Dienstleistungen. Im Fokus steht dabei immer eine innovative und kundenspezifische Lösung der an uns gestellten Aufgaben. Der aktive Wissens- und Erfahrungstransfer von Ergebnissen der durchgeführten produktionstechnischen Grundlagenforschung an die Industriepartner steht bei uns an erster Stelle. Neuartige Umformprozesse und -produkte unterziehen wir für Sie gerne einer Neu- bzw. Weiterentwicklung. Neben der Technologie stellen wir auch die Wirtschaftlichkeit und die Qualität von Prozessen und Produkten auf den Prüfstand. Die Zielsetzungen und Aufgaben, die industrielle Partner an uns stellen, sind uns aus langjähriger Zusammenarbeit bekannt. Die dabei entstehende Wechselwirkung zwischen Grundlagenforschung und vorwettbewerblicher Forschung bringt für beide Seiten positive Impulse mit sich.

Konkret bietet das PtU Darmstadt folgende Dienstleistungen an:

- Machbarkeitsstudien und Wirtschaftlichkeitsanalysen im Bereich Produktions- und Umformtechnik
- Optimieren von Produktionsabläufen
- Benchmarkingprojekte für Stanz- und Profilibetriebe
- Numerische Prozesssimulation von Blech- und Massivumformprozessen
- Beurteilung tribologischer Systeme (Werkstück, Beschichtung, Schmierstoff) mit Hilfe von Modellversuchen
- Prototypenentwicklung für Produkte, Werkzeuge und Maschinen
- Prozessanalyse durch den Einsatz der optischen Messsysteme GOM Argus, Aramis und Atos sowie einer Thermographiekamera
- Materialcharakterisierung
- Oberflächenanalytik

Services

As part of our research activities in the field of production engineering, we offer our partners a wide range of services. The focus is always on innovative and individual solutions that suit the customer's job definition. Knowledge and experience transfer from

fundamental research in production engineering to our industrial partners is our key objective. At your request, we will enhance or newly develop your forming processes and products. Not only the technology itself is tested but also we analyze processes' and products' efficiency and quality. We well know our industrial partners' objectives and tasks from longtime collaboration. From teaming up with us both sides benefit: interaction between basic and pre-competitive research raises ideas.

PtU Darmstadt offers the following services:

- Feasibility studies and profitability analysis in the field of production- and forming technology
- Optimization of production flow
- Benchmarking for stamping and roll forming companies
- Numerical process simulation of sheet metal and bulk forming processes
- Evaluation of tribological systems (workpiece, coatings and lubricants) with model experiments
- Prototype development for products, tools and machinery
- Process analysis using the optical measuring systems GOM Argus, Aramis and Atos as well as a thermography camera
- Material characterization
- Surface analysis

Finanzierung

Die Finanzierung des PtU Darmstadt stützt sich im Wesentlichen auf drei Säulen. Neben der öffentlichen Hand und Forschungsfördergesellschaften ist die enge Zusammenarbeit mit der Industrie eine wichtige Finanzierungsquelle.

Das Land Hessen, vertreten durch die Technische Universität Darmstadt, stellt dem Institut die Mittel zur Grundausrüstung zur Verfügung. Der überwiegende Teil der Finanzierung erfolgt jedoch durch Drittmittel. Zu den wichtigsten Drittmittelgebern zählen dabei die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), das Hessische Ministerium für Wissenschaft und Kunst, die Forschungsvereinigung der Arbeitsgemeinschaft der eisen- und stahlverarbeitenden

Industrie (AVIF), die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF), die Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung (EFB), die Forschungsvereinigung Stahlanwendung (FOSTA), der Schraubenverband, der Industrieverband Massivumformung (IMU), die European Cold Rolled Section Association (ECRA), die German Cold Forging Group (GCFG).

Die akquirierten Mittel aus Forschungsprojekten leisten einen wichtigen finanziellen Beitrag zur ständigen Modernisierung der Ausstattung für Forschung und Lehre.

Funding

The funding of the institute is mainly based on three pillars. In addition to public authorities there are research and development associations as well as the close collaboration with different branches of industry to be mentioned.

Hesse, represented by Technische Universität Darmstadt, offers capital for basic equipment and hardware while the main part of our funding comes from third-party-funds. Among the most important third-party funds are the German Research Foundation (DFG), the Federal Ministry of Education and Research (BMBF), the Hessian Ministry of Research and Art, the Research Associations of Iron and Steel Processing Industries (AVIF), the German Federation of Industrial Research Associations (AiF), the European Research Association for Sheet Metal Working (EFB), Research Association for Steel Application (FOSTA), the German Fasteners Association, the Forging Association (IMU), the European Cold Rolled Section Association (ECRA) and the German Cold Forging Group (GCFG).

Thus, by every research project the institute acquires funds for a continuous and profound improvement of our research and teaching.

Institutsleitung

Director of the Institute

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.
Peter Groche

Oberingenieure

Chief Engineers

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Jörg Avemann
Dipl.-Ing. Benjamin Heß
Dipl.-Ing. Lennart Wießner

Forschungsabteilung Prozessketten und Anlagen

Research Department

Process Chains and Forming Units

Leitung

Head of Department

M.Sc. Okan Görtan
Dipl.-Ing. Mesut Ibis

MitarbeiterInnen

Staff

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Jörg Avemann
Dipl.-Ing. Stefan Calmano
Dipl.-Ing. Alexander Duschka
Dipl.-Ing. Daniel Hesse
M.Sc. Johannes Hohmann
M.Sc. Dominik Kraus
M.Tech. Pushkar Mahajan
M.Sc. Arne Mann
M.Sc. Vinzent Monnerjahn
Dipl.-Ing. Viktorija Morkwitsch
Dipl.-Ing. Mahmut Özel
M.Sc. Felix Rullmann
Dipl.-Ing. Sebastian O. Schmitt
M.Sc. Johanna Schreiner

Technischer Support

Technical Support

Leitung mechanische Werkstatt

Head of Mechanical Facilities

Mirko Feick

Versuchsfeldtechniker

Test Field Engineers

Paul Boger
Edwin Kirchner

Lehrbeauftragte

Lecturers

Dr.-Ing. Matthias Scheitza
Dr.-Ing. Holger Steindorf

Sekretariat

Office

Claudia Baltes
Sabine Passet

Forschungsabteilung Verfahrensentwicklung

Research Department

Process Development

Leitung

Head of Department

Dipl.-Ing. Frederic Bäcker

MitarbeiterInnen

Staff

M.Sc. Matthias Brenneis
Dipl.-Ing. Dominik Huttel
M.Sc. Manuel Neuwirth
Dipl.-Ing. Wolfram Schmitt
Dipl.-Ing. Martin Storbeck
Dipl.-Ing. Christoph Taplick
M.Sc. Tilman Traub
M.Sc. David Übelacker
Dipl.-Ing. Lennart Wießner

Öffentlichkeitsarbeit | IT Support

Public Relations | IT Support

Design | Layout | Fotografie

Design | Layout | Photography

Dipl.-Des. Angelika Philipp
Dipl.-Des. Julia Voit

IT-Systems Manager

IT-Systems Manager

Roman Haaf

Auszubildende

Trainees

Christopher Höhne
Tobias Köhler

Bibliothek | Buchhaltung | SFB 666

Library | Accountancy | SFB 666

Katrin Beckmann
Stephanie Keller
Dipl.-oec.-troph Annette Metz
Magdalena Moron

Forschungsabteilung Tribologie und Oberflächentechnik

Research Department

Tribology and Surface Technology

Leitung

Head of Department

M.Sc. Manuel Steitz

MitarbeiterInnen

Staff

M.Sc. Matthias Christiany
Dipl.-Ing. Benjamin Heß
Dipl.-Ing. Philipp Kramer
Dipl.-Ing. Christian Müller
Dipl.-Ing. Christoph Müller
M.Sc. Christian Pabst
Dipl.-Ing. Franziska Resch
M.Sc. Philipp Stein
M.Sc. Simon Wohletz
Dipl.-Ing. Sebastian Zang

eXist Forschungstransfer

eXist Research Transfer

M.Sc. Matthias Brenneis
Dipl.-Ing. Manuel Ludwig
Dr.-Ing. Jörg Stahlmann

Technische Ausstattung

Technical Equipment

Umformmaschinen, Sondermaschinen und Prüfstände

HMP UR8 CNC-Rundknetmaschine mit Induktionserwärmungsanlage und Staucheinheit

Leifeld St500 Drück- und Drückwalzanlage

Flexible Fertigungsanlage zur Herstellung verzweigter Mehrkammerprofile mit Spaltprofiliermodul, Walzprofiliermodul und Spaltbiegemodul

Hydraulischer Tiefungsversuchstand zur Aufnahme der Grenzformänderungskurve nach Nakazima

Dunkes Kombinierte Tiefzieh- & IHU-Pressen 30.000 kN
 • Berstprüfstand für Rohre und Profile
 • Modulares Werkzeugsystem für die Hochdruck-Blechumformung (Bauteilgröße bis 1 m²)

Eigenbau 500 kN 3-fachwirkende hydraulische Versuchspresse

Kombinierte Streifenziehmaschine

Linearmotorpresse Typ Limo20

Linearmotorpresse Typ Limo40

Linearführungsprüfstand

Laserbearbeitungszentrum mit kombinierter Schneid-/Schweißoptik

Prüfstand für die Aufnahme von Fließdaten für IHU-Prozesse im warmen Temperaturbereich

Prüfstand für das Warm-Innenhochdruck-Fügen

Gleitstauchanlage für Reib- und Verschleißuntersuchungen in der Kaltmassiv-, Halbwarm- und Warmumformung

Intermittierender Dauerstreifenziehprüfstand

Synchropress SWP 2500 Servomotorpresse

3D-Servopresse mit freiprogrammierbarer Hub-, Schwenk- und Taumelbewegung des Stößels

VoestAlpine 12-gerüstige Walzprofilieranlage

Kalibriergerüst

Sonderprofiliergerüst mit vier fliegend gelagerten Rollen zum Profilieren von dickenveränderlichen Blechen

Pneumatische Presse zur konventionellen (bis 40 kN) und wirkmedienbasierten (bis 10 bar) Umformung von Faserwerkstoffen

Prüfstand für pneumatische Tiefungsversuche an Feinstblechen sowie (Kunst-) Faserwerkstoffen

Filmzieh- und Trocknungsprüfgerät COATMASTER 510

Festwalzsystem und Festklopfsystem zur Oberflächeneinglättung und Rand-schichtaufhärtung

Walzenauftragsmaschine für Schmelzkleber Hardo TH 300-V37,5

Laserbearbeitungszentrum 3D microSTRUCT ns532

Induktionsanlage Hüttinger Tru 5040 MF

Versuchsstand zum Kollisionsschweißen

Messtechnik

GOM Atos III 3D Digitalisierungssystem

GOM Aramis Optische 3D Verformungsmessung

GOM Argus Optische Formänderungsanalyse

Hommel Waveline T 8000 Rauigkeitsmessgerät im Tastschrittverfahren

Konfokales Weisslichtmikroskop μ Surf ®

Optisches 3D Messgerät μ surf ® mobile

Krautkramer USD 15SX – Ultraschallprüfgerät

Thermographiekamera

Zug-Druckprüfmaschine

Metallografie Labor

Rasterelektronenmikroskop JEOL JSM6610LV

Akustische Schädigungsmessung bis 500 kHz

Akustische Kamera »Noise Inspector Compact« der Firma CAE Software & Systems

Profilmessgerät Bytewise Profile360™

Messtechnikaufbau von HBM zur Untersuchung von Umformkräften und Antriebsmomenten

Das LUBRImini dient zur Messung von aufgetragenen Schichten, speziell auch Schmierstoffmengen. Das Messprinzip beruht auf der Fluoreszenzmesstechnik.

MP 40 Dualscope der Fa. Fischer: Schichtdickenmessgerät nach dem Wirbelstromverfahren, mit den Sonden ETA 3.3 H und ED 10 NC/NF

Gepulster Beleuchtungslaser CAVILUX SMART für Hochgeschwindigkeitsaufnahmen

Vierkanalige Bildverstärkerkamera hsf pro von PCO für Hochgeschwindigkeitsaufnahmen

Forming Machines, Special Purpose Machinery and Test Rigs

HMP UR8 CNC-Rotary swaging machine with induction heating and upset swaging unit

Leifeld St500 spinning- and roller spinning machine

Flexible production line for branched multi-chamber profiles with linear flow-splitting module, roll forming module and linear bend-splitting module

Hydraulic bulge test equipment for flow limit diagrams according to Nakazima

Dunkes combined deep drawing and hydroforming press 30.000 kN

- Burst testing of tubes and profiles
- Modular tool system for high pressure forming of sheet metals (size of workpieces up to 1 m²)

Self-made 500 kN triple-acting hydraulic press

Combined strip drawing machine

Linear motor driven press version Limo20

Linear motor driven press version Limo40

Linear bearing test station

Laser welding and cutting system

Test stand for the investigation of material properties during hot hydroforming

Test stand for joining by hydroforming in the hot temperature range

Slide-compression test stand for measurement of wear and friction in cold, warm and hot bulk metal forming

Intermitting strip drawing test stand

Synchropress SWP 2500 servo motor press

3D Servo-press with numerically controlled stroke, pivoting and orbital ram movement

VoestAlpine roll forming line (12 stands)

Numerically controlled calibration stand

Flexible roll forming stand

Pneumatic press for conventional forming (up to 40 kN) and hydroforming (up to 10 bar) of fibre material

Test device for pneumatic bulge testing of thin sheet metal as well as plastic and fibre material

Film applicator and drying time recorder COATMASTER 510

Deep rolling system and hammer peening system for smoothing of surfaces and hardening of surface layer

Hot melt coating machine Hardo TH 300-V37,5

Laser machining system 3D microSTRUCT ns532

Induction generator Hüttinger Tru 5040 MF

Test stand for impact welding

Measurement Equipment

GOM Atos III 3D Digitizer

GOM Aramis optical 3D deformation measurement

GOM Argus optical forming analysis

Hommel Waveline T 8000 roughness measuring station

Confocal white light microscope surf ®

Optical 3D measurement equipment µsurf ® mobile

Krautkramer USD 15SX ultrasonic test instrument

Thermography camera

Combined tensile compression test machine

Metallography laboratory

Scanning electron micrograph JEOL JSM6610LV

Acoustic testing up to 500 kHz

Sonic camera »Noise Inspector Compact« produced by CAE Software & Systems

Profile measurement system Bytewise Profile360™

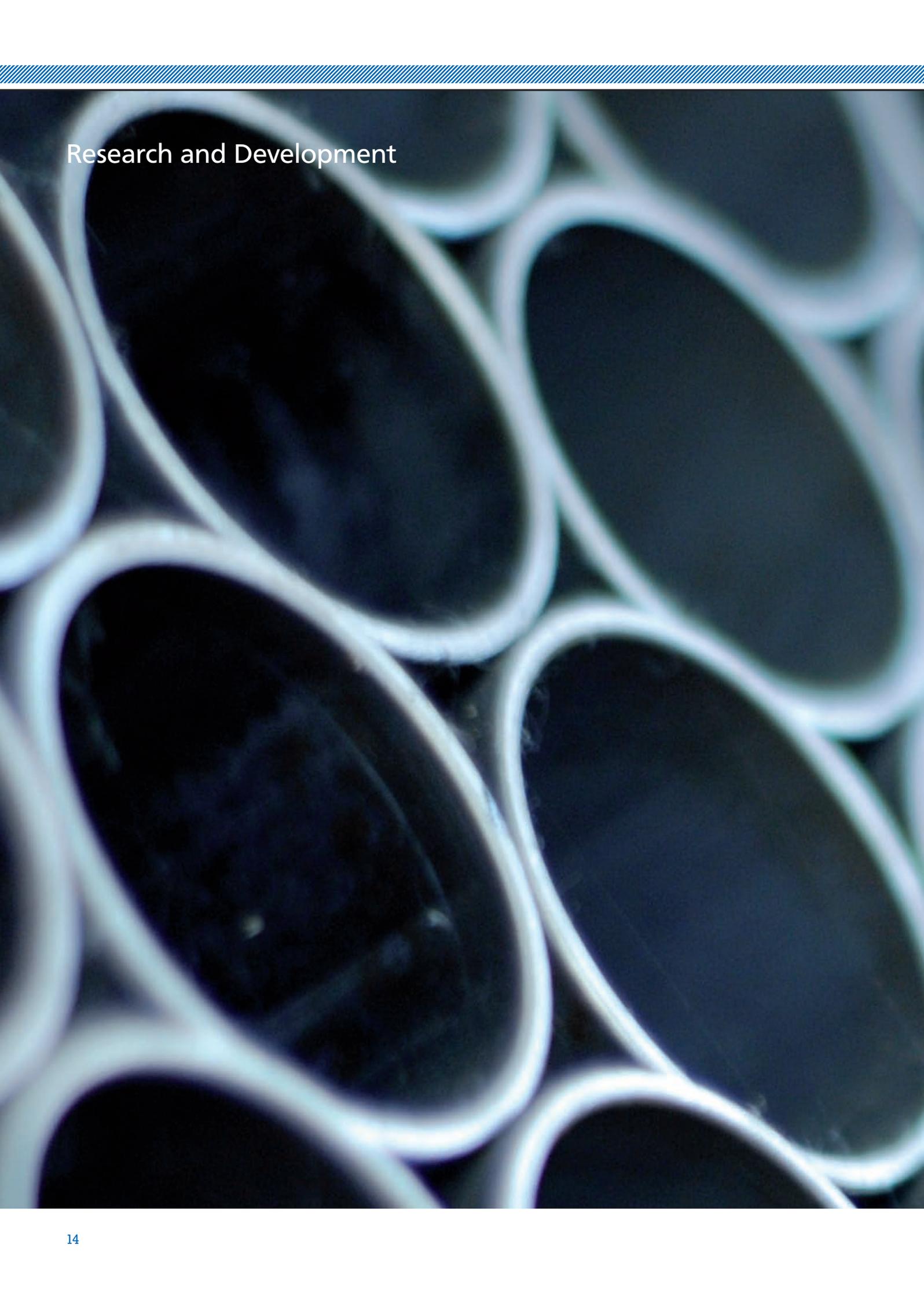
HBM measurement equipment to analyze forming forces and driving torques

The LUBRImini: can be used to measure coating thicknesses. Especially the amount of lubricants can be detected. The measuring principle is based on the fluorescence technique.

Fischer MP 40 Dualscope: Measurement of film thickness using the eddy current method, equipped with measuring probes ETA 3.3 H and ED NC/NF

Pulsed diode laser light source CAVILUX SMART for high speed visualization

4-channel image intensifier camera PCO hsfc pro for high speed visualization

A microscopic view of biological cells, possibly yeast or similar microorganisms, showing their characteristic oval shape and internal structures. The cell walls are highlighted with a bright, glowing blue-white outline, making them stand out against the darker, more detailed interior of the cells. The background is a deep, dark blue, creating a high-contrast, scientific aesthetic.

Research and Development



Forschung und Entwicklung

Research Department

Process Chains and Forming Units

The Department of Process Chains and Forming Units focuses on the technical and economic analysis of forming processes, the development of new forming machines and the optimization of production processes using forming techniques.

Development of New Machine Concepts

Because of ever faster changes in sales markets the demand for flexible production systems has risen remarkably. This demand originates not only from the sale market but also from buying market factors such as varying batch qualities in the supply chain. One example is the need for quick adaption of installations and processes when production volume is changing. Actual approaches aim upon the development of machines and processes which are able to switch from one product to a similar one of the same family with the least possible effort for changes in the machine set up. Progress in drive train technology and control systems allows building machines for a multitude of processes, which give the manufacturer a flexible tool at hand.

One major focus in this area lies on servo presses. At the PtU achievements in this field have been obtained by applying linear induction motors and 3D ram movement to press technology. Further development and evaluation of this drive train technology is carried out in several projects which use commercialized servo presses as well as customized test stands for the implementation of new machine concepts.

Development, Analysis and Optimization of Process Chains

Products manufactured by forming are usually the results of process chains consisting of a multitude of individual processes. Each individual process leads to a change of characteristics relevant for downstream processes such as hardening, changes in microstructure and thinning. The understanding of interactions and the identification of need for optimization are important steps for the development of improved process chains.

One focus in this area is hydroforming. The viability of hydroforming, a well-established production technology for industrial

mass production, is very dependent on upstream and downstream processes, such as the manufacturing of the semi-finished products. The aim of research activities is to increase the competitiveness of products formed by hydroforming. Another focus is the investigation of roll forming operations and their combination with other processes, such as joining, cutting and linear flow splitting. Furthermore, the production of ultrafine grained (UFG) materials with outstanding properties, such as a combination of high strength and ductility, is investigated in this department. Objective of the corresponding project is the development and optimization of a new production method based on a modified rotary swaging process for the continuous production of UFG materials.

Another project, FORMÄLEON, investigates the changeability of the products produced by forming. A core issue of FORMÄLEON is the deployment of technical and organizational requirements for a changeable sheet metal fabrication. In doing so the possibilities of the servo press technology are used as enabler for changeability. This allows the management of an increasingly volatile company environment.

The extension and optimization of the process chain hydroforming, roll forming, ultrafine grained materials production and the usage of servo presses in sheet metal forming are examined in projects using FE-simulation, small-scale testing and prototyping.

Forschungsabteilung

Prozessketten und Anlagen

Die Schwerpunkte der Abteilung Prozessketten und Anlagen liegen auf der technischen und wirtschaftlichen Analyse von Umformverfahren, der Neuentwicklung von Anlagen sowie der Optimierung von Produktionsprozessen mit Fokus auf die Umformtechnik.

Entwicklung neuer Maschinenkonzepte

Auf Grund der immer schneller erfolgenden Veränderungen auf den Absatzmärkten werden flexible Produktionssysteme stärker nachgefragt. Die Anforderungen entstehen dabei sowohl auf Basis der beschaffungsmarktorientierten Schwankungen als auch durch die Veränderung auf den Absatzmärkten. So ist beispielsweise eine rasche Anpassung von Anlagen und Prozessen auf schwankende Produktionsmengen erwünscht. Aktuelle Ansätze zielen darauf ab Anlagen und Prozesse zu entwickeln, welche in der Lage sind, verschiedene Produkte einer Produktfamilie ohne bedeutenden Rüstaufwand herstellen zu können. Neue Technologien, wie Antriebsselemente und Steuerungen, erlauben es, Maschinen für eine Vielzahl von Prozessen einzurichten und somit dem Produzenten ein äußerst flexibel einsetzbares Werkzeug an die Hand zu geben.

Einen wesentlichen Schwerpunkt in diesem Bereich nehmen Servopressen ein. Wegweisende Entwicklungen wurden am PtU durch den Einsatz von Linearmotoren und die Einführung der 3D-Stößelbewegung erbracht. Die Weiterentwicklung und Evaluierung dieser Antriebstechnologie erfolgt in mehreren Forschungsprojekten sowohl auf kommerziell erhältlichen Anlagen als auch auf Prüfständen, mit welchen Anlagenkonzepte erprobt werden können.

Entwicklung, Analyse und Optimierung von Prozessketten

Umformtechnisch hergestellte Produkte sind in der Regel das Resultat einer Wertschöpfungskette, bestehend aus einer Vielzahl von Einzelprozessen. Jeder Einzelprozess führt zu einer Veränderung der Bauteileigenschaften wie z. B. der Verfestigung, der Gefügeänderung, der Ausdünnung der Wanddicke usw., welche Relevanz für nachgelagerte Prozesse haben. Ziel ist daher, die Wechselwirkungen durch eine

entsprechende Analyse der Prozesskette zu verstehen, Optimierungsbedarf abzuleiten und auf dieser Basis neue, verbesserte Prozessketten zu entwickeln.

Ein Schwerpunkt in diesem Bereich liegt auf den Profilierverfahren und den möglichen Kombinationen mit anderen Prozessen, beispielsweise Spaltbiegen, spanabhebenden Verfahren und Fügen. Außerdem wird in dieser Abteilung die Herstellung von ultrafeinkörnigen (UFG) Werkstoffen mit außerordentlichen Eigenschaften, wie z.B. einer Kombination aus hoher Festigkeit und Duktilität, erforscht. Das Ziel dabei ist die Entwicklung und Optimierung eines neuen Umformprozesses zur kontinuierlichen Herstellung von UFG Werkstoffen auf Basis eines modifizierten Rundknetverfahrens.

Im Rahmen des Projektes FORMÄLEON wird die Wandlungsfähigkeit umformender Produktion untersucht. Schwerpunkt dieses Forschungsprojektes ist es, die technischen und organisatorischen Voraussetzungen für eine wandlungsfähige Blechumformung zu schaffen. Hierbei ermöglicht die Nutzung der Servopresstechnologie als Wandlungsbefähiger die Beherrschung zunehmend unsicher werdender Unternehmensumfelder.

Die Ergänzung und Optimierung diverser Prozessketten, in denen die Verfahren Innenhochdruck-Umformen, Profilieren, Rundkneten, Tiefziehen etc. zum Einsatz kommen sowie der Einsatz von Servopressen in der Blechumformung, wird in den einzelnen Projekten durch FE-Simulationen, Modellversuche und Prototyping unterstützt.



Kontakt | Contact
Telefon | Telephone
E-Mail | E-Mail

Dipl.-Ing. Mesut Ibis
+49 6151 16 54 57
ibis@ptu.tu-darmstadt.de

Research Department Process Development

Continuous improvement is the basis for an economic, flexible and ecologically sound production. Current research at the PtU addresses hydroforming, roll forming and flow splitting, the introduction of additional functionality by forming and non-standard procedures such as paper forming.

Projects of the Department of Process Development concentrate on single processes at their different stages of development from the initial concept to an implementation in the industrial field. Knowledge gained by basic research enables and enhances the optimization of already-implemented procedures, while in return actual problems of industrial partners encourage and inspire new ideas.

Basic Research

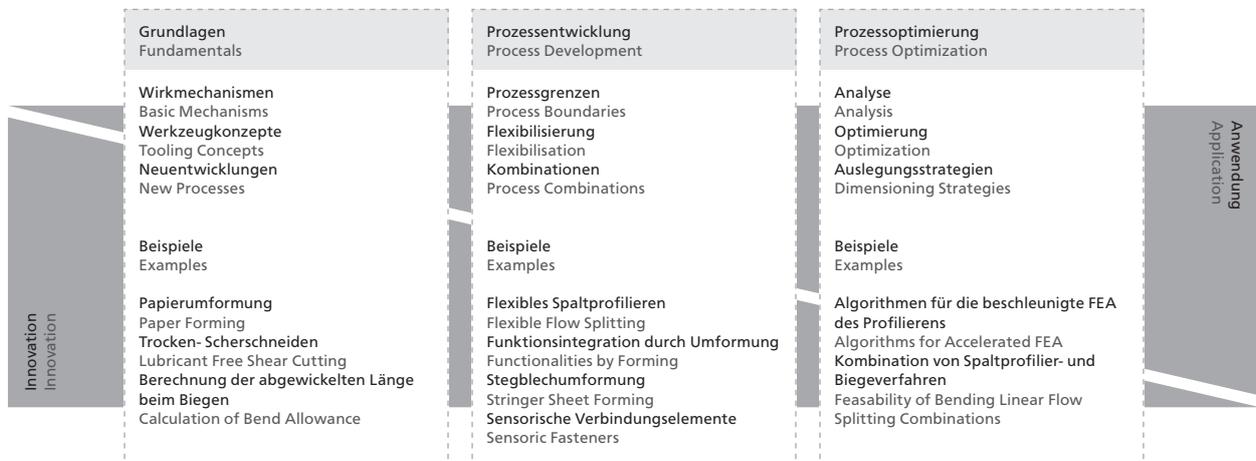
Basic research projects explore the use of newly discovered or previously unused phenomena and innovations in metal forming. Focus is set on the investigation of underlying mechanisms and the development and testing of appropriate tooling concepts. Examples can be found in paper hydroforming or lubricant free shear cutting of composites.

Development

The link between a first idea and an actual application is created by a consistent pursuit of the most promising new developments. The identification and expansion of process limitations, the transition to more flexibility and finally the combination with other processes and integration into existing process chains pushes an idea towards practical application. Procedures at this stage of development are roll forming of Tailor Rolled Blanks, deep drawing of sheets with bifurcated cross-sections and the integration of sensors and actuators into parts by forming.

Process Optimization

While basic research and development represent the traditional technology-push, the optimization of processes is often triggered by specific requests from the industry. Detecting the source of quality problems, feasibility studies as basis for the choice of manufacturing procedures or the optimization of existing processes occasionally require resources companies simply cannot afford at the time. In numerous collaborative projects, or directly on behalf of individual companies, the PtU offers its services using resources only research institutes can provide.



Forschungsabteilung

Verfahrensentwicklung

Die ständige Neu- und Weiterentwicklung industrieller Fertigungsprozesse ist die Basis einer wettbewerbsfähigen, wirtschaftlichen, flexiblen und gleichzeitig ökologisch verträglichen Produktion. Schwerpunkte der Entwicklungsarbeit am PtU sind die Profiliertechnik, wirkmedienbasierte Umformverfahren, die Funktionsintegration in der Fertigung und Sonderverfahren wie beispielsweise die Papierumformung.

Die Projekte der Verfahrensentwicklung fokussieren hierzu einzelne Verfahren und begleiten diese auf allen Entwicklungsstufen von der ersten Idee bis zur Umsetzung in der realen, industriellen Produktion. In der Grundlagenforschung gewonnene Erkenntnisse fließen in die fortlaufende Optimierung bereits implementierter Verfahren ein, während im Gegenzug die Probleme der realen Produktion den Ansporn und die Inspiration für neue Ideen geben.

Grundlagen

Grundlagenprojekte erforschen die Auswirkungen veränderter Randbedingungen sowie die Anwendung neu entdeckter oder bisher nicht genutzter Phänomene auf die Umformtechnik. Im Vordergrund stehen die Ergründung der Wirkmechanismen und die Entwicklung und Erprobung passender Werkzeuge und Prüfstände. Beispiele hierzu finden sich in der wirkmedienbasierten Papierumformung oder dem Trockenscherschneiden von Verbundwerkstoffen.

Weiterentwicklung

Den Brückenschlag von der Idee zur Anwendung schafft die konsequente Verfolgung der vielversprechendsten Neuentwicklungen. Die Identifikation und Erweiterung der Verfahrensgrenzen, die Flexibilisierung und schließlich die Kombination mit weiteren Verfahren und damit die Einbettung in bestehende Prozessketten führen eine Idee zur Anwendungsreife. Zu den Verfahren auf dieser Entwicklungsstufe am PtU zählen das Profilieren von Tailor Rolled Blanks, das Tiefziehen von Blechen mit verzweigtem Querschnitt oder die umformtechnische Einbringung von Sensorik und Aktorik während der Fertigung.

Prozessoptimierung

Während Grundlagen und Weiterentwicklungen den klassischen Technologie-Push darstellen, vollzieht sich die Prozessoptimierung oft an konkreten Anfragen aus der Industrie. Ursachenforschung bei Qualitätsproblemen, Machbarkeitsstudien als Entscheidungsgrundlage für die Wahl eines Produktionsverfahrens sowie die Optimierung bestehender Prozesse sind Aufgaben, für die im Produktionsalltag der Unternehmen oft weder Zeit noch Ressourcen zur Verfügung stehen. In zahlreichen Verbundprojekten oder im direkten Auftrag einzelner Unternehmen leistet das PtU hier mit den Möglichkeiten eines Forschungsinstituts seinen Beitrag.



Kontakt | Contact
Telefon | Telephone
E-Mail | E-Mail

Dipl.-Ing. Frederic Bäcker
+49 6151 16 54 57
baecker@ptu.tu-darmstadt.de

Research Department

Tribology and Surface Technology

Importance of Tribology

Tribology with its subsections friction, lubrication and wear is an inherent part of research and development at the PtU. On the one hand, comprehension of this fundamental area is an important subject. On the other hand, valuable results for industrial applications are obtained by working on application-oriented researches. The main focus of activities at the Department Tribology and Surface Technology is set on investigations of different forming processes like stretch- and deep drawing, shear cutting as well as cold forging in experiment and FEA.

Friction and Wear

For a working tribological process optimization, it is important to realize friction conditions between tool and workpiece. It is crucial to have them as homogeneous, constant and well-defined as possible. Furthermore, it is necessary to minimize tool wear. A major precondition is the basic comprehension of appearing friction and wear mechanisms. Based on this, optimization methods can be derived, taking into consideration the whole tribological system, ranging from the semi finished part over the lubricant to the tool. In addition, active and local modifications of the contact zone are important parts, too. Finally, detected dependencies can be described in friction and wear models, providing a valuable input for more precise numerical simulations.

Surfaces

Workpiece surfaces are gaining increasing importance. They do not only give a functional property to the produced workpiece; but also they influence crucially the affective friction mechanisms during the forming process in the forming zone. For the creation of convenient surfaces on semi-finished parts, the mechanisms, leading to surface changes during forming processes, must be known. Furthermore, the transfer of gained knowledge on forming processes with different load profiles is of interest.

Research Methods

The fundamental experimental investigation of tribological circumstances about specific forming processes requires mapping of occurring tribological load profiles in model experiments. Under laboratory conditions, test stands offer on the one hand the accessibility for measurement systems, on the other hand the defined and selective adjustment of tribological loads. Besides experimental researches finite element method (FEM) is used, which allows the analysis of the tribological loads in the forming zone.

