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



Inhaltsverzeichnis Index of contents

Vorwort Foreword	4–5
Institut Institute	6–15
Geschichte History.....	8–9
Institutsstruktur Structure of the institute.....	10–11
Finanzierung Funding	12
Institut für Fertigungsforschung e. V. The institute for manufacturing research e. V.....	13
Technische Ausstattung Technical facilities	14–15
Forschung & Entwicklung Research & development.....	16–69
Forschungsaktivitäten mit anderen Instituten Research activities with other institutes	18–33
Abteilungen Departments	34–59
Abgeschlossene Dissertationen Completed dissertations	60–65
Veröffentlichungen & Vorträge Publications & presentations.....	66–69
Studium & Lehre Study & teaching	70–79
Lehrveranstaltungen Courses.....	72–73
Studierendenzahlen Student numbers	74–75
Abgeschlossene Arbeiten Completed theses	76–79
Institutsleben Life at the institute.....	80–101
Neue Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter New staff.....	82
MIT 4.0 MIT 4.0.....	83
RobIN 4.0 RobIN 4.0.....	84–85
Sommerfest Summer festival.....	86
Betriebsausflug Staff outing	87
WGP-Fußballturnier WGP football tournament	88
Wettbewerb „Stahl fliegt“ Competition “Stahl fliegt”	89
„Hessen Technikum“ zu Besuch “Hessen Technikum” visited PtU.....	90
Ultramarathon Ultramarathon	91
Exkursionen Excursions.....	91–93
Wapro Tagung & Abschlusskolloquium SFB 666 Wapro Tagung & Final colloquium CRC 666	94
Neue Anlagen New machines	95
Ausblick 2018 Outlook 2017	96–101
Anfahrt Directions	102
Impressum Imprint.....	104

Umformtechnik am PtU

Forming technology at PtU



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

Sich durch Gesetzgebungen, Nachfragen und Wettbewerbstechnologien rapide verändernde Randbedingungen fordern etablierte Geschäftsmodelle produzierender Unternehmen aktuell vehement heraus. Umformtechnologien sind insbesondere durch die Trends zur Elektrifizierung, Digitalisierung, Individualität, höheren Entwicklungsgeschwindigkeit und Gewichtsminimierung intensiv betroffen.

In unseren Forschungs- und Entwicklungsarbeiten beschäftigen wir uns mit produktionstechnischen Fragestellungen aus diesen Spannungsfeldern. Aufgrund des oft interdisziplinären und komplexen Charakters dieser Fragestellungen spielen Kooperationen eine große Rolle.

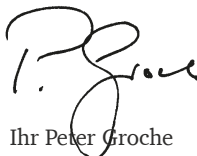
So können wir mit Stolz auf die im vergangenen Jahr erfolgreich abgeschlossenen Verbundvorhaben zurückblicken. Zum einen ist hier der Sonderforschungsbereich 666 – Integrale Blechbauweisen höherer Verzweigungsordnung – zu nennen, in welchem wir in den vergangenen 12 Jahren in Zusammenarbeit mit Kooperationspartnern innerhalb der TU Darmstadt neue Fertigungsverfahren der Profilherstellung entwickelten und intensiv untersuchten. Die Ergebnisse fließen in aktuell laufende Transferprojekte ein. Zum anderen schlossen wir im April 2016 das BMBF-Projekt RobIN 4.0 – Robustheit durch Integration, Interpretation, Interaktion und Intelligenz – erfolgreich ab, welches in einem schlagkräftigen Konsortium aus Industrie und Wissenschaft die Grundlagen für die Verbesserung von Umformprozessen durch Industrie 4.0 untersuchte. Insbesondere die positiven Rückmeldungen der Projektpartner, die große Teile der Ergebnisse in zukünftige Serienprozesse einfließen lassen, zeigt, dass die geleistete Arbeit einen nachhaltigen Einfluss auf die Unternehmen haben wird.

Erwartungsvoll blicken wir auf eine ganze Reihe neuer Kooperationsprojekte, die wir im vergangenen Jahr starten konnten. Bereits im Januar lief das LOEWE-Schwerpunktprogramm „Bauen mit Papier“ an. Für das kommende Jahr konnten wir mit Kooperationspartnern aus Wirtschaft und Wissenschaft die Einrichtung eines weiteren LOEWE-Schwerpunktprogramms zum Themenkomplex der ressourcenoptimierten Warmumformung von Aluminiumwerkstoffen initiieren. Auch internationale Kooperationen werden wir in den kommenden Jahren verstärken. So blicken wir mit Spannung auf ein Projekt mit Partnern von der University of New Hampshire.

Unser umfangreiches Angebot in der universitären Lehre bereitet zukünftige Ingenieurinnen und Ingenieure für kommende Herausforderungen vor. Dabei kombinieren wir gezielt die Vermittlung von Grundlagenwissen zu umformtechnischen Anlagen, Prozessen und Prozessketten in Vorlesungen mit der praktischen Anwendung der erworbenen Kenntnisse in Übungen, Fallstudien, Tutorien sowie Projekt- und Abschlussarbeiten. Neben der Qualifikation in der zielgerichteten Nutzung numerischer Berechnungsmethoden sowie der Auslegung von Steuerungs- und Regelungssystemen erfahren Studierende hier die Vielseitigkeit und die Faszination produktionstechnischer Aufgabenstellungen und erweitern ihre Problemlösungskompetenzen sowie wissenschaftliche Kreativität. Die Fragestellungen der Projektarbeiten sind aktuellen Forschungsprojekten entnommen und verlangen so einen Transfer des erarbeiteten Wissens in einen neuen Kontext.

Alle diese Projekte wären ohne die fruchtbare Kooperation mit Partnern aus der Wirtschaft und der Wissenschaft nicht möglich. Für die hervorragende Zusammenarbeit im Rahmen verschiedener Lehr-, Forschungs- und Entwicklungsprojekte im vergangenen Jahr möchten wir uns an dieser Stelle herzlich bedanken.

Gerne stehen wir Ihnen auch in Zukunft als Ansprechpartner für Beratungsdienstleistungen und Forschungsk Kooperationen zur Verfügung. Wir freuen uns auf ein neues Jahr mit vielen spannenden, gemeinsamen Herausforderungen und laden Sie herzlich ein, auf dem „10. Forum tribologische Entwicklungen in der Blechumformung“ oder dem „13. Umformtechnischen Kolloquium Darmstadt“, mit uns Erfahrungen auszutauschen und dabei Grundlagen für neue, erfolgversprechende Kooperationen zu legen.



Ihr Peter Groche

Constraints changing rapidly due to legislation demand and competing technologies currently challenge well established business models of manufacturing companies. Forming technologies are especially affected by the trends of electrification, digitalization, individualization, higher speed of development and weight reduction.

In our research and development projects we deal with specific issues of these conflicting priorities. Cooperations play an important role due to the frequently interdisciplinary and complex nature of these issues.

We can look back proudly to successful collaborative projects completed this year. On the one hand, the Collaborative Research Center 666 – Integral Sheet Metal Design with Higher Order Bifurcations – is to be mentioned in which we developed and intensively studied new manufacturing methods for profile shaped parts in collaboration with partners at TU Darmstadt during the last 12 years. The results serve as a basis for ongoing transfer projects. On the other hand, we successfully finished the joint project RobIn 4.0 – robustness by integration, interpretation, interaction, and intelligence - funded by BMBF which investigated the basic requirements for an improvement of forming technology by means of Industry 4.0 in a powerful team combining scientific and industrial partners. Especially the positive feedback of our partners indicating that many results of the project are considered in future serial processes proves that the conducted research will have a lasting impact on these companies.

At the same time we look ahead full of expectation on several new collaborative projects that were established in the past year. In January, we launched the LOEWE priority program “building with paper”. For the new year, another LOEWE priority program focusing at the resource efficient hot forming of aluminum was initiated in collaboration with partners from science and industry. Moreover, we will intensify our international cooperation within the next years. For instance, we glance excitedly at a project together with the University of New Hampshire.

We prepare prospective engineers for their future tasks with a comprehensive offer of university education. Here we combine the teaching of theoretical knowledge of forming, processes and process chains in lectures with the practical application of

the gained knowledge in practical exercises, case studies, tutorials and project works. Besides the qualification in the use of numerical simulations and the design of control systems, students experience the versatility and fascination of project tasks in the field of manufacturing and train their skills in problem solving and scientific creativity. The tasks for these project works are usually derived from current research projects and require a transfer of knowledge into a new context.

All of those projects would be impossible without a fruitful collaboration with partners from the industrial and scientific community. We would like to thank all project partners for the excellent cooperation within different educational, scientific or design projects during the last year.

We will be glad to be your competent partner for consulting and research cooperations in the future. Furthermore, we look forward to a new year of many exciting, collective challenges and cordially invite you to start an exchange of experiences with us paving the way to new collaborations, for example, within the “10th Conference Tribological Developments in Sheet Metal Forming” or the “13th Umformtechnisches Kolloquium Darmstadt“.



Yours Peter Groche





*Institut
Institute*

Von 1976 bis 2017 – eine lange Tradition der Umformtechnik an der Technischen Universität Darmstadt

From 1976 to 2017 – a long tradition of forming technology at Technische Universität Darmstadt

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

Das Versuchsfeld an der Lichtwiese ist mit einer Vielzahl von Prüfständen und Werkzeugmaschinen ausgestattet. Durch die Anbindung einer mechanischen Werkstatt mit Facharbeiterinnen und Facharbeitern sowie Auszubildenden können Umformwerkzeuge und Versuchsstände direkt vor Ort gefertigt werden. Seit 2007 steht zusätzlich die für den Sonderforschungsbereich SFB 666 gebaute zweite Versuchshalle zur Verfügung. Moderne Computerhardware ermöglicht die effiziente Nutzung aktueller Simulations- und Konstruktionssoftware sowie neuester Messtechnik im Rahmen der Forschungsarbeiten. Abgerundet wird die Ausstattung im Bereich Lehre durch multimediale Arbeitsplätze sowie einen Lernbalken zur Durchführung von praktischen Übungen im Rahmen des Tutoriums „Steuerung und Regelung von Umformmaschinen“.

Seit der Gründung des Instituts ist die Beschäftigtenzahl stetig gestiegen. Diese Bilanz über Jahre aufrecht zu erhalten, bestätigt den guten Ruf, den sich das Institut im Laufe der Zeit bei Fördergesellschaften und Industriepartnern erworben hat.

Aufgrund der stetig wachsenden Anzahl an wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern wurde 2014 eine Umstrukturierung der Abteilungen durchgeführt. Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der ehemals drei Abteilungen wurden thematisch auf die vier neuen Abteilungen „Prozessketten und Anlagen“, „Walz- und Spaltprofilieren“, „Tribologie“ und „Funktions- und Verbundbauweise“ umverteilt. Dadurch wird die abteilungsinterne Kommunikation erleichtert und der wissenschaftliche Austausch verbessert.

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

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

1989

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

Technical research and teaching in Darmstadt has over 120 years of tradition. In 1976, metal forming was spun off from the Institute for Machine Tools. Prof. Dr.-Ing. Dieter Schmoeckel became head of the newly founded Institute for Metal Forming (IfU). Since 1989, the institute has been bearing its present name Institute for Production Engineering and Forming Machines (PtU) and it has been led by Professor Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Peter Groche since 1999.

The test area on campus Lichtwiese is equipped with numerous test facilities and machine tools. By employing a mechanical workshop with skilled workers and trainees, forming tools and test rigs can be manufactured locally. For more experimenting capacities, a second experimenting hall, built for the Collaborative Research Centre CRC 666, was opened in 2007. Modern computer hardware enables the efficient use of state-of-the-art simulation and design software plus the latest measurement technologies in research. The equipment is completed by student multimedia workstations as well as a training kit to perform hands-on exercises in the new tutorial "Control of Forming Machines".

Since the early days of the institute, the number of employees has constantly been rising. The fact that PtU has preserved this positive development

over the years confirms the good reputation the institute has gained among funding organizations and industrial partners.

Due to the increasing number of research associates and in order to facilitate the internal communication and improve the scientific exchange, the departments were reconstructed in 2014. The members of the three former research departments have been thematically redistributed to the four new departments "Process Chains and Forming Units", "Roll Forming and Flow Splitting", "Tribology" and "Smart Structures".

*Eröffnung einer neuen Versuchshalle
auf dem Campus Lichtwiese
Opening of new testing facility on
campus Lichtwiese*

2007

*Inbetriebnahme IPG 3kW Faserlaser
Commissioning of IPG 3kW fibre laser*

2014

1999

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

2012

*Beginn: Aufbau der 3D-Servo-Press
Beginning: Assembly of the 3D Servo Press*

2018

*3D-Servo-Press
3D Servo Press*

Institutsleitung Director of the institute	Lehrbeauftragte Lecturers
Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Peter Groche	Dr.-Ing. Matthias Scheitza Dr.-Ing. Holger Steindorf
Oberingenieure Chief engineers	Sekretariat Office
Arne Mann, M. Sc. Tilman Traub, M. Sc.	Isabella Dölfel Sabine Passet
Abteilung Prozessketten und Anlagen Department of Process Chains and Forming Units	Abteilung Walz- und Spaltprofilieren Department of Roll Forming and Flow Splitting
Leitung Head of department	Leitung Head of department
Florian Hoppe, M. Sc.	Stefan Köhler, M. Sc.
MitarbeiterInnen Staff	MitarbeiterInnen Staff
Fansun Chi, M. Sc. Carolin Englert, M. Eng. Paul Felber, M. Sc. Dipl.-Ing. Daniel Hesse Johannes Hohmann, M. Sc. Thomas Kessler, M. Sc. Maximilian Knoll, M. Sc. Dipl.-Ing. Wiktorija Morkwitsch Julian Sinz, M. Sc.	Annemie Kleemann, M. Sc. Pushkar Mahajan, M. Tech. Matthias Moneke, M. Sc. Vinzent Monnerjahn, M. Sc. Tianbo Wang, M. Sc.
Technischer Support Technical support	Öffentlichkeitsarbeit Public relations
Leitung mechanische Werkstatt Head of mechanical facilities	Design & Layout & Fotografie Design & layout & photography
Mirko Feick	Dipl.-Des. Angelika Philipp
Versuchsfeldtechniker Testfield engineers	
Paul Boger Edwin Kirchner	

Institutsstruktur *Structure of the institute*

Buchhaltung & Verwaltung
Accountancy & administration

Dipl.-Inf.-Wirt. Heidrun Felger
Stephanie Keller
Dipl.-oec.-troph Annette Metz

Abteilung
Tribologie
Department of Tribology

Abteilung
Funktions- und Verbundbauweise
Department of Smart Structures

Leitung | Head of department

Dipl.-Ing. Philipp Kramer

Leitung | Head of department

Philipp Stein, M. Sc.

MitarbeiterInnen | Staff

Florian Dietrich, M. Sc.
Alessandro Franceschi, M. Sc.
Felix Kretz, M. Sc.
Viktor Recklin, M. Sc.
Wilhelm Schmidt, M. Sc.
Peter Sticht, M. Sc.
Patrick Volke, M. Sc.
Yutian Wu, M. Sc.

MitarbeiterInnen | Staff

Wilken Franke, M. Sc.
Christiane Gerlitzky, M. Sc.
Dominic Griesel, M. Sc.
Henning Husmann, M. Sc.
Martin Krech, M. Sc.
Benedikt Niessen, M. Sc.

IT Support | IT support

IT-Systems Manager
IT-systems manager

Roman Haaf

Auszubildende | Trainees

Lion Hirschel
Aaron Stier

Finanzierung Funding

Die Finanzierung des Instituts für Produktionstechnik und Umformmaschinen (PtU) verteilt sich im Wesentlichen auf drei Säulen. Neben der öffentlichen Hand und Forschungsfördergesellschaften ist die enge Zusammenarbeit mit der Industrie eine weitere, wichtige Finanzierungsquelle.

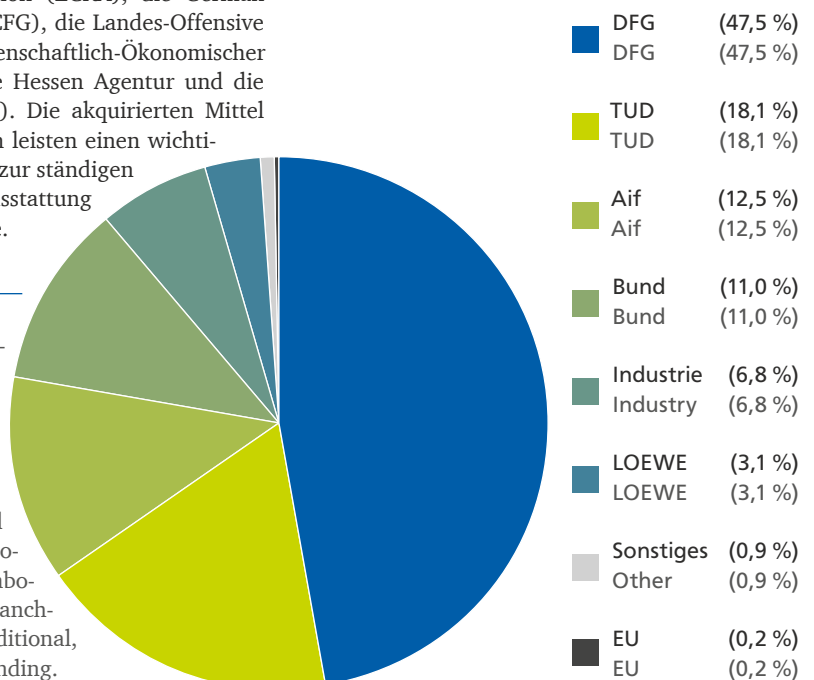
Das Land Hessen, vertreten durch die Technische Universität Darmstadt, stellt dem Institut Mittel zur Grundausstattung zur Verfügung. Der überwiegende Teil der Finanzierung erfolgt jedoch durch Drittmittel. Zu den wichtigsten Drittmittelgebern zählen die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) sowie das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF), das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM), die Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung (EFB), die Forschungsvereinigung Stahlanwendung (FOSTA), der Verband Deutscher Papierfabriken (VDP), der deutsche Schraubenverband (DSV), die Forschungsgesellschaft Stahlverformung (FSV), der Industrieverband Massivumformung (IMU), die European Cold Rolled Section Association (ECRA), die German Cold Forging Group (GCFG), die Landes-Offensive zur Entwicklung Wissenschaftlich-Ökonomischer Exzellenz (LOEWE), die Hessen Agentur und die Europäische Union (EU). Die akquirierten Mittel aus Forschungsprojekten leisten einen wichtigen finanziellen Beitrag zur ständigen Modernisierung der Ausstattung für Forschung und Lehre.

The funding of the Institute for Production Engineering and Forming Machines (PtU) is mainly based on three different pillars. In addition to public authorities and research promotion associations, the close collaboration with different branches of industry are additional, important sources for funding.

The state Hesse, represented by Technische Universität Darmstadt, offers capital for basic equipment and hardware only, while the main part of funding comes from third-party funds. Among the most important third-party funding sources are the German Research Foundation (DFG), the Federal Ministry of Education and Research (BMBF) as well as the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi), the German Federation of Industrial Research Associations (AiF), the Central Innovation Program for SME (ZIM), the European Research Association for Sheet Metal Working (EFB), the European Research Association for Steel Application (FOSTA), the German Pulp and Paper Association (VDP), the German Fasteners Association (DSV), the Research Association Steel Deformation (FSV), the Forging Association (IMU), the European Cold Rolled Section Association (ECRA), the German Cold Forging Group (GCFG), the State Offensive for Development of Scientific and Economic Excellence (LOEWE), the Hesse Agency and the European Union (EU). Thus, through every research project, the institute acquires means for a continuous and profound improvement of its research and teaching.

Legende

- TUD**
Technische Universität Darmstadt
- DFG**
Deutsche Forschungsgemeinschaft
- AiF**
Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V.
- LOEWE**
Landes-Offensive zur Entwicklung Wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz
- EU**
Erasmus+



Institut für Fertigungsforschung e.V. The Institute for Manufacturing Research e.V.

