



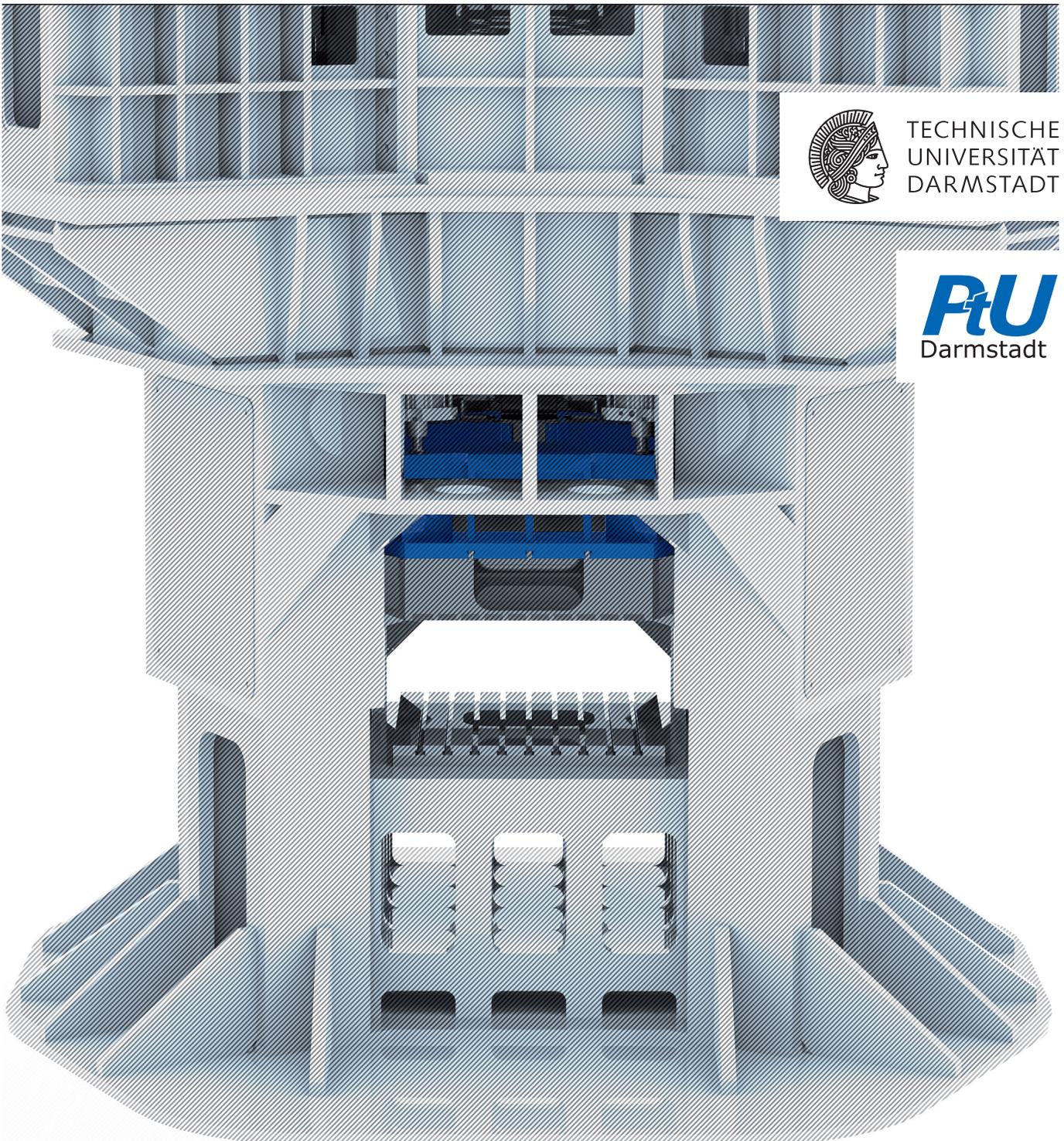
Jahresbericht 2011

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



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

P+U
Darmstadt



**Institut für Produktionstechnik
und Umformmaschinen**

Institute for Production Engineering
and Forming Machines

Umformtechnik am PtU

Kürzere Produktlebenszyklen und zunehmender globaler Wettbewerb führten in den letzten Jahren zu einem Paradigmenwechsel in der Umformtechnik. Stand traditionell vor allem die Massenproduktion im Fokus der Bemühungen, müssen nun in gleichem Maße Flexibilität und Wandlungsfähigkeit der Prozesse berücksichtigt werden. Nur wer flexibel auf sich ändernde Randbedingungen auf dem Beschaffungs- oder Absatzmarkt reagieren kann, ohne dabei die Produktivität aus den Augen zu verlieren, wird in Zukunft bestehen.

Durch unsere Arbeit wollen wir einen Beitrag für die Weiterentwicklung und Zukunftssicherung der Umformtechnik leisten.

Anspruchsvolle Lehre soll Nachwuchsingenieure durch ausgeprägte Problemlösungskompetenzen und wissenschaftliche Kreativität für zukünftige Herausforderungen qualifizieren. Dazu bieten wir neben Grundlagen- und Vertiefungsvorlesungen auch Tutorien und sogenannte »Advanced Design Projects« an. Diese verfolgen das Ziel, die Studierenden zum einen durch ingenieurtypische Team- und Projektarbeit auf das spätere industrielle Arbeitsumfeld vorzubereiten (ADPs) und zum anderen den Studierenden durch selbst durchgeführte Experimente oder (Simulations-) Rechnungen eine fachliche Vertiefung in zuvor selbst erarbeiteten Lernstoff zu ermöglichen.

In unseren Forschungsprojekten greifen wir wichtige Fragen für die Wettbewerbsfähigkeit von Technologien auf:

- Die von uns durchgeführte Grundlagenforschung liefert ein tieferes Prozessverständnis und ermöglicht die Entwicklung neuer Umformverfahren und Prozesskombinationen.
- Den wichtigen Transfer dieses Wissens zu unseren industriellen Partnern stellen wir durch vorwettbewerbliche Forschung im Rahmen von bilateraler Projektarbeit oder in Arbeitskreisen sicher.
- Durch Arbeiten im Bereich der Verfahrensentwicklung und der Tribologie wird eine Steigerung der Produktivität und Stabilität umformtechnischer Prozesse ermöglicht.

- Die ganzheitliche Betrachtung von Prozessketten und der zugehörigen Maschinen- und Anlagentechnologie bietet die Chance, nachhaltige Optimierungskonzepte für bestehende oder neue Produktionsprozesse zu erstellen.

- Mit der Entwicklung innovativer Anlagen- und Maschinenkonzepte (z. B. einer 3D-Servo-Presse) schaffen wir die Möglichkeit, gänzlich neue Bauteilformen oder Prozesse zu realisieren.

- Neben der technischen Analyse stellen wir Prozesse und Abläufe auch wirtschaftlich im Rahmen von Benchmarking-Projekten auf den Prüfstand.

Gerne stehen wir Ihnen auch in Zukunft als kompetenter Ansprechpartner für Beratungs- und Forschungsdienstleistungen zur Verfügung.

Ihr
Peter Groche

Metal Forming at PtU

Shorter product life cycles and increasing global competition have been leading to a remarkable paradigm shift in metal forming over the past years. Traditionally, mass production was ranked first but today flexibility and changeability of processes need to be considered at the same time. Otherwise, changing conditions on supply or sales markets are difficult to be taken into account.

Our work is a contribution to the advancement and next generation of metal forming and its processes.

Ambitious teaching shall enable the new generation of engineers to master future challenges by distinctive skills in problem solving and scientific creativity. In order to meet this aim, we offer lectures in fundamentals and advanced metal forming as well as tutorials and advanced design projects. Group work on engineering and research represent the characteristics of an advanced design project, whereas tutorials rather consist of experiments and simulations in the students' own responsibility.

In research projects we keep on picking up important topics for the competitive ability of both new and existing technologies:



- The basic research provides a deeper process understanding and enables the development of new metal forming techniques and process combinations.

- We ensure the important knowledge transfer to our industrial partners by pre-competitive research within the scope of bilateral project work or in workshops.

- Working in the fields of process development and tribology enables an increase in the productivity and stability of metal forming processes.

- The comprehensive view of process chains and the associated machine and plant technology offers the chance to provide lasting optimization concepts for existing or new production processes.

- We create opportunities for the realization of completely new part geometries or processes by developing innovative machine concepts (such as a 3D Servo Press for instance).

- Besides the technical analysis, we verify processes and procedures economically within the scope of benchmarking-projects.

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

Yours, Peter Groche

Index of Contents

Foreword	3
Institute	7
History	8
Services	10
Funding	10
Technical Facilities	12
Research & Development	14
Research Departments	16
Clusters of Research	22
Completed Dissertations	54
Publications and Presentations	56
Teaching	58
Content of Teaching	60
Lectures	61
Student Numbers	62
Completed Theses	62
Life at the Institute	64
Conferences and Events	66
Stay Abroad	68
Summer Festival 2011	69
Institute for Research in Production Technology	69
TU Meet and Move	70
New Staff	70
Farewell Party	71
Excursions	72
Study Awards	73
WGP Summer School	73
Outlook 2012	74
Your Way to PtU	76
Imprint	78

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
Institut	7
Geschichte	8
Dienstleistungen	10
Finanzierung	10
Technische Ausstattung	12
Forschung & Entwicklung	14
Forschungsabteilungen	16
Forschungscluster	22
Abgeschlossene Dissertationen	54
Veröffentlichungen und Vorträge	56
Lehre	58
Lehrinhalte	60
Vorlesungen	61
Studierendenzahlen	62
Abgeschlossene Arbeiten	62
Institutsleben	64
Tagungen und Veranstaltungen	66
Auslandsaufenthalt	68
Sommerfest 2011	69
Institut für Fertigungsforschung	69
TU Meet and Move	70
Neue Mitarbeiter	70
Abschiedsfeier	71
Exkursionen	72
Studienpreise	73
WGP Summer School	73
Ausblick 2012	74
Anfahrt	76
Impressum	78



Institut Institute



Von 1976 bis 2012 – Über 35 Jahre Umformtechnik an der Technischen Universität Darmstadt

Entwicklung des Instituts

Die produktionstechnische Forschung und Lehre blickt in Darmstadt auf eine 100-jährige Tradition zurück. Im Jahre 1976 wurde aus dem Institut für Werkzeugmaschinen die Umformtechnik ausgegliedert. Professor 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 (PtU) und wird seit 1999 von Professor 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 Auszubildende können Umformwerkzeuge als auch Versuchsstände direkt vor Ort gefertigt werden. Seit 2007 steht für die experimentellen Arbeiten 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 zeitgemäßen multimediale Arbeitsplätzen.

Seit Gründung des Instituts ist die Mitarbeiterzahl stetig gestiegen. Mittlerweile arbeiten durchschnittlich 29 wissenschaftliche Mitarbeiter am PtU. Diese Bilanz über Jahre

aufrecht zu erhalten bestätigt den guten Ruf, den sich das Institut im Laufe der Zeit bei Forschungsfördergesellschaften und Industriepartnern erworben hat. Weiterhin arbeiten 8 Mitarbeiter in Verwaltung und Technik sowie etwa 70 studentische Hilfskräfte am PtU.

Organisation

Das Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen unter der Leitung von Professor Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Peter Groche gliedert sich fachlich in die drei Abteilungen

- Prozessketten und Anlagen
- Verfahrensentwicklung
- Tribologie und Oberflächentechnik

»Prozessketten und Anlagen« widmet sich dabei vorrangig der prozessübergreifenden Betrachtung kompletter Produktionsabläufe und der Steigerung ihrer Produktivität und Stabilität. Technologisch sind hier die Schwerpunkte Walzprofilieren, Innenhochdruck-Umformen (IHU) als auch die Entwicklung von Pressen mit Servoantrieben zu nennen.

»Verfahrensentwicklung« setzt auf die Neu- und Weiterentwicklung von Umformprozessen mit dem Ziel, sowohl technologische als auch ökonomische Vorteile zu generieren. Bearbeitet werden Fragestellungen aus dem Bereich des Walzprofilierens, der inkrementellen Umformung sowie dem Umformen mit Wirkmedien.

»Tribologie und Oberflächentechnik« befasst sich mit der Beschreibung und Optimierung tribologischer Zusammenspiele innerhalb der Systemgrenzen von Werkzeugwerkstoffen, Halbzeugen sowie Prozessstoffen. Für Untersuchungen im Bereich Massiv- und Blechumformung als auch dem IHU und dem Scherschneiden stehen am Institut geeignete Prüfstände bereit.

From 1976 to 2012 – More than 35 Years of Metal Forming at Technische Universität Darmstadt

The Institute's History

Technical research and teachings look back on a 100 year old tradition in Darmstadt. In 1976 metal forming evolved as a separate discipline from the Institute for Machine Tools. Professor Dr.-Ing. Dieter Schmoeckel became head of the at that time called institute for metal forming (IfU). Since 1989 the institute bears its today's name Institute for Production Engineering and Forming Machines (PtU). It is led by Professor Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Peter Groche since 1999.

The test area on campus Lichtwiese is equipped with a multitude of test facilities and machine tools. A cooperation between the PtU and the Institute for Production Management, Technology and Machine Tools (PTW) allows to run a common mechanical workshop with 20 skilled workers, where forming tools and test rigs can be manufactured locally. In 2007 a second experimenting hall, built for the Collaborative Research Centre CRC 666, opened for more experimenting capacities. Research projects access most modern simulation and construction software and cutting-edge technologies for measuring, running on modern computer hardware.

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

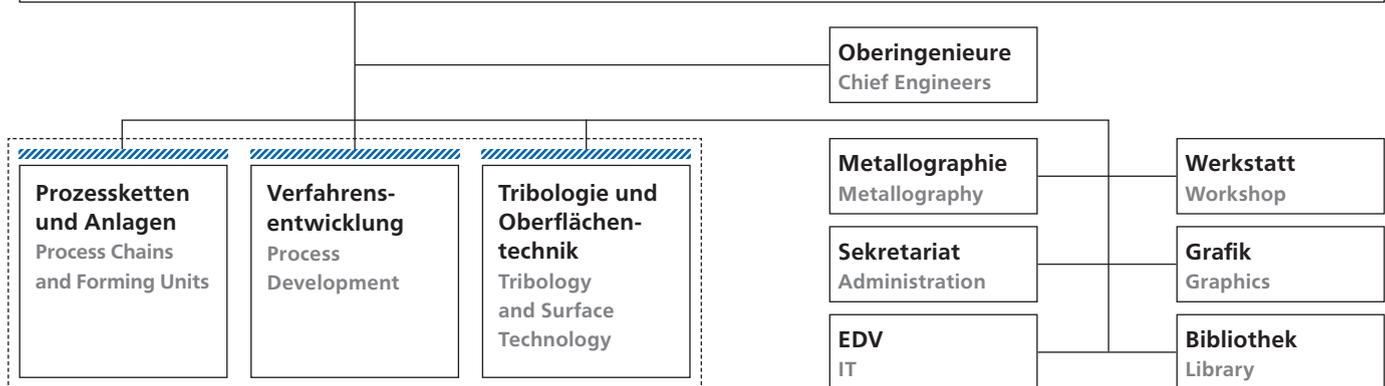
Gründung des Instituts für Umformtechnik (IfU) durch Professor Dr.-Ing. Dieter Schmoeckel
Foundation of the Institute for Metal Forming (IfU) by Professor Dr.-Ing. Dieter Schmoeckel

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

Emeritus Prof. em. Dr.-Ing. D. Schmoeckel
 Emeritus Prof. em. Dr.-Ing. D. Schmoeckel

Lehrbeauftragter Prof. Dr.-Ing. M. Dostal, Daimler AG
 Visiting Lecturer Prof. Dr.-Ing. M. Dostal, Daimler AG

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



Since the early days of the institute, the number of employees constantly rose to an average of now 29 scientific assistants. The PtU employs additionally 8 administrative and technological members of staff as well as about 70 student research assistants.

Organisation

The Institute for Production Engineering and Forming Machines led by Professor Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Peter Groche, is divided in three technical departments:

- Process Chains and Forming Units
- Process Development
- Tribology and Surface Technology

»Process Chains and Forming Units« mainly addresses the examination of entire production processes and the increase of their productivity and stability. Technological subjects are in particular roll forming, tube hydroforming and the development of servo-driven presses.

»Process Development« deals with the redevelopment and enhancement of forming processes to achieve both technological and economical advantages. Current projects deal with roll forming, incremental bulk forming and hydroforming.

»Tribology and Surface Technology« dedicates itself to the characterization and improvement of tribological interactions within system boundaries of tool materials, semi-finished parts and process materials. The institute provides applicable test stands for bulk and sheet metal forming, hydroforming and cutting.

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 Facilities 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-Press
 Assembly of the 3D Servo Press

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 Stanzerei- und Profilierbetriebe
- 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 experi-

ence 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 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 benefits: the 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 Grundausstattung 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 For-

schungsvereinigungen (AiF), die Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung (EFB), die Forschungsvereinigung Stahlanwendung (Fosta), der Schraubenverband, der Industrieverband Massivumformung (IMU), die European Cold Rolled Section Association (ECRA) und 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 means for a continuous and profound improvement of our research and teaching.

Institutsleiter

Director of the Institute

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

Sekretariat

Office

**Claudia Balthes
Katrin Beckmann
Stephanie Keller
Sabine Passet**

SFB Sekretariat

SFB Office

Dipl.-oec.-troph Annette Metz

Emeritus

Emeritus

Prof. em. Dr.-Ing. Dieter Schmoeckel

Oberingenieur

Chief Engineer

**Dipl.-Wirtsch.-Ing. Jörg Avemann
Dipl.-Ing. Philip Beiter**

Lehrbeauftragte

Visiting Lecturers

**Prof. Dr.-Ing. Michael Dostal
Dr.-Ing. Matthias Scheitza**

Forschungsgruppe Prozessketten und Anlagen

Research Group

Process Chains and Forming Units

Leitung

Director

M.Sc. Okan Görtan

Forschungsgruppe Verfahrensentwicklung

Research Group

Process Development

Leitung

Director

Dipl.-Ing. Frederic Bäcker

Forschungsgruppe Tribologie und Oberflächentechnik

Research Group

Tribology and Surface Technology

Leitung

Director

Dipl.-Ing. Manuel Ludwig

Mitarbeiter

Staffs

**Dipl.-Wirtsch.-Ing. Jörg Avemann
M.Sc. Stefan Calmano
Dipl.-Ing. Alexander Duschka
Dipl.-Ing. Christian Ludwig
Dipl.-Ing. Wiktorija Morkwitsch
M.Sc. Felix Rullmann
Dipl.-Ing. Sebastian Schmitt**

Mitarbeiter

Staffs

**M.Sc. Ahmad Abrass
Dipl.-Ing. Philip Beiter
M.Sc. Matthias Brenneis
Dipl.-Ing. Dominik Huttel
Dipl.-Ing. Mesut Ibis
Dipl.-Ing. Wolfram Schmitt
Dipl.-Ing. Martin Storbeck
Dipl.-Ing. Christoph Taplick
Dipl.-Ing. Lennart Wießner**

Mitarbeiter

Staffs

**M.Sc. Matthias Christiany
Dipl.-Ing. Benjamin Heß
Dipl.-Ing. Norman Möller
Dipl.-Ing. Christian Müller
Dipl.-Ing. Christoph Müller
Dipl.-Ing. Mahmut Özel
M.Sc. Christian Pabst
Dipl.-Ing. Franziska Resch
M.Sc. Manuel Steitz
M.Sc. Simon Wohletz
Dipl.-Ing. Sebastian Zang**

Technischer Support

Technical Support

Leitung mechanische Werkstatt

Director of Mechanical Facilities

Jürgen Geißler

Administrativer Support

Administrative Support

Bibliothek

Academic Library

Magdalena Moron

IT Support

IT Support

IT Systems Manager

IT Systems Manager

Roman Haaf

Mechanischer Support

Versuchsfeldtechniker

Mechanical Support

Test Field Engineer

Edwin Kirchner

Öffentlichkeitsarbeit

Layout | Grafik | Fotografie

Public Relation

Layout | Graphic | Photography

Dipl.-Des. Angelika Arnold

Dipl.-Des. Julia Voit

Auszubildender

Trainee

Patrick Taffner

Technische Ausstattung

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 1m²)

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

Schnellläuferpresse – BRUDERER Stanzautomat BSTA 300-85B2

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

VoestAlpine 12-gerüstige Walzprofilieranlage

Kalibriergerüst

Sonderprofiliergerüst mit vier fliegend gelagerten Rollen

Anlage zum Flexiblen Walzprofilieren mit Niederhaltern

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

Prüfstand für pneumatische Tiefungsversuche an feinst Blechen sowie Kunst- und Faserwerkstoffen

Filmzieh- und Trocknungsprüfgerät COAT-MASTER 510

Festwalzsystem und Festklopfsystem zur Oberflächen-Einglättung und Randschicht-Aufhärtung

Walzenauftragsmaschine für Schmelzkleber Hardo TH 300-V37,5

Laserbearbeitungszentrum 3D microSTRUCT ns532

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

Thermografie-Kamera

Zug-Druckprüfmaschine

Metallografie Labor

Rasterelektronenmikroskop JEOL JSM6610LV

Akustische Schädigungsmessung bis 500 kHz

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

Profilmessgerät Byte-wise 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.

Technical Facilities

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 Bifurcated 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 Hydro-Forming Press 30.000 kN

- Bursting Test Stand for Tubes and Profiles
- Modular Tool System for Sheet Metal Hydro-forming (Sheet Size up to 1m²)

Self-Made 500 kN Triple-Acting Hydraulic Press

Combined Strip Drawing Facility

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

High Performance Stamping Press Bruderer BSTA 300-85B2

3D Servo Press with Numerically Controlled Stroke, Pivoting and Orbital Ram Movement

Voestalpine Roll Forming Line (12 Stands)

Numerically Controlled Calibration Stand

Roll Forming Stand with Four Forming Rolls in Overhung Position

Mill for Flexible Roll Forming with Blankholders

Pneumatic Press for Conventional Forming (up to 40kN) 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

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 500kHz

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.



Flexible Fertigungsanlage zur Herstellung verzweigter Mehrkammerprofile

Flexible Production Line for Branched Multi-Chamber Profiles



Laserbearbeitungszentrum mit kombinierter Schneid-/Schweißoptik

Laser Welding and Cutting System



VoestAlpine Walzprofilieranlage

VoestAlpine Roll Forming Line



Dunkes Kombinierte Tiefzieh & IHU-Pressen

Dunkes Combined Deep Drawing and Hydroforming Press



3D-Servo-Pressen

3D Servo Press



Bruderer Stanzautomat BSTA 300-85B2

Schnellläuferpresse

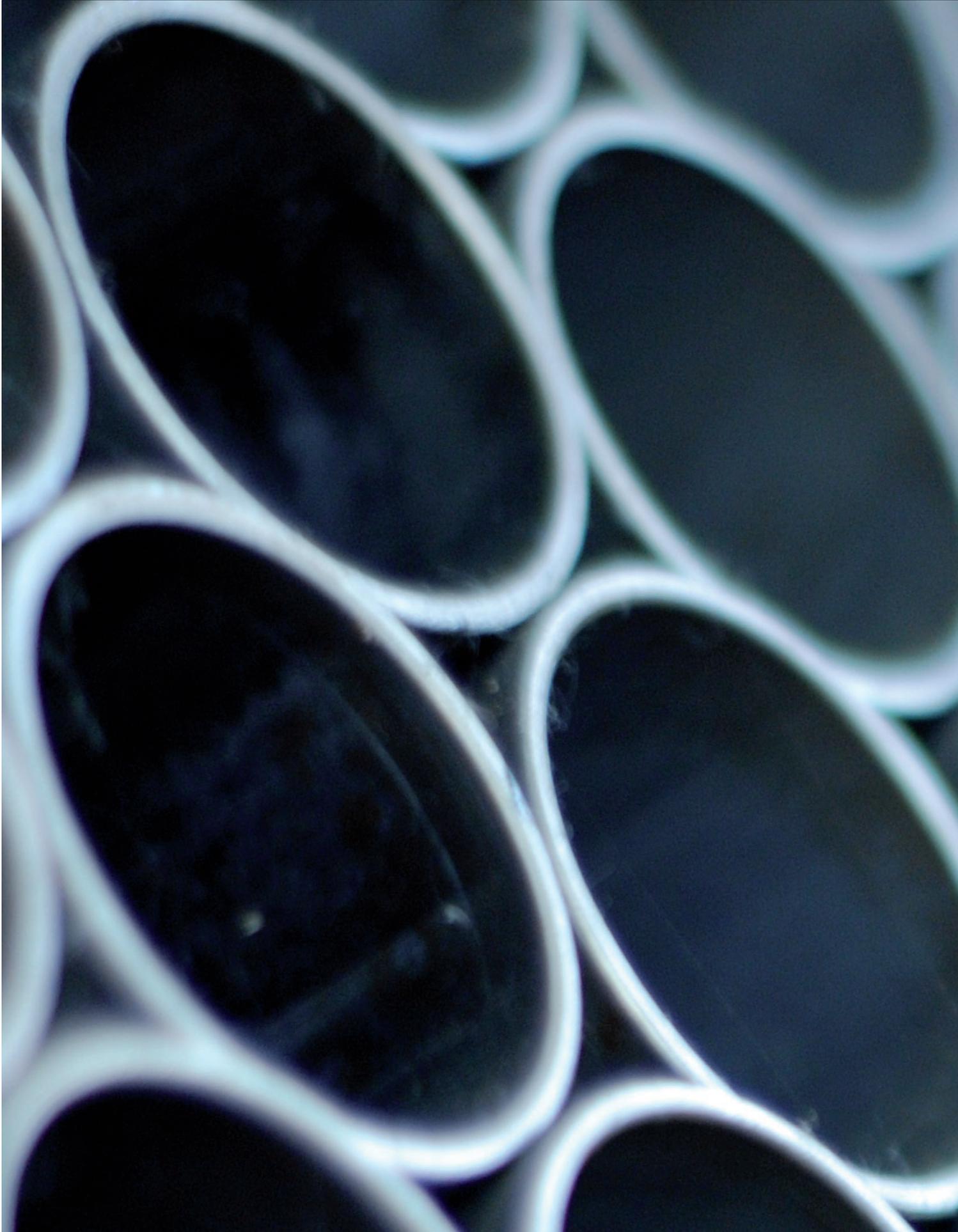
Bruderer BSTA 300-85B2 Stamping Press



Synchropress SWP 2500

Servomotorpresse

Synchropress SWP 2500 Servo Motor Press





Forschung & Entwicklung

Research & Development





Department Process Chains and Forming Units

The Department 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. The demands originate not only from the sales market but also from buying market factors such as varying batch qualities. 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 produce different products of one family with low effort for setting up. Progress in drive train technology and control systems allow to build 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. Great achievements have been obtained at the PtU by applying linear induction motors and a 3D ram movement in press technology. Further development and evaluation of this drive train technology is carried out in several projects which use commercialized servo presses and 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 a value chain consisting of a multitude of individual processes. Each individual process leads to a change of characters, like hardening, microstructure change, thinning etc., which are relevant for downstream processes. The understanding of the interactions and the conduction of need for optimization are important steps to develop improved and new process chains.

One focus in this area is the hydroforming. The viability of hydroforming, which is 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 the research is to increase the competitiveness of products formed by hydroforming.

Another focus lies in the investigation of roll forming operations and its 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. The aim of this project is the development and optimization of a new production method based on a modified rotary swaging process for continuous production of UFG materials.

In another project, FORMÅLEON, the changeability of the metal forming industry is investigated. Focus of this research project is the deployment of the technical and organizational requirements for a changeable sheet metal fabrication. Hereby the possibilities of the servo press technology are exploited as enabler for changeability. This allows the management of increasingly volatile company surroundings.

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 the projects using FE-simulation, small-scale test and prototyping.

Prozessketten und Anlagen

Process Chains and Forming Units

Abteilung 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 dem Innenhochdruck-Umformen (IHU). Die Realisierbarkeit des in industrieller Großserie eingesetzten Prozesses IHU ist stark von den IHU vor- und nachgelagerten Fertigungsschritten, z.B. der Halbzeugherstellung, abhängig. Ziel der Forschung ist es, die Wettbewerbsfähigkeit von mit Innenhochdruck umgeformten Produkten, welche aus Hohlkörpern und Blechen hergestellt werden, zu steigern.

Ein weiterer Schwerpunkt 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. eine 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.

In einem anderen Projekt, FORMÄLEON genannt, wird die Wandlungsfähigkeit umformender Produktion untersucht. Schwerpunkt dieses Forschungsprojektes ist es, die technischen und organisatorischen

Voraussetzungen für eine wandlungsfähige Blechumformung zu schaffen. Hierbei werden die Möglichkeiten der Servopressentechnologie als Wandlungsbefähiger genutzt. So können die zunehmend unsicherer werdenden Unternehmensumfelder beherrscht werden.

Die Ergänzung und Optimierung der Prozesskette Innenhochdruck-Umformen, Profilieren, UFG Werkstoff Herstellung sowie der Einsatz von Servopressen in der Blechumformung wird in den einzelnen Projekten durch FE-Simulationen, Modellversuche und Prototyping untersucht.



Department Process Development

To ensure an economic, flexible and ecologically sound production in our future, the continuous development and improvement of industrial manufacturing processes is of crucial importance. At the PtU, research focuses on hydroforming, roll forming and flow splitting, functional integration by forming and nonstandard procedures such as paper forming.

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

Fundamentals

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 the underlying mechanisms and the development and testing of appropriate tooling concepts. Examples can be found in flexible flow splitting or hydroforming of paper.

Process Evolution

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 hence an integration into existing process chains pushes an idea step by step towards application. Procedures at this stage of development are among others roll forming of tailor rolled blanks and flexible roll forming.