Forschungsabteilung

Tribologie und Oberflächentechnik

Bedeutung der Tribologie

Die Tribologie mit den Teilgebieten Reibung, Schmierung und Verschleiß ist ein fester Bestandteil der Forschung und Entwicklung am PtU. Dabei steht zum einen das Verständnis dieses Grundlagengebietes im Vordergrund. Zum anderen können durch die Bearbeitung von anwendungsbezogenen Fragestellungen wertvolle Erkenntnisse für die industrielle Praxis gewonnen werden. Zu den betrachteten Umformverfahren gehören u. a. das Tief- und Streckziehen, das Scherschneiden sowie die Kaltmassivumformung.

Reibung und Verschleiß

Für eine tribologische Prozessoptimierung ist es wesentlich, möglichst konstante und definierte Reibverhältnisse in der Kontaktzone zwischen Werkstück und Werkzeug einzustellen sowie den resultierenden Werkzeugverschleiß zu minimieren. Voraussetzung hierfür ist das grundlegende Verständnis der wirkenden Reib- und Verschleißmechanismen. Aus diesem Verständnis heraus lassen sich Maßnahmen zur Optimierung ableiten, wobei das gesamte tribologische System vom Halbzeug über den Schmierstoff bis hin zum Werkzeug betrachtet werden muss. Auch die aktive, lokale Beeinflussung der Kontaktzone während der Umformung kann hier eine Rolle spielen. Hergestellte Wirkzusammenhänge lassen sich in Reib- und Verschleißmodellen beschreiben, die auch einen wertvollen Beitrag zur Vorhersagegüte der numerischen Simulation liefern.

Oberflächen

Den Werkstückoberflächen kommt eine immer größere Bedeutung zu. Zum einen geben sie dem hergestellten Bauteil eine funktionale Eigenschaft, zum anderen nehmen sie Einfluss auf die wirkenden Reibungsmechanismen in der Umformzone. Zum Einstellen geeigneter Halbzeugoberflächen müssen wiederum die Mechanismen bekannt sein, die zu einer Oberflächenveränderung während der Umformung führen. Auch die Übertragung gewonnener Erkenntnisse auf Umformprozesse mit anderem Beanspruchungsprofil ist von Interesse.

Untersuchungsmethoden

Die grundlegende, experimentelle Untersuchung tribologischer Gegebenheiten bei einzelnen Umformprozessen erfordert die Abbildung der jeweiligen tribologischen Beanspruchungsprofile in Modellversuchen. Unter Laborbedingungen bieten die Versuchsanordnungen zum einen messtechnische Zugänglichkeit und zum anderen das definierte Einstellen einzelner tribologischer Größen. Neben den experimentellen Untersuchungen kommt die Finite-Elemente-Methode (FEM) zur Anwendung, die eine Analyse der in der Umformzone vorliegenden Beanspruchungszustände bei definierten Umgebungsgrößen erlaubt.



Kontakt | Contact
Telefon | Telephone
E-Mail | E-Mail

M.Sc. Manuel Steitz
+49 6151 16 67 54
steitz.ma@ptu.tu-darmstadt.de

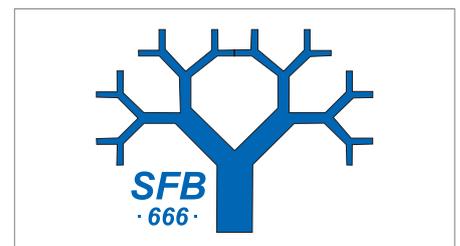
Collaborative Research Center (CRC 666) – »Integral Sheet Metal Design with Higher Order Bifurcations«

The Collaborative Research Center (CRC) 666 develops methods, techniques and facilities to generate bifurcated structures in integral sheet metal design and optimize them in terms of their function and loading. The research activities are concerned with integral product creation, which includes the definition of requirements, the development of product design, product optimization, product manufacture and the characterization of profiles.

In 2012 the CRC 666 applied for further funding of the German Research Community (DFG) and invited them to a two-day assessment in February 2013. During the viewing of the testing facility, for the first time continuous linear bend splitting and flexible flow splitting were presented successfully.

The process chain of continuous linear bend splitting starts with roll forming of the sheet metal to a U-profile. Subsequently, the U-profile is split in the bending edge through several splitting stands. Due to high hydrostatic compressive stresses in the bending edge, the sheet material flows apart and an additional bifurcation is formed. Such manufactured profiles are called linear bend split profiles (figure 1, picture left). The presentation of the flexible flow splitting stand has been another highlight. The novel work tool kinematic was engineered at the PtU. The flexible splitting stand enables the production of profiles with varying cross-section along the longitudinal axis (figure 1, picture right).

The assessment of the Collaborative Research Center 666 was successful and the German Research Foundation concordantly agreed funding the next phase of four years. For the third and last phase (2013/2 – 2017/1) a resolution of existing restrictions is the aim of the CRC 666. Based on the fundamentals achieved in the second phase, future profile geometries are no longer restricted to linear bifurcations and may also contain nonlinear bifurcation lines.



Sonderforschungsbereich 666 (SFB 666) – »Integrale Blechbauweisen höherer Verzweigungsordnung«

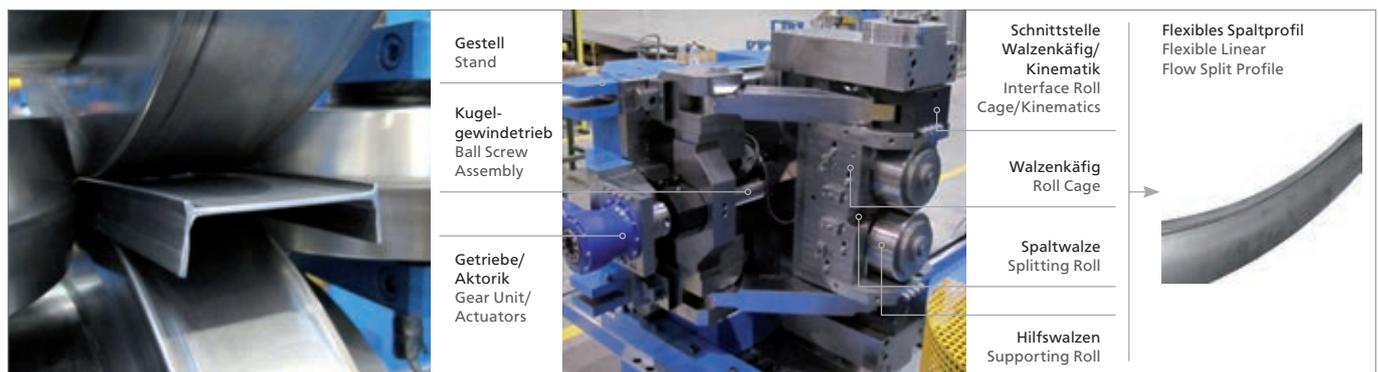
Im Sonderforschungsbereich (SFB) 666 entstehen Methoden, Verfahren und Anlagen, mit deren Hilfe verzweigte Strukturen in integraler Blechbauweise hergestellt und im Hinblick auf ihre Funktion und Beanspruchung optimiert werden können. Die Forschungstätigkeiten haben eine ganzheitliche Produktentstehung zum Gegenstand und erstrecken sich von der Definition der Anforderungen über die Produktgestaltung, -optimierung und -herstellung bis zur Bewertung der Eigenschaften erzeugter Bauteile.

Der SFB 666 hat sich Ende 2012 für eine weitere Förderung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) beworben und im Februar 2013 zu einer zweitägigen Begutachtung eingeladen. Innerhalb des Projektbereichs Fertigung wurden hier im Rahmen einer Versuchsfeldbesichtigung erstmals das kontinuierliche Spaltbiegen und das flexible Spaltprofilieren erfolgreich vorgestellt.

Beim kontinuierlichen Spaltbiegen wird zu Beginn der Prozesskette der Blechwerkstoff durch eine Walzprofilierung in ein U-Profil umgeformt und anschließend in mehreren Spaltprofilierstufen in der Biegekante verzweigt. Der Blechwerkstoff fließt unter sehr hohen hydrostatischen Druckspannungen in

der Biegekante auseinander und es entsteht eine zusätzliche Verzweigung. Die so hergestellten Profile werden als Spaltbiegebauteile bezeichnet (Abbildung 1, Bild links). Ein weiterer Höhepunkt der Besichtigung war die Vorstellung des flexiblen Spaltprofiliergerüsts. Am PtU wurde hierfür eigens eine neuartige Werkzeugkinematik entwickelt. Das flexible Spaltprofiliergerüst ermöglicht es nun, taillierte Platinen mit über der Längsachse variierendem Querschnittsverlauf herzustellen (Abbildung 1, Bild rechts).

Die Begutachtung des Sonderforschungsbereichs 666 verlief erfolgreich und die Deutsche Forschungsgemeinschaft bewilligte einstimmig die Förderung für weitere 4 Jahre. Für die dritte und letzte Phase des Sonderforschungsbereichs (2013/2–2017/1) ist eine weitere Steigerung der Ansprüche an den Gestaltungsrahmen durch weitgehende Auflösung der noch bestehenden Restriktionen angestrebt. Auf den erarbeiteten Grundlagen der 2. Förderphase sollen nun die Profilgeometrien nicht nur linear, sondern auch nichtlinear verlaufende Verzweigungslinien enthalten können.



[1] Kontinuierliches Spaltbiegen (links) und flexibles Spaltprofilieren (rechts)
[1] Continuous Linear Bend Splitting (left) and Flexible Linear Flow Splitting (right)



Kontakt | Contact M.Sc. Vinzent Monnerjahn
Telefon | Telephone +49 6151 16 64 73
E-Mail | E-Mail monnerjahn@ptu.tu-darmstadt.de

Collaborative Research Centre (SFB 805) – »Control of Uncertainty in Load-Carrying Mechanical Systems«

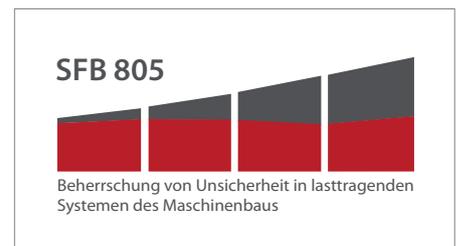
The second funding period of the Collaborative Research Centre (SFB 805) »Control of Uncertainty in Load-Carrying Mechanical Systems« was started in 2013. During the first funding period an uncertainty model and a process model have been developed, which are able to describe uncertainty, analyze its causes and subsequently control it. This allows the staff members of the SFB 805 to minimize safety factors and to avoid current oversizing. Furthermore, resources are conserved, failures are limited and product quality throughout the life time cycle is sustained. In the second funding period these methods and technologies will be enhanced and adapted to the SFB demonstrator.

The PtU participates in the SFB 805 in the field of production engineering and is represented in two subprojects, as well as in a transfer project, which has been started in the second period.

As part of the subproject B2 »Forming – Production Families at Constant Quality« important knowledge could be obtained in the field of conception, design and construction of flexible processes and tools. Furthermore, one focal point is to control uncertainty under fluctuations in semi-finished part properties. For this purpose control methods are developed which follow on one hand the approach of self-learning process control and on the other hand the approach of iterative process control.

In the subproject B4 »Integration of Function Materials« the bases for the integration of adaptronic components into load-carrying metallic structures by incremental forming procedures are developed and the producibility of these systems has been proved. In the next steps of this subproject the discovered relations should be adapted to an enhanced spectrum of geometries and applications of components with integrated functional material by incremental forming by analyzing new cross section profiles.

The transfer project T3 »The 3D Servo Press – from a Research Version to an Industrial Standard Machine« has been started in the second funding period. A technological and economic comparison between conventional and flexible process variants will indicate the advantages of the use of flexible manufacturing systems in forming under industrial conditions. The focus is set on the use of the flexible movement possibilities of the press ram, which allows to extend and to adapt the boundaries of conventional forming processes. A second focal point of this project is the further development of the research version of the 3D Servo Press towards a standard machine capable for model series.



Sonderforschungsbereich 805 (SFB 805) – »Beherrschung von Unsicherheit in lasttragenden Systemen des Maschinenbaus«

Die Zusammenarbeit der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im Sonderforschungsbereich (SFB) 805 »Beherrschung von Unsicherheit in lasttragenden Systemen des Maschinenbaus« startet 2013 in die zweite Förderperiode. In der zu Ende gegangenen ersten Förderperiode sind ein Unsicherheitsmodell und ein Prozessmodell erarbeitet worden, mit denen Unsicherheit beschrieben und ihre Ursachen analysiert werden können, um sie anschließend zu beherrschen. Dies ermöglicht den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des SFB 805 Sicherheitsbeiwerte zu minimieren und gegenwärtige Überdimensionierungen zu vermeiden. Darüber hinaus werden Ressourcen geschont, Ausfälle begrenzt und die Produktqualität über die Lebensphasen hinweg aufrechterhalten. Diese Methoden und Technologien werden in der zweiten Phase am Beispiel eines SFB-Demonstrators erweitert und angepasst.

Das PtU beteiligt sich im SFB 805 im Bereich der Produktionstechnik und ist in zwei Teilprojekten sowie in einem, in der zweiten Förderperiode neu geschaffenen, Transferprojekt vertreten.

Im Rahmen des Teilprojekts B2 »Umformen – Produktionsfamilie mit gleichbleibender Qualität« konnten in der abgeschlossenen Förderperiode wichtige Erkenntnisse im Bereich der Konzeption, Auslegung und Konstruktion flexibler Prozesse und Werkzeuge gewonnen werden. Weiterhin liegt ein Schwerpunkt auf der Beherrschung von Unsicherheiten unter schwankenden Halbzugeigenschaften. Die zu diesem Zweck entwickelten Regelungsmethodiken verfolgen einerseits den Ansatz der selbstlernenden Prozesssteuerung und andererseits den Ansatz der iterativen Prozessregelung.

Im Teilprojekt B4 »Integration von Funktionsmaterialien« wurden in der ersten Phase die Grundlagen für die Integration adaptiver Komponenten in lasttragende metallische Strukturen durch inkrementelle Umformverfahren gelegt und die Herstellbarkeit dieser Systeme nachgewiesen. In den nächsten Schritten dieses Teilprojektes sollen durch die Betrachtung neuer Querschnittsformen die gefundenen Zusammenhänge auf ein erweitertes Geometrie- und Einsatzspektrum für funktionsintegrierte Bauteile adaptiert werden.

Das Transferprojekt T3, »Die 3D-Servo-Presse – von der Forschungsversion zur industriellen Standardmaschine«, ist in der zweiten Förderperiode beantragt worden. Ein technologischer und ökonomischer Vergleich zwischen flexiblen und konventionellen Verfahrensvarianten soll zeigen, welche Vorteile der Einsatz von flexiblen Fertigungssystemen in der Umformtechnik unter industriellen Rahmenbedingungen hat. Der Fokus liegt dabei auf flexiblen Bewegungsmöglichkeiten des Pressenstößels, die es erlauben, die Grenzen konventioneller Prozesse zu erweitern und zu flexibilisieren. Ein zweiter wichtiger Schwerpunkt dieses Teilprojektes ist überdies die Weiterentwicklung der Forschungsversion der 3D-Servo-Presse hin zu einer baureihentauglichen Standardmaschine.



Kontakt | Contact
Telefon | Telephone
E-Mail | E-Mail

Dipl.-Ing. Daniel Hesse
+49 6151 16 751 73
hesse@ptu.tu-darmstadt.de

LOEWE-Centre AdRIA (Adaptronics – Research, Innovation, Application)

The LOEWE-Centre AdRIA (Adaptronics – Research, Innovation, Application) is one of eight centers funded by the Hessian research funding program »LOEWE«. Its main objective is the investigation and the development of innovative adaptronic concepts for an increase of the effectiveness and acceptance of adaptronic applications and adaptive systems and to open up new markets for them. In doing so the interdisciplinary research centre encounters problems in the fields of materials sciences, electrical engineering, mathematics and mechanical engineering.

Research areas within the LOEWE-Centre AdRIA include:

- Development of cost-efficient, compact and reliable adaptronic components
- Implementation of innovative and efficient control concepts for complex systems
- Developing new and customized smart materials for adaptronic applications
- Developing cost-efficient and flexible manufacturing processes for both small and large series

The development for cost-efficient and flexible manufacturing processes is the core theme of the research group for manufacturing processes of the LOEWE-Centre AdRIA. The main objective is the technological development and optimization of economic manufacturing processes for the manufacturing of components for adaptronic systems and applications. The research group consists of several research institutes. Three research institutes of the »Technische Universität Darmstadt« are part of the research group for manufacturing processes: the Institute for Production Engineering and Forming Machines, the Institute of Production Management, Technology and Machine Tools and the Institute of Printing Science and Technology.

Within this research project the PtU develops concepts and forming processes for the integration of electronic components into formed sheet metal parts. For this purpose electronic components like flat brass or copper conductors are bonded on sheet metal surfaces prior to the forming process by using polymer films. These flat copper conductors are able to transmit energy or data. The application of the electrically conductive structures is performed with two different technologies. First, the flat copper conductors are bonded on sheet metal surfaces with a subsequent forming operation. Second, the conductive structures are printed on polymer-coated sheet metal surfaces prior to the forming process. In particular, the forming processes bending and deep drawing are used to form the above mentioned multi-layered sheets due to their cost efficiency. In addition to data or energy transmission, the printed conductive structures can also measure temperatures and strains if designed properly according to the respective measurement task. In this way, load-carrying components with an additional electrical functionality can be manufactured economically.



LOEWE-Zentrum AdRIA (Adaptronics – Research, Innovation, Application)

Das LOEWE-Zentrum AdRIA (Adaptronics – Research, Innovation, Application) ist eines von acht LOEWE-Zentren, welche im hessischen Forschungsförderprogramm »LOEWE« (Landes-Offensive zur Entwicklung Wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz) gefördert werden. Ziel des Zentrums ist die Untersuchung und Entwicklung von innovativen adaptronischen Konzepten zur Steigerung der Effektivität, der Akzeptanz und der Erschließung neuer Einsatzgebiete und Märkte für Adaptronik. In der interdisziplinären Forschung des Zentrums werden Fragestellungen der Materialwissenschaften, der Elektrotechnik, der Mathematik und des Maschinenbaus betrachtet.

Forschungsschwerpunkte im Rahmen des LOEWE-Zentrums AdRIA sind unter anderem:

- Erarbeitung kostenoptimierter, kompakter und zuverlässiger adaptronischer Komponenten
- Realisierung innovativer und leistungsfähiger Regelungskonzepte für komplexe Systeme
- Entwicklung neuer, auf die Anwendungsfälle angepasster Wandlerwerkstoffe
- Kostengünstige, flexible Fertigungsverfahren sowohl für Klein- als auch für Großserien

Insbesondere der letzte Forschungsschwerpunkt stellt das Kernthema des Technologiebereichs Fertigung dar. Dieser Technologiebereich erarbeitet die technologische Entwicklung und Gestaltung wirtschaftlicher Fertigungsprozesse für adaptronische Systemkomponenten. Er setzt sich aus mehreren Forschungsstellen zusammen. An der Technischen Universität Darmstadt arbeiten das Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen, das Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen sowie das Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren gemeinsam an der Entwicklung neuer Fertigungstechnologien, um die beschriebenen Ziele zu erreichen.

Das PtU entwickelt im Speziellen Konzepte für die Integration elektrischer und elektronischer Komponenten in umgeformte Blechbauteile. Hierzu werden z. B. elektrische Leiterbahnen zur Daten- oder Energieübertragung bereits vor dem Umformprozess auf das umzuformende Blechhalbzeug aufgebracht und anschließend umgeformt. Das Aufbringen der elektrisch leitfähigen Strukturen kann jeweils vor dem Umformprozess durch Aufkleben der elektrisch leitfähigen Flachleiter aus Kupfer- und Messinglegierungen auf die Bleche oder durch Drucken leitfähiger Strukturen und anschließende Umformung erfolgen. Die Umformverfahren Biegen und Tiefziehen eignen sich aufgrund ihrer Wirtschaftlichkeit besonders für die Herstellung umgeformter Blechbauteile mit integrierten leitfähigen Strukturen. Neben der Daten- und Energieübertragung können die gedruckten leitfähigen Strukturen, sofern ihr Layout für die entsprechende Messaufgabe ausgelegt ist, auch Temperaturen und Dehnungen messen. Auf diese Weise entstehen kostengünstige Bauteile, die zusätzlich zu ihren mechanischen Aufgaben auch elektrische Funktionen übernehmen können.



Kontakt | Contact Dipl.-Ing. Mesut Ibis
Telefon | Telephone +49 6151 16 54 57
E-Mail | E-Mail ibis@ptu.tu-darmstadt.de

Priority Program 1640 (SPP 1640) – »Joining by Plastic Deformation«

The priority program is funded by the German Research Foundation and was initiated in 2011. It is coordinated by the PtU. The first of three funding periods started in December 2012. It has a duration of two years. With a total funding period of six years, the priority program aims for an interdisciplinary gain of knowledge concerning the underlying mechanisms in the processes of joining by plastic deformation. The enhanced knowledge of the acting joining mechanisms is supposed to lead to the design of new or improved joining techniques to advance the acceptance and the distribution of hybrid structures.

Today's social and ecological conditions strongly demand extensive efforts to enable the efficient use of energy and resources. Regarding these circumstances, current design criteria of technical products consider the possibilities of consequent lightweight construction and so-called smart structures. Both approaches lead to hybrid components consisting of dissimilar materials. A smart combination of these materials offers excellent properties regarding functionality, safety and consumption of energy and resources. Joining processes based on plastic deformation of at least one workpiece promise great potential regarding the production of multi-material joints.

Though, substantial gaps of knowledge exist regarding the effective joining mechanisms, their specific activation as well as design guidelines, destructive and non-destructive testing methods. Furthermore, it is not possible to predict the joint strength. The achievement of the required plastic strain is a challenge as well for materials which show limited plastic deformation ability. In order to fill these knowledge gaps, developments on the fields of forming technique, measuring and controlling engineering, plastic mechanics, chemistry, mathematics and materials science are combined within this priority program.

Currently, 32 research institutions are linked in 17 research projects within the priority program. Corresponding to their contentual orientation, the particular projects are associated with one of the workgroups material-closed joints, form- and force-closed joints and simulation.

The PtU is involved in the priority program with two research projects: The first project »Investigation and Enhancement on Bonding by Cold Bulk Metal Forming Processes« is carried out by Mr. Simon Wohletz in collaboration with the Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH in Düsseldorf. Mr. Christian Pabst works on the second project »Investigation of the Formation Mechanisms of the Bonding Zone in Collision Welding«.



Schwerpunktprogramm 1640 (SPP 1640) – »Fügen durch plastische Deformation«

Das durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft geförderte und vom PtU koordinierte Schwerpunktprogramm wurde 2011 ins Leben gerufen. Die erste der drei Förderperioden startete im Dezember 2012 mit einer Laufzeit von zwei Jahren. Mit einer Gesamtlaufzeit von sechs Jahren zielt das Schwerpunktprogramm ab auf einen interdisziplinären Erkenntnisgewinn bezüglich der relevanten Mechanismen beim Fügen durch plastische Deformation. Das erweiterte Wissen über wirkende Fügemechanismen führt zur Gestaltung neuer oder verbesserter Fügetechnologien und Gestaltungsprinzipien, um die Akzeptanz und Verbreitung hybrider Bauweisen zu fördern.

Heutige gesellschaftliche und ökologische Rahmenbedingungen erfordern erhebliche Anstrengungen, um die effizientere Nutzung von Energie und Rohstoffen zu ermöglichen. Vor diesem Hintergrund nutzen aktuelle Gestaltungsprinzipien insbesondere die Möglichkeiten des konsequenten Leichtbaus und sogenannter smarter Strukturen. Beide Ansätze führen zu einem Mischbau aus artungleichen Werkstoffen. Eine geschickte Kombination aus diesen Werkstoffen ermöglicht ausgezeichnete Eigenschaften hinsichtlich Funktionserfüllung, Sicherheit, Energieeinsatz und Ressourcenverbrauch. Fügeverfahren, die auf plastischer Deformation mindestens eines Fügepartners beruhen, offenbaren hier großes Potenzial bei der Herstellung von Multi-Material-Verbunden.

Allerdings bestehen noch erhebliche Erkenntnislücken hinsichtlich der wirksamen Fügemechanismen, deren gezielter Aktivierung sowie der Auslegungs- und Prüfmethoden. Ebenso wenig ist die Vorhersage der Verbindungsfestigkeit möglich. Zudem stellt auch die Realisierung der notwendigen plastischen Deformation bei Werkstoffen mit stark eingeschränktem Formänderungsvermögen noch eine Herausforderung dar. Um diese Lücken zu füllen, werden die verfügbaren Entwicklungen aus den Wissenschaftsdisziplinen Umformtechnik, Mess- und Regelungstechnik, Plastomechanik, Chemie, Mathematik und Werkstoffkunde in diesem Schwerpunktprogramm zusammengeführt.

Aktuell sind innerhalb des Schwerpunktprogrammes insgesamt 32 Forschungseinrichtungen in 17 Projekten verknüpft. Die Projekte sind, entsprechend ihrer inhaltlichen Ausrichtung, jeweils einer der Arbeitsgruppen Stoffschluss, Form- und Kraftschluss sowie Simulation zugeordnet.

Das PtU ist mit zwei Forschungsprojekten zum Stoffschluss im Schwerpunktprogramm aktiv: Das erste Projekt »Untersuchung und gezielte Verstärkung des stoffschlüssigen Fügens durch Verfahren der Kaltmassivumformung« wird von Herrn Simon Wohletz in Kooperation mit dem Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH in Düsseldorf durchgeführt. Das zweite Projekt »Untersuchung der Bildungsmechanismen der Fügezone beim Kollisionsschweißen« wird von Herrn Christian Pabst bearbeitet.



Kontakt | Contact
Telefon | Telephone
E-Mail | E-Mail
M.Sc. Christian Pabst
+49 6151 16 758 35
pabst@ptu.tu-darmstadt.de



Kontakt | Contact
Telefon | Telephone
E-Mail | E-Mail
M.Sc. Simon Wohletz
+49 6151 16 49 15
wohletz@ptu.tu-darmstadt.de

Clusters of Research

	<p>32</p> <p>Cluster Walzprofilieren Cluster Roll Forming</p>	<p>38</p> <p>Cluster Tribologie Cluster Tribology</p>
Tribologie und Oberflächentechnik Tribology and Surface Technology	<p>34</p> <p>Optimierte Berechnung der abgewickelten Länge beim Biegen von Blech zu Kaltprofilen und Rohren</p>	<p>40</p> <p>Untersuchung der Bildungsmechanismen der Fügezone beim Kollisionsschweißen</p>
Verfahrensentwicklung Process Development	<p>Optimized Calculation of the Unfolded Length in Bending of Sheet Metal into Cold Sections and Pipes</p>	<p>Investigation of the Formation Mechanisms of the Bonding Zone in Impact Welding</p>
Prozessketten und Anlagen Process Chains and Forming Units	<p>36</p> <p>Erweitern und Beschleunigen der durchgängigen Prozesssimulation von flexiblen Spaltprofilen</p> <p>Extension and Acceleration of the Simulation of the Flexible Linear Flow Splitting Process</p>	<p>42</p> <p>Prozessoptimierung durch oszillierende Werkzeugbewegungen in der Kaltmassivumformung</p> <p>Process Optimization by Oscillating Tool Movements in Bulk Metal Forming</p>

The duration of every research project is limited by definition to a few years. A challenge every research institution must face is to preserve the knowledge and expertise gained in that time and make them accessible for future projects. In addition, it is desired to continue and expand successful research beyond the duration of individual projects. In doing so, particular fields of research emerge, upon which an institute can play off its particular strengths. At the PtU, these research fields are referred to as research clusters.

Every PtU project is assigned one of the five clusters. In addition to continuity, they also promote an intense cross-departmental cooperation of the scientific staff and allow for a more universal consideration of metal forming problems from different points of view and with different focuses.

Two projects out of every research cluster are described on the following pages.

Forschungscluster

<p>44</p> <p>Cluster Multifunktionale Bauteile Cluster Multi-Functional Components</p>	<p>50</p> <p>Cluster Werkstoffleichtbau Cluster Light-Weight Design</p>	<p>56</p> <p>Cluster Servopressen Cluster Servo Presses</p>
<p>46</p> <p>Teilprojekt: Umformen funktional bedruckter Bleche LOEWE-Zentrum AdRIA (Adaptronics – Research, Innovation, Application)</p> <p>Subproject: Forming of Functional Printed Sheets LOEWE-Centre AdRIA (Adaptronics – Research, Innovation, Application)</p>	<p>52</p> <p>Umformen von Faserwerkstoffen Forming of Fibre Materials</p>	<p>58</p> <p>Flexibilität in der Umformtechnik SFB 805 – Teilprojekt B2: Umformen – Produktionsfamilien bei gleich bleibender Qualität</p> <p>Flexibility in Forming SFB 805 – Subproject B2: Forming – Production Families at Equal Quality</p>
<p>48</p> <p>Sensorische Verbindungselemente Sensoric Fasteners</p>	<p>54</p> <p>Intelligente Werkzeuge für das Trocken-Scherschneiden von Verbundwerkstoffen Intelligent Dies for Lubricant Free Shear Cutting of Composite Materials</p>	<p>60</p> <p>Verbundprojekt RobIN 4.0 Joint Project RobIN 4.0</p>

Die Laufzeit einzelner Forschungsprojekte ist per Definition auf wenige Jahre beschränkt. Die Herausforderung, der sich jedes Forschungsinstitut stellen muss, ist das gewonnene Wissen und die entstandene Expertise langfristig zu erhalten. Zudem kommt der Wunsch, erfolgreiche Forschungsarbeit fortzuführen und auszubauen. Mit der Zeit bilden sich so Themenfelder heraus, auf denen das Institut seine besonderen Stärken zur Geltung bringen kann. Am PtU werden diese Themenfelder als Forschungscluster bezeichnet.

Jedes Projekt am PtU ist einem der fünf aufgeführten Cluster zugeordnet. Neben der erwähnten Kontinuität fördern diese die abteilungsübergreifende Zusammenarbeit der wissenschaftlichen MitarbeiterInnen und erlauben somit die Betrachtung umformtechnischer Fragestellungen aus verschiedenen Blickwinkeln und mit verschiedenen Schwerpunkten.

Zwei Projekte je Forschungscluster stellen wir Ihnen auf den folgenden Seiten vor.

Cluster Roll Forming

Research in the field of roll forming has been one of the core topics at the PtU since the 1970s. Today, two roll forming lines with over 30 stands are available to the institute. In addition to conventional roll forming stands, a variety of new developments has been integrated successfully, such as automated calibration stands, linear flow and bend splitting processes as well as stands with additional degrees of freedom for the manufacturing of profiles with varying cross sections. Current research focuses on four areas: flexibilization, improved methods of process design and dimensioning, the use of roll forming for the introduction of additional functionality into the part and continuous splitting processes.

Flexibilization A significant part of roll formed products is used as structural components and therefore subject of lightweight design. Load adapted cross-sections are an effective tool of realizing the lightweight idea. However, cross-sections of typical roll formed parts don't change along the longitudinal direction. Instead, they are designed to withstand the maximum loads at critical points. Oversizing and material waste are the result of this. Flexible roll forming solves this problem by adding additional rotational and translational degrees of freedom to the roll forming stands. In doing so, roller positions may follow changes of the desired cross-section. A similar approach allows for the roll forming of blanks with variable thickness in the longitudinal direction, the so-called Tailor Rolled Blanks (TRB).

Methods of Process Design and Dimensioning One of the basics of all bending process design is a determination of the required bend allowance. A variety of scientific and industrial methods are state of the art. However, in calculating the unfolded length of profiles different approaches provide (at times heavily) differing results. The objective of one of our highlight projects presented on the following pages is to derive a unified and improved method for bend allowance calculation on the basis of extensive experimental investigations on roll forming, folding and die bending. Another important goal is a reduction of set up times for roll forming machinery. An in-line measurement of the roller imprint on

the workpiece provides data directly related to roller positioning errors. Current research investigates how this relation may be exploited to shorten set up times. Another highlight project is targeted on an acceleration of finite element roll forming simulations. The developed algorithms make use of similarities within the forming process and so far were able to reduce computational time for the simulation of simple roll forming processes by 50 %.

Integration of Functionality Due to their sequential arrangement roll forming installations are easily integrated with other manufacturing operations. Using a forming operation not only to shape a part but also to introduce further functionality is an idea taken from the research cluster »Multi-Functional Components«. Following this idea metal conductors are introduced to roll forming work pieces before or during the forming process. Sheets and conductors are then formed simultaneously to profiles with closed cross-sections and built in electrical circuits.

Splitting Processes Linear flow splitting and bend splitting are two process developments of the PtU. They are used for manufacturing metal sheets with integrally bifurcated cross-sections at room temperature. Bifurcations can be created at the edge (linear flow splitting) or in the surface of the sheet (bend splitting). In contrast to roll forming, these continuous bulk forming operations avoid double layers of material. Combined with conventional roll forming stringer profiles and multi-chamber profiles made of high strength steel can be manufactured from the coil. Current project targets are dedicated to the development of flexible flow splitting. By analogy to flexible roll forming this process allows bifurcated cross-sections changing along the longitudinal direction.