Das Institut für Fertigungsforschung e.V. (IfF) versteht sich als ein Forum, das die Aktualität von Forschung und Lehre am PtU durch lebhaften Austausch von Erkenntnissen zwischen der Industrie und dem PtU fördert. Gleichzeitig unterstützt der im Jahr 1981 gegründete Verein die Forschung auf dem Gebiet der Fertigungstechnik durch die Bereitstellung zusätzlicher Gelder, da die vielfältigen Forschungsaufgaben des PtU Mittel erfordern, die nicht immer aus dem staatlichen Etat der Technischen Universität Darmstadt gedeckt werden können. Dabei verfolgt das IfF ausschließlich gemeinnützige Zwecke. Die Fördergelder des Vereins setzen sich hauptsächlich aus Mitgliedsbeiträgen und Spenden zusammen.

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

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

The Institute for Manufacturing Research e.V. (IfF) is a forum that promotes the timeliness of teaching and research at PtU by an active exchange of scientific insights between industry and PtU. At the same time, the association founded in 1981 is committed to sponsoring scientific research in the fields of production engineering by providing ad-

ditional funds for research activities that are not covered by the state budget of Technische Universität Darmstadt. Here, the association pursues exclusively non-profit purposes. Its subsidies consist mainly of membership fees and donations.



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

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



Abbildung [01]
Gruppenfoto IfF Mitglieder

Figure [01]
Group photo IfF members

[01]

Technische Ausstattung

Technical equipment

Anlagen

- 12-gerüstige Walzprofilieranlage – VoestAlpine
- Flexibles Profiliergerüst
- 3-fach wirkende hydraulische Versuchspresse (500 kN)
- 3D-Servo-Presse – im Aufbau (3 DOF, 1.600 kN)
- Anlage für die Warm-Innenhochdruck-Umformung
- Drück- und Drückwalzanlage
- Flexible Fertigungsanlage zur Herstellung verzweigter Mehrkammerprofile
- Spaltprofiliermodul
- Walzprofiliermodul
- Flexibles Spaltprofiliergerüst
- Gleitstauchanlage (Kalt- und Warmmassivumformung)
- Hotmelt Walzenauftragsmaschine für Schmelzkleber TH 300-V37,5
- Hydraulische Universalpresse mit IHU-Einheit (30.000 kN)
- Berstprüfstand für Rohre und Profile
- Hydraulischer Tiefungsversuchsprüfstand (HTV)
- Induktionsanlage TruHeat 5040 MF
- Intermittierender Dauerstreifenziehprüfstand
- Kombinierte Streifenziehanlage
- Laserbearbeitungszentrum mit kombinierter Schneid-/Schweißoptik
- Linearführungsprüfstand
- Linearmotorpresse Typ Limo20
- Linearmotorpresse Typ Limo40
- Modellversuchsstand zum Kollisionsschweißen
- Pneumatische Presse zur konventionellen und wirkmedienbasierten Umformung
- Pneumatischer Tiefungsversuch (PTV)
- Präzisionssiebdruckhalbautomat PAB 45 für Flach- und Runddruck
- Prototyp der 3D-Servo-Presse (3 DOF, 10 kN)
- Reibversuchsanlage nach VDA-Standard
- Reibversuchsanlage für Faserwerkstoffe und Kunststoffe
- Rundknetanlage UR 8-4-DD-50LH-CNC
- SCARA Bestückungssystem
- Schnellläuferpresse – BRUDERER Stanzautomat BSTA 810-145

- Servomotorpresse (Synchropress SWP 2500, 2.500 kN)
- Systeme zur maschinellen Oberflächenbehandlung – Maschinelles Oberflächenhämmern und Festwalzen
- Wärmebehandlungsofen N 41/H
- Zug-Druckprüfmaschine – Zwick Roell 100

Messtechnik

- Gepulster Beleuchtungslaser CAVILUX SMART
- GOM Aramis – Optische 3D Bewegungs- und Verformungsmessung
- GOM Atos III – Industrieller 3D Scanner
- GOM Pontos – 3D-Online-Photogrammetrie
- Härteprüfer DuraScan 20 – Struers
- Hochgeschwindigkeit-Bildverstärkerkamera PCO hsf pro
- Konfokales Weisslichtmikroskop μ Surf® (stationär und mobil)
- Metallographie
- Öl-Schichtdickenmessgerät – LUBRImini
- Profilmessgerät Byte-wise Profile360
- Rasterelektronenmikroskop – Jeol JSM 6610LV
- Thermografie-Kamera – FLIR S65
- Umfangreiche Messtechnik zur Prozessintegration und online Aufnahme von Prozessparametern und Zuständen
- Ultraschallprüfgerät – Krautkramer USD 15SX
- Waveline T8000 Taktiles Rauheitsmessgerät im Tastschrittverfahren – Hommel
- Härteprüfgerät DuraScan20

Facilities


- Roll Forming Line (12 stands)
- Stand for the Flexible Roll Forming
- Triple Acting Hydraulic Press (500 kN)
- 3D Servo Press – Under Construction (3 DOF, 1.600 kN)
- System for Hot Gas Forming
- Spinning and Flow Forming Machine
- Flexible Production Plant for Branched Multiple Chamber Profiles
- Linear Flow Splitting Module
- Roll Forming Module

-
-
- | | |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 7. Stand for the Flexible Flow Splitting 8. Sliding Compression Test Stand (Cold and Hot Bulk Metal Forming) 9. Hotmelt Coating Machine TH 300-V37,5 10. Hydraulic Universal Press with High Pressure Unit (30.000 kN)
- Burst Testing of Tubes and Profiles 11. Hydraulic Bulge Test Bench (HBT) 12. Induction Generator TruHeat 5040 MF 13. Intermitting Strip Drawing Test Rig 14. Combined Strip Drawing Facility 15. Laser Welding and Cutting System 16. Test Rig for Linear Guideways 17. Linear Motor Driven Press Version Limo20 18. Linear Motor Driven Press Version Limo40 19. Model Test Rig for Collision Welding 20. Pneumatic press for conventional and fluid-based forming 21. Pneumatic bulge test (pbt) 22. Semi-automatic Precision Screen Printing Machine PAB 45 for Flat and Round Printing 23. Prototype of the 3D Servo Press (3 DOF, 10 kN) 24. Strip Drawing Test Rig According to VDA Standard 25. Strip drawing test rig for fibrous materials and plastics 26. Rotary Swaging Machine UR 8-4-DD-50LH-CNC 27. SCARA Placement System 28. High Performance Stamping Press – BRUDERER BSTA 810-145 29. Servo Motor Press (Synchropress SWP 2500, 2.500 kN) 30. Systems for Mechanical Surface Treatment – Machine Hammer Peening and Deep Rolling 31. Heat Treatment Furnace N 41/H 32. Combined Tensile Compression Test Machine | <ol style="list-style-type: none"> 6. High-speed Image Intensifier Camera hsfc pro 7. Confocal Microscope μSurf® (Stationary and Mobile) 8. Metallography Laboratory 9. Oil Thickness Measuring Device – LUBRImini 10. Profile Measuring System Byte-wise Profile360 11. Scanning Electron Micrograph JEOL JSM6610LV 12. Thermography Camera – FLIR S65 13. Broad Measurement Equipment for Process Integration and Identification of Process Parameters and States 14. Ultrasonic Test Instrument – Krautkramer USD 15SX 15. Hommel Waveline T8000 Roughness Measuring Station |
|--|--|

Measuring

1. Pulsed Diode Laser Light Source CAVILUX SMART
2. GOM Aramis – Optical 3D Deformation and Motion Measurement
3. GOM Atos III – Industrial 3D Scanning Technology
4. GOM Pontos – 3D-Online-Photogrammetry
5. Hardness Tester DuraScan 20 – Struers



The background of the page is a solid black field. On the left side, there is a dense, tangled mass of thin, white, fiber-like lines that radiate outwards towards the right. These lines vary in length and curvature, creating a sense of movement and complexity. The overall effect is reminiscent of a microscopic view of fibers or a network of connections.

Forschung und Entwicklung
Research and development



Forschungsaktivitäten mit anderen Instituten

Research activities with other institutes

LOEWE-Schwerpunktprogramm BAMP! (Bauen mit Papier)	Seite 20–21
LOEWE-focus program BAMP! (Building with paper)	Page 20–21
<hr/>	
SFB 805: Beherrschung von Unsicherheit in lasttragenden Systemen des Maschinenbaus	Seite 22–23
Collaborative Research Centre 805 – Control of uncertainty in load-carrying structures in mechanical engineering	Page 22–23
<hr/>	
LOEWE-Schwerpunkt RESPONSE (Ressourcenschonende Permanentmagnete durch optimierte Nutzung seltener Erden)	Seite 24–25
LOEWE-Focus RESPONSE (Resource-Efficient Permanent Magnets by Optimised Use of Rare Earths)	Page 24–25
<hr/>	
Schwerpunktprogramm 1640 „Fügen durch plastische Deformation“	Seite 26–27
Priority Program 1640 “Joining by plastic deformation”	Page 26–27
<hr/>	
Mittelstand 4.0 – Kompetenzzentrum Darmstadt	Seite 28–29
SMEs 4.0 – Darmstadt Competence Centre	Page 28–29
<hr/>	
Flächentragwerke aus gekrümmten Sandwichelementen	Seite 30–31
Shell structures made of curved sandwich panels	Page 30–31
<hr/>	
SPP 1676 Trockenumformung von Aluminiumlegierungen	Seite 32–33
SPP 1676 dry forming of aluminum alloys	Page 32–33

LOEWE*-Schwerpunktprogramm BAMP! (Bauen mit Papier)

LOEWE*-focus program BAMP! (Building with paper)



Philipp Stein, M. Sc.

+49 6151 16 230 47

stein@ptu.tu-darmstadt.de

Die öffentliche Forderung nach einem verantwortungsvollen und nachhaltigen Ressourceneinsatz führte in den letzten Jahren zu einem Forschungsschwerpunkt in den Bereichen Werkstoff- und Strukturleichtbau. Als besonders geeignet erwiesen sich dabei kunststoffbasierte Lösungen, wie glasfaserverstärkte Kunststoffe oder Schichtverbunde mit Polymerkern. Diese Werkstoffe reduzieren das Gewicht der Bauteile teils deutlich, wodurch der Energiebedarf während des Produktlebenszyklus deutlich gesenkt wird. Der hohe Anteil des erdölbasierten Kunststoffs steht der Forderung nach Nachhaltigkeit jedoch teilweise bis gänzlich entgegen.

Hieraus hat sich in den letzten Jahren ein weiterer Trend zum Einsatz nachwachsender Rohstoffe gebildet. Im Rahmen des LOEWE-Schwerpunktprogramms Bauen mit Papier (BAMP!) soll Papier als nachwachsender Rohstoff für den Einsatz in Baustrukturen qualifiziert und weiterentwickelt werden. Zur Erreichung dieser Ziele haben sich Wissenschaftler der TU Darmstadt, der Hochschule Darmstadt und der Technischen Hochschule Mittelhessen zusammengeschlossen. Sie bilden ein weltweit einzigartiges Konsortium im Bereich der Papierforschung (Bild 1). Neben Papieringenieuren sind Wissenschaftler aus den Bereichen Maschinenbau, Chemie, Bauingenieurwesen und Architektur an dem Vorhaben beteiligt. Innerhalb des Konsortiums kommt dem PtU die Aufgabe zu, etablierte Umformverfahren für Papier auf die Dimensionen und Anforderungen im Baugewerbe anzupassen. Hierzu wird unter anderem die Übertragbarkeit des aus der Metallumformung bekannten inkrementellen Umformens auf Papier untersucht. Das Verfahren kann dazu dienen, Strukturen/Bauteile aus geometrischen Freiformflächen für das Baugewerbe zu fertigen. Da aus vorherigen Untersuchungen bekannt ist, dass eine Drucküberlagerung die Formgebungsgrenzen von Papier deutlich erweitert, werden neben der Übertragung des Prozesses zusätzlich Ansätze für eine integrierte Drucküberlagerung bei der inkrementellen Umformung entwickelt.

Neben der Prozessentwicklung befasst sich das PtU innerhalb des interdisziplinären Konsortiums mit der Herausforderung, die Auswirkungen chemischer und mechanischer Modifikationen am

Grundwerkstoff Papier auf das Umformvermögen zu untersuchen. Diese Modifikationen sind notwendig, um den Werkstoff sowohl feuchteresistent als auch flammhemmend einzustellen. Darüber hinaus werden diese Modifikationen gezielt genutzt, um die mechanischen Eigenschaften sowie das Formgebungsvermögen an die Anforderungen im Baugewerbe anzupassen.

Während der vierjährigen Projektlaufzeit (Beginn: 01.01.2017) sind regelmäßige, öffentliche Kolloquien geplant, die dazu dienen, die erreichten Fortschritte einem breiten Fachpublikum zu präsentieren und mit Industrievertretern sowie anderen Wissenschaftlern aus den verschiedenen Fachdisziplinen zu diskutieren.

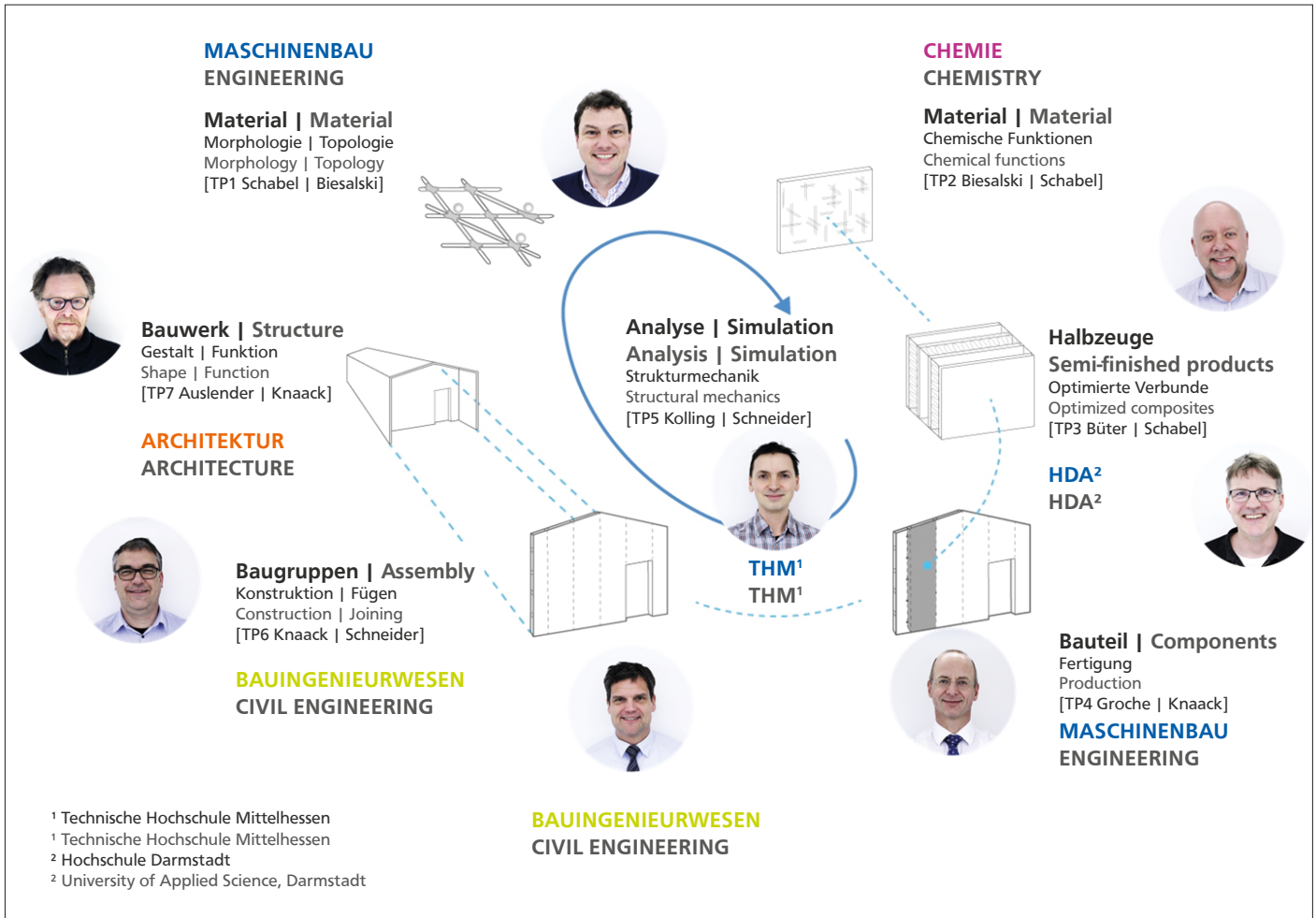
Weiterführende Informationen erhalten Sie unter : <https://www.tu-darmstadt.de/bauenmitpapier>

The public demand for a responsible and sustainable use of resources has led to a focus on lightweight-design in material and construction research. Thereby, the focus has been especially on plastic-based solutions like glass fiber reinforced plastics and sandwich materials with a polymer core. On the one hand these materials reduce the weight of parts significantly, on the other hand these advantages are counterbalanced by the large amount of mineral oil-based polymers.

Therefore, a new trend towards the application of renewable resources has become apparent during the last years. Within the LOEWE-focus program "Building with Paper" (BAMP!) funded by the Hessian government, paper will be qualified and enhanced to fit the requirements of building structures. To fulfill these objectives scientists of TU Darmstadt, University of Applied Science - Darmstadt and Technische Hochschule Mittelhessen joined their forces and formed a consortium in the field of paper science (figure 1), which is unique in the world. Beside paper engineers, scientists of the Departments of Mechanical Engineering, Chemistry, Civil Engineering and Architecture will contribute to the project. Within the project, PtU will focus on the adaptation of known forming tech-



* Landes-Offensive zur Entwicklung Wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz, Hessen



nologies for paperboard to the dimensions and requirements of the construction industry, like free-form surfaces. Thus, the incremental forming process will be adapted to the requirements of paperboard forming. Beside the adaption, approaches for installing a counter pressure on an incremental process will be developed. This new process shall combine the design freedom of incremental forming processes with the extended forming limits which are generated by installing a counter pressure.

Besides the process development, the task of PtU within the project is to investigate the influence of chemical and mechanical modifications of the raw

material on the forming behavior. These modifications are crucial since paper needs a sufficient resistance against moisture to fulfill the mechanical requirements and forming targets of the construction industry.

During the four-year term of the project (start: 01.01.2017) colloquia are scheduled regularly to present the experiences and the scientific progress to a broad audience. Additionally, the meetings will be used to discuss the results with representatives from industry and science.

Further information is available at: <https://www.tu-darmstadt.de/bauenmitpapier>

[01]



Abbildung [01]
 Konsortium im Rahmen des
 LOEWE-Schwerpunktprogramms
 BAMPI!

Figure [01]
 Consortium of the LOEWE-focus
 program BAMPI!

SFB 805: Beherrschung von Unsicherheit in lasttragenden Systemen des Maschinenbaus

Collaborative Research Centre 805 – Control of uncertainty in load-carrying structures in mechanical engineering



Julian Sinz, M. Sc.

+49 6151 16 231 48

sinz@ptu.tu-darmstadt.de



Paul Felber, M. Sc.

+49 6151 16 231 46

felber@ptu.tu-darmstadt.de

Für den Sonderforschungsbereich SFB 805 „Beherrschung von Unsicherheit in lasttragenden Systemen des Maschinenbaus“ startete das Jahr 2017 sehr erfreulich. Bereits Ende 2016 beschloss der Beauftragungsausschuss der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) die Forschungstätigkeiten der insgesamt 40 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des SFB 805 für vier weitere Jahre zu fördern. Das PtU ist weiterhin mit drei Forschungsprojekten und vier Mitarbeitern am Forschungsverbund beteiligt. Neben der Verlängerung der beiden Teilprojekte B2 „Umformen – Produktionsfamilien bei gleichbleibender Qualität“ und B4 „Integration von Funktionsmaterialien“ wurde ein neues Transferprojekt T6 „Zustandsbeeinflussung von Wälz-Gleitlagerungen“ bewilligt. Die beiden verlängerten Projekte wurden durch die Gutachter der DFG aufgrund des hohen Anteils an Entwicklungsarbeit, der sehr guten Publikationsleistung sowie der guten Patentlage als exzellent bewertet. Das neue Transferprojekt überzeugte durch seinen stringenten und logischen Aufbau. Neben den neu beantragten Projekten wurden ebenfalls die Ergebnisse des Transferprojektes T3 „Die 3D-Servo-Pressen – Von der Forschungsversion zur industriellen Standardmaschine“ vorgestellt. Das Projekt wurde bereits Ende 2015 erfolgreich abgeschlossen. Als weiteres Highlight stellte das PtU während der Begutachtung den Getriebekasten der neuen Forschungsversion der 3D-Servo-Pressen als erste montierte Baugruppe vor. Die Inbetriebnahme der Forschungsversion der 3D-Servo-Pressen ist für 2018 geplant.