Process Optimization

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



Verfahrensentwicklung

Process Development

Abteilung Verfahrensentwicklung

Um auch in Zukunft eine wirtschaftliche, flexible und gleichzeitig ökologisch verträgliche Produktion sicherzustellen, ist die ständige Neu- und Weiterentwicklung industrieller Fertigungsprozesse von entscheidender Bedeutung. Schwerpunkte am PtU sind dabei wirkmedienbasierte Umformverfahren, Profiliertechnik, Funktionsintegration und Sonderverfahren wie die Papierumformung.

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

Grundlagen

Grundlagenprojekte erforschen die Anwendung neu entdeckter oder bisher nicht genutzter Phänomene und Innovationen auf die Umformtechnik. Im Vordergrund stehen die Ergründung der Wirkmechanismen und die Entwicklung und Erprobung passender Werkzeugkonzepte. Beispiele zur Grundlagenforschung in der Verfahrensentwicklung finden sich im flexiblen Spaltprofilieren oder der wirkmedienbasierten Papierumformung.

Weiterentwicklung

Den Brückenschlag von der Idee zur Anwendung schafft die konsequente Weiterverfolgung 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 Schritt für Schritt zur Anwendungsreife. Zu den Verfahren auf dieser Entwicklungsstufe zählen das Profilieren von Tailor Rolled Blanks oder das flexible Walzprofilieren.

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 bietet das PtU hier mit den Möglichkeiten eines Forschungsinstituts seine Dienste an.

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 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.

Tribologie und Oberflächentechnik

Tribology and Surface Technology

Abteilung 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.



Cluster Walzprofilieren

Cluster Roll Forming

24

Cluster Tribologie

Cluster Tribology

30

Cluster Multifunktionale Bauteile

Cluster Multi-Functional Components

36

Auslegungsalgorithmen für »flexible« Walzprofilierprozesse

Lay-Out Methods for »Flexible«
Roll Forming Processes

26

Qualifizierung neuer Tribo- systeme für die Kaltumformung höchstfester Stahlbleche

Qualification of New Tribological
Systems for the Cold Forming
of Advanced High Strength Steels

32

SFB 805 – Beherrschung von Unsicherheit in lasttragenden Systemen des Maschinenbaus

CRC 805 – Control of Uncertainties
in Load-Carrying Structures
in Mechanical Engineering

38

Herstellung verzweigter Profile durch integrierte Umform-, Zerspan- und Fügeoperationen und rechnergestützte Bau- teiloptimierung durch numerische Prozesskettenanalyse

Manufacturing of Bifurcated Profiles
by Integrated Forming, Milling
and Joining Operations Computer
Aided Part Optimization with
Numerical Process Chain Analysis

28

Einführung fließender Prozesse in die Kaltmassivumformung

Introduction of Inline Processes to Cold
Bulk Metal Forming Systems

34

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

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

40

Forschungscluster

Clusters of Research

Cluster Werkstoffleichtbau

Cluster Material Lightweight Design

42

Cluster Servopressen

Cluster Servo Presses

48

Grundlagen der umformgerechten Papierherstellung

Fundamentals of Paperboard Forming

44

Umformen – Produktionsfamilien bei gleich bleibender Qualität

Forming – Production Families with
Uniform Quality

50

Herstellung von UFG-Werkstoffen durch Rundkneten

Production of UFG Materials by
Rotary Swaging

46

Formäleon – Wandlungsfähige Blechumformung durch Einsatz von Servotechnologie

Formäleon – Changeable Sheet Metal
Forming by the Use of Servo Technology

52

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 nebenstehenden Cluster zugeordnet. Neben der erwähnten Kontinuität fördern diese die abteilungsübergreifende Zusammenarbeit der wissenschaftlichen Mitarbeiter 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.

Clusters of Research

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 endeavors. 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, on which an institute can play out 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 shown on the right. In addition to continuity, they also promote an intensive inter-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.

Cluster Walzprofilieren

Seit den 1970er Jahren zählt die 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 betrieben werden. An vier Schwerpunkten wird gegenwärtig geforscht: Flexibilisierung, innovative Methoden zur Prozessauslegung, Funktionsintegration und 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 erlaubt. Das flexible Walzprofilieren löst dieses Problem durch die Hinzunahme zusätzlicher rotatorischer und translatorischer Freiheitsgrade an den Gerüsten, sodass die Rollenpositionen einem veränderlichen Sollquerschnitt folgen. Ein ähnlicher Ansatz erlaubt das Walzprofilieren von Blechen mit in Längsrichtung veränderlicher Dicke, den sog. Tailor Rolled Blanks (TRB).

Innovative Methoden zur Prozessauslegung Als aufwendig erweist sich bisweilen die Finite-Elemente-Analyse von Profilerprozessen, wie sie beispielsweise als Auslegungsmethode im Vorfeld einer Serienproduktion zum Einsatz kommt. Rechenzeiten und damit die Vorlaufzeit bis zum Start der Produktion steigen schnell in schwer vertretbare Höhen. Die Ingenieure des PtU begegnen dieser Problematik mit der Entwicklung effizienter Algorithmen, welche sich Ähnlichkeiten innerhalb des Prozesses zu Nutze machen und die Rechenzeit damit deutlich verkürzen. Die Justagezeit beim Rüsten von Anlagen lässt sich durch eine frühzeitige Erkennung von Rollenfehlpunkten verkürzen. Arbeiten am PtU verfolgen diesen Ansatz anhand einer Inline-Messung des Rollenabdrucks auf dem Blech.

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 Profil umgeformt.

Spaltprozesse Spaltprofilieren und Spaltbiegen zählen zu den Neuentwicklungen des PtU. Es handelt sich dabei um Verfahren zur Erzeugung integraler Verzweigungen des Querschnitts von Blechen bei Raumtemperatur. Die Verzweigungen entstehen an der Bandkante (Spaltprofilieren) oder in der Bandfläche (Spaltbiegen) ohne Materialdopplungen durch eine Blechmassivumformung. In Kombination mit dem konventionellen Walzprofilieren entstehen so z.B. Mehrkammerprofile aus höherfestem Stahl vom Band. Aktuelle Vorhaben beschäftigen sich u. a. mit der Entwicklung des flexiblen Spaltprofilierens, das analog zum flexiblen Walzprofilieren auch in Längsrichtung veränderliche und gleichzeitig verzweigte Querschnitte zulässt.

Cluster Roll Forming

Since the 1970s, research in the field of roll forming has been one of the core topics at the PtU, which at that time still was called IfU. Today, two roll forming lines with over 30 stands are available to the institute. In addition to conventional roll forming lines, a variety of new developments has successfully been integrated, such as automated calibration stands, linear flow and bend splitting processes as well as stands with additional degrees of freedom for producing profiles with varying cross sections. Research activities currently focus on four areas: flexibilization, innovative methods for process design and dimensioning, multifunctional profiles and splitting processes.

Flexibilization A significant part of roll formed products is used as structural components and designed to carry loads. An effective means of realizing the lightweight idea are load adapted cross-sections of load carrying parts. However the cross-sections of roll formed parts usually

don't change along the longitudinal direction. 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 stands. This way the roll positions can follow a targeted varying cross-section. A similar approach allows the roll forming of blanks with variable thickness in the longitudinal direction, the so-called Tailor Rolled Blanks (TRB).

Innovative Methods for Process Design and Dimensioning At times the finite-element analysis of roll forming processes, used e.g. as a method of tool dimensioning in advance of a mass production, can be quite elaborate. Computation time and with it the lead time until the start of production quickly reaches unacceptable levels. Engineers of the PtU address this problem with the development of efficient algorithms. These algorithms make use of similarities within the process such as stationary phases and thereby shorten the calculation time significantly. Set up times of roll forming machinery is often dominated by the time needed for roll adjustments. This can be shortened by an early detection of roll positioning errors. Research at the PtU takes this approach using an inline measurement of the roll imprint on the work piece.

Integration of Functionality The sequential arrangement of roll forming installations dedicates them for the integration of other manufacturing operations into the forming process. Enhancing the functionality of products while forming them is an idea that originates from the research cluster »Multifunctional Components«. Following that idea metal conductors are introduced to roll forming workpieces 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 band edge (linear flow splitting) or anywhere else on the sheet (bend splitting) through a continuous bulk forming operation avoiding double layers of material. In combination with conventional roll forming stringer profiles and multi-chamber profiles made of high strength steel are manufactured from the coil. Current projects deal with the early detection of process failures, their causes and the identification of remedial actions. Further the development of flexible flow splitting has been initiated, which in analogy to flexible roll forming allows cross-sections changing along the longitudinal direction and featuring bifurcations at the same.

Übersicht über die laufenden und im Jahr 2011 abgeschlossenen Projekte

Optische Auswertung der Blechoberfläche zum Beschleunigen von Rüstvorgängen

Beherrschen von Toleranzfeldern beim Spalt- und Walzprofilieren

Entwicklung eines Verfahrens zur beschleunigten Simulation von Walzprofilierprozessen

Inline-Fertigung von funktionalen Kaltprofilen aus Stahl mit integrierten elektrischen Leiterbahnen

Herstellung verzweigter Profile durch integrierte Umform-, Zerspan- und Fügeoperationen

Auslegungsalgorithmen für flexible Walzprofilierprozesse

Entwicklung neuartiger Leichtbau-Rollprofile aus flexibel gewalzten höher- und höchstfesten Mehrphasenstählen (Tailor Rolled Blanks) für den Automobil- und Transportsektor

Rechnergestützte Bauteiloptimierung durch numerische Prozesskettenanalyse

Erweiterung der Verfahrensgrenzen beim Spaltprofilieren

Schnelles Rüsten beim Walzprofilieren

Overview of Actual Projects

Optical Analysis of the Metal Sheet Surface for Reducing the Roll Forming Setup Time

Controlling the Fields of Tolerance in Linear Flow Splitting and Roll Forming

Development of a New Algorithm to Accelerate the Simulation of Roll Forming Processes

Inline-Manufacturing of Functional Cold-Rolled Profiles with Integrated Electrical Conductors

Manufacturing of Multi-Chamber Profiles by Integration of Forming, Cutting and Joining Processes

Lay-Out Methods for Flexible Roll Forming Processes

Development of Novel Lightweight Profiles for Automotive Industries by Roll Forming High Strength Tailor Rolled Blanks

Computer Aided Part Optimization with Numerical Process Chain Analysis

Extension of Ascertained Process Limitations of Linear Flow Splitting

Reducing Set-Up Times of Roll Forming Processes

Auslegungsalgorithmen für »flexible« Walzprofilierprozesse

Motivation Die Anforderungen an profilierte Bauteile steigen hinsichtlich der Erhöhung der Steifigkeit und der Reduzierung des Gewichts. Im Gegensatz zum konventionellen Walzprofilieren bietet das am PtU entwickelte flexible Walzprofilieren die Möglichkeit der Herstellung von Profilmfamilien, deren Querschnitt in Bezug auf die Höhe und die Breite variabel ist. Beispiele für entsprechende Profile sind in Abbildung 2 gezeigt. Von besonders hohem Interesse ist die Möglichkeit, Profile mit über der Längsachse variierender Breite ohne einen Werkzeugwechsel herstellen zu können.

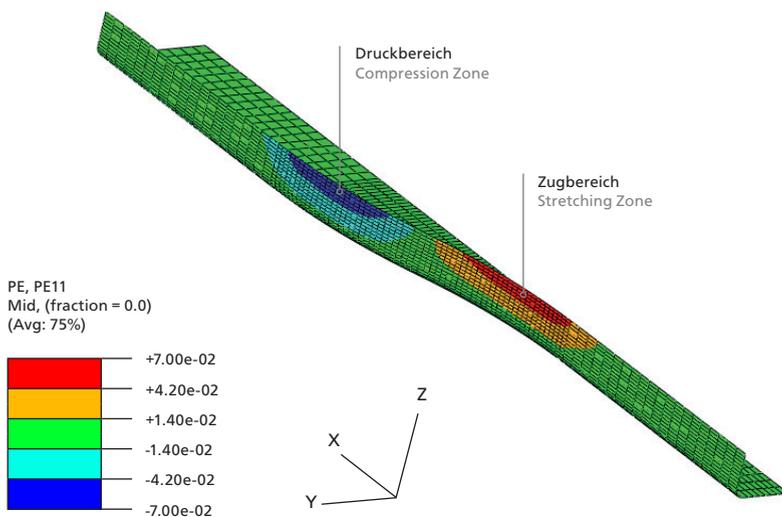
Als Halbzeug für das Profil dient ein Blechzuschnitt, dessen Bandkantenkontur mit der der gewünschten Biegekante korrespondiert. Die Schenkel werden durch sukzessive Erhöhung des Biegewinkels der Rollen im flexiblen Gerüst eingeformt. Um ein Profil hoher Qualität zu erhalten, müssen die Rollen immer senkrecht zum eingeformten Schenkel stehen (Abbildung 3). In Abbildung 4 ist der prinzipielle Aufbau zum flexiblen Walzprofilieren dargestellt. Er besteht aus dem flexiblen Gerüst mit einem translatorischen und einem rotatorischen Freiheitsgrad, um die gewünschte Werkzeugbewegung umsetzen zu können. Hinzu kommen konventionelle Profiliergerüste, die für den Transport des Blechs sorgen. Abbildung 1 zeigt die charakteristische

Verteilung der Längsdehnung im Übergangsbereich, in dem sich die Querschnittsänderung vollzieht. Sie besteht aus einem konkav ausgebildeten Zugbereich und einem konvex geformten Druckbereich. Derzeit fehlt es jedoch an einer durchgängigen Beschreibung der Verfahrensgrenzen.

Zielsetzung Die Zielsetzung dieses Forschungsvorhabens besteht darin, die wissenschaftlichen Grundlagen für die Auslegung des flexiblen Walzprofilierens weiter herauszuarbeiten. Durch die Weiterentwicklung analytischer Berechnungsansätze und von Ersatzmodellen soll sich die Herstellbarkeit unterschiedlicher Profilgeometrien effizient überprüfen lassen. Darüber hinaus werden eine Erweiterung der Verfahrensgrenzen und eine Steigerung der Prozesssicherheit angestrebt.

Vorgehensweise Mittels numerischer Berechnungen und experimenteller Untersuchungen ist es gelungen, grundlegende Zusammenhänge zum flexiblen Profilieren hinsichtlich des Einflusses unterschiedlicher Bauteil- und Prozessparameter auf das Profilierergebnis zu generieren. Als versagenskritischer Bereich wurde der Druckbereich des Profilschenkels identifiziert, da dort Faltenbildung auftreten kann. Durch die Entwicklung eines Ersatzmodells, das die Einförmigkeit des Profils durch das Auf-

bringen von Randbedingungen auf die Knoten in einer FE-Simulation ermöglicht, können die in Abbildung 1 dargestellten Dehnungsverteilungen angenähert werden. Dieses Simulationsmodell soll um den Einfluss der Einförmigkeit, der Rollendurchmesser und lokal veränderlicher Biegewinkel erweitert werden. Darüber hinaus sollen Untersuchungen zur anlagenseitigen Erweiterung in Form von Talfahrt und Bandzug und zur Optimierung von Bauteilgeometrieverläufen Aufschluss über das Potenzial zur Erweiterung der Verfahrensgrenzen liefern. Die in Simulationen ermittelten Ergebnisse sind abschließend im Versuch an ausgewählten Bauteilen zu validieren.



[1] Plastische Dehnung in x-Richtung

[1] Plastic Strain in X-Direction



[2] Prototypenprofile

[2] Prototype Profiles

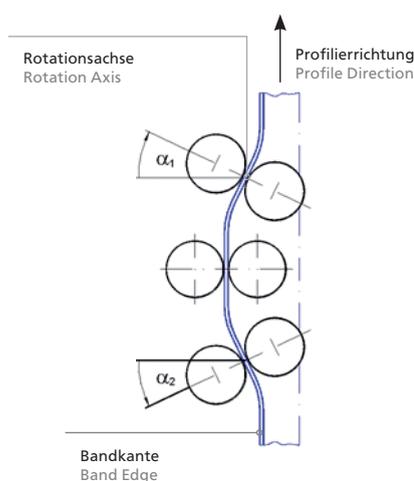
Lay-Out Methods for »Flexible« Roll Forming Processes

Motivation The requirements on roll formed parts increase with respect to stiffness enhancement and reduction of weight. In contrast to conventional roll forming, flexible roll forming, developed at the PtU, enables the production of part families with variable cross section in terms of height and width. Examples of corresponding profiles are given in (figure 2). Especially the possibility to produce profiles with different changes of width over the length without changing the tools is of high interest.

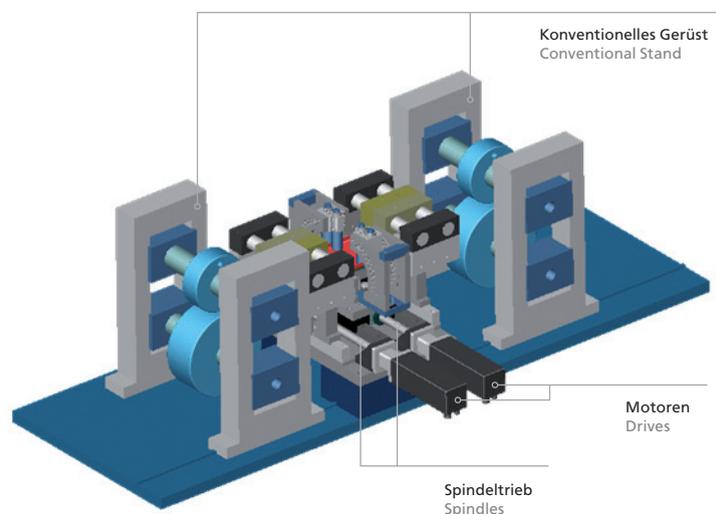
The semi-finished product for this part is a pre-cut sheet whose band edge shape corresponds with the desired bend line. The flange is formed by successive enhancement of the bending angle of the rolls in the flexible forming stand like in conventional roll forming. To obtain a profile of high quality the forming rolls must always be positioned perpendicular to the formed flange (figure 3). In figure 4, the principal layout of a flexible roll forming stand is presented. It contains the flexible stand consisting of a translatory and rotatory driven tool to provide the tool's movement on the desired path on one side and the conventional stand, which is responsible for the feeding movement of the blank on the other side. Figure 1 shows the characteristic longitudinal strain distribution in the transition zone where the profile changes its cross section. It consists of a stretching zone where the profile is concave shaped and a compressive zone within the convex formed section. Presently, a continuous description of the process limits is missing.

Objective The objective of this research project is a further elaboration of the scientific basics in order to dimension the flexible roll formed parts. By advancing analytical calculation approaches and alternative models, a producibility check of various profile geometries becomes efficiently performable. In addition, the extension of process limits and the increase of process reliability are intended.

Approach By means of numerical calculations and experimental work, fundamental relations of the roll forming process concerning the influence of various design and process parameters on the resulting profile were generated. The compression zone in the profile flange was detected as the process critical region since wrinkles can occur there. The characteristic strain distribution shown in figure 1 can be approximated by a fast FE-model which uses boundary conditions to induce the forming of the profile. That model is to be extended by the influence of forming length, roll diameter and locally varying bending angles. Furthermore studies about the influence of strip-tension and varying profile level and about optimization of geometric parameters should give information about the potential of extending process limits. The results generated by numerical calculation are to be validated by experiments.



[3] Werkzeugbewegung beim flexiblen Walzprofilieren
[3] Tool Movement for Flexible Roll Forming



[4] Korrespondierendes Umformgerüst
[4] Corresponding Forming Stand

Herstellung verzweigter Profile durch integrierte Umform-, Zerspan- und Fügeoperationen und rechnergestützte Bauteiloptimierung durch numerische Prozesskettenanalyse

Verzweigte Bauteile werden in vielfältigen Bereichen der Technik als Leichtbauelemente und multifunktionale Bauteile eingesetzt. Die Fertigungsprozesse Spaltprofilieren und Spaltbiegen ermöglichen es, Verzweigungen bei Raumtemperatur in integraler Bauweise ohne Fügeverfahren oder Materialdopplungen herzustellen. Das Spaltprofilieren konnte erfolgreich in eine Prozesskette bestehend aus Walzprofilier-, Fräs- und Laserschweißprozessen integriert werden (Abbildung 1). Die serielle Reihenfolge der einzelnen Bearbeitungsmodule begünstigt allerdings die Fortsetzung von Fertigungsfehlern.

Arbeiten früherer Forschungsphasen belegen die hohe Attraktivität dieses als Fließfertigung bezeichneten Fertigungssystems, wenn es gelingt, die Stabilität der Einzelprozesse sowie deren Verträglichkeit miteinander zu gewährleisten. Werden Fertigungsfehler zu spät erkannt, produziert die Anlage in Abhängigkeit der Bandgeschwindigkeit große Mengen an Ausschuss. Die Arbeiten der zweiten Phase fokussieren daher die frühzeitige Erkennung von Prozessstörungen, deren Ursachen und die Identifikation möglicher Abhilfemaßnahmen. Des Weiteren soll der Prozess des Spaltbiegens in die kontinuierliche Fertigungskette integriert werden.

Zunächst steht die Qualifikation geeigneter Messverfahren und -datenverarbeitungen zur in-line Erfassung qualitätsrelevanter Prozessgrößen und Produkteigenschaften im Vordergrund (Abbildung 2). Fußend darauf werden Wechselwirkungen zwischen Prozessgrößen und sich einstellenden Bauteileigenschaften untersucht. Dabei soll beispielsweise analysiert werden, wie sich Fehler innerhalb der gesamten Fertigungskette fortpflanzen und welche Übergabequalitäten vorliegen müssen, um zuvor definierte Toleranzgrenzen des fertigen Bauteils nicht zu überschreiten. Auf Basis der Prozessuntersuchungen werden abschließend Qualitätssicherungskonzepte erarbeitet und erprobt.

Neben der experimentellen Identifikation von Einflussparametern auf die Profilqualität wird gleichzeitig an der numerischen Abbildung der Prozesskette gearbeitet. Während der Herstellung entstehen prozessbedingte Eigenschaftsgradienten wie z. B. lokale Verfestigungen; eine numerische Analyse muss daher derartige Veränderungen berücksichtigen. Für eine Abbildung der gesamten Prozesskette wird zunächst jeder einzelne Prozess simuliert und auf relevante Einflussparameter untersucht.

In einem nächsten Schritt folgt die Verknüpfung der einzelnen Simulationen zu einer ganzheitlichen Prozesskettensimulation. Dabei werden die Ergebnisse einer Umformstufe als Eingangsparameter der nachfolgenden Stufe verwendet, um die Historie der Umformung möglichst exakt zu berücksichtigen. Diese Vorgehensweise gewährleistet eine ausreichend genaue Abbildung der Prozesskette. Eine Erfassung der Wechselwirkungen zwischen Bauteileigenschaften und Herstellprozess dient als Grundlage der Optimierung, deren Ergebnisse als Stellgrößen in den realen Prozess zurückfließen.



In Zukunft sollen aus der Herstellung resultierende Materialparameter durch Experimente ermittelt und mit den Ergebnissen der FE-Simulationen verglichen werden, um dann die Werkstoffschädigungen numerisch abzubilden. Nach erfolgreicher Validierung der Modelle kann die FEA genutzt werden, um genaue Aussagen zum Versagensort und -zeitpunkt innerhalb der Prozesskette zu treffen.

Manufacturing of Bifurcated Profiles by Integrated Forming, Milling and Joining Operations and Computer Aided Part Optimization with Numerical Process Chain Analysis

Bifurcated profiles such as multi-chambered-profiles are applied in diverse areas of technology as lightweight components or multifunctional parts. Linear flow splitting and linear bend splitting enable the manufacturing of bifurcations in an integral style at ambient temperature without joining or lamination of sheet. The linear flow splitting process is successfully integrated into a continuous production line consisting of roll forming, milling and laser welding processes (figure 1). Admittedly, the serial arrangement of each processing module promotes the error propagation.

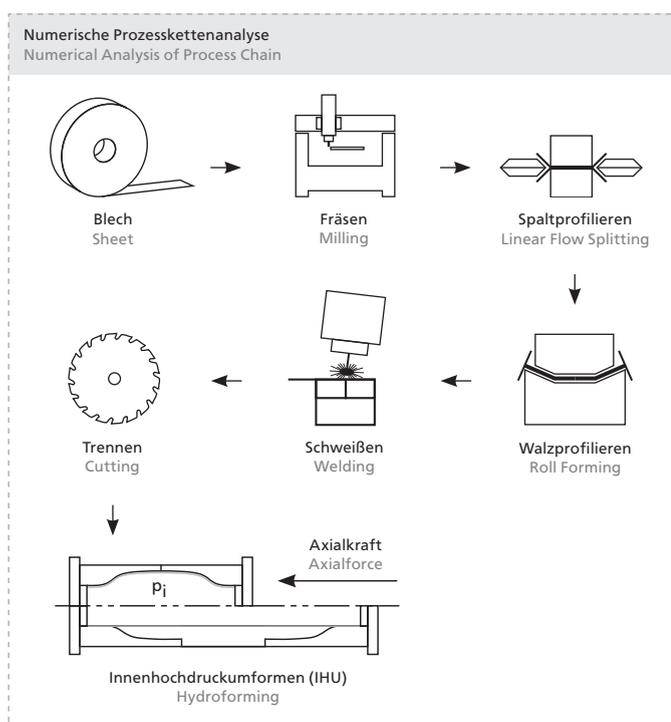
Results of earlier research activities allocate the high attractiveness of the continuous flow production, if it is possible to ensure stable processes and their compatibility. If manufacturing defects are discovered too late, depending on the line speed, the line produces a large quantity of waste. Therefore, current research focuses on the early detection of process failures, their causes and identification of remedial actions. Furthermore, the process of linear bend splitting is to be integrated into the continuous production chain.

At first, the focus is on the qualification of suitable measuring methods and data processing techniques for the in-line detection of relevant process parameters and part product quality determining features (figure 2). By adapting the qualified methods, interactions between process parameters and depending component properties are investigated. For instance, it should be analyzed, how errors are propagated throughout the entire production chain and which transfer qualities are needed, to keep the process parameters in previously defined tolerance limits. Based on the process inspections, quality assurance concepts are developed and tested.

Besides the production of complex profiles, numerical modeling and optimization of the process chain are recent research topics. During the manufacturing process-related property gradients occur, such as local strain hardening; a numerical analysis is only possible regarding such changes. In order to reproduce the complete

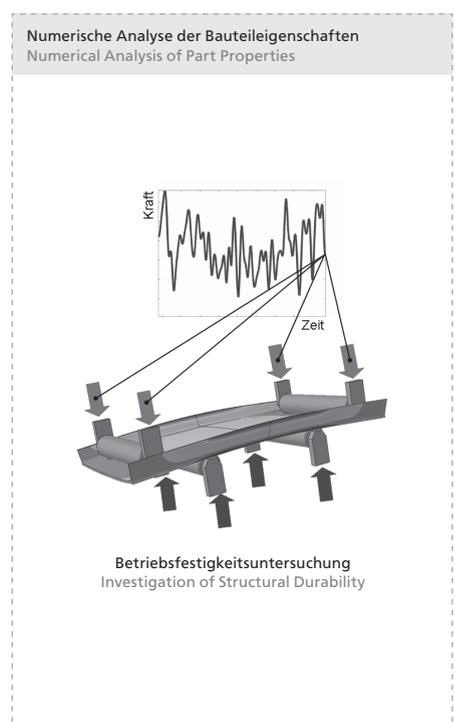
process chain initially, each process has to be analyzed separately so that relevant influence parameters can be detected. In a next step, the individual simulations are combined to a complete process chain. The results of one forming stage are used as input information for the simulation of the next step, taking the forming history into account. This procedure ensures an adequate representation of the process chain. A detection of interactions between component properties and manufacturing processes is the basis of the optimization, the results of which are fed back as control variables into the real process.

In future, material parameters resulting from the production are determined by experiments and compared with the results of FE simulations to determine material damage by numerical investigations. After a successful validation of the models, the FEA can be used to predict the place and time of material failure for the process chain.



Verfestigungen,
Eigenspannungen, ...
Work Hardening,
Residual Stresses, ...

Informationen zur
Prozessoptimierung
Input for Process
Optimization



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 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.

Cluster Tribology

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 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.

Übersicht über die laufenden und im Jahr 2011 abgeschlossenen Projekte

Einfluss einer Kühlung auf die tribologischen Verhältnisse beim Umformen von Aluminiumblechen

Qualifizierung neuer Tribosysteme für die Kaltumformung höchstfester Stahlbleche

Einführung fließender Prozesse in der Kaltmassivumformung

Entwicklung grundlegender innovativer Methoden zur Qualifizierung tribologischer Systeme der Kaltmassivumformung auf Basis von Laborversuchen und computergestützten Analyse-Tools

Maschinelle Oberflächeneinglättung für den effizienten Werkzeug- und Formenbau

Einfluss der Relativgeschwindigkeit zwischen Werkzeug und Werkstück sowie der Temperaturentstehung auf die tribologischen Verhältnisse bei der Kaltmassivumformung

Ermittlung von Reibzahlen nach Vorbelastungen

Prozessoptimierung durch oszillierende Werkzeugbewegungen in der Kaltmassivumformung

Entwicklung eines Reibmodells zur Beschreibung der tribologischen Verhältnisse in der Kaltmassivumformung bei strukturierten Halbzeugoberflächen (wurde am 31.12.2010 abgeschlossen)

Analyse und Beeinflussung des Wärmehaushaltes in der Blechumformung (wurde am 31.03.2011 abgeschlossen)

Overview of Actual Projects

Influence of Temperature on the Tribological Conditions in Sheet Metal Forming of Aluminum

Qualification of New Tribological Systems for the Cold Forming of Advanced High Strength Steels

Introduction of Inline Processes to Cold Bulk Metal Forming

Development of Fundamental and Innovative Methods for the Qualification of Tribological Systems of Cold Forging Processes on the Basis of Laboratory Tests and Computer Aided Analysis Tools

Mechanical Surface Smoothing for Efficient Die and Mold Production

Influence of the Relative Velocity between Tool and Workpiece, as well as Temperature Development on the Tribology in Cold Forging

Determination of Friction Coefficients on Preloaded Surfaces

Process Optimization by Oscillating Movements of Tools in Cold Forging

Development of a Friction Model to Describe the Tribological Conditions in Bulk Metal Forming with Structured Workpieces (finished on 31.12.2010)

Analysis and Override of Heat Balance in Sheet Metal Forming (finished on 31.03.2011)

Qualifizierung neuer Tribosysteme für die Kaltumformung höchstfester Stahlbleche

Ausgangssituation Vor dem Hintergrund steigender Leichtbauanforderungen nimmt die Verwendung von höherfesten und höchstfesten Blechwerkstoffen immer mehr zu.