List of Projects 2013

Algorithms for an Accelerated Simulation of Roll Forming Processes, DFG

Expanding Boundaries of Linear Flow Splitting, Collaborative Research Center 666, Integral Sheet Metal Design with Higher Order Bifurcations, Part Project B1

Optimized Calculation of the Unfolded Length in Bending of Sheet Metal into Cold Sections and Pipes, AiF-FOSTA

Manufacturing of Bifurcated Profiles by Integrated Forming, Milling and Joining Operations, DFG Collaborative Research Center CRC 666, Integral Sheet Metal Design with Higher Order Bifurcations, Subproject B4

Computer Aided Part Optimization with Numerical Process Chain Analysis, DFG Collaborative Research Center CRC 666, Integral Sheet Metal Design with Higher Order Bifurcations, Subproject C3

Cluster Walzprofilieren

Seit den 1970er Jahren zählt Forschung auf dem Gebiet des Walzprofilierens zu den Kernkompetenzen des PtU, das damals noch IfU hieß. Heute stehen dem Institut zwei Profilerstraßen zur Verfügung, auf denen neben konventionellen Gerüsten eine Vielzahl an Eigenentwicklungen, wie Kalibrier- und Spaltgerüste oder Gerüste mit zusätzlichen Freiheitsgraden zum Einsatz kommen. Gegenwärtig forscht das Institut an vier Schwerpunkten: Flexibilisierung, Verbesserung der Methoden zur Prozessauslegung, Funktionsintegration während der Umformung und Querschnittsverzweigung durch kontinuierliche Spaltprozesse.

Flexibilisierung Ein probates, konstruktives Mittel zur Verwirklichung des Leichtbaugedankens sind lastangepasste Querschnitte tragender Teile. Deren produktionstechnische Umsetzung durch Walzprofilieren stellt den Ingenieur vor das Problem, dass dieses Verfahren klassischerweise keine Änderungen des Querschnitts in Profillängsrichtung und damit auch keine Anpassung an Lasten in dieser Richtung zulässt. Das flexible Walzprofilieren löst dieses Problem durch die Hinzunahme zusätzlicher rotatorischer und translatorischer Freiheitsgrade an den Gerüsten. So können die Rollenpositionen einem veränderlichen Sollquerschnitt folgen. Eine translatorische Verstellung erlaubt überdies das Profiliere von Blechen mit in Längsrichtung veränderlicher Dicke, den sog. Tailor Rolled Blanks (TRB).

Methoden zur Prozessauslegung Zu den Grundlagen der Prozessauslegung zählt die Ermittlung der abgewickelten Länge beim Biegen von Blech. Dennoch herrschen zwischen einzelnen Methoden im Stand der Technik und der industriellen Praxis im Ergebnis oft große Unterschiede. Auf den kommenden Seiten stellen wir hierzu ein Konzept zur Überarbeitung und Verbesserung dieser Ansätze auf Basis ausführlicher experimenteller Analysen vor. Ein weiteres Ziel ist die Reduzierung von Justagezeiten beim Rüsten von Profileranlagen. Ansatz hier ist eine Inline-Messung der Rollenabdrücke auf dem Blech. Gewonnene Informationen über die Blechoberfläche stehen dabei in direktem Zusammenhang mit den zu korrigierenden Rollenfehlstellungen. Drittes Ziel ist die Beschleunigung der Fi-

nite-Elemente-Simulation von Profilerprozessen. Die Entwicklung von Algorithmen, welche sich Ähnlichkeiten innerhalb der Prozesse zu Nutze machen, führte hier bereits zu einer Reduzierung der Rechenzeit bei gleichbleibender Ergebnisgüte um bis zu 50 %. Implementiert in einfache Subroutinen arbeiten die Algorithmen dabei weitgehend unabhängig vom verwendeten FE-Code.

Funktionsintegration Ihr sequentieller Aufbau prädestiniert Profileranlagen für die Integration weiterer Fertigungsoperationen in den Umformprozess. Aus dem Forschungscluster »Multifunktionale Bauteile« stammt der Gedanke, dabei auch die Funktionalität der erzeugten Produkte zu erweitern. So werden während des Walzprofilierens Leiterbahnen in die später geschlossenen Profile eingebracht und im weiteren Verlauf gemeinsam mit dem Blech umgeformt.

Spaltprozesse Spaltprofilieren und Spaltbiegen sind Eigenentwicklungen des PtU. Sie zählen zu den Verfahren der Blechmassivumformung und dienen der Erzeugung von Verzweigungen des Blechquerschnitts ohne Materialdopplung. Die Verzweigungen entstehen dabei in einem kontinuierlichen Profilerprozess bei Raumtemperatur entweder an der Bandkante (Spaltprofilieren) oder in der Bandfläche (Spaltbiegen). Durch Kombination mit konventionellem Profiliere entstehen so z. B. Mehrkammerprofile aus höherfestem Stahl vom Band. Aktuelle Vorhaben beschäftigen sich u. a. mit dem flexiblen Spaltprofilieren, das analog zum flexiblen Walzprofilieren in Längsrichtung veränderliche und gleichzeitig verzweigte Querschnitte erzeugt. Ein Schlüsselfaktor dabei ist erneut die beschleunigte Simulation der Prozesskette, die wir auf den folgenden Seiten ebenfalls genauer vorstellen.

Projektliste 2013

Entwicklung eines Verfahrens zur beschleunigten Simulation von Walzprofilierprozessen, DFG

Erweiterung der Verfahrensgrenzen beim Spaltprofilieren, DFG Sonderforschungsbereich (SFB) 666, Integrale Blechbauweisen höherer Verzweigungsordnung, Teilprojekt B1

Optimierte Berechnung der Abgewickelten Länge beim Biegen von Blech, FOSTA

Herstellen verzweigter Bauteile durch integrierte Umform-, Zerspan- und Fügeoperationen, DFG Sonderforschungsbereich (SFB) 666, Integrale Blechbauweisen höherer Verzweigungsordnung, Teilprojekt B4

Rechnergestützte Bauteiloptimierung durch numerische Prozesskettenanalyse und numerische Betriebsfestigkeitsuntersuchungen, DFG Sonderforschungsbereich (SFB) 666, Integrale Blechbauweisen höherer Verzweigungsordnung, Teilprojekt C3



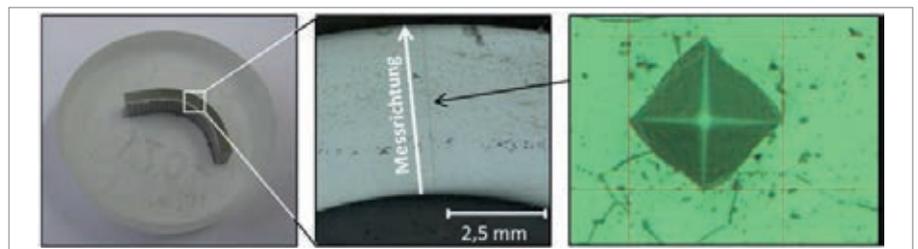
Kontakt | Contact Dipl.-Ing. Frederic Bäcker
Telefon | Telephone +49 6151 16 54 57
E-Mail | E-Mail baecker@ptu.tu-darmstadt.de

Optimized Calculation of the Unfolded Length in Bending of Sheet Metal into Cold Sections and Pipes

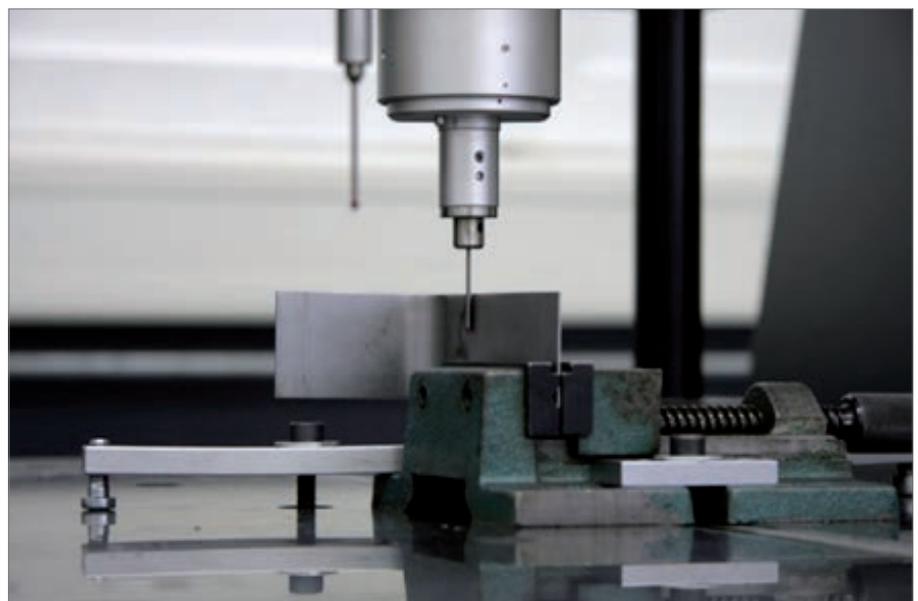
Motivation In the field of industrial mass production, deep drawing and bending dominate the sheet metal forming production. A large variety of methods for determining the required pre-cut geometry (blank design) are state of the art of deep drawing. In case of bending, the known approaches for determining the unfolded length of bent parts (bend allowance) are based on varying simplifications. The German norm DIN 6935 for example neglects the influence of material properties or the applied bending process. In consequence, the currently available methods return results, which are significantly different. Even for simple cross sections such the one shown in figure 1, these differences may be in the range of several millimeters. Publicly accessible knowledge as to which method to be used is not available. As a consequence, changes of the used material or product geometry result in costly trial and error loops, and unnecessarily prolonged setup times due to incorrect pre-cut design.

Objectives The main objective of this project is to offer a recommendation for an optimized calculation method for the unfolded length in bending. As an improvement to the state of the art, the recommended procedure is required to consider not only the bending radius and sheet thickness but also material properties and the specific type of bending process. Thus, the currently required trial and error loops become unnecessary in addition to cost savings due to a reduced material consumption, shorter setup times and an improved part quality.

Approach An extensive series of folding, die bending and roll forming experiments produces specimens of different materials but constant thickness, bending radius and bending angle. These specimens are analyzed by means of geometrical measurements and micro measurement of the hardness gradient along cuts in order to determine the position of the unlengthened fiber. The obtained data is used to calculate the exact unfolded length as a function of material properties and the used bending process. Furthermore, a comparison of numerical simulations and experimental results is expected to reveal simulation parameters (mesh density, number of elements across the thickness, solver) best used to locate the unlengthened fiber accurately.



[3] Mikrohärtemessung entlang von Bauteilschnitten zur Bestimmung der ungelängten Faser
[3] Micro Measurement of Hardness Gradients



[2] Geometrische Vermessung mit der Koordinatenmessmaschine
[2] Shape Measurement in a Coordinate Measuring Machine

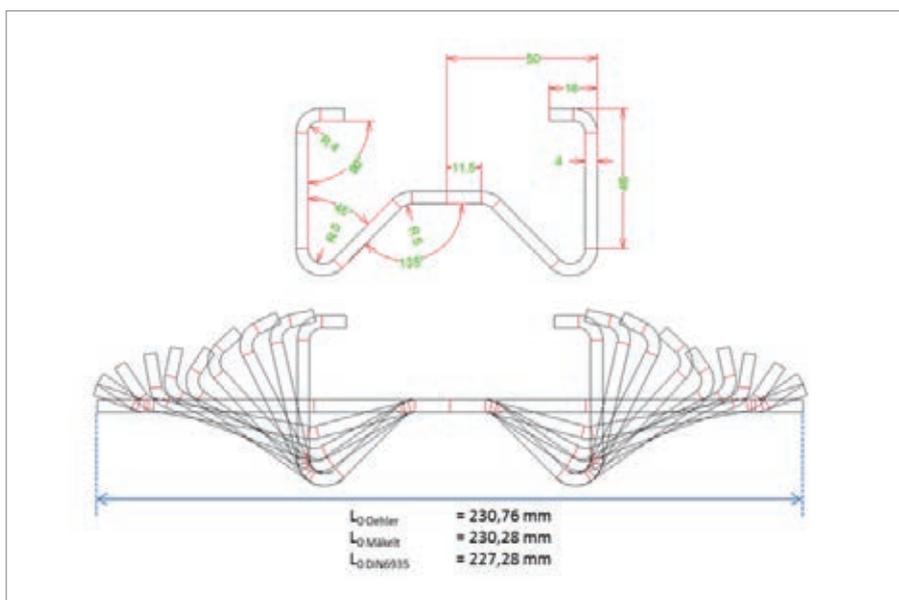
Optimierte Berechnung der abgewickelten Länge beim Biegen von Blech zu Kaltprofilen und Rohren

Problemstellung Im Bereich der Massenproduktion wird die Blechumformung von den Zieh- und Biegeverfahren dominiert. Für die Bestimmung des benötigten ebenen Blechzuschnitts gibt es im Bereich erster zahlreicher, oft numerisch unterstützte Methoden. Im Bereich des Biegens jedoch treffen die aus dem Stand der Technik und der Industrie bekannten Ansätze stark unterschiedliche Annahmen. So finden das verwendete Material oder das eingesetzte Biegeverfahren bei den gebräuchlichsten Berechnungsmethoden (z. B. DIN 6935) keine Berücksichtigung. In der Folge liegen bereits bei einfachen Profilquerschnitten häufig Ergebnisunterschiede von mehreren Millimetern vor (Abbildung 1). Allgemein zugängliche Informationen darüber, wann welche Methode zutreffend eingesetzt werden kann, liegen nicht vor. Dies führt vor allem bei Material- oder Produktwechsellern zu deutlichen Schwierigkeiten in der Prozessauslegung und letztlich zu erhöhten Kosten durch Fehlzuschnitte, Produktionsausfall, langwierige Korrekturschleifen und unnötig lange Rüstzeiten.

Zielsetzung Ziel des Vorhabens ist die Bereitstellung einer optimierten Berechnungsempfehlung für die abgewickelte Länge beim Biegen von Blech. Neben dem

Biegeradius und der Blechstärke soll diese auch das Material und das verwendete Biegeverfahren berücksichtigen. Derzeit noch erforderliche Versuch-und-Irrtum-Schleifen werden so überflüssig. Neben einer Kostenersparnis senkt dies den Materialverbrauch und führt zu kürzeren Rüstzeiten sowie einer erhöhten Bauteilqualität.

Vorgehensweise In einer ausgedehnten Versuchsreihe produzieren Gesenk- und Schwenkbiegewerkzeuge sowie eine Proflierstraße Biegeproben verschiedener Materialien, aber sonst gleicher Parameter (Dicke, Radius, Winkel). Im Anschluss ermitteln die geometrische Vermessung mit der Koordinatenmessmaschine (Abbildung 2) und die Bestimmung des Härtegradienten über Mikrohärtemessungen entlang von Bauteilschnitten (Abbildung 3) die Lage der ungelängten Faser. Mit deren Hilfe kann die abgewickelte Länge in Abhängigkeit von Material und Biegeverfahren exakt bestimmt werden. Ein Ergebnisvergleich mit numerischen Simulationen soll zudem zeigen, welche Simulationsparameter (Netzfeinheit, Anzahl der Elemente über die Dicke, Randbedingungen, Solver) zu verwenden sind, um die Verschiebung der ungelängten Faser auch in der FEM treffend vorherzusagen.



[1] Mit unterschiedlichen Verfahren ermittelte abgewickelte Länge eines einfachen Profils
[1] Bend Allowance of a Profile Determined by Different State of the Art Procedures



Kontakt | Contact M.Sc. Tilman Traub
Telefon | Telephone +49 6151 16 54 57
E-Mail | E-Mail traub@ptu.tu-darmstadt.de

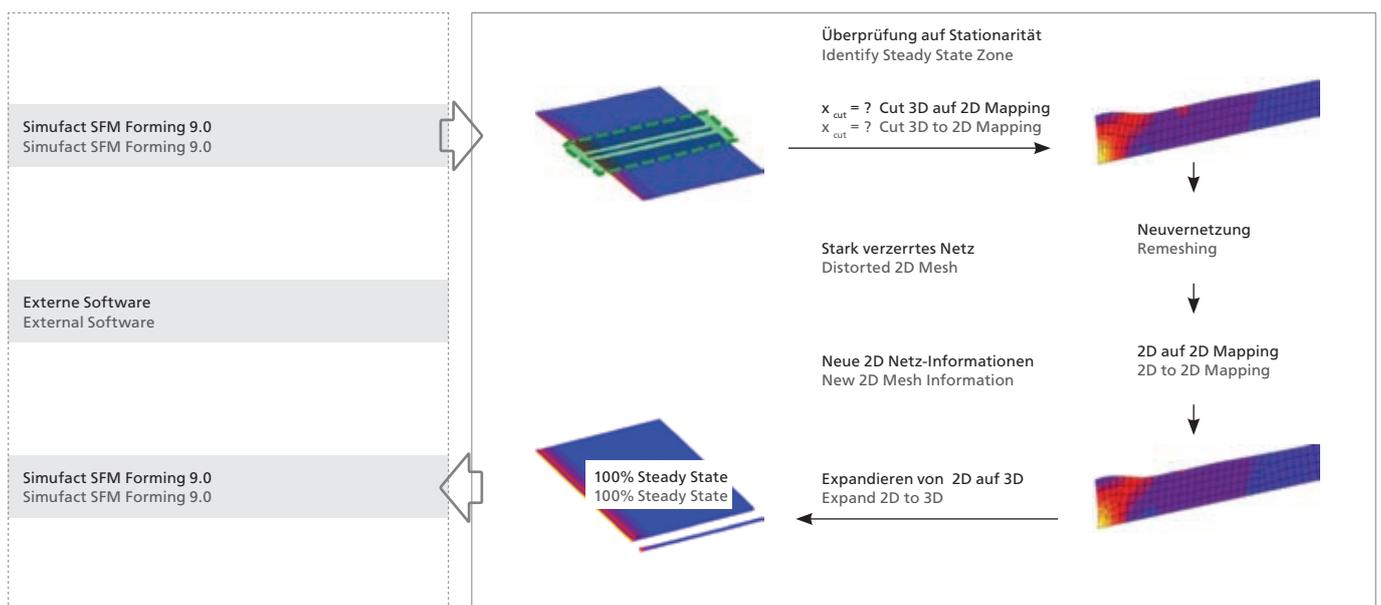
Extension and Acceleration of the Simulation of the Flexible Linear Flow Splitting Process

Motivation In recent years, numerical simulation has developed into an indispensable key technology for modeling forming processes in science and industry. The majority of established industrial forming processes can be simulated efficiently and with high accuracy. At this the finite element analysis is the predominant tool and therefore implemented in various commercial software packages. While established industrial processes are modeled soundly, there is still need for research on the modeling of new forming processes such as linear flow splitting and bend splitting. Both processes are subject to intensive research at the PtU within its participation in the Collaborative Research Center 666.

Problem The main challenge in simulating these processes is extremely high mesh distortions in the process zone. Despite using sheet metal strips as semi-finished components, the process features characteristics of severe plastic deformation due to a combined sheet and bulk metal forming operation. In order to model this correctly, a high number of elements are needed in thickness direction. At the same time, in order to reach a steady state character, a comparatively long sheet metal section needs to be modeled for the evaluation of stress states. In

combination the mesh distortion, the high number of elements in thickness direction and the long necessary sheet section lead to extensive computation effort and make accurate simulations of linear flow splitting and bend splitting inefficient and unfit for sensitivity analyses.

Approach In the past years, the basics of efficient numerical simulation of these processes have been worked out within various research projects at the PtU. One of the outcomes is the so called Cut-Expand-Method (CEM) which meanwhile has been developed to a point, that it is now possible to simulate linear flow splitting processes efficiently (figure 1). Objectives of the current work are the adaptation of the numerical methods to a simulation of the even more complex flexible flow splitting (figure 2) and the development of meta models for linear flow splitting. The purpose of these meta models is to predict property changes in the work piece induced by the forming process itself in order to consider them properly in subsequent manufacturing processes and compare them to design requirements.



[1] Cut-Expand-Methode
[1] Cut-Expand-Method

Erweitern und Beschleunigen der durchgängigen Prozesssimulation von flexiblen Spaltprofilen

Motivation Die numerische Analyse von Umformprozessen hat sich in den vergangenen Jahrzehnten zu einer etablierten Methode in Industrie und Wissenschaft entwickelt. Dabei kommt überwiegend die Finite Elemente Methode (FEM) zum Einsatz, welche in vielfältigen Softwareumgebungen verfügbar ist. Löser für nichtlineare Analysen basieren sowohl auf impliziten als auch auf expliziten Lösungsalgorithmen. Zwar lassen sich mittlerweile die meisten industriell etablierten Prozesse mit guter Genauigkeit abbilden, doch wird dies im Fall der Profilierverfahren immer noch durch lange Rechenzeiten erkauft. Der daraus resultierende Entwicklungs- und Forschungsbedarf ist umso größer bei neuen Verfahren, wie dem Spaltprofilieren oder dem Spaltbiegen. Beide Verfahren werden im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 666 am PtU seit einigen Jahren intensiv erforscht und dazu auch in FE-Simulationen abgebildet.

Problemstellung Eine Herausforderung dabei besteht in der Beherrschung extremer Netzverzerrungen im Spaltgrund, denn es handelt sich um Verfahren der Blechmassivumformung mit hoher plastischer Deformation. Diese Eigenschaft bedingt eine hohe Netzfeinheit in Blechdickenrichtung. In Kombination mit der zur Ausbildung stationärer Zustände benötigten Länge des simulierten Abschnitts macht dies eine Reduktion der instationären Ein- und Auslaufeffekte unumgänglich, wenn Rechenzeiten in vertretbarem Rahmen liegen sollen. Durch diese Phänomene lassen sich die Prozesse mit herkömmlichen numerischen Methoden nur bedingt und unter sehr großem zeitlichen Aufwand analysieren und erfordern daher eine eigene Methodenentwicklung für die effiziente numerische Simulation.

Vorgehensweise In den letzten Jahren wurden im Rahmen verschiedener Forschungsprojekte die Grundlagen gelegt. Einen essentiellen Beitrag leistete die Anwendungsorientierung und Weiterentwicklung der sogenannten Cut-Expand-Methode (CEM). Diese erlaubt eine deutlich effizientere Simulation der Spaltprozesse (Abbildung 1). Künftige Arbeiten zielen auf die Erweiterung der numerischen Methoden zur Abbildung des flexiblen Spaltprofilierens (Abbildung 2) sowie auf die Entwicklung von Metamodellen für eine schnelle Abbildung bekannter, fertigungsrelevanter Einflussgrößen. Diese Metamodelle sollen zudem prozessinduzierte Eigenschaftsänderungen für die Auslegung nachgelagerter Prozesse oder die Bewertung bezüglich definierter Nutzungsszenarien bereitstellen.



[2] Flexibles Spaltprofilieren
[2] Flexible Linear Flow Splitting

Kontakt | Contact Dipl.-Ing. Mahmut Özel
Telefon | Telephone +49 6151 16 761 72
E-Mail | E-Mail oezel@ptu.tu-darmstadt.de

Cluster Tribology

Importance of Tribology Tribology with its subsections friction, lubrication and wear is an inherent part of research and development at PtU. On the one hand, comprehension of this fundamental area is an important subject. On the other hand, valuable results for industrial applications are obtained by working on application-oriented researches. The main focus of activities at the department of tribology and surface technology is set on investigations of different forming processes like stretch- and deep drawing, shear cutting as well as cold forging in experiment and FEA.

Friction and Wear Working on tribological process optimization, it is important to realize friction conditions between tool and workpiece. It is crucial to have them as homogeneous, constant and well-defined as possible. Furthermore, it is necessary to minimize tool wear. A major precondition is the basic comprehension of appearing friction and wear mechanisms. Based on this, optimization methods can be derived, taking into consideration the whole tribological system, ranging from the semi-finished part over the lubricant to the tool. In addition, active and local modifications of the contact zone are important parts, too. Finally, detected dependencies can be described in friction and wear models, providing a valuable input for more precise numerical simulations.

Surfaces Workpiece surfaces are gaining increasing importance. They give a functional property to the produced workpiece; as well as they influence crucially the affective friction mechanisms during the forming process in the forming zone. For the creation of convenient surfaces on semi-finished parts, the mechanisms, leading to surface changes during forming processes, must be known. Furthermore, the transfer of gained knowledge on forming processes with different load profiles is of interest.

Research Methods The fundamental experimental investigation of tribological circumstances about specific forming processes requires mapping of occurring tribological load profiles in model experiments. Under laboratory conditions, test stands offer on the one hand the accessibility for measurement systems, on the other

hand the defined and selective adjustment of tribological loads. Besides experimental researches finite element method (FEM) is used, which allows the analysis of the tribological loads in the forming zone.

List of Projects 2013

Wear Resistance Curves for the Evaluation of Tribological Systems

Investigation and Strengthening of Material-Closed Joining by Methods of Bulk Metal Forming

Investigation of the Formation Mechanisms of the Bonding Zone in Collision Welding

Development of an Innovative Design Methodology and Computer-Aided Analysis Tools for Thermal-Tribological Analyses and Optimization of Temperature-Dependent Processes in Bulk Metal Forming – Development of a Temperature-Controlled Friction Test for Processes of Bulk Metal Forming

Robot-Assisted Joining of Battery Components by Electromagnetic Pulse Technology

Transfer of a Friction Model for Bulk Metal Forming into Industrial Practice

Environmentally Friendly Process Chains in Bulk Metal Forming of Segments by Eliminating Wet-Chemically Applied Conversion Coatings

Tailored Tool Surfaces for the Reduction of Friction and Wear in Sheet Metal Forming

Determination of Friction Coefficients After Preloading (Completed 31.07.2013)

Process Optimization by Oscillating Tool Movements in Bulk Metal Forming (Completed 31.10.2013)

Influence of Cooling on the Tribological Conditions During Forming of Aluminum Sheets (Completed 28.02.2013)

Cluster Tribologie

Bedeutung der Tribologie Die Tribologie mit den Teilgebieten Reibung, Schmierung und Verschleiß ist ein fester Bestandteil der Forschung und Entwicklung am PtU. Dabei steht zum einen das Verständnis dieses Grundlagengebietes im Vordergrund. Zum anderen können durch die Bearbeitung von anwendungsbezogenen Fragestellungen wertvolle Erkenntnisse für die industrielle Praxis gewonnen werden. Zu den betrachteten Umformverfahren gehören u. a. das Tief- und Streckziehen, das Scherschneiden sowie die Kaltmassivumformung.

Reibung und Verschleiß Für eine tribologische Prozessoptimierung ist es wesentlich, möglichst konstante und definierte Reibverhältnisse in der Kontaktzone zwischen Werkstück und Werkzeug einzustellen sowie den resultierenden Werkzeugverschleiß zu minimieren. Voraussetzung hierfür ist das grundlegende Verständnis der wirkenden Reib- und Verschleißmechanismen. Aus diesem Verständnis heraus lassen sich Maßnahmen zur Optimierung ableiten, wobei das gesamte tribologische System vom Halbzeug über den Schmierstoff bis hin zum Werkzeug betrachtet werden muss. Auch die aktive, lokale Beeinflussung der Kontaktzone während der Umformung kann hier eine Rolle spielen. Hergestellte Wirkzusammenhänge lassen sich in Reib- und Verschleißmodellen beschreiben, die auch einen wertvollen Beitrag zur Vorhersagegüte der numerischen Simulation liefern.

Oberflächen Den Werkstückoberflächen kommt eine immer größere Bedeutung zu. Zum einen geben sie dem hergestellten Bauteil eine funktionale Eigenschaft, zum anderen nehmen sie Einfluss auf die wirkenden Reibungsmechanismen in der Umformzone. Zum Einstellen geeigneter Halbzeuoberflächen müssen wiederum die Mechanismen bekannt sein, die zu einer Oberflächenveränderung während der Umformung führen. Auch die Übertragung gewonnener Erkenntnisse auf Umformprozesse mit anderem Beanspruchungsprofil ist von Interesse.

Untersuchungsmethoden Die grundlegende, experimentelle Untersuchung tribologischer Gegebenheiten bei einzelnen Umformprozessen erfordert die Abbildung der jeweiligen tribologischen Beanspru-

chungsprofile in Modellversuchen. Unter Laborbedingungen bieten die Versuchsanordnungen zum einen messtechnische Zugänglichkeit und zum anderen das definierte Einstellen einzelner tribologischer Größen. Neben den experimentellen Untersuchungen kommt die Finite-Elemente-Methode (FEM) zur Anwendung, die eine Analyse der in der Umformzone vorliegenden Beanspruchungszustände bei definierten Umgebungsgrößen erlaubt.

Projektliste 2013

Verschleißfestigkeitskurven zur Beurteilung von Tribosystemen

Untersuchung und gezielte Verstärkung des stoffschlüssigen Fügens durch Verfahren der Kaltmassivumformung

Untersuchung der Bildungsmechanismen der Fügezone beim Kollisionsschweißen

Entwicklung einer innovativen Auslegungsmethodik und computergestützter Analyse-Tools zur thermisch-tribologisch gekoppelten Analyse und Optimierung von temperaturabhängigen Prozessen in der Kaltmassivumformung – Entwicklung eines temperaturgeregelten Reibversuchs für Prozesse der Kaltmassivumformung

Robotergestütztes Fügen von Batteriekomponenten durch die elektromagnetische Pulstechnologie

Überführung eines Reibmodells für die Kaltmassivumformung in die industrielle Praxis

Umweltfreundliche Prozessketten in der Kaltmassivumformung von Abschnitten durch den Verzicht auf nasschemisch aufgebrauchte Konversionsschichten

Maßgeschneiderte Werkzeugoberflächen zur Reibungs- und Verschleißreduktion in der Blechumformung

Ermittlung von Reibzahlen nach Vorbelastungen (abgeschlossen 31.07.2013)

Prozessoptimierung durch oszillierende Werkzeugbewegungen in der Kaltmassivumformung (abgeschlossen 31.10.2013)

Einfluss einer Kühlung auf die tribologischen Verhältnisse beim Umformen von Aluminiumblechen (abgeschlossen 28.02.2013)



Kontakt | Contact M.Sc. Manuel Steitz
Telefon | Telephone +49 6151 16 67 54
E-Mail | E-Mail steitz.ma@ptu.tu-darmstadt.de

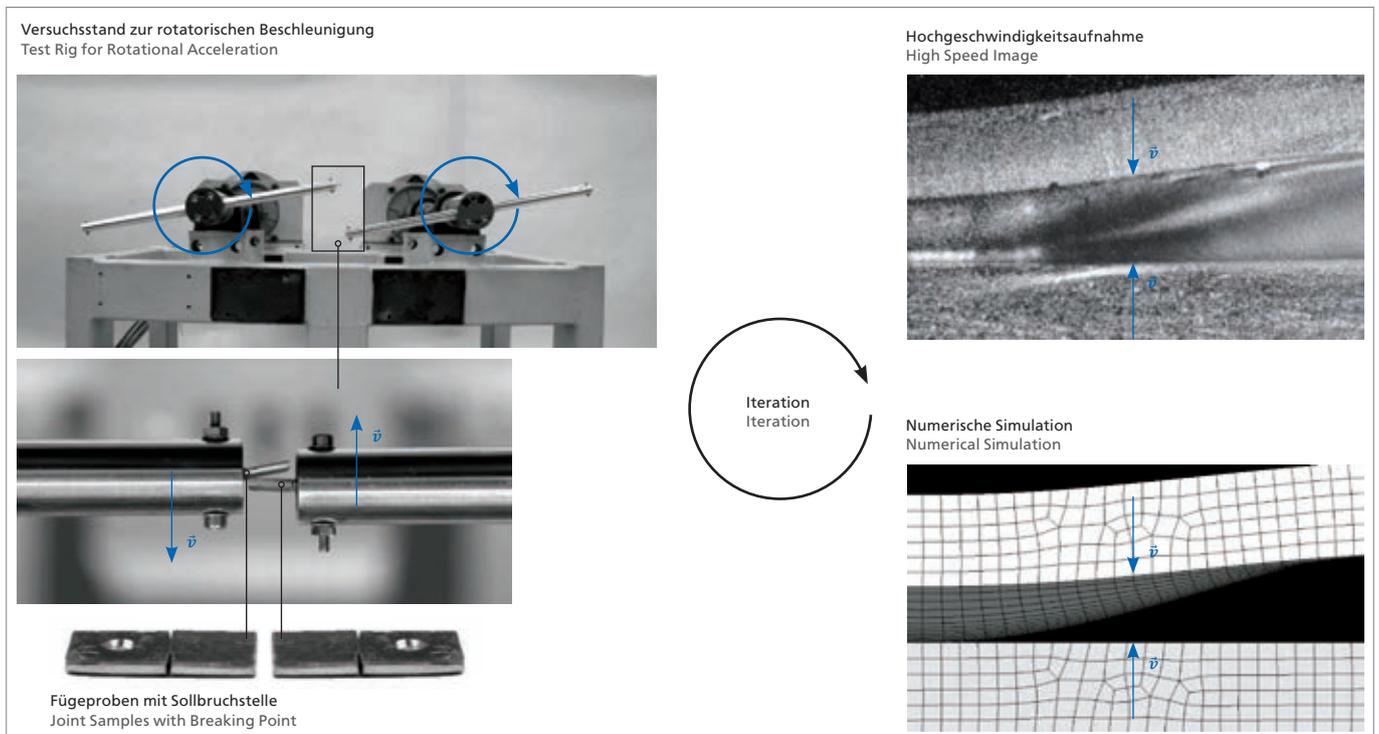
Investigation of the Formation Mechanisms of the Bonding Zone in Impact Welding

Material lightweight construction and load oriented design often demand joints between dissimilar metals. Hybrid structures of aluminium and steel in the vehicle sector can be mentioned as one example. Besides conventional form- and force-closed joints, solid state welds are possible as well. Here especially impact welding has to be mentioned, which bases upon a defined impact between two joining partners at high velocities (above 200 m/s). Thus, no heat affected zone exists, which does not lead to any negative effects on the microstructure. The joint area barely contains any intermetallic phases and hence exhibits good (fatigue) strength. During the impact, oxide layers and superficial impurities are removed due to the plastic deformation. Afterwards, the cleaned and highly reactive surfaces are brought together under the immense pressure of the impact so that metallic bonding is enabled.

broad application is still hindered by the poor understanding of the process principles, because both explosion welding and electromagnetic pulse welding have disadvantages concerning their observability. That is why a novel test rig has been developed at the PtU, which allows the straightforward investigation of the process principles by an aimed variation of parameters. The joining process is captured by a special high speed camera to observe the particular mechanisms. The necessary insights are to be gained in comparison with additional numerical simulations. The metallographic analysis of the samples is carried out by the Chemnitz University of Technology.