Mit den im Teilprojekt B2 Projekt entwickelten Verfahren und dem Prototypen der 3D-Servo-Pressen ist es bereits möglich, unterschiedliche Bauteileigenschaften während des Prozesses zu steuern. Weiterführendes Ziel ist, diese Bauteileigenschaften schon während der Prozesslaufzeit zu prädictieren und durch individuelle Prozessanpassung die Qualität eines jeden einzelnen Bauteils sicherzustellen.

Das Teilprojekt B4 hat bereits gezeigt, dass Funktionselemente wie Sensoren oder Piezoaktoren schädigungsfrei in lasttragende Strukturen integrierbar sind. Als Demonstrator dient dabei ein Rohr, in das durch Rundkneten Sensoren einge-

bracht wurden. Diese sind in der Lage, Zug- und Druckkräfte sowie Biegemomente zu erfassen. In der dritten Förderperiode wird der sensorische Stab um eine Drehmomentfassung erweitert. Im weiteren Forschungsvorhaben wird darüber hinaus untersucht, inwieweit die erfassten Daten bereits bei der Herstellung der Funktionselemente zur Prozessregelung genutzt werden können.

Das neue Transferprojekt T6 hat die bereits aus der 3D-Servo-Pressen sowie anderen Forschungsprojekten des PtU bekannten kombinierten Wälz-Gleitlagerungen als zentrales Forschungsobjekt. Ziel des Projektes ist die Überwachung des Lager- und Maschinenzustandes über verschiedene, direkt im Lager verortete Sensoren sowie durch die Nutzung von physikalischen Modellen zur Datenerfassung. Die gewonnenen Daten werden im Anschluss dazu genutzt, den Lagerzustand über Aktoren aktiv zu beeinflussen. Somit sollen die Regelgüte, die Lebensdauer sowie die Notlaufeigenschaften von Lager und Maschine verbessert werden.

The year 2017 started off well for the Collaborative Research Center 805 “Control of uncertainty in load-carrying structures in mechanical engineering” (SFB 805). Already at the end of year 2016, the appropriations committee of the German Research Foundation (DFG) decided to fund the research activities of a total of 40 staff members for another period of four years. PtU is involved with three projects and four researchers. In addition to the two subprojects B2 “Forming – Production Families at Equal Quality” and B4 “Integration of Functional Materials”, which were extended, a new transfer project T6 “State control of combined roller and plain bearings” was granted. Both extended projects were emphasized by an excellent valuation by the experts of the DFG because of the high proportion of development work, their extensive publication list as well as the good patent situation. The new transfer project convinced by its stringent and logical structure. In addition, the results of the transfer project T3 “The 3D Servo Press – From the research version to an industrial standard machine” which ended already at the end of the year 2015 were presented. The gear



[01]

box of the research version also was presented by PtU at the evaluation. It marked another highlight as the first assembled press unit of the 3D Servo Press. First commissioning is scheduled for 2018.

With the processes developed in subproject B2 and the prototype version of the 3D Servo Press it is already possible to control different component properties during the process. The project focus in the third funding period is on the prediction of these properties already during the process to ensure part quality by individual process adjustments.

Subproject B4 has already shown that functional elements such as sensors or piezoelectric actuators can be integrated into load-bearing structures without damage. Thereby a steel tube was used as a representative example in which force sensors have been integrated by using rotary forming. The sensory elements are able to record tensile and compressive forces as well as bending moments. The sensory tube will be extended in the third funding period to measure torsional moments. In addition, the research project investigates the uti-

lization of the acquired data during the production of the functional elements to control the forming process online.

Research objective of the new transfer project T6 is to combine roller and plain bearings, already known from previous projects and the 3D Servo Press. Aim of the project is to monitor the states of the bearings as well as the machine by using different sensors and physical models which are integrated directly into the bearing. The recorded data should be used subsequently to actively influence the state of the bearing by using actuators. Thus, the control quality, the service life as well as the emergency running characteristics of the bearing and the machine are to be improved.



Abbildung [01]
Mitglieder des SFB 805

Figure [01]
Members of SFB 805

LOEWE-Schwerpunkt RESPONSE (Ressourcenschonende Permanentmagnete durch optimierte Nutzung seltener Erden)

LOEWE-Focus RESPONSE (Resource-Efficient Permanent
Magnets by Optimised Use of Rare Earths)



Fansun Chi, M. Sc.

+49 6151 16 231 87

chi@ptu.tu-darmstadt.de

Moderne Hochleistungspermanentmagnete stellen heutzutage eine Schlüsselkomponente für die sich im stetigen Wachstum befindliche Elektromobilität sowie für alternative Energiegewinnungsmethoden dar. Die in diesen Bereichen eingesetzten Magnete bestehen größtenteils aus seltenen Erden und besitzen eine besonders hohe Energiedichte. Die Gewinnung solcher seltenen Erden ist jedoch aufgrund der geologischen Vorkommen und der chemischen Ähnlichkeit zu anderen Elementen nur sehr energieintensiv und unter hoher Belastung der Umwelt möglich.

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens werden zwei Hauptziele verfolgt. Zum einen soll der Seltenerdanteil in den bisher stärksten Seltenerd-magneten deutlich reduziert bzw. substituiert werden, ohne nennenswerte Leistungsverluste in Kauf zu nehmen. Zum anderen ist es das Ziel, neue seltenerd-freie Magnete der nächsten Generation zu entwickeln, die eine deutlich höhere Energiedichte als klassische Magnetmaterialien besitzen.

In Zusammenarbeit mit der Fraunhofer Projektgruppe und den Fachrichtungen Materialwissenschaft, Chemie, Physik und Maschinenbau der Technischen Universität Darmstadt werden Methoden für diese Projektziele entwickelt. Der Fokus des Teilprojekts „Neue Syntheseverfahren“ liegt dabei auf der Entwicklung von kontinuierlichen Prozessen zur Erhöhung der magnetischen Eigenschaften von bestehenden weich- und hartmagnetischen Materialien. Ein vielversprechender mechanischer Ansatz umfasst dabei die Generierung von maßgeschneiderten Mikrostrukturen mithilfe unterschiedlicher Umformprozesse. In diesem Zusammenhang bieten beispielsweise eine Kornfeinung, Formanisotropie und kristallographische Textur die Möglichkeit, die magnetischen Eigenschaften eines Materials zu erhöhen. Zur Realisierung einer Kornfeinung wurde ein auf dem Equal Channel Angular Swaging (ECAS) basierender kontinuierlicher SPD-Prozess entwickelt und auf einer Schnellläuferpresse in Betrieb genommen. Mit diesem Prozess ist eine kontinuierliche Produktion von nanokristallinen, isotropen Fe-Co-Proben mit einer um den Faktor vier gesteigerten Koerzitivfeldstärke möglich. Die Induzierung einer Formanisotropie sowie kristallographischen

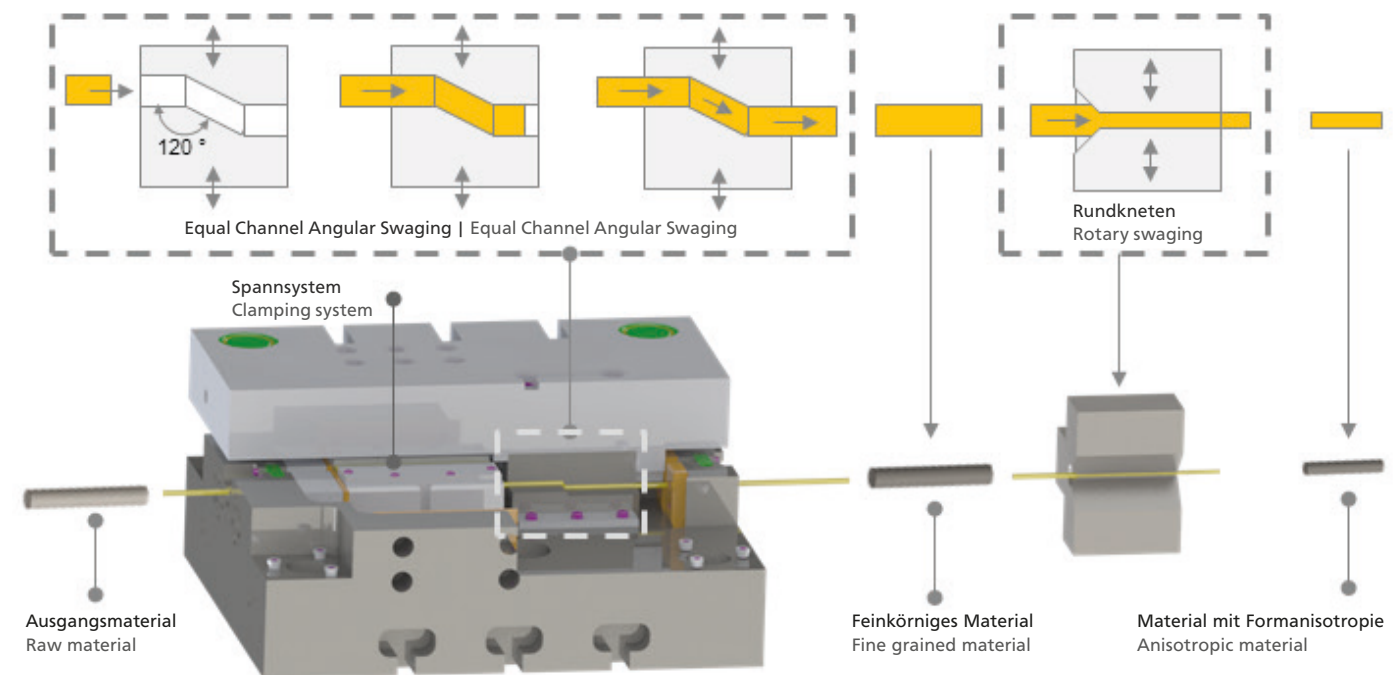
Textur wird mithilfe eines Rundknetprozesses umgesetzt, wobei die umgeformten Proben eine höhere Koerzitivfeldstärke als kornverfeinerte Proben aufweisen. Des Weiteren zeigt eine Prozessabfolge aus ECAS und Rundkneten, dass die Effekte der Kornfeinung und Anisotropieinduzierung superponiert werden können.

Die gegenwärtigen Forschungsaktivitäten beschäftigen sich mit dem Rundkneten von hartmagnetischen Werkstoffen. Die Umformung von gegossenem NdFeB Material findet unter erhöhter Temperatur bei gleichzeitiger Präsenz von fester und flüssiger Phase (Thixoforming) statt. Eine enorme Kornfeinung sowie eine Verbesserung der magnetischen Eigenschaften gegenüber dem Ausgangszustand können bei diesem Vorgehen nachgewiesen werden. Damit eröffnet sich die Möglichkeit, Hochleistung-NdFeB-Magnete auf schmelzmetallurgische Route herzustellen und damit deren Herstellungskosten deutlich zu reduzieren.

Modern high-performance permanent magnets represent a key component for the continuously growing electric mobility such as hybrid or electric drives. They are also important components in alternative energy generation methods such as wind power generators. Magnets for these uses consist of a large amount of rare earths and have high energy densities. However, the extraction of rare earths is highly energy-intensive due to geological deposits as well as the chemical similarity and causes intense pollution of the environment.

This research project has two main objectives. On the one hand, the aim is to reduce or to substitute the proportion of rare earths in the strongest rare earth magnets without having significant performance losses. The second objective is to develop new magnets of the next generation without rare earths with much higher energy density than conventional magnetic materials.

In cooperation with the Fraunhofer Project Group and the Technische Universität Darmstadt in its fields of materials science, chemistry, physics and engineering, methods for the achievement of the



[01]



Exzellente Forschung für
Hessens Zukunft

described project objectives are developed. The focus of the project “New methods of synthesis: top down” is to develop continuous processes to increase the magnetic properties of existing soft and hard magnetic materials. One promising mechanical approach is to tailor the microstructure by different forming processes. For example, grain refinement, shape anisotropy and crystallographic texture can enhance magnetic properties. For this reason, a continuous severe plastic deformation process based on Equal Channel Angular Swaging (ECAS) was developed and put into operation on a high speed press. This process enables a continuous production of nanocrystalline isotropic FeCo-samples with a four times higher coercive field strength. The induction of a shape anisotropy and crystallographic texture is realized by a rotary swaging process. Samples processed by rotary swaging show shape anisotropy and texture in forming direction with higher coercive field strength in comparison to grain refined samples. A process chain of ECAS and a subsequent rotary swaging process demonstrates that both grain refinement and anisotropy effects can be superimposed.

Current research activities are focusing on rotary swaging of hard magnetic materials. The forming process of casted NdFeB samples takes place under increased temperature by presence of solid and liquid phases (Thixoforming). Therefore, an enormous grain-refinement and increased magnetic properties compared to the initial state of the materials can be achieved. With this knowledge it is possible to produce high-performance NdFeB magnets by melting metallurgy and thus to reduce their production cost.

Abbildung [01]
ECAS-Prozess zur Kornfeinung
(links), Vorschubrundkneten zur
Texturinduzierung (rechts)
(P. Groche, L. Wiessner (2015) High
performance permanent magnets
by cold forming. 60 Excellent inven-
tions in metal forming)

Figure [01]
ECAS process for grain
refinement (left), Rotary swaging
for texturizing (right)
(P. Groche, L. Wiessner (2015) High
performance permanent magnets
by cold forming. 60 Excellent inven-
tions in metal forming)

Schwerpunktprogramm 1640

„Fügen durch plastische Deformation“

Priority program 1640

“Joining by plastic deformation”



Christiane Gerlitzky, M. Sc.

+49 6151 16 233 57

gerlitzky@ptu.tu-darmstadt.de



Benedikt Niessen, M. Sc.

+49 6151 16 233 57

niessen@ptu.tu-darmstadt.de

Das PtU ist Koordinator des durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Schwerpunktprogrammes 1640. 2012 starteten die ersten Forschungsprojekte in ihre erste von insgesamt drei Phasen mit einer Dauer von jeweils zwei Jahren. Ziel der Kooperation ist es, das bereits im Schwerpunktprogramm gewonnene Wissen über durch plastische Deformationen wirkende Fügemechanismen auszuweiten. Vor dem Hintergrund des konsequenten Leichtbaus bietet sich die Möglichkeit, die Realisierung von leichten und smarten Strukturen weiter voranzutreiben.

Dank der interdisziplinären Arbeit zwischen Ingenieur- und Naturwissenschaften unterstützen sich die 15 verschiedenen Projekte des Schwerpunktprogramms gegenseitig, insbesondere auf den Gebieten Messtechnik und Probenpräparation, und führen somit zu einem erhöhten Erkenntnisgewinn. Die Projekte sind entsprechend ihrer inhaltlichen Ausrichtung den Arbeitsgruppen „Stoffschluss“ oder „Form- und Kraftschluss“ zugeordnet. Aktuell befinden sich die Forschungsprojekte in der dritten Phase, die zu Beginn dieses Jahres startete und im Frühjahr 2019 ausläuft.

Während des 8. Arbeitsgruppentreffens am 4. Mai in Dresden präsentierten die ProjektbearbeiterInnen den technologischen Reifegrad ihrer Teilprojekte. Des Weiteren wurden in einem Workshop die Grundlagen für Vergleichbarkeit der verschiedenen Fügeverfahren und eine Auswahlmethodik erarbeitet. Die meisten Projekte zeigten überzeugend, dass sie reif sind, die in sechs Jahren entwickelten Technologien, in eine Anwendung zu überführen.

Am 18. Oktober 2017 war das Institut für Umformtechnik und Leichtbau (IUL) der TU Dortmund Gastgeber des neunten Arbeitsgruppentreffens. Neben der Vorstellung der aktuellsten Forschungsergebnisse aller Teilprojekte wurde beschlossen, die Vergleichbarkeit der verschiedenen form- und stoffschlüssigen Fügeverfahren zu verbessern. Vereinbart wurde, dass zunächst anhand einer Modellgeometrie Benchmarkversuche durchgeführt werden. Im Anschluss an den intensiven fachlichen Austausch hatten die ca. 40 Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Treffens Gelegenheit, das Versuchsfeld des IUL zu besichtigen.

Im Rahmen des Treffens wurde zudem darüber informiert, dass im Juni 2019 die Abschlussveranstaltung der letzten Förderperiode in Darmstadt stattfindet. Hierzu werden neben Wissenschaftlern/-innen auch Industrievertreter/-innen eingeladen, um die Ergebnisse der letzten sechs Jahre Forschung mit den zukünftigen Anwenderinnen und Anwendern zu diskutieren und um weitere mögliche industrielle Umsetzungen zu planen. Hierbei freuen wir uns über motivierte und innovative Industriepartner, die bei einem der folgenden Transferprojekte mitarbeiten möchten.

Das PtU ist mit zwei Forschungsprojekten zum Stoffschluss im Schwerpunktprogramm aktiv: Das erste Projekt „Untersuchung und gezielte Verstärkung des stoffschlüssigen Fügens durch Verfahren der Kaltmassivumformung“ wird von Frau Christiane Gerlitzky in Kooperation mit dem Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH in Düsseldorf durchgeführt. Das zweite Projekt „Untersuchung der Bildungsmechanismen der Fügezone beim Kollisionsschweißen“ wird von Herrn Benedikt Niessen bearbeitet.

PtU is coordinator of the priority program 1640 funded by the German Research Foundation (DFG). Initiated in 2011, in the end of 2012 the first research projects started into its first of three periods, each lasting two years. The aim of the priority program is to expand the acquired knowledge of the joint mechanisms predominating during plastic deformation. This provides an opportunity to strengthen the realization of lightweight and smart structures.

The interdisciplinary work between engineering, natural sciences and mechanics is leading to an increased knowledge gain as the 15 different projects of the priority program support each other, especially in the field of measurement and sample preparation. The projects are assigned according to their focus to one of the working groups “metallurgical joints” or “form- and force-closed joints”. Currently, the research projects are in their third period, which started at the beginning of this year and is expiring in spring 2019.

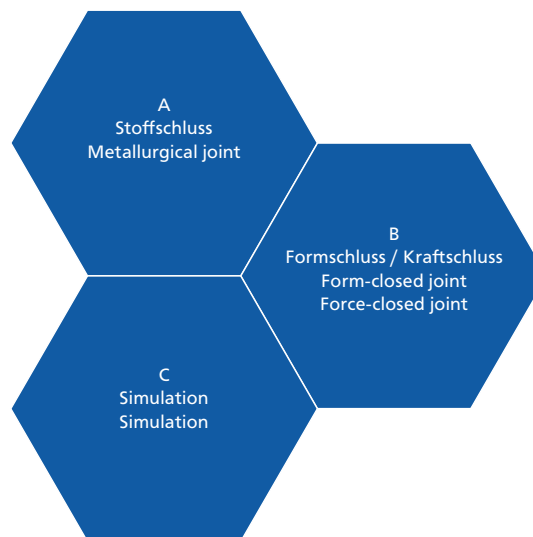
During the 8th working group meeting in Dresden the basics for the comparability of the various joining processes and a selection methodology were developed in a workshop. In addition, the project workers presented the technological readiness level of their subprojects. Most projects convincingly showed their readiness to transfer their in six years developed joining technology into application.

On October 18th, 2017, the Institute for Forming Technology and Lightweight Construction (IUL) at TU Dortmund hosted the 9th working group meeting. In addition to presentations of the most recent research results of all the subprojects, it was decided to improve the comparability of the various form and material closed joining processes. All projects agreed that benchmarking should be carried out on the basis of model geometries. Following the intensive professional exchange, the 40 participants had the opportunity to visit the research facilities of the IUL.