Aufgrund der hohen Festigkeit muss zur Lastaufnahme weniger Material aufgewandt werden. Somit ermöglichen Bauteile aus höher- und höchstfesten Blechwerkstoffen eine Gewichtsreduzierung bei gleichbleibender oder gesteigerter Festigkeit der Bauteile. Da Stahl nach wie vor der überwiegend im Karosseriebau eingesetzte Werkstoff ist, bietet sich insbesondere im Fahrzeugbau ein großes Potential, Gewicht zu reduzieren. Unter Berücksichtigung höherer Sicherheitsanforderungen und unter Klimaschutzaspekten gewinnt dieser Trend noch mehr an Bedeutung.

Allerdings hat die Verwendung höchstfester Blechwerkstoffe zur Folge, dass die eingesetzten Umformwerkzeuge höheren Belastungen ausgesetzt sind. Somit ist an den Werkzeugen verstärkt mit Verschleiß zu rechnen und die Werkzeugstandzeiten werden deutlich gesenkt. Deshalb müssen Werkzeugwerkstoffe und Tribosysteme für die Umformung höchstfester Bleche optimiert werden. Der Ansatz, ein Werkzeugmaterial durch einen Werkstoff mit einer höheren Verschleißfestigkeit zu ersetzen, greift hierbei aber zu kurz, da nicht davon ausgegangen werden kann, dass diese Substitution das tribologische System in erwünschtem Maße positiv beeinflusst. Um dieses Ziel zu erreichen muss vielmehr ein ganzheitlicher Ansatz verfolgt werden, der alle Aspekte des tribologischen Systems und Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Komponenten berücksichtigt.

Ziel Das Ziel dieses Projektes ist es, neue Tribosysteme zur Umformung höchstfester Stahlbleche zu qualifizieren. Vorrangig sollen die Untersuchungen dazu beitragen, Werkzeugstandzeiten zu erhöhen und die Prozesssicherheit zu verbessern. Experimentelle Untersuchungen sollen Auskunft über die sich einstellenden Verschleißmechanismen und Veränderungen der Oberflächenzustände unterschiedlicher Werkzeugmaterialien geben.

Darüber hinaus wird der Einfluss der Zinkschicht auf das Tribosystem und die Wechselwirkung mit verschiedenen Werkzeugmaterialien untersucht.

Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse sollen abschließend Gestaltungsrichtlinien für Tribosysteme zur Umformung höchstfester Stahlbleche abgeleitet werden.

Vorgehensweise Für die experimentellen Untersuchungen kommt der Streifenziehversuch mit Ziehsickengeometrie zum Einsatz. Im Streifenziehversuch ist die praxisnahe Abbildung des kombinierten Tief- und Streckziehprozesses und der ihm eigenen tribologischen Verhältnisse möglich. Die Verwendung der Ziehsickengeometrie ermöglicht es, lokal hohe Kontaktnormalspannungen an den Werkzeugen zu erzeugen und diese mit einer Reibschubspannung zu überlagern. Durch die hohe Beanspruchung, die bei diesem Versuchsaufbau aufgebracht werden kann, treten Verschleißphänomene bereits nach einer vergleichsweise geringen Anzahl von Hüben auf, so dass auch Verschleißuntersuchungen an äußerst verschleißfesten Werkzeugwerkstoffen mit relativ geringem Aufwand möglich sind.

Als Werkzeugmaterial ist ein konventioneller Werkzeugstahl in einem mehrfachvergüteten Zustand mit CVD-Schichtsystem

Gegenstand der Untersuchungen. Zudem werden sowohl keramische, als auch pulvermetallurgische Werkzeugeinsätze im Rahmen des Forschungsvorhabens verwendet.

Für die Analyse werden bei den experimentellen Untersuchungen alle relevanten Versuchsparameter kontinuierlich erfasst. Mit der Erweiterung des Versuchsmonitorings um einen Sensor zur Erfassung der Blechoberfläche ist somit die Erfassung von Rauigkeiten im Versuch möglich. Zusätzlich besteht nun die Möglichkeit einer kontinuierlichen Temperaturerfassung. Hiervon werden neue Erkenntnisse bezüglich der Korrelationen zwischen Verschleiß, Kräften, Temperaturen und Oberflächenänderungen erwartet. Außerdem wird mit der Erweiterung des Monitorings die Detektierung instationärer und zeitkritischer Phänomene, wie z. B. die Zinkanhaftung an Werkzeugen, im Versuch ermöglicht.

Auf Basis der ermittelten Daten werden geeignete Kenngrößen identifiziert, die genauere und verlässlichere Aussagen zum Verschleißverhalten von Werkzeugwerkstoffen im Versuch zulassen.

Abschließend werden die gewonnenen Erkenntnisse genutzt um Gestaltungsrichtlinien für Tribosysteme zur Umformung höchstfester Stahlbleche abzuleiten.



[1] Kombinierte Streifenziehvorrichtung

[1] Combined Strip-Drawing Test Stand

Qualification of New Tribological Systems for the Cold Forming of Advanced High Strength Steels

Motivation The increased relevance of light-weight design intensifies the use of advanced high strength steels (AHSS).

Due to the high strength, less material is needed for load bearing. Therefore, parts made of high strength steel and advanced high strength steel allow a weight reduction while strength of the parts remains constant or increases. Because steel is still the most often used material in the car body production, there is a high potential of reducing weight, especially in the automotive industry. Rising safety requirements and environmental aspects add up to this trend.

However, the use of AHSS leads to higher stresses on the forming tools. Therefore, severe wear occurs on the tool thus making it impossible to achieve the aspired tool life. Consequently, tool materials and tribosystems for the forming of advanced high strength sheet metal have to be optimized. The approach of replacing a tool material by a more wear resistive material would not be sufficient, because it cannot be assumed that this substitution affects the tribological system positively in the aspired way. In order to achieve this objective, it is necessary to take a holistic approach that considers all aspects of the tribological system and interactions between its components.

Objective This project includes the further development and the qualification of tribological systems for the cold forming of AHSS.

It is a primary objective of this investigation to increase tool life and to improve process reliability. Experimental tests deal with wear mechanisms and changes in surface of different tool materials.

Moreover, the influence of zinc coatings on the tribological system and the interaction with different tool materials is being investigated.

Based on these data, guidelines for tribological systems for the forming of advanced high strength sheet metal will be developed.

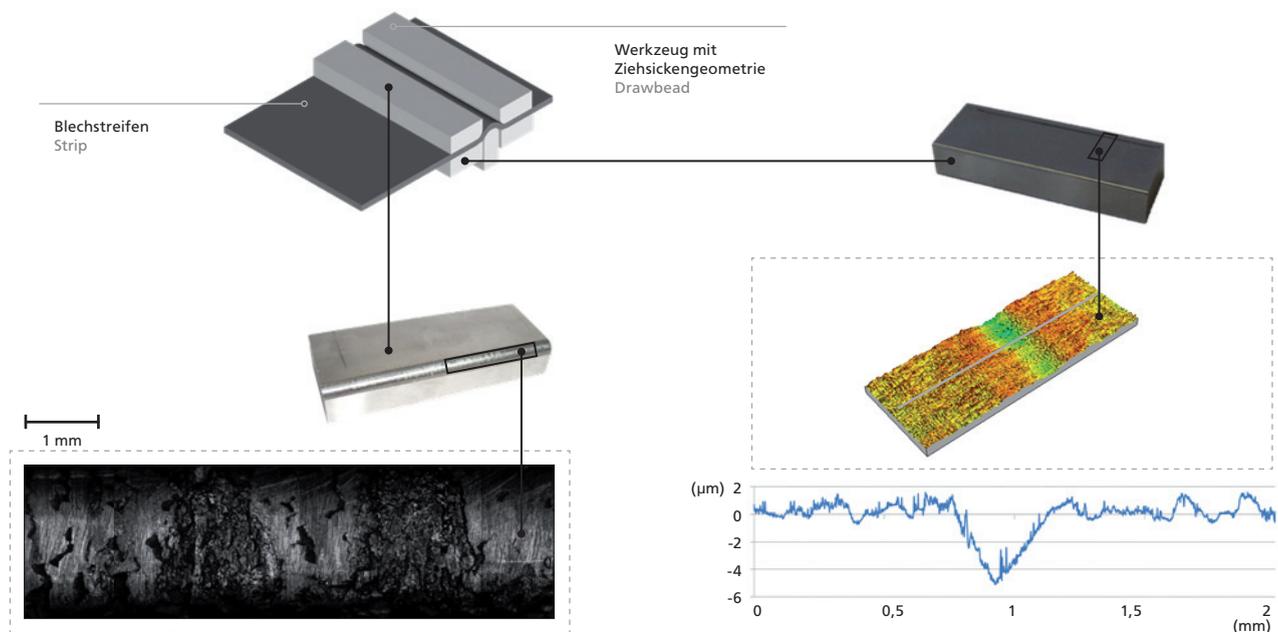
Approaches The strip drawing test allows simulating real deep drawing and stretch forming conditions and its tribological behavior. For experimental tests, the strip drawing test with drawbead geometry is used. With the drawbead geometry, it is possible to locally generate a high contact pressure and overlay it with a friction induced shear stress. Due to the high stress which can be applied in this experimental setup, wear phenomena occur after a comparatively low number of cycles, so that it is possible to investigate the wear behavior of extremely wear resistive tool materials at relatively low costs.

Conventional tool steel, with and without coating, is used as tool material. Ceramic and powder-metallurgical tool materials are also evaluated.

For the analysis, all relevant process parameters are recorded continuously during the experimental tests. With the extension of the monitoring to a sensor to detect the strip surface, it is possible to gather roughness data during the experiments. Furthermore, temperature data can be recorded continuously. Regarding these data, new findings are expected concerning the correlations between wear, process forces, temperatures, and surface changes. Additionally, the extension of the monitoring system enables the detection of nonstationary and time-sensitive effects, like zinc adhesion at the tool.

Based on this data, suitable parameters which allow more precise statements concerning the wear behavior during the tests are identified.

Finally, the results are used to develop guidelines for tribological systems for the forming of advanced high strength sheet metal.



[2] Ziehsickenwerkzeug mit Verschleiß
[2] Wear at a Tool with Drawbead Geometry

Einführung fließender Prozesse in die Kaltmassivumformung

Motivation Die in der Kaltmassivumformung benötigten Schmier- und Trennschichten werden in einem separaten, sehr aufwändigen Fertigungsschritt auf das Halbzeug aufgebracht. Die eingesetzten Trennschichten basieren bisher zumeist auf Zinkphosphatschichten. Deren Aufbringung und deren Verwendung sind jedoch mit einer Vielzahl an Nachteilen behaftet. Die stetige Erwärmung und Verdampfungsanteile in den Bädern gehen mit entsprechenden energetischen Verlusten einher. Zudem fallen Schwermetall belastete Schlämme während der Phosphatierung aus, welche als Sondermüll zu behandeln sind. Für die Bäder werden große Mengen an Frischwasser benötigt und gleichermaßen fallen große Mengen an Abwässern an, welche zudem mit den Badkomponenten kontaminiert sind. Die verhältnismäßig großen Beschichtungsanlagen sind in der Anschaffung teuer und binden gleichermaßen Platz, der für weitere, fertige Aggregate nicht mehr zur Verfügung steht. Zudem bedingt die batchweise Aufbringung und die vergleichsweise lange Behandlungszeit eine Unterbrechung der Prozesskette. Die notwendige Entfernung der Phosphatschicht nach der Umformung ist mit ähnlichen Nachteilen verbunden.

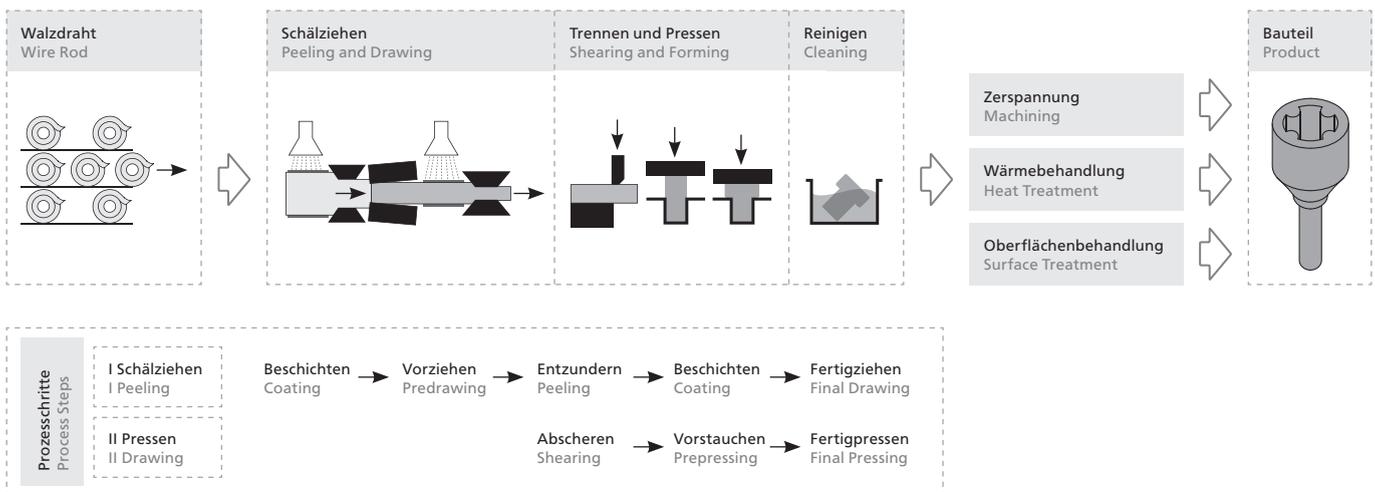
Zielsetzung Zielsetzung dieses Forschungsvorhabens ist die Entwicklung einer neuartigen, zinkphosphatfreien Prozesskette für

die Kaltmassivumformung. Um dieses etablierte Tribosystem zu substituieren, sollen gezielt eingestellte Oberflächenstrukturen und ein schnell applizierbarer Einschichtschmierstoff entwickelt werden. Hierfür sind jedoch weiterführende Kenntnisse über den Wirkzusammenhang zwischen der Wandlung der Bauteiloberfläche und der Schmierstoffanhaftung notwendig.

Vorgehensweise Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wird ausgehend vom Warmwalzdraht eine verkettete Prozessfolge bis zum gereinigten Bauteil realisiert. Der warmgewalzte Draht wird in einem Prozessschritt durch Schälen entzundert und daraufhin auf den Halbzeugg Durchmesser gezogen. Anschließend werden die gescherten Drahtabschnitte zu Bauteilen der Verbindungstechnik gepresst. Durch den Einsatz eines Salzschniermittelträgers mit integrierter Schmierung als schnell aufbringbares Einschichtschmiermittel kann beim Umformen auf Zinkphosphat als Trennmittel verzichtet werden. Der Wegfall der zeitaufwändigen, batchweisen Phosphatierung ermöglicht neuartige Prozessketten in der Drahtverarbeitung. Dadurch werden die Materialdurchlaufzeiten verkürzt, eine Zwischenlagerung zwischen den Prozessschritten kann entfallen und die Entdeckungswahrscheinlichkeit einer fehlerhaften Verarbeitung erhöht sich.

Das PtU untersucht mit den institutseigenen Tribometern und produktionsnahen Durchzieh- und Durchdruckversuchen die Funktionalität des neuartigen Einschichtschmierstoffes. Mittels der energiedispensiven Röntgenspektroanalyse (EDX) wird die Wandlung der Oberflächenschichten untersucht. Um den entwickelten Salzwachsschmierstoff hinsichtlich Viskosität und Druckbeständigkeit an die Lasten der Kaltmassivumformung anzupassen, werden sowohl die Salzkonzentration und der Schmelzpunkt des Wachses angepasst. Mittels mechanischer Strukturierungsverfahren werden Schmierstoffaschen erzeugt, um den Effekt der hydrostatischen Schmierwirkung gezielt zur Reibkraftreduktion zu nutzen. Die Wandlung der Oberflächentopographie und der elementaren Zusammensetzung der Oberflächenschichten durch die Umformung gestattet, die Funktionalität schnell applizierbarer Einschichtschmierstoffe nachzuweisen.

Anhand der prozessspezifischen Umformkräfte wird das Potential zur Reibkraftreduktion durch die gezielte Oberflächenstrukturierung und der Verwendung eines Einschichtschmierstoffes optimiert. Gegen Projektende wird ein Tribosystem zur Verfügung stehen, welches qualitativ hinsichtlich Umformkräfte und Werkzeugstandmenge mindestens gleichwertig ist wie das etablierte System basierend auf einer Zink-



[1] Prozessketten

[1] Process Chains

phosphatschicht. Auf diese Weise werden die Vorteile einer zinkphosphatfreien Kaltmassivumformung nutzbar, ohne Einbußen der Leistungsfähigkeit bestehender Prozesse in Kauf nehmen zu müssen. Die Ergebnisse werden die Grundlage für eine Umstellung umformender Unternehmen auf eine zinkphosphatfreie Produktion bilden.

Introduction of Inline Processes to Cold Bulk Metal Forming Systems

Motivation Lubricant and separation layers for cold bulk metal forming are applied in a separate and extensive manufacturing step. Established separation layers mostly base on zinc phosphate layers. The application and the use of these layers have a multitude of drawbacks. Continuous heating and the bath's vaporization are related to high energy losses. Furthermore, during the phosphating, sludge containing heavy metal is precipitating, which has to be disposed of as hazardous waste. Great quantities of fresh water are needed for the phosphating baths and in the same way waste water will accrue, which is contaminated by the bath's components. The comparatively big coating units are expensive to purchase and tie up space, which cannot be used for further production facilities. Furthermore, the batchwise application and the comparatively long treatment time cause a disconnected process chain. The necessary removal of the phosphate coating after forming is connected with similar drawbacks.

Objective The development of an innovative, zinc phosphate free process chain for cold bulk metal forming is the objective of this research project. To substitute the established tribological system, specific surface structures and a fast applicable single layer lubricant are to be developed. Sound knowledge of the causal connection between the conversion of the part's surface and the lubricant's adherence is needed to enable the introduction of zinc phosphate free lubricants in other cold bulk metal processes.

Approach A new process chain including the manufacturing steps from surface pretreatment to the cleaned part will be realized in this research project. In the first step, the wire rod is descaled by peeling and drawn to the desired diameter. In the following step, the sheared wire strips are formed to joining parts. By using a salt wax separator with integrated lubrication as a fast applicable single bath lubrication system, a zinc phosphate layer is not needed as a separation layer in the subsequent forming. The shortage of the time extensive, batchwise bondering enables innovative process chains for wire processing. Due to that, the material processing time is shortened, the intermediate storage between the process

steps may be omitted and the probability of detection of a defective processing is enhanced.

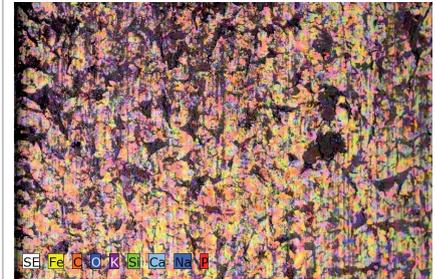
The PtU researches the single layer lubricant's functionality on the institute's tribometers and close to production with extrusion and drawing tests. To determine the main process specific correlations, the forming force, the surface topography and the adhering quantity of lubricant are measured. The surface conversion is investigated by using the energy dispersive X-ray (EDX). To adapt the developed salt wax lubricant with integrated lubrication regarding the viscosity and the pressure resistance to the loads occurring in cold bulk metal forming, the salt concentration and the waxes melting point are adjusted. To use the effect of hydrostatic lubrication for the reduction of friction forces, lubricant pockets are generated by mechanical structuring processes. The investigation of the surface conversion and the surface layers elemental composition enables to proof the functionality of fast applicable single layer lubricants.

By means of process specific forming forces, the potential of the friction forces reduction by surface structuring and the use of a single layer lubricant is optimized. Until the project's end, a tribological system will be available, which is at least qualitative equal to the established system based on a zinc phosphate conversion layer regarding the forming forces and the tool life time. Thus, the advantages of the zinc phosphate free cold bulk metal forming are utilizable without any losses concerning the performance of established processes. The project's results are the basis for forming companies for a changeover towards zinc phosphate free production.

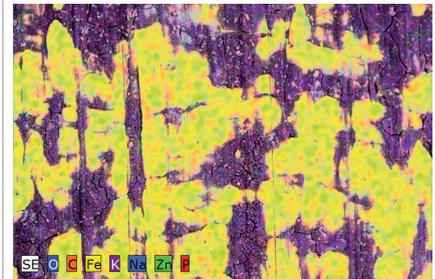
Fließpressprobe
Cold Extrusion Sample



EDX – Oberflächenmapping
EDX – Surface Mapping



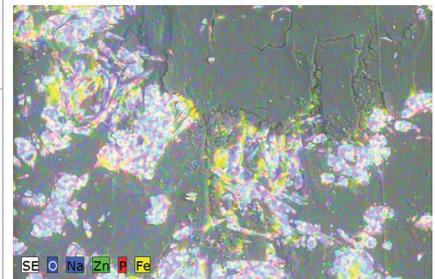
Salzwachs
Salt Wax



Polymer
Polymer



MoS₂
MoS₂



ZnP + Seife
ZnP + Soap

[2] Oberflächenuntersuchung

[2] Surface Analysis

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 Entwickler.

Die gesteigerten Möglichkeiten der Verarbeitung von Informationen verlangen im gleichen Atemzug eine gesteigerte Informationsgewinnung in Form verbesserter Sensoren und deren verstärktem Einsatz. Sollen Bauteile zudem aktiv ihr Eigenschaftsprofil verändern, beispielsweise zur Schwingungsdämpfung, wird neben den Sensoren eine entsprechende Aktorik erforderlich. Einfache Strukturbauteile 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 zur Herstellung multifunktionaler Bauteile deutlich verkürzt. Fügeelemente wie Schrauben und Nieten werden durch ein Fügen während der Formgebung überflüssig. 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.

Cluster Multi-Functional Components

Systems for information processing have become more powerful, 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), in addition to sensors a corresponding actuator is required. Equipped with integrated sensors and actuators simple structural parts become valuable sources of information about load conditions, expected maintenance or needed repair. In case of integrated actuators they can even be used for the purposes of closed loop control. Components like this have 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.

Übersicht über die laufenden und im Jahr 2011 abgeschlossenen Projekte

Integration von Funktionsmaterialien
(DFG)

Inline-Fertigung von funktionalen
Kaltprofilen aus Stahl mit integrierten
elektrischen Leiterbahnen (AVIF)
(Projektstart 01. Januar 2012)

LOEWE-Zentrum AdRIA
Teilprojekt: Umformung von funktionalen
mehrschichtigen Verbundblechen (LOEWE)

Overview of Actual Projects

Integration of Functional Materials (DFG)

In-Line Production of Functional Profiles from Cold
Steel with Integrated Electrical Conductors (AVIF)
(Beginning of the Project 01.01.2012)

LOEWE-Center AdRIA
Sub-Project: Forming of Functional Multi-Layer
Sheet Metal Composites (LOEWE)

SFB 805 – Beherrschung von Unsicherheit in lasttragenden Systemen des Maschinenbaus

Teilprojekt B4: Integration von Funktionsmaterialien Um die Unsicherheit in lasttragenden Systemen zu beherrschen, wird bei der Konstruktion eine gezielte Überdimensionierung durch einen Sicherheitsfaktor vorgenommen. Dies verursacht zusätzlichen Energieverbrauch und steht dem Leichtbau negativ entgegen.

In diesem Forschungsprojekt, welches ein Teilprojekt des Sonderforschungsbereiches 805 »Beherrschung von Unsicherheit in lasttragenden Systemen des Maschinenbaus« darstellt, werden die Grundlagen für die Integration adaptiver Komponenten in massive metallische Strukturen durch inkrementelle Umformverfahren gelegt. Ergebnisse der Arbeiten sind Technologien, mit denen eine sichere Kopplung von Aktoren, Sensoren und Tragstrukturen gelingt, ohne dass es während der Herstellung der Kopplung zu einer Beschädigung der Aktoren oder Sensoren kommt. Ziel ist die Herstellung aktiver Komponenten, die in ihrer Nutzungsphase aktiv auf äußere Einflüsse reagieren können und somit leichter dimensioniert werden können. Zudem besitzen viele Funktionsmaterialien auch sensorische Eigenschaften, die zum Monitoring in der Produktentstehungs- und Nutzungsphase genutzt werden können. Unsicherheiten, die durch eine Vorbelastung während der Herstellung oder durch überhöhte Belastungszyklen auftreten, können somit beherrscht werden.

In der ersten Phase des Projektes werden mögliche Aktoren ermittelt und deren Belastungscharakteristika sowie Einbauvarianten untersucht. Ausgehend von den erarbeiteten Einbauvarianten werden mögliche Prozessführungen für die einzelnen konstruktiven Lösungen systematisch erarbeitet. Anschließend können numerische Abbildungen der Prozesse dargestellt werden. Nach Abschluss der Simulationen und der Auswahl geeigneter Prozessregelalgorithmen werden experimentelle Untersuchungen zur Integration der Funktionsmaterialien durchgeführt. Dabei soll die Integration von Funktionsmaterialien an den inkrementellen Umformverfahren Drückwalzen, Rundkneten und Taumelpressen erprobt werden.

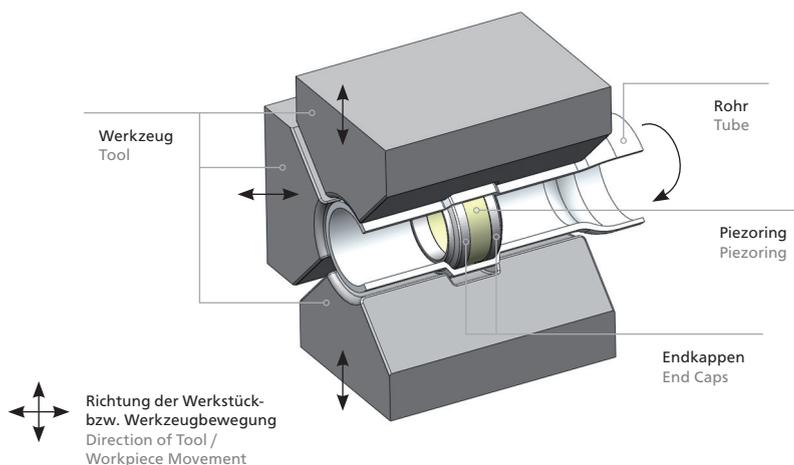
Bisher wurden in experimentellen Untersuchungen die Durchführbarkeit einer Verbundstrukturherstellung durch die etablierten Umformprozesse Drücken und Drückwalzen realisiert. Zur Umsetzung dieser Aufgabe wurde ein Teileverbund konzipiert, bei dem Ringe aus verschiedenen Materialien in eine zylinderförmige Aluminium-Blechhülle eingewalzt werden sollten. Diese wurde im gleichen Arbeitsschritt aus einer flachen Ronde gewonnen. Trotz der Einarbeitung der Ringe und der sich daraus ergebenden Absätze und Hinterschneidungen entstand ein fester und untrennbarer Verbund.

Aktuelle experimentelle Untersuchungen laufen zur Herstellung von smarten Strukturen im Einstechrundknetverfahren.

Abbildung 1 zeigt den Aufbau der Integration mittels Rundkneten. Dabei muss die Verbindung zwischen Funktionsmaterial und tragender Struktur so ausgelegt sein, dass eine sichere Kraftübertragung möglich ist. Aus diesem Grund wird eine gleichzeitig kraft- und formschlüssige Verbindung benötigt. Durch die kraftschlüssige Verbindung in axialer Richtung wird eine Vorspannung auf die Piezokeramik erzeugt. Somit ist eine Einbaubedingung für Piezoaktoren und -sensoren erfüllt und es können auch Zugspannungen übertragen und erfasst werden. Um eine unnötig hohe Bauteilvorbelastung durch das verspannte Funktionsmaterial zu vermeiden ist es wünschenswert, die Vorspannung definiert auf die jeweilige Belastungsdimension einzustellen. Die größte Herausforderung liegt jedoch in der Anfälligkeit der Funktionsmaterialien, da parallel zur Formgebung auch die Vorspannung der Verbindung gezielt eingestellt werden muss. Dies gelingt durch die Wahl der richtigen Prozessparameter wie Kalibrierzeit, Geometrie und Vorschubgeschwindigkeit.

In Abbildung 2 ist ein im Einstechrundknetverfahren umgeformtes Aluminiumrohr mit zerstörungsfrei eingebrachter Piezokeramik dargestellt. Durch den Umformvorgang kommt es gerade an den stirnseitigen Rändern des Piezorings zu sehr großen, schlagartig auftretenden Flächenpressungen. Zudem ist eine rechteckige Gestalt an der Anlagefläche zum Rohr nicht optimal. Aus den genannten Gründen wird daher die Keramik durch Endkappen aufgenommen. Auch ist es möglich, den vom Piezoring eingenommenen Bauraum durch andere Funktionsmaterialien oder Sensoren zu nutzen.

Der Sonderforschungsbereich 805 wird durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) unterstützt und finanziert.