The future aim is to be able to predict the process of impact welding and therewith design future joints reliably.

Applied processes are explosion welding and electromagnetic pulse welding. The latter has a very short cycle time, is harmless and capable equipment is available, which makes it suitable for mass production. Its



[2] Iteration zwischen Experimenten am Versuchsstand (links), deren Beobachtung (rechts oben) sowie deren numerische Simulation (rechts unten)
 [2] Iteration Between Experiments at the Test Rig (left), their Observation (top right) and their Numerical Simulation (bottom right)

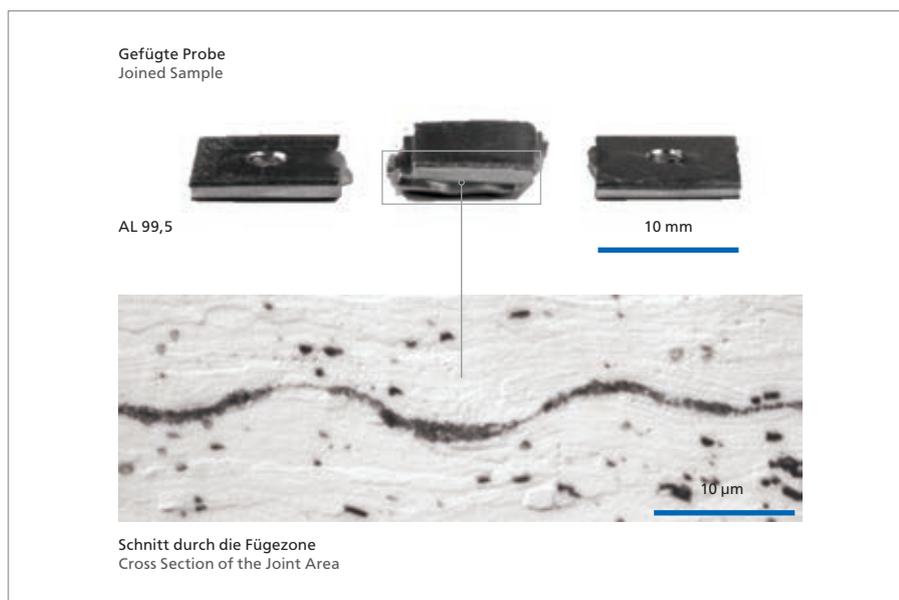
Untersuchung der Bildungsmechanismen der Fügezone beim Kollisionsschweißen

Werkstoffleichtbau und belastungsangepasste Konstruktionen verlangen oftmals die Verbindung artfremder Metalle; als Beispiel sei der Aluminium-Stahl Mischbau im Fahrzeugbereich genannt. Neben konventionellen form- oder kraftschlüssigen Verbänden sind auch stoffschlüssige Verbindungen möglich. Hier ist insbesondere das Kollisionsschweißen hervorzuheben, dessen Prinzip auf dem definierten Aufprall zweier Fügepartner unter hoher Normalgeschwindigkeit (über 200 m/s) beruht. Es existiert keine Wärmeeinflusszone und somit keine negative Beeinflussung des Werkstoffgefüges. Die Fügezone beinhaltet kaum intermetallische Phasen und besitzt daher eine hohe (Dauer-)Festigkeit. Während der Kollision werden zunächst Oxidschichten und Verschmutzungen durch die plastische Deformation entfernt, bevor die hoch reaktiven Oberflächen unter dem enormen Druck des Aufpralls so nah zusammengebracht werden, dass sich eine metallische Bindung ausbildet.

Dieses spezielle Bindungsprinzip findet beim Sprengschweißen und beim elektromagnetischen Pulsschweißen seine Anwendung. Letzteres besitzt eine sehr kurze Taktzeit, ist ungefährlich und durch verfügbare, leistungsfähige Anlagen für die Massen-

produktion geeignet. Das nach wie vor lückenhafte Prozessverständnis steht jedoch einer breiten Anwendung entgegen, denn sowohl das Sprengschweißen wie auch das elektromagnetische Pulsschweißen weisen Nachteile bezüglich der Beobachtbarkeit auf. Daher wurde am PtU ein neuartiger Versuchsstand entwickelt, der eine einfache Untersuchung der Prozessgrundlagen durch gezielte Parametervariation erlaubt. Der Fügeprozess wird mit einer speziellen Hochgeschwindigkeitskamera gefilmt, um die genauen Vorgänge sichtbar zu machen. Die metallographische Auswertung der Proben wird an der TU Chemnitz durchgeführt.

Im Abgleich mit der numerischen Simulation soll so das Prozessverständnis für eine zukünftig sichere Auslegung gewonnen werden.



[1] Ungeätztes Schliffbild der Fügezone

[1] Unetched Microsection of the Joint Area



Kontakt | Contact

Telefon | Telephone

E-Mail | E-Mail

M.Sc. Christian Pabst

+49 6151 16 758 35

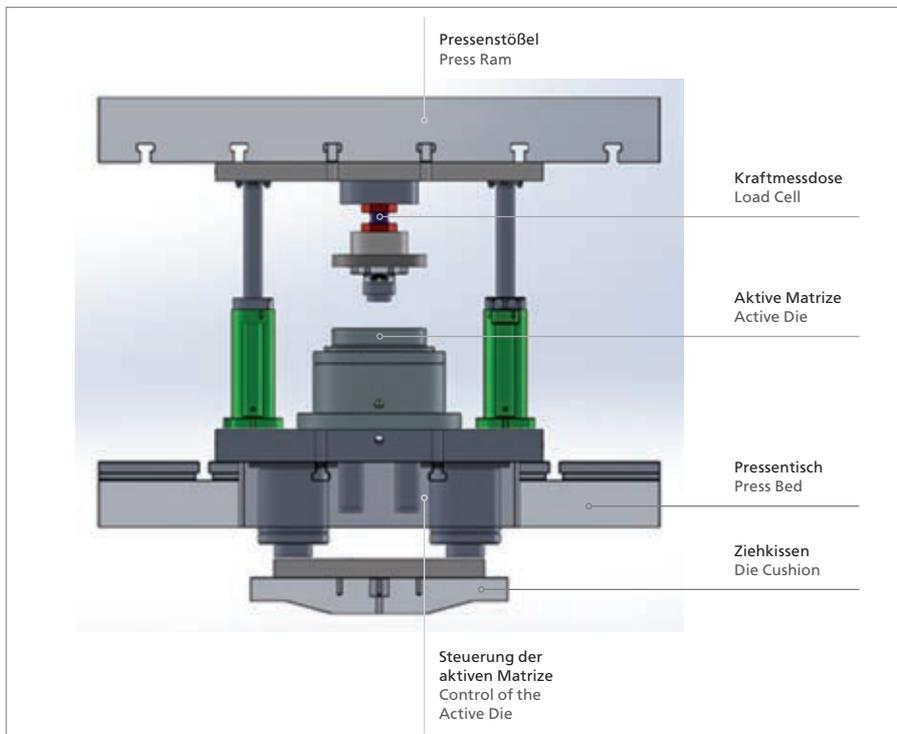
pabst@ptu.tu-darmstadt.de

Process Optimization by Oscillating Tool Movements in Bulk Metal Forming

Forming longitudinal toothings with an oscillating ram movement is used to produce high precision toothings and thin walled profiles from tubes (figure 1). High forming forces in conventional forming of longitudinal toothings lead to buckling when forming thin walled work pieces. Due to the oscillating ram movement the forming force can be reduced by up to 40 % (figure 2). This leads, amongst others, to an extension of the forming limits and enables e.g. the forming of toothings with smaller wall thickness. The reason for the reduction of the forming force is not clarified yet. Two theories are encountered in literature: One is the »friction theory« which attributes the force reduction to the rebuilding of the lubricating film during the back stroke. On the other hand the »softening theory« attributes the force reduction to softening effects like the Bauschinger-Effect due to the alternating load when using oscillating ram motion.

mentally und numerically investigated. To separate the two theories experimentally a tool with a container was produced which enables the adjustment of the radial stress on the tooth forming die. As a result, the back stroke can be executed without any load. Hence, softening effects like the Bauschinger-Effect can be excluded. With the help of that tool and the numerical investigations the mechanisms of the softening theory could be identified as the reason for the force reduction.

To identify the reason for the force reduction and to implement that reason in commercial FE-Systems the process is experi-



[3] Werkzeug

[3] Tool

Prozessoptimierung durch oszillierende Werkzeugbewegungen in der Kaltmassumformung

Mit dem Verfahren der oszillierenden Axialumformung werden hochgenaue Pressverzahnungen und dünnwandige Profile auf Rohren hergestellt (Abbildung 1). Beispiele sind Antriebswellen, Lenkwellen und Getriebewellen. Aufgrund der hohen benötigten Umformkräfte bei konventionellem Verzahnungsdrücken besteht bei geringen Wandstärken die Gefahr des Überschreitens der Knickstabilität. Durch die oszillierende Umformung können die Umformkräfte um bis zu 40 % reduziert werden (Abbildung 2) und somit Prozessgrenzen erweitert und Bauteile mit geringerer Wandstärke umgeformt werden. Die Ursache für die Kraftreduktion ist bisher nicht bekannt. In der Literatur sind zwei Ansätze als Ursache für die Kraftreduktion zu finden. Zum einen ist es die Reibungstheorie, welche eine Kraftreduktion auf das »Wiederauffüllen« der Schmierstofftaschen beim Rückhub zurückführt. Zum anderen ist es die Entfestigungstheorie, die die Kraftreduktion mit dem Auftreten entfestigender Mechanismen wie dem Bauschinger-Effekt begründet.

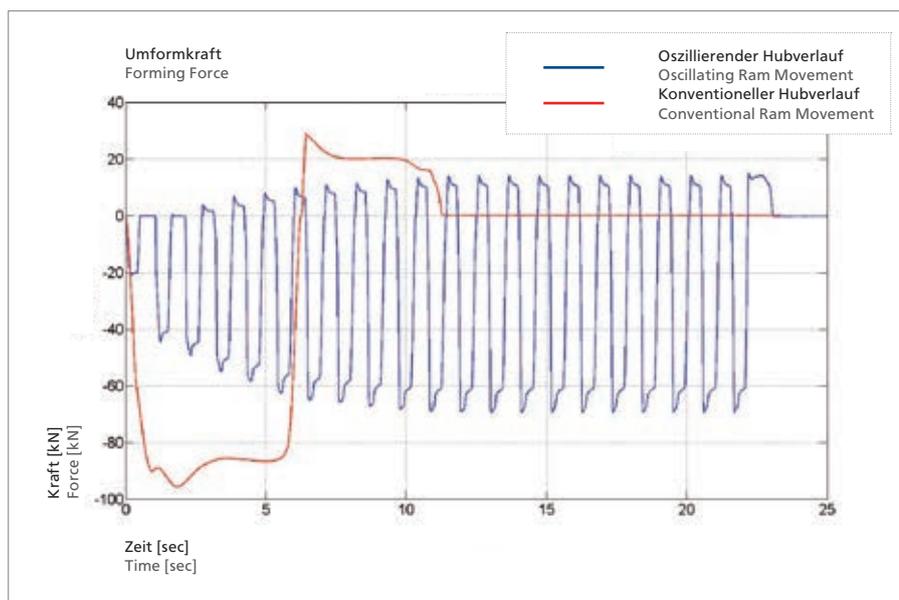
Theorien wurde ein Werkzeug mit einer Armierung gefertigt, die das Einstellen der radialen Spannung auf die Verzahnungsmatrize ermöglicht. Somit kann der Prozess im Rückhub nahezu lastfrei gefahren und somit entfestigende Mechanismen ausgeschlossen werden. Mit Hilfe dieses Werkzeugs und den numerischen Untersuchungen wurden die Mechanismen der Reibungstheorie als Ursache für die Kraftreduktion identifiziert.



[1] Verzahnung

[1] Toothing

Zur Identifikation der Ursache für die Kraftreduktion und deren Abbildung in kommerziellen FE-Systemen wurde der Prozess experimentell und simulativ untersucht. Zur experimentellen Trennung der beiden



[2] Kraftreduktion bei Verwendung eines oszillierenden Hubverlaufs im Gegensatz zu einem konventionellen
 [2] Reduction of the Forming Force when Using an Oscillating Ram Movement Instead of a Conventional



Kontakt | Contact
 Telefon | Telephone
 E-Mail | E-Mail

Dipl.-Ing. Benjamin Heß
 +49 6151 16 27 56
 hess@ptu.tu-darmstadt.de

Cluster Multi-Functional Components

Systems for information processing have become more efficient, cheaper and require less space than ever before. Their integration into various new applications seems a logical consequence and can be observed far and wide. The idea of the »intelligent« part, which analyses itself and its environment and ultimately may be able to respond to environmental influences, inspires designers and developers.

Increased capabilities of information processing provoke an increased gathering of information in the form of improved sensors and their more frequent usage. If a part is required to actively change its properties (e.g. for vibration damping), a corresponding actuator is required in addition to sensors. Equipped with integrated sensors simple structural parts become valuable sources of information about load conditions, expected maintenance or needed repair. In case of integrated actuators they can be used for the purposes of closed loop control. Components like this provide more than just one function and consequently are called »multi-functional« components.

The traditional approach to manufacturing such products up to date relies on classic joining and assembly operations for the integration of sensors and actuators into a part. Inevitably this results in long chains of complex processes.

Several projects at the PtU aim at an integration of said joining and assembly operations into the forming process. Sensors, actuators and associated conductor circuits are introduced into the workpiece before or during the forming process shortening the process chain significantly. Sensors and actuators can even contribute to the structural properties of multi-functional parts, thus simultaneously increasing their functionality and the potential for multi-functional lightweight components.

List of Projects 2013

Integration of Functional Materials, Collaborative Research Centre 805, Control of Uncertainty in Load-Carrying Mechanical Systems, Part Project B4

Inline-Manufacturing of Functional Cold-Rolled Profiles with Integrated Electrical Conductors, AVIF (Forschungsvereinigung der Arbeitsgemeinschaft der Eisen und Metall verarbeitenden Industrie e.V.)

Forming of Functional Printed Sheets (Sub-project), LOEWE-Centre (Landes-Offensive zur Entwicklung Wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz) AdRIA (Adaptronics – Research, Innovation, Application)

Cluster Multifunktionale Bauteile

Systeme zur Informationsverarbeitung werden seit geraumer Zeit stetig leistungsfähiger, kostengünstiger und benötigen weniger Bauraum. Ihre Integration in immer neue Anwendungen scheint eine logische Konsequenz dieser Entwicklung und ist allenthalben zu beobachten. Die Idee vom »intelligenten« Bauteil, das sich selbst und seine Umgebung analysiert oder gar auf Umgebungseinflüsse reagiert, beflügelt die Ideen der Entwickler.

Die gesteigerten Möglichkeiten der Verarbeitung von Information provozieren im gleichen Atemzug eine gesteigerte Informationsgewinnung in Form verbesserter Sensorik und deren verstärktem Einsatz. Sollen Bauteile zudem aktiv ihr Eigenschaftsprofil verändern, beispielsweise zur Schwingungsdämpfung, erfordert dies neben den Sensoren eine entsprechende Aktorik. Einfache Strukturteile werden so zu wertvollen Informationsquellen für Lastzustände oder zu erwartende Instandhaltungs- oder Reparaturmaßnahmen und fungieren zusätzlich als Stellglieder im Sinne einer Regelung. Sie übernehmen demnach weit mehr als nur eine Funktion und werden folgerichtig als »multifunktionale Bauteile« bezeichnet.

Traditionelle Produktionen setzen bei der Herstellung derartiger Produkte bislang auf klassische Füge- und Montageoperationen zur Integration von Sensoren und Aktoren in Baugruppen und Bauteile und nehmen dabei lange Ketten aufwendiger Prozesse in Kauf.

Einen neuen Ansatz verfolgen mehrere Projekte des PtU, die eine Integration besagter Füge- und Montagevorgänge in den Umformprozess zum Ziel haben. Sensoren, Aktoren sowie die zugehörigen Leiterbahnen werden dabei bereits vor bzw. während des Umformvorgangs in das Werkstück eingebracht, was die Prozessketten deutlich verkürzt. Fügeelemente wie Schrauben und Nieten entfallen durch ein Fügen während der Formgebung vollständig. Durch eine geschickte Platzierung übernehmen die eingebrachten Elemente zudem im Nebenkraftschluss selbst mechanische Funktionen und steigern so mit der Funktionalität gleichzeitig auch das Leichtbaupotential multifunktionaler Bauteile.

Projektliste 2013

Integration von Funktionsmaterialien, DFG Sonderforschungsbereich (SFB) 805, Beherrschung von Unsicherheit in lasttragenden Systemen des Maschinenbaus, Teilprojekt B4

Inline-Fertigung von funktionalen Kaltprofilen aus Stahl mit integrierten elektrischen Leiterbahnen, AVIF (Forschungsvereinigung der Arbeitsgemeinschaft der Eisen und Metall verarbeitenden Industrie e.V.)

Umformen funktional bedruckter Bleche (Teilprojekt), LOEWE-Zentrum (Landes-Offensive zur Entwicklung Wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz) AdRIA (Adaptronics – Research, Innovation, Application)



Kontakt | Contact
Telefon | Telephone
E-Mail | E-Mail

Dipl.-Ing. Mesut Ibis
+49 6151 16 54 57
ibis@ptu.tu-darmstadt.de

LOEWE-Centre AdRIA (Adaptronics – Research, Innovation, Application)

Subproject: Forming of Functional Printed Sheets

During the integration of sensor elements into formed sheet metal parts the functional elements have to be connected by electrical conductors for energy and data transmission. This connection typically takes place subsequently to the forming process causing an increased economic effort of time-consuming assembly processes. Therefore, approaches are being developed aiming to reduce these additional costs. The integration of the electrical conductors prior to the forming process appears especially promising, since subsequent assembly processes can be eliminated. Figure 1 illustrates a multifunctional component with integrated flat copper conductors and insulating polymer layers which are applied onto the sheet metal surface prior to the hydroforming process.

Alternatively, printed sensors can also be printed onto sheet metal parts prior to the forming process. In doing so functional sheet metal components with integrated electrical conductors and sensor elements can be manufactured economically. The resulting multi-functional components consist of insulating polymer layers, metallic conductors, a sheet metal layer and sensors based on conductive printing inks. All these elements are joined together before the forming process.

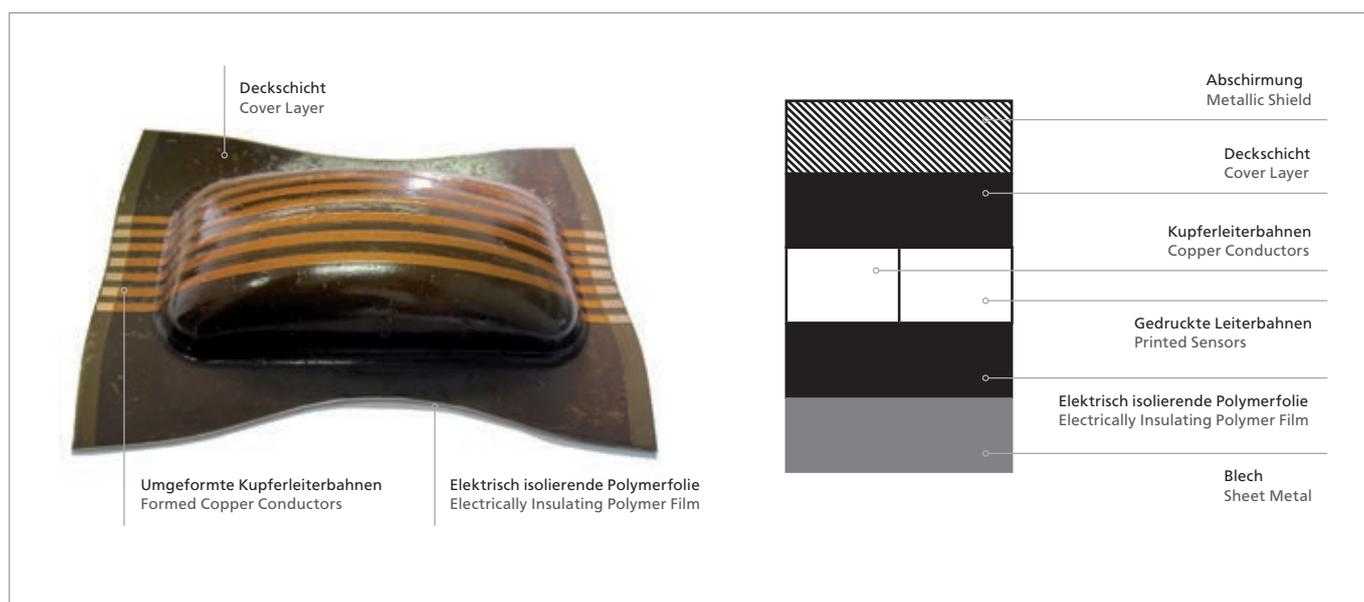
Deep drawing is a suitable forming process for the production of multifunctional components with integrated electronics like printed sensors or flat copper conductors. In addition, bending is also viable. The components shown in figure 2 were manufactured in a multistage bending process.

For analysis and characterization of the forming behavior of functional sheet metal components various testing methods are necessary to describe the mechanical behavior of the different layers. The objective is to initiate one-, two- and three-axial stress states in the composite in order to study the strain distribution and to develop design methods for functional multi-layer sheet metal composites. Furthermore, it should be considered that after the forming process the functional elements have to possess the desired electrical properties, such as a certain electrical resistance.

In particular, the numerical representation of this forming process and the analysis of the behavior of the different layers during the forming process are main objectives of this research field. An additional challenge is the formulation of a set of constitutive laws for the used materials in all mechanical considerations.

In collaboration with the Fraunhofer LBF, the Technische Universität Darmstadt and the University of Applied Sciences Darmstadt methods for the achievement of the described project objectives are developed.

Parts of the present and still ongoing research in this field are funded by the German federal state of Hesse (project »LOEWE-Centre AdRIA (Adaptronics – Research, Innovation, Application)«, grant number III L 4 - 518/14.004 (2008)). This financial support is gratefully acknowledged.



[1] Multifunktionales Blechbauteil mit integrierten elektrischen Leiterbahnen, hergestellt wirkmedienbasiertes Tiefziehen
 [1] Functional Sheet Metal Component with Integrated Electrical Conductors, Manufactured by Hydroforming

LOEWE-Zentrum AdRIA (Adaptronics – Research, Innovation, Application)

Teilprojekt: Umformen funktional bedruckter Bleche

Für die Integration von Sensorelementen in Schalenstrukturen aus Blech ist stets zu gewährleisten, dass genügend Montageaum für eine nachträgliche Verkabelung vorhanden ist. Da eine solche nachträgliche Verkabelung einen erhöhten Montageaufwand und somit erhöhte Produktkosten bedeutet, erarbeitet das Projekt Ansätze, die eine fertigungsparallele Integration elektrischer Leiterbahnen in ein System erlauben. In Abbildung 1 ist ein multifunktionales Bauteil abgebildet, mit vor der Umformung integrierten, isolierenden Kunststoffschichten und elektrischen Leiterbahnen. Als Herstellungsverfahren kam das wirkmedienbasierte Tiefziehen zum Einsatz. Die Schichtdicken und die verwendeten Materialien sowie die Prozessparameter des Umformprozesses sind dabei so aufeinander abgestimmt, dass die mehrschichtigen Verbundbleche den Belastungen standhalten.

Zudem ist es möglich, vor dem Umformprozess Dehnungsmessstreifen auf der Basis leitfähiger Druckfarben auf die umzuformenden Blechhalbzeuge zu drucken, um hoch wirtschaftlich multifunktionale Bauteile mit sensorischen Eigenschaften herzustellen.

Die auf diese Weise entstehenden multifunktionalen Bauteile bestehen aus isolierenden Polymerschichten, elektrisch leitfähigen metallischen Flachleitern, dem steifigkeitsgewährleistenden Blechhalbzeug sowie Sensoren auf der Basis leitfähiger Polymere. All diese Elemente werden vor dem Umformprozess zu einem Halbzeug zusammengefügt und anschließend umgeformt. Abbildung 2 zeigt verschiedene Bauteile mit bereits vor dem Umformprozess im Siebdruckverfahren aufgetragenen Dehnungsmessstreifen. Das Verhalten dieser leitfähigen Polymerschichten muss dazu vor dem Umformprozess

antizipiert werden, um eine elektrische und mechanische Schädigung dieser gedruckten Leiterbahnen und Sensorstrukturen auszuschließen.

Das Verfahren des Tiefziehens ermöglicht eine wirtschaftliche Fertigung solcher Bauteile, sofern die schädigungsfreie Umformung der multifunktionalen Halbzeuge gelingt. Als Alternative zeigt Abbildung 2 das Ergebnis der Anwendung des ebenfalls untersuchten Biegens für die Umformung der multifunktionalen Halbzeuge. Die dargestellten Bauteile wurden durch ein mehrstufiges Biegeverfahren hergestellt.

Zur Charakterisierung des Umformverhaltens der multifunktionalen Bauteile finden außerdem diverse umformtechnische Versuche statt, wobei gezielt ein-, zwei- und mehrachsige Beanspruchungszustände in den Verbund eingeleitet werden. Derlei Untersuchungen dienen der gezielten Anpassung und Erweiterung der Prozessfenster ausgewählter Umformprozesse. Hierbei ist zu beachten, dass die funktionalen Elemente nach dem Umformprozess auch die gewünschten elektrischen Eigenschaften, wie z. B. einen bestimmten elektrischen Widerstand, gewährleisten müssen.

Das Ziel des Projektes ist es, den Umformprozess dieser mehrschichtigen Halbzeuge mechanisch zu begreifen, numerisch abzubilden und Richtlinien zu entwickeln, die in Zukunft zur Auslegung solcher Verbunde verwendet werden können. Besonders die numerische Abbildung und die Analyse des Verhaltens der unterschiedlichen Schichten während des Umformprozesses stellen aufgrund der unterschiedlichen Materialgesetze der einzelnen Verbundelemente eine große Herausforderung dar.

In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer LBF, der Technischen Universität Darmstadt sowie der Hochschule Darmstadt werden Methoden entwickelt, mit denen die beschriebenen Projektziele erreicht werden können.

Das LOEWE-Zentrum AdRIA wird durch das Fraunhofer LBF koordiniert und von der Regierung des Bundeslandes Hessen finanziert.



[2] Sensorringe, die vor dem Umformprozess im Siebdruckverfahren funktional bedruckt wurden (Silber- oder Graphitfarbe auf isolierender Grundschrift)

[2] Sensor Rings with Screen Printed Strain Gages Manufactured by Bending (Silver or Graphite Ink on an Insulating Base Layer)



Kontakt | Contact
Telefon | Telephone
E-Mail | E-Mail

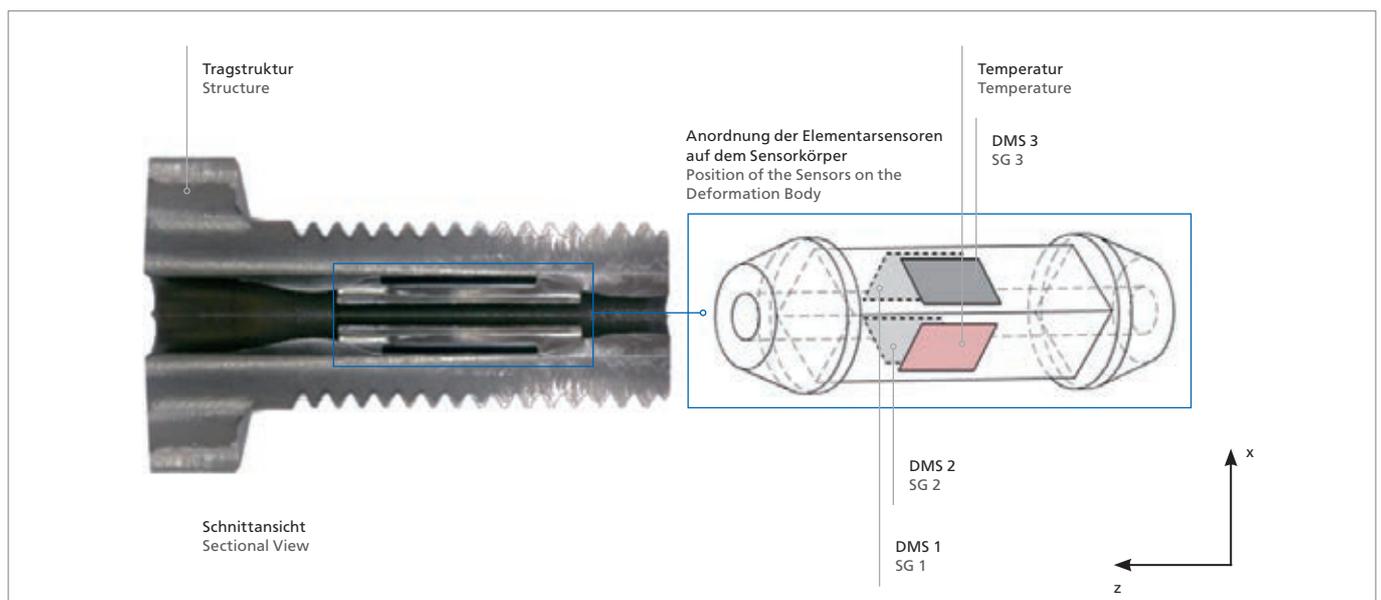
Dipl.-Ing. Mesut Ibis
+49 6151 16 54 57
ibis@ptu.tu-darmstadt.de

Sensoric Fasteners

Almost every industrially manufactured or applied product contains fasteners, e.g. screws which connect parts and assemblies and hence create the final product or the interface between components. The technology developed by the PtU allows for any bolted connection to be used for the logging of process or safety relevant data by means of an integrated sensor technology based on piezoelements or strain gages (SG).

Sensoric fasteners allow the monitoring of both, preload forces and operating loads, in the interface of components. For this reason they are not only predestinated to solve safety relevant problems but also gather additional information for the analysis, control or closed-loop control of processes.

Sensoric fasteners consist of a mechanical carrying structure into which the sensors or the sensor bodies with applied elemental sensors are integrated by forming. To enable the monitoring of superimposed torque and force signals (figure 1) in a defined direction of space the sensor design has to provide load bearing capacities in all directions of space. Therefore, the metallic fasteners and the sensors are joined with defined prestress during manufacturing (figure 2).



[2] Aufbau eines Sensorischen Verbindungselements mit integrierter DMS-Sensorik
 [2] Assembly of a Sensoric Fastener with Integrated Strain-Gauge Sensor Technology

Sensorische Verbindungselemente

In nahezu jedem industriell erzeugten oder eingesetzten Produkt und jeder Maschine werden Verbindungselemente, wie z. B. Schrauben, verwendet, um Teile und Baugruppen zu einem Produkt zu verbinden oder um die Schnittstelle von Komponenten zu bilden. Grundsätzlich kann durch die am PtU entwickelte Technologie jeder Schraubfall durch eine geeignete integrierte Sensorik bestehend aus Piezoelementen oder Dehnmessstreifen (DMS) für die Aufnahme von Prozessdaten oder zur Erhebung von sicherheitsrelevanten oder prozesskritischen Daten genutzt werden.

Sensorische Verbindungselemente ermöglichen eine Überwachung von Vorspannkraft und Betriebslasten in den Bauteilverbindungen. Dadurch können diese nicht nur als Schlüsselemente für die Lösung sicherheitsrelevanter Fragestellungen, sondern auch als Befähiger für die zuverlässige und aufwandsminimierte Gewinnung zusätzlicher Informationen zur Analyse, Steuerung und Regelung von Prozessen angesehen werden.

Sensorische Verbindungselemente bestehen aus einer mechanischen Tragstruktur, in die Sensoren oder Sensorkörper mit applizierten Elementarsensoren durch Kalt-

massivumformung integriert sind. Für die Erfassung überlagerter Momenten- und Kraftsignale in einzelnen Komponenten (Abbildung 1), muss eine unabhängige Lastaufnahme in alle Raumrichtungen durch den Sensoraufbau sichergestellt werden. Während der Herstellung der metallischen Verbindungselemente werden dazu die Sensoren unter Vorspannung in die Tragstruktur gefügt (Abbildung 2).



[1] Sensorisches Verbindungselement zur dreidimensionalen Erfassung von Vorspannkraft und Betriebslasten
[1] Sensoric Fastener for the Three-Dimensional Measurement of Preload Forces and Operating Loads



Kontakt | Contact M.Sc. Matthias Brenneis
Telefon | Telephone +49 6151 16 750 80
E-Mail | E-Mail brenneis@ptu.tu-darmstadt.de

Cluster Light-Weight Design

Light-weight design aims for a minimum product weight while retaining complete functionality. Its achievement is not merely a question of product design and development but has always been a core issue of production engineering. The paramount goal of energy and resource efficiency demands a careful consideration of the complete product life-cycle from supplying the resources via manufacturing and usage to recycling. In other words: improvements in performance, such as a reduced fuel consumption due to weight savings, may never result in an increased resource and energy consumption during manufacturing or unresolvable recycling problems. Both requirements can only be met through appropriate production engineering.