Within the meeting, it was presented that the final event of the last funding period will take place in June 2019 in Darmstadt. In this occasion, industry representatives, as well as researchers are invited to discuss the results of the last six years of research with future applicants so plan possible industrial implementations. We are looking forward to gaining motivated and innovative industry partners for the upcoming transfer projects.

PtU is involved with two research projects in the priority program: The first project “Investigation and Enhancement on Bonding by Cold Bulk Metal Forming Processes” is carried out by Ms. Christiane Gerlitzky in collaboration with the Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH in Düsseldorf. Mr. Benedikt Niessen works on the second project “Investigation of the Formation Mechanisms of the Bonding Zone in Collision Welding”.

Arbeitsgruppen
Working Groups



SPP 1640



Mittelstand 4.0 – Kompetenzzentrum Darmstadt

SMEs 4.0 – Darmstadt Competence Centre



Johannes Hohmann, M. Sc.

+49 6151 16 231 87

hohmann@ptu.tu-darmstadt.de

Der Einsatz digitaler Technologien in Produktions- und Arbeitsprozessen bietet vielversprechende Chancen zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit und zur Erschließung neuer Märkte. Gerade kleine und mittlere Unternehmen verfügen jedoch häufig nicht über die Erfahrung oder personellen Kompetenzen bzw. Kapazitäten, um sich intensiv mit den Möglichkeiten der Digitalisierung in Verbindung mit Industrie 4.0 zu beschäftigen. Um dieser Problematik entgegenzuwirken, wird das Kompetenzzentrum Darmstadt – MiT 4.0 als Teil der Förderinitiative „Mittelstand 4.0 – Digitale Produktions- und Arbeitsprozesse“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert. Acht Partner aus Wissenschaft und Praxis bündeln ihr Know-how und ermöglichen die Unterstützung von kleinen und mittleren Unternehmen. Neben dem Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen sind drei weitere Institute der TU Darmstadt, zwei Fraunhofer Institute sowie die Industrie- und Handelskammer Darmstadt und die Handwerkskammer Frankfurt-Rhein-Main als Partner eingebunden.

Das Kompetenzzentrum Darmstadt bietet Unternehmen ein umfassendes Informations- und Schulungsangebot zu verschiedenen Aspekten der Digitalisierung sowie deren Auswirkungen auf Geschäftsprozesse. Dabei gliedert sich das Zentrum in die vier Bereiche „Informieren“, „Analysieren“, „Qualifizieren“ und „Umsetzen“. Innerhalb dieser Bereiche wird thematisch auf fünf Felder eingegangen: „IT-Sicherheit“, „Arbeit 4.0“, „Neue Geschäftsmodelle“, „Energieeffizienz“ und „Effiziente Wertschöpfungsprozesse“. Die Inhalte der unentgeltlichen Angebote sind praxisorientiert und können kostenlos besucht werden. Durch ein breites Angebotsspektrum können die Unternehmen sowohl beim Einstieg in die Thematik Industrie 4.0 als auch bei Umsetzungen in den Betrieben durch das Zentrum unterstützt werden.

Das PtU bietet seit 2016 Schulungsprogramme zum Thema Digitalisierung und Industrie 4.0 in der Umformtechnik an. Im Rahmen der Schulungen wird den Teilnehmenden praxisnah erläutert, welchen Mehrwert die Ausstattung von Umformprozessen mit Sensorik und Aktorik bieten kann und welche Anforderung an die Integration beste-

hen. Darüber hinaus sind für das kommende Jahr sowohl Umsetzungen in Betrieben als auch weitere Schulungen vorgesehen, welche die Möglichkeiten zur Entwicklung neuer Geschäftsmodelle auf Basis intelligenter Bauteile vermitteln. Interessenten sind jederzeit herzlich zu unseren Veranstaltungen eingeladen.

Danksagung – Das Mittelstand 4.0 – Kompetenzzentrum Darmstadt ist Teil der Förderinitiative „Mittelstand 4.0 – Digitale Produktions- und Arbeitsprozesse“, die im Rahmen des Förderschwerpunkts „Mittelstand-Digital – Strategien zur digitalen Transformation der Unternehmensprozesse“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert wird.

The use of digital technologies in manufacturing and working processes offers promising opportunities for increase competitiveness and for reaching new markets. Especially smaller and medium sized companies, however, commonly lack experience, adequate competences or capacity for dealing intensively with the opportunities provided by digitalization and Industry 4.0. In order to counteract these issues, the SMEs 4.0 – Darmstadt Competence Centre funded by the Federal Ministry of Economics and Energy (BMWi) as part of the funding initiative “Mittelstand 4.0 - Digital Production and Work Processes” has been launched in March 2016. Eighth partners from science and practice bundle their know-how and enable the support of small and medium-size enterprises. Besides the Institute for Production Engineering and Forming Machines, three other institutes of the Technische Universität Darmstadt, two Fraunhofer Institutes as well as Industrie- and Handelskammer Darmstadt and the Handelskammer Frankfurt-Rhein-Main are involved.

The SMEs 4.0 – Darmstadt Competence Centre provides companies a compressive offer of information and training workshops informing about different aspects of digitalisation and their effect on business operations. Therefore, the center is divided into four divisions: “Informing”, “Analyzing”, “Qualifying” and “Implementing”. Within these

divisions, the focus is set on five topics: “IT security”, “Work 4.0”, “New Business Models”, “Energy Efficiency” and “Efficient Value-Added Processes”. The contents of the various offers are practice-oriented and can be visited free of charge. Through a broad range of products and services, companies can be supported by the Center, both for the first steps with Industry 4.0 as well as during the implementation of new technologies in the factories.

Since 2016, the PtU has been offering training programs on the topic of digitalization and industry 4.0 in forming technology. In this workshop, the participants learn which added value can be gained by equipping forming processes with sensors or additional actuators. In addition to that, the requirements for integrating sensory elements are discussed. Furthermore, in the coming year, implementations are planned for companies as well as a further workshop on opportunities for developing new service concepts by using intelligent components. Interested parties are cordially invited to join our workshops and trainings.

Acknowledgement – The SMEs 4.0 – Competence Centre Darmstadt is part of the funding initiative “Mittelstand 4.0 – Digitale Produktions- und Arbeitsprozesse” sponsored by the Federal Ministry of Economics and Technology in the framework of the funding program “Mittelstand-Digital – Strategien zur digitalen Transformation der Unternehmensprozesse”.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



**»Digitalisierung in der Umformtechnik« &
»Entwickeln von neuen Geschäftsmodellen
durch Industrie 4.0«**

Weiterbildungen rund um die Digitalisierung

TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

PtU
Darmstadt

Mittelstand-
Digital

Mittelstand 4.0
Kompetenzzentrum
Darmstadt

Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

**»Teilnahme kostenlos!«
»Die Weiterbildung kann auch bei
Ihnen vor Ort stattfinden.«**

Flächentragwerke aus gekrümmten Sandwichelementen

Shell structures made of curved sandwich panels



Matthias Moneke, M. Sc.

+49 6151 16 233 58

moneke@ptu.tu-darmstadt.de

Aufgrund der ausgezeichneten Kombination von raumabschließender, wärmedämmender und tragender Funktion werden Sandwichelemente als Dach- und Wandkonstruktion immer häufiger eingesetzt. Hierzu werden in der Regel immer ebene Sandwichelemente eingesetzt. Dies führt dazu, dass die Bauwerksgeometrie konstruktiv eingeschränkt wird. Frei gestaltete Formen spielen in der Architektur jedoch eine immer größere Rolle, besonders seit sie in den letzten 20 Jahren durch neu entwickelte CAD- und FEM-Tools leichter plan- und berechenbar wurden. Die Verfügbarkeit flexibel gekrümmter Sandwichelemente wäre eine Möglichkeit, derart freie Formen baulich zu realisieren. Für eine Umsetzung fehlen bisher jedoch die notwendigen, fertigungstechnischen Grundlagen zur wirtschaftlichen Erzeugung flexibler gekrümmter Deckbleche mit geringen Dicken sowie Kenntnisse über das mechanische Verhalten derselben.

Das primäre Ziel des interdisziplinären Forschungsvorhabens ist es, künftig freigeformte Flächentragwerke durch den Einsatz von gekrümmten Sandwichelementen zu ermöglichen. Die Arbeitshypothese des geplanten Vorhabens postuliert daher, durch die interdisziplinäre Zusammensetzung der Forschungsstellen ein architektonisches Designtool zur Auslegung freigeformter Flächentragwerke zu realisieren, das sowohl mechanische als auch fertigungstechnische Restriktionen beinhaltet.

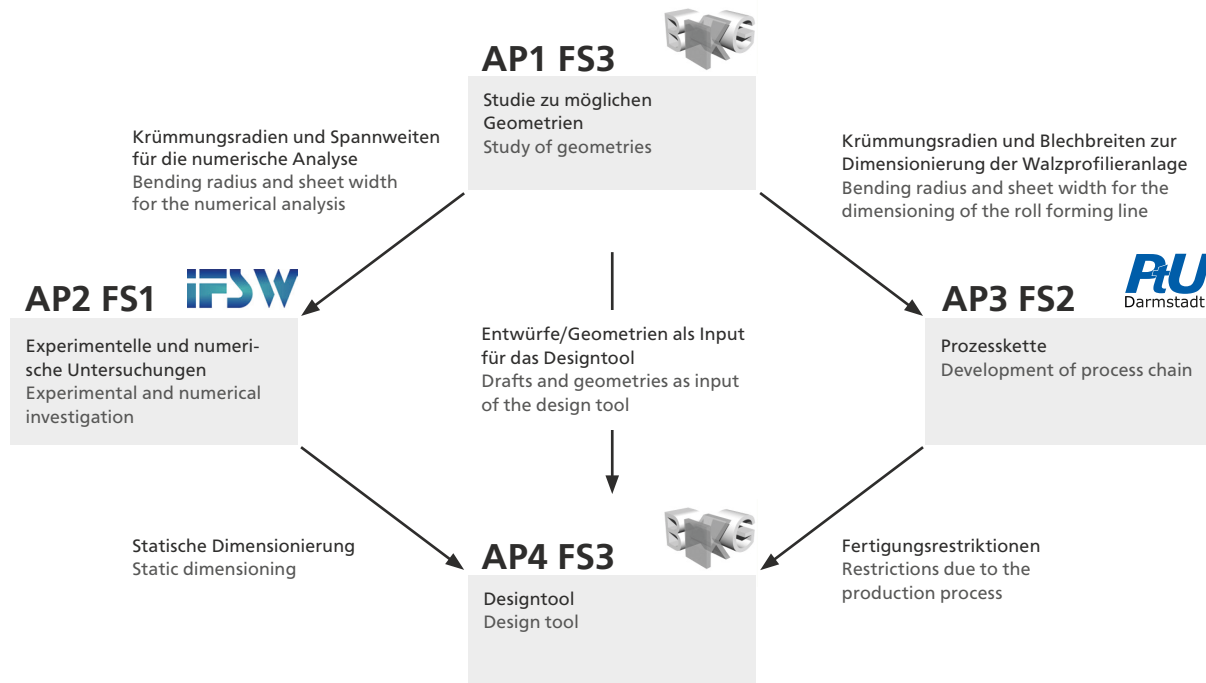
Im Rahmen des Projektes sollen dazu zunächst geometrische Anforderungen an gekrümmte Sandwichelemente definiert werden, mit denen ein möglichst großes Spektrum an Flächentragwerken realisiert werden kann. Im nächsten Schritt wird eine Analyse der mechanischen Eigenschaften von gekrümmten Sandwichelementen erfolgen und die notwendigen fertigungstechnischen Restriktionen anhand einer Prozesskette zur Fertigung flexibler Deckbleche bestimmt. Die sich ergebenden mechanischen und fertigungstechnischen Randbedingungen bilden abschließend den begrenzenden Rahmen und die Eingangsparameter für ein architektonisches Designtool. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit ist dabei wie folgt aufgeteilt: Abbildung [01]

Danksagung – Für die Unterstützung im Rahmen des Projekts dankt das PtU der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF), der Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. (FOSTA), dem Internationalen Verband für den Metalleichtbau (IFBS) und den nachstehenden Projektpartnern:

- ArcelorMittal Construction Deutschland GmbH
- BASF Polyurethanes GmbH
- Bollinger und Grohmann GmbH
- Covestro AG
- Fischer Profil GmbH
- Hennecke Profiliertechnik GmbH
- Herkules Wetzlar GmbH
- Ingenieur- und Sachverständigenbüro Korff
- iS-engineering GmbH
- PBI - Entwicklung innovativer Fassaden GmbH
- quadrat+ Architektengesellschaft mbH
- TriLogiX Ingenieurbüro

Due to the excellent combination of space-enclosing, heat insulating and supporting function, steel sandwich panels are used for roof and wall cladding more and more frequently. In addition, free forms are playing an increasingly important role in contemporary architecture. The availability of flexible curved sandwich panels could be a way to realize buildings with such free-form structures.

As part of the interdisciplinary research project of architects, civil engineers and mechanical engineers, the necessary manufacturing foundations for the economic production of curved flexible cover plates with small thicknesses and an understanding of the mechanical behavior of the curved elements are to be worked out. As a result of the project an architectural design tool for designing free-form surface structures is planned, which considers both mechanical as well as production-related restrictions. In the long-term, the inclusion of curved sandwich elements in the European sandwich standard EN 14509 is striven for.



[01]

Initially, geometrical requirements for curved sandwich panels will be defined to cover a wide spectrum of supporting frameworks. In the next step an analysis of the mechanical properties of curved sandwich panels will be done and the necessary production related restrictions are defined. Thereby, the whole process chain from the material coil to the curved sandwich panels will be taken into account. The mechanical and production related demands and restrictions will be the boundaries of the architectural tool. The interdisciplinary approach is as follows: Figure [01]

Acknowledgement – The PtU would like to thank the “Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen “Otto von Guericke” e.V. (AiF)”, the Research Association for Steel Application (FOSTA), the Internationaler Verband für den Metalleichtbau (IFBS) and the following companies for their support.

- ArcelorMittal Construction Deutschland GmbH
- BASF Polyurethanes GmbH
- Bollinger und Grohmann GmbH
- Covestro AG
- Fischer Profil GmbH
- Hennecke Profiliertechnik GmbH
- Herkules Wetzlar GmbH
- Ingenieur- und Sachverständigenbüro Korff
- iS-engineering GmbH
- PBI - Entwicklung innovativer Fassaden GmbH

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

IFBS



Abbildung [01]
Interdisziplinäre Zusammenarbeit

Figure [01]
Interdisciplinary approach

SPP 1676 Trockenumformung von Aluminiumlegierungen

SPP 1676 dry forming of aluminum alloys



Felix Kretz, M. Sc.

+49 6151 16 233 14

kretz@ptu.tu-darmstadt.de

Die starke Adhäsionsneigung von Aluminiumwerkstoffen gegenüber gängigen Werkzeugwerkstoffen stellt nach wie vor eine Herausforderung in der Produktionstechnik dar. Aus diesem Grund bedarf es bei der Herstellung von Aluminiumbauteilen eines hohen Einsatzes von Schmiermedien und Ziehfolien. Wie bereits durch das Schwerpunktprogramm SPP 1676 zum Ausdruck gebracht, fordern ökonomische und geoökologische Gesichtspunkte einen Verzicht auf die verwendeten Schmiermedien zur Steigerung der Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit bei Umformprozessen.

Amorphe hydrogenisierte Kohlenstoffschichten (a-C:H, DLC) sind bekannt für ihre besonderen tribologischen Eigenschaften und als Werkzeugbeschichtung für zahlreiche Umformanwendungen etabliert. Zur Realisierung der Trockenumformung von Aluminiumlegierungen werden bei unserem Projektpartner am Fraunhofer IST in Braunschweig a-C:H-Werkzeugbeschichtungen weiterentwickelt. Ein Forschungsinhalt besteht in der Modifikation der a-C:H-Schicht mit Fluor (a-C:H:F), wodurch die Inertheit der Schicht angehoben werden kann. Die bisherigen Arbeiten brachten bereits harte a-C:H:F-Schichten hervor, welche den Anforderungen als Werkzeugbeschichtung genügen. Tribologische Untersuchungen zeigen, dass durch die Fluor-Modifikation von a-C:H-Schichten die Reibung bei gleichbleibend geringerer Adhäsivität weiter gesenkt werden kann.

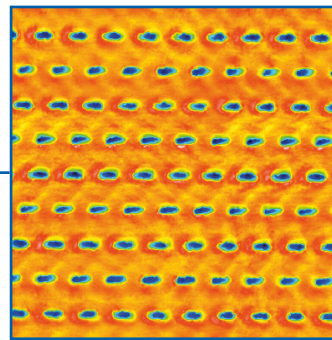
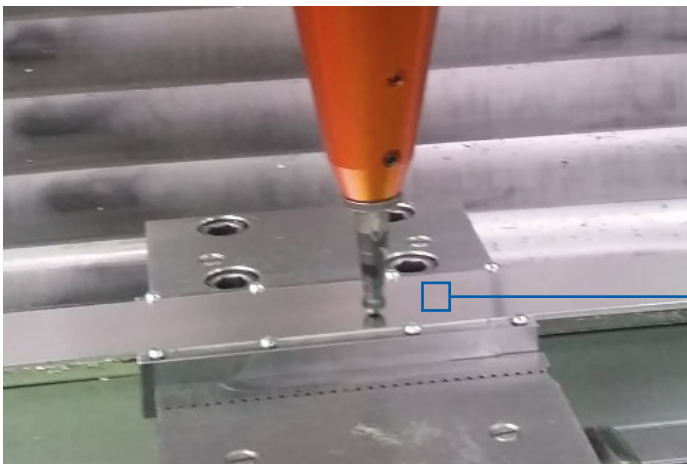
Streifenziehversuche aus der ersten Phase des Projektes zeigen eine erhöhte Adhäsionsneigung von technisch reinem Aluminium, wohingegen höher legierte Aluminiumbleche einen nahezu rein abrasiven Verschleiß aufweisen. Diese Versuche wurden bei tiefziehtypischen tribologischen Lasten durchgeführt. Als eine maßgebliche Einflussgröße auf das Adhäsionsverhalten wurde die Oberflächentopographie der Blechwerkstoffe identifiziert. Hier zeigt sich in Streifenziehversuchen eine Abhängigkeit von der real wirkenden Kontaktnormalspannung und den Mikrodeformationen an den Rauheitsspitzen. Diese Deformationen könnten für ein Aufreißen der nativen Oxidschicht verantwortlich sein, was durch den direkten Metall-Metall Kontakt die Ausprägung von Adhäsionen fördern könnte.

Die Ergebnisse dienen der Entwicklung neuartiger, legierungsspezifischer Tribosysteme, die eine Trockenumformung von Aluminiumlegierungen ermöglichen. Diese Tribosysteme beinhalten neue Werkzeugbeschichtungen sowie optimierte Prozess- und Umgebungsparameter und werden anhand von anwendungsnahen Tiefziehversuchen qualifiziert.

The strong adhesion tendency of aluminum alloys to commercial tool materials lowers the surface quality of the components, the process reliability and the targeted tolerances. Thus, a high quantity of lubricants and drawing foils are currently needed to produce lightweight components made of aluminum. As already expressed by the Priority Program SPP 1676, there is a high demand to increase the ecological and economic efficiency of forming processes by utilizing dry forming of aluminum.

Amorphous hydrogenated carbon coatings (a-C:H, DLC) are well known for their exceptional tribological properties and established as tool coatings for numerous forming applications. In one part of this project, our project partner at the Fraunhofer IST in Braunschweig is developing advanced a-C:H tool coatings to realize dry forming of aluminum alloys. Therefore, a-C:H coatings were modified with fluorine (a-C:H:F) to enhance the inertness of the coating surface. In addition, abraded fluorine atoms can passivate the aluminum and in consequence lower the adhesion tendency. According to tribological tests, the fluorine modification reduces the friction coefficient of a-C:H tool coatings in a dry sliding contact against aluminum combined with a very low adhesion tendency.