[1] Versuchsaufbau für die Integration von funktionalen Materialien im Einstechrundknetverfahren

[1] Test Setup for the Integration of Smart Materials by Infeed Rotary Swaging

CRC 805 – Control of Uncertainties in Load-Carrying Structures in Mechanical Engineering

CRC 805 Subproject B4: Integration of Function Materials To handle the uncertainty of load-carrying systems safety factors are used for a systematic overdimensioning during the design process. This causes additional energy consumption and opposes the principle of lightweight construction.

In this research project, representing a subproject of the CRC 805 »Control of Uncertainties in Load-Carrying Structures in Mechanical Engineering«, the bases for the integration of adaptronic components into massive metallic structures by incremental forming procedures are created. Results are technologies which allow a safe coupling of actuators, sensors and carrying structures without damaging the actuators or sensors during the manufacturing process of the coupling. The aim is the production of smart components reacting actively to external influences during their utilization phase and therefore to allow an easier dimensioning. In addition, many smart materials have sensory abilities, which can be used for a monitoring of the product manufacturing and usage phase. Uncertainties that arise due to a bias during the manufacture process or through excessive load cycles can be controlled.

In the first project phase possible actuators are determined and the load characteristics as well as the installation types are examined. Based on the compiled assembly types, possible processing methods for the individual design solutions are systematically developed. Subsequently, numeric modeling of the processes takes place. After completion of the simulations and the selection of suitable process control algorithms, experimental investigations are carried out to integrate the smart materials.

Forming methods which are in the focus of the studies of this project are rotary swaging, flow forming and orbital forging. Yet, experimental investigations were implemented concerning the feasibility of the production of a composite structure by the established forming processes metal spinning and roller spinning. To fulfill this task, a composite was designed to roll rings consisting of various materials into a cylindrical aluminum shell. The metal shell was won in the same operation from a flat blank. Despite the joining of the ring and the ensuing offsets and undercuts, an integral and inseparable bond was the result.

Current experimental studies are focused on the manufacturing of smart structures through in-feed rotary swaging.

Figure 1 shows the test setup on the example of the integration using rotary swaging. The connection between bearing structure and smart materials, which have abilities to sense and actuate, must make a reciprocal safe energy transmission possible. Therefore, a positive and friction locking joining is required. Due to the positive locking in axial direction, the piezoelectric ceramic is prestressed. Thus, a mounting condition for piezoelectric actuators and sensors can also be fulfilled and tensile stresses can be transmitted and measured. To avoid an unnecessarily high component bias through the prestressed smart material, it is desirable to set prestress to the respective loading dimension. Within this type of integration, the susceptibility of the smart materials is a major challenge, because at the same time when shaping the part, the prestress of the positive locking needs to be adjusted as defined. This is achieved by choosing the correct process parameters such as calibration time, geometry and feed rate.

Figure 2 shows an aluminum tube formed by infeed rotary swaging with a nondestructively integrated piezoceramic. By the forming process,

it comes to abruptly occurring surface pressures at the front side edges of the piezoelectric ring. In addition, a rectangular shape on the bearing surface to the pipe is not optimal. For the above reasons, the piezoceramics is placed between two end caps. It is also possible to use the space occupied by the piezoceramics ring with other smart materials and sensors.

The Collaborative Research Center 805 is supported and funded by the Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG).



[2] Beispiel für eine metallische Struktur mit eingeformtem Funktionsmaterial

[2] Example of a Metallic Structure with Integrated Smart Material

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

Teilprojekt: Umformung von funktionalen mehrschichtigen Verbundblechen.

Das Ziel des LOEWE-Zentrums AdRIA ist der Aufbau und die nachhaltige Implementierung eines international führenden Forschungszentrums für Adaptronik am Wissenschafts-Standort Darmstadt.

Adaptronik beschreibt eine interdisziplinäre Technologie, mit der sich autonome Struktursysteme realisieren lassen, die sich selbständig an sich verändernde Randbedingungen anpassen. Diese sogenannten adaptiven Strukturen benötigen strukturintegrierte Aktor- und Sensorsysteme auf Basis multifunktionaler Materialien.

Bei der Integration von Aktor- und Sensorelementen in Schalenstrukturen aus Blechhalbzeugen muss stets gewährleistet werden, dass genügend Montageaufwand für eine nachträgliche Verkabelung vorgesehen wird. Da diese nachträgliche Verkabelung der Strukturen mit erhöhtem Montageaufwand und somit mit erhöhten Produktkosten verbunden ist, werden Ansätze erarbeitet, die eine fertigungsparallele Integration der elektrischen Leiterbahnen in das System erlauben.

In Abbildung 1 ist ein multifunktionales Bauteil abgebildet, in das vor dem Umformprozess die isolierenden Kunststoffschichten und die elektrischen Leiterbahnen integriert wurden. Die Schichtdicken

und die verwendeten Materialien sowie die Prozessparameter sind dabei so aufeinander abgestimmt, dass die Mehrschichtverbundbleche den Belastungen standhalten.

Außerdem sollen vor dem Umformprozess sensorische Bauteile auf Polymerbasis auf die umzuformenden Blechhalbzeuge gedruckt werden, um hoch wirtschaftlich multifunktionale Bauteile mit sensorischen Eigenschaften herstellen zu können.

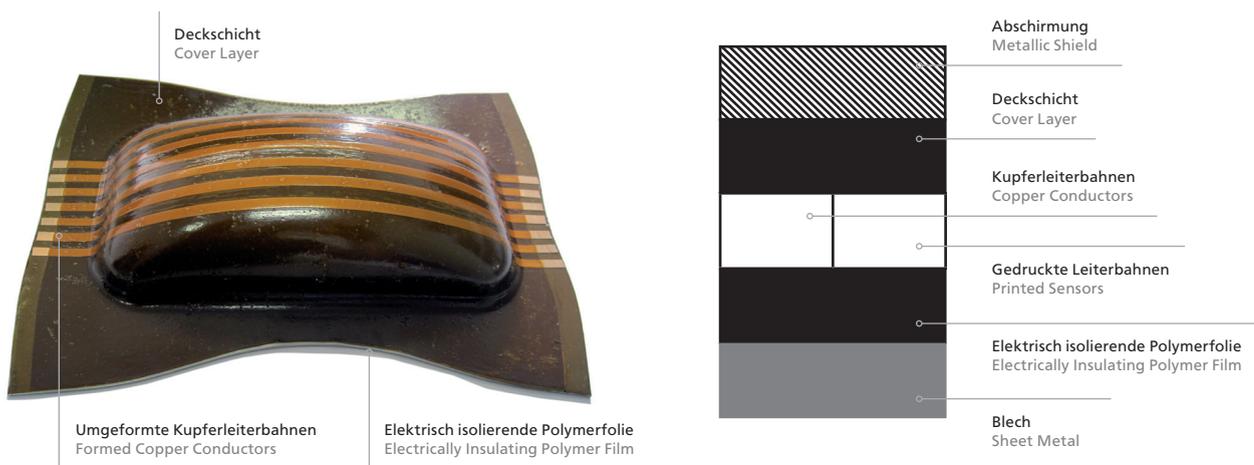
Die auf diese Weise entstehenden multifunktionalen Bauteile bestehen aus isolierenden Polymerschichten, elektrisch leitfähigen Materialien auf Metall- oder Polymerbasis, dem steifigkeitsgewährleistenden Blechhalbzeug sowie Sensoren auf der Basis von leitfähigen Polymeren. All diese Elemente werden vor dem Umformprozess zu einem mehrschichtigen Halbzeug zusammengefügt und anschließend umgeformt.

Abbildung 2 zeigt im Siebdruckverfahren hergestellte Dehnungsmessstreifen aus leitfähigen Polymeren, die am Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren der TU Darmstadt hergestellt wurden. Das Verhalten dieser leitfähigen Polymerschichten muss ebenfalls bereits vor dem Umformprozess antizipiert werden, um eine elektrische und mechanische Schädigung dieser gedruckten Leiterbahnen und Sensorstrukturen zu vermeiden.

Das wirkmedienbasierte Tiefziehen eignet sich besonders für die Umformung dieser multifunktionalen Halbzeuge, da bei diesem Verfahren lokale Spannungsspitzen umverteilt und so die funktionalen Elemente geschont werden können.

Zur Charakterisierung des Umformverhaltens der funktionalen Mehrschichtverbundbleche werden außerdem diverse umformtechnische Versuche durchgeführt, wobei gezielt ein-, zwei- und mehrachsige Beanspruchungszustände in den Verbund eingeleitet werden. Somit soll gezielt das Prozessfenster für ausgewählte Umformprozesse angepasst und erweitert werden. Hierbei ist zu beachten, dass die funktionalen Elemente nach dem Umformprozess auch die gewünschten elektrischen Eigenschaften, wie z. B. einen bestimmten 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 dieses funktionalen Umformprozesses und die Analyse des Verhaltens der unterschiedlichen Schichten während des Umformprozesses stellt aufgrund der unterschiedlichen Materialgesetze der Mehrschichtverbundelemente eine große Herausforderung dar.



[1] Multifunktionales Blechbauteil mit integrierten elektrischen Leiterbahnen

[1] Functional Sheet Metal Component with Integrated Electrical Conductors

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. Der Fokus liegt hierbei auf der Materialdatenermittlung der Kunststoffe, der mechanischen Evaluation der mehrschichtigen Verbunde sowie der numerischen Abbildung des Umformprozesses.

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

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

Sub-project: Forming of functional multi-layer sheet metal composites.

The intention of the LOEWE-center AdRIA (Adaptronics – Research, Innovation, Application) is the establishment and the sustainable implementation of an internationally leading research centre for adaptronics in the Science City Darmstadt.

Adaptronics are an interdisciplinary technology enabling the realization of autonomous structural systems – so called adaptive structures – that autonomously adapt to changing boundary conditions by using structural-integrated actuator and sensor elements on the basis of multifunctional materials.

In figure 1, a multi-layer sheet metal composite with integrated electrical conductors and insulating polymeric layers is shown. The integration of the mentioned components takes place prior to the forming process. The thicknesses of the layers and the mechanical properties of the multi-layer sheet metal composite are matched so that the composites withstand the process conditions of the sheet metal hydroforming process.

During the integration of actuator and 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.

In addition, polymeric sensors can be printed onto the sheet metal parts prior to the forming process, too. In this way 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 or polymer-based electrically conductive materials, the sheet metal and sensors based on conductive polymers. All these elements are joined together before the forming process is accomplished.

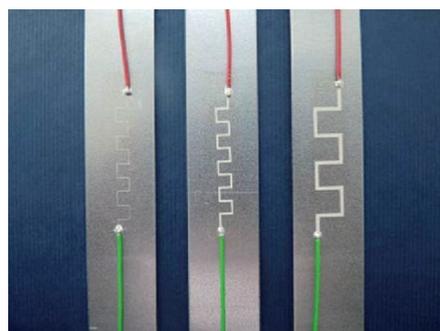
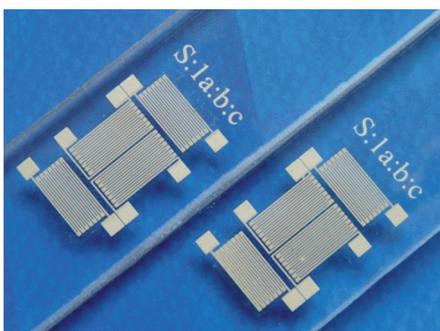
A forming process that is particularly suitable for the manufacturing of such functional components is sheet metal hydroforming. Through this forming process local stress peaks can be reduced and redistributed, so that the sensitive electronic components are protected from mechanical damage during the forming process. The main objective of this project is to understand the forming behavior of these multi-layered functional components and to develop guidelines that can be used in future design of functional sheet metal hydroforming processes.

Figure 2 shows screen printed strain gauges with an insulating polymeric layer. The printed strain gauges are manufactured by the Institute of Printing Science and Technology of Technische Universität Darmstadt. The behavior of these conductive polymer layers must also be anticipated prior to the forming process to avoid electrical and mechanical damage of the conductive structures.

For the analysis and the 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 the initiation of one-, two- and multi-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 the functional elements have to possess the desired electrical properties after the forming process, such as a certain 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. Another challenge is the integration of the different constitutive laws of the used materials in the 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. The focus is the mathematical representation of the plastic materials concerned with the forming processes, the mechanical evaluation of the multi-layered composites and numerical investigations on the forming process.

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



[2] Im Siebdruckverfahren hergestellte Dehnungsmessstreifen auf Polymerbasis

[IDD, Technische Universität Darmstadt]

[2] Polymer-Based Screen Printed Strain Gauges

[IDD, Technische Universität Darmstadt]

Seit Anfang des Jahrhunderts gewinnt der Leichtbau im Zuge der Entwicklungsaktivitäten hin zu Energie- und Ressourceneffizienz entlang des gesamten Lebenszyklus von technischen Produkten immer mehr an Bedeutung. Leichtbau bedeutet zunächst, Produkte so zu gestalten, dass ihre Masse möglichst gering ist, der Erfüllungsgrad der Anforderungen dabei jedoch nicht negativ beeinträchtigt wird. Dies kann entweder durch die Verwendung alternativer Werkstoffe oder die Anpassung der Geometrie erreicht werden (Stoff- bzw. Formleichtbau). Beim Stoffleichtbau werden Materialien verwendet, die bei ausreichender Festigkeit eine geringere Dichte besitzen als konventionelle Werkstoffe. Typische für Stoffleichtbau verwendete Materialien sind Aluminium-, Magnesium- und Titanlegierungen. Demgegenüber erreicht der Formleichtbau seine Gewichtseinsparung dadurch, dass aufgrund einer der Belastung besser angepasste Bauteilgeometrie Material eingespart werden kann. Diese Form des Leichtbaus wird in den letzten Jahren durch die immer breitere Anwendung numerischer Simulationen gefördert. Der Einsatz dieser Methoden eröffnet die Möglichkeit detaillierter Analysen der Betriebsbelastungen in Bauteilen und darauf basierender Geometrieoptimierungen.

Ein Schwerpunkt der Forschung und Entwicklung am PtU liegt auf dem Werkstoffleichtbau. Dabei steht zum einen die Untersuchung des Werkstoffverhaltens der Leichtbaumetalle, wie z.B. Aluminium-, und Magnesiumlegierungen, bei erhöhten Temperaturen im Vordergrund. Zum anderen werden innovative Umformprozesse entwickelt, mit denen die Werkstoffeigenschaften gezielt eingestellt und verbessert werden können. Dieses Verfahren basiert auf »Severe Plastic Deformation«. Außerdem werden bei den Forschungsaktivitäten neue Ansätze verfolgt, um Verstärkungsrippen umformtechnisch in Bauteilen zu integrieren und diese nachträglich umzuformen. Ein anderer Ansatzpunkt für die Leichtbauforschung ist die Untersuchung von innovativen Füge-technologien wie z.B. die elektromagnetische Pulstechnologie (EMPT) zur flexiblen Verbindung von unterschiedlichen Werkstoffen mit unregelmäßiger Geometrie.

Cluster Material Lightweight Design

The importance of the lightweight design is continuously increasing since the beginning of the last century due to the high demand on the energy and resource efficiency on the life cycle of the technical products. Lightweight means designing products to keep their weight in minimum, while keeping their strength without being affected negatively. This can be achieved either by using alternative materials or adapting the geometry of the product (material and form lightweight). By material lightweight, materials are used which have sufficient strength by low density than conventional materials. Typical materials for lightweight design are aluminum, magnesium, titanium and their alloys. In contrast, by the form lightweight design, the saving on material is reached by adapting the geometry of the product to the stress state. This form of lightweight design is funded in recent years by the use of numerical simulations. The use of these methods enables the analysis of the stress state in the product during operation and the optimization of the geometry based on the simulations.

One focus of research and development at PtU is the material lightweight design. An important research point is the investigation of the material behavior of lightweight metals, such as aluminum, magnesium and their alloys. Another point is the development of innovative forming processes to improve the material properties. These processes base on the »Severe Plastic Deformation«. Furthermore, the research activities include the integration of stiffening ribs into the components by forming and the post-forming of these stiffened structures. A further research focus at PtU is the investigation of innovative lightweight joining technologies, such as the electromagnetic pulse technology (EMPT) for flexible connection of different materials with irregular geometries.

Übersicht über die laufenden und im Jahr 2011 abgeschlossenen Projekte

Grundlagen und Mechanismen
des EMPT Schweißens
(wurde am 28.02.2011 abgeschlossen)

Tiefziehen mit Innenhochdruck von
verzweigten Blechen

Grundlagen der umformgerechten
Papierherstellung

Untersuchungen des Werkstoffverhaltens
bei der Warm-Innenhochdruck-Umformung

Herstellung von UFG-Werkstoffen
durch Rundkneten

Overview of Actual Projects

Fundamentals and Mechanisms of EMPT-Welding
(finished on 28.02.2011)

Hydroforming of Sheet Stringers in Integral Design

Fundamentals of Formable Paper Production

Investigation of the Material Properties During
Hot Hydroforming

Production of UFG-Materials by Rotary Swaging

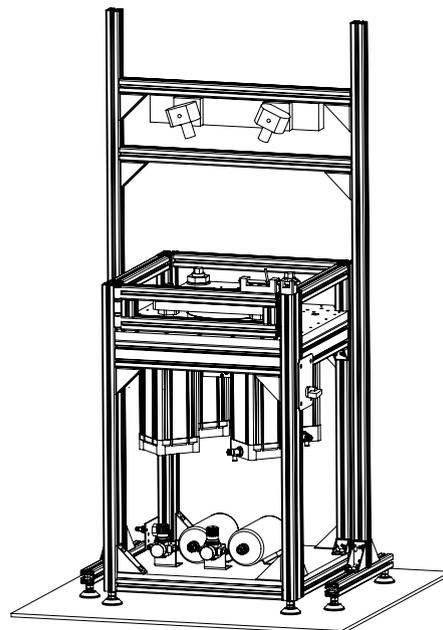
Grundlagen der umformgerechten Papierherstellung

Papier ist ein Bestandteil unseres täglichen Lebens. Es ist weit verbreitet in der Verpackungsindustrie, für Einwegartikel und findet mehr und mehr Anwendung in der Möbel- und Automobilindustrie, sowie als Konstruktionswerkstoff. Am Beispiel der Verpackung ist zu sehen, dass neben den Haupteigenschaften, dem Schutz des Produktes andere Eigenschaften genutzt werden. Papier zeigt hierbei seine Stärken durch geringes Gewicht bei hoher Festigkeit, trägt zum Erscheinungsbild des Gesamtproduktes bei und ist ein vergleichsweise günstiger Rohstoff. Des Weiteren wird die Verpackung zur Übermittlung von Informationen genutzt und stellt durch das nachwachsende Fasermaterial die Nachhaltigkeit des Verpackungsmittels sicher.

Dennoch findet Papier für 3-dimensionale Produkte bis jetzt nur geringe Anwendung. Die Herstellungsverfahren sind hauptsächlich auf umformende Verfahren wie Faser-guss oder Umformende Verfahren wie Tiefziehen beschränkt. Ersteres ist energetisch sehr aufwendig, da der Wasseranteil des Faser-gusses durch Wärmeeinwirkung entfernt werden muss. Letzteres findet hauptsächlich Anwendung für einfache Massenartikel wie z.B. Pappteller. Die geringe Verbreitung des Werkstoffes Papier in der Umformtechnik ist hierbei vor allem auf fehlende Materialcharakterisierungsmöglichkeiten, unzureichende Materialgesetze für das im Umformprozess auftretende Lastspektrum und unzureichende Prozesstechnik zurückzuführen. An diesem Punkt setzt das interdisziplinäre Projekt »Grundlagen der umformgerechten Papierherstellung« zwischen dem Institut für Papierfabrikation und mechanische Verfahrenstechnik (PMV) und dem Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen (PtU) an.

Die für die Umformung von Papier entscheidenden Einflussfaktoren werden hierbei unter Berücksichtigung ihrer Interaktion untersucht. Die stetige Optimierung des Papierwerkstoffes für die Umformung durch das PMV stellt hierbei einen Punkt dar. Die Charakterisierung des Werkstoffverhaltens und die Abbildung desselben mittels eines Werkstoffgesetzes bildet die Schnittstelle zwischen der Materialoptimierung und der Prozessauslegung. In diesem Zusammenhang wurde durch das PtU ein neuer

Prüfstand aufgebaut (Abbildung 1) der es erlaubt, in einem pneumatischen Tiefungsversuch das mehrdimensionale Spannungs-Dehnungsverhalten von Papier zu charakterisieren. Der Prüfstand berücksichtigt die speziellen Anforderungen des Werkstoffes Papier wie z.B. sein hygroskopisches Verhalten, seine Durchlässigkeit für Gas/Fluide und die im Vergleich zu Metallischen Werkstoffen niedrigeren Druckbereiche.



[1] Pneumatische Tiefungsversuchsanlage für Papierwerkstoffen
[1] Paperboard Bulge Test



[2] Demonstratorgeometrie
[2] Three-Dimensional Paperboard Geometry

Papier neigt im Allgemeinen zu einem lokalen Versagen durch Riss und Faltenbildung. Für den Umformprozess bedeutet dies, dass lokale Spannungs-/Dehnungsspitzen im Laufe der Umformhistorie zu vermeiden sind. Die Optimierung wirkmedienbasierter Umformverfahren besonders in Bezug auf die werkstoffspezifischen Eigenschaften ist hierbei ein Schwerpunkt des PtU.

Der Aufbau unterschiedlicher Werkzeugkonzepte erlaubt den Vergleich des Einflusses der Prozesse auf das Umformergebnis. Aus diesem Grund werden Umformversuche mit konventionellen Verfahren (Stempel/Form), Einfachmembran-Verfahren und Doppelmembran-Verfahren mit und ohne entkoppeltem Niederhalter verglichen. Einfachmembran-Verfahren bedeutet, dass das Umformmedium durch eine Membran von dem umzuformenden Werkstoff getrennt ist. Das Doppelmembran-Verfahren verwendet eine zweite Membran, um einen gezielten Gegendruck auf den Werkstoff während der Umformung wirken zu lassen.

Die Umformung, wie auch die Untersuchungen zur Materialcharakterisierung werden stetig mittels der FEM nachempfunden und mit den experimentellen Ergebnissen verglichen. Dies ermöglicht eine Verbesserung der Materialbeschreibung und zeigt die Möglichkeiten, aber auch die Grenzen selbiger auf.

Durch die gezielte Zusammenarbeit der beiden Institute PMV und PtU zeigt sich das Potential, dass die Umformung von Papier bietet. Abbildung 2 zeigt eine erste dreidimensionale Demonstrator-Geometrie die faltenfrei produziert werden konnte. Die Materialoptimierung hat dazu beigetragen, hohe Festigkeiten bei gleichzeitiger Verbesserung des Umformvermögens bereitzustellen. Der Vergleich der Umformprozesse und die Abbildung derselben mit Hilfe der FEM zeigen, dass die Auslegung neuer Produkte mittels Simulationen möglich ist und die Möglichkeiten, die sich durch die wirkmedienbasierte Umformung ergeben.

Fundamentals of Paperboard Forming

Paperboard is part of our everyday life. It is commonly used in packaging industry, as throw-away product and furthermore it increasingly attracts attention in furniture and automotive industry, as well as construction material. For example in packaging industry, it shows several other properties besides the protection of the goods. It displays information and presents the product. Furthermore paperboard has a low mass density in combination with a high strength and its renewable raw material assure the sustainability of the product.

Nevertheless paperboard is not often used for three-dimensional products. Production processes are mainly based on energy consuming primary shaping, folding and wrapping or deep drawing of simple products like paper plates. The minor use of paperboard in forming processes is based on different reasons. The major reasons are a gap in material characterization, as well as a gap of sufficient material laws for the description of the occurring load spectrum during a forming process. For this reason research is focused on the interdisciplinary project »fundamentals of paperboard forming«. Two institutes at the Technische Universität Darmstadt are working together, the Institute of Paper Technology and Mechanical Engineering (PMV) and the Institute for Production Engineering and Forming Machines (PtU).

The relevant parameters of the forming behavior, as well as their interactions are in focus of the investigations. One point is the optimization of the raw material, which is done by the PMV. The characterization of the material properties and the constitutive equations are the interface between the material optimization and the process development. In this context a new test device is built (figure 1). It allows defining the material properties in a multidimensional state of stress. For this purpose an adapted bulge test for paperboard is used. The test device considers the paperboard properties like the hygroscopic behavior and the influence of fluids/gases, as well as the necessary pressure levels.

Paperboard in general displays a localized failure behavior thus rupture and wrinkles occur. With respect to the forming process it means that peaks in the stress-strain-history of the material have to be minimized. At the PtU the focus of research is on the optimization of hydroforming processes for paperboard.

The assembly of different tool concepts allows the comparison of the forming processes for paperboard materials. For this reason experiments are carried out in deep drawing processes, hydroforming processes which use forming pressure on one side and hydroforming processes with a counter pressure in the mold. The hydroforming process, which pressurizes only one side of the test specimen, uses a membrane to separate the test specimen from the hydroforming fluid/gas. The second hydroforming process uses a second membrane which is placed between the mold and the material. This allows creating a selected counter pressure during the forming process.

The experimental results of the material characterization and the forming processes are continuously compared with FEA (Finite Element Analysis) results. This allows an enhancement of the material description and furthermore displays the possibilities of the FEA to describe the forming behavior.

The interdisciplinary research between the PMV and the PtU displays the potential of the paperboard forming. Figure 2 displays a three-dimensional structure produced out of paperboard-plates without the occurrence of wrinkles or cracks. Furthermore, the systematic material optimization enhances the strength and simultaneously the formability of paperboard. The comparison of the forming process with the FEA revealed two things. One is the possibility to predefine and to optimize forming processes by the use of FEA. The second is the advantage of a hydroforming process to enhance the forming behavior of paperboard.

Herstellung von UFG-Werkstoffen durch Rundkneten

Die Entwicklung von Konstruktionswerkstoffen, die eine Kombination aus hoher Festigkeit und hoher Duktilität bieten, stellt ein wesentliches Ziel und eine große Herausforderung für die Werkstoffentwicklung dar. Solche Werkstoffe sind insbesondere für Anwendungen im Leichtbau von zentraler Bedeutung, wo eine hohe spezifische Festigkeit aber auch eine ausreichende Umformbarkeit zur Formgebung der Bauteile benötigt wird.

Ultrafeinkörnige (ultrafine grained, UFG) Werkstoffe mit Korngrößen im Submikrometer Bereich weisen vielversprechende Eigenschaften auf, insbesondere eine außergewöhnliche Kombination von hoher mechanischer Festigkeit bei gleichzeitig duktilem Verhalten, die sie für viele technische Anwendungen interessant machen. Trotz der herausragenden Eigenschaften ist die kommerzielle Nutzung solcher Werkstoffe bislang auf wenige Produkte beschränkt. Dies ist auf den hohen Fertigungsaufwand, der mit den Verfahren der hochgradigen plastischen Umformung (Severe Plastic Deformation, SPD) einhergeht, zurückzuführen.

Das Ziel ist die Entwicklung und Optimierung eines neuen SPD Prozesses zur kontinuierlichen Herstellung von UFG Werkstoffen auf Basis eines modifizierten Rundknetverfahrens. Neben der Herstellung von UFG Werkstoffen werden als grundlegende Optimierungsansätze die Verbesserung der resultierenden Werkstoffeigenschaften und die Steigerung der Effizienz des Verfahrens verfolgt.

Die Idee der Erzeugung von UFG Werkstoffen durch Equal Channel Angular Swaging (ECAS) beruht auf einer Kombination der Prozessabläufe von ECAP und dem Vorschubrundkneten. Bei diesem Verfahren üben die Knetbacken eine oszillierende Radialbewegung um die Werkstückachse aus. Gleichzeitig wird das Werkstück über eine Vorschubeinheit durch die oszillierenden Werkzeuge eingeführt. Aufgrund der Oszillationsbewegung befinden sich die Werkzeuge immer nur kurzzeitig in Kontakt mit dem Werkstück. Somit sind die Reibungskräfte minimiert. Infolgedessen sind Axialkräfte nur für die Führung des Werkstücks notwendig und wesentlich kleiner als die Presskräfte beim herkömmlichen Equal Channel Angular Pressing (ECAP). Durch einen rück-

seitigen Gegenhalter kann während des Prozesses auf das Werkstück ein Gegendruck aufgebracht werden, um schwer umformbaren Materialien umzuformen.

Die ersten Untersuchungen mit belasteten Proben zeigen, dass das Material in allen Umformzonen in dem entwickelten Werkzeugsystem überwiegend gesichert wird. Abweichungen von einer reinen Scherverformung sind nur lokal in den unmittelbaren Randbereichen erkennbar.

Die mechanischen Eigenschaften der durch den ECAS-Prozess hochgradig umgeformten Proben sind sowohl durch Härtemessungen als auch durch Zugversuche nach EN 10002 untersucht worden. Untersuchungen zeigen eine erhöhte Festigkeit gegenüber dem Anlieferungszustand. Die Streckgrenze und die Zugfestigkeit nehmen proportional zur Härte zu. Die Streckgrenze ist gegenüber einem verformungsfreien (rekristallisierten) Zustand sehr hoch, wogegen das Verfestigungsvermögen sehr gering ist. Dies führt zu einer geringen Gleichmaßdehnung, jedoch nicht zu einer Versprödung, was sich in der starken Verformung nach Beginn der Einschnürung zeigt.

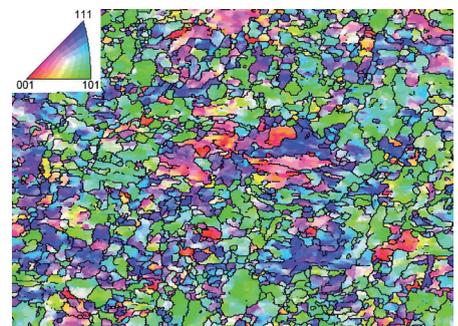
Die Gefüge der Kupferproben wurden in Quer- und Längsschliffen mittels Electron Backscatter Diffraction (EBSD) analysiert. Nach der hochgradigen Umformung ist die ursprüngliche Kornstruktur aufgrund der starken Segmentierung nicht mehr erkennbar. Zwar liegen neben kleinen, globularen Körnern auch hier größere, meist durch Kleinwinkelkorn Grenzen (KWKG) untergliederte Bereiche nebeneinander vor, jedoch sind deren Abmessungen kleiner als die Korngröße des Anlieferungszustandes. Diese Untersuchungen zeigen, dass durch den ECAS Prozess im Gefüge eine deutliche Kornfeinung durch Subkornbildung erzielt werden kann.