Light-weight design can be achieved for instance by using light-weight materials or optimization of the product geometry. Light-weight materials are characterized by sufficient material properties and a comparatively low density. Classic examples in the forming industry are aluminium, magnesium and titanium alloys. A light-weight geometry optimization requires an adaptation to actual loading situations. This is massively supported by means of numerical calculations such as the finite element method, which allow for a detailed analysis of possible loading scenarios.

Manufacturing engineering research at the PtU pursues both approaches to light-weight design. In last year's edition of this brochure we introduced the forming of already stiffened stringer sheets as an example for the use of tailored semi-finished components. The current focus is on new light-weight materials for forming. Lubricant free shear cutting of composite sandwich materials and paper forming are the two projects highlighted on the following pages. In addition, current research at the PtU addresses the improvement of material properties by forming. Examples are the creation of ultra-fine grained materials by modified rotary swaging or linear flow splitting and bend splitting. Lastly, investigations on joining of aluminium and steel by usage of electromagnetic pulse technology aim on a combination of material and geometry based light-weight design.

List of Projects 2013

Application of Hydroforming for the Deep Drawing of Paper and Cardboard, AiF

Intelligent Dies for Lubricant Free Shear Cutting of Composite Materials , DFG

Deep Drawing of Sheets with Befurcated Cross-Sections, Collaborative Research Center 666, Integral Sheet Metal Design with Higher Order Bifurcations, Part Project B5

Investigation of Material Behaviour During Hot Hydroforming, DFG

Production of UFG Materials by Rotary Swaging, DFG

Cluster Werkstoffleichtbau

Leichtbau bedeutet die Gestaltung von Produkten, deren Masse minimal ist, ohne dass dies den Erfüllungsgrad ihrer Anforderungen beeinträchtigt. Dennoch ist Leichtbau nicht allein eine Frage der Produktentwicklung, sondern seit jeher auch ein Kernthema der Produktionstechnik. Das übergeordnete Ziel der Energie- und Ressourceneffizienz verlangt die Betrachtung des gesamten Lebenszyklus eines Produktes, von der Gewinnung der Rohstoffe über deren Verarbeitung und deren Nutzungsphase bis hin zum Recycling. Mit anderen Worten: eine Leistungssteigerung, beispielsweise ein reduzierter Verbrauch, die durch Leichtbau erreicht wird, sollte möglichst nicht auf Kosten eines höheren Energie- und Ressourcenverbrauchs in der Produktion oder durch spätere Probleme beim Recycling erkauft werden. Für die Erfüllung beider Forderungen zeichnet die Produktionstechnik verantwortlich.

Leichtbau ist z. B. durch Verwendung geeigneter Werkstoffe oder die geschickte Wahl der Produktgeometrie zu erreichen. Man bezeichnet diese Ansätze als Stoff- bzw. Formleichtbau. Beim Stoffleichtbau finden Materialien Anwendung, die bei ausreichender Festigkeit eine geringere Dichte besitzen als herkömmliche Werkstoffe. Typische Beispiele in der Umformtechnik sind Aluminium-, Magnesium- und Titanlegierungen. Demgegenüber erreicht der Formleichtbau seine Gewichtseinsparung durch eine der Belastung angepasste Bauteilgeometrie und die damit einhergehende Materialersparnis. Diese Form des Leichtbaus wird durch die Anwendung numerischer Berechnungsverfahren und Simulationen unterstützt. Deren Einsatz ermöglicht eine detaillierte Analyse der Betriebsbelastungen und die letztendlich darauf basierende Geometrieoptimierung.

Die Produktionsforschung am PtU ist sowohl im Bereich des Stoff- als auch des Formleichtbaus vertreten. Hierzu stellten wir im letzten Jahr an dieser Stelle das Tiefziehen verzweigter Bleche vor als Beispiel für die Nutzung angepasster Halbzeuge im Formenleichtbau. In dieser Ausgabe des Jahresberichts wollen wir unser Hauptaugenmerk auf den Stoffleichtbau legen und hier im Speziellen auf das Trocken-Scherschneiden metallischer Verbundwerkstoffe und die

Papierumformung. Aktuelle Arbeiten am Institut befassen sich zudem mit Umformprozessen, die eine Eigenschaftsverbesserung der verwendeten Werkstoffe bewirken, etwa mit der Erzeugung ultra-feinkörniger Gefüge durch Rundkneten oder Spaltbiegen und Spaltprofilieren. Eine Kombination von Form- und Werkstoffleichtbau stellt das stoffschlüssige Fügen von Aluminium und Stahl durch die elektromagnetische Puls-technologie (EMPT-Schweißen) dar.

Projektliste 2013

Anwendung wirkmedienbasierter Verfahren zum Tiefziehen von Papier und Karton, AiF

Intelligente Werkzeuge für das Trocken-Scherschneiden von Verbundwerkstoffen, DFG

Tiefziehen verzweigter Bleche, DFG Sonderforschungsbereich (SFB) 666, Integrale Blechbauweisen höherer Verzweigungsordnung, Teilprojekt B5

Untersuchung des Werkstoffverhaltens bei der Warm-Innenhochdruck-Umformung, DFG

Herstellung von UFG Werkstoffen durch Rundkneten, DFG



Kontakt | Contact
Telefon | Telephone
E-Mail | E-Mail

Dipl.-Ing. Frederic Bäcker
+49 6151 16 54 57
baecker@ptu-tu-darmstadt.de

Forming of Fibre Materials

Because of their high strength and low specific density, fiber materials rise in applications and thus in production environment.

Paper is a fibrous material without a matrix material in comparison to fiber composites. Especially the sustainability and toxicological safety in combination with low specific density make paper an attractive construction material. Furthermore, compared to plastic, the haptic of paper has a positive impact on the customer. This results in a wider usage of paper as packaging and design material. Nevertheless, paper cannot compete with plastics in the area of formability or process safety at the moment. For this reason the PtU focuses on new research in the area of paper or paperboard forming. An extended material characterization with self-developed characterization tools is conducted (figure 1). In the next step the forming process is investigated and the process parameters as well as the process itself is optimized (figure 2). Simulation tools are used to describe the material behavior in the forming process (figure 3). The main objective is to evaluate the quality of material modeling as well as the enhancement of the forming process and to create guidelines for the development and design of new products.



[3] Abbildung des Verhaltens in Simulationen
 [3] Modeling Strategies



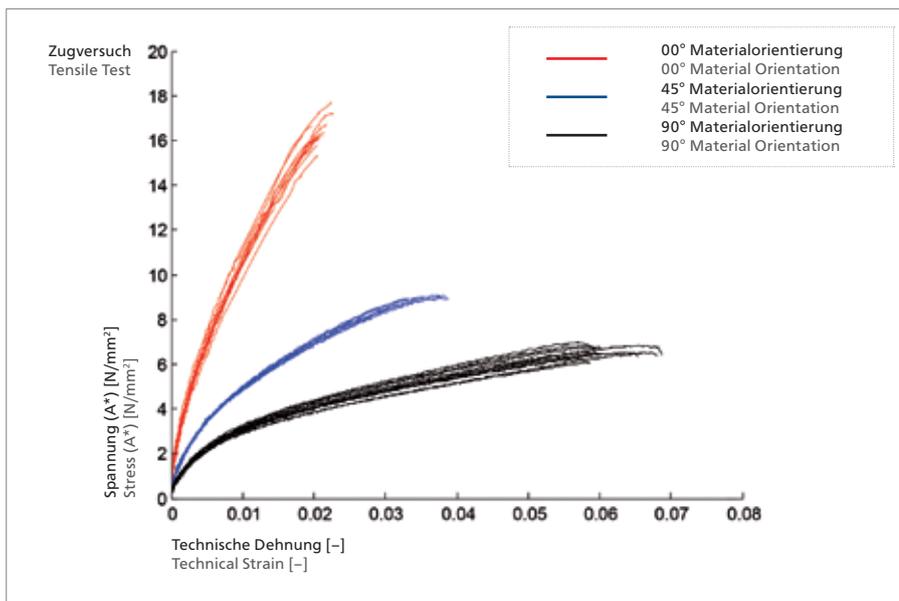
[2] Experimentelle Untersuchung des Umformverhaltens
 [2] Experimental Investigation of the Forming Behavior

Umformen von Faserwerkstoffen

Faserwerkstoffe nehmen durch ihre hohe Festigkeit bei geringer spezifischer Dichte einen immer weiter steigenden Anteil in der industriellen Anwendung und somit in der Produktionstechnik ein.

Denkt man an einfache Verpackungen, wie Faltschachteln, verbindet man hiermit den Werkstoff Papier. Papier ist ein aus natürlichen Fasern bestehender Faserwerkstoff, der im Gegensatz zu Faserverbundwerkstoffen nicht über eine Matrix verfügt, in der die Fasern eingebettet sind. Neben Punkten wie Nachhaltigkeit und toxikologischer Unbedenklichkeit, kann Papier durch ein in großen Bereichen einstellbares Eigenschaftspotential und seine geringe spezifische Dichte überzeugen. Zusätzlich erzeugt die Haptik, vor allem bei Konsumenten im Bereich der Verpackungsindustrie, das Gefühl einer höheren Wertigkeit im Vergleich zu Kunststoffverpackungen. Dies führt dazu, dass sich Papier als Verpackungs- und Designwerkstoff wieder verstärkter Nachfrage erfreut. Dennoch kann es zurzeit im Bereich der Formgebung und Prozesssicherheit nicht mit Kunststoff konkurrieren. Die Entwicklung neuer Produktgeometrien beruht vor allem auf den Erfahrungen des Produzenten und oder umfangreichen experimentellen Versuchen. An dieser Stelle

setzt die aktuelle Forschung des PtU an. Durch eine umfangreiche Materialcharakterisierung, mit zum Teil speziell entwickelten Prüfeinrichtungen, werden die Eigenschaften von handelsüblichen Papieren (Karton) bestimmt (Abbildung 1). Des Weiteren werden Umformprozesse untersucht und optimiert (Abbildung 2). Dies bildet die Basis für die Abbildung der Materialeigenschaften und Umformprozesse in Modellen (Abbildung 3). Das Ziel ist hierbei, die Güte bestehender Materialmodellierungsansätze zu bestimmen und hiermit den Umformprozess sowie die Auslegungsstrategien für neue Produkte aus Papier zu verbessern.



[1] Materialcharakterisierung
[1] Material Characterization

Kontakt | Contact Dipl.-Ing. Dominik Huttel
 Telefon | Telephone +49 6151 16 36 56
 E-Mail | E-Mail huttel@ptu.tu-darmstadt.de

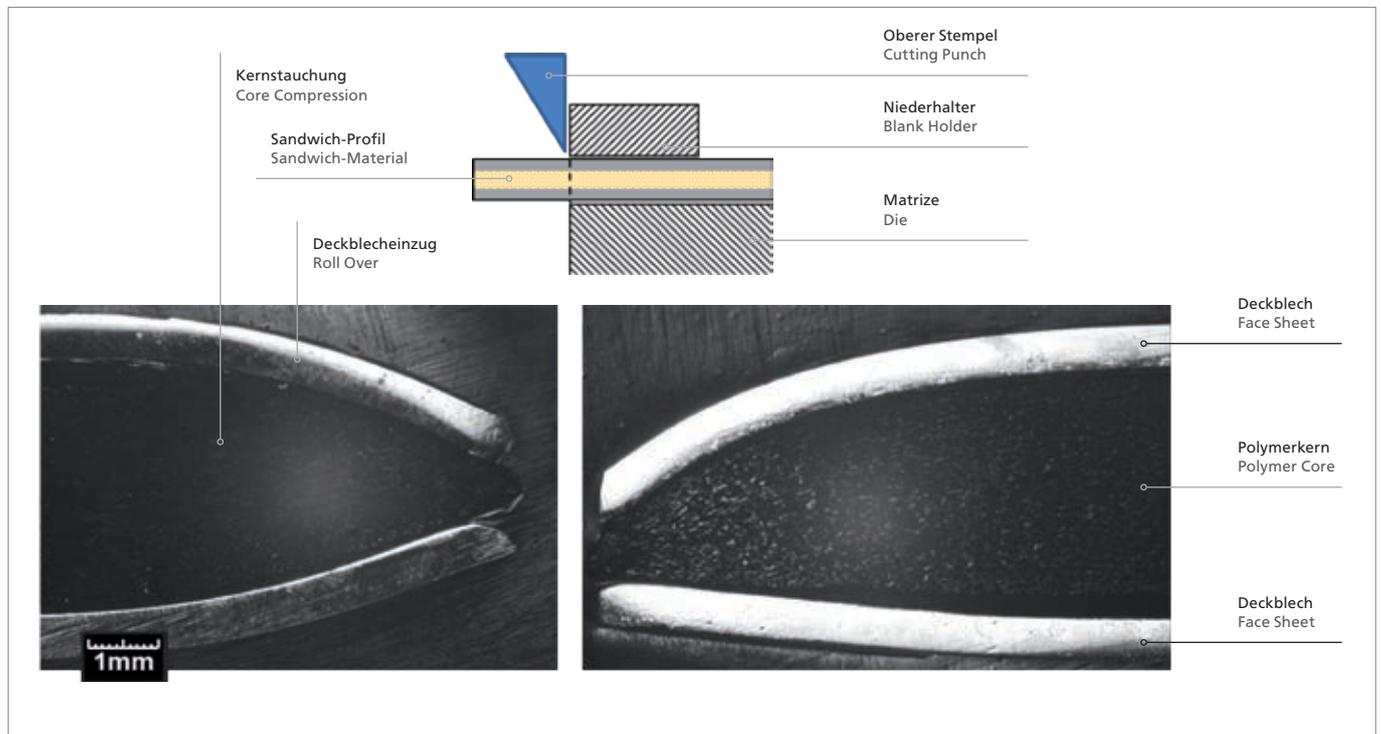
Intelligent Dies for Lubricant Free Shear Cutting of Composite Materials

The increasing requirement for lightweight design in all fields of engineering, require the usage of new materials. Composite materials may combine positive properties of different materials. So called sandwich beams consisting of strong and stiff facings and light weight cores offer improved stiffness and strength to weight ratios compared to monolithic materials. For a cost-efficient processing of these materials new manufacturing technologies are necessary. In addition to the conventional forming processes shear cutting is one of the most commonly used manufacturing processes. Currently the lubricant free shear cutting is not state of the art. Using normal shear cutting processes, two different types of failure may occur. On the one hand there could be a high bending in the facings and on the other hand there can be delamination effects (figure 1).

To reach the global aim it is necessary to define some mile stones:

In the first step an intelligent experimental die has to be designed and built. The triple-acting die is capable of extending the limits of the counter shear cutting process (figure 2). In parallel, an analytical model will be developed, which allows estimating different material combinations according to their cuttability. The last step is the validation and the adaption of the analytic model with an experimental study.

Aim and Approach The aim of the project is the development of a parametric model for composite beams. This model allows to evaluate the cuttability of different material combinations.



[1] Versagensarten beim Scherschneiden von Sandwichblechen
 [1] Failure Modes During Shear Cutting of Sandwich Beams

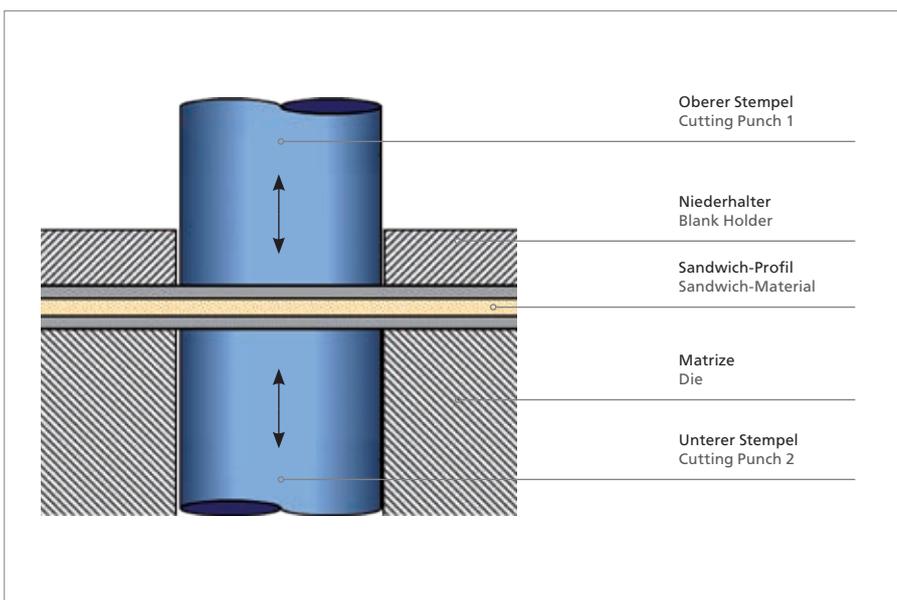
Intelligente Werkzeuge für das Trocken-Scherschneiden von Verbundwerkstoffen

Die zunehmende Forderung nach Leichtbau in allen Gebieten der Technik macht die Anwendung von innovativen Werkstoffen erforderlich. Verbundwerkstoffe bieten die Möglichkeit, die positiven Eigenschaften von verschiedenen Werkstoffen gezielt zu kombinieren. Sogenannte Sandwichbleche, die aus zwei starren Blechhäuten und einem Polymerkern bestehen, liefern einen Kompromiss für biegesteife Strukturen, die gleichzeitig hohe Leichtbauanforderungen erfüllen. Zur wirtschaftlichen Verarbeitung dieser Werkstoffe sind neue Fertigungsverfahren erforderlich, zu denen neben den üblichen Umformverfahren auch das Scherschneiden zählt. Das Trocken-Scherschneiden von Sandwichwerkblechen ist aktuell nicht Stand der Technik. Bei der Anwendung herkömmlicher Schneidverfahren kann es zu einem starken Deckblecheinzug, einer Stauchung des Kerns sowie zu einer Delamination des Verbundes kommen (Abbildung 1).

Zielsetzung und Vorgehensweise Das Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung eines parametrisierten Verbundwerkstoffmodells. Mit Hilfe des Modells sollen unterschiedliche Materialkombinationen hinsichtlich ihrer Schneidbarkeit beurteilt werden können.

Um die globale Zielsetzung zu erreichen, sind verschiedene Teilziele vorgesehen:

Zunächst wird ein intelligentes Versuchswerkzeug entwickelt und gebaut. Durch das dreifachwirkende Konterschneidwerkzeug ist es möglich, das Konterschneidverfahren und dessen Grenzen zu erweitern (Abbildung 2). Parallel dazu wird ein parametrisches Verbundwerkstoffmodell entwickelt. Insbesondere stehen dabei die Materialkennwerte und die Geometrie der einzelnen Werkstoffe im Fokus. Die entwickelte Analytik wird anhand einer Parameterstudie experimentell validiert und angepasst.



[2] Prinzipskizze des Konterschneidverfahrens

[2] Schematic Diagram of the Counter Shear Cutting



Kontakt | Contact
Telefon | Telephone
E-Mail | E-Mail

M.Sc. David Übelacker
+49 6151 16 755 81
uebelacker@ptu.tu-darmstadt.de

Cluster Servo Presses

In production technology, the job of presses is to transfer energy onto a forming tool in order to cut or form a product. A relatively new and currently highly demanded version of presses is the so-called servo press. This type of press enables the usage of a wide range of time-displacement profiles of the ram. This flexibility is generated by adjustable drives in form of servo or torque motors with very high torques even in low speed ranges. Time-displacement profiles can be adapted to the specific forming operations or changing process conditions. Thus, a variable ram movement enables the extension of process windows, improves overall part qualities and increases tool life.

An important field of research within this cluster is the influence of an adjustable time-displacement profile on both process and part characteristics. Another topic is the development and installation of an even more flexible servo press type. This so-called 3D Servo Press is based on an existing small scale model and is characterized by a lever linkage, allowing a force-bounded and way-bounded-operation as well as a combination of both modes. Beside a vertical stroke, the press ram is also capable of tilting around two axes. Hence, the range of motion and the manufacturing capability is increased significantly in comparison to conventional press systems. For the development of the 3D Servo Press it is necessary to create novel concepts for bearings, linear guidance, lubrication and cooling to be used for example in the lever system of the machine.

In this context, another project investigates the control of varying product properties by using the new press technology. These variations are caused by variations in the properties of the semi-finished products. In order to react to those variations properly, various quality control loops are developed, implemented, and tested. The goal is to expand the flexibility of machines and to enable an economic production of product variants.

Another project deals with the reduction of noise emission in deep drawing processes by adjusting the stroking motion – again using a servo press. Here the main objective is to optimize the vibration characteristics

of the deep drawing process. The adaptation of the stroke motion using servo press technology allows an adjustment within the scope of the drive and controlling options.

List of Projects 2013

FORMÄLEON – Versatile Metal Forming by Use of Servo Press Technology, BMBF Framework Programme Research for the Production of Tomorrow (Completed 30.09.2013)

The 3D Servo Press – From a Research Version to an Industrial Standard Machine, DFG Collaborative Research Centre SFB 805 – Control of Uncertainty in Load-Carrying Mechanical Systems, Subproject B2

Forming – Production Families at Equal Quality, DFG Collaborative Research Centre SFB 805 – Control of Uncertainty in Load-Carrying Mechanical Systems, Subproject B2

Combined Roller and Plain Bearings for Linear Guides and Rotary Bearings, AiF

Integration of Sensors and Interpretation of Measurements in Metal Forming Process Chains (Subproject), Joint Project: Robustness Through Integration, Interaction, Interpretation, and Intelligence (RobIN4.0)

Cluster Servopressen

Pressen haben in der Produktionstechnik die Aufgabe Energie auf ein Werkzeug zu übertragen, um damit ein Werkstück z. B. auszuschneiden oder umzuformen. Eine relativ neue und gegenwärtig stark nachgefragte Variante von Pressen stellen die sogenannten Servopressen dar. Durch den Einsatz regelbarer Antriebe in Form von Servo- bzw. Torquemotoren mit sehr hohen Drehmomenten bereits in niedrigen Drehzahlbereichen, bietet dieser Pressentyp eine große Bandbreite frei wählbarer Weg-Zeitverläufe des Stößels. In der Anwendung ermöglicht dies eine optimale Abstimmung der Geschwindigkeitsverläufe auf die jeweilige Umformoperation. Für die Umformtechnik erwachsen daraus Vorteile durch Erweiterungen von Prozessfenstern, eine Steigerung der Bauteilqualitäten sowie eine Erhöhung der Werkzeugstandzeiten.

Einflüsse des flexibel einstellbaren Weg-Zeit-Verlaufs auf die Prozess- und Bauteileigenschaften stehen im Vordergrund einiger Forschungsarbeiten am PtU. Einen weiteren Schwerpunkt innerhalb dieses Clusters bildet die Entwicklung und Implementierung einer neuen, noch flexibleren Variante von Servopressen, der sogenannten 3D-Servo-Pressen. Der aktuell im Aufbau befindliche Prototyp basiert auf einem bereits vorhandenen, funktionsfähigen Miniaturmodell und zeichnet sich durch eine Hebelkinematik aus, die sowohl einen kraft- als auch weggebundenen Betrieb sowie eine Kombination aus beiden Betriebsarten ermöglicht. Gleichzeitig besitzt der Stößel, neben dem vertikalen Pressenhub, die Möglichkeit gezielt um zwei Achsen zu verkippen. Auf diese Weise vergrößern sich das Bewegungsspektrum und damit die Fertigungsmöglichkeiten der Maschine im Vergleich zu konventionellen Pressensystemen erheblich. Zudem sind für die Entwicklung der 3D-Servo-Pressen neuartige Konzepte hinsichtlich Rotationslager und Linearführungen sowie deren Schmierung und Kühlung notwendig, die im Rahmen dieses Clusters entwickelt werden.

In diesem Zusammenhang beschäftigt sich ein weiteres Projekt mit der Regelung von Bauteileigenschaften, die durch Schwankungen in den Eigenschaften der Halbzeuge hervorgerufen werden. Um auf diese Eigenschaftsschwankungen zu reagieren,

werden verschiedene Qualitätsregelkreise entwickelt, implementiert und erprobt. Somit wird angestrebt, die Flexibilität der Maschinen zu erweitern und Produktvarianten kostengünstig herzustellen.

Ein anderes Forschungsprojekt in diesem Cluster befasst sich mit der Reduzierung von Geräuschemissionen beim Ziehen durch geregelte Hubverläufe mit Servopressen. Ziel des Forschungsvorhabens ist es, die Schwingungseigenschaften beim Tiefziehen durch einen angepassten Weg-Zeitverlauf des Stempels zu optimieren. Diese Anpassung gelingt durch die Ausnutzung der Servopresstechnologie, welche einen, im Rahmen der Antriebs- und Regelungsmöglichkeiten, frei einstellbaren Stempelweg zulässt.

Projektliste 2013

FORMÄLEON – Wandlungsfähige Blechumformung durch Einsatz von Servotechnologie, BMBF Rahmenprogramm Forschung für die Produktion von Morgen (abgeschlossen 30.09.2013)

Die 3D-Servo-Pressen – von der Forschungsversion zu industriellen Standardmaschine, DFG Sonderforschungsbereich (SFB) 805, Beherrschung von Unsicherheit in lasttragenden Systemen des Maschinenbaus, Transferprojekt T3

Umformen – Produktionsfamilien bei gleich bleibender Qualität, Beherrschung von Unsicherheit in lasttragenden Systemen des Maschinenbaus, Teilprojekte B2

Kombinierte Wälz-Gleitlagerungen für Linearführungen und Rotationslager, AiF

Integration von Sensorik und Interpretation von Messwerten in umformtechnischen Prozessketten (Teilprojekt), Verbundprojekt: Robustheit durch Integration, Interaktion, Interpretation und Intelligenz (RobIN4.0)



Kontakt | Contact
Telefon | Telephone
E-Mail | E-Mail

Dipl.-Ing. Mesut Ibis
+49 6151 16 54 57
ibis@ptu.tu-darmstadt.de

Flexibility in Forming | SFB 805 – Subproject B2: Forming – Production Families at Equal Quality

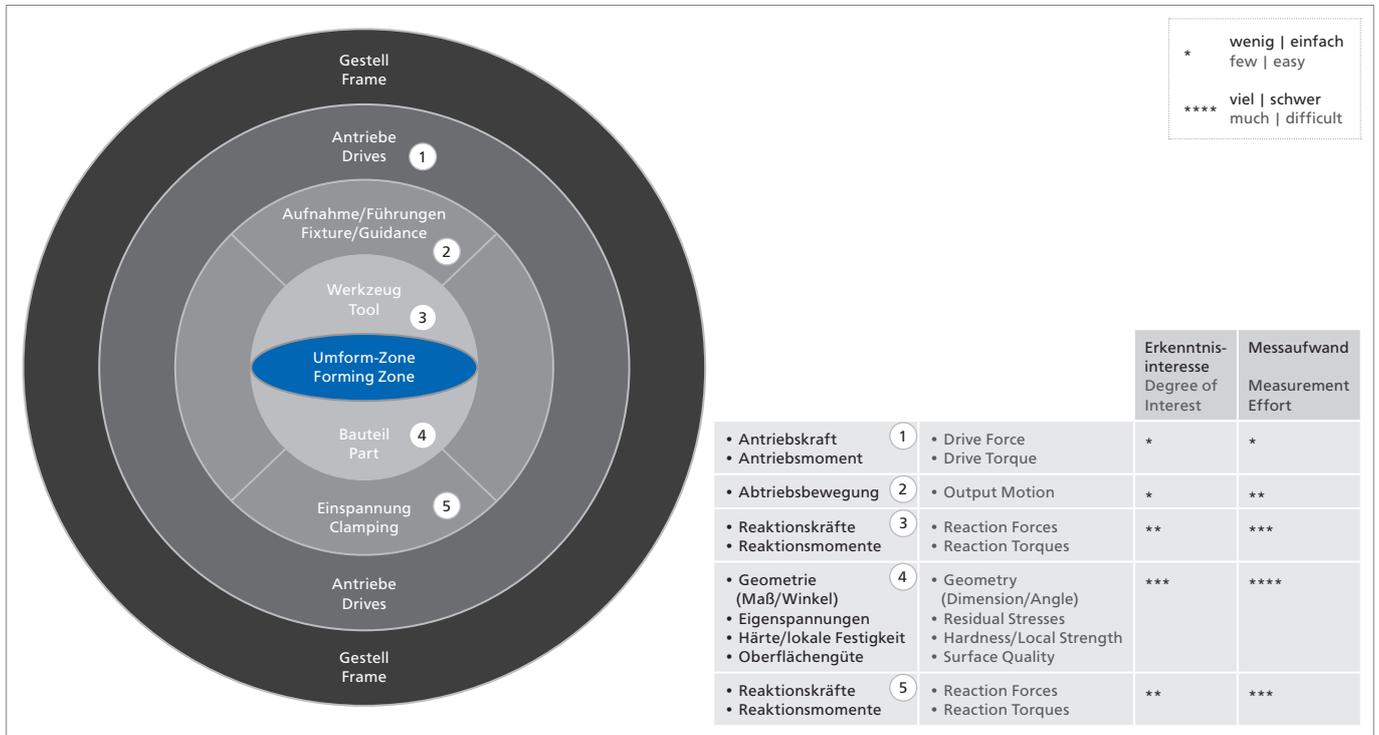
Motivation Forming technology is traditionally characterized by production in large batch sizes at low part costs. Recent developments have shown a tendency to higher fluctuations in demand, shorter life cycles and a growing product variety. Besides, fluctuations in the properties of utilized semi-finished parts are challenging with regard to part properties and therefore product quality.

This leads to an increased effort for sensor integration. Summing up, the research focuses on the development of appropriate models to monitor and predict desired part properties. To achieve this, favourably measurable machine and tool variables such as positions, velocities and reaction forces as well as properties of semi-finished parts can be taken into account.

Objective Subproject B2 »Forming – Production Families at Equal Quality«, which is part of the Collaborative Research Centre SFB 805, concentrates on the control of uncertainties in metal forming processes, especially the control of part properties under fluctuating input conditions.

A significant improvement of part accuracy using the adaptive control versus the non-adaptive control was proven by a statistical analysis. Figure 2 shows the probability density distribution of the achieved deviation from the set-point for both alternatives using the example of the spring-back compensation in a free bending process.

Approach The acquisition of part properties as well as the influence during the process is of high importance to the control of product quality. When measuring part properties in forming processes, the difficulty arises that the relevant values are located close to the forming zone and thus in the centre of the forming process (figure 1).



[1] Herausforderung der Sensorintegration
[1] Challenges of Sensor Integration

Umformen – Produktionsfamilien bei gleich bleibender Qualität

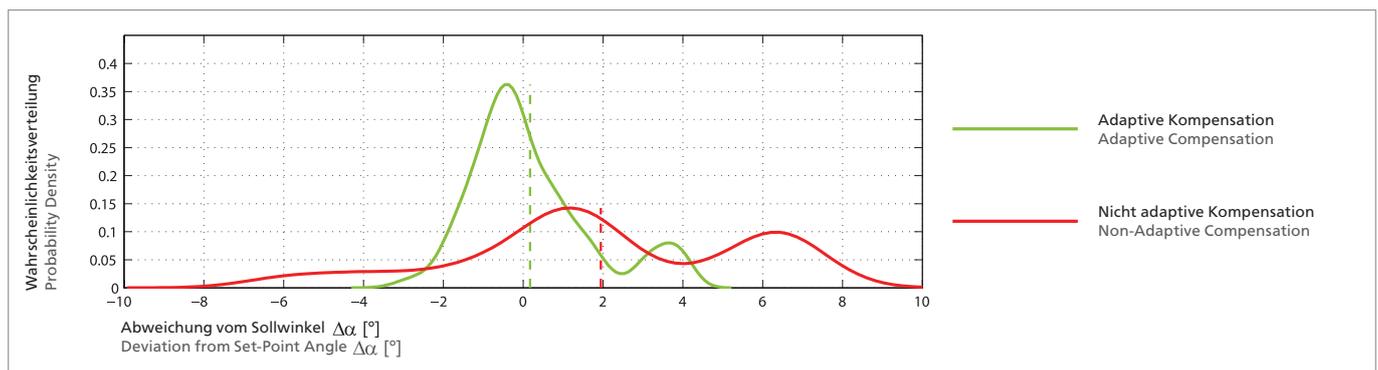
Motivation Die Umformtechnik zeichnet sich traditionsgemäß dadurch aus, dass Produkte in hohen Stückzahlen und zu geringen Stückpreisen produziert werden können. Die Entwicklung der letzten Jahre zeigt eine Tendenz zu starken Nachfrageschwankungen, verkürzten Produktlebenszyklen und wachsender Variantenvielfalt. Des Weiteren stellen Schwankungen in den Eigenschaften der verwendeten Halbzeuge eine große Herausforderung bezüglich der Bauteileigenschaften und somit der Produktqualität dar.

Zielsetzung Das im SFB 805 eingegliederte Teilprojekt B2 »Umformen – Produktionsfamilien bei gleich bleibender Qualität« beschäftigt sich mit der Beherrschung von Unsicherheit in umformtechnischen Produktionsprozessen und im Speziellen mit der Regelung von Bauteileigenschaften unter schwankenden Eingangsbedingungen.