Strip drawing tests during the first phase of the project show an increased adhesion tendency of technical pure aluminum, whereas higher alloyed materials show nearly only abrasive wear on the tool surfaces. These tests were conducted under typical tribological loads for deep drawing processes. Furthermore, the surface topography of the aluminum sheets is identified as a significant influencing factor. A correlation between adhe-



[01]

sive wear, the effective contact normal pressure and the associated micro deformations on the surface asperities can be displayed. This deformation leads to a tearing of the native oxide layer which enables the direct metal-metal contact and leads to the accordingly high adhesion tendency.

Finally, the correlations between the observed adhesion behavior and the influencing factors will allow the optimization of the tribological system concerning a real dry forming process of aluminum. These systems include newly developed tool coatings as well as optimized process and environmental parameters and will be qualified by deep drawing experiments.



Abbildung [01]
Mikrostrukturierung zur gezielten Einstellung von Traganteilen

Figure [01]
Micro structures on the sheet metal for systematical variation of the load bearing contact area



Abteilungsübersicht Departmental overview

Abteilung Walz- und Spaltprofilieren Department of Roll Forming and Flow Splitting Seite 36–37 | Page 36–37

Highlight 1 Verfahren zur flexiblen Herstellung von Profilen mit variierendem Querschnitt
Seite 38–39

Highlight 1 Flexible forming of profiles with varying cross-sections
Page 38–39

Highlight 2 Numerische Abbildung von Spaltprofilierprozessen und die Erstellung von Metamodellen
Seite 40–41

Highlight 2 Numerical simulation of linear flow splitting and development of a metamodel
Page 40–41

Abteilung Prozessketten und Anlagen Department of Process Chains and Forming Units Seite 48–49 | Page 48–49

Highlight 1 Entwicklung einer selbstlernenden Drei-Rollen-Biegemaschine für das adaptive Biegen von Profilen mit variablen Querschnitten und Konturen
Seite 50–51

Highlight 1 Development of a self-learning three-roll-bending machine for adaptive bending of profiles with variable cross sections and contours
Page 50–51

Highlight 2 Umformen bei gleichbleibender Qualität
Seite 52–53

Highlight 2 Forming with constant quality
Page 52–53

Abteilung Tribologie Department of Tribology Seite 42–43 | Page 42–43

Highlight 1 Net-Shape Verzahnungen aus hochfesten Stählen durch oszillierende Umformung
Seite 44–45

Highlight 1 Net-shape gears made of high-strength steels by oscillating forming
Page 44–45

Highlight 2 Praxistauglichkeit der Inline-Beschichtung in der Kaltmassivumformung
Seite 46–47

Highlight 2 Practicality of inline-surface treatment in cold forging operations
Page 46–47

Abteilung Funktions- und Verbundbauweise Department of Smart Structures Seite 54–55 | Page 54–55

Highlight 1 Kragenziehen von Sandwichblechen
Seite 56–57

Highlight 1 Hole-flanging of sandwich sheets
Page 56–57

Highlight 2 Neue Produkte aus Papier durch hydromechanische Papierumformung
Seite 58–59

Highlight 2 New products made of paper by hydro-mechanical forming of paperboard
Page 58–59

Seit mehreren Jahrzehnten zählt die Forschung auf dem Gebiet des Walzprofilierens zu den Kernkompetenzen des PtU. Heute stehen dem Institut zwei Profilerstraßen zur Verfügung, auf denen neben konventionellen Gerüsten eine Vielzahl an Eigenentwicklungen, wie Kalibrier- und Spaltgerüste oder Gerüste mit zusätzlichen Freiheitsgraden, zum Einsatz kommen. Aktuell gibt es u. a. folgende Schwerpunkte: Blechverzweigung, Flexibilisierung, Verbesserung der simulativen Prozessabbildung und Funktionsintegration während der Umformung.

Blechverzweigung – Blechverzweigungen spielen im konstruktiven Leichtbau eine wichtige Rolle. Beispielsweise in der Luftfahrt oder dem Karosseriebau ermöglichen sie eine signifikante Steigerung der Belastbarkeit bei nahezu gleichbleibender Masse. Im Rahmen mehrerer Forschungsarbeiten wird die Erzeugung und Weiterverarbeitung von verzweigten Blechen untersucht. Es stehen vor allem die Grenzen der Machbarkeit aber auch wirtschaftliche Aspekte im Fokus. Hierbei sind besonders die Prozesse des Spaltprofilierens und der Stegblechumformung als Schwerpunkte zu nennen.

Flexibilisierung – Flexible Profileranlagen ermöglichen die Herstellung von lastangepassten Leichtbauprofilen mit veränderlichem Querschnitts- und Dickenverlauf über der Längsachse. Die Abteilung Walz- und Spaltprofilieren beschäftigt sich sowohl mit der Konzeption und Konstruktion der Anlagen als auch mit der Prozessauslegung.

Simulative Prozessauslegung – Ein wichtiges Werkzeug bei der Prozessauslegung ist die numerische Abbildung der Realität. Im Rahmen unterschiedlicher Projekte arbeitet die Walz- und Spaltprofilierabteilung an der Verbesserung dieser numerischen Modelle. Im Fokus stehen dabei zum einen die Genauigkeit der Simulationen und zum anderen die benötigte Zeit zur Lösungsermittlung.

Funktionsintegration – Durch den sequentiellen Aufbau bieten Profileranlagen optimale Voraussetzungen für die Integration weiterer Fertigungsoperationen in den Umformprozessen. Der Gedanke, die Funktionalität der erzeugten Produkte zu erweitern, führte zu Profilen mit integrierten gedruckten Sensoren. Dabei werden vor dem Walzprofilierprozess Sensoren durch Drucken auf das ebene Blechband appliziert und anschließend gemeinsam mit dem Blech umgeformt. Ein weiteres Projekt beschäftigt sich mit der gezielten Nutzung der beim Spaltprofilieren auftretenden Längs- und Querdehnungen, um dadurch Funktionselemente, beispielsweise RFID-Tags, fertigungssynchron in die Profile einzuformen.

Research in the field of roll forming has been one of the main topics at the PtU since several decades. Today, the institute is equipped with two roll forming lines with more than 30 stands. In addition to conventional roll forming stands, a variety of new developments has been integrated successfully, such as automated calibration stands, linear flow and bend splitting processes as well as stands with additional degrees of freedom for the manufacturing of profiles with varying cross sections. Current research focuses on four areas: sheet metal bifurcations, flexibility, improved numerical methods and the use of roll forming processes to introduce additional functionality into the part.

Sheet metal bifurcation – Sheet metal bifurcations play an important role in lightweight constructions. For example, in airplane or car body constructions, they enable a significant increase in the load capacity at almost constant mass. Several research projects investigate the production and further processing of bifurcated sheet metal is investigated. The main focus of the newly developed processes is on the limits of feasibility as well as on economic aspects. This leads to developments such as flow splitting and stringer sheet forming.

Flexibility – Roll formed products are largely used as structural components and therefore are subject to lightweight design. By using flexible forming stands, lightweight profiles with variable cross sections and thickness in longitudinal direction can be produced. The Department of Roll Forming and Flow Splitting develops the forming stands and the equipment and does research on the process layout.

Numerical process design – The numerical representation of reality is an important tool in the process design. The Department of Roll Forming and Flow Splitting is working on the improvement of these numerical models within several projects. On the one hand, the focus is on the accuracy of the simulations, and on the other hand on the time needed to determine the solution.

Integration of functionality – Due to their sequential arrangement, roll forming installations offer optimal conditions for integrating other manufacturing operations. The thought of enhancing the functionality of the produced products led to profiles with integrated printed sensors. Before the forming operation, sensors are printed onto the flat sheet and simultaneously formed to profiles. Another project deals with the effects of longitudinal and lateral strains in flow splitting processes in order to integrate additional components, e.g. RFID-Tags.

Beschäftigte (Stand 1. November 2017):
Staff (standings per November 1st, 2017):

Stefan Köhler, M. Sc.
(Abteilungsleiter | Head of department)
Pushkar Mahajan, M. Tech.
Matthias Moneke, M. Sc.
Vinzent Monnerjahn, M. Sc.
Annemie Kleemann, M. Sc.
Tianbo Wang, M. Sc.
Tilman Traub, M. Sc.

7. Stringer sheet forming for car body construction
(DFG – CRC 666 transfer project)
8. Shell structures made of curved sandwich panels (AiF – Fosta)

Übersicht über die laufenden und im Jahr 2017 abgeschlossenen Projekte:

1. Rechnergestützte Bauteiloptimierung durch numerische Prozesskettenanalyse und numerische Betriebsfestigkeitsuntersuchungen (DFG – SFB 666, abgeschlossen im Juli 2017)
2. Erweitern der Verfahrensgrenzen beim Spaltprofilieren (DFG – SFB 666, abgeschlossen im Juli 2017)
3. Herstellung verzweigter Bauteile durch integrierte Umform-, Zerspan- und Fügeoperationen (DFG – SFB 666, abgeschlossen im Juli 2017)
4. Herstellung mehrdirektional geweiteter Profile (DFG, abgeschlossen im August 2017)
5. Methoden zur Auslegung von Umformteilen mit aufgedruckten Sensoren (DFG, abgeschlossen im September 2017)
6. Tiefziehen verzweigter Bleche (DFG – SFB 666, abgeschlossen im Juli 2017)
7. Stegblechumformung für den Karosseriebau (DFG – SFB 666 Transferprojekt)
8. Flächentragwerke aus gekrümmten Sandwichelementen (AiF – Fosta)

Overview of ongoing and completed projects in 2017:

1. Computer aided part optimization with numerical process chain analysis (DFG – CRC 666, completed in July 2017)
2. Extension of ascertained process limitations of linear flow splitting (DFG – CRC 666, completed in July 2017)
3. Manufacturing of bifurcated profiles by integrated forming, milling and joining operations (DFG – CRC 666, completed in July 2017)
4. Production of multi-directional widened profiles (DFG, completed in August 2017)
5. Methods for the design of formed metal parts with printed sensors (DFG, completed in September 2017)
6. Stringer sheet forming (DFG – CRC 666, completed in July 2017)



Stefan Köhler, M. Sc.
☎ +49 6151 16 231 88
✉ koehler@ptu.tu-darmstadt.de

Verfahren zur flexiblen Herstellung von Profilen mit variierendem Querschnitt

Flexible forming of profiles with varying cross-sections



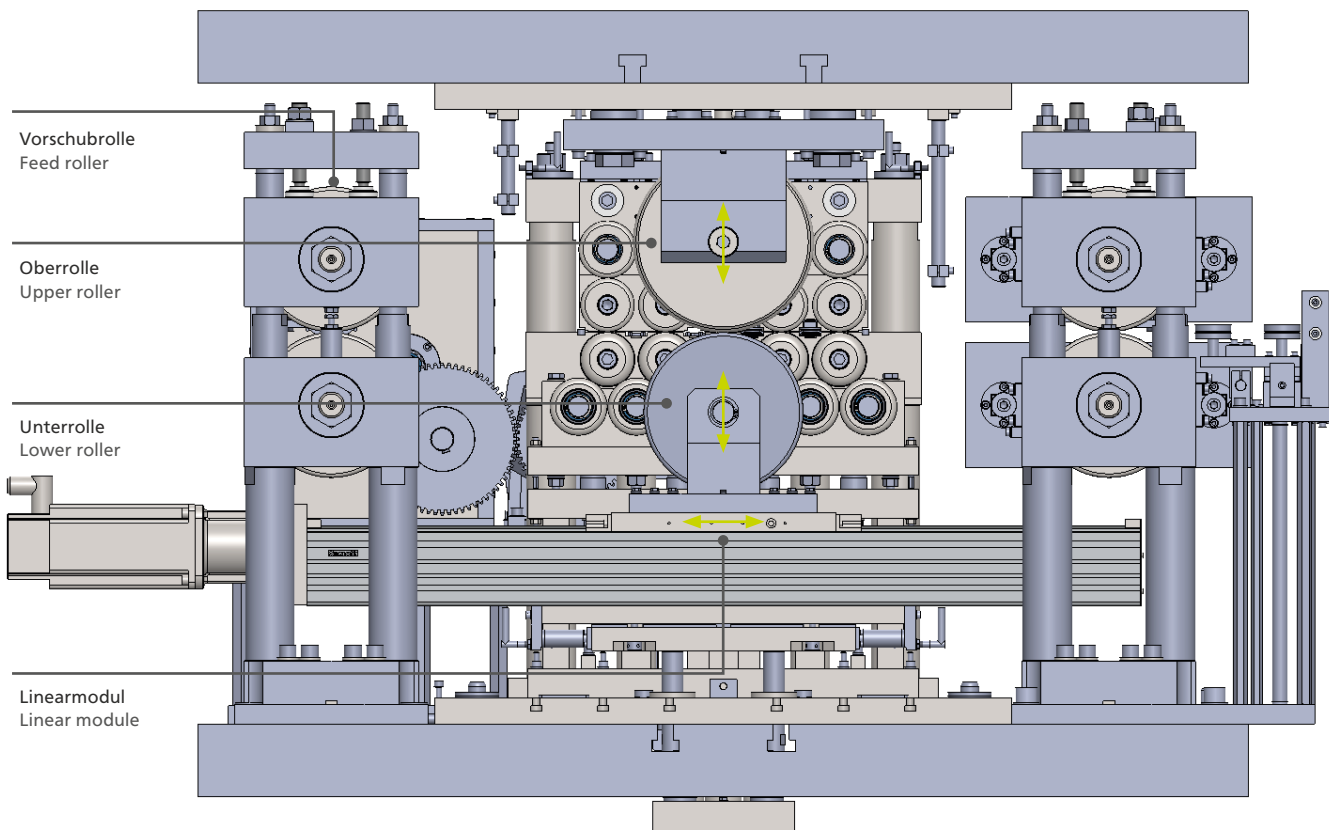
Tianbo Wang, M. Sc.

+49 6151 16 231 85

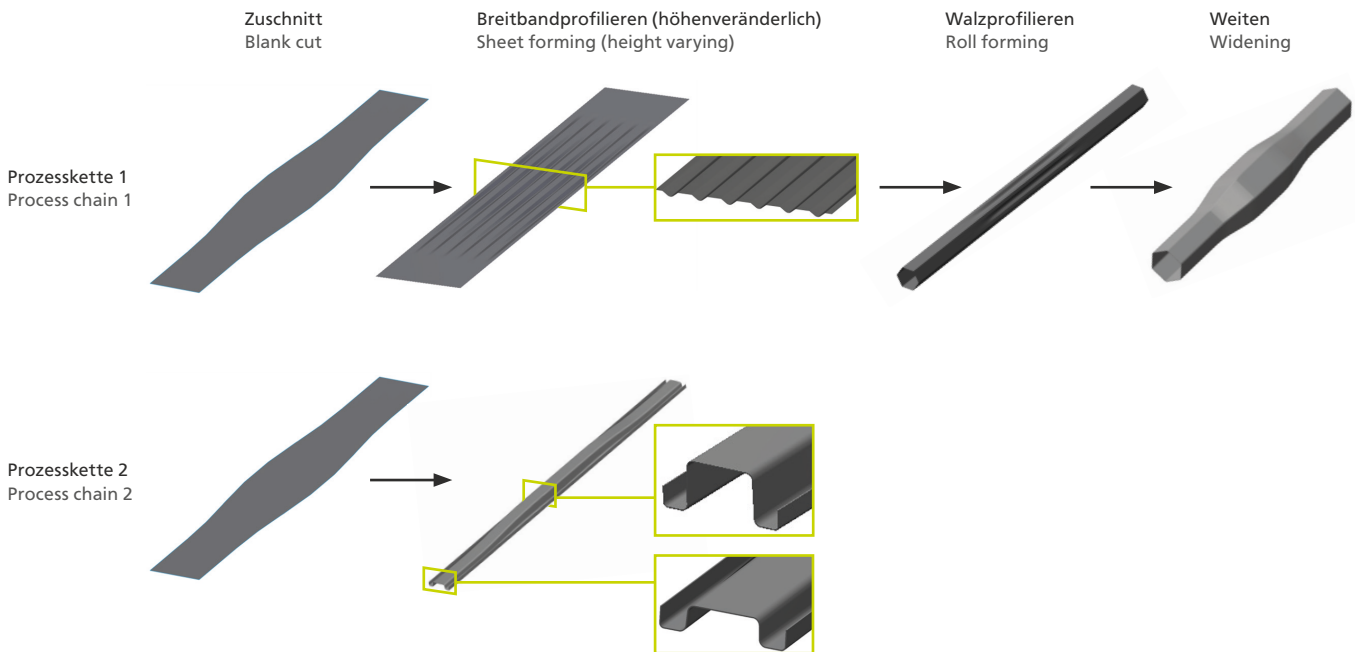
wang@ptu.tu-darmstadt.de

Motivation – Die effiziente Materialausnutzung in der Produktion stellt einen wichtigen Ansatz zur Reduktion von Treibhausgasen dar. Innovative Fertigungstechnologien, der Einsatz maßgeschneiderter Halbzeuge und die anwendungsspezifische Bauteilgestaltung ermöglichen die weitere Erschließung des Leichtbaupotenzials von Profilen. Die dadurch entstehende Produktvielfalt und der Anspruch an Prozesse, schnellstmöglich auf Bauteiländerungen zu reagieren, kreieren den Trend zu flexiblen Fertigungsverfahren. Während zahlreiche flexible Prozesse bereits Anwendung finden, gilt das Augenmerk nun aus finanzieller Sicht der Reduktion flexibler Elemente und Freiheitsgrade bei gleichbleibender Produktflexibilität.

Zielsetzung – Aktuelle Forschungsprojekte des PtU greifen diesen Trend der flexiblen Verfahren sowie der Reduktion von Anlagenkosten durch Verringerung benötigter Antriebstechnik auf und beschäftigen sich mit der Entwicklung eines Prozesses zur inkrementellen Fertigung von Kaltprofilen mit höhenveränderlichem Querschnitt. Diese in Profillängsrichtung variierende Materialverteilung dient einerseits zur belastungsangepassten Profilversteifung sowie als Materialspeicher für nachgeschaltete Umformprozesse. Auf diesem Weg soll die Fertigung herkömmlicher flexibler Blechprofile mit reduzierter Antriebskomplexität realisiert werden.



[02]



[01]

Lösungsweg – Die Entwicklung des Verfahrens umfasst die numerische Untersuchung und Auslegung des Prozesses sowie die Konstruktion und Fertigung des notwendigen Werkzeugs, welches in eine Servomotorpresse integriert wird. Die zwei vertikal translatorischen Freiheitsgrade des Stößels und des Ziehkissens der Presse in Kombination mit dem Linear modul und des Blechantriebs des Werkzeugs stellen die erforderlichen Kinematiken zu Herstellung der höhenveränderlichen Profilgeometrie bereit.

Danksagung – Wir danken der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) für die Unterstützung und Förderung dieses Projekts.

Motivation – Efficient material utilization in production processes is an important approach for the reduction of greenhouse gases. Innovative manufacturing technologies, the use of tailored semi-finished products and application-specific component design enable the further development of the lightweight potential of profiles. The resulting product diversity and the need to react to component changes quickest possible create the trend towards flexible production processes. While numerous flexible processes have already been applied in the industry, the focus is now, from a financial perspective, on the reduction of flexible tools and degrees of freedom with constant product flexibility.

Objectives – Current research at PtU addresses this trend of flexible processes as well as the reduction of plant costs by decreasing the required drive technology and deals with the development of a process for the incremental production of cold profiles with height-varying cross-sections. The material distribution, which varies in the longitudinal direction of the profile, serves as load-adapted profile reinforcement as well as a material storage for downstream forming processes. In this way, the production of conventional flexible sheet metal profiles is to be realized with reduced drive complexity.

Approach – The development of the process involves the numerical examination and design of the process, as well as the construction and manufacture of the necessary tool, which is integrated into a servo motor press. The two vertically translational degrees of freedom of the ram and the drawing cushion of the press in combination with the linear module and the feed roller provide the necessary kinematics to produce the height-changing profile geometry.

Acknowledgement – We would like to thank the Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) for supporting and funding this project.