Mit den ersten Versuchen wurde die Machbarkeit des vorgestellten SPD Prozesses, ECAS, gezeigt. Der Fokus weiterer Untersuchungen liegt in der Steigerung der Effizienz des ECAS Prozesses. Aus diesem Grund wurden neue Werkzeuge entwickelt, die durch geänderte Kanalwinkel den Umformgrad pro Stich erhöhen.

Ein weiterer Fokus liegt in der Entwicklung einer ECAS Anlage zur kontinuierlichen Herstellung von UFG Werkstoffen, bei der das Ausgangsmaterial von einer Haspel durch Führungsrollen automatisch ausgewickelt wird. Nach der Umformung kann das Material wieder automatisch aufgewickelt werden. Hiermit ist angestrebt, zusätzliche Kosten zu vermeiden, die durch die Neupositionierung des Werkstücks nach jedem Umformstich entstehen. Somit wird die Wirtschaftlichkeit des Prozesses erhöht.



[1] Gefügezustand des Kupfers vor der Umformung
[1] Microstructure of Copper before Forming



[2] Gefügezustand des Kupfers nach der Umformung
[2] Microstructure of Copper after Forming

Production of UFG Materials by Rotary Swaging

The development of structural materials, which offer a combination of high strength and high ductility, represents a major goal and a great challenge for the development of materials. Such materials are especially suitable for lightweight applications, where a specific strength is required in combination with a sufficient ductility to be able to form the components.

Ultrafine grained materials (UFG), with a grain size in submicron level, have promising mechanical properties such as a combination of high strength and high ductility, which make them very attractive for many applications. However, despite these outstanding properties, the commercial usage of the UFG materials is still limited to a few applications. The main reason lies in the high cost for the production of these materials.

The aim of the project is the development and optimization of a new SPD method based on a modified rotary swaging process for continuous production of UFG materials. Beside the production of UFG materials, the optimization of the resulting material properties and increasing the efficiency of the process are the two main objectives.

The production of UFG materials by Equal Channel Angular Swaging (ECAS) bases on the combination of the conventional ECAP and the infeed rotary swaging. In this process, the forming tools make a oscillating movement around the axis of the workpiece. At the same time, the workpiece is fed through the oscillating tools by a feed system. Due to the high frequency oscillation, the tools are only briefly in contact with the forming tools.

Thus, the frictional forces are minimized. Consequently, the axial forces are required only for the feeding of the workpiece and are much smaller than the press forces by conventional Equal Channel Angular Pressing (ECAP). In order to be able to form brittle materials, a pressure can be applied on the workpiece with a back pressure device.

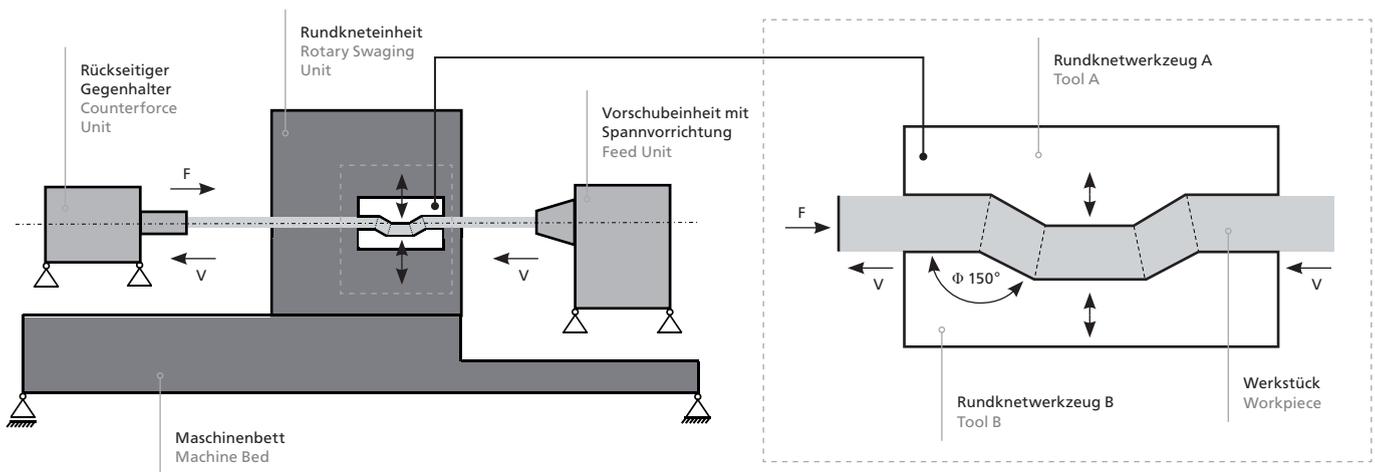
First investigations with marked samples indicate that the material underwent a shear deformation during the process. The small deviation from the simple shear is observed only in the edge sections.

Investigations of the mechanical properties of severely plastically deformed samples by ECAS show an increased strength in comparison to the as-received material. The yield strength and the ultimate tensile strength increase proportional to the hardness. The yield strength is high compared to an annealed state. On the other hand, the strain hardening capability is low. This leads to a low uniform elongation, but not to embrittlement, which is observed in the high deformation after the necking of the tensile specimens.

The microstructure of the copper samples was analyzed in the transverse and longitudinal sections using Electron Backscatter Diffraction (EBSD). After severe plastic deformation, the original grain structure is no longer recognizable due to the strong segmentation. Although there are bigger, mostly by small angle grain boundaries (SAGB) subdivided grains located next to small, globular grains, the dimensions of these grains are definitely smaller than those of the as-received material. These investigations demonstrate that the grain structure of the material is refined by subgrain development.

The feasibility of the ECAS process is shown with the first investigations. The focus of further investigations is on increasing the efficiency of the ECAS process.

Another focus is the development of an ECAS system for the continuous production of UFG materials. Here, the raw material can be uncoiled with an automatic feeding system. After severe plastic deformation, the material can be coiled automatically. This is aimed to avoid additional costs incurred by the repositioning of the workpiece after each forming run. Thus, the efficiency of the process is increased.



[3] Schematische Darstellung vom ECAS Prozess

[3] Schematic Representation of the ECAS Process

Cluster Servopressen

Pressen haben in der Produktionstechnik die Aufgabe, Bewegungen, Kräfte und Arbeit 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 so genannten Servopressen dar. Bei diesem Pressentyp kann eine große Bandbreite von definierten Weg-Zeitverläufen des Stößels realisiert werden. Ermöglicht werden diese durch den Einsatz regelbarer Antriebe in Form von Servo- bzw. Torquemotoren mit sehr hohen Drehmomenten nahezu über den gesamten Drehzahlbereich. Die Geschwindigkeitsverläufe können so auf die jeweilige Umformoperation optimal abgestimmt werden. Bei der Blechumformung werden zum Beispiel eher konstante und geringe Stößelgeschwindigkeiten benötigt, während beispielsweise bei der Warmmassivumformung möglichst kurze Druckberührzeiten des heißen Presserteils mit dem Werkzeug gewünscht sind. Dadurch ermöglichen die variablen Stößelbewegungen in der Umformtechnik Erweiterungen von Prozessfenstern bzw. eine Steigerung der Bauteilqualitäten sowie eine Erhöhung der Werkzeugstandzeiten.

Ein Schwerpunkt der Forschung und Entwicklung am PtU liegt auf der Servopresentechnologie. Dabei steht zum einen die Untersuchung des Einflusses des flexibel einstellbaren Weg-Zeit-Verlaufs des Stößels auf die Prozess- und Bauteileigenschaften im Vordergrund. Zum anderen werden neuere und flexiblere Varianten von Servopressen entwickelt und aufgebaut. Somit wird angestrebt, die Flexibilität der Maschinen und die Wandlungsfähigkeit der damit hergestellten Produkte zu erweitern.

Cluster Servo Presses

In production technology, presses have the purpose to transfer movement, force and work on a forming tool and to cut or shape a product. A relatively new and currently high demanded version of presses is the so-called servo press. In this type of presses, a wide range of displacement-time profiles of the ram can be realized. The flexibility in the displacement-time profiles is due to the usage of adjustable drives in form of servo motors or torque motors with very high torques nearly over the entire speed range. The displacement-time profile can be adapted to the specific forming operation. For instance, for sheet metal forming, constant and low ram speeds are needed. However, for hot bulk metal forming, short contact times between the hot forming part and the tool are desired. Thus, a variable ram movement enables the extension of the process window and the increase of part quality, as well as the increase of tool life.

One focus of the research and development at PtU is the servo press technology. An important research point is the investigation of the influence of the flexible adjustable displacement-time profile on the process and part characteristics. Another point is the development and installation of newer and more flexible servo press types. Here, it is aimed at expanding the flexibility of the machines and the versatility of the products.

Übersicht über die laufenden und im Jahr 2011 abgeschlossenen Projekte

Umformen – Produktionsfamilien bei
gleich bleibender Qualität – Aufbau von
Produktionsfamilien

Umformen – Produktionsfamilien bei
gleich bleibender Qualität – Regelung von
Bauteileigenschaften

FORMÄLEON – Wandlungsfähige Blech-
umformung durch Einsatz von Servotech-
nologie

Tribologische Optimierung beim Tiefziehen
durch Servopressen

Reduzierung von Geräuschemissionen,
Werkzeugverschleiß und Oberflächenbe-
schädigung beim Ziehen durch geregelte
Hubverläufe

Overview of Actual Projects

Forming – Product Families with Constant
Quality – Design of Production Families

Forming – Products Families with Constant
Quality – Control of Product Features

FORMÄLEON – Changeable Sheet Metal Forming
by Application of Servo Technology

Tribological Optimization of Deep-Drawing
Processes by Using Servo Presses

Reduction of Noise Emission, Tool Wear and
Surface Damage in Deep Drawing Processes
through Adjusting the Stroking Motion by Using
a Servo Press

Umformen – Produktionsfamilien bei gleich bleibender Qualität

Teilprojekt: B2 des SFB 805

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 jedoch eine Tendenz zu starken Nachfrageschwankungen, verkürzten Produktlebenszyklen und wachsender Variantenvielfalt und stellt daher besonders die Umformtechnik vor ständig neue Herausforderungen. Um eine wirtschaftliche Fertigung auch in Zukunft zu garantieren, sind flexible Prozesse sowie entsprechende Maschinen und Werkzeuge erforderlich.

Zielsetzung Das Projekt »Umformen – Produktionsfamilien bei gleich bleibender Qualität (B2)« ist dem SFB 805 »Beherrschung von Unsicherheit in lasttragenden Systemen des Maschinenbaus« zugehörig und beschäftigt sich in Rahmen dessen mit der Beherrschung von Unsicherheiten in umformtechnischen Produktionsprozessen. Diese können einerseits durch Änderungen im Absatz- und Beschaffungsmarkt und andererseits durch Schwankungen in den Eigenschaften der Halbzeuge hervorgerufen werden. Ersteres zeigt sich in der Regel dadurch, dass Produktionsunternehmen bei der Einführung eines Produkts nicht exakt planen können, wie sich der Nachfrageverlauf über die Dauer des Produktlebenszyklus entwickelt. Die Auswahl des richtigen Produktionsprozesses stellt somit eine große Herausforderung dar. Außerdem ist die Zuverlässigkeit und Stabilität eines Prozesses oftmals sensitiv gegenüber den Halbzeugeigenschaften. Je enger diese toleriert sind, desto höher sind üblicherweise die Beschaffungskosten.

Der Ansatz zur Beherrschung der genannten Unsicherheiten besteht darin, die Flexibilität der Umformprozesse zu erhöhen, sowohl in Bezug auf die Prozessvielfalt als auch auf das Bewegungsspektrum einer Umformmaschine und der eingesetzten Werkzeuge.

Vorgehensweise Als Grundlage für die genannten Ansätze dient die 3D-Servo-Pressen-Modell basiert. Diese Maschine

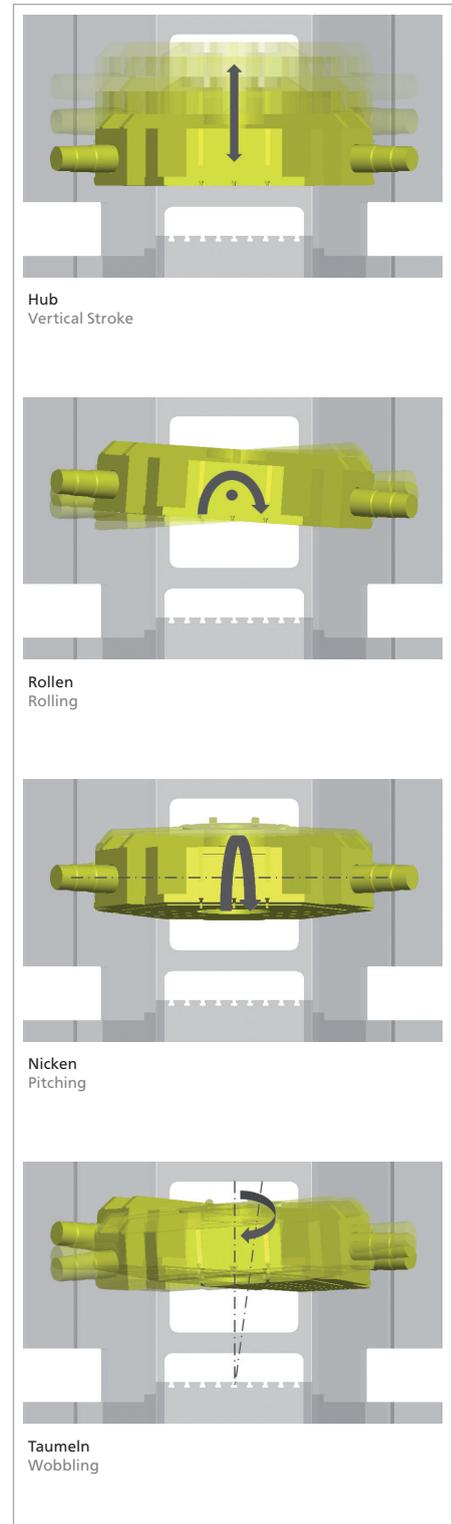
zeichnet sich durch eine Hebelkinematik aus, die sowohl einen kraft- als auch weggebundenen Betrieb sowie eine Kombination aus beiden genannten Betriebsarten ermöglicht. Gleichzeitig besitzt der Stößel neben dem vertikalen Pressenhub die Möglichkeit gezielt um zwei Achsen zu verkippen. Auf diese Weise vergrößern sich das Bewegungsspektrum und damit die Fertigungsmöglichkeiten der Maschine im Vergleich zu konventionellen Pressensystemen erheblich.

Für die Entwicklung der neuen 3D-Servo-Pressen ist es notwendig, neuartige Konzepte für Lagerungen, Führungen sowie Schmierung und Kühlung zu entwickeln und diese beispielsweise im Hebelsystem der Maschine einzusetzen.

Neben der Pressenentwicklung werden Produktklassen und die zugehörigen Produktionsprozesse definiert und systematisch nach geometrischen Merkmalen klassifiziert, um im Anschluss eine mathematische Optimierung zu ermöglichen. Mit dem Ziel, die Beherrschung von Unsicherheiten des Absatzmarktes zu ermöglichen, wird die Gesamtheit der Produkte und Prozesse zu Produktionsfamilien verknüpft.

Durch die Freiheitsgrade der 3D-Servo-Pressen erhöhen sich die Einflussnahme und somit die Möglichkeiten der Regelung von Bauteileigenschaften erheblich. Eine Bestimmung der Eigenschaften von Halbzeug und Endprodukt des Umformprozesses ermöglicht die Ableitung von Maßnahmen, welche dazu führen, die Eigenschaften des Endprodukts in den Grenzen der Spezifikation zu halten.

Die Anforderungen an die Bewegungsprofile der 3 Exzenter- und 2 Spindelantriebe, die nötig sind, um die gewünschten dreidimensionalen Bewegungen des Stößels zu erzeugen, übersteigen gewöhnliche industrielle Anwendungen deutlich. Dadurch leitet sich ein erheblicher Neuentwicklungsaufwand der Bewegungssteuerungsapplikation ab. Hiermit bietet sich jedoch die Möglichkeit einer freien Programmierung der Abläufe, um die zu untersuchenden Umformprozesse zu realisieren.



[1] Freiheitsgrade der Stößelbewegung der 3D-Servo-Pressen

[1] Motion Degrees of Freedom of the 3D Servo Press

Forming – Production Families with Uniform Quality

Subproject B2 of the CRC 805

Motivation Forming technology is traditionally characterized by its eligibility to manufacture products in high lot sizes at low costs. Developments in recent years, however, have shown a trend for fluctuations in demand, shortened product life cycles and growing variety, resulting in new challenges especially in the field of forming technologies. Therefore, flexible processes as well as related machinery and tools are required to guarantee an efficient production in the future.

Objectives The project »Forming – Production Families with Uniform Quality (B2)« is associated with the CRC 805 »Control of Uncertainties in Load-Carrying Structures in Mechanical Engineering« and examines the control of uncertainties in forming processes. These can arise from changes in the sales and procurement-based portion of the value chain on the one hand and fluctuations in semi-finished part properties on the other hand. The first mentioned cause is usually characterized by the fact that manufacturers cannot predict the development in demand market over the full period of product lifecycle at the moment of production launch. The choice of the appropriate manufacturing process can therefore be a major challenge. In addition, the reliability and stability of processes are often sensitive to properties of the semi-finished parts. The narrower tolerances are specified, the higher purchasing costs usually are.

The approach to control mentioned uncertainties is to increase flexibility of forming processes related to both process variety and the possibilities of motion spectrum of the forming machine and the applied tools.

Approach As the basis for these approaches the so called 3D Servo Press, which is based on an existing model, is developed. This machine is characterized by a lever linkage, allowing a mechanical and hydraulic-operation as well as a combination of these two modes. Beside a vertical stroke, the press ram is capable of tilting around two axes. Hence, the range of motion and the manufacturing capability of the machine are increased significantly, compared to conventional press system.

For the development of the new 3D Servo Press it is necessary to create novel concepts for bearings, linear guidance, lubrication and cooling to be used, e.g. in the lever system of the machine.

In addition to the press development, product classes and the associated production processes are defined and classified systematically according to geometric characteristics to enable a mathematical optimization. The set of products and production processes is related to production families with the objective of enabling the control of uncertainties of the market.

Due to the various degrees of freedom provided by the 3D Servo Press the influence potential as well as the capabilities of control of product properties is enhanced. By determination of the properties of the semi-finished part and the final product of the forming process, procedures are deviated, which lead to compliance with the requested specifications.

Requirements as to the motion profiles of the 3 eccentric- und 2 spindle drives, which are necessary to perform the demanded three-dimensional motions of the ram, exceed standard industrial applications significantly. This leads to an extensive development effort. On the other hand, possibilities of free programming of actions to realize the mentioned examination of forming processes are given.



[2] CAD-Modell der 3D-Servo-Press

[2] CAD Model of the 3D Servo Press

Formäleon – Wandlungsfähige Blechumformung durch Einsatz von Servotechnologie

Das produzierende Gewerbe ist nach wie vor Taktgeber der wirtschaftlichen Entwicklung in Deutschland. Notwendige Voraussetzung hierzu ist eine schnelle Anpassung an sich ändernde Marktbedingungen. Für die Unternehmen bedeutet dies permanente Produktinnovationen, eine kaum mehr beherrschbare Variantenvielfalt, unvorhergesehene Kundenanforderungen, verkürzte Produktlebenszyklen und enorm schwankende Absatzzahlen. Ein Produktionssystem auf alle möglichen Änderungen vorzubereiten ist schon aus wirtschaftlicher Sicht nicht realisierbar. Hier setzt der Leitgedanke der Wandlungsfähigkeit von Produktionssystemen ein: Sie wird als Fähigkeit verstanden, eine schnelle Anpassung von Organisation und Technik auch jenseits vorgehaltener Bandbreiten bei einem gleichzeitig geringen Investitionsaufwand zu ermöglichen.

Weil Umformprozesse in der Regel für Großserienproduktionen mit einem hohen Automatisierungsgrad genutzt werden, verursachen Änderungen laufender Prozesse aufwendige Prozessplanungen sowie hohe Investitionen in Maschinen und Werkzeuge. Aufwändige Rüstprozesse und in der Praxis auftretende Fehler und Störungen erfordern von den Beschäftigten komplexe Kenntnisse, um die Verfügbarkeit der Anlagen zu sichern.

Schwerpunkt des Forschungsprojekts Formäleon ist es, die technischen und organisatorischen Voraussetzungen für die Wandlungsfähigkeit in Betrieben der Blechumformung unter Ausnutzung der Servotechnologie zu schaffen. Dazu gehört die Entwicklung einer adaptiven Steuerung, die die Qualität der Bauteile erfasst und die Umformprozesse entsprechend steuert.

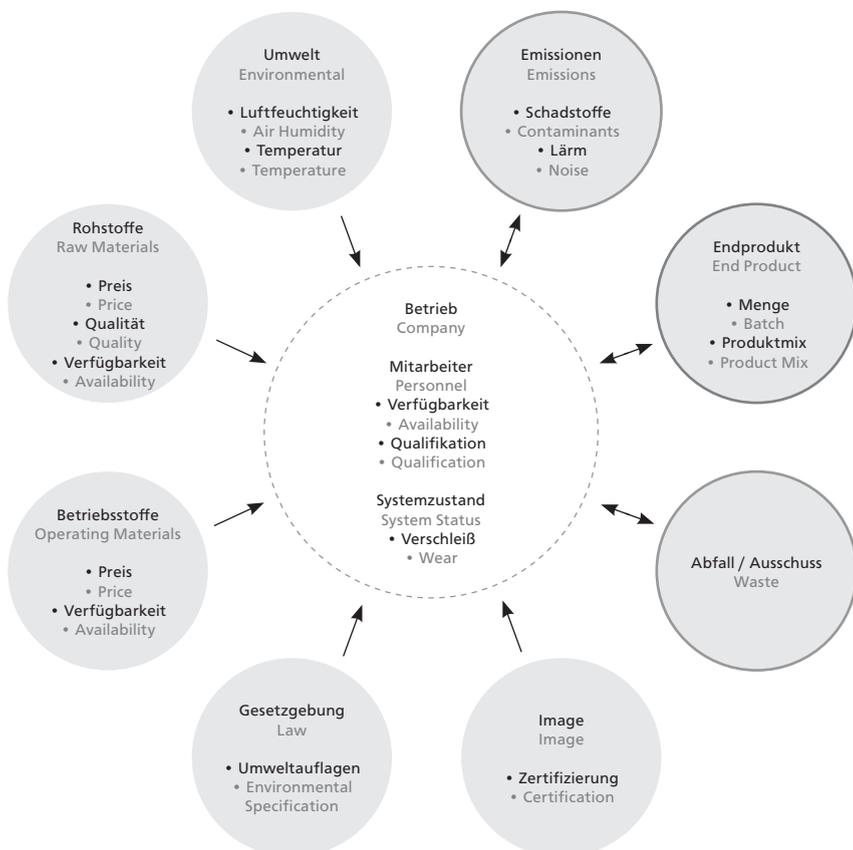
So erfolgt eine automatische Anpassung an prozessbeeinflussende Eingangs- und Umgebungsgrößen, wie z. B. an geänderte Werkstoffe und Umgebungstemperaturen. Des Weiteren soll die Integration von zusätzlichen Prozessen wie Löt- und Schweißprozessen in der Presse ermöglicht werden, um diese Bearbeitungsschritte wahlweise hinzufügen, entfernen, austauschen oder duplizieren zu können. Dies erlaubt eine schnelle Anpassung bestehender Prozessketten an geänderte Bauteilanforderungen und Nachfrageschwankungen sowie eine hohe Auslastung der Maschinen und vermeidet Engpässe in der Produktion.

Voraussetzung für die industrielle Umsetzung der entwickelten Methoden ist die Qualifikation der Beschäftigten. Im Rahmen des Projekts wird ein IHK-zertifiziertes Ausbildungsprogramm entwickelt, das die benötigten Kenntnisse für eine wandlungsfähige Produktion bereitstellt und im Ausbildungsgang »Stanz- und Umformbarotechnik« berücksichtigt.

Die Umsetzung und Verifikation der Ergebnisse erfolgt anhand von Demonstrationsbauteilen aus dem Bereich der Automobil- und Konsumgüterindustrie, deren Herstellung viele Bereiche der Blechumformung wie Biege-, Zieh-, und Fügeoperationen erfordert. Die gewonnenen Erkenntnisse können auf weitere Branchen wie den Schienenfahrzeug- und Flugzeugbau sowie auf weitere Materialien wie Aluminium und hoch- und höchstfeste Stähle übertragen werden.

Auch die Schall- und Erschütterungsemissionen bei Schneid- und Umformprozessen sind limitierende Faktoren für die Produktion. Wenn diese durch die Anpassung von Stößelgeschwindigkeitsverläufen mit Hilfe der Servotechnologie reduziert werden können, so kann der Produktionsprozess auch in lärmempfindlicher Umgebung um einen »Nachtbetrieb« erweitert werden, der es dem Anwender erlaubt, flexibel auf Nachfrageschwankungen zu reagieren.

U. a. mit Hilfe einer akustischen Kamera werden die Schallemissionen sowie deren Abhängigkeiten von verschiedenen Prozessparametern systematisch untersucht.



[1] Innere und äußere Einflüsse auf produzierenden Betrieben
 [1] Internal and External Influences on Manufacturing Companies

Eine Methodik für die Gestaltung möglichst emissionsarmer Prozesse erlaubt die optimale Nutzung der vorhandenen Ressourcen.

In dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekt arbeiten acht erfolgreiche deutsche Unternehmen und zwei Hochschulen an der Realisierung von Wandlungsoptionen in der Umformtechnik. Die Ausrüster (H&T, Nimak, Otto und Schuler) erarbeiten die technischen Grundlagen, um wandlungsfähige Prozesse und Prozessketten zu realisieren. Die Anwender (Brüninghaus & Drissner und Pauli) setzen diese um, bewerten und optimieren diese. Die Hochschulinstitute (ISW und PtU) erarbeiten Steuerungskonzepte und methodische Vorgehensweisen zum Einsatz der entwickelten Technologien.

Auf der Webseite www.formaeleon.de sind weitere Information zum Projekt sowie zum projektbegleitenden Industriearbeitskreis »Wandlungsfähige Blechumformung« zu finden.

Formäleon – Changeable Sheet Metal Forming by the Use of Servo Technology

For the economic development in Germany, the producing industry is still the most important propulsion. For this, the fast matching to changing market conditions is a necessary requirement. This means, the companies are confronted with the permanent innovations of products, an increasing manifoldness, unpredictable customer requirements and severely fluctuating demands. From an economic point of view, the preparation for all conceivable changes is not realizable. Here, the principle of changeability comes to effect: It is understood as the ability for fast alignment of organization and technology beyond common ranges with a minor capital expenditure.

Forming processes are used primarily for high-volume products. Hence, a high level of automation is used, causing much effort for changing of processes as well as high equipment investments. Complex mounting processes and appearing defects and faults require personnel with multifarious knowledge.

Main objective of the Formäleon project is to create the technological and organizational prerequisites for the changeability of sheet metal-forming companies, using servo technology. This includes an adaptive control, enabling the machine to con-

trol the product quality and to steer the process appropriately. The autonomous adaption reacts on influencing variables like alternating material characteristics and ambient temperature. Furthermore, additional processes as soldering and welding are integrated into the forming process, which can be added, removed, exchanged or duplicated, generating a fast and efficient possibility to react on any changes. Production shortages are prevented and a high workload of machinery and equipment is ensured this way.

For the industrial realization of the developed methodology, the adequate qualification of personnel is required. Within this project, a training program will be developed, which is supposed to be certified by the IHK. The knowledge, which is required for the realization of a changeable production are content of this program, and will be considered in the program »stamping- and forming technology« as well.

The verification of the results is accomplished with demonstrator parts, which are associated to the automotive- and consumer products industries. These cover various areas of forming technology as bending, drawing and joining operations. A transfer to other branches like rail vehicle engineering and aviation industry is also possible.

Another limiting factor for cutting, stamping and other forming processes is the emission of noise and vibrations. If these can be reduced by the design of ram velocity with use of servo technology,

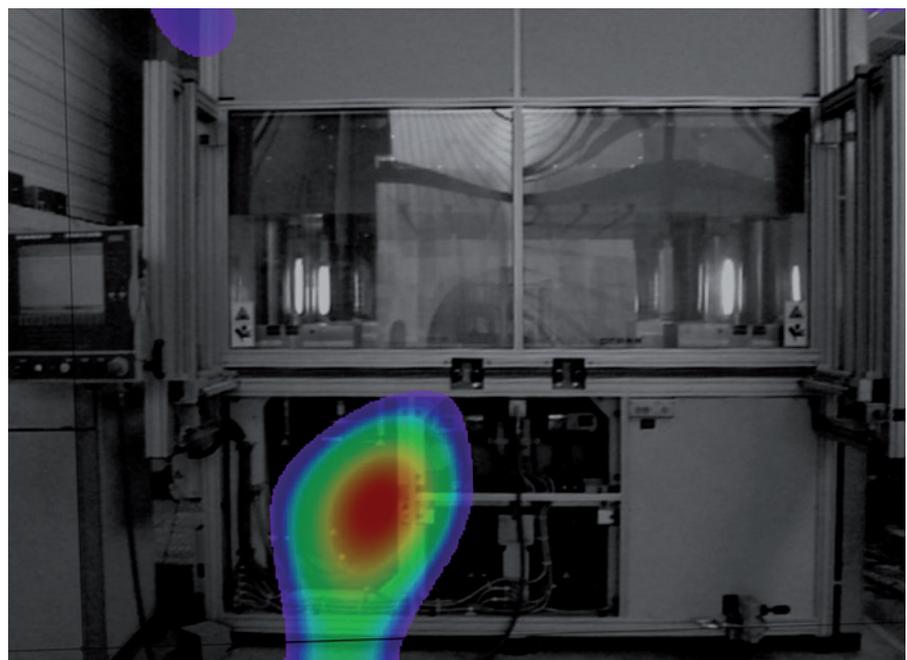
the processes are made possible in noise sensitive environment even at nights. This enables the producer to react on fluctuations in demand.