Vorgehensweise Bei der Regelung der Produktqualität ist die Erfassung der Bauteileigenschaften sowie die Einflussnahme darauf während des Prozesses von großer Bedeutung. Bei der Messung der Bauteileigenschaften in Umformprozessen ergibt sich die Problematik, dass die relevanten

Größen nahe der Umformzone und somit im Zentrum des Umformprozesses liegen (Abbildung 1), wodurch sich ein erhöhter Aufwand zur Sensorintegration ergibt. Im Fokus der Forschungstätigkeit steht deshalb die Entwicklung geeigneter Modelle für die Überwachung und Vorhersage der zu regelnden Bauteileigenschaften. Dazu können während des Prozesses mit geringem Aufwand messbare Maschinen- und Werkzeuggrößen, wie Wege, Geschwindigkeiten und Reaktionskräfte, sowie die Eigenschaften der Halbzeuge zu Beginn des Prozesses einbezogen werden.

Durch statistische Untersuchungen konnte belegt werden, dass sich die Maßhaltigkeit von Bauteilen durch die Verwendung der adaptiven gegenüber einer nichtadaptiven Regelung signifikant verbessert. Abbildung 2 zeigt die Häufigkeitsverteilung der erzielten Abweichungen vom Sollwert für beide Varianten am Beispiel der Rückfederungskompensation in einem freien Biegeprozess.



[2] Häufigkeitsverteilung der Abweichungen vom Sollwinkel
[2] Probability Density Distribution of the Deviation from Set-Point



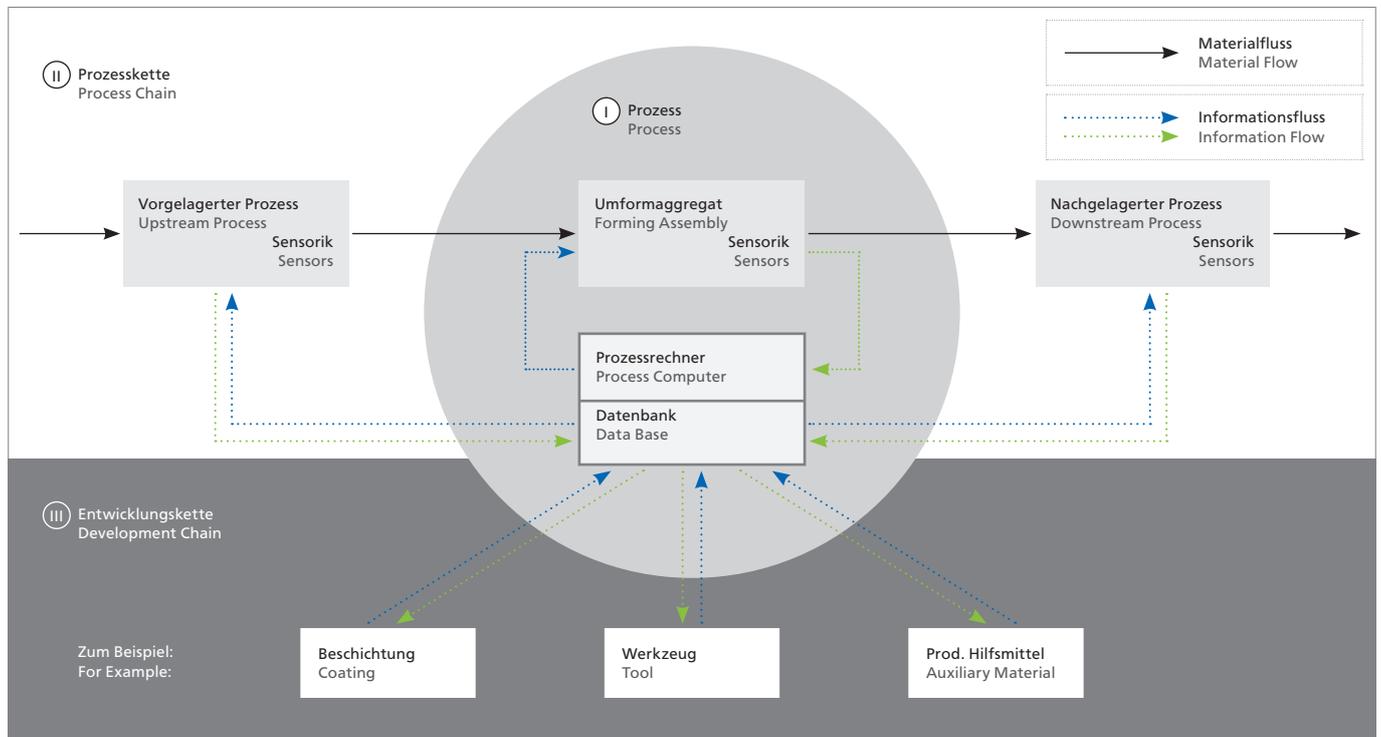
Kontakt | Contact Dipl.-Ing. Stefan Calmano
Telefon | Telephone +49 6151 16 39 56
E-Mail | E-Mail calmano@ptu.tu-darmstadt.de

Joint Project RobIN 4.0

Motivation Forming processes are among the most productive industrial manufacturing processes. Large quantities of high-quality products can be produced within a short time, for example in the fields of automotive and medical engineering. The high level of productivity and a wide range of various applications of the products make the metal forming a backbone of the manufacturing industry. However, the embedding of metal forming processes in the internal information and material flows frequently have significant gaps. In particular, networking with other planning and value creation is hardly practiced, see figure 1. Therefore an extension of the information flows is essential for the design of robust process chains also in high fluctuating batch sizes and -features.

Approach To increase the robustness of forming processes, three basic sub-goals are defined. The first step is the development of an appropriate sensor system, with which the process chain can be monitored. Another work package includes the collection, interpretation and use of the data obtained. The storage and preparation of data on individual processes or the entire process chain enables adaptive control of individual processes as well as the upstream and downstream processes. Moreover, is a targeted communication with external partners such as tool makers is possible, see figure 2. In the final stages, a demonstrator is produced in which all sub-goals are combined in a model process chain.

Objective The project RobIN 4.0 is embedded in the field of »Smart Networking in production – a contribution to the future project »Industrial 4.0«. The aim of the project is to enable information flows parallel to the productive material flows to achieve a better process robustness and reliability in production.



[2] Gesamtprozesskette zur Zusammenführung der Teilziele
 [2] Overall Process Chain for the Merging of the Sub-Goals

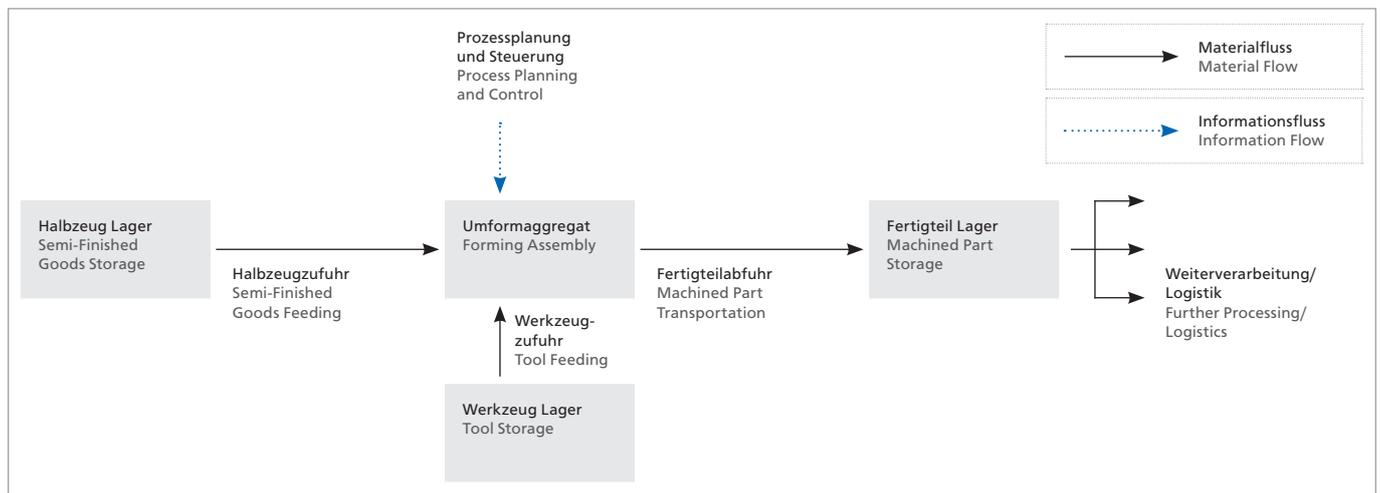
Verbundprojekt RobIN 4.0

Motivation Umformprozesse zählen zu den produktivsten industriellen Fertigungsverfahren. Hiermit können innerhalb kurzer Zeit große Stückzahlen von hochwertigen Produkten, beispielsweise aus den Bereichen Fahrzeugbau oder Medizintechnik, gefertigt werden. Die hohe Produktivität und die vielfältige Anwendbarkeit der Produkte machen die Umformtechnik zu einem Rückgrat der produzierenden Industrie. Die Einbettung von Umformprozessen in die innerbetrieblichen Informations- und Materialflüsse weist jedoch häufig erhebliche Lücken auf. Insbesondere eine Vernetzung mit anderen Planungs- und Wertschöpfungsprozessen ist in der Praxis kaum gegeben, siehe Abbildung 1. Somit ist für die Auslegung robuster Prozessketten auch bei stark schwankenden Chargengrößen und -eigenschaften eine Erweiterung der Informationsflüsse unumgänglich.

Zielsetzung Das Projekt RobIN 4.0 ist in das Themenfeld »Intelligente Vernetzung in der Produktion – ein Beitrag zum Zukunftsprojekt »Industrie 4.0«« eingebettet. Ziel des Projektes ist es, Informationsflüsse

parallel zu den produktiven Materialflüssen zu ermöglichen, um somit eine bessere Prozessrobustheit und Produktionssicherheit zu erreichen.

Vorgehensweise Um die Robustheit von Umformprozessen weiter zu steigern, werden drei wesentliche Teilziele definiert. Zu Beginn steht die Entwicklung einer geeigneten Sensorik, mit der die Prozesskette überwacht werden kann. Ein weiteres Arbeitspaket umfasst die Speicherung, Interpretation und Verwendung der gewonnenen Daten. Die Speicherung und Aufbereitung der Daten über einzelne Prozesse bzw. die gesamte Prozesskette ermöglicht die adaptive Steuerung einzelner Prozesse sowie von vor- und nachgelagerten Prozessen. Zusätzlich ist eine gezielte Kommunikation mit externen Partnern, wie bspw. Werkzeugbauern (Abbildung 2), möglich. Als Endergebnis entsteht ein Demonstrator, in dem alle Teilziele anhand einer Musterprozesskette zusammengeführt werden.



[1] Material- und Informationsfluss bei einer üblichen umformenden Fertigung

[1] Material and Information Flow in a Conventional Forming Manufacturing



Kontakt | Contact
Telefon | Telephone
E-Mail | E-Mail

M.Sc. Johanna Schreiner
+49 6151 16 73 42
schreiner@ptu.tu-darmstadt.de

Abgeschlossene Dissertationen

Completed Dissertations

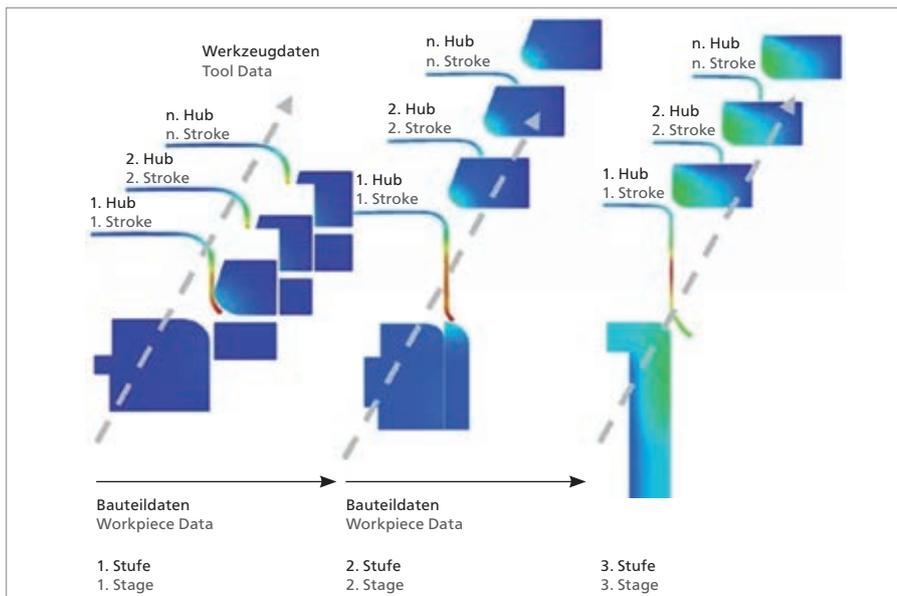
Beitrag zur Temperaturprognose in kombinierten Tiefzieh- und Abstreckgleitziehprozessen

Am 3. Juli 2013 hat Herr Dr.-Ing. Alexander Michael Engels aus Neuwied erfolgreich seine Dissertation mit dem Titel »Beitrag zur Temperaturprognose in kombinierten Tiefzieh- und Abstreckgleitziehprozessen« verteidigt. Im Rahmen seiner Untersuchungen wurde die Entwicklung der Temperatur bei mehrstufigen Umformprozessen betrachtet. In Simulationen wurden hierzu die einzelnen Hübe sowie die Temperatur beim Transfer zwischen den Stufen berücksichtigt. Um eine ausreichende Genauigkeit zu erzielen, war es notwendig, in Streifenziehversuchen die Temperaturentwicklung durch die Reibung und in Zugversuchen die Wärmeumwandlung aus der Umformenergie zu ermitteln. Bei Realversuchen mit in Werkzeugen integrierten Thermoelementen sowie einer Thermokamera konnten durch Messungen der Werkzeug- und Werkstücktemperaturen die Simulationen bestätigt werden. Bei einer abschließenden Betrachtung des Wärmehaushaltes zeigte sich, dass ein Anblasen der Bauteile mit Luft während des Transfers ebenso wie das aktive Kühlen zu einer signifikant geringeren Temperatur führt.

Contribution to the Prediction of Temperatures in Combined Application of Deep Drawing and Ironing
 On July 3, 2013, Dr.-Ing. Alexander Michael Engels from Neuwied successfully presented his PhD thesis titled »Contribution to the Prediction of Temperatures in Combined Application of Deep Drawing and Ironing«. He investigated the development of the temperature in multistage operations of sheet metal forming. Therefore, simulations regarded the strokes as well as the temperature transfer from one stage to the next. To improve the accuracy of the simulations, strip drawing tests were conducted to investigate the heat development by friction and tensile tests were necessary to determine the forming energy converted into heat. Additionally, production tests were observed with temperature sensors integrated in to the tool, and a thermo camera to measure the occurring temperatures of the tools and the workpieces. They confirmed the simulations which examined the influences on the temperature and indicated that blowing air on the workpieces during the transfer as well as an active cooling of the tools can significantly reduce the temperature.



Dr.-Ing. Alexander Michael Engels



[1] Konzept zur Temperaturberechnung

[1] Concept for the Calculation of the Temperature

Untersuchungen und Prozessgestaltungsempfehlungen zum maßhaltigen Rollprofilieren von Tailor Rolled Blanks

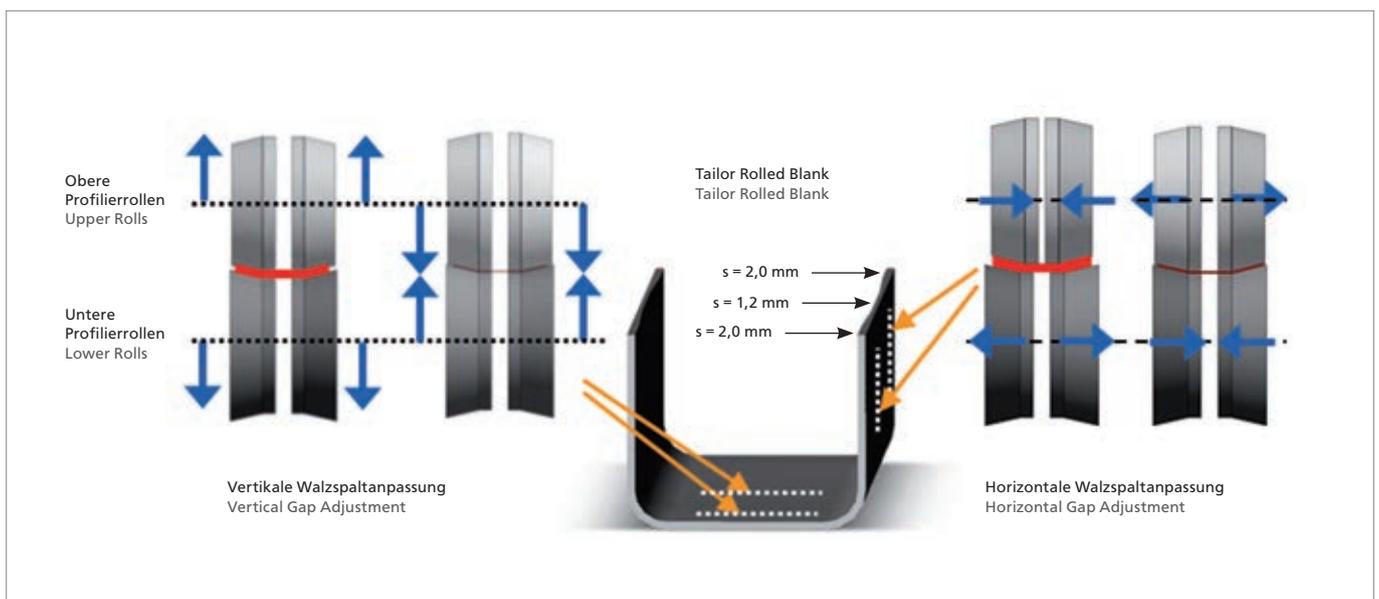
Die kontinuierlich steigenden Anforderungen an Sicherheit und Umweltverträglichkeit von Fahrzeugen verlangen nach belastungsangepassten Bauteilen, um dem Trend der stetigen Zunahme des Fahrzeuggewichts entgegenzuwirken. Die Verarbeitung von Tailor Rolled Blanks, also Blechen mit variablen Blechdickenverläufen, durch Walzprofilieren ermöglicht es, belastungsangepasste Bauteile aufgrund der kontinuierlichen Prozessführung wirtschaftlich herzustellen (Abbildung 2). Derzeit gibt es keine allgemeingültigen Erkenntnisse, um maßhaltige Profile aus Tailor Rolled Blanks fertigen zu können. Im Rahmen der Dissertation wurde ein Werkzeugsystem zum maßhaltigen Rollprofilieren von Tailor Rolled Blanks entwickelt. Zudem führten analytische, experimentelle und numerische Untersuchungen zu allgemeingültigen und übertragbaren Prozessgestaltungsempfehlungen und Auslegungsmethoden.

Studies and Process Design Recommendations for Dimensionally Stable Roll Forming of Tailor Rolled Blanks

Increasing requirements on safety and environmental performance of vehicles demand tailored components to counteract the trend of increasing vehicle weight. Tailor Rolled Blanks have load adapted sheet thicknesses. Roll forming of these Tailor Rolled Blanks is one way to manufacture tailored components for the automotive industry economically due to the continuous processing (figure 2). Currently, there is no knowledge for roll forming of dimensionally stable profiles from Tailor Rolled Blanks. A Part of this dissertation was the development of a tool system for the roll forming of Tailor Rolled Blanks. In addition, process design recommendations and design methods were developed by analytical, experimental and numerical studies.



Dr.-Ing. Philip Beiter



[2] Profil mit belastungsangepasstem Blechdickenverlauf

[2] Profile with Load Adapted Sheet Thickness

Veröffentlichungen

Publications

Calmano, Stefan; Schmitt, Sebastian O.; Groche, Peter:

Prevention of Over-Dimensioning in Light-Weight Structures by Control of Uncertainties During Production,
New Developments in Forging Technology, 06/2013, 978-3-88355-395-5, 313–317, MAT INFO Werkstoff-Informationsgesellschaft mbH

Görtan, Mehmet Okan; Bruder, Enrico; Groche, Peter; Müller, Clemens:
Reprocessing of Severely Plastic Deformed High Strength Steels by Extrusion,
5th International Symposium on Designing Processing and Properties of Advanced Materials Konferenzband, 11/2012

Görtan, Mehmet Okan; Groche, Peter; Bruder, Enrico; Müller, Clemens:
Cold Extrusion of Severely Plastic Deformed High-Strength Materials,
New Developments in Forging Technology, 2013, 978-3-88355-395-5, 135–147, MAT INFO Werkstoff-Informationsgesellschaft mbH

Groche, Peter; Brenneis, Matthias; Görtan, Mehmet Okan; Schmitt, Sebastian O.:
Recent Developments in Incremental Bulk Forming,
Proceedings of the 6th JSTP International Seminar on Precision Forging, 2013, 03/2013, 43–48

Groche, Peter; Brenneis, Matthias; Görtan, Mehmet Okan; Schmitt, Sebastian O.:
Recent Developments in Incremental Bulk Forming,
6th JSTP International Seminar on Precision Forging, Konferenzband, 2013

Groche, Peter; Christiany, Matthias:
Evaluation of the Potential of Tool Materials for the Cold Forming of Advanced High Strength Steels,
Wear, Vol.302, 04,05/2013, 1279–1285, Elsevier

Groche, Peter; Christiany, Matthias:
Qualifizierung neuer Tribosysteme zur Umformung höchstfester Stahlbleche,
EFB-Forschungsbericht 363, 2013, 978-3-86776-405-6, Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e.V

Groche, Peter; Christiany, Matthias; Brüninghaus, Gerhard:
Servopressen sind wegen ihrer Emissionswerte auch »salonfähig«,
Maschinenmarkt, 32/33, 08/2013, 26–28, Vogel Business Media

Groche, Peter; Christiany, Matthias; Steitz, Manuel:
Standzeiten und Verschleißentwicklung bei der Umformung höchstfester Blechwerkstoffe,
33. EFB-Kolloquium Blechverarbeitung, Konferenzband, 2013, 978-3-86776-400-1, 267–278, Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e.V

Groche, Peter; Monnerjahn, Vinzent; Steitz, Manuel; Ludwig, Christian:
Festwalzen in der Rollenfertigung,
wt Werkstattstechnik online, 10, 2013, 748–752, Springer-VDI-Verlag

Groche, Peter; Müller, Christian:
Walzprofilieren von Flacherzeugnissen aus Stahl,
Merkblatt, 180, 2013, Stahl-Informationszentrum

Groche, Peter; Müller, Christian; Kempf, Gregor; Jesse, Tobias:
Rüstzeitverkürzung beim Walzprofilieren,
wt Werkstattstechnik online, 6, 2013, 535–542, Springer-VDI-Verlag

Groche, Peter; Müller, Christian; Traub, Tilman; Butterweck, Katja:
Experimental and Numerical Determination of Roll Forming Loads,
steel research international, 2013, wiley Verlag

Groche, Peter; Müller, Christoph; Stahlmann, Jörg; Zang, Sebastian:
Mechanical Conditions in Bulk Metal Forming Tribometers – Part One,
Tribology International, 62, 2013, 223–231

Groche, Peter; Stahlmann, Jörg; Müller, Christoph:
Mechanical Conditions in Bulk Metal Forming Tribometers – Part Two,
Tribology International, 66, 2013, 345–351

Groche, Peter; Steitz, Manuel; Engels, Michael; Scheil, Jan; Müller, Clemens; Bräuer, Günter; Weigel, Kai:
Effizienzsteigerung im Werkzeug- und Formenbau durch maschinelle Oberflächeneinglättung,
EFB-Forschungsbericht 358, 2013, 978-3-86776-398-1, Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e.V

Groche, Peter; Steitz, Manuel; Müller, Clemens; Scheil, Jan:
Einglättung durch Festwalzen und Festklopfen,
VDI-Z – Integrierte Produktion, 154 (III), 11/2012, 51–56, Springer VDI Verlag

Groche, Peter; Taplick, Christoph; Sticht, Peter; Czwick, Stephan:
Passives Spaltprofilieren für den industriellen Einsatz,
wt Werkstattstechnik online, 10, 2013, 789–793, Springer-VDI-Verlag

Groche, Peter; Birkhofer, Herbert; Bauer, Oliver; Göllner, Thea; Gramlich, Sebastian; Kaune, Vanessa; Rullmann, Felix; Weitzmann, Oliver:
Potenziale einer durchgängigen Produktentstehung – Nutzung technologieinduzierter Eigenschaften zur Entwicklung von Blechstrukturen,
Konstruktion, 11/2012, 85–90

Heß, Benjamin; Übelacker, David; Groche, Peter:
Numerical Investigation on the Force Reduction in Axial Forming by Oscillating Ram Movement,
6th JSTP International Seminar on Precision Forging, Konferenzband, 2013

Ludwig, Christian; Monnerjahn, Vinzent; Jalizi, Behzad; Schmidt, Sebastian; Groche, Peter; Abele, Eberhard:
Konzepte zur Qualitätssicherung von spanenden und umformenden Prozessen in der Fließfertigung,
4. Zwischenkolloquium SFB 666, Darmstadt, 11/2012, 978-3-87525-332-0, 65–76, Meisenbachverlag

Müller, Christian; Bäumer, Lars; Groche, Peter:
Numerical Determination of Loads in Roll Forming Processes,
Proceedings of the 16th International Conference on Advances in Materials & Processing Technologies, 09/2013

Müller, Christoph; Jahn, Alexander; Groche, Peter:
Lubrication of Cold Forging Tools with Single Layer Lubricants,
ICFG, Plenary Meeting 2013

Müller, Christoph; Keller, Mira; Groche, Peter:
Independent Investigation of the Contact Normal Stress and the Surface Enlargement with the Sliding Compression Test,
16th International Conference on Advances in Material & Processing Technologies, 2013

Rullmann, Felix; Bauer, Oliver;
Landersheim, Volker; Groche, Peter;
Hanselka, Holger; Tijani, Yakub:
*Numerische durchgängige Prozessketten-
bewertung mittels FEM,*
4. Zwischenkolloquium SFB 666,
Darmstadt, 2012, 978-3-87525-332-0,
109–120, Meisenbachverlag

Scheil, Jan; Müller, Clemens;
Steitz, Manuel; Groche, Peter:
*Influence of Process Parameters on
Surface Hardening in Hammer Peening
and Deep Rolling,*
Key Engineering Materials, 554–557, 2013,
1819–1827, Trans Tech Publications

Scheitza, Matthias; Schmitt, Sebastian O.;
Emde, Stefan:
*Potential and Challenges of Combined Roller
and Plain Bearings for Servo Presses,*
Advanced Materials Research, 769, 2013,
285–292

Schmitt, Wolfram; Groche, Peter:
*Herstellung verzweigter Bleche flexiblen
Querschnitts,*
4. Zwischenkolloquium SFB 666, Darmstadt,
2012, 978-3-87525-332-0, 51–58,
Meisenbachverlag

Stahlmann, Jörg; Wohletz, Simon:
Prozessketten in der Umformindustrie,
ZWF-Zeitschrift für Wirtschaftlichen
Fabrikbetrieb, 108 (4), 2013, 229–233

Steitz, Manuel; Scheil, Jan;
Müller, Clemens; Groche, Peter:
*Effect of Process Parameters on Surface Rough-
ness in Hammer Peening and Deep Rolling,*
Key Engineering Materials, 554–557, 2013,
1887–1901, Trans Tech Publications

Steitz, Manuel; Weigel, Kai; Weber, Martin;
Scheil, Jan; Müller, Clemens:
*Coating of Deep Rolled and Hammer Peened
Deep Drawing Tools,*
Advanced Materials Research, 769, 2013,
245–252, Trans Tech Publications

Wohletz, Simon; Özel, Mahmut;
Groche Peter:
*Combined Cold Extrusion of Aluminum and
Steel – A Production Technique Combining
High Strength and Lightweight Material in a
Cold State,*
2013, 978-3-88355-395-5, 319–323, MAT
INFO Werkstoff-Informationsgesellschaft mbH

Zang, Sebastian; Groche, Peter:
*Geschwindigkeitseinfluss auf die Tribologie
der Kaltmassivumformung,*
Schmiedejournal, 09/2013, 26–30

Zang, Sebastian; Müller, Christoph;
Groche, Peter:
*Untersuchung des Einflusses der Relativ-
geschwindigkeit auf tribologische Systeme der
Kaltmassivumformung,*
54. Tribologie-Fachtagung, Konferenzband,
2013, 978-3-00-043026-8, 41296

Veröffentlichungen, Stand 31. Oktober 2013
Publications, Status 31. Oktober 2013

Vorträge

Presentations

Abrass, Ahmad; Rullmann, Felix:

Neue Algorithmen zur Beschleunigung der FE-Simulation von Spalt- und Walzprofilierprozessen,

8. Fachtagung Walzprofilieren & 4. Zwischenkolloquium SFB 666, WAPRO 2012, 14.–15. November 2012, Darmstadt, Deutschland

Brenneis, Matthias; Groche, Peter:

Sensorische Verbindungselemente durch Kaltmassivumformung,

VDI-Tagung 28. Jahrestreffen der Kaltmassivumformer, 06.–07. Februar 2013, Düsseldorf, Deutschland

Calmano, Stefan; Schmitt, Sebastian O.; Groche, Peter:

Prevention of Over-Dimensioning in Light-Weight Structures by Control of Uncertainties During Production,

New Developments in Forging Technology, NDFT, 03.–05. Juni 2013, Fellbach, Deutschland

Christiany, Matthias; Groche, Peter:

Evaluation of the Potential of Tool Materials for the Cold Forming of Advanced High Strength Steels,

19th International Conference on Wear of Materials, WOM2013, 14.–18. April 2013, Portland, USA

Görtan, Mehmet Okan:

Forming of Severe Plastic Deformed Wires by Cold Extrusion,

46th ICFG Plenary Meeting, ICFG 2013, 15.–18. September 2013, Paris, Frankreich

Groche, Peter; Bäcker, Frederic:

Springback in Strigner Sheet Stretch Forming, CIRP 63th General Assembly, Copenhagen 2013, 18.–24. August, Copenhagen, Dänemark

Groche, Peter; Zang, Sebastian;

Wohletz, Simon; Müller, Christoph:

Innovative Kaltmassivumformung auf nicht phosphatiertem Halbzeug,

Umform-Meeting 2013, 02.–03. September 2013, Hagen, Deutschland

Groche, Peter; Brenneis, Matthias;

Görtan, Mehmet Okan; Schmitt, Sebastian O.:

Recent Developments in Incremental Bulk Forming,

Proceedings of the 6th JSTP International Seminar on Precision Forging, 11.–12. März 2013, Kyoto, Japan

Müller, Christian; Bäumer, Lars;

Groche, Peter:

Numerical Determination of Loads in Roll Forming Processes,

16th International Conference on Advances in Material & Processing Technologies AMPT 2013, 22.–26. September 2013, Taipei, Taiwan

Müller, Christoph; Jahn, Alexander;

Groche, Peter:

Lubrication of Cold Forging Tools with Single Layer Lubricants,

ICFG, Plenary Meeting 2013, ICFG 2013, 15.–18. September 2013, Paris, Frankreich

Müller, Christoph; Keller, Mira;

Groche, Peter:

Independent Investigation of the Contact Normal Stress and the Surface Enlargement with the Sliding Compression Test,

16th International Conference on Advances in Material & Processing Technologies AMPT 2013, 22.–26. September 2013, Taipei, Taiwan

Schmitt, Sebastian O.; Scheitza, Matthias;

Emde, Stefan:

Potential and Challenges of Combined Roller and Plain Bearings for Servo Presses,

WGP Jahreskongress 2013, 23. Juli 2013, Erlangen, Deutschland

Schmitt, Wolfram; Erbar, Maximilian:

Flexibles Spaltprofilieren: Verfahrensentwicklung, -implementierung und Prozessregelung,

8. Fachtagung Walzprofilieren & 4. Zwischenkolloquium SFB 666, WAPRO 2012, 14.–15. November 2012, Darmstadt, Deutschland

Steitz, Manuel; Weigel, Kai; Weber, Martin;

Scheil, Jan; Müller, Clemens:

Beschichtung von festgeklopften und festgewalzten Tiefziehwerkzeugen,

WGP Jahreskongress 2013, 23. Juli 2013, Erlangen, Deutschland

Steitz, Manuel:

Beschichtung von festgeklopften Tiefziehwerkzeugen,

Workshop Machine Hammer Peening, 16. Oktober 2013, Wien, Österreich

Steitz, Manuel; Christiany, Matthias;

Groche, Peter:

Standzeiten und Verschleißentwicklung bei der Umformung höchstfester Blechwerkstoffe, 33. EFB-Kolloquium Blechverarbeitung 2013, 16.–17. April 2013, Fellbach, Deutschland

Steitz, Manuel; Scheil, Jan;

Müller, Clemens; Groche, Peter:

Effect of Process Parameters on Surface Roughness in Hammer Peening and Deep Rolling,

16th ESAFORM Conference on Material Forming, ESAFORM 2013, 22–24. April 2013, Aveiro, Portugal

Steitz, Manuel:

Oberflächeneigenschaften von maschinell eingeglätteten Tiefziehwerkzeugen – Einsatzpotenziale des Festklopfens im Werkzeugbau,

Technischer Arbeitskreis des Industrieverbands Blechumformung (IBU), 10. Juli 2013, Sinn, Deutschland

Taplick, Christoph; Keller, Steffen:

Herausforderungen bei der Konzeption moderner Profilieranlagen,

8. Fachtagung Walzprofilieren & 4. Zwischenkolloquium SFB 666, WAPRO 2012, 14.–15. November 2012, Darmstadt, Deutschland

Übelacker, David:

Numerische Untersuchungen in der Kaltmassivumformung – Auswirkung der Modellierung des Reib- und Materialverhaltens auf prozessspezifische Größen,

Hannover Messe 2013 – Suppliers Convention, 08.–12. April 2013, Hannover, Deutschland

Monnerjahn, Vinzent; Fricke, Sirko:

Potenziale des Festwalzens zur Optimierung von Oberflächen beim Walzprofilieren,

8. Fachtagung Walzprofilieren & 4. Zwischenkolloquium SFB 666, WAPRO 2012, 14.–15. November 2012, Darmstadt, Deutschland

Wohletz, Simon; Müller, Christoph;

Zang, Sebastian; Groche, Peter:

Entwicklungen in der konversionsschichtfreien Kaltmassivumformung,

8. Forum Tribologische Entwicklungen in der Umformtechnik, Triboforum, 19.–20. Juni 2013, Darmstadt, Deutschland

Wohletz, Simon:

Entwicklungen in der Tribologie in der Kaltmassivumformung,

Werkstofftechnisches Kolloquium, Tribologie, Verschleiß, 13. Juni 2013, Darmstadt, Deutschland

Wohletz, Simon; Özel, Mahmut;

Groche, Peter:

*Combined Cold Extrusion of Aluminum
and Steel – A Production Technique
Combining High Strength and Lightweight
Material in a Cold State,*

New Developments in Forging Technology,
NDFT, 03.–05. Juni 2013,
Stuttgart, Deutschland

Zang, Sebastian; Müller, Christoph;

Groche, Peter:

*Untersuchung des Einflusses der Relativ-
geschwindigkeit auf tribologische Systeme
der Kaltmassivumformung,*

54. Tribologie-Fachtagung 2013,
30. September–02. Oktober 2013,
Göttingen, Deutschland

Vorträge, Stand 31. Oktober 2013

Presentations, Status 31. Oktober 2013

MASCH



CHINENBAU



Lehrinhalte

Content of Teaching

Das Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen PtU bietet den Studierenden der Studiengänge Mechanical and Process Engineering, Wirtschaftsingenieurwesen, Computational Engineering und Education ein umfangreiches Lehrangebot, in dem unterschiedlichste Themenfelder der Produktionstechnik behandelt werden. Die Basis bildet die Pflichtvorlesung »Technologie der Fertigungsverfahren« im ersten Semester des Bachelorstudiums, welche die Verfahren des Ur- und Umformens behandelt. Hier wird das Verständnis der theoretischen Hintergründe durch praxisbezogene Fertigungsbeispiele und Bauteile gefördert. Das erworbene Basiswissen kann in den folgenden Semestern in den verschiedenen angebotenen Vorlesungen des Wahlpflichtbereichs vertieft und erweitert werden. In den Vorlesungen »Umformtechnik I+II« und »Maschinen der Umformtechnik I+II« werden plastomechanische und tribologische Grundlagen, Umformtechnologien und die dafür erforderlichen Maschinen sowie Fertigungs- und Handhabungsvorrichtungen erläutert. Die Vorlesung »Laser in der Fertigung« stellt des Weiteren die Grundlagen und Anwendungsgebiete der lasertechnischen Materialbearbeitung vor. Durch Vorlesungen von externen Dozenten kann die Umformtechnik anhand der »Prozessketten in der Automobilindustrie I+II« und »Fertigungsgerechte Maschinenkonstruktion I+II« weiter vertieft werden. Diese Vorlesungen vermitteln den Studenten wertvolle Einblicke in die industrielle Praxis sowie in das fertigungsgerechte Gestalten. Daneben wird die Projektvorlesung zum Sonderforschungsbereich 666 angeboten, die die Entstehung von integralen Blechbauteilen beinhaltet.