Abbildung [01]
Zu realisierende Prozessketten

Figure [01]
Process chains to be realized

Abbildung [02]
Werkzeugaufbau und -kinematiken

Figure [02]
Tool assembly and kinematics

Numerische Abbildung von Spaltprofilierprozessen und die Erstellung von Metamodellen

Numerical simulation of linear flow splitting and development of a metamodel



Pushkar Mahajan, M. Sc.

+49 6151 16 233 54

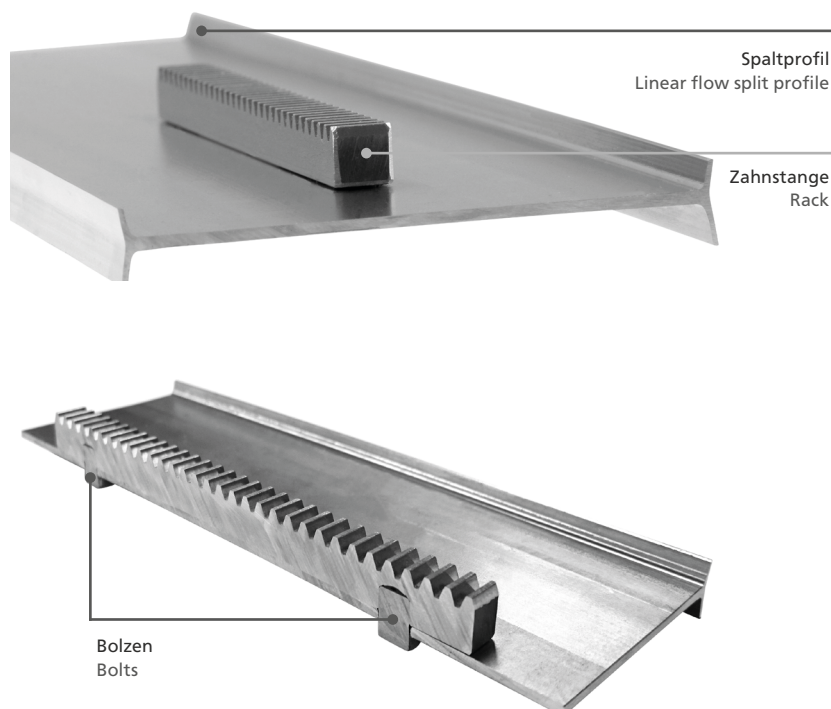
mahajan@ptu.tu-darmstadt.de

Motivation – Der Spaltprofilierprozess ist ein massives Blechumformverfahren, bei dem eine hohe Verformung des Materials auftritt. Während des Spaltprofilierprozesses ergibt sich die Möglichkeit der Verbindung des Profils mit einem Funktionselement. Die Finite-Elemente-Analyse (FEA) ist ein effektives Werkzeug, um die Wirkung von Prozessparametern auf die Anfangsgeometrie des Blechs sowie den Fügemechanismus zu analysieren. Aufgrund des hohen Rechenaufwands der FEA besteht jedoch die Notwendigkeit, ein effizientes Metamodell zu entwickeln das in der Lage sein soll, den Fügemechanismus zu analysieren.

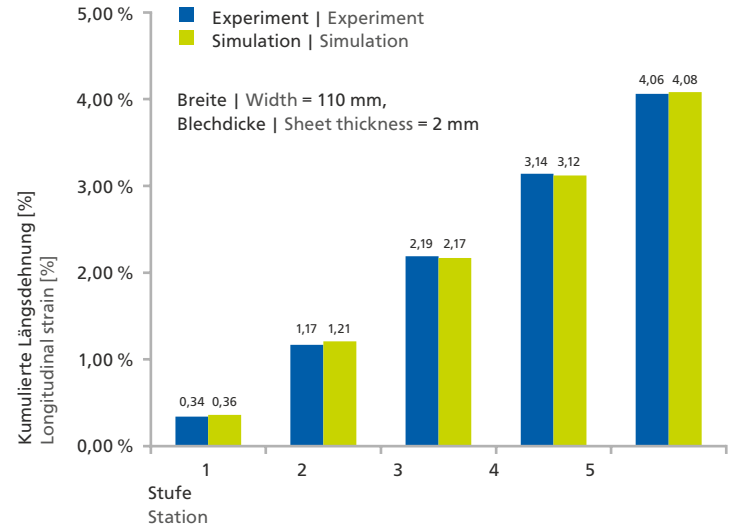
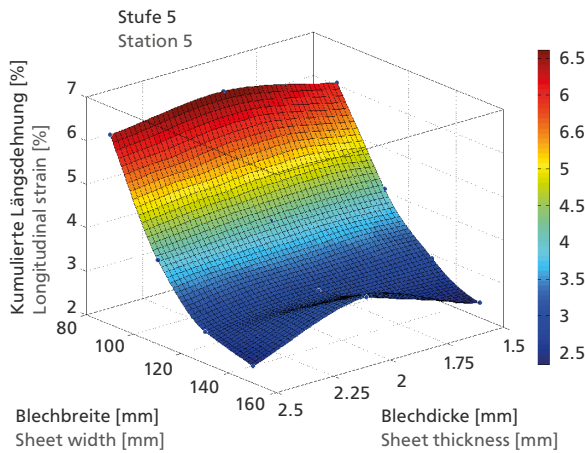
Zielsetzung – Ziel des Forschungsprojekts ist die Entwicklung eines Metamodells, welches die Längsspannungen in der Mitte des Spaltprofils vorhersagen kann. Diese Vorhersage ist essenziell um die Wirkung der Anfangsgeometrie des Blechs auf den Fügeprozess zu analysieren und verstehen zu können.

Vorgehensweise – Das Metamodell wird durch die Simulation von fünf Stufen des Spaltprofilierprozesses mit variierenden Geometrieparametern entwickelt. Die zu variierenden Parameter sind die Anfangsbreite des Blechs sowie die Blechdicke. Um das Metamodell validieren zu können, werden experimentelle Versuche einer Parametervariation durchgeführt. Damit die Qualität des FE-Meshs gewährleistet ist, werden alle Simulationen mit Hilfe der am PtU entwickelten CutExpand-Methode durchgeführt. Das Metamodell wird durch ein kubisches Polynom interpoliert.

Aktuelle Ergebnisse – Das entwickelte Metamodell kann die im Profil erzeugten Längsspannungen für den vorgeschriebenen Variationsbereich von Anfangsbreite und -dicke des Blechs genau vorhersagen (Abbildung 02). Die Ergebnisse des Metamodells werden mit Hilfe von experimentellen Ergebnissen verifiziert. Weiterhin ist das Metamodell auch in der Lage die Endgeometrie des Pro-



[01]



[02]

files vorherzusagen, die für die Analyse nachfolgender Walzprofiliersimulationen verwendet werden kann.

Danksagung – Das Teilprojekt C3 wird im Rahmen des SFB 666 „Integrale Blechbauweisen höherer Verzweigungsordnung – Entwicklung, Fertigung, Bewertung“ durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert.

Motivation – Linear flow splitting is a bulk sheet metal forming process in which high deformation of the material occurs. Within linear flow splitting, a remote joining of a component to the profile is also possible. The finite element analysis (FEA) is an effective tool to analyse the effect of process parameters and the geometry of the initial sheet on the joining mechanism. However, due to the high computational cost of the FEA, there is a need to develop a cost effective metamodel which can analyse the joining mechanism.

Objective – The goal of this research project is to develop a metamodel which can predict the longitudinal plastic strains at the middle of the profile generated by linear flow splitting. The prediction of longitudinal plastic strains is useful for investigation of the effect of the initial geometry of the sheet on the joining process.

Approach – The metamodel is developed by performing simulations of varying initial width and thickness of sheet for 5 stages of linear flow splitting. For validation, experiments are performed

for one set of geometrical parameters. To ensure the quality of the FE mesh, all simulations are performed by using the CutExpand method developed at the PtU. The metamodel is fitted using a cubic polynomial.

Current results – The metamodel developed can accurately predict the longitudinal plastic strains generated in the profile for a prescribed range of initial sheet width and thickness (figure 02). The results of the metamodel are verified by experimental results. Furthermore, the metamodel can also predict the geometry of the profile which can be used for the analysis of subsequent roll forming simulations.

Acknowledgement – The subproject C3 of the “CRC 666 – Integral Sheet Metal Design with Higher Order Bifurcations” is funded by Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG).

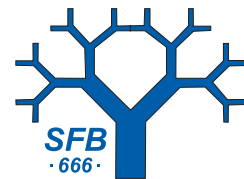


Abbildung [01]
Spaltprofile mit gefügten
Funktionselementen

Figure [01]
Linear flow split profiles with joined
functional elements

Abbildung [02]
Vorhersage von Längsdehnungen
durch das Metamodells

Figure [02]
Prediction of the longitudinal strain
by the metamodel

Bedeutung der Tribologie – Die Untersuchung der Tribologie in Blech- und Massivumformprozessen, mit den Teilgebieten Reibung, Schmierung und Verschleiß, ist ein fester Bestandteil der Forschung und Entwicklung am PtU. Dabei stehen sowohl Grundlagenuntersuchungen als auch die Übertragung der hierbei gewonnen Erkenntnisse auf anwendungsbezogene Fragestellungen im Vordergrund. Zu den betrachteten Umformverfahren gehören unter anderem das Tief- und Streckziehen sowie unterschiedliche Verfahren der Kaltmassivumformung.

Optimierungsmaßnahmen tribologischer Systeme – Für eine tribologische Prozessoptimierung ist es wesentlich, möglichst definierte Lastverhältnisse in der Kontaktzone zwischen Werkstück und Werkzeug einzustellen. 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. Das verbesserte Verständnis der Wirkzusammenhänge erlaubt so zum Beispiel die Substitution konventioneller, umweltschädlicher Schmiermittelsysteme durch neuartige Einschichtschmierstoffsysteme.

Insbesondere den Oberflächen von Werkzeug und Werkstück kommt im Rahmen dieser Untersuchungen eine große Bedeutung zu. So dienen die Oberflächen der finalen Bauteile einerseits zur Erfüllung spezifischer funktionaler Eigenschaften, zum anderen beeinflussen diese die wirkenden Reibungsmechanismen in der Umformzone. Zur gezielten Auslegung und Fertigung geeigneter Halb- und Werkzeugoberflächen bedarf es wiederum des Verständnisses der relevanten Wirkmechanismen in der Kontaktzone.

Die hergestellten Wirkzusammenhänge lassen sich in Reib- und Verschleißmodellen beschreiben, die neben der analytischen Beschreibung des Reibungs- und Verschleißverhaltens auch einen wertvollen Beitrag zur Steigerung der Vorhersagegüte der numerischen Simulation liefern.

Untersuchungsmethoden – Die grundlegende empirische Untersuchung tribologischer Gegebenheiten der jeweiligen Umformprozesse erfordert die Abbildung der entsprechenden tribologischen Beanspruchungsprofile in Modellversuchen. Die Versuchsanordnungen am PtU weisen hierbei zum einen die erforderliche messtechnische Zugänglichkeit der Kontaktzone auf und zum anderen erlauben die Versuchsstände das definierte Einstellen einzelner tribologischer Größen. Beispiele für diese Tribometer zur Ermittlung der Reibungs- und Verschleißverhältnisse stellen der

Streifenziehversuch für Prozesse der Blechumformung sowie der Gleitstauchversuch für Prozesse der Massivumformung dar. Zusätzlich zu diesen experimentellen Untersuchungsmethoden findet die Finite-Elemente-Methode Anwendung, die eine Analyse der in der Umformzone vorliegenden Beanspruchungszustände bei definierten Umgebungsgrößen erlaubt.

Importance of tribology – The study of tribology is an inherent part of research and development at the PtU. Fundamental investigations within this field of research as well as transfer of the knowledge thereby acquired into applied industrial challenges comprise the main activities. The examined forming processes encompass stretch- and deep drawing as well as different cold forming processes.

Optimization measures for tribological systems – In order to be able to perform an efficient tribological process optimization, the contact loads need to be favorably adjusted. A prerequisite for this is the basic comprehension of interactions regarding friction and wear within the contact zone. Based on this understanding, measures to reduce friction and wear can be derived. These measurements encompass the entire tribological system, ranging from the semi-finished part to the lubricant as well as the tool. The improved understanding thereby allows, for example, the substitution of complex conventional multilayer lubricants by innovative single layer lubricants.

The surfaces of the tool and work piece are of particular importance in the field of forming tribology. On the one hand, these surfaces serve to uphold certain product functionalities and, on the other hand, these surfaces influence the frictional properties during forming. A systematic design and manufacturing of tool and work piece surfaces require knowledge concerning the relevant interactions within the contact zone.

Finally, the detected dependencies and interactions can be described with the help of friction and wear models. Next to being used for analytic description of the evolution of wear and friction, these models provide a valuable basis for a more precise numerical simulation.

Research methods – The fundamental experimental investigation of tribological conditions in specific forming processes requires the mapping of occurring tribological load profiles in model experiments. The test stands at the PtU offer accessibility to measurement systems as well as the possibility to selectively adjust the tribological loads under laboratory conditions. Examples for

the measurement of friction and wear are the strip drawing test for sheet metal forming applications and the sliding compression test for cold forming operations. Finite element analysis is also used in addition to empirical research. This allows, for example, for an individual analysis of the influence of the tribological loads in the forming zone.

**Beschäftigte (Stand 1. November 2017):
Staff (standings per November 1st, 2017):**

Dipl.-Ing. Philipp Kramer
(Abteilungsleiter | Head of department)
Florian Dietrich, M. Sc.
Alessandro Franceschi, M. Sc.
Felix Kretz, M. Sc.
Viktor Recklin, M. Sc.
Wilhelm Schmidt, M. Sc.
Peter Sticht, M. Sc.
Patrick Volke, M. Sc.
Yutian Wu, M. Sc.

**Übersicht über die laufenden und im Jahr 2017
abgeschlossenen Projekte:**

1. Trockenumformung von Aluminiumlegierungen: von material- und oberflächenphysikalischen Charakterisierungen zu neuen Tribosystemen (DFG – SPP 1676)
2. Weiterentwicklung des maschinellen Oberflächenhämmerns zur Ausweitung des industriellen Einsatzgebietes (CORNET, abgeschlossen in 2017)
3. Erhöhung der Simulationsgenauigkeit von Profilwalzprozessen durch ein tiefgehendes Verständnis und eine realitätsnahe Beschreibung der Reibung (AiF, abgeschlossen in 2017)
4. Verschleißuntersuchung und -vorhersage beim oszillierenden Verzahnungsdrücken (DFG, abgeschlossen in 2017)
5. Weiterentwicklung einer Reinigungs- und Beschichtungseinheit für die umweltfreundliche Verarbeitung von Halbzeugen und Ermittlung der Praxistauglichkeit bei der zinkphosphatfreien Kaltmassivumformung (DBU)
6. Net-Shape Verzahnungen aus hochfesten Stählen durch oszillierende Umformung (AiF)
7. Optimierung der Werkzeugnutzung in der Blechumformung (DFG)
8. Gezielte Einstellung von Eigenspannungen während der Kaltmassivumformung (DFG – SPP 2013)

**Overview of ongoing and completed
projects in 2017:**

1. Dry forming of aluminum alloys: from fundamental material and surface characterization to new tribological systems (DFG – SPP 1676)
2. Further qualification of machine hammer peening technology for industrial use (CORNET, completed in 2017)
3. Improvement of simulation accuracy of profile rolling by detailed understanding and realistic description of friction (AiF, completed in 2017)
4. Wear investigation and prediction in gear forming processes with oscillating ram movement (DFG, completed in 2017)
5. Development of an inline, zinc-phosphate free lubrication process for environmentally friendly lubrication of bar stock and investigation of the suitability for industrial use (DBU)
6. High strength net-shape gears by oscillating forming (AiF)
7. Optimized tool utilization in sheet metal forming (DFG)
8. Targeted manipulation of residual stresses during cold forging (DFG – SPP 2013)



Dipl.-Ing. Philipp Kramer
☎ +49 6151 16 233 12
✉ kramer@ptu.tu-darmstadt.de

Net-Shape Verzahnungen aus hochfesten Stählen durch oszillierende Umformung

Net-shape gears made of high-strength steels by oscillating forming



Wilhelm Schmidt, M. Sc.

+49 6151 16 233 56

schmidt@ptu.tu-darmstadt.de

Motivation – Durch oszillierende Umformverfahren können hochpräzise Bauteile wirtschaftlich hergestellt werden. Beim oszillierenden Verzahnungsdrücken wird der Effekt der Wiederbeschmierung genutzt, um die auftretenden Kräfte zu reduzieren und somit die Prozessgrenzen zu erweitern. Typische Bauteile sind im Getriebe vorzufinden, wobei sogenannte Steckverzahnungen durch das Verfahren hergestellt werden. In der derzeitigen Prozesskette sind verschiedene Wärmebehandlungen nötig, um einerseits das Gefüge für die Umformung einzustellen und andererseits die nötige Härte für die spätere Verwendung zu erreichen. Diese Prozessschritte verlängern den Prozess, erhöhen die Bauteilkosten und steigern den Energiebedarf der Fertigung. Aus heutiger Sicht sind diese Schritte jedoch notwendig, um das Gefüge für die Umformung vorzubereiten und die Dauerfestigkeit der Bauteile sicherzustellen.

Zielsetzung – Das Substituieren von Wärmebehandlungsprozessen in der bestehenden Prozesskette durch Nutzen der Kaltverfestigung während der Umformung stellt ein zentrales Ziel des Projektes dar. Durch eine gezielte Einstellung des Halbzeugwerkstoffzustands und der damit einhergehenden Festigkeitssteigerung soll das Härten

der Verzahnung nach dem Umformen eingespart werden. Dadurch kann die Bauteilhärte erhöht und eine Kostenreduzierung erzielt werden. Zudem soll durch eine Prozessregelung die Umformung unterstützt werden.

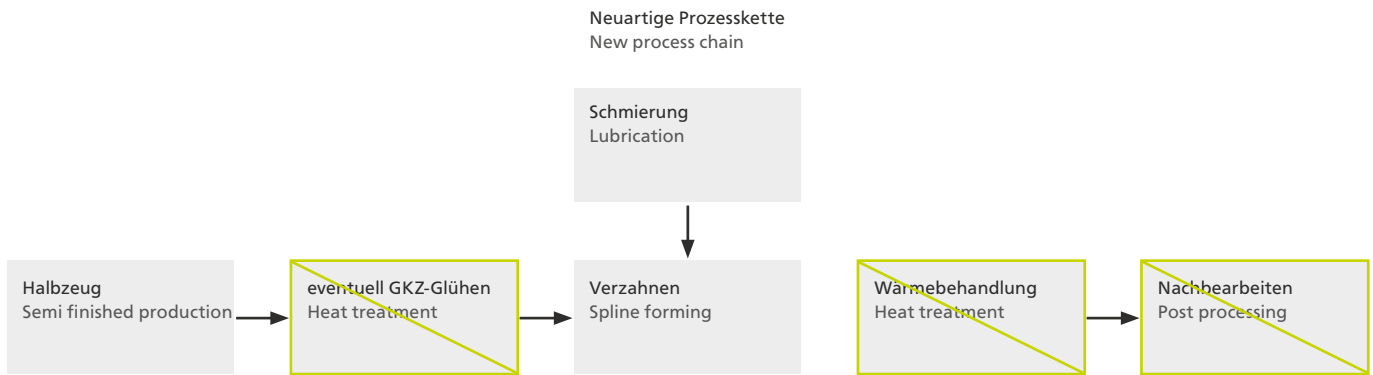
Lösungsweg – Basierend auf einer numerischen Prozessauslegung, werden unterschiedliche Werkstoffzustände durch thermomechanisches Warmwalzen in Zusammenarbeit mit dem Institut für Metallformung in Freiberg eingestellt und anschließend umgeformt. Zusätzlich werden die tribologischen Eigenschaften der jeweiligen Werkstoffzustände analysiert. Des Weiteren ermöglicht die Implementierung einer Kraftsteuerung in die Versuchspresse die Optimierung der auf das Werkzeug wirkenden Last während der Umformung. Hierzu wird bei Erreichen einer Kraftschranke ein neuer Oszillationszyklus begonnen, wodurch eine Wiederbeschmierung der Umformzone mit Schmierstoff ermöglicht wird. Eine Reduzierung der Werkzeuglasten ermöglicht die Umformung von Bauteilen eines härteren Ausgangszustands, wodurch die bisher benötigten Wärmebehandlungen überflüssig werden.