Noise emissions and vibrations are detected with an acoustic camera system, followed by a systematic investigation of the influences of several process parameters on these. Exploiting the possibility of servo-presses to adapt the ram velocity, curves for optimal noise and vibration reduction are developed with the previously achieved knowledge. A methodology for process design is created afterwards, allowing the optimal utilization of the available equipment.

Within the Formäleon project, which is funded by the Federal Ministry of Education and Research, eight prosperous German companies as well as two research institutes collaborate. The suppliers H&T, Nimak, Otto and Schuler develop the technological basics for changeable processes and process chains. These basics are implemented, evaluated and optimized by the users Brüninghaus & Drissner and Pauli.

The control concepts and methodological approaches for the application of the acquired technologies are developed by the research institutes ISW and PtU.

Further information about the project as well as about the industrial work group »changeable sheet metal forming« can be found on the project homepage www.formaeleon.de.



[2] Beispiel für eine Schallmessung mittels akustischer Kamera

[2] Example for a Noise Measurement with an Acoustic Camera

Abgeschlossene Dissertationen

Completed Dissertations

Integration von Funktionswerkstoffen in metallische Tragstrukturen mittels inkrementeller Umformverfahren

Smarte Strukturen finden in technischen Anwendungen immer größere Verbreitung. Die Einbettung von Funktionswerkstoffen in metallische Tragstrukturen gestaltet sich hierbei heutzutage als sehr komplex und erfordert mindestens einen zusätzlichen Prozessschritt. Eine integrierte Einformung der Komponenten während des eigentlichen Herstellprozesses der Tragstruktur stellt ein erhebliches Potential zur Vereinfachung des Aufbaus sowie zur Kostenreduktion dar.

Die Herausforderungen bei der umformtechnischen Integration bestehen im Wesentlichen in der mechanischen Empfindlichkeit und den hohen Montageanforderungen der Funktionswerkstoffe. Zur Klärung der generellen Machbarkeit erfolgten numerische Simulationen sowie experimentelle Untersuchungen zur Einformung anhand der beiden Umformverfahren Drücken und Rundkneten. Zunächst wurden die Geometrien der Fügepartner im Hinblick auf die sich einstellenden Kontaktflächen optimiert.

Zusätzlich erfolgten die Auswertung der auftretenden Belastungen im numerischen Modell sowie die experimentelle Aufnahme der resultierenden Kontaktspannungen mittels Druckmessfolien. Am Beispiel zweier Demonstratoren konnten schließlich die in den Grundlagenuntersuchungen gewonnenen Erkenntnisse zum Fügen funktionaler Werkstoffe erfolgreich umgesetzt werden.

Integration of Smart Materials Into Metallic Structures by Incremental Forming Processes

Smart structures are becoming more widespread in engineering applications. Today, the integration of smart materials in metallic structures proves to be very complex and requires at least one additional process step. An integral integration of the component during the actual manufacturing process of the structure has considerable potential to simplify the design and to reduce costs.

The challenges of the integration by forming consist in the mechanical sensitivity and the high demands on the assembly of smart materials. To clarify the general feasibility, numerical simulations and experimental investigations were carried out on the basis of the two forming processes spinning and rotary swaging.

First, the geometries of the joining parts have been optimized with regard to the resulting contact area. In addition, the contact stresses during the forming process have been evaluated in the numerical model as well as in the experimental investigations by means of pressure measurement films.

Furthermore, the baseline investigations for the integration of smart materials have been successfully realized in two demonstrators.



Dr.-Ing. Markus Türk



[1] Tretlager mit integrierter Sensorik zur Erfassung von Drehzahl und Drehmoment

[1] Crankset with Integrated Sensors for the Measurement of Cadence and Torque

Untersuchungen und Methoden zur Beschreibung und Nutzung tribologischer Systeme mit strukturierten Halbzeugoberflächen in der Kaltmassivumformung

Das Verständnis von Reibung in Umformprozessen und die Abbildung in Form von Reibmodellen für Umformsimulationen stellt heute noch eine große Herausforderung dar. In dieser Arbeit werden Methoden zu Oberflächenstrukturierung, Oberflächenbeschreibung, Reibwertermittlung und Abbildung von Oberflächenwandlung sowie Reibung in der Simulation entwickelt, um tribologische Systeme der Umformtechnik zukünftig besser verstehen und nutzen zu können.

Dazu werden tribologische Kenngrößen in Simulationen zugänglich gemacht und geeignete Darstellungsformen zur Beschreibung der Lasthistorie an Oberflächen aufgebaut. Die Berechnung der Oberflächenwandlung strukturierter Halbzeugoberflächen ist implementiert und in verschiedenen Simulationen erprobt.

Auf Basis dieser Grundlagen konnte ein Reibmodell entwickelt werden, das druck- und

halbzeugoberflächenspezifische Reibkoeffizienten berechnet, die über standardisierte Schnittstellen zurück in Simulationsumgebungen gegeben werden können. Dabei werden Reibkoeffizienten μ in Abhängigkeit der Kontaktnormalspannung und der lokal berechneten Rauheit ermittelt (Abbildung 1). Versuche an Fließpressprozessen zeigen hierbei eine gute Übereinstimmung von Simulation und Realität.

Analysis and Methods for the Description of Tribological Systems with Structured Semi-Finished Products in Cold Forging

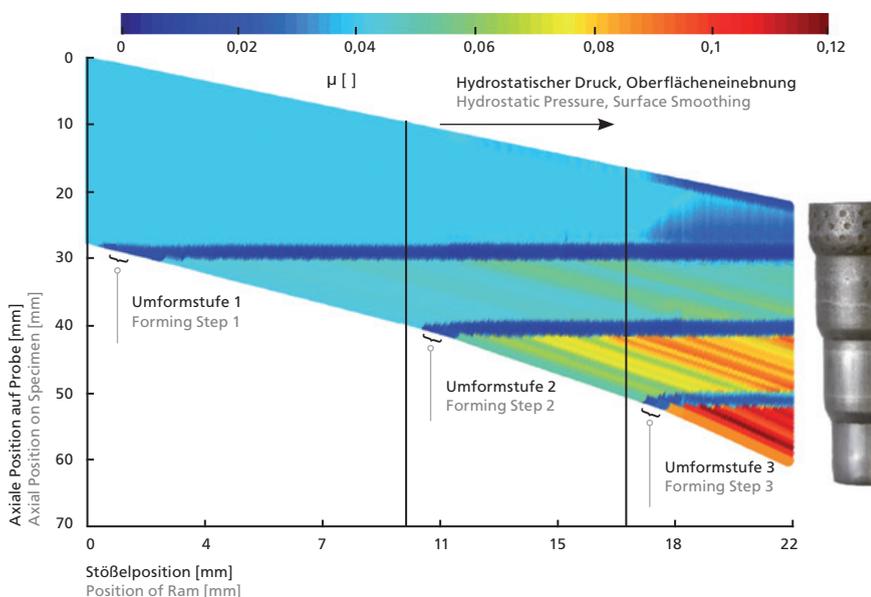
The understanding of friction in forming processes and the illustration of friction models in forming simulations has remained a big challenge to this day. In this work, methods for surface structuring, surface description, determination of the friction coefficient and the illustration of surface transformation are developed. This will help to understand and use tribological systems of forming technology.

For this purpose, tribological parameters are made accessible in simulations and proper display formats generated to describe the workload history on surfaces. The evaluation of the surface transformation of structured semi-finished products is implemented and has been tested in various simulations.



Dr.-Ing. Jörg Stahlmann

Due to these basics, it was possible to develop a friction model, which is able to compute specific pressure and surface dependent friction coefficients of semi-finished parts. They can be transmitted back to the simulation environment by standardized interfaces. At the same time friction coefficients μ are evaluated in dependence of the contact normal stress and the local calculated surface roughness (figure 1). Extrusion tests have shown good agreement between simulation and reality.



[1] Druck- und oberflächenzustandsabhängiger Reibkoeffizient μ

[1] Friction Coefficient μ as a Function of Pressure and Surface Quality

Veröffentlichungen und Vorträge

Publications and Presentations

Veröffentlichungen

Publications

- Abbrass, A.;** Groche, P.; Özel, M.: *Accelerating the FE-Simulation of Roll Forming Processes with the Aid of Specific Process's Properties* Numisheet 2011, AIP Conference Proceedings, Vol. 1383, S. 962–969, 2011, ISBN 978-0-7354-0944-6
- Avemann, J.;** Ederer, T.; Groche, P.; Lorenz, U.; Schmitt, S.O.: *Analysis of Market Demand Parameters for the Evaluation of Flexibility in Forming Technology* Enabling Manufacturing Competitiveness and Economic Sustainability, Ed. Hoda ElMaraghy, Springer, S. 458–463, 2011, ISBN 978-3642238598
- Brenneis, M.;** Groche P.; Türk M.: *Integration of Smart Materials by Incremental Forming* Journal of Applied Mechanics and Materials, Vol. 104, S. 115–121, 2012
- Bruder, E.;** Görtan, M.O.; Groche, P.; Müller, C.: *Equal Channel Angular Swaging (ECAS) – Ein neuer Prozess zur Herstellung ultrafeinkörniger Werkstoffe* Proceedings of Jahrestreffen der Kaltmassivumformer, 2011
- Bruder, E.;** Görtan, M.O.; Groche, P.; Müller C.: *Severe Plastic Deformation by Equal Channel Angular Swaging* Materials Science Forum, Vol. 667–669, S. 103–107, 2011
- Elsenheimer, D.;** Groche, P.; Taplick, C.: *Modeling of the Material Behavior during Hot Hydroforming* Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Vol. 42, No. 6, S. 697–704, August 2011, ISSN 0933-5137
- Groche, P.;** Türk, M.: *Smart Structures Assembly through Incremental Forming* CIRP Annals – Manufacturing Technology, Vol. 60 (1), S. 21–24, 2011
- Groche, P.;** Görtan, M.O.; Raedt, H-W.; Türk M.: *Aktuelle Entwicklungen der inkrementellen Massivumformung* Schmiede-Journal, Ausgabe März, S. 28–30, 2011
- Groche, P.;** Schmitt, W.; Ulbrich, S.: *Profile und Schalenstrukturen aus verzweigten Blechen* forschen, 1/2011, S. 38–43, März 2011
- Groche, P.;** Steitz, M.: *Prozesskettenverkürzung im Werkzeugbau – Integration von Verfahren der maschinellen Oberflächeneinglättung* Springer VDI Verlag, Düsseldorf, Jahrgang 101, Heft 10, S. 655–659, 2011
- Groche, P.;** Avemann, J.; Brüninghaus, G.: *Wandlungsfähige Blechumformung* VDI-Z Integrierte Produktion, Springer VDI Verlag, Ausgabe 153, S. 28–31, Juni 2011
- Groche, P.;** Beiter, P.; Hassis, A.: *Schwenkbiegeuntersuchungen zur Verschiebung der ungelängten Faser beim Biegen* wt Werkstatttechnik online, Springer VDI Verlag, Düsseldorf, Jahrgang 101, Heft 10, S. 673–679, 2011
- Groche, P.;** Klöpsch, C.; Möller, N.: *Hydrostatische Druckschmierung beim Tiefziehen – Untersuchung der Effekte einer Druckschmierung auf den Kraftverlauf beim Tiefziehen* wt Werkstatttechnik online, Springer VDI Verlag, Düsseldorf, Jahrgang 101, Heft 5, S. 339, 2011
- Groche, P.;** Kraft, M.; Scheitza, M.; Schmitt, S.: *Market Demand Oriented Cold Forging with Multiple Point Servo Presses* International Cold Forging Congress 2011, S. 73–77, 2011
- Groche, P.;** Calmano, S.; Ederer, T.; Kraft, M.; Lorenz, U.; Schmitt, S.: *Control of Uncertainties in Metal Forming by Applications of Higher Flexibility Dimensions* Journal of Applied Mechanics and Materials, Vol. 104, S. 83–93, 2011
- Groche, P.;** Hoffmann, H.; Möller, N.; Suh, J.: *Influence of Gliding Speed and Contact Pressure on the Wear of Forming Tools* Wear, Vol. 271, Issues 9–10, S. 2570–2578, 2011
- Groche, P.;** Beiter, P.; Berner, S.; Schmitt, W.; Storbeck, M.: *Leichtbaupotenzial in der Profiliertechnik* Bänder|Bleche|Rohre bbr future, Sonderheft, S. 44, September 2011
- Groche, P.;** Bäcker, F.; Vogler, F.: *Flexibel rofilerte Vorformen für das Innenhochdruck-Umformen* wt Werkstatttechnik online, Springer VDI Verlag, Jahrgang 101, Heft 10, S. 642–649, 2011
- Groche, P.;** Beiter, P.: *On the Development of Novel Light Weight Profiles for Automotive Industries by Roll Forming of Tailor Rolled Blanks.* Key Engineering Materials, Sheet Metal, Ausgabe 473, S. 45–52, 2011
- Huttel, D.;** Groche, P.; Post, P.; Schabel, S.: *The Stress Strain Behaviour of Paperboard in Tensile and Bulge Tests* Proceedings of the 10th International Conference on Technology of Plasticity, Stahleisen GmbH, Proceeings ICTP 2011, S. 811–816, 2011, ISBN 978-3-514-00784-0
- Ibis, M.;** Griesheimer, S.; Groche, P.; Rausch, J.; Salun, L.: *Sheet Metal Hydroforming of Functional Composite Structures* SPIE Smart Structures / NDE. Active and Passive Smart Structures and Integrated Systems 2011, US. Proceedings of SPIE, Vol. 7977 2/2, S. 77971Q-1–79771Q13, 2011, ISBN 978-0-8194-8539-7
- Müller, C.;** Groche, P.: *Determination of Contact Normal Stresses in Metal Forming Processes with the Aid of Surface Analysis* Proceedings of the 10th International Conference on Technology of Plasticity, Stahleisen GmbH, Proceeings ICTP 2011, Seite 336–341, 2011, ISBN 978-3-514-00784-0
- Osakada, K.;** Altan, T.; Groche, P.; Mori, K.: *Mechanical Servo Press Technology for Metal Forming* CIRP Annals – Manufacturing Technology, Vol. 60/2, S. 1–24, 2011
- Post, P.;** Groche, P.; Huttel, D.; Schabel, S.: *Paper Characteristics Influencing the Deep Drawing Ability of Paper* Progress in Paper Physics Seminar, S. 137–144, 2011, ISBN 978-3-85125-163-0
- Rausch J.;** Griesheimer, S.; Ibis, M.; Salun, L.; Werthschützky, R.: *Printed Piezoresistive Strain Sensors for Monitoring of Lightweight Structures* Sensor + Test: short proceedings, conferences 2011, an event of the AMA Association for Sensor Technology / Sensor 2011, 15th International Conference on Sensors and Measurement Technology, 2011, ISBN 978-3-9810993-8-6

Rausch J.; Griesheimer, S.; Ibis, M.; Salun, L.; Werthschützky, R.: *Printed Resistive Strain Sensors for Monitoring of Lightweight Structures* Smart Structures/NDE. Smart Sensor Phenomena, Technology, Networks and Systems 2011, US. Proceedings of SPIE, Vol. 7982, 2011

Roland E.; Brenneis M.; Bohn A.; Kloberdanz H.; Koenen J.: *An Approach to Classify Methods to Control Uncertainty in Load-Carrying Structures* Journal of Applied Mechanics and Materials, Vol. 104, S. 33–44, 2012

Schmitt, S.O.; Avemann, J.; Groche, P.: *Development of Manufacturing Process Chains Considering Uncertainty* Enabling Manufacturing Competitiveness and Economic Sustainability, Springer, S. 111–116, 2011, ISBN 978-3642238598

Schmitt, W.; Groche, P.; Ludwig, C.; Rullmann, F.: *Entwicklungsstufen des Spaltprofilierens* Proceedings, 1. Workshop Blechmassivumformung, DFG Transregio 73, Meisenbach Bamberg 2011, Ausgabe Oktober, S 53–76, 2010, ISBN 978-3-87525-321-4

Taplick, C.; Groche, P.; Ludwig C.; Rullmann, F.; Schmitt, W.: *High Strength Steel Profiles with Free Flanges* steel research international 2011, Special Edition: 10th International Conference on Technology of Plasticity, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Special Edition ICTP 2011, S. 487–492, 2011, ISBN 978-3-514-00784-0

Tschesche, J.; Bös, J.; Groche, P.; Hanselka, H.; Herold, S.; Ibis, M.; Thyse, C.: *Akustisch optimiertes Leiterbahnlayout aktiver Schalenstrukturen* Fortschritte der Akustik. 37. Jahrestagung für Akustik, DAGA 2011, S. 537–538, 2011, ISBN 978-3-939296-02-7

Vorträge

Presentations

Abrass, A.; Groche, P.; Özel, M.: *Accelerating the FE-Simulation of Roll Forming Processes with the Aid of Specific Process's Properties* International Conference and Workshop on Numerical Simulation of 3D Sheet Metal Forming Processes, Numisheet2011, 21.–26. August 2011, Seoul, Korea

Avemann, J.; Ederer, T.; Groche, P.; Lorenz, U.; Schmitt, S.O.: *Analysis of Market Demand Parameters for the Evaluation of Flexibility in Forming Technology* The 4th International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production, CARV 2011, 02.–05. Oktober, 2011, Montreal, Kanada

Beiter, P.; Groche, P.: *On the Development of Novel Light Weight Profiles for Automotive Industries by Roll Forming of Tailor Rolled Blanks.* 14th International Conference on Sheet Metal, SheMet 2011, 18.–20. April 2011, Katholieke Universiteit Leuven, Belgien

Berner, S.; Groche, P.; Storbeck, M.: *A Study on Flexible Roll Formed Products Accuracy by Means of FEA and Experimental Tests* The 14th International Esaform Conference on Material Forming, 27.–29. April 2011, Belfast, UK

Groche, P.; Türk, M.: *Smart Structures Assembly through Incremental Forming* 61st CIRP General Assembly, 21.–27. August 2011, Budapest, Ungarn

Groche, P.; Schmitt, W.: *The Role of Metal Forming in Product Design* 61st CIRP General Assembly, 21.–27. August 2011, Budapest, Ungarn

Groche, P.; Kraft, M.; Scheitzka, M.; Schmitt, S.: *Market Demand Oriented Cold Forging with Multiple Point Servo Presses* International Cold Forging Congress, ICFG 2011, 19. Mai 2011, Stuttgart, Deutschland

Huttel, D.; Groche, P.; Post, P.; Schabel, S.: *The Stress Strain Behaviour of Paperboard in Tensile and Bulge Tests* 10th International Conference on Technology of Plasticity, ICTP 2011, 25.–30. September 2011, Aachen, Deutschland

Ibis, M.; Griesheimer, S.; Groche, P.; Rausch, J.; Salun, L.: *Sheet Metal Hydroforming of Functional Composite Structures* SPIE Smart Structures/NDE. Active and Passive Smart Structures and Integrated Systems, SPIE Smart Structures/NDE, 7.–10. März 2011, San Diego, USA

Ludwig, C.; Bäcker, F.; Berner, S.; Groche, P.; Schmitt, W.; Storbeck, M.: *Neue Profilquerschnittsformen durch kontinuierliche Kaltumformverfahren* VDI-Workshop »Falten in der Technik«, 07. Juli 2011, Aachen, Deutschland

Ludwig M.: *Einfluss von Oberflächenrauheiten auf die Reibverhältnisse in der Umformtechnik* Deutsche Simulia Konferenz 2011, DSK 2011, 19.–20. September 2011, Bamberg, Deutschland

Möller, N.; Groche, P.; Hoffmann, H.; Suh, J.: *Influence of Gliding Speed and Contact Pressure on the Wear of Forming Tools* 18th International Conference on WEAR OF MATERIALS, 03.–07. April 2011, Philadelphia, USA

Müller C.; Groche, P.: *Determination of Contact Normal Stresses in Metal Forming Processes with the Aid of Surface Analysis* 10th International Conference on Technology of Plasticity, ICTP 2011, 25.–30. September 2011, Aachen, Deutschland

Post, P.; Groche, P.; Huttel, D.; Schabel, S.: *Paper Characteristics Influencing the Deep Drawing Ability of Paper* Progress in Paper Physics Seminar, PPPS 2011, 25.–30. September 2011, Graz, Österreich

Rausch, J.; Griesheimer, S.; Ibis, M.; Salun, L.; Werthschützky, R.: *Printed Piezoresistive Strain Sensors for Monitoring of Light-Weight Structures* SENSOR & TEST Conference, 7.–9. Juni 2011, Nürnberg, Deutschland

Schmitt, S.O.; Avemann, J.; Groche, P.: *Development of Manufacturing Process Chains Considering Uncertainty* The 4th International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production, CARV 2011, 02.–05. Oktober 2011, Montreal, Kanada

Schmitt, W.; Groche, P.; Ludwig, C.; Rullmann, F.: *Entwicklungsstufen des Spaltprofilierens* 1. Workshop Blechmassivumformung, DFG Transregio 73, SFB/TR73, 13. Oktober 2011, Erlangen, Deutschland

Steitz, M.: *Oberflächeneinglättung und Oberflächenverfestigung* 18. Werkzeugseminar der Forschungsgemeinschaft Werkzeuge und Werkstoffe, 11. Oktober 2011, Remscheid, Deutschland

Storbeck, M.; Beiter, P.; Berner, S.; Brenneis, M.; Groche, P.; Schmitt, W.: *Leichtbau durch belastungsangepasste Profile* 1. WGP-Jahreskongress, 08. Juni 2011, Berlin, Deutschland

Taplick C.; Groche, P.; Ludwig, C.; Rullmann, F.; Schmitt, W.: *Strength Steel Profiles with Free Flanges* 10th International Conference on Technology of Plasticity, ICTP 2011, 25.–30. September 2011, Aachen, Deutschland

Veröffentlichungen und Vorträge, Stand 31. Oktober 2011
Publications and Presentations, Status 31.10.2011





Lehre
Teaching

Vorlesungsangebot

Angeboten werden Vorlesungen für Studenten des Maschinenbaus, des Wirtschaftsingenieurwesens und des Studiums für das Lehramt an beruflichen Schulen gewerblich technischer Fachrichtungen.

Die Pflichtvorlesung »Technologie der Fertigungsverfahren I« behandelt im Bachelorstudium die Verfahren des Ur- und Umformens. Der theoretische Hintergrund wird dabei anhand von Fertigungsbeispielen und Bauteilen verdeutlicht.

Bausteine einer praxisnahen Ausbildung

In den Vorlesungen des Masterstudiums werden die Wahlpflichtfächer »Umformtechnik I+II« sowie »Maschinen der Umformtechnik I+II« angeboten. Wesentliche Inhalte dieser Vorlesungen sind plastomechanische und tribologische Grundlagen, Umformtechnologien und die dafür erforderlichen Maschinen, sowie Fertigungs- und Handhabungsvorrichtungen.

In der Vorlesung »Laser in der Fertigung« werden Grundlagen und Anwendungsgebiete der lasertechnischen Materialbearbeitung vorgestellt.

Die Projektvorlesung zum Sonderforschungsbereich SFB 666 hat die Entstehung von integralen Blechbauteilen zum Inhalt.

Lehraufträge vertiefen die Umformtechnik anhand der »Prozessketten in der Automobilindustrie I+II«. Diese Vorlesungen vermitteln über den Vorlesungsstoff hinaus wertvolle Einblicke in die industrielle Praxis.

Neu in diesem Jahr wird die Vorlesung »Fertigungsgerechte Maschinenkonstruktion I+II« angeboten. Basierend auf wesentlichen Grundlagen aus den Bereichen der Produktentwicklung, der Normen, der Werkstoffkunde und der Kostenrechnung werden wichtige Prinzipien des fertigungsgerechten Gestaltens vermittelt. Hierbei sollen auch Oberflächen-, Form- und Lagetoleranzen sowie Vermaßungsmethoden und Anforderungen an die Dokumentation Beachtung finden.

Aus Theorie wird Praxis

Neben den Vorlesungen besteht die Möglichkeit, das Wissen in experimentellen, konstruktiven oder theoretischen Studien- und Diplomarbeiten bzw. Bachelor- und Masterarbeiten sowie Advanced-Design-Projects zu vertiefen. Dabei nutzt das Institut die vielfältigen Kontakte zur Industrie, um den Studierenden im Rahmen externer Arbeiten und Exkursionen die Gelegenheit zum Sammeln praktischer Erfahrungen zu geben. Das umformtechnische Tutorium verknüpft Vorlesungswissen mit der Fertigungspraxis anhand des Studienwettbewerbs »Stahl fliegt«. Aufgabe der Studenten ist es hier, ein flugfähiges Objekt aus Stahlwerkstoffen zu konstruieren und herzustellen. Abgerundet werden die Lehrveranstaltungen am Institut durch ein »FE-Tutorium«, bei dem die Bearbeitung einer Aufgabenstellung aus der Ingenieurpraxis mit den Methoden der Finiten-Elemente-Simulation im Vordergrund steht.

Ebenfalls neu in diesem Jahr ist das »FE-Tutorium II«, welches als Erweiterung des bereits bestehenden Tutoriums anzusehen ist. In diesem Tutorium sollen benutzerdefinierte Programmier- und Modellierungsstrategien mit den in »Abaqus« zulässigen Programmiersprachen »Fortran« und »Python« erlernt werden.

Content of Teaching

Lectures Offered

The PtU offers lectures for students of mechanical engineering and industrial engineering and for students becoming teachers at commercial-technical schools.

For students at Bachelor level, the compulsory lecture »Technology of Manufacturing Processes« treats the procedures of master forming and forming technologies. A theoretical background knowledge is built up on the basis of manufacturing examples and construction units.

Components of a Practical Education

Students in the Master program may choose from the compulsory courses »Forming Technologies I+II« and »Forming Machines I+II«. The lectures put emphasis on plasto-mechanical and tribological basics, forming technologies and introduce necessary machines, manufacturing and handling facilities.

The lecture »Laser in Manufacturing« introduces students into the basics and into fields of application of lasers used for technical material processing.

A lecture on producing integral sheet metal devices accompanies students doing project work at the SFB 666.

Guest lecturers deepen the students' knowledge on forming technologies in the cycle »Process Chains in the Automotive Industry I+II«. Beyond the theoretical nature of lectures, the external staff gives valuable insight into industrial practice.

New this year, the lecture »Machine Design I+II« is offered. Based on basic fundamentals in the areas of product development, engineer standards, materials science and cost calculation important principles of production-oriented design are conveyed. Here, surface, form and position tolerances as well as measuring methods and demands on documentation are of particular interest.

Turning Theory into Reality

Experimental, constructive and theoretical assignments, diploma theses, bachelor- and master theses as well as advanced design projects deepen the students' knowledge gained in lectures. For more practical insight, the institute makes use of its various links to the industry for offering field trips and external placements. Knowledge from lectures and production practise are brought together in the forming tutorial: Students take part in the competition »Airborne Steel«, constructing and actually producing a flying object made from steel. A real-life task within the »FE-Tutorial« perfects the curriculum. Here, students deal with a practical matter that asks for simulation with the finite element method.

A new part of the educational program is the FE-Tutorial II, which is regarded as an extension of the existing tutorial. In this tutorial user-defined programming and modeling strategies for the Abaqus programming languages Fortran and Python are taught.