Abgerundet wird das umfangreiche Vorlesungsangebot des Instituts durch das »FE-Tutorium I« und das »FE-Tutorium II«, das umformtechnische Tutorium »Stahl fliegt«, sowie das Tutorium »Steuerung und Regelung von Umformmaschinen«. Neben diesen Lehrangeboten besteht für die Studierenden die Möglichkeit, ihr Wissen in zahlreichen experimentellen, konstruktiven oder theoretischen Bachelor- und Masterarbeiten bzw. Studien- und Diplomarbeiten sowie Advanced-Design-Projects zu vertiefen.

The Institute for Production Engineering and Forming Machines PtU offers a broad range of courses for students of mechanical and process engineering, industrial engineering, computational engineering and education, covering various thematic areas of production engineering. As a basis for students at Bachelor level, the compulsory lecture »Technology of Manufacturing Processes« treats the procedures of master forming and forming technologies. Here the understanding of a theoretical background knowledge is built up on the basis of manufacturing examples and construction units. In the following semesters, the gained basic knowledge can be broadened and extended in different compulsory optional courses. The lectures »Forming Technologies I+II« and »Forming Machines I+II« focus on plasto-mechanical and tribological basics, forming technologies and the necessary machines, manufacturing and handling facilities. The lecture »Laser in Manufacturing« also introduces students into the basics and fields of applications of lasers used for technical material processing. Guest lecturers deepen the students' knowledge on forming technologies by means of the lectures »Process Chains in the Automotive Industry I+II« and »Machine Design I+II«. These courses give valuable insight into industrial practice and production oriented design. In addition, a lecture on producing integral sheet metal devices in conjunction with the Collaborative Research Center 666 is offered.

The comprehensive lectures are rounded off by the »FE-Tutorial I+II«, the forming tutorial »Airborne Steel« and the tutorial »Control of Forming Machines«. Besides these courses, there is the possibility for students to further their knowledge in various experimental, constructive and theoretical assignments, Bachelor and Master Theses and Advanced Design Projects.

Vorlesungen

Lectures

	Titel Title	Inhalte Topics	Durchführung Held by
Vorlesungen Lectures	Technologie der Fertigungsverfahren Technology of Manufacturing Processes	Einführung in die Fertigungstechnik, Grundlagen des Ur- und Umformens, Fertigungsbeispiele Introduction into Production Technology, Basics of Master Forming and Metal Forming, Examples from Production	Prof. Peter Groche Prof. Peter Groche
	Umformtechnik I+II Forming Technologies I+II	Technische und wirtschaftliche Grundlagen, Metallkunde, Plastomechanik und Tribologie, Verfahren der Blech- und Massivumformung Technical and Economical Basics, Metal Science, Plasto-Mechanics and Tribology, Processes of Sheet and Bulk Metal Forming	Prof. Peter Groche Prof. Peter Groche
	Maschinen der Umformtechnik I+II Forming Machines I+II	Bauarten von Maschinen: Kenngrößen, Baugruppen, Steuerungen Forming Machines: Parameters, Components, Controls	Prof. Peter Groche Prof. Peter Groche
	Laser in der Fertigung Laser in Manufacturing	Grundlagen der Lasertechnik, Materialbearbeitung mit Laser, Rapid Prototyping Basics of Laser Technology, Material Processing with Lasers, Rapid Prototyping	Prof. Peter Groche Prof. Peter Groche
	SFB-Projektvorlesung SFB-Project Lecture	Interdisziplinäre Ringvorlesung zur Entstehung von integralen Blechbauteilen Interdisciplinary Cycle of Lectures on the Development of Integral Sheet Metal Components	Prof. Peter Groche und SFB 666 TeilprojektleiterInnen Prof. Peter Groche and CRC 666 Project Leaders
	Prozessketten in der Automobilindustrie I+II Process Chains in the Automotive Industry I+II	Automobilindustrie und Nutzfahrzeuge, Pilot- und Vorserienfertigung, Produktionshochlauf und Markteinführung Automotive and Utility Vehicle Industry, Pilot Production and Market Introduction	Dr.-Ing. Holger Steindorf Dr.-Ing. Holger Steindorf
	Fertigungsgerechte Maschinenkonstruktion I+II Machine Design I+II	Grundlagen der Konstruktionslehre und Prinzipien des fertigungsgerechten Gestaltens Fundamentals of Engineering Design and Principles of Production-Oriented Designing	Dr.-Ing. Matthias Scheitza Dr.-Ing. Matthias Scheitza
Kolloquien Colloquia	Umformtechnische Kolloquien Forming Colloquia	Vorstellung von Bachelor- und Masterarbeiten Presentation of Bachelor- and Master Theses	Prof. Peter Groche und MitarbeiterInnen Prof. Peter Groche and Staff
Sonstige Other	Tutorium Tutorial	Konstruktion und Fertigung eines flugfähigen Objekts aus Stahlwerkstoffen (Studienwettbewerb »Stahl fliegt«) Design and Construction of a Flying Object Only Made from Steel Products (Study Competition »Airborne Steel«)	Prof. Peter Groche und MitarbeiterInnen Prof. Peter Groche and Staff
	FE-Tutorium I FE-Tutorial I	Bearbeitung einer Aufgabenstellung aus der Ingenieurpraxis mit Hilfe der Finiten-Elemente-Methode Real-Life-Task from Practise: Application of the Finite Elements Analysis	Prof. Peter Groche und MitarbeiterInnen Prof. Peter Groche and Staff
	FE-Tutorium II FE-Tutorial II	Erlernen von benutzerdefinierten Programmier- und Modellierungsstrategien mit verschiedenen Programmcodes Learning Custom Programming and Modeling Strategies with Different Program Codes	Prof. Peter Groche und MitarbeiterInnen Prof. Peter Groche and Staff
	Tutorium Steuerung und Regelung von Umformmaschinen Tutorial Control of Forming Machines	Eigenständige Erarbeitung einer Programmieraufgabe zur Steuerung und Regelungen von umformtechnischen Prüfständen und kleinen Maschinen Autonomous Development of Programming Assignments for the Control of Forming Technological Test Stands and Small Machines	Prof. Peter Groche und MitarbeiterInnen Prof. Peter Groche and Staff
	Forschungsseminar Research Project	Erarbeitung wissenschaftlicher Erkenntnisse auf wechselnden Spezialgebieten der Umformtechnik Develop Scientific Insights into Various Fields of Forming Techniques	Prof. Peter Groche und MitarbeiterInnen Prof. Peter Groche and Staff
	Advanced Design Project Advanced Design Project	Bearbeitung einer komplexen Aufgabenstellung aus der Ingenieurpraxis in Teamarbeit Real-Life-Task from Practise: Complex Engineering Task in Team Work	Prof. Peter Groche und MitarbeiterInnen Prof. Peter Groche and Staff
	Exkursionen Excursions	Besichtigungen von Betrieben im Bereich Umformtechnik Field Trips in Companies in the Field of Metal Forming	Prof. Peter Groche, Prof. Michael Dostal Prof. Peter Groche, Prof. Michael Dostal

Studierendenzahlen

Student Numbers

TU Darmstadt

Maschinenbau gesamt	3116	Mechanical Engineering total	3116
Diplom ME	84	Diploma ME	84
Bachelor MPE	1938	Bachelor MPE	1938
Master MPE	1094	Master MPE	1094
Master PST	15	Master PST	15

Diplom Maschinenbau (ME)

Gesamt	84	Total	84
Weiblich	4	Female	4
Im 1. Fachsemester (gesamt)	0	First Semester (total)	0

Diploma Mechanical Engineering (ME)

Total	84
Female	4
First Semester (total)	0

Bachelor Mechanical und Process Engineering (MPE)

Gesamt	1938	Total	1938
Weiblich	198	Female	198
Im 1. Fachsemester (gesamt)	427	First Semester (total)	427

Bachelor Mechanical and Process Engineering (MPE)

Total	1938
Female	198
First Semester (total)	427

Master Mechanical und Process Engineering (MPE)

Gesamt	1094	Total	1094
Weiblich	119	Female	119
Im 1. Fachsemester (gesamt)	231	First Semester (total)	231

Master Mechanical and Process Engineering (MPE)

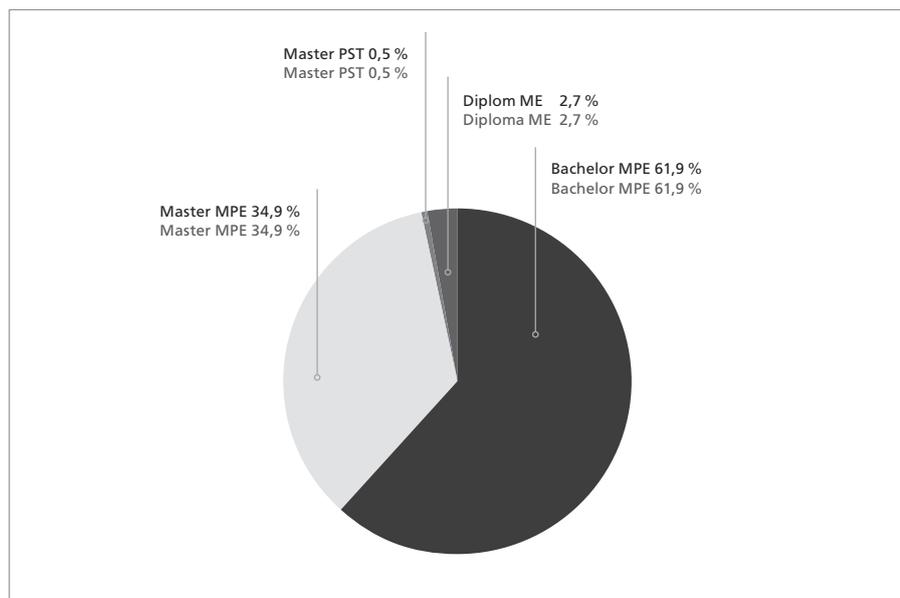
Total	1094
Female	119
First Semester (total)	231

Master Paper Science und Technology

Gesamt	15	Total	15
Weiblich	8	Female	8
Im 1. Fachsemester (gesamt)	1	First Semester (total)	1

Master Paper Science and Technology

Total	15
Female	8
First Semester (total)	1



Abgeschlossene Arbeiten

Completed Theses

Studienarbeiten Study Theses

Haaris, Bobat; Brenner, Philipp

Bestimmen des Prozessfensters für den IHU-Prozess eines mittels Spaltprofilieren hergestellten Einkammerprofils

Hamann, Marc

Konstruktive Auslegung eines Versuchsstandes zur experimentellen Untersuchung des Krageziehens

Piatscheck, Jonas

Entwicklung und Konstruktion von Werkzeugen zur Herstellung smarter Strukturen durch Taumelpressen

Wolk, Dominik

Untersuchungen zur Reproduzierbarkeit eines Reibversuches und Optimierung der Messtechnik an einer Streifenziehanlage

Bachelor Arbeiten Bachelor Theses

Bablok, Adrian

Einsatzmöglichkeiten der zusätzlichen Stoßelfreiheitsgrade der 3D-Servo-Presse in Prozessen der Massivumformung

Bäumer, Lars

Messtechnische Erfassung von Kräften und Drehmomenten bei dem Umformverfahren Walzprofilieren und Abgleich auf Basis eines numerischen Simulationsmodells

Beyer, Daniel

Entwicklung und Konstruktion einer Zugvorrichtung für den Streifenziehversuch

Binder, Brian

Investigation of the elastic and plastic material behavior of aluminum at elevated temperatures

Cid Juarez, Alejandro

Numerische Analyse zu Größeneffekten beim Spaltprofilieren

Cledon, David

Analyse des Prototypenbaus im Kontext der Produktentwicklung

Cosic, Dejan

Entwicklung und Konstruktion einer Vorrichtung zur Bestückung von polymerbeschichteten Blechen mit Leiterbahnen

Decker, Vladislav

Analyse und Interpretation von Messwerten bei der umformtechnischen Integration von Funktionsmaterialien

Fichtner, Konstantin

Untersuchung über die Wandlung der Bauteiloberflächen beim Kaltmassivumformen mit konversionsschichtfreien Schmierstoffen

Fischer, Philipp

Entwicklung eines neuartigen Prüfverfahrens zur Bestimmung der Reibzahl nach Vorbelastungen

Fratzl, Mario

Entwicklung und Konstruktion einer Vorrichtung zur Aufprägung von Axialkräften beim Rundkneten

Hammen, Volker

Experimentelle Untersuchung zum Einfluss ausgewählter Prozessgrößen auf die bleibende Bauteildehnung beim Spaltprofilieren

Hennings, Christian

Spaltprofilieren dünner Bleche

Herdling, André

Untersuchung des Abriebverhaltens von Blechoberflächen

Huber, Philipp

Experimentelle und numerische Analyse der thermischen Ausdehnung bei der Warm-Innenhochdruck-Umformung

Hussain, Waheed

Ermittlung des Einflusses von Werkzeugstrukturierungen auf das Reibverhalten in der Umformtechnik

Jahn, Alexander

Einfluss der Werkzeugoberfläche und des Feuchtigkeitsgehaltes im Schmierstoff auf das tribologische System der Kaltmassivumformung

Klostermeier, Wolfgang

Erarbeitung von experimentellen Methoden zur Bestimmung der Kontaktnormalspannung in Umformprozessen

Kroneisz, Marcel

On-line Rissdetektion bei der Verarbeitung von rost- und säurebeständigen Stählen durch Spaltprofilieren

May, Alexander

Detaillierung und Inbetriebnahme eines Prüfstands zur Reibwertermittlung und Auslegung einer Labview-basierten Steuerung

Mayer, Carsten

Ermittlung einer Korrelation zwischen Oberflächenkenngrößen und Reibwerten in der Blechumformung

Ramlie Lie, Ricky

Thermografische Untersuchung von Tiefziehversuchen

Reinicke, Toni; Schultheis, Carsten

Analyse der Einflussgrößen auf die Reibung in der Blechumformung

Schaible, Marco

Untersuchung des Einsatzes von Pressen für die Verarbeitung von GFK/CFK-Strukturen

Schnatz, Timo

Untersuchung des Einflusses makroskopischer Strukturen auf die Verbundeinleitung beim stoffschlüssigen Fügen durch gemeinsames Kaltfließpressen

Schuchard, Maximilian

Experimentelle und numerische Analyse der Dehnungszustände bei der Profilverfertigung für den Automotive- und Transportsektor

Schuffenhauer, Lidia

Entwicklung einer Methode zur Mikrostrukturierung von Tiefziehwerkzeugen

Sole, Marc

Experimental design for the determination of the damage behaviour of fiber materials

Stöckigt, Annemie

Tiefziehen von Blechen mit integrierten leitfähigen Strukturen

Süß, Peter

Untersuchungen zur Schädigung von polymerbeschichteten Blechen mit integrierten leitfähigen Strukturen an einer Reibversuchsanlage

Tao, Bo

Auswirkung verschiedener Materialmodelle auf die Beschreibung des Umformverhaltens von Faserwerkstoffen

Temesfői, Christian

Bestimmung optimierter Schmierstoffverhältnisse und Oberflächen beim Tiefziehen

Trarbach, Lisa

Charakterisierung der Adhäsionsneigung von Aluminiumlegierungen und deren Beeinflussung durch Eloxalschichten

Volke, Patrick

Experimentelle Untersuchung der Ursache der Kraftreduktion beim oszillierenden Umformen von Längsverzahnungen

Völker, Heiko

Schmierstoffeinfluss beim Tiefziehen rotationssymmetrischer Näpfe

Weide, Julian

Einfluss mechanischer Oberflächenbehandlungsverfahren auf die Verbundqualität beim Fügen durch Kaltfließpressen

Diplomarbeiten Diploma Theses

Baier, Christian

Experimentelle Ermittlung von Reibzahlen in Abhängigkeit der Belastungshistorie zur Optimierung von FE-Simulationen

Buse, Axel

Erhöhung der Wirtschaftlichkeit von Profilbauteilen durch Reduzierung der nicht wertschöpfenden Fertigung

Eich, Erich

Qualifizierung tribologischer Systeme der Karosserieteilfertigung in Bezug auf Reib- und Abriebverhalten

Fischer, Sturmius

Entwicklung und Untersuchung des sequentiellen Stauchens zum stoffschlüssigen Fügen durch Kaltumformen

Heinz, Frank

Numerische und experimentelle Untersuchung der Rückfederung und der thermischen Schrumpfung bei der Warm-Innenhochdruck-Umformung

Knobl, Oliver

Numerische und experimentelle Untersuchungen zur Herstellung von funktionalen Profilen mit integrierten elektrischen Leiterbahnen

Powell, Steven

Messung der auftretenden Temperaturen und Untersuchung des Temperatureinflusses auf tribologische Systeme der Kaltmassivumformung

Sevinc, Orhan

Optimierung des Herstellungsprozesses von Profilbauteilen mithilfe kürzerer Rüstzeiten

Master Arbeiten Master Theses

Arzt, Alexander

Konstruktion Optimierung des Kompaktwägeteils MULTIDOS KWT (Schenck Process GmbH) und Potenzialanalyse bei Substitution der DMS-Messtechnik durch Piezosensoren

Bamdad, Abbas

Bewertung des Einsatzes von Stegversteifungen bei der Entwicklung einer PKW-Motorhaube

Hauß, Joachim

Ermittlung der Oberflächen- und Schmierstoffmengenveränderungen beim Tiefziehen

Monnerjahn, Vinzent

Erhöhen der Bauteilqualität spaltprofilierter Halbzeuge durch optimierte Werkzeuggeometrie und -oberflächen

Ou, Xiaojin

Einfluss von Werkstoffinhomogenitäten in spaltgebogenen Halbzeugen auf die Hochdruck-Blechumformung und deren Modellierung für die Berechnung mit der Finite Elemente Methode

Scherzinger, Philipp

Prozesssimulation des Axialformens einer Längsverzahnung sowie Durchführung einer experimentellen Parameterstudie

Stein, Philipp

Optimierung des Reibverhaltens beim Tiefziehen durch Werkzeugstrukturierung

Wu, Xiaodong

Experimentelle Untersuchungen zum maßhaltigen Walzprofilieren von Tailor Rolled Blanks für den Automotive- und Transportsektor

Arbeiten im Zeitraum vom

01. November 2012 bis 30. September 2013

Theses in the Period of the

01. November 2012 till 30. September 2013

Life at the Institute







Gruppenbild mit Prof. Dr.-Ing. Dieter Schmoeckel als Institutsleiter
Group Photo with Prof. Dr.-Ing. Dieter Schmoeckel as Director of the Institute



»Das schönste Denkmal,
das ein Mensch bekommen kann,
steht in den Herzen seiner Mitmenschen.«

Albert Schweitzer

»The most beautiful monument,
a man can get,
is in the hearts of his fellow men.«

Albert Schweitzer

Prof. Dr.-Ing. Dieter Schmoeckel * 02.06.1931 † 26.10.2013
Prof. Dr.-Ing. Dieter Schmoeckel * 02.06.1931 † 26.10.2013

Nachruf auf Prof. Dr.-Ing. Dieter Schmoeckel

Obituary for Prof. Dr.-Ing. Dieter Schmoeckel

Dieter Schmoeckels wissenschaftlicher Werdegang begann mit dem Studium des Maschinenbaus an der Technischen Hochschule Stuttgart, wo er nach einem kurzen Intermezzo in der Industrie auch als wissenschaftlicher Mitarbeiter tätig war. Diese Tätigkeit am Lehrstuhl für Umformtechnik schloss er mit seiner Promotion ab und war im Anschluss bei den Unternehmen May-Pressenbau und Daimler Benz tätig.

Im Jahr 1976 folgte er dem Ruf der Technischen Hochschule Darmstadt und übernahm das aus dem Institut für Werkzeugmaschinen ausgegliederte Institut für Umformtechnik (IfU). Das Institut leitete er 22 Jahre bis 1998 mit großem Erfolg. Dieser Erfolg spiegelt sich nicht nur in den Dimensionen des Instituts wieder, das über 20 wissenschaftliche Mitarbeiter fasste und ca. 80 % der finanziellen Mittel aus Drittmitteln akquirierte, sondern auch in seiner Reputation in nationalen und internationalen Vereinigungen. Hier wirkte er unter anderem in der International Cold Forging Group (ICFG) und der Internationalen Forschungsgemeinschaft für mechanische Produktionstechnik (CIRP) mit und war zeitweise Vorsitzender der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktionstechnik (WGP). In seiner Forschungstätigkeit erkannte und befasste sich Prof. Schmoeckel bereits früh mit der Steigerung der Flexibilität, Qualität und Produktivität durch Einsatz intelligenter Maschinen- und Werkzeugsysteme, was nach wie vor aktuelle Forschungsschwerpunkte in der Produktionstechnik sind.

Mit Prof. Dr.-Ing. Dieter Schmoeckel verliert die Fachwelt und im Speziellen das Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen einen herausragenden Wissenschaftler und Institutsleiter, der wegweisende wissenschaftliche Arbeiten im Bereich der Produktionstechnik durchgeführt hat. Wir werden ihn als einen engagierten Hochschullehrer und lebenswürdigen Kollegen in Erinnerung behalten.

In Dankbarkeit und Trauer
Prof. Groche und alle Mitarbeiterinnen
und Mitarbeiter des Instituts für
Produktionstechnik und Umformmaschinen

Dieter Schmoeckels started his scientific career as a student of mechanical engineering at the Technische Universität Stuttgart. Following a brief intermezzo in the metal-working industry he became a research assistant at the Institute for Metal Forming Technology in Stuttgart. After earning his doctorate degree he once again joined the metal-working industry working for May Pressenbau and Daimler Benz.

In 1976 he accepted a professorship at the Technische Hochschule Darmstadt and became director of the Institute for Metal Forming Technology, one of two successors to the Institute for Machine Tools. The following 22 years were characterized by great success. In 1998 the institute had grown to more than 20 research assistants with a third party founding of over 80 % of its overall budget. This success can also be reflected in his reputation in national and international scientific associations. Among others, Prof. Schmoeckel was a member of the International Cold Forging Group (ICFG), the International Academy for Production Engineering (CIRP) and chairman of the German Academic Society for Production Engineering. During his research activity he early realized and studied the improvement of flexibility, quality and productivity due to the use of intelligent machine and tool systems which are still research majors today.

The scientific world and especially the Institute for Production Engineering and Forming Machines loses an outstanding scientist and director who conducted groundbreaking work in the area of manufacturing engineering. We will keep him in mind as a dedicated professor and endearing colleague.

In gratitude and grief
Prof. Groche and the employees of the
Institute for Production Engineering and
Forming Machines



Prof. Dr.-Ing. Dieter Schmoeckel, Institutsleiter 1976–1998

Prof. Dr.-Ing. Dieter Schmoeckel, Director of the Institute 1976–1998

WGP Fussballturnier

In diesem Jahr hat das PtU gemeinsam mit dem Partnerinstitut PTW den 2. Platz beim WGP-Fussballturnier erreicht. Das Turnier fand am 8. und 9. August 2013 in Hannover statt und der Sieg wurde unter 10 Mitgliedsinstituten der wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktionstechnik (WGP) ausgespielt. In der Gruppenphase setzten wir uns souverän als Gruppensieger durch und auch das Halbfinale wurde mit 2:0 gegen das IfW aus Stuttgart klar gewonnen. Lediglich im Finale mussten wir uns nach einem Unentschieden in der regulären Spielzeit dem WZL aus Aachen im Elfmeterschießen geschlagen geben.

WGP Soccer Contest

This year, PtU reached the second place in collaboration with the partner Institution PTW at WGP Football Tournament. The tournament took place on August 8th and 9th 2013 in Hanover. 10 member institutions of the German Academic Society for Production Engineering (WGP) played against each other. We emerged the group stage as winners and also the semi-final was won clearly 2-0 against IfW Stuttgart. Only in the final we were beaten by WZL Aachen on penalties after a draw in the regular time.



Gruppenfoto WGP Fussballturnier
Team Photo WGP Soccer Contest

»8. Forum
Tribologische Entwicklungen
in der Umformtechnik«

19./20. Juni 2013

www.triboforum.ptu-darmstadt.de

TRIBO
Forum



»8. Forum Tribologische Entwicklungen in der Umformtechnik«

Am 20. Juni 2013 fand zum 8. Mal das Forum »Tribologische Entwicklungen in der Umformtechnik« statt. Die Räumlichkeiten des Georg-Christoph-Lichtenberg-Hauses boten mit seiner komplett erhaltenen Jugendstileinrichtung den Referenten und Gästen einen ansprechenden und außergewöhnlichen Rahmen. Die Fachvorträge ausgewählter Referenten aus den Gebieten Schmierstoffe, Oberflächentechnik, Simulation, Fertigung und Messtechnik behandelten aktuelle Schlüsselfragen aus Forschung und Entwicklung. Neben der Tagung boten die Abendveranstaltung am Vorabend sowie eine Versuchsfeldbesichtigung die Möglichkeit des Meinungs- und Erfahrungsaustausches. Im Rahmen der Abendveranstaltung wurde der mit 1000 € dotierte ECRA Studienpreis an die erfolgreichste Gruppe der Projektvorlesung des Sonderforschungsbereichs 666 mit der Aufgabenstellung: »Entwurf eines Transportsystems für Schüttgut«, verliehen.

»8th Conference Tribological Developments in Metal Forming«

The PtU organized the 8th Conference »Tribological Developments in Metal Forming« on June 20, 2013. The Georg-Christoph-Lichtenberg-Haus with its art nouveau furnishings provided an exceptional and pleasant location. The conference presented the latest tribological developments in research and industry environment. The main topics lubrication, surface technology, simulation, process and measuring technology have been highlighted. On the eve of the conference the evening event and the test field tour provided sufficient time for extensive exchange of experiences and knowledge. The ECRA-Award for the outstanding students achievement, endowed with 1000 €, was lent to the most successful team in the CRC 666 project lecture »Conceptual Design of a Haulage System for Bulk Material«.



Referenten und Teilnehmer des 8. Forums für Tribologische Entwicklungen in der Umformtechnik
Speakers and Participants of the 8th Conference on Tribological Developments in Metal Forming

Verleihung des ECRA-Studienpreises

Der Sonderforschungsbereich 666: Integrale Blechbauweisen höherer Verzweigungsordnung unter der Leitung des PtU bietet den Studierenden der Studiengänge Bauingenieurwesen, Maschinenbau, Materialwissenschaft und Mathematik in jedem Wintersemester die Projektvorlesung »Innovative Produkte aus Blech« an. Während der Vorlesung entwickeln die Studierenden in interdisziplinären Teams ein Produkt, wobei sie die einzelnen Disziplinen der beteiligten Institute kennenlernen und behandeln. Die Veranstaltung endet mit der Präsentation der Gruppenlösungen.

Mit der ECRA (Fachverband der europäischen Kaltprofilhersteller) konnte der SFB einen Förderer der Lehre gewinnen, der jedes Jahr einen Sachpreis in Höhe von 1.000 € an die Studierenden der besten Gruppe verleiht. Die Preisverleihung für die Projektvorlesung 2012/2013 hat in diesem Jahr im Rahmen des Triboforums 2013 stattgefunden.



Herr Prof. Groche, Herr Böhm (Verbandsvorsitzender ECRA) und Frau Dr. Schwegmann (Geschäftsführerin ECRA) und die Studenten des Gewinnerteams Sebastian Ebner, Benedikt Kehr, Christoph Reimuth und Julian Sinz bei der Preisverleihung
Mr. Prof. Groche, Mr. Böhm (Chairman of Association of ECRA) and Mrs. Dr. Schwegmann (CEO of ECRA) and the Students of the Winning Team Sebastian Ebner, Benedikt Kehr, Christoph Reimuth und Julian Sinz at the Award Ceremony

Award Ceremony of the ECRA Study Awards

The Collaborative Research Center 666 under administration of the PtU annually provides an interdisciplinary project lecture for students of the departments of civil engineering, mechanical engineering, material science and mathematics. The students work together in teams to develop their own product, exercising the disciplines of the participating research institutes. The lecture concludes with team presentations of the developed products.

The European Cold Rolled Section Association supports the lecture of the CRC 666 donating prizes to the students of the best team, amounting to 1.000 € every year. The award ceremony of the interdisciplinary project lecture of 2012/2013 was arranged in the course of the Triboforum 2013.

EFB-Projektpreis für M.Sc. Manuel Steitz

Die Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e.V. (EFB) vergibt alljährlich den »EFB-Projektpreis« für die besten Forschungsprojekte des vorangegangenen Jahres. Der Preis ist für junge WissenschaftlerInnen bestimmt, die ein EFB-gefördertes Forschungsvorhaben »wissenschaftlich als auch projekttechnisch in herausragender Weise bearbeitet und abgeschlossen haben«.

Einer der Preisträger im Jahr 2013 war M.Sc. Manuel Steitz. Er erhielt den Preis für seine Untersuchungen zum Thema »Maschinelle Oberflächeneinglättung für den effizienten Werkzeug- und Formenbau« in Zusammenarbeit mit der Physikalischen Metallkunde der TU Darmstadt und dem Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik (Braunschweig).



M.Sc. Manuel Steitz (links) bei der Preisverleihung

M.Sc. Manuel Steitz (left) at the Award Presentation

EFB Project Prize for M.Sc. Manuel Steitz

Every year the European Research Association for Sheet Metal Working (EFB) awards the »EFB Project Prize« for the best research projects of the previous year. The prize is intended for young scientists, who have completed an EFB-funded research project scientifically and from the organizational perspective in an outstanding manner.

One of the winners in 2013 was M.Sc. Manuel Steitz. He received the award for his studies on the »Mechanical Smoothing of Surfaces for the Efficient Die and Mold Production« in cooperation with the Physical Metallurgy of the TU Darmstadt and the Fraunhofer Institute for Surface Engineering and Thin Films (Braunschweig).

Iff e.V.