Danksagung – Das IGF-Vorhaben 19557 ZB der GCFG wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Das PtU dankt der German Cold Forging Group (GCFG) und der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF) sowie den beteiligten Unternehmen für Ihre Unterstützung bei der Durchführung des Forschungsprojektes.



- Advanced Tooling Solutions ApS
- CARL BECHEM GMBH
- ConSenses GmbH
- CPM GmbH
- Felss Systems GmbH
- Schondelmaier GmbH Presswerk
- simufact engineering GmbH
- Zeller+Gmelin GmbH & Co. KG
- ZF Friedrichshafen AG
- Zwez-Chemie GmbH

[02]



[01]

Motivation – By means of oscillating forming processes, high-precision components can be produced economically. For the gear production, the effect of the re-lubrication is used to reduce the occurring forces. Thus, the process limits can be extended. Typical components can be found in car transmissions, so-called splines being produced by this method. In the current process chain, various heat treatments are necessary in order to prepare the material for the forming process and to achieve the required hardness. These process steps extend the component costs and increase the required energy for the production. From today's point of view these steps are necessary to prepare the workpiece for the forming and to ensure the durability of the components.

Aim – Substituting heat treatment processes in the existing process chain by the use of cold hardening during the forming process represents a central goal of this project. Using special material conditions the hardening of the splines after the forming process is to be saved. As a result, the component quality can be increased and leads to a cost reduction. In addition, the forming process is supported by a process control.

Approach – To achieve the aim, materials are thermomechanically hot-rolled in cooperation with the Institute IMF Freiberg after a numerical process design. In addition, the tribological properties of the different semifinished products are analyzed. Furthermore, the implementation of a force control of the testing press enables optimization of the loads during the forming process. For this purpose, a new oscillation cycle is started when a defined force is reached whereby a re-lubrication of the forming zone with oil occurs. As a result, the tool loads can be optimized. Thus, high strength steel can be formed and no more heat treatment is required in the process chain.

Acknowledgment – The IGF-Research Project 19557 ZB, supported by the GCFG, is funded in the scope of the “Programm zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung” (IGF) via the German Federation of Industrial Research Associations (AiF) by the German Ministry for Economy and Energy as decided by the German parliament. Furthermore, we thank all involved companies for the support of the research project.

- Advanced Tooling Solutions ApS
- CARL BECHEM GMBH
- ConSenses GmbH
- CPM GmbH
- Felss Systems GmbH
- Schondelmaier GmbH Presswerk
- simufact engineering GmbH
- Zeller+Gmelin GmbH & Co. KG
- ZF Friedrichshafen AG
- Zwez-Chemie GmbH

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Abbildung [01]
Derzeitige und verkürzte Prozesskette einer Getriebewelle

Figure [01]
State of the art and new process chain

Abbildung [02]
Verzahnungswerkzeug

Figure [02]
Gear forming tool

Praxistauglichkeit der Inline-Beschichtung in der Kaltmassivumformung

Practicality of inline-surface treatment in cold forging operations



Patrick Volke, M. Sc.

+49 6151 16 230 46

volke@ptu.tu-darmstadt.de

Motivation – Durch Kaltmassivumformung hergestellte Bauteile weisen eine hohe Oberflächenqualität, einen geringen Nachbearbeitungsaufwand und gute Materialeigenschaften auf. Allerdings führt die Umformung bei Raumtemperatur zu hohen tribologischen Lasten. Komplexe Trenn- und Schmierstoffsysteme verhindern den frühzeitigen Verschleiß der Werkzeuge. Die Art der Aufbringung und die Verwendung von Zinkphosphat als Trennschicht sind mit verschiedenen ökologischen und ökonomischen Nachteilen behaftet. Die Substituierung dieser Schmierstoffsysteme durch zinkphosphatfreie Einschichtschmierstoffe ermöglicht eine umweltfreundlichere Prozesskette. Eine deutlich verkürzte Beschichtungszeit im Vergleich zu konventionellen Schmierstoffsystemen, schafft die Voraussetzung für eine Inline-Beschichtung [01]. Die in einem vorangegangenen Projekt entwickelte Prototypenanlage für die Inline-Beschichtung in der Kaltmassivumformung bestätigte die Machbarkeit einer Inline-Beschichtung, zeigt jedoch noch Einschränkungen für die Praxistauglichkeit im industriellen Umfeld.

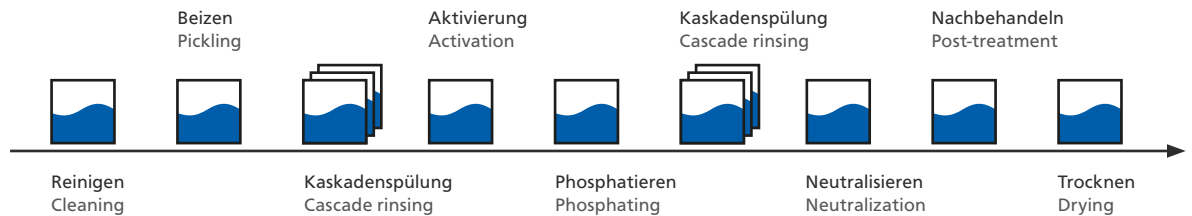
Zielsetzung – Ziel des Forschungsprojekts ist die Weiterentwicklung der Prototypenanlage zur Erhöhung der Flexibilität und Praxistauglichkeit im industriellen Umfeld. Die Flexibilisierung betrifft die Erweiterung des Bauteilspektrums bei der Beschichtung [02], die Ermittlung optimaler Beschichtungsparameter in Abhängigkeit der Oberflächentopographie sowie die Verketten der Beschichtungsanlage mit Umformaggregaten.

Lösungsweg – Zur Erweiterung des möglichen Bauteilspektrums werden die Transport-, Erwärmungs- sowie Trocknungseinheit der bestehenden Anlage neu ausgelegt. Für die Optimierung der Beschichtungseinheit werden im Labor Beschichtungsversuche mit konversionsschichtfreien Schmierstoffen durchgeführt. Unter Variation der Oberflächentopographie und Art der Beschichtungsaufbringung folgt eine Beurteilung der erzielbaren Beschichtungshomogenität. Tribometeruntersuchungen dienen zur weiteren Charakterisierung der Beschichtungen. Abschließend erfolgt die Fertigung und Montage der Anlagenkomponenten sowie die Inbetriebnahme und Einsatz der Anlage im industriellen Umfeld.

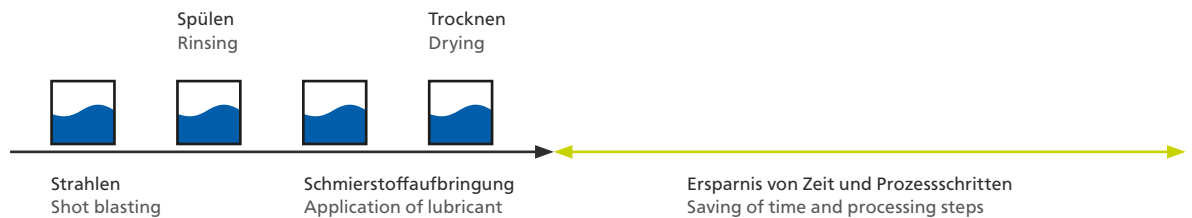


[02]

Konversionschicht + Schmierstoff
Conversion layer + lubricant



Einschichtschmierstoff
Single-layer lubricant



[01]

Danksagung – Das PtU bedankt sich bei der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) für die Förderung dieses Forschungsprojektes. Ferner bedanken wir uns bei den Industriepartnern LS Mechanik GmbH und Schondelmaier GmbH Presswerk, die das Forschungsprojekt unterstützt haben.

Aim – Objective of this research project is the further development of an inline surface treatment interlinked with a multistage forming process. The flexibility of the facility shall be improved regarding the possible spectrum of components [02], the lubrication of semi-finished products with different surface topographies as well as the integration of the facility in an existing production environment.

Motivation – Cold forging processes provide a high dimensional accuracy and good material properties. Due to high tribological loads, which occur during forming, complex separation and lubrication layers are used to prevent wear and failure of expensive forming tools. Hence, zinc phosphate coatings as conversion layers and soap as a lubricant are used for the forging of steel, though the application and use of zinc phosphate coatings come along with several environmental drawbacks. The use of fast applicable single layer lubricants without a conversion layer enables environmentally friendly process chains and permits innovative process sequences. The reduced processing time compared to conventional lubrication systems enables the implementation of an inline-surface treatment process [01]. The prototype system for an inline-surface treatment process for cold forging operations, which was developed in a previous project, confirmed the feasibility, but also shows the existing limitations for the practicality in the industrial environment.

Approach – In order to expand the possible spectrum of components, the transport, heating and drying units of the existing system are newly designed. For the optimization of the coating unit, coating application experiments with conversion free single layer lubricants are conducted. By varying the surface topography and the method of application the homogeneity of the coating is evaluated. Tribometer tests are used to further characterize the applied coatings. Finally, the production and assembly of the system components as well as the start-up and implementation of the inline-surface treatment in the industrial environment are carried out.

Acknowledgment – The PtU wishes to thank the German Federal Environmental Foundation for funding this project. Furthermore, we want to thank the industrial partners LS Mechanik GmbH and Schondelmaier GmbH Presswerk for supporting the research project.



Abbildung [01]
Prozessketten zur Aufbringung von Schmierstoffsystemen

Figure [01]
Process chain for application of lubrication systems

Abbildung [02]
Zylindrische und ringförmige Rohteile für die Beschichtung

Figure [02]
Cylindrical and ring shaped blanks for the surface treatment process

Die Schwerpunkte der Abteilung Prozessketten und Anlagen liegen in der wirtschaftlichen und technischen Analyse sowie Optimierung von Umformprozessen und der Entwicklung neuartiger Anlagen.

Industrie 4.0 – Zukünftige Handlungsfelder in der Umformtechnik spannen ein interdisziplinäres Feld auf. Innovative Entwicklungen basieren auf der Integration von Sensoren zur Überwachung sowie von Aktoren zur Beeinflussung der Umformprozesse. Hierdurch gewonnene Daten dienen der Digitalisierung der Produktion. In diesem Zusammenhang bilden sie auch die Basis für die Vernetzung einzelner Produktionssysteme und die Generierung von cyberphysischen Systemen. Dies ermöglicht zum einen, aus den vernetzten Produktionsdaten zu lernen und Assistenzsysteme für den Menschen in der Produktion zu entwickeln. Zum anderen entstehen neue serviceorientierte Geschäftsmodelle, welche auf die Komplexitätsreduktion der Wertschöpfungskette, Optimierung des Ressourceneinsatzes und Prognosen wie dem Maschinen- oder Werkzeugzustand abzielen. Darüber hinaus werden aktuell autonome Umformprozesse entwickelt, welche sowohl die vernetzten Daten als auch Aktoren vollautomatisiert nutzen, um die Produktion in selbständigen Regelkreisen kontinuierlich zu optimieren. Zwei Projekte, die sich mit genau diesen Herausforderungen befassen, werden im Nachfolgenden vorgestellt.

Entwicklung neuer Maschinenkonzepte – Aufgrund von absatz- sowie beschaffungsmarktseitigen Schwankungen sind flexible Produktionssysteme gefordert, welche eine rasche Adaption von Anlagen und Prozessen ermöglichen. Aktuelle Entwicklungen zielen auf Systeme ab, die sich beispielsweise an Materialschwankungen oder veränderliche Produkteigenschaften und -mengen anpassen können. Technologien wie Servoantriebe und programmierbare Steuerungen erlauben es, Maschinen für eine Vielzahl von Prozessen einzurichten und somit dem Produzenten ein äußerst flexibel einsetzbares Werkzeug an die Hand zu geben. Wegweisende Entwicklungen wurden am PtU durch die Einführung der 3D-Servo-Press mit einer frei programmierbaren 3D-Bewegung des Stößels erbracht, welche durch den Einsatz kombinierter Wälz-Gleitlager eine hochpräzise Bewegung durchführen kann. Einen alternativen Ansatz zur Schaffung der für adaptive, geregelte Prozesse notwendigen Freiheitsgrade stellen werkzeugintegrierte Antriebs Elemente dar.

Entwicklung, Analyse und Optimierung von Prozessketten – Umformtechnisch hergestellte Produkte sind das Resultat einer Wertschöpfungskette, bestehend aus einer Vielzahl von Einzelprozessen, die jeweils zur Veränderung der Bauteileigenschaften führen. Ziel ist es 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 in der Entwicklung einer Prozesskette zur Herstellung seltenerdfreier magnetischer Proben in einem kontinuierlichen Prozess. Dabei wird zunächst ein nanokristalliner Vorkörper mit hoher Koerzitivfeldstärke erzeugt und nachgelagert eine Textur im Material realisiert.

The department of Process Chains and Forming Units focuses on the technical and economic analysis as well as the optimization of forming processes and the development of new forming machines.

Industrie 4.0 – Future fields of action in the field of forming technology cover an interdisciplinary field. Innovative developments are based on sensor integration for monitoring as well as actuator integration for influencing the forming processes. The aggregated data contribute to the digitalization of the production. They also form the basis for linking production systems in real-time and for the generation of cyber-physical systems. On the one hand, this makes it possible to learn from the production data and to develop assistance systems for the production workers. On the other hand, new service-oriented business models are being developed, which aim at the complexity reduction of the value chain, optimization of the resource use and forecasts such as the machine or tool condition. At the highest level of Industrie 4.0, autonomous production processes are developed, which fully utilize the networked data as well as actuators in order to continuously optimize production in independent control circuits. Two projects that take up these challenges are presented on the following sections.

Development of new machine concepts – Due to fluctuations in the sales and the procurement market, the demand for flexible production systems has risen remarkably. Current developments aim at the development of systems which are able to adapt to batch variations or varying product properties and quality. Technologies like servo drives and freely programmable control systems allow building machines for a multitude of processes. A pioneering achievement has been obtained at PtU by the development of the 3D Servo Press which allows a precise 3D movement of the ram due to the usage of combined roller-plain-bearings. Another approach to achieve the degrees of freedom that are necessary for adaptive, controlled forming processes is the integration of drive components into the forming tools.

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 the characteristic properties, such as hardening, microstructure change, thinning etc., which are relevant for the final product properties. The understanding of interactions and the identification of the need for optimization are important steps to develop improved and new process chains. One focal point in this area is the development of a process chain that enables grain refining and continuous production of highly textured magnetically anisotropic samples without the use of rare earths. Beginning with the production of a nanocrystalline isotropic preform with high coercive field strength, the texture of the material is realized in a downstream process.

**Beschäftigte (Stand 1. November 2017):
Staff (standings per November 1st, 2017):**

Florian Hoppe, M. Sc.
(Abteilungsleiter | Head of department)
Fansun Chi, M. Sc.
Carolin Englert, M. Eng.
Paul Felber, M. Sc.
Dipl.-Ing. Daniel Hesse
Johannes Hohmann, M. Sc.
Maximilian Knoll, M. Sc.
Thomas Kessler, M. Sc.
Dipl.-Ing. Wiktorija Morkwitsch
Julian Sinz, M. Sc.

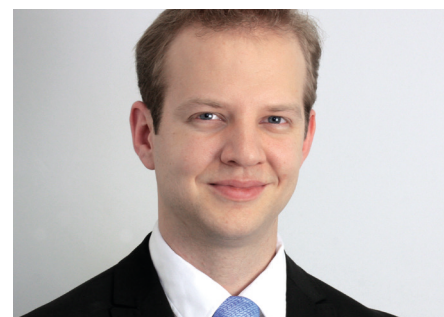
**Übersicht über die laufenden und
im Jahr 2017 abgeschlossenen Projekte:**

1. Umformen – Produktionsfamilien bei gleich bleibender Qualität, Beherrschung von Unsicherheit in lasttragenden Systemen des Maschinenbaus, Teilprojekte B2 (DFG)
2. Integration von Sensorik und Interpretation von Messwerten in umformtechnischen Prozessketten, Verbundprojekt: Robustheit durch Integration, Interaktion, Interpretation und Intelligenz (RobIN 4.0) (BMBF, abgeschlossen in 2017)
3. LOEWE-Schwerpunkt RESPONSE (Ressourcenschonende Permanentmagnete durch optimierte Nutzung seltener Erden) Teilprojekt:
Neue Syntheseverfahren top-down
4. Einfluss von Werkzeugspannmitteln auf die Werkstückqualität bei Stanz- und Tiefziehprozessen (EFB 15/114; IGF 18602N, abgeschlossen in 2017)

5. Auslegung und Einsatz eines kombinierten Wälz-Gleitlagers als Schwenk- und Hauptlager einer Servo-Kniehebelpresse (ZIM, abgeschlossen in 2017)
6. Entwicklung einer selbstlernenden 3-Rollen-Biegemaschine für das adaptive Biegen von Profilen mit variablen Querschnitten und Konturen (ZIM, abgeschlossen in 2017)
7. Mittelstand 4.0 – Kompetenzzentrum Darmstadt (BMWi)
8. Zustandsbeeinflussung von Wälz-Gleitlagerungen, SFB 805 – Beherrschung von Unsicherheit in lasttragenden Systemen des Maschinenbaus, Transferprojekt T6 (DFG)
9. Nächste Generation von Tiefziehprozessen durch Nutzung smarter Beobachter, geschlossener Regelkreise und einer 3D-Servo-Press (DFG)

**Overview of ongoing and
completed projects in 2017:**

1. Forming – Production Families at Equal Quality, DFG Collaborative Research Centre SFB 805 – Control of Uncertainty in Load-Carrying Mechanical Systems, Subprojects B2 (DFG)
2. Integration of Sensors and Interpretation of Measurements in Metal Forming Process Chains (Subproject) Joint Project: Robustness through Integration, Interaction, Interpretation and Intelligence (Robin 4.0) (BMBF, completed in 2017)
3. LOEWE-Focus RESPONSE (Resource-saving Permanent Magnets by Optimized Use of Rare Earth) Subproject: New Synthesizing Process Top-Down
4. Influence of tool clamping devices on the workpiece quality in shear cutting and deep drawing processes (EFB 15/114; IGF 18602N, completed in 2017)
5. Design of a combined rolling-plain bearing and application as a hinge and main bearing in a servo knuckle joint press (ZIM, completed in 2017)
6. Development of a self-learning three-roll-bending machine for adaptive bending of profiles with variable cross sections and contours (ZIM, completed in 2017)
7. SMEs 4.0 – Darmstadt Competence Centre (BMWi)
8. State control of combined roller and plain bearings, DFG Collaborative Research Centre SFB 805 – Control of Uncertainty in Load-Carrying Mechanical Systems, Transfer Project T6 (DFG)
9. Next Generation Deep Drawing Using Smart Observers, Closed-Loop Control, and 3D-Servo-Press (DFG)



Florian Hoppe, M. Sc.
☎ +49 6151 16 231 44
✉ hoppe@ptu.tu-darmstadt.de

Entwicklung einer selbstlernenden Drei-Rollen-Biegemaschine für das adaptive Biegen von Profilen mit variablen Querschnitten und Konturen

Development of a self-learning three-roll-bending machine for adaptive bending of profiles with variable cross sections and contours



Thomas Kessler, M. Sc.