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. P. Groche Prof. P. Groche
	Umformtechnik I+II Forming Technologies I+II	Technische und wirtschaftliche Grundlagen, Metallkunde, Plasto- mechanik 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. P. Groche Prof. P. Groche
	Maschinen der Umformtechnik I+II Forming Machines I+II	Bauarten von Maschinen: Kenngrößen, Baugruppen, Steuerungen Forming Machines: Parameters, Components, Controls	Prof. P. Groche Prof. P. 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. P. Groche Prof. P. 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. P. Groche und Kollegen Prof. P. Groche and colleagues
	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	Prof. Dr.-Ing. M. Dostal, Daimler AG Prof. Dr.-Ing. M. Dostal, Daimler AG
	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. M. Scheitza Dr.-Ing. M. Scheitza
Kolloquien Colloquia	Umformtechnische Kolloquien Forming Colloquia	Vorstellung von Bachelor- und Masterarbeiten Presentation of Bachelor- and Master Theses	Prof. P. Groche und Mitarbeiter Prof. P. 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. P. Groche und Mitarbeiter Prof. P. Groche and staff
	FE-Tutorium FE-Tutorial	Bearbeitung einer Aufgabenstellung aus der Ingenieurpraxis mit Hilfe der Finiten-Elemente-Methode Real-Life-Task from Practise: Application of the Finite Elements Analysis	Prof. P. Groche und Mitarbeiter Prof. P. Groche and staff
	FE-Tutorium II FE-Tutorial II	Erlernen von benutzerdefinierten Programmier- und Modellierungs- strategien mit verschiedenen Programmcodes Learning Custom Programming and Modeling Strategies with Different Program Codes	Prof. P. Groche und Mitarbeiter Prof. P. Groche and staff
	Forschungsseminar Research Project	Erarbeitung wissenschaftlicher Erkenntnisse auf wechselnden Spezialgebieten der Umformtechnik Develop Scientific Insights into Various Fields of Forming Techniques	Prof. P. Groche und Mitarbeiter Prof. P. 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. P. Groche und Mitarbeiter Prof. P. Groche and staff
	Exkursionen Excursions	Besichtigungen und Führungen durch Betriebe im Bereich Umformtechnik Field Trips and Guided Tours through Companies in the Field of Metal Forming	Prof. P. Groche, Prof. Dr.-Ing. M. Dostal Prof. P. Groche, Prof. Dr.-Ing. M. Dostal

Studierendenzahlen

TU Darmstadt

Maschinenbau gesamt	2816
Diplom ME	321
Bachelor MPE	1894
Master MPE	601

Diplom Maschinenbau (ME)

Gesamt	321
Weiblich	17
Anfänger	0

Bachelor Mechanical and Process Engineering (MPE)

Gesamt	1894
Weiblich	165
Anfänger	568

Master Mechanical and Process Engineering (MPE)

Gesamt	601
Weiblich	66
Anfänger	166

Master Paper Science and Technology

Gesamt	7
Weiblich	5
Anfänger	3

Student Numbers

TU Darmstadt	2816
Mechanical Engineering total	321
Diploma ME	1894
Bachelor MPE	601
Master MPE	601

Diploma Mechanical Engineering (ME)

Total	321
Female	17
Freshman	0

Bachelor Mechanical and Process Engineering (MPE)

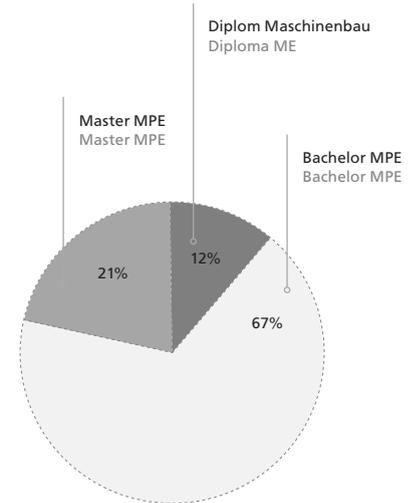
Total	1894
Female	165
Freshman	568

Master Mechanical and Process Engineering (MPE)

Total	601
Female	66
Freshman	166

Master Paper Science and Technology

Total	7
Female	5
Freshman	3



[1] Studierendenzahlen WS 2011/2012 laut Hochschulstatistik, Stand 18. November 2011
www.pvw.tu-darmstadt.de/stud_statistik/

[1] Student Numbers Winter Semester 2011/2012 According to University Statistics, Status 18.11.2011
www.pvw.tu-darmstadt.de/stud_statistik/

Abgeschlossene Arbeiten

Completed Theses

Studienarbeiten

Study Theseses

Umbau eines Prüfstandes zur Einleitung von axialen Zugspannungen in Berstproben
Arenz, Daniel

Mikroskopische Charakterisierung von Schmierstoffschichten hinsichtlich lokaler Dicken- und Druckverhältnisse
Brandt, Florian; Luft, Heinrich

Numerische Analyse der Reibbedingungen in Umformprozessen unter Berücksichtigung von Metall-Schmierstoff-Interaktionen
Hilscher, Stefan

Erstellung und Validierung eines parametrisierten FEM-Modells für das flexible Walzprofilieren
Huwig, Achim

Experimentell ermittelte Lasertopographien und deren Beeinflussung in der Umformzone beim Walzprofilieren
Küper, Philipp

Analyse und Planung des Umbaus einer zweifachwirkenden, hydraulischen Presse zur möglichst vollständigen Abbildung tribologischer Systeme im Experiment
Reuter, Dominik

Laserstrukturierung und Mikroprägung von aktivierbaren Polymerfolien zur Herstellung einer funktionalen Verbundstruktur
Schulz, David

Grundlagenuntersuchungen zur numerischen Simulation inkrementeller Massivumformprozesse bei schwankenden Halbzeugeigenschaften
Weber, Stefan

Diplomarbeiten

Diploma Theseses

In-Process Bewertung von Schweißnähten beim Laserstrahlschweißen anhand eines Prozessüberwachungssystems und die Erarbeitung einer Entscheidungsmatrix bei auftretenden Schweißfehlern
Coskoun, Deniz

Experimentelle Untersuchung und Optimierung von Stempelgeschwindigkeitsverläufen beim Tiefziehen mit Servopressen
Dunda, Martin

Numerische und experimentelle Untersuchungen zur Umformbarkeit von Polymer-Metall-Verbunden in einem kombinierten Tiefzieh- und Fügeverfahren
Duschka, Alexander

Entwicklung und experimentelle Beurteilung eines zerstörungsfreien Prüfverfahrens für Lötverbindungen
Götz, Tobias

Ermittlung von Auswertegrößen zur simulationsbasierten Vorhersage von Oberflächendefekten beim Tiefziehen von PkW-Außenhautteilen
Kong, Rui

Untersuchung der Reibung von Halbzeugen mit eingekneteten Oberflächenstrukturen unter Beanspruchungen der Kaltmassivumformung
Milic, Tomislav

Weiterentwicklung des »Multistep« Algorithmus zur Beschleunigung der Simulation des Walzprofilierprozesses
Özel, Mahmut

Entwicklung und Konstruktion eines Werkzeugs zum Tiefziehen verzweigter Bleche
Pawlakowitsch, Juri

Untersuchung der Abhängigkeiten des Reibkoeffizienten von verschiedenen Prozessparametern und Materialeigenschaften
Pinnecker, Juri

Integrated Production Planning and Control for Transfer Press Using a Flexible Kanban System
Quetschlich, Matthias

Entwicklung alternativer Prüfverfahren zur Validierung von Warm-Berstversuchen
Wießner, Lennart

Untersuchung des Einflusses der Relativgeschwindigkeit auf die Tribologie beim Fließpressen
Zang, Sebastian

Bachelor Arbeiten

Bachelor Theses

Systematische Entwicklung und Auslegung eines Werkzeugs zum Kragenziehen von Rohren auf einer 3D-Servo-Pressen
Besler, Eray

Numerische Analyse von Hochgeschwindigkeits-Umformprozessen
Bosch Herrero, Mariona

Aufbau und Inbetriebnahme einer Messtechnik zur Auswertung von Umformkräften beim Walzprofilieren
Butterweck, Katja; Traub, Tillman

Entwicklung eines Werkzeugkonzeptes für ein symmetrisches Rohrprofil mithilfe der Finite-Elemente-Simulation
Clausen, Lucas

Konzeption eines Versuchstandes zum prozessintegrierten Induktionslöten
Greiner, Manuel

Entwicklung eines zerstörungsfreien Prüfverfahrens für Lötverbindungen
Haenlein, Christian

Entwicklung eines Werkzeuges zur in situ Betrachtung der Rohroberfläche beim IHU
Hammacher, Moritz

Optimierung der Auswertemethodik zur Beschreibung der Rollenabdrücke beim Walzprofilieren und Validierung durch experimentelle Untersuchungen
Hesse, Dennis

Einfluss der Relativgeschwindigkeit auf die Reibung und das Materialverhalten sowie die Bestimmung von Oberflächenvergrößerungen bei der Massivumformung
Holzheimer, Felix

Entwicklung einer portablen Blechstrukturierungseinheit zur Integration in einen Walzprofilierprozess
Kempf, Gregor

Weiterentwicklung der FE-Spaltprofiliersimulation
Köhler, Stefan

Numerische und experimentelle Analyse des Ziehsickenversuchs
Kott, Matthäus

Numerische Analyse des Streifenziehversuchs mit Ziehsickengeometrie und numerische Abbildung des Verschleißverhaltens
Krah, Andreas

Simulation des flexiblen Spaltprofilierens mittels Finiter-Elemente-Methode
Kretz, Felix

Entwurf, Simulation und experimentelle Untersuchung neuer Stempel für einen Tribologieprüfstand
Krische, Fridtjof

Parameterstudie zum Rollprofilieren von U-Profilen aus Tailor-Rolled Blanks mit Hilfe der Finite-Elemente-Simulation
Moneke, Matthias

Experimentelle Untersuchung der Temperatureinflüsse auf die Tribologie bei der Blechumformung
Otto, Michael

Konzeption eines Werkzeugs zum kombinierten Tiefziehen und Induktionslöten
Pfriegl, Thomas

Parameterstudien zur Integration elektrisch leitfähiger Strukturen in kunststoffbeschichtete Bleche durch das Verfahren der Laserablation
Schmidt, Moritz

Optimierung von Stempelgeschwindigkeitsverläufen beim Tiefziehen mit Servopressen durch experimentelle Untersuchungen
Vogel, Alexander

Konstruktion eines Werkzeugs zum prozessintegrierten Induktionslöten
Zhao, Guanghan

Master Arbeiten

Master Theses

Experimentelle Untersuchungen zur Identifikation signifikanter Einflussgrößen auf das Umformverhalten von Faserwerkstoffen
Chen, Wen

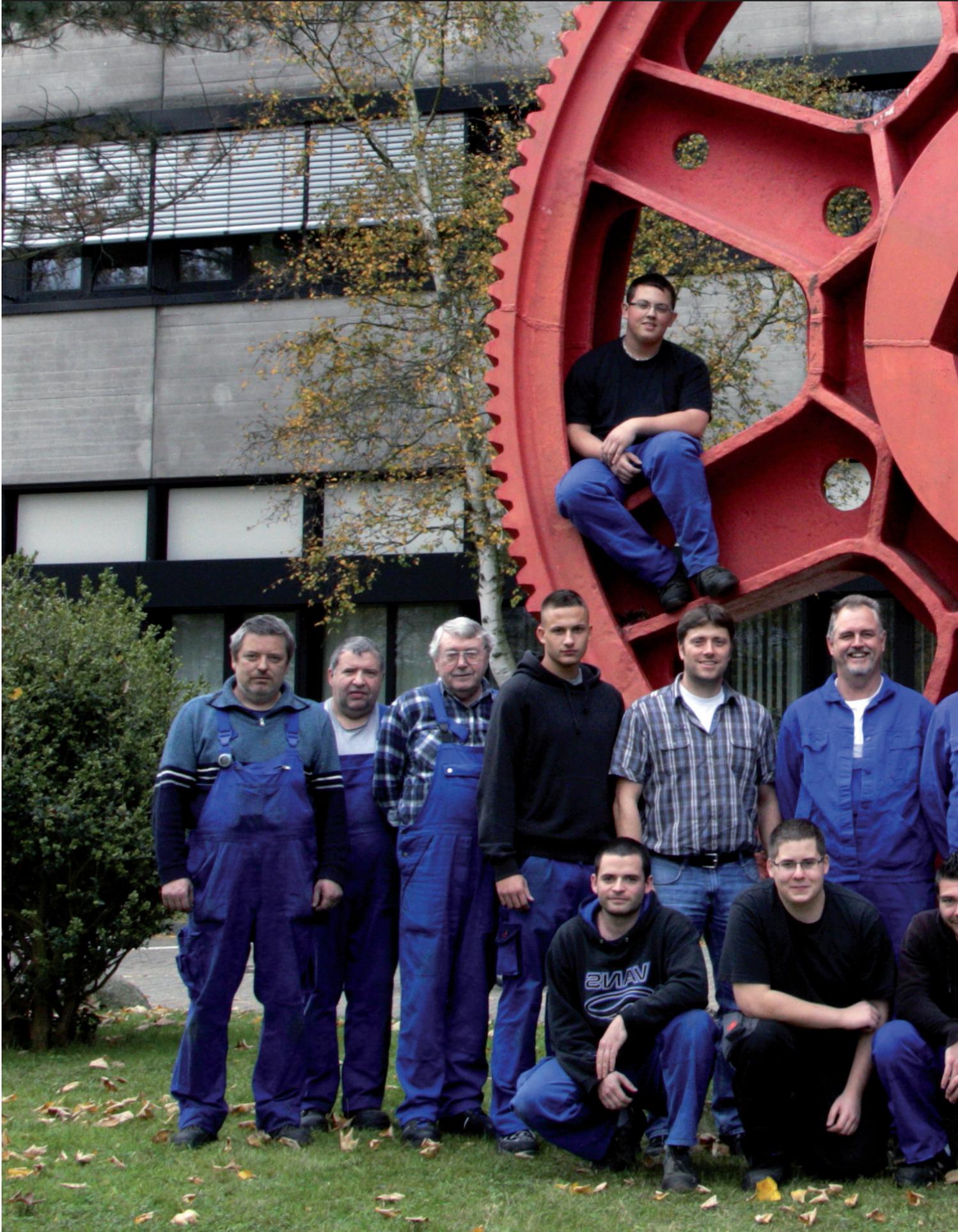
Lebensdaueroptimierung schockbelasteter Fügwerkzeuge
Pabst, Christian

Entwicklung einer automatischen Testeinrichtung für Kraft-Weg-Messungen für Erzeugnisse der Automobilindustrie
Romero Ruiz, José

Wirkmedienbasierte Umformung von funktionalen Polymer-Metall-Verbunden
Shoaie, Morteza

Analyse-Methoden maschineller Oberflächeneinglättung für den Einsatz im Werkzeug- und Formenbau
Steitz, Manuel

Konzeptentwicklung und technische Bewertung von Adaptersystemen zur Flexibilisierung des Lackprozesses im Automobilbau
Zhang, Haitao



A group of nine people are posed in and around a large, red, multi-gear sculpture. Two people are sitting inside the gear openings: one on the left and one on the right. The remaining seven people are standing or kneeling in front of the sculpture. The background shows a building and some foliage.

Institutsleben

Life at the Institute

Tagungen und Veranstaltungen

Conferences and Events

Messeauftritt, HMI 2011

Im Jahr 2011 waren Mitarbeiter des PtU anlässlich des Messeauftritts des Sonderforschungsbereichs 666 »Integrale Blechbauweisen höherer Verzweigungsordnung« bereits zum sechsten Mal auf der Hannover Messe vertreten. Sie stellten hierbei einem breiten wissenschaftlich und industriell orientierten Fachpublikum aktuelle Innovationen auf dem Gebiet der Integralen Blechbauweisen höherer Verzweigungsordnung vor. Durch die Präsentation von Bauteildemonstratoren, einem realen Anlagenmodell der Spaltprofilieranlage und diversen Videofilmen konnten im gemeinsamen Dialog zahlreiche Ideen für mögliche industrielle Anwendungen entwickelt und diskutiert werden.

Appearance at the Hannover Fair 2011

As well as in the years before, in 2011 members of the PtU visited the Hannover Fair on the occasion of the presentation of the collaborative research center 666 »Integral sheet metal design with higher order bifurcations«. Hereby they presented the

scientific as well as industrial oriented visitors actual innovations in the field of integral sheet metal design. Due to the presentation of samples, a model of the linear flow splitting plant and different videos many ideas of industrial application could be developed and discussed during the common dialogue.



SFB-Kolloquiumsreihe

Vortrag von Prof. Martin Trautz, Leiter des Lehrstuhls für Tragkonstruktionen an der Fakultät für Architektur der RWTH-Aachen am 20. Juni 2011 zum Thema: »Das Prinzip des Faltens angewandt auf selbst tragende Leichtbausysteme«

Inhalt des Vortrages Falten und Faltungen stellen in der Natur ein vielfach angewandtes Prinzip dar, um dünnwandige Hüllen, Blätter und Gehäuse sowohl strukturell zu verstärken als auch wandelbar und in ihrer räumlichen Ausdehnungen veränderbar auszubilden.

Die Anwendung des Faltungsprinzips auf Hüllkonstruktionen im Ingenieurbau und in der Architektur gelingt durch Einsatz moderner CAGD-Methoden und CAD-Programme mit parametrischer Funktionalität. Auf diese Weise lassen sich Leichtbaukonstruktionen und Leichtbausysteme, u.a.

auf Basis von Stahlblech, entwickeln, die gegenüber den herkömmlichen, auf standardisierten Stahlhalbzeugen basierenden Bauweisen und Baukonstruktionen in Bezug auf Reduktion von Baumassen und auf statische Effizienz deutlich überlegen sind.

Weitere Informationen finden Sie unter www.fold-in.rwth-aachen.de

SFB-Colloquia Series

Lecture of Prof. Martin Trautz, Head of the chair for load carrying systems at the architecture faculty, RWTH-Aachen, 20th June 2011 to the subject: »Principle of folding applied for self-supporting lightweight structures«

Contents of the Lecture Wrinkles and folds are often applied principles in nature to enhance structural stiffness and a changeable stretch-out while using thin-walled shells, leaves and body housings. The application of the folding principle for surface structures in civil engineering and architecture can be achieved by using modern



Prof. Martin Trautz

methods like CAGD methods and CAD programs with parametric functionality. In this way, lightweight constructions and systems can be developed which have advantages regarding reduction of mass and static efficiency in comparison to conventional designs and constructions which are based on standardized semi-finished steel parts.

For more information see www.fold-in.rwth-aachen.de

1st International Research Group on Tribology in Manufacturing (IRGTM) Summer School – The Environmental Friendly Press Shop

Das PtU führte vom 18. bis zum 25. September 2011 die erste IRGTM Summer School durch. Ziel dieser Veranstaltung war es, die internationale Gemeinschaft der Tribologen zusammenzuführen und zukünftigen Forschungsbedarf für eine umweltfreundlichere Produktionstechnik aufzuzeigen.

Um das soziale Gefüge der aus elf Nationalitäten besetzten Gruppe zu festigen, wurden die Teilnehmer zu Beginn der Summer School vor die Aufgabe gestellt, einige Kilometer im Kanu auf den Gewässern der Lahn gemeinschaftlich zurückzulegen. Nach einer ausgiebigen Pause im Biergarten des Zielortes wurde der Tag mit einem gemeinschaftlichen Dinner in Limburg beendet.

An den beiden darauf folgenden Tagen gaben die anwesenden Professoren Vorlesungen und die Teilnehmer hatten im Anschluss die Möglichkeit, zu offenen Fragen ausgiebig mit den Professoren zu diskutieren. Danach präsentierten die Teilnehmer in einem 20-minütigen Vortrag den aktuellen Stand ihrer Forschungstätigkeit. Für die Präsentierenden bot sich dann die einmalige Gelegenheit mit den anderen Tribologen und mit den Professoren Problemstellungen zu diskutieren und neue Lösungswege zu eröffnen.

Die Teilnehmer schätzten insbesondere die Eindrücke in die Praxis der Umformtechnik, welche sie im Rahmen der Exkursionen zu Buderus Edelstahl, Johann Hay und Hörmann Automotive Components erlangen konnten. Weiterhin verbrachten die Teilnehmer der Summer School einen Abend am PtU. Nach einer Einführung in das Tätigkeitsfeld des Instituts wurden die institutseigenen Versuchsfelder besichtigt und diese im Rahmen von Anlagendemonstrationen vorgeführt. Die Gelegenheit zum gegenseitigen fachlichen Austausch wurde von den wissenschaftlichen Mitarbeitern des Instituts und den Teilnehmern regen genutzt und während des anschließenden gemeinschaftlichen Grillens vertieft.

Der zweitägige Workshop wurde durch eine Einführungsvorlesung von Herrn Prof. Groche eröffnet. Hierbei galt es nach umweltfreundlichen Gesichtspunkten ein umformtechnisches Produkt in einem Presswerk der Zukunft zu entwickeln. Die vier bearbeitenden Gruppen hatten dabei die Aufgabe, die Besonderheit ihrer Aufgabenstellung herauszuarbeiten und den Forschungsbedarf, welcher für die Realisation eines solchen Pressewerks notwendig ist, aufzuzeigen. In der Abschlusspräsentation zeigten die Teilnehmer, wie solch ein Presswerk in urbaner und in freier Umgebung, aber auch als Offshore-Plattform und als transportable Fabrik aussehen könnte.

1st International Research Group on Tribology in Manufacturing (IRGTM) Summer School – The Environmental Friendly Press Shop

The PtU hosted the 1st IRGTM Summer School from 18th to 25th September. The Summer School was conducted to get the international community of young tribologists together and to point out the need for further research for more environmentally benign production processes.

To strengthen the social network among the group consisting of eleven different nationalities, the participants had to master the challenge to canoe several kilometers on the river Lahn. After an extensive rest at the local beer garden, the day ended with a dinner in Limburg.

During the following days, the attendant professors lectured on various topics of tribology. The participants had the unique opportunity to interview the professors on open points in the subsequent discussion. Afterwards the participants presented within 20 minutes the current progress in their research work. The presenters had the opportunity to discuss their issues with other tribologists and with the professors in order to gather new approaches.

The participants particularly appreciated the impressions of the technical visits, which could be gathered by the field trips to Buderus Edelstahl, Johann Hay and Hörmann Automotive Components. Furthermore the participants spent one evening at the PtU. After a short introduction to the institute's field of activity, the testing fields were visited and some of the test facilities were demonstrated. The participants and the research workers of the PtU used the opportunity for technical conversations, which were deepened during the barbecue afterwards.

The two day's workshop began just after the introduction lecture of Prof. Groche. The task assignment was to develop a future press shop concerning environmentally friendly aspects, which was designed to manufacture a component for an E-bike trailer by forming, concerning environmental issues. Therefore, the four groups had to work out the unique aspects of their setting. Furthermore, it was the participant's task, to point out the need for further research, which is necessary for the realization of such a press shop. The participants showed in the final presentation how such a press shop could be realized in an urban, greenfield, offshore or transportable setting.



Auslandsaufenthalt in Yokohama/Japan

Das DFG geförderte Forschungsprojekt »Herstellung von UFG-Werkstoffen durch Rundkneten« beinhaltet einen Auslandsaufenthalt in Yokohama/Japan von drei Monaten. Ziel dieses Aufenthalts war die Untersuchung der Weiterverarbeitung von UFG-Werkstoffen (ultra-fine-grained materials) bei einem Stauchprozess für die Mikroschraubenherstellung. Mit den am Auslandsinstitut vorhandenen Anlagen sollten UFG-Werkstoffe hergestellt, charakterisiert und letztlich zu einer Mikroschraube umgeformt werden. Im Anschluss sollten aus den durch »Equal Channel Angular Swaging« am PtU hergestellten Proben auf gleiche Weise Mikroschrauben hergestellt und beide Untersuchungsergebnisse verglichen werden.

Während des Besuchs am Azushima Laboratories in Yokohama National University wurden zunächst, mit der freundlichen Unterstützung der japanischen Kollegen, die Anlagen zur Herstellung von UFG-Werkstoffen und zur Herstellung von Mikroschrauben in Betrieb genommen. Nach der Fertigung der UFG-Proben folgte die Vorbereitung der Zugproben für die Materialcharakterisierung und der Rundproben für die Schraubenherstellung.

Am Tag, an dem die Charakterisierung beginnen sollte, bebte die gesamte Ostküste von Japan für 3 Minuten. Das größte Erdbeben in der japanischen Geschichte unterbrach die gesamten Untersuchungen. Allerdings ist eine zusätzliche Reise nach Japan geplant, um die Versuche in Yokohama abzuschließen.

Ich danke Prof. Azushima ganz herzlich für seine Gastfreundlichkeit und Dr. Yanagida und Herrn Ishikawa für die Unterstützung bei meinen Versuchen.

Stay Abroad in Yokohama/Japan

As part of the DFG-funded research project »Production of UFG materials by rotary swaging«, an exchange period of three months was planned in Yokohama/Japan. The aim of that visit was to investigate the reprocessing of UFG materials (ultrafine-grained materials) by an upsetting process for the micro screw production. It was planned to produce the UFG materials with the machines of the host institute, characterize and finally form the material to micro screws. Furthermore the same screws were supposed to be produced from the samples, that were prepared at PtU by the Equal Channel Angular Swaging process. Finally the results of both investigations had to be compared.

During the visit at the Azushima Laboratories in the Yokohama National University, the machines

for the production of the UFG materials and micro screws were put into operation with the kind assistance of the Japanese colleagues. In the following the UFG samples were prepared and test specimens for the tensile testing and circular samples for the micro screw production were generated.

At the day I wanted to start with the characterization, the largest earthquake of the history of Japan shook the east coast of country for about three minutes. Therefore, the research activities in Japan are interrupted. However, an additional visit to Japan is planned to finish the investigations in Yokohama.

I have to thank Prof. Azushima very much for his hospitality and Dr. Yanagida and Mr. Ishikawa for their support during my experiments.



M.Sc. Okan Görtan

Sommerfest 2011

Jedes Jahr veranstaltet das PtU für Studenten und Mitarbeiter als Dank für ein erfolgreiches Jahr ein Sommerfest. Dieses Jahr fand es am 08.06.2011 statt und wie immer wurde vor der neuen Versuchshalle gegrillt. Zu ausreichend Essen und einem gekühlten Fass Bier folgten bei gutem Wetter 120 Gäste der Einladung. Hierzu zählten Studenten, die erfolgreiche ein Tutorium, ADP oder eine Abschlussarbeit absolviert haben oder die eine sehr gute Prüfungsleistung am PtU abgelegt haben. Nicht fehlen dürfen natürlich neben der Mentorengruppe die wissenschaftlichen Hilfskräfte sowie die Werkstattmitarbeiter.

In diesem lockeren Umfeld entwickelten sich interessante Gespräche auch abseits von üblichen Themen des Universitätslebens. Diese angenehme, durch Musik unterlegte Stimmung hielt bis weit in die Nacht hinein an.

Summer Festival 2011

As in the last years, in 2011 the PtU organized a summer fete for students and employees in return for a successful year. As always there was a bar-beque in front of the new test area on June 8 2011. A total of 120 guests followed the invitation to have a nice evening with sufficient food and a good cooled barrel beer. They included students, who absolved a successful tutorial, ADP, master or bachelor thesis or who achieved a very good

grade in one of the exams at the PtU. Moreover, the mentor group, the student research assistants and the employees of the workshop were not missing.

In this relaxed atmosphere very interesting conversations about not-common issues of the workaday life of university business were held. The good mood, assisted by music, lasted until far into the night.



Institut für Fertigungsforschung e.V. (IfF)

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 Geld erfordern, das nicht immer aus dem staatlichen Etat der Technischen Universität Darmstadt gedeckt werden kann. Der Verein »Institut für Fertigungsforschung e. V.« 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 hauptsächlich aus Mitgliedsbeiträgen und Spenden zusammen.

Die eingebrachten Mittel werden eingesetzt zur Verbesserung der Institutsausstattung, Unterstützung von Forschungsvorhaben,

Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses und Vermittlung fertigungstechnischer Erkenntnisse durch Veranstaltung von Tagungen und Seminaren.

Unter diesem Motto stehen die Bemühungen des IfF, ehemalige Mitarbeiter, Privatpersonen, Gesellschaften und Unternehmen für diese 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 Mitarbeitern des PtU und Fertigungstechnikern anzuregen, bestehende Kontakte aufzubauen oder zu vertiefen sowie durch geeignete Maßnahmen die Studierenden auf die vielfältigen Aufgaben in der Berufspraxis vorzubereiten und die Qualifikation der Absolventen zu erhöhen.

Moreover, the IfF financially supports the PtU, since the manifold research areas require funding that cannot always be provided by the Technische Universität Darmstadt. Since its founding in 1981, the IfF's main objective has been the allocation of additional funds for research in the field of production engineering. In doing so, the IfF is pursuing solely nonprofit able objectives. The IfF's funds mainly result from membership fees and donations.

The funds are used for the improvement of PtU's technical equipment, the support of research projects, the assistance of young academics, as well as the arrangement of conferences and seminars.

In order to reach these aims, the IfF unites former employees, individuals as well as associations and companies. The PtU requires a large and dedicated support group to establish and deepen its contacts, to prepare its students for the industrial environment, and to continue carrying out significant research.

Institute for Research in Production Technology (IfF)

The Institute for Research in Production Technology (IfF) provides a platform for the exchange of knowledge between the Institute for Production Engineering and Forming Machines (PtU) and the forming industry.

TU Meet and Move

Morgens um halb zehn in Darmstadt schütete es noch wie aus Kübeln, aber pünktlich zum Start des Campusfestes »TU Meet & Move« klarte das Wetter auf und rund 3.000 TU-Angehörige fanden ihren Weg ins Hochschulstadion, um Sportwettkämpfe, Internationale Stände und ein kulturelles Programm zu erleben.

Mit dabei wie jedes Jahr Prof. Groche und eine schlagkräftige Truppe aus wissenschaftlichen Mitarbeitern und Studenten des PtU. Gemeinsam nimmt das Institut Jahr für Jahr am Team-Marathon teil, den man in der Vergangenheit auch schon einmal gewonnen hatte. In diesem Jahr wurde leider nichts aus dem Sieg, was der Stimmung auf dem anschließenden PtU-Sommerfest aber keinen Abbruch tat. Als Meister in der Interpretation von Versuchsergebnissen konnte man sich ja schließlich einen kurzen Hand eingeführten Titel selbst verleihen: »Erster aus dem Fachbereich Maschinenbau!«

TU Meet and Move

At 9:30 am it was still raining cats and dogs in Darmstadt. However, just in time for the opening ceremonies of the campus fest »TU Meet & Move« the weather cleared up and around 3.000 TU members found their way to the high school stadium for sports events, international pavilions and a cultural program to experience.

Among them, as every year, Prof. Groche and a team of academic staff and students of the PtU. Together year after year, the Institute participates in a team marathon that they had even won once before. This year, unfortunately, the team had to leave empty-handed, which of course did no harm to the great atmosphere at the PtU summer party later that night. As masters of the interpretation of experimental results, one could easily figure out a title for oneself: »1st within the department of Mechanical Engineering!«



Neue Mitarbeiter

Im Jahr 2011 konnten am Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen insgesamt 15 neue Kolleginnen und Kollegen begrüßt werden.