Das Institut für Fertigungsforschung e.V. (IfF) versteht sich als ein Forum, das die Aktualität von Forschung und Lehre am Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen (PtU) durch lebhaften Austausch von Erkenntnissen zwischen der Industrie und dem PtU fördert. Gleichzeitig leistet das IfF finanzielle Unterstützung, da die vielfältigen Forschungsaufgaben des PtU Mittel erfordern, die nicht immer aus dem staatlichen Etat der Technischen Universität Darmstadt gedeckt werden können. Der Verein sieht seit seiner Gründung im Jahr 1981 seine Aufgabe darin, durch die Bereitstellung zusätzlicher Mittel die Forschung auf dem Gebiet der Fertigungstechnik zu fördern. Dabei verfolgt das IfF ausschließlich gemeinnützige Zwecke. Die Fördermittel des Vereins setzen sich dabei hauptsächlich aus Mitgliedsbeiträgen und Spenden zusammen.

Die eingebrachten Mittel werden zur Verbesserung der Institutsausstattung, Unterstützung von Forschungsvorhaben, Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses und Vermittlung fertigungstechnischer Erkenntnisse durch Veranstaltung von Tagungen und Seminaren eingesetzt. Unter diesem Motto stehen die Bemühungen des IfF, ehemalige MitarbeiterInnen, Privatpersonen, Gesellschaften und Unternehmen für seine Ziele zu gewinnen. Das PtU braucht einen großen und engagierten Freundeskreis, um die Ausrichtung der Forschungsaktivitäten auch in Zukunft attraktiv zu gestalten, die Kommunikation zwischen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des PtU und Fertigungstechnikerinnen und Fertigungstechnikern anzuregen und bestehende Kontakte zu vertiefen. Zudem unterstützt das IfF vielfältige Maßnahmen, um Studierende auf die Aufgaben in der Berufspraxis vorzubereiten und die Qualifikation der Absolventinnen und Absolventen zu erhöhen.

Wir laden Sie herzlich dazu ein, ebenfalls Mitglied des Instituts für Fertigungsforschung zu werden!

IfF e.V.

The Institute for Manufacturing Research e.V. (IfF) regards itself as a forum to promote the relevance of teaching and research at the Institute for Production Engineering and Forming Machines (PtU) by lively exchange of scientific insights between industry and the PtU. At the same time, the IfF provides financial support as the various tasks of research at PtU require resources that are not always covered by the state budget of the »Technische Universität Darmstadt«. Founded in 1981, the association is committed to promoting scientific research in the fields of production engineering by providing additional funds. Here, the association pursues exclusively and directly non-profit purposes. The association's subsidies mainly consist of membership fees and donations.

The contributed funds are used to improve the equipment of the institute, support research projects, promote young scientists and to convey production engineering knowledge through the organization of conferences and seminars. Under this motto, the efforts of the IfF are to gain former employees, private persons and companies for its goals. The PtU needs a large and dedicated circle of friends to make the alignment of research attractive in the future, encourage communication between employees of PtU and production engineers and to intensify existing contacts. In addition, the IfF supports a variety of measures to prepare students for the tasks in professional practice and enhance the skills of graduates.

We cordially invite you to also become a member of the Institute for Manufacturing Research!



Institut für
Fertigungsforschung e.V.

Sommerfest 2013

Jedes Jahr veranstaltet das PtU für Studierende und MitarbeiterInnen als Dank für ein erfolgreiches Jahr ein Sommerfest. Zu ausreichend Essen, einem gekühlten Fass Bier und Live Musik folgten bei gutem Wetter am 28. Juni 2013 hundertfünfzig Gäste der diesjährigen Einladung. Darunter befanden sich erstmals neben Studierenden, Werkstattmitarbeitern und wissenschaftlichen Hilfskräften auch Mitglieder des Iff.

In diesem lockeren Umfeld entwickelten sich viele interessante Gespräche auch abseits der üblichen Themen des Universitätslebens.

Summer Festival 2013

As in the last years, the PtU organized a summer festival for students and employees as a »thank you« for a successful year. A total of 150 guests followed the invitation to have a nice evening on June, 28th 2013, with tasty food, a chilled barrel of beer and live music. They included students, employees of the workshop, student research assistants and members of the Iff.

In this relaxed atmosphere, very interesting conversations were held, also about not-common issues of the workaday life of university business.



Sommerfest am PtU
Summer Festival at PtU

Neue MitarbeiterInnen

In diesem Jahr konnten am Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen insgesamt acht neue MitarbeiterInnen begrüßt werden.

Tatkräftige Unterstützung erhält die Abteilung »Prozessketten und Anlagen« durch Dipl.-Ing. Daniel Hesse, M.Sc. Johanna Schreiner, M.Tech. Pushkar Mahajan, M.Sc. Arne Mann sowie durch M.Sc. Johannes Hohmann. Neue Mitarbeiter der Abteilung »Tribologie und Oberflächentechnik« sind zudem Dipl.-Ing. Philipp Kramer und M.Sc. Philipp Stein. Darüber hinaus erhält die Abteilung »Verfahrensentwicklung« Zuwachs durch M.Sc. Tilman Traub.

Für ihre herzliche Aufnahme in das Institut bedankten sich die Neuankömmlinge bei allen MitarbeiterInnen des PtU und der Werkstatt mit einem gemeinsamen Mittagessen in geselliger Runde.

Allen neuen Kolleginnen und Kollegen wünschen wir einen guten Start und viel Erfolg am PtU!

New Staff

This year, eight new colleagues could be welcomed at the Institute for Production Engineering and Forming Machines.

The department »Process Chains and Forming Units« is supported by Dipl.-Ing. Daniel Hesse, M.Sc. Johanna Schreiner, M.Tech. Pushkar Mahajan, M.Sc. Arne Mann and M.Sc. Johannes Hohmann. Furthermore, Dipl.-Ing. Philipp Kramer and M.Sc. Philipp Stein are working now in the department »Tribology and Surface Technology«. In addition, M.Sc. Tilman Traub joins the department »Process Development« as a new member of the PtU.

In good tradition, the new employees organized a lunch for the other employees of the PtU and the mechanical support.

We wish a good start and good luck to all our new colleagues at the PtU!



Dipl.-Ing. Daniel Hesse



M.Sc. Johannes Hohmann



Dipl.-Ing. Philipp Kramer



M.Tech. Pushkar Mahajan



M.Sc. Arne Mann



M.Sc. Johanna Schreiner



M.Sc. Philipp Stein



M.Sc. Tilman Traub

Wettbewerb »Stahl fliegt«

Nach dem Vorjahressieg richtete im Jahr 2013 erstmalig das PtU als Vertreter der TU Darmstadt den Wettbewerb »Stahl fliegt« aus. Von sieben Universitäten bundesweit traten 17 studentische Gruppen mit selbstgebauten Flugobjekten in den Messehallen Frankfurt gegeneinander an. Ziel war es, aus neun Metern Höhe eine möglichst lange Flugzeit zu erreichen. Dabei mussten Regeln hinsichtlich Material, Abmessungen sowie Gewicht eingehalten und eine Nutzlast transportiert werden. Die Darmstädter Teams platzierten sich in diesem Jahr im vorderen Mittelfeld.

Competition »Airborne Steel«

After last year's victory, in 2013 the competition »Airborne Steel« was organized by the PtU as a representative of the Technische Universität Darmstadt. Seven universities nationwide with 17 student groups participated in the competition with self-made flying objects at the Messe Frankfurt. From a start position nine meter above the ground the goal was to reach the longest possible flight time. Rules regarding materials, dimensions and weight needed to be met and a payload had to be transported. The Darmstadt teams placed in the upper middle of the participant teams in this year.



Teilnehmerfeld des Wettbewerbs »Stahl fliegt« in den Messehallen Frankfurt

Participants of the Competition »Airborne Steel« at the Messe Frankfurt

Betriebsausflug 2013

Der diesjährige Betriebsausflug führte zunächst ins beschauliche Egelsbach zur Röder Präzision GmbH, die zu den bedeutendsten Instandsetzungsunternehmen der deutschen Luftfahrtindustrie zählt. Im Anschluss traten die MitarbeiterInnen zur PtU-Team-Challenge an. Dabei galt es in kleinen Gruppen einen sportlichen sowie wissenschaftlichen Parcours zu bewältigen und möglichst mit geballter Fachkompetenz zu glänzen. Die MitarbeiterInnen ließen anschließend den gemeinsamen Tag bei Kaffee und Kuchen ausklingen.

Staff Day 2013

This year the staff day led to the contemplative Egelsbach to Röder Präzision GmbH, which is one of the most important maintenance companies of the German aviation industry. After that, the staff competed for the PtU Team Challenge. For this purpose they were divided in small groups to manage a sporting and academic course and to convince with expertise. Afterwards, the staff ended the day together with coffee and cake.



Gruppenbild der PtU MitarbeiterInnen am Betriebsausflug
Group Photo on the Staff Day



PtU-Team-Challenge
PtU Team Challenge

Exkursionen

Ergänzend zu den theoretischen Vorlesungen und den praktischen Tätigkeiten im Rahmen von studentischen Arbeiten wie ADPs, Bachelor- sowie Masterarbeiten und Tutorien, soll Studierenden auch ein Einblick in die Fertigung eines realen Betriebes ermöglicht werden. Hierzu finden jedes Jahr Exkursionen statt. Die zweitägige PtU Exkursion hatte in diesem Jahr den Großraum Rhein- und Sauerland als Ziel. Als erstes wurde die Fertigung von Tailor Rolled Blanks bei Fa. Mubea in Attendorn besichtigt. Danach konnte bei Fa. Mahle das Schmieden von Pleuels begutachtet werden. Eine Übernachtung erfolgte nach einem gemütlichen Besuch der Altstadt in Düsseldorf. Frühmorgens ging es nach Duisburg zu ThyssenKrupp Steel Europe, wo den Studenten die Anwendungstechnik, der Hochofen, das Stahlwerk und die Gießwalzanlage vorgestellt wurden. Nach einem Imbiss und vor der Rückfahrt nach Darmstadt zeigte Fa. Phoenix Feinbau die Herausforderungen und Möglichkeiten beim Stanzbiegen auf.

Zusätzlich finden im Rahmen der Vorlesung »Prozessketten in der Automobilindustrie« jährlich zwei Exkursionen statt. Zum einen führen diese in das Daimler Motorenwerk nach Mannheim und zur LkW Fertigung nach Wörth und zum anderen zur Achsenherstellung nach Gaggenau. Abgerundet wird das Programm durch verschiedenste Firmenbesuche mit kleineren Gruppen.

Excursions

Additionally to the theoretical lectures and to the practical works during theses, tutorials and ADPs, students should get an impression of the production in a real workshop. Therefore, different excursions are offered. Every year the two-day PtU excursion aimed for the greater area of Rhein- and Sauerland. At first, the production of Tailored Rolled Blanks was introduced by Mubea in Attendorn. Afterwards Mahle showed the forging of a conrod. For the night, the group stayed in Düsseldorf and visited the town center in the evening. Early the next day, the students went to ThyssenKrupp Steel in Duisburg and visited the application center, the blast furnace, the steel mill and the foundry. After a snack and be-

fore returning to Darmstadt, Phoenix Feinbau showed the challenges and the potential of stamping and bending.

Besides this excursion, the students of the lecture »Process Chains in the Automotive Industry« visit different plants of Daimler two times a year. This year the students visited the engine plant in Mannheim, the axle production in Gaggenau and the truck assembly in Wörth. Furthermore, several excursions with small groups of students complete the offer.



Gruppenfoto bei ThyssenKrupp Steel
Group Photo at ThyssenKrupp Steel

WGP Assistententreffen

Das jährliche Assistententreffen der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktionstechnik fand in diesem Jahr am Institut für Bildsame Formgebung der RWTH Aachen statt. Das Treffen gibt jungen WissenschaftlerInnen die Möglichkeit sich über Forschungsschwerpunkte anderer Institute zu informieren. Neben Institutsvorstellungen bildete eine Exkursion zum Tagebau Garzweiler und zur Firma SMS Meer den Rahmen einer gelungenen Veranstaltung.

WGP Scientific Assistant Meeting

The annual meeting of the scientific assistants of the German Academic Society for Production Engineering took place at the Institute of Metal Forming at RWTH Aachen. The meeting is an opportunity for young scientists to discuss about the research areas of the different institutes. Besides the presentations of the local institutes an excursion to the open-cast mining Garzweiler and the company SMS Meer built the general program of the meeting.



Gruppenfoto im Tagebau Garzweiler (Quelle: Institut für Bildsame Formgebung der RWTH Aachen)

Group Photo at Open-Cast Mining Garzweiler (Source: Institute of Metal Forming at RWTH Aachen)

Neuer Lehrbeauftragter »Prozessketten in der Automobilindustrie«

Der Lehrauftrag aus dem Hause Daimler vermittelt seit Jahren sehr erfolgreich einen Überblick über Prozessketten in der Automobilindustrie am Beispiel von Nutzfahrzeugen. Dabei werden wertvolle Einblicke in die industrielle Praxis dargelegt. Nach nunmehr 10 Jahren Vorlesung des Dozenten und ehemaligen Leiters des LKW-Werks Wörth, Prof. Dostal, übernimmt die Vorlesung der »Vice President Production Daimler Buses«, Dr. Steindorf. Dieser ist kein Unbekannter in Darmstadt. Er studierte an der TU Darmstadt und schloss 1991 sein Promotion ebenfalls in Darmstadt ab. Seitdem ist Herr Dr. Steindorf im Daimler Konzern tätig.

New Lecturer »Process Chains in the Automotive Industry«

The guest lecture held by a Daimler expert successfully conveys an overview of process chains in the automotive industry using the example of utility vehicles and thus gives valuable insights into the industrial practice. Dr. Steindorf, the »Vice President Production Daimler Buses« will take over the lecture from Prof. Dostal, the former plant manager of the plant Wörth. Dr. Steindorf is no stranger to Darmstadt, he studied at the Technical University and finished his dissertation in 1991. Since then Dr. Steindorf has been working for Daimler.



Dr.-Ing. Holger Steindorf

Neues Tutorium »Steuerung und Regelung von Umformmaschinen«

Der Entwurf und die Programmierung von Steuerungsabläufen sowie Reglern ist ein wesentlicher Bestandteil des Aufbaus einer Umformmaschine oder eines Prüfstands. Das neue Tutorium vermittelt praxisrelevante Fähigkeiten und Fertigkeiten bei der Implementierung von SPS-Steuerungsapplikationen in IEC 61131 und LabView. Dazu steht Übungshardware von Rexroth und National Instruments zur Verfügung, an der die entwickelten Applikationen getestet werden können, bevor sie auf der Maschine oder dem Prüfstand zum Einsatz kommen. Nach einer Einführungsveranstaltung erfolgt die eigenständige Erarbeitung einer Projektaufgabe aus der Forschungspraxis des Instituts.

New Tutorial »Control of Forming Machines«

The design and implementation of control procedures and controllers is a fundamental element of the set-up of a forming machine or test stand. The new tutorial teaches practice-oriented competences and skills for the implementation of PLC-procedures in IEC 61131 and LabView. These can be tested on training hardware by Rexroth and National Instruments before they come into operation on the machine or test stand. After an introduction lecture, the autonomous development of a project assignment from scientific praxis of the institute is focused on.



Lernbaukasten zur Übung und Erprobung
Learning Toolkit for Practice and Tryout

eXist Forschungstransfer

Im Rahmen des eXist-Forschungstransferprogramms bearbeitet ein Projektteam aus Absolventen und aktiven Institutsangehörigen das Förderprojekt »ConSense – Sensorische Verbindungselemente«. Dabei beruht die bereits patentierte Schlüsseltechnologie auf der umformtechnischen Integration von Sensoren in Tragstrukturen.

Ziel des Transferprojektes ist die Verwertung der Technologie in einem Startup. Zu diesem Zweck wurde im August 2013 die ConSenses GmbH gegründet, deren Unternehmensgegenstand die »Entwicklung, Herstellung, Anwendung und Vertrieb von Messketten« ist.

Das Forschungstransfer-Projekt wird im Rahmen des eXist-Programms durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) gefördert. Die HIGHEST-Gründerberatung begleitet das Projekt an der TU Darmstadt.

eXist Research Transfer

Funded by the eXist-Transfer research program, a project team of alumni and active members of the institute works on the project »ConSense – Sensoric Fasteners«. Thereby the patented key technology bases on the sensor integration in load carrying structures by forming processes.

Goal of the transfer project is the economic realization of the technology in a startup. For this purpose the ConSenses GmbH was founded in August 2013. The business purpose is the »development, production, application and distribution of measurement chains«.

The transfer project is funded within the eXist-program by the Federal Ministry of Economics and Technology (BMWi). The HIGHEST founder consulting accompanies the project at the TU Darmstadt.



Kontakt | Contact M.Sc. Matthias Brenneis
Telefon | Telephone +49 6151 16 750 80
E-Mail | E-Mail brenneis@ptu.tu-darmstadt.de



Kontakt | Contact Dipl.-Ing. Manuel Ludwig
Telefon | Telephone +49 6151 16 35 57
E-Mail | E-Mail m.ludwig@ptu.tu-darmstadt.de



Kontakt | Contact Dr.-Ing. Jörg Stahlmann
Telefon | Telephone +49 6151 16 750 80
E-Mail | E-Mail stahlmann@ptu.tu-darmstadt.de

Fachtagung Walzprofilieren (WAPRO Tagung) und 5. Zwischenkolloquium SFB 666

Im Herbst 2014 richtet das PtU zum 9. Mal die Fachtagung Walzprofilieren in Darmstadt aus. Mit Vorträgen ausgewählter Referenten richtet sich die Tagung an Ingenieure, Fachkräfte, Entwickler und Anwender von profilierten Blechen, die an Entwicklungen auf dem Gebiet des Walzprofilierens interessiert sind.

Die Vorträge spannen einen Bogen von aktuellen Schlüsselfragen der Werkstoffentwicklung und Prozessoptimierung über die Produktentwicklung bis hin zu neuen Anlagen für die Profilfertigung. Im Rahmen der Veranstaltung wird ausreichend Möglichkeit gegeben, anwendungsorientierte und technologische Neuerungen im Bereich des Walzprofilierens zu diskutieren. Die Veranstaltung findet zusammen mit dem 5. Zwischenkolloquium des

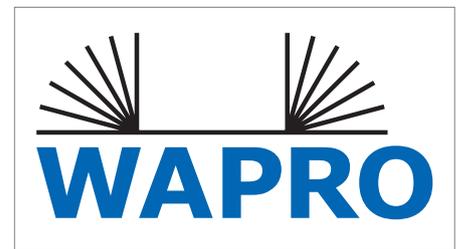
Sonderforschungsbereichs 666 »Blechbauweisen höherer Verzweigungsordnung« statt. Dadurch möchte das PtU den Teilnehmern zusätzliche Einblicke in die aktuelle Forschung im Bereich neuer Halbzeuge ermöglichen.

9th Conference on Roll Forming and 5th Colloquium Collaborative Research Center 666

In autumn 2014 the conference on roll forming will take place for the 9th time in Darmstadt. With presentations of selected speakers, the conference aims at engineers, specialists, developers and users of profiled sheet metals, who are interested in new developments in roll forming technology.

The lectures span a wide range of current key issues from material developments and process optimization to product developments and new production lines. The event will give

sufficient possibilities to discuss technological and application oriented innovations in the field of roll forming. The event will take place along with the 5th colloquium of the Collaborative Research Center 666 »Integral Sheet Metal Design with Higher Order Bifurcations«. The PtU wants to grant all participants additional insight into current research in the field of new semi-finished parts.



6th International Conference on Tribology in Manufacturing Processes (ICTMP) 22.–24. Juni 2014, Darmstadt

Im Juni 2014 richtet das PtU die »6th International Conference on Tribology in Manufacturing Processes & Joining by Plastic Deformation« aus. Im Rahmen der Konferenz werden die neuesten Entwicklungen und Untersuchungsergebnisse im Bereich der Tribologie von Fertigungsprozessen präsentiert. Thematisiert werden dabei u. a. die Aspekte Schmierung, Oberflächenbehandlung, FE-Simulation und Verschleißphänomene. Einen weiteren Schwerpunkt der Konferenz bildet die Integration von Fügeoperationen in Umformprozesse. Da gegenwärtig eine Vielzahl von Forschungsfragen in diesem Bereich aufgegriffen werden, verfolgt die Konferenz das Ziel, diese Entwicklungen zusammenzufassen. Zusätzlich zu diesem Einblick in aktuelle Forschungsprojekte werden auch anwenderorientierte Handlungsrichtlinien zur Lösung tribologischer Fragestellungen im industriellen Umfeld vorgestellt.

Keynote-Vorträge von Prof. Niels Bay und Prof. Ken-ichiro Mori leiten die Konferenzthemen ein. Drei parallele Sitzungen an zwei Konferenztagen bieten dabei die

Möglichkeit, einen umfassenden Blick auf eine Vielzahl aktueller Forschungsergebnisse zu erhalten. Die »6th International Conference on Tribology in Manufacturing Processes & Joining by Plastic Deformation« bietet somit ein einzigartiges internationales Forum zum Erfahrungs- und Meinungs austausch für Forscher und Anwender verschiedener Fachbereiche.

6th International Conference on Tribology in Manufacturing Processes (ICTMP) June 22–24, 2014, Darmstadt, Germany

In June 2014, the PtU will organize the »6th International Conference on Tribology in Manufacturing Processes & Joining by Plastic Deformation«. The aim of the conference is to present the latest developments in the research of tribological aspects in manufacturing processes. Therefore, subjects like lubrication, surface treatment, simulation, or wear phenomena are in the scope of interest. Furthermore, the conference will focus on the integration of joining operations into forming processes. Since many researchers contributed to that field of research, the conference aims to summarize recent developments. In addition to insights into current

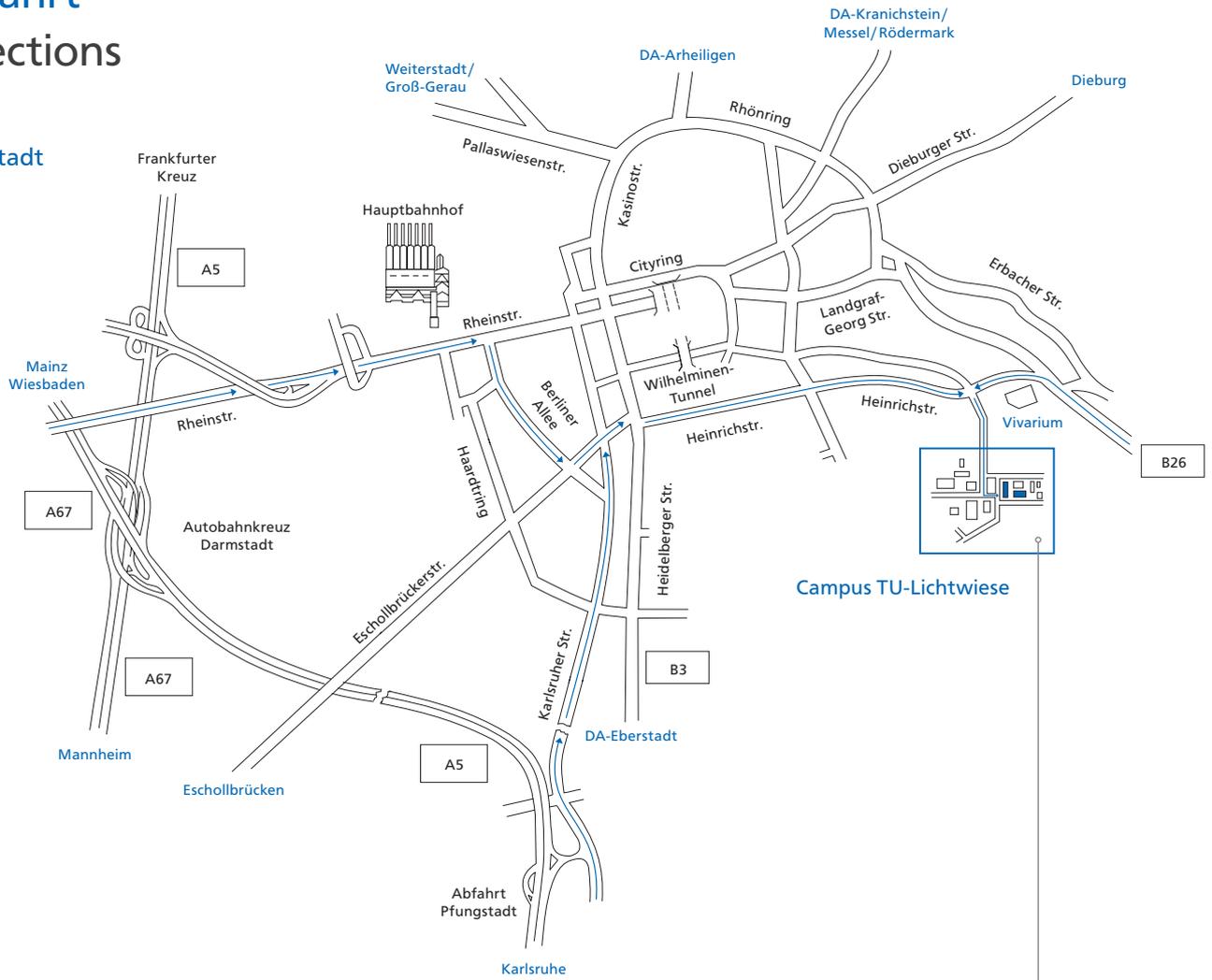
research in the field of tribology, the presentations include practical guidelines for solving tribological questions in industrial environment.

Keynote speeches of Prof. Niels Bay and Prof. Ken-ichiro Mori will introduce the conference topic. Three parallel sessions on two days offer the possibility to obtain a comprehensive look at a variety of current research results. Altogether, the »6th International Conference on Tribology in Manufacturing Processes & Joining by Plastic Deformation« provides a unique international forum for researchers and practicing engineers from different disciplines to interact and exchange their latest results.



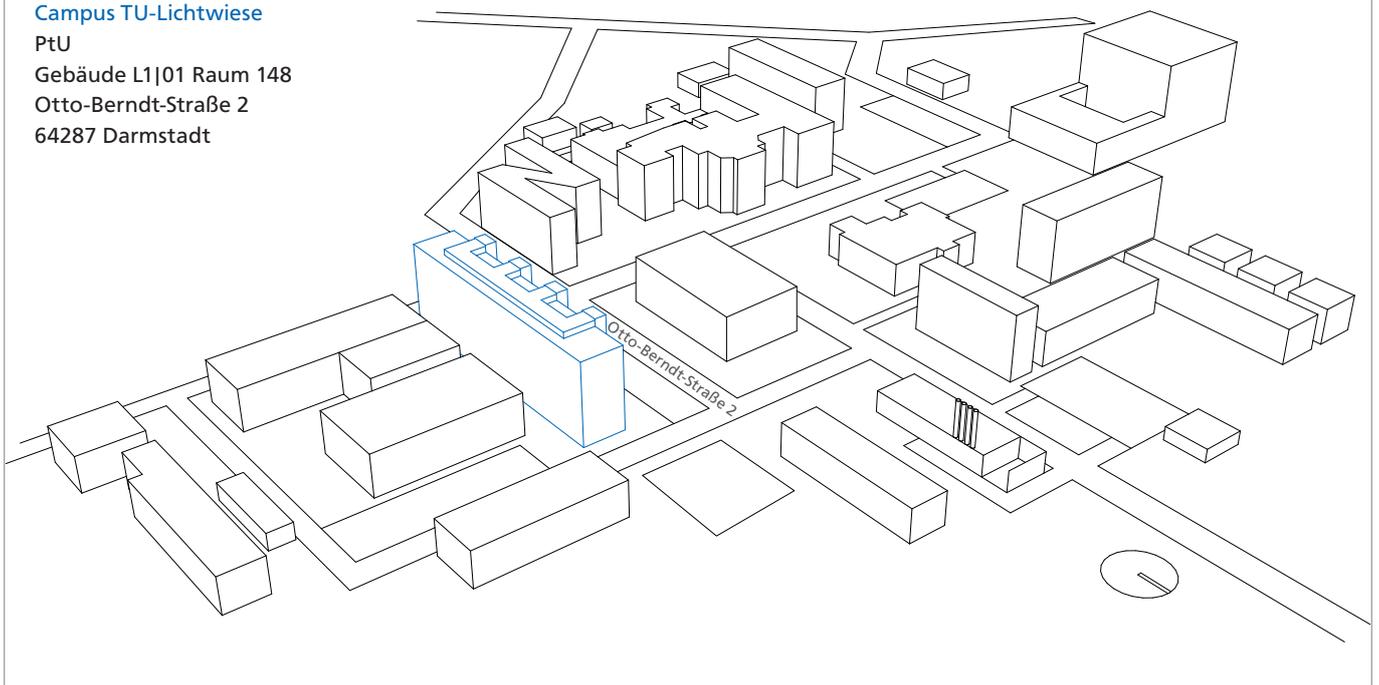
Anfahrt Directions

Darmstadt



Campus TU-Lichtwiese

PtU
Gebäude L1|01 Raum 148
Otto-Berndt-Straße 2
64287 Darmstadt



Autobahn



Autobahn A5 (Frankfurt–Basel) oder Autobahn A67 (Köln–Mannheim), Abfahrt Darmstädter Kreuz, von dort Richtung Darmstadt Stadtmitte. Beschilderung »TU-Lichtwiese« folgen. Je nach Tageszeit dauert die Fahrt mit dem Auto durch die Innenstadt zwischen 15 und 20 Minuten.

Ab Flughafen Frankfurt Main



Von Terminal 1 ab Bussteig 14 sowie von Terminal 2 fährt der HEAG-Airliner alle 30–60 Minuten direkt nach Darmstadt (Fahrzeit ca. 30 Minuten). In Darmstadt an der dritten Haltestelle »Hauptbahnhof« aussteigen. Von dort Buslinie K oder KU bis zur Endstation TU-Lichtwiese fahren. Die gesamte Fahrtzeit beträgt etwa 30 Minuten, die Busse fahren im Takt von ca. 15 Minuten.

Ab Frankfurt Hauptbahnhof



Mit der Odenwaldbahn SE 65 Richtung Erbach (Odw.) der VIAS GmbH bis zur Haltestelle TU-Lichtwiese. Folgen Sie dem Fußweg entlang der Versuchshallen des Fachbereichs Maschinenbau, bis Sie rechter Hand das große rote Zahnrad sehen. Dieses steht unmittelbar vor dem Foyer des Maschinenbaugeschäftes.

Ab Darmstadt Hauptbahnhof



Buslinie K oder KU bis zur Endstation TU-Lichtwiese. Die gesamte Fahrtzeit beträgt etwa 30 Minuten, die Busse fahren im Takt von ca. 15 Minuten.

Gegenüber der Bushaltestelle befindet sich das neue »Hörsaal- und Medienzentrum Lichtwiese«. Das Gebäude auf der anderen Seite des Neubaus ist das Maschinenbaugeschäft, gut zu erkennen am großen Zahnrad vor dem Gebäude: Otto-Berndt-Straße 2, Gebäude L1|01. Das PtU befindet sich dort im ersten Stock. Bitte melden Sie sich im Sekretariat (Zimmer 148) im ersten Stock an.

Your Way to PtU

Autobahn



From Autobahn A5 (Frankfurt–Basel) or Autobahn A67 (Köln–Mannheim) take exit »Darmstadt« at Autobahn junction »Darmstädter-Kreuz« follow direction »Darmstadt Stadtmitte« (city centre) then follow the signs to »TU-Lichtwiese«. Driving through the city takes about 15 to 20 minutes.

From Frankfurt International Airport



Go to bus platform 14 outside the baggage claim area of terminal 1 on the arrival level or to the bus stop at terminal 2 and take the bus »Airliner«, which goes directly to Darmstadt (travel time about 30 minutes; leaving every 30–60 minutes). Change at the third stop in Darmstadt »Hauptbahnhof« (main station) to bus K or KU, exit at final destination »TU-Lichtwiese«.

From Frankfurt Main Station



Take the »Odenwaldbahn SE 65« Direction: Erbach (Odw.) operated by VIAS GmbH to »TU-Lichtwiese«. Follow the path along the laboratories until you reach the large red gearwheel on your right. Next to the gearwheel you find the building of mechanical engineering.

From Darmstadt Main Station



Take bus line K or KU to final destination »TU-Lichtwiese«. The trip takes about 30 minutes, the busses leave every 15 minutes. Bus tickets are available either at the ticket machine or from the bus driver.

You will find the PtU at university campus »TU-Lichtwiese« in building number L1|01 (mechanical engineering). The building can be identified by the large gearwheel in front. Please register at the office in room 148 on the first floor.



Fotograf Nikolaus Heiss
Photographer Nikolaus Heiss

Impressum

Imprint

Herausgeber

Publisher

Technische Universität Darmstadt
Institut für Produktionstechnik
und Umformmaschinen
Otto-Berndt-Straße 2
64287 Darmstadt
Telefon +49 (61 51) 16 30 56
Telefax +49 (61 51) 16 30 21
info@ptu.tu-darmstadt.de
www.ptu.tu-darmstadt.de

Redaktion

Editor

M.Sc. Manuel Steitz, das Sekretariat
und alle weiteren wissenschaftlichen
MitarbeiterInnen des PtU
M.Sc. Manuel Steitz, the administration
and all other scientific assistants of the PtU

Gestaltung

Layout

Dipl.-Des. Angelika Philipp

Druck

Print

typographics GmbH
Röntgenstraße 27a
64291 Darmstadt
www.27a.de

Auflage: 1000

Corporate Design der Technischen Universität Darmstadt

Schriften: Charter, Frontpage, Stafford

Farbe: 1b [100c 60m]

© PtU Darmstadt 2013 — Nachdruck, auch auszugsweise,
nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des Instituts.

© PtU Darmstadt 2013 — Reproduction, even in extracts,
only after written permission from the institute.