Das Verwaltungsteam wird seit Mai 2011 durch Claudia Baltes und Katrin Beckmann verstärkt. Hinzu kommen 12 wissenschaftlichen Mitarbeiter, allesamt Absolventen der TU Darmstadt. Die Abteilung »Verfahrensentwicklung« unterstützen nun M.Sc. Matthias Brenneis, sowie Dipl.-Ing. Lennart Wießner. Den Weg in die Abteilung »Tribologie und Oberflächentechnik« fanden gleich 7 Mitarbeiter. Neben den Absolventen des Maschinenbaus M.Sc. Simon Wohletz, M.Sc. Manuel Steitz, M.Sc. Matthias Christiany, M.Sc. Christian Pabst, Dipl.-Ing. Mahmut Özel und Dipl.-Ing. Sebastian Zang freuen wir uns auch eine Materialwissenschaftlerin, Dipl.-Ing. Franziska Resch, für das PtU gewonnen zu haben. Neu in der Abteilung

»Prozessketten und Anlagen« sind zudem Dipl.-Ing. Wiktorija Morkwitsch, Dipl.-Ing. Stefan Calmano und Dipl.-Ing. Alexander Duschka. Als Auszubildender im IT Support ist seit 2011 Patrick Taffner beschäftigt.

Wie am PtU bereits gute Tradition, richten die Neankömmlinge nach ihrer Einstellung ein Mittagessen aus. Dabei wurde der Einstand mit allen Mitarbeitern des Instituts und der Werkstatt in geselliger Runde gefeiert.

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

New Staff

In 2011 a total of 15 new colleagues could be welcomed at the Institute for Production Engineering and Forming Machines.

Since May 2011 the office-team is joined by Claudia Baltes and Katrin Beckmann. In addition, there are 12 research associates, all graduates of the TU Darmstadt. From now on the research group »Process Development« is supported by M.Sc. Matthias Brenneis and Dipl.-Ing. Lennart Wießner. Their way into the research group »Tribology and Surface Technology« found no fewer than 7 employees. In addition to the graduates of Mechanical and Process Engineering, M.Sc. Simon Wohletz, M.Sc. Manuel Steitz, M.Sc. Matthias Christiany, M.Sc. Christian Pabst, Dipl.-Ing. Mahmut Özel und Dipl.-Ing. Sebastian Zang, we are proud to welcome a material scientist, Dipl.-Ing. Franziska Resch, at the PtU. Furthermore new in the research group »Process Chains and Forming Units« are Dipl.-Ing. Wiktorija Morkwitsch, Dipl.-Ing. Stefan Calmano und Dipl.-Ing. Alexander Duschka. Since 2011 Patrick Taffner is working as a trainee in the IT support.

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

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

Abschiedsfeier

Frau Berdel war mehr als 30 Jahre als Sekretärin am PtU angestellt. In dieser Zeit hat sie zahllosen Studierenden die Bedeutung und Einhaltung von Regeln gezeigt, unseren wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern den Weg in das Berufsleben geebnet, im Umgang mit der Verwaltung unserer Universität immer wieder großes Geschick und Geduld gehabt, bei unseren Geldgebern für die vollständige Ausnutzung der bewilligten Mittel gesorgt, mit unseren Lieferanten gute Konditionen ausgehandelt, als erste Ansprechpartnerin unseren Partnern aus der Industrie das PtU schmackhaft gemacht, unsere Lehrbeauftragten in die Welt der universitären Abläufe begleitet, den Kontakt zu unseren Ehemaligen gehalten, auf die Regelmäßigkeit gemeinsamer Veranstaltungen geachtet und schließlich für ihre Chefs mitgedacht und sie umsorgt. Auch in schwierigen Zeiten hat sie Ruhe bewahrt und stets einen Ausweg gefunden.

Kurzum: Sie war das Rückgrat des PtUs. Dafür danken wir ihr herzlich.

Der 16. September war ihr letzter Arbeitstag, bevor sie in den wohl verdienten Ruhestand ging. Dieser Tag wurde zum Anlass genommen, um uns in gebührender Art und Weise von ihr zu verabschieden und unserem Dank für ihre am PtU geleistete Arbeit Ausdruck zu verleihen. Es fand eine Feier im »Alten Schalthaus« in Darmstadt statt, zu der sowohl alle aktiven als auch ehemaligen Mitarbeiter des PtU geladen waren. Neben zahlreichen Lobesreden und Geschenken wurde ihr auch ein eigens für diesen Anlass gedichtetes Lied dargeboten, das ihre markante und unnachahmliche Art zum Thema hatte. Um ihre Stellung am PtU und bei den Mitarbeitern zu unterstreichen, wurde ihr von den wissenschaftlichen Mitarbeitern spaßeshalber die Doktorwürde verliehen. Die »Königin« des PtU erhielt einen einer Krone nachempfundenen Doktorhut und wurde unter tosendem Applaus mit dem Doktorwagen durch die Menge geschoben.

Wir wünschen ihr sehr, dass ihre Zukunftspläne in Erfüllung gehen und sie die neue Freiheit in vollen Zügen genießen kann.

Alles Gute!

Farewell Party

Mrs. Berdel has been working for more than 30 years as a secretary at the PtU. In this time she stated clearly the meaning of rules and the compliance of regulations to many students, she made the working life for the scientific assistants easier and she demonstrated skills and patience with the administration of our university. She made sure for complete economic utilization of our allotted capital from our investors and she always negotiated good conditions with our suppliers. Being the first contact person to our associates of the industry she made the PtU palatable. She kept always contact to our former workers and looked after common events. And finally she always took care of her bosses. Even in difficult times she always kept calm and found a way out.

In short: She was the backbone of the PtU and therefore we are very thankful.

The 16th of September was her last work day before she went into her well-deserved retirement. This day was the occasion to say goodbye and to express our gratitude for her work at the PtU. A ceremony took place at »Altes Schalthaus« in Darmstadt where active and former employees were invited. After being several times eulogized and after many presents there was also a song versified alluding her inimitable character. To underline her position to the employees, the scientific assistants awarded her for the fun of it with degree of doctor. The »queen« of the PtU received doctor hat looking like a crown under brawly applause.

We wish her the fulfillments of her plans for the future and that she enjoys her time to the fullest.

All the best!



Anne Berdel

Exkursionen

Um im Rahmen der Lehre den Praxisbezug der Studenten weiter zu vertiefen, fanden auch dieses Jahr wieder interessante Exkursionen statt. Ziel der zweitägigen Exkursion für die Teilnehmer der Vorlesung »Umformtechnik« mit dem Schwerpunkt Stahlherstellung und -verarbeitung waren dieses Mal das Ruhrgebiet und Umgebung. Dort standen am ersten Tag die Besichtigungen von Europipe in Mülheim, einem Hersteller von Pipeline-Rohren, und der Messermanufaktur Böker in Solingen auf dem Programm. Am Abend schließlich sollte auch der unterhaltsame Teil nicht zu kurz kommen. Beim netten Beisammensein in Düsseldorf's Altstadt konnten sich Studenten mit Prof. Groche über den Alltag als Student und Institutsprofessor austauschen. Am zweiten Tag konnten die Studenten bei Thyssen Krupp in Duisburg ihre Kenntnisse zur Herstellung von Stahl vertiefen und im Presswerk Krefeld den Praxisbezug zur Kaltmassivumformung herstellen.

Für die Exkursionsteilnehmer der Vorlesung »Prozessketten in der Automobilindustrie am Beispiel Nutzfahrzeuge II« ergab sich mit einer Führung des LKW-Montagebandes und einer anschließenden Besichti-

gung des Branchen-Informationszentrums BIC ein interessanter Einblick in den Ablauf einer Nutzfahrzeugproduktionslinie. Eine weitere Möglichkeit bot die Besichtigung der Bus-Montage-Linie im Werk Mannheim sowie eine Besichtigung des KeM (Kompetenzzentrum emissionsfreie Mobilität). Abgerundet wurde der Tag durch ein gemeinsames Abendessen im Biergarten, wo ein reger Informationsaustausch zwischen Studenten und dem Dozenten sowie ehemaligem Leiter des Werkes Wörth, Herrn Dr. Dostal, stattfand.

Dank des Industrieverbandes Massivumformung (IMU) konnte es in diesem Jahr einer Gruppe von 36 Personen, vornehmlich Studenten des Maschinenbaus, ohne eigene Kosten ermöglicht werden, die Hannover Messe zu besuchen. Nach der langen Anreise wurde die Gruppe vom IMU auf der größten Industriemesse der Welt am Branchenstand der Massivumformung begrüßt. Während der hiernach komplett frei zur Verfügung stehenden Zeit konnten sich die Studenten über die Inhalte der Vorlesungen hinaus informieren und einen guten Überblick über mögliche spätere Berufe erhalten.



Excursions

To broaden the students' practical education, interesting excursions took place this year. The Ruhr region and surroundings were the destination of the two-day's excursion for the students of the course »Metal forming«, with a focus on steel production and processing. At the first day a visit to Europipe in Mülheim, a pipeline producer, and the knife manufacturer Böker in Solingen were on the agenda. Being together in Düsseldorf city for the evening, the students could chat with Prof. Groche about the everyday life as a student and a professor. The second day the students could deepen their knowledge about steel production at Thyssen Krupp in Duisburg and draw the practical relevance to cold forging in a pressing plant in Krefeld.

With a guided tour of the truck assembling line and a visit of the branch information center (BIC), the excursion participants of the course »Process chains in the automotive industry using the example of commercial vehicles II« got an interesting insight into the process of a utility vehicle production line. A visit of a bus assembling line in the Mannheim plant, as well as a visit of the KeM (Competence Center for Emission-free Mobility), provided another opportunity to learn. Having dinner together in a beer garden to round out the day, an interesting conversation took place between students and the lecturer, as well as the former manager of the Wörth plant, Dr. Dostal.

Thanks to Industrieverband Massivumformung (IMU), this year a group of 32 people, primarily mechanical engineering students, were enabled to visit the Hannover fair without personal costs. After a long journey, the group was welcomed by IMU at the world's biggest industrial technology fair at the stand of the bulk forming industry. During their free time the students had the opportunity to inform themselves beyond the contents of their courses and get an overview of their later professions.

Studienpreise

Mithilfe der Unterstützung von den Herstellern kaltgewalzter Profilbauteile Tillmann Profil und Johnson Controls konnten auch in diesem Jahr wieder die zwei besten studentischen Abschlussarbeiten auf dem Gebiet des Walzprofilierens ausgezeichnet werden.

Zudem verlieh der Fachverband der europäischen Kaltprofilhersteller ECRA an das Gewinnerteam, bestehend aus fünf Studenten, den Preis für die beste Lösung im Rahmen der SFB-Projektvorlesung.

Study Awards

This year again, prizes have been awarded to the best students, who have accomplished their thesis on the area of roll forming. These prizes were funded by the two companies Tillmann Profil and Johnson Controls.

In addition, the European Cold Rolled Section Association (ECRA) has awarded prizes to five students for the best solution within the SFB-Project Lecture.



WGP Summer School 2011 in Aachen

Die Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktionstechnik veranstaltet jedes Jahr die WGP Summer School, an der die wissenschaftlichen Mitarbeiter aus allen WGP-Instituten teilnehmen können. Im Laufe einer Woche werden zu einem Schwerpunktthema Fachvorträge gehört, Exkursionen durchgeführt und in Gruppen Fallstudien bearbeitet. Gastgeber und Ausrichtender war dieses Jahr das WZL der RWTH Aachen, in dessen in imposanter Weise über die Versuchshalle gebautem Konferenzraum die Kernveranstaltungen stattfanden. Im Rahmen des Themas der Summer School »Megatrends und ihre Auswirkungen auf die Produktionstechnik« wurden zahlreiche Vorträge von Professoren und Industrievertretern gehört, welche, um Exkursionen bereichert, eine gute Grundlage für die Gruppenarbeit boten.

Im Rahmen dieser wurden Studien bewertet, Trendanalysen durchgeführt und abschließend Empfehlungen abgeleitet, wie sich der Produktionsstandort Deutschland als Hochlohnland gegenüber der Konkurrenz aus Niedriglohnländern durchsetzen kann. Die Gruppe, bestehend aus den Vertretern des PtU (Darmstadt), KIT (Karlsruhe), BIAS (Bremen), WZL (Aachen), IWT (Bremen) und BIBA (Bremen), erarbeitete einen drei-

stufigen Plan mit Vorschlägen zur kurz-, mittel- und langfristigen Ausrichtung der Produktionstechnik, konnte damit die Jury überzeugen und sich in der Bewertung an die Spitze setzen.

Neben den fachlichen Anregungen konnte die Veranstaltung mit vielfältigen Gelegenheiten zum Austausch mit anderen wissenschaftlichen Mitarbeitern punkten und stellte dadurch eine interessante und runde Bereicherung des wissenschaftlichen Alltags dar.

WGP Summer School 2011 in Aachen

The German Academic Society for Production Engineering (WGP) organized the annual WGP Summer School, in which scientific assistants from all WGP associated institutes could participate. In the course of one week, lectures are given, excursions were made and case studies in groups were drawn, standing all under one global subject. This year's host and organizer was the WZL of RWTH Aachen

University which offered its impressively constructed conference location over the testing field as for the courses and presentations. In the context of the summer school's main topic »megatrends and its' impact on production engineering« numerous lectures were held by professors and industry representatives, which served, enriched by excursions, as a good basis for the subsequent group study.

In conjunction, the teams evaluated studies, drew trend analyzes, and finally deviated recommendations on how Germany can extend its establishment as a high wages production site in competition to low wages countries. The team consisting of representatives of the PtU (Darmstadt), KIT (Karlsruhe), BIAS (Bremen), WZL (Aachen), IWT (Bremen) and BIBA (Bremen) developed a three steps plan of suggestions for short-, mid- and long term orientation for the production engineering, which convinced the jury and gained top ranking for the team.

Besides technical subjects, the event could score points by offering various opportunities to communicate with other scientific assistants and thus present a true enrichment of daily scientific routine.



Ausblick 2012

Outlook 2012

11. Umformtechnisches Kolloquium Darmstadt 2012

Das Umformtechnische Kolloquium Darmstadt (UKD) ist eine zweitägige Vortragsveranstaltung, die traditionsgemäß alle drei Jahre im Frühjahr in Darmstadt stattfindet. Als Informationsveranstaltung und Kommunikationsplattform richtet sich das UKD insbesondere an Fach- und Führungskräfte produktionstechnischer Unternehmen sowie Wissenschaftler aus der Produktionstechnik und angrenzenden Fachgebieten. Referenten aus Industrie und Forschung berichten in ihren Vorträgen über aktuelle Entwicklungen und Innovationen in der Produktions- und Umformtechnik.

Im Jahr 2012 findet die Veranstaltung am 6. und 7. März im Lufthansa Training & Conference Center Seeheim statt. Thematisiert wird die Produktivität eines Unternehmens unter Berücksichtigung der vom Kunden immer mehr geforderten Flexibilität in der Produktion.

11th Umformtechnisches Kolloquium Darmstadt 2012

The Umformtechnische Kolloquium Darmstadt (UKD) is a two day's lecture symposium, that traditionally takes place every three years in spring in Darmstadt. As an information event and communication platform, the UKD aims primarily at specialists and managers of production-related companies, as well as scientists from production technology and related fields. Speakers from industry and research report in their presentations about the latest developments and innovations in production engineering and forming technology.

In 2012, the event will take place on 6th and 7th of March at the Lufthansa Training & Conference Center Seeheim. Key issue will be the productivity of companies, taking into account the increasing demand on flexibility in production, required by the customer.



8. Fachtagung Walzprofilieren (WAPRO Tagung) und 4. Zwischenkolloquium SFB 666

Im Herbst 2012 richtet das PtU zum 8. 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 Profilmfertigung. Im Rahmen der Veranstaltung wird ausreichend Möglichkeit gegeben, anwendungsorientierte und technologische Neuerungen im Bereich des Walzprofilierens zu diskutieren. Die Veranstaltung findet zusammen mit dem 4. Zwischenkolloquium des Sonderforschungsbereichs 666 »Blechbauweisen höherer Verzweigungsordnung« statt. Dadurch möchten wir Ihnen zusätzlich Einblicke in die aktuelle Forschung im Bereich neuer Halbzeuge ermöglichen.

8th Conference on Roll Forming and 4th Colloquium Collaborative Research Center 666

In autumn 2012 the conference on roll forming will take place for the 8th 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 4th colloquium of the Collaborative Research Center 666 »Integral Sheet Metal Design with Higher Order Bifurcations«. Thus we want to give you additional insight into current research in the field of new semi-finished parts.

8. Forum »Tribologische Entwicklungen in der Blechumformung«

Im kommenden Jahr richtet das PtU zum 8. Mal das Forum »Tribologische Entwicklungen in der Blechumformung« in Darmstadt aus. Als Aufgabe der Tribologieforen sehen wir es an, den Austausch von Erkenntnissen sowie Innovationen zu fördern. Dies gelingt am besten durch Vernetzung von Theorie und Praxis. Daher lädt das Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen (PtU) der Technischen Universität Darmstadt die beteiligten Disziplinen auch im kommenden Jahr zum Dialog ein.

8th Forum »Tribologische Entwicklungen in der Blechumformung«

In 2012, the 8th Forum »Tribologische Entwicklungen in der Blechumformung« takes place in Darmstadt. The main objectives are the exchange of knowledge and the encouragement of innovations. This can be achieved by combination of theory and practice. Therefore, the Institute for Production Engineering and Forming Machines (PtU) of »Technische Universität Darmstadt« invites the participating disciplines in the coming year to engage in dialogue.



Große Ereignisse werfen Ihren Schatten voraus – Aufbau der 3D-Servo-Pressen beginnt im Jahr 2012

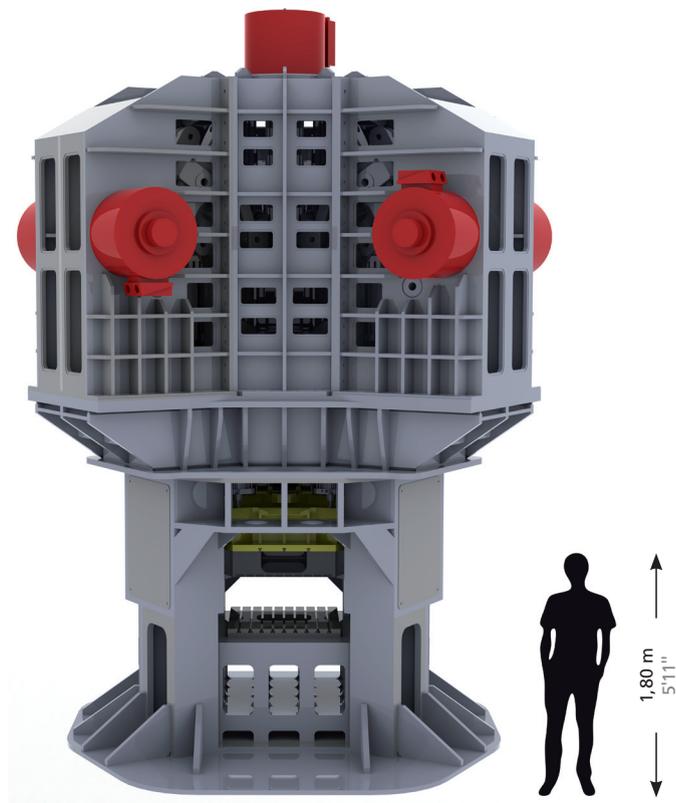
Nicht nur aufgrund der Höhe der neuartigen 3D-Servo-Pressen (Abbildung 1) kann man von einem »großen« Ereignis sprechen. Entwickelt wird die Presse am PtU im Rahmen des SFB 805 »Beherrschung von Unsicherheit in lasttragenden Systemen des Maschinenbaus«. Diese Umformmaschine vereint, basierend auf einem bereits vorhandenen Prototyp, die Charakteristika einer weggebundenen und einer kraftgebundenen Presse und ermöglicht darüber hinaus dreidimensionale Verfahrbewegungen des Stößels. Aufbauend auf diesem neuartigen Maschinenprinzip eröffnen sich zahlreiche Möglichkeiten, um Schwankungen der Nachfrage und der Rohteilqualität mittels Flexibilität zu begegnen.

Die Maschine besitzt eine Gesamthöhe von rund 6,5 Metern und eine Aufstandsfläche von rund 20 Quadratmetern. Die Gesamtmasse der Presse beläuft sich auf rund 70 Tonnen, wobei bereits einer der insgesamt 8 Servomotoren (rot dargestellt, jeweils Nennmoment 6500 Nm) ein Gewicht von 800 kg aufweist. Durch die Größe und das Gewicht der Einzelkomponenten ergeben sich in Bezug auf die Montage und die entsprechende Logistik enorme Herausforderungen. Diese gilt es bei dem für das Jahr 2012 geplanten Aufbau zu meistern.

Coming Events Cast their Shadow – Assembly of the 3D Servo Press Begins in 2012

Not only because of the height of the new 3D servo press (figure 1), you can speak of a »big« event. The machine is developed at the PtU in the CRC 805 »Control of Uncertainty in Load-Carrying Systems in Mechanical Engineering«. This press is based on an existing prototype and combines the characteristics of way-bounded and force-bounded forming machines, and also allows three-dimensional movements of the ram. Based on this new machine concept new opportunities to control fluctuations in demand and quality of semi-finished parts by the means of flexibility were opened up.

The machine has an overall height of 6.5 meters and a footprint of around 20 square meters. The total mass of the press is estimated at 70 tons. One of the shown 8 servo motors already has a weight of 800 kg (displayed in red, each rated torque 6500 Nm). Due to the size and weight of the individual components enormous challenges arise for the assembly and the corresponding logistics. These need to be mastered during the assembly which is planned for 2012.

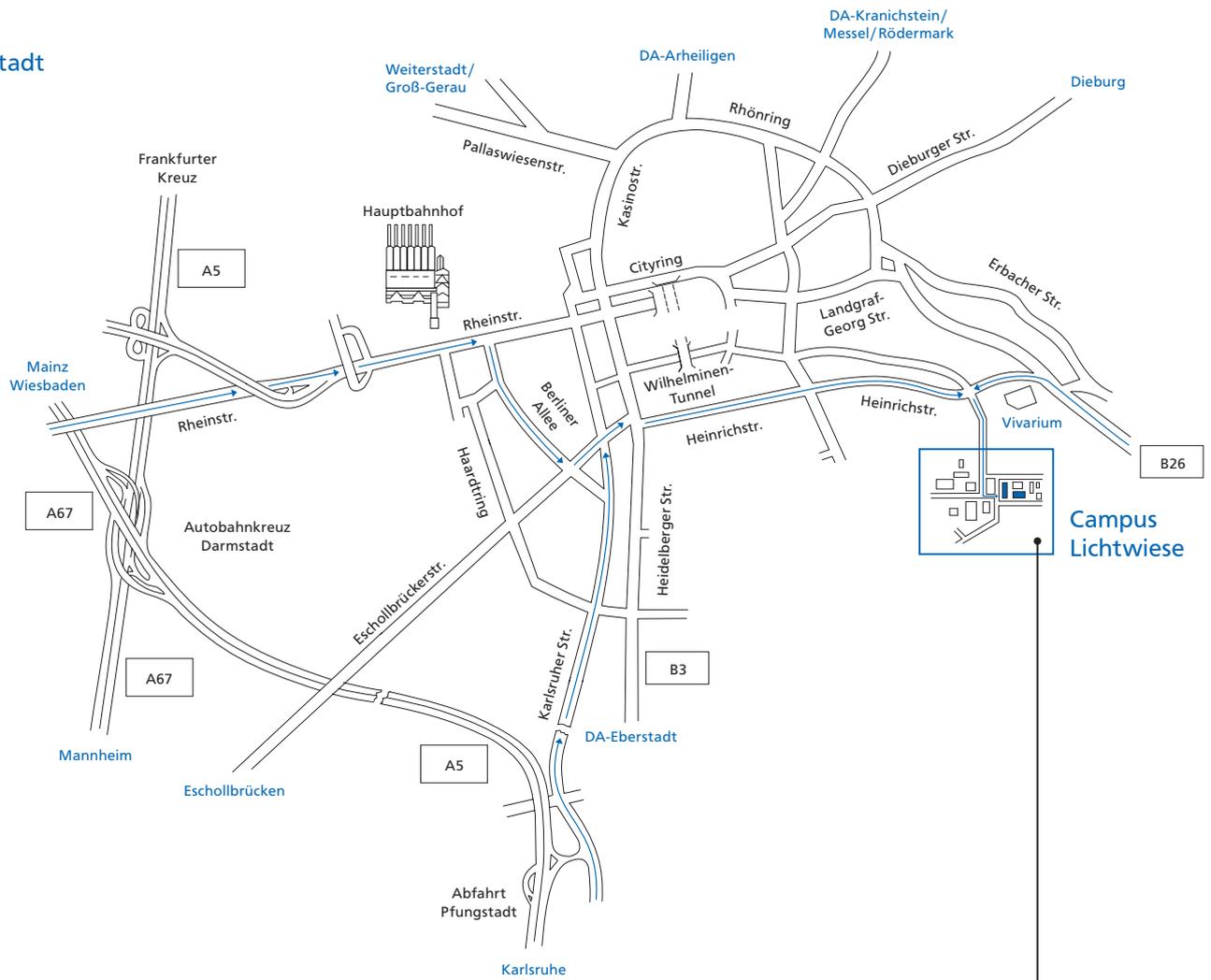


[1] 3D-Servo-Pressen

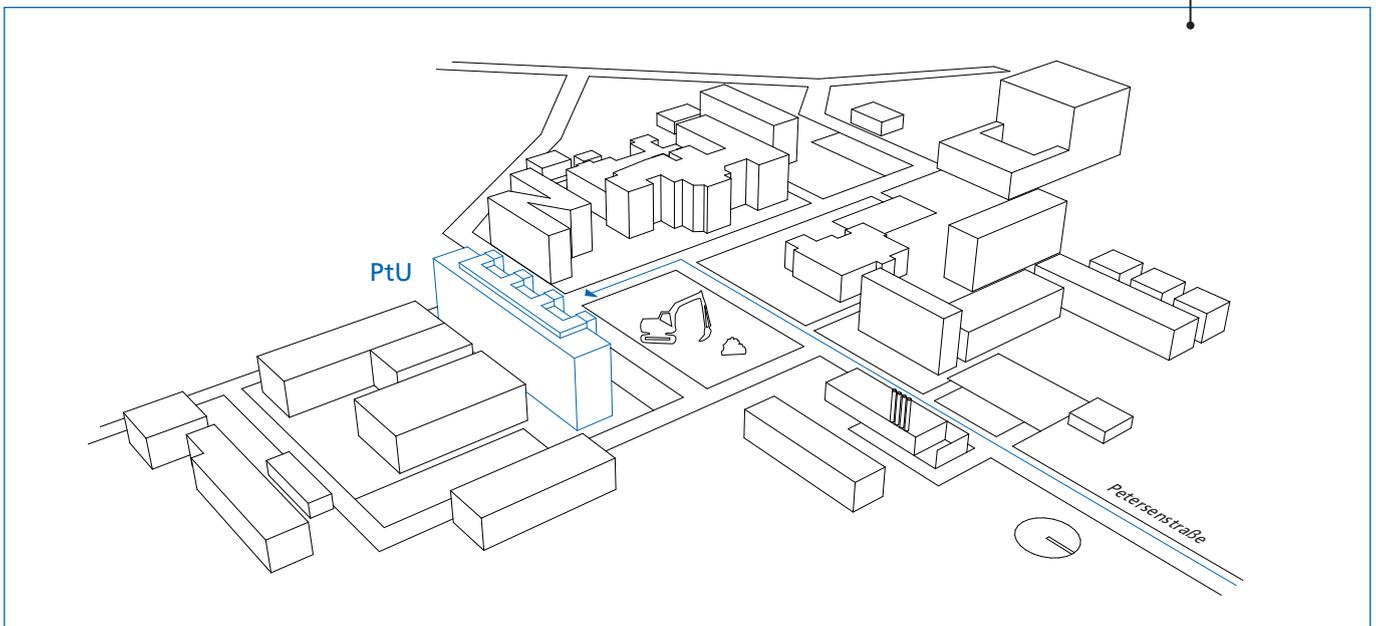
[1] 3D Servo Press

Anfahrt

Darmstadt



Campus Lichtwiese



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 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 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 der Neubau »Hörsaal- und Medienzentrum Lichtwiese«, dessen Bauarbeiten voraussichtlich Ende 2012 abgeschlossen sind. Das Gebäude auf der anderen Seite des Neubaus ist das Maschinenbaugeschäft, gut zu erkennen am großen Zahnrad vor dem Gebäude: Petersenstraße 30, TU-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. Parking lots are both in front of and behind the building.

 **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, 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 next to 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 to final destination »TU-Lichtwiese«. The trip takes about 30 minutes, the buses 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 no. L1|01 (mechanical engineering), behind the lawn opposite the bus stop. The building can be identified by the large gearwheel in front.

Please register at the office in room 148 on the first floor.



Foto: StefanKlausSchaefer@web.de

Impressum

Imprint

Herausgeber

Publisher

Institut für Produktionstechnik
und Umformmaschinen
Technische Universität Darmstadt
Petersenstraße 30
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

Dipl.-Ing. Mesut Ibis, Dipl.-Ing. Christian Ludwig,
M.Sc. Manuel Steitz, das Sekretariat und alle
weiteren wissenschaftlichen Mitarbeiter des PtU
Dipl.-Ing. Mesut Ibis, Dipl.-Ing. Christian Ludwig,
M.Sc. Manuel Steitz, the administration and all other
scientific assistants of the PtU

Gestaltung und Fotografie

Layout and Photography

Dipl.-Des. Angelika Arnold, Dipl.-Des. Julia Voit
A. Moritz Profitlich, Stefan Schäfer

Druck

Print

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

Auflage: 500
Corporate Design der Technischen Universität Darmstadt
Schriften: Charter, Frontpage, Stafford
Farbe: 1b [100c 60m]

© PtU Darmstadt 2011 — Nachdruck, auch auszugsweise,
nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des Instituts.
© PtU Darmstadt 2011 — Reproduction, even in extracts,
only after written permission from the institute.

Institut für Produktionstechnik
und Umformmaschinen

Technische Universität Darmstadt
Petersenstraße 30
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