+49 6151 16 233 16

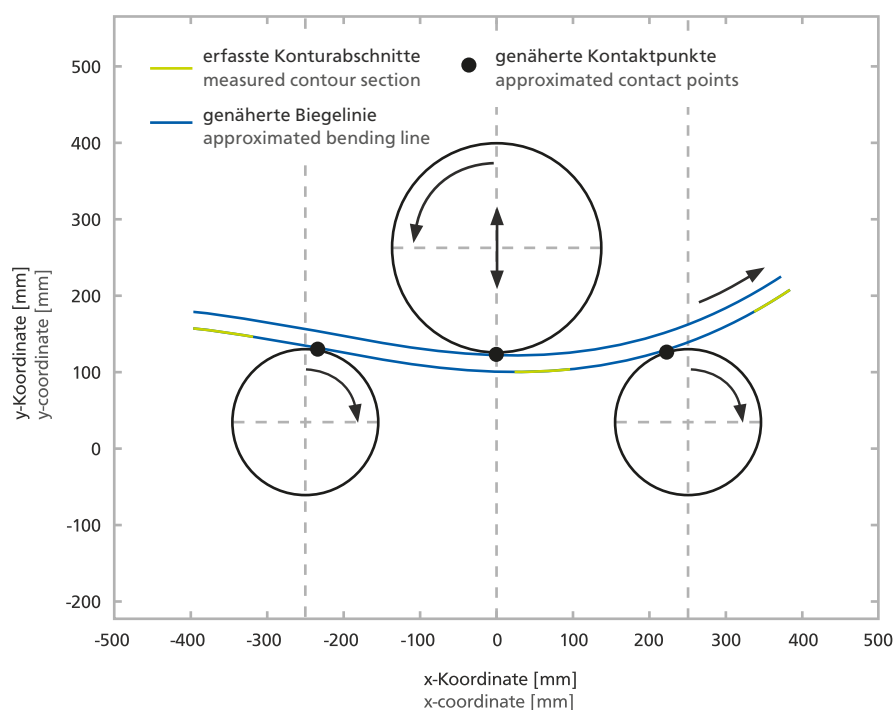
kessler@ptu.tu-darmstadt.de

Motivation – Das Drei-Rollen-Profilbiegen bietet aufgrund seiner nicht werkzeuggebundenen Formgebung eine große Flexibilität sowie Adaptivität hinsichtlich der fertigen Bauteilgeometrien. Durch das große Spektrum der herstellbaren Bauteile ist der Automatisierungsgrad des Prozesses bisher sehr gering. Dies macht das Profilbiegen mit Drei-Rollen-Biegemaschinen zu einem sehr personalintensiven Fertigungsverfahren. Insbesondere Schwankungen der Halbzeugeigenschaften erfordern eine stetige Adaption des Prozesses, damit eine gleichbleibende Produktqualität sichergestellt werden kann.

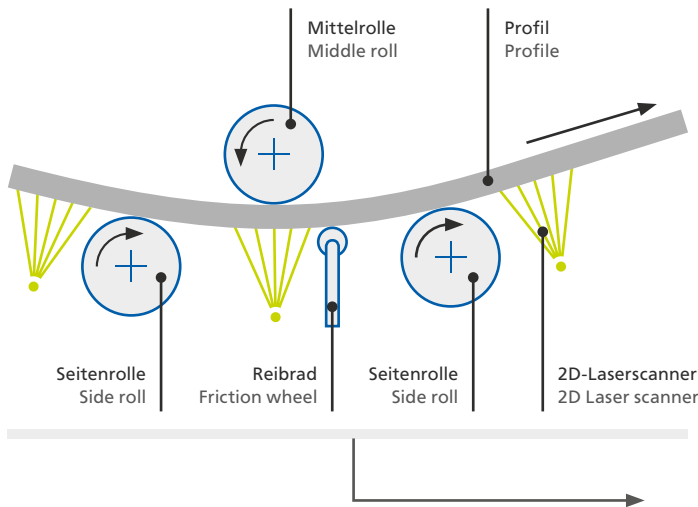
Zielsetzung – Ziel dieses Projektes ist es, eine adaptive Regelung für den Drei-Rollen-Profilbiegeprozess zu entwickeln. Um dieses Ziel zu erreichen, ist die Entwicklung eines industrietauglichen Messsystems zur Online-Erfassung der Profilgeometrie erforderlich. Die dadurch generierten Prozessinformationen bilden die Grundlage für die Automatisierung des Prozesses und eine Steigerung der Prozesstransparenz zur Unterstützung des bedienenden Personals.

Lösungsweg – Durch eine numerische Prozessanalyse werden relevante Prozess- und Produktgrößen für eine Regelung identifiziert. Anhand der Ergebnisse der Prozessanalyse werden geeignete Sensoren sowie Aktorkomponenten ausgewählt und in eine Prototypenmaschine integriert. Im Fokus steht hierbei die Erfassung der Profilgeometrie im Prozess. Parallel dazu wird ein Regelungskonzept mit Hilfe von Simulationen entwickelt. Abschließend wird das entwickelte Regelungskonzept unter industriennahen Bedingungen im Produktionsumfeld implementiert und experimentell untersucht.

Ergebnisse – Zur Erfassung der Profilkontur im Prozess wurden 2D-Laserscanner ausgewählt, die nach dem Prinzip der optischen Triangulation arbeiten. Basierend auf diesen Laserscannern wurde ein Messsystem aufgebaut und in einer Prototypenmaschine integriert (vgl. [01]). Durch die Echtzeitmessung der Profilkontur konnte eine Regelung der Krümmung unter Last in Abhängigkeit des Vorschubs realisiert werden. Ferner kann durch die Korrelationen zwischen der Profilkrümmung unter Last und im entlasteten Zustand das



[02]



- Prozessparameter:
- Ausgangskrümmung
 - Krümmung unter Last
 - rückgefederte Krümmung
 - Profilver Schub

- Process parameters:
- initial curvature
 - curvature under load
 - spring back curvature
 - profile feed

Rückfederungsverhalten ermittelt werden. Durch den gewählten Aufbau des Messsystems konnte zudem eine Methode zur Näherung der Biegelinie des Profils entwickelt werden, die es ermöglicht, die Kontaktpunkte des Profils mit den Rollen zu bestimmen (vgl. [02]). Diese Kenntnis bildet die Grundlage für die Berechnung des Biegemoments im Prozess. Durch eine Einbeziehung zusätzlicher Kraftsensorik hat das Messsystem das Potenzial, die Biegemomente-Krümmungs-Beziehung des umzuformenden Profils online zu ermitteln.

Danksagung – Für die Unterstützung im Rahmen des Forschungsprojekts bedankt sich das PtU bei der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF-ZIM), dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie sowie bei den Projektpartnern Herkules Wetzlar GmbH und Ingenieurbüro Dr. Maximilian Erbar, Andreas Graf und Rolf Kessler GbR.

Motivation – Three-roll-profile-bending offers a high product diversity and is highly adaptive, since the forming is largely independent of tool dimensions. However, these advantages only allow a low degree of automation, which requires high personnel expenditure. Especially deviations of profile properties require a steady adaption of the process to ensure a constant product quality.

Aim – The aim of this project is to develop an adaptive closed loop control for the three-roll-bending process. Therefore, the development of an industry-suitable measurement system for the online determination of the profile curvature is necessary. Thereby generated process informations are the basis for the automation of the process and enhance the process transparency to support the operating staff.

Approach – Relevant process and product parameters for the closed loop control are identified by a numerical process analysis. On the basis of the process analysis sensor and actor components are selected and integrated in a prototype machine. Hereby, the determination of the profile geometry during the process is focused. Simultaneously, a closed loop control is developed and examined in numerical simulations. Finally, the closed loop control is implemented on a prototype machine and tested experimentally.

Current results – For the determination of the profile contour during the process 2D laser scanners were selected, which use the principle of optic triangulation. Based on the laser scanner a measurement system was set up and integrated in a prototype machine [01]. A closed loop control of the curvature under load in dependence of the feed was implemented on the prototype machine using the real time measured profile contour. Furthermore, the springback behavior can be determined through the correlation between the curvature under load and the curvature of the relieved profile. By using the displayed set up of the measurement system a method to approximate the bending line of the profile was developed, which allows the determination of the contact points between the profile and the rolls [02]. The knowledge of the contact point is the basis for the calculation of the bending moment during the process. By integrating additional force sensors, the measurement system has the potential to determine the moment-curvature-correlation of the used profile during the process.

Acknowledgement – For the support in context of the research project, PtU would like to thank the German Federation of Industrial Research (AiF-ZIM), the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy as well as the project partners Herkules Wetzlar GmbH and Ingenieurbüro Dr. Maximilian Erbar, Andreas Graf und Rolf Kessler GbR.

[01]

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Abbildung [01]
Aufbau des Messsystems

Figure [01]
Set-up of the measurement system

Abbildung [02]
Online-Näherung der Biegelinie

Figure [02]
Online approximation of the bending line

Umformen bei gleichbleibender Qualität

Forming with constant quality



Maximilian Knoll, M. Sc.

+49 6151 16 231 48

knoll@ptu.tu-darmstadt.de

Motivation – In der Umformtechnik existieren Unsicherheiten in der Produktqualität, welche sich aufgrund schwankender Halbzeugeigenschaften und Produktionsbedingungen einstellen. Zudem stellt die wechselnde Produktnachfrage am Absatzmarkt die klassische Umformtechnik mit ihrer geringen Flexibilität bei hohen Investitionskosten vor neue Herausforderungen. Um Unsicherheiten besser zu beherrschen, beschäftigt sich der SFB 805 innerhalb des Teilprojekts B2 mit der Überwachung und Regelungen von Bauteil-, Prozess- und Maschinenzuständen sowie der Erweiterung der entwickelten Methoden von flexiblen, geregelten Umformprozessen.

Zielsetzung – Ziel der dritten Förderperiode ist es, Bauteileigenschaften schon während der Prozesslaufzeit zu prädictieren und durch individuelle Prozessanpassung die Qualität eines jeden einzelnen Bauteils sicherzustellen. Des Weiteren werden Anforderungen an Prozesszeit, -energie und -kraft in der Regelung berücksichtigt, um so eine gleichbleibende Produktqualität bei hoher Anpassungsfähigkeit an die Produktionsbedingungen zu erreichen.

Lösungsweg – Die für einzelne Produktionsprozesse entwickelten Methoden werden über Umformprozesse hinweg auf eine Prozesskette angewandt, wodurch die Fortpflanzung von Unsicherheit berücksichtigt wird und ganzheitlich beherrscht werden kann. In den jeweiligen Prozessschritten werden relevante Informationen für die nachfolgenden Prozesse gewonnen, um anschließend die Auswirkungen von detektierten Störungen im nächsten Prozess durch eine modellbasierte Vorsteuerung zu kompensieren. Durch einen äußeren Regelkreis über alle Prozessregelkreise hinweg wird diejenige Unsicherheit beherrscht, die in einzelnen Prozessen isoliert nicht beherrschbar ist. Weiterhin wird die Regelung und Rückverfolgbarkeit von gewünschten Bauteileigenschaften innerhalb der Prozessgrenze des Umformprozesses umgesetzt.

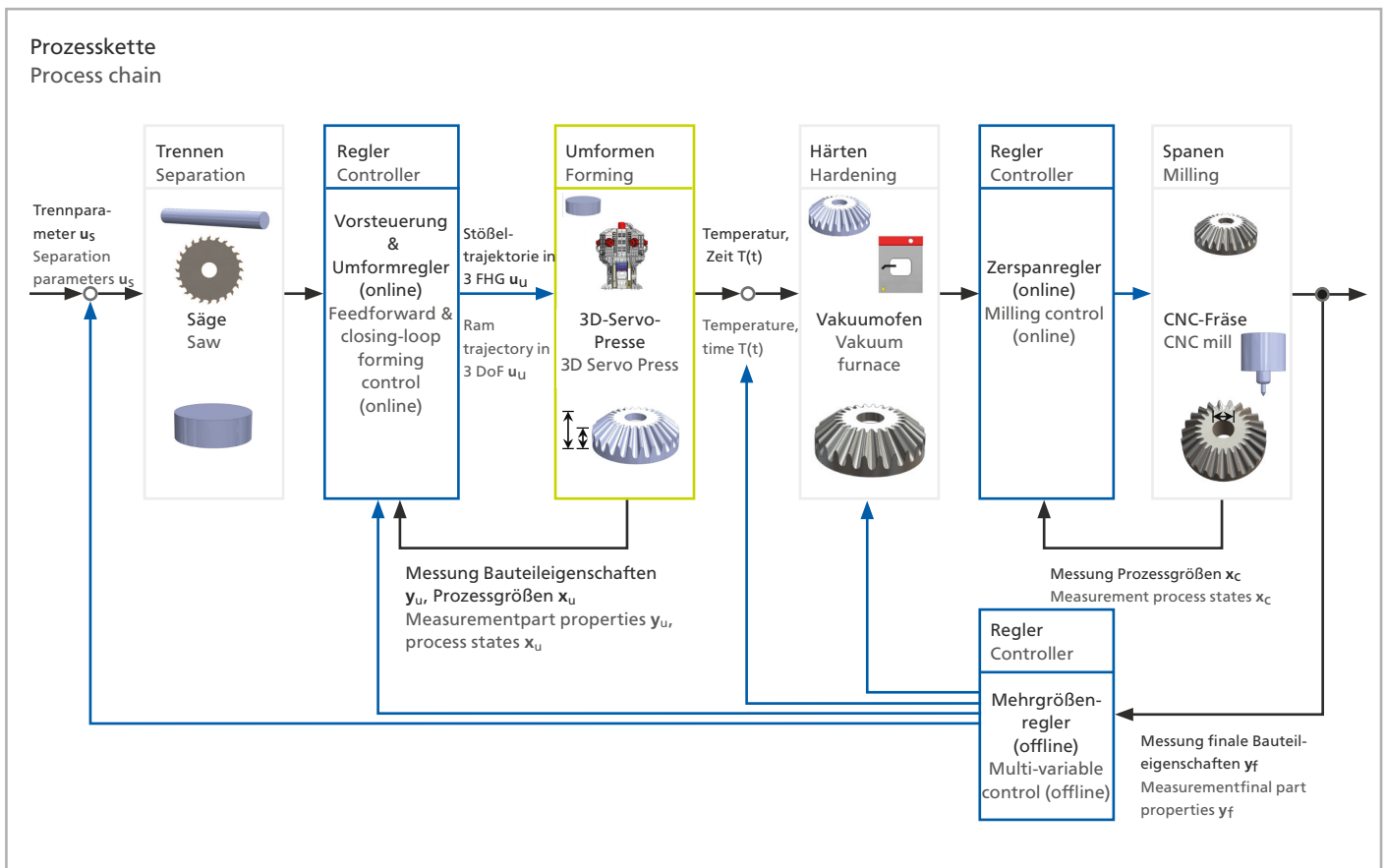
Danksagung – Das Forschungsprojekt wird im Rahmen des SFB 805 „Beherrschung von Unsicherheit in lasttragenden Systemen des Maschinenbaus“ durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert.

Motivation – In forming technology product quality is afflicted with uncertainty, which is caused by fluctuating semi-finished products and production conditions. Furthermore, the changing demand on sales markets poses new challenges for the classical forming technology with its low flexibility and high investment costs. To manage uncertainty, the SFB 805 subproject B2 deals with monitoring and controlling the states of the components, the process and the machine as well as the expansion of the developed methods of flexible, controlled forming processes.

Aim – The aim of the third funding period is to predict component properties during the process and to ensure the quality of each individual component through an individual process adjustment. Furthermore, the requirements on process time, energy and force are taken into account in the control in order to gain a consistent product quality with a high adaptability to the production conditions.

Approach – The methods developed for individual production processes are applied to a process chain beyond forming processes, whereby the propagation of uncertainty is taken into account and controlled holistically. In the respective process steps, relevant information is obtained for the subsequent steps in order to compensate effects of detected disturbances in the next process step by a model-based feed forward control. An external control loop across all process control circuits is used to manage uncertainty, which cannot be controlled in the individual process steps itself. Furthermore, the regulation and traceability of the desired component properties is implemented within the process limit of the forming process.

Acknowledgment – The Collaborative Research Centre 805 “Control of Uncertainties in Load-Bearing Mechanical Engineering Structures” is funded by Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)



[01]

DFG

Abbildung [01]
Regelung einer vernetzten
Produktionskette bestehend
aus Umformung und
Zerspanung zur Herstellung eines
verzahnten Bauteils

Figure [01]
Control of a networked production
chain consisting of forming and
machining for the production of a
geared component

Die wachsenden Forderungen nach einem nachhaltigeren Ressourceneinsatz etablierten in den letzten Jahren einen Forschungsschwerpunkt im Bereich des Werkstoff- und Strukturleichtbaus. Als besonders geeignet erwies sich die gezielte Kombination einzelner Werkstoffe zu Verbunden, deren spezifischen mechanischen Eigenschaften die der einzelnen Materialien deutlich übertreffen. Die Abteilung Funktions- und Verbundbauweise des PtU widmet sich in diesem Zusammenhang vornehmlich der Untersuchung umform- und fertigungstechnischer Grundlagen bei der Erzeugung und Verarbeitung von Verbund- und multifunktionalen Bauteilen. Vor dem Hintergrund eines nachhaltigen Materialeinsatzes wird zudem das Umformverhalten von Papierwerkstoffen bei der dreidimensionalen Formgebung intensiv untersucht. Der aktuelle Schwerpunkt liegt dabei sowohl auf der Klärung der Umformmechanismen von Papier als auch auf der Anpassung etablierter Verfahren der Metallumformung wie die inkrementelle Umformung oder das hydromechanische Tiefziehen an die Anforderungen von Papier.

Verarbeitung von Verbundbauteilen – Der Einsatz von Verbundkomponenten liefert einen entscheidenden Anteil bei der Gewichtsreduzierung im Transportwesen. Die Kombination von Materialien mit grundlegend unterschiedlichen Eigenschaften stellt jedoch neue Herausforderungen an die Fertigungstechnik. So sind bestehende Konzepte anzupassen oder gänzlich neu zu entwickeln. Am PtU wird diesbezüglich in dem Projekt „Kragenziehen von Sandwichblechen“, der Prozess des Kragenziehens an die Anforderungen bei der Verarbeitung von Sandwichblechen, untersucht und angepasst. Darüber hinaus wurde in dem abgeschlossenen Verbundprojekt „Trocken-Scherschneiden von Sandwichblechen“, das Scherschneiden hinsichtlich der neuen Werkstoffe adaptiert.

Herstellung von multifunktionalen Bauteilen – Die Untersuchungen zur Herstellung multifunktionaler Bauteile befassen sich unter anderem mit der umformtechnischen Integration von Sensorik und Aktorik in Strukturelemente. Derart gefertigte Bauteile ermöglichen es, die Belastungen der Struktur kontinuierlich zu erfassen und bei Überlasten Gegenmaßnahmen einzuleiten. Überdies können bereits während der Fertigung Sensorsignale aufgezeichnet werden, die für die Überwachung der Fertigungsprozesse genutzt werden können.

Stoffschlüssiges Fügen durch Umformung – Verfolgt man das Ziel von Multimaterialbauteilen weiter, so bietet das Fügen durch Umformen die Möglichkeit, zwei Prozessschritte zu vereinen. Am PtU wird dies zum einen durch einen selbstentwi-

ckelten Prüfstand zur Untersuchung des Kollisions-schweißens umgesetzt. Zum anderen können durch Fließpressen Werkstoffe in Folge der hohen plastischen Deformation stoffschlüssig gefügt werden. Beide Verfahren ermöglichen es, sowohl artgleiche als auch artungleiche Materialien wie Stahl und Aluminium, die sich mittels thermischer Fügeverfahren nur bedingt verbinden lassen, zu fügen.

Darüber hinaus wird das intrinsische Vorspannen von Stegblechen mittels Faserkunststoffverbunden intensiv erforscht.

The growing requirements of a sustainable resource management has led to a research focus in material and structural lightweight design. Within this focus, it is the aim to achieve sustainability in the production as well as in the product life cycle. Therefore, the combination of different materials as in composites seems to be a suitable approach. The manufactured composites stand out by significantly higher specific mechanical properties compared to those of the single materials. In this context, the department Smart Structures at PtU concentrates on the investigation of forming and production fundamentals in the field of generating and the processing of composites and multifunctional parts. To satisfy a sustainable material usage, the three-dimensional forming behavior of paperboard is investigated intensively. Here, the focus is set on the clarification of the forming mechanisms of paperboard as well as on the adaptation of established metal forming processes like incremental forming or hydro-mechanical forming to the requirements of paperboard.

Processing of Composite Materials – The use of composite materials has contributed significantly to the weight reduction in transportation. The combination of materials with fundamentally different mechanical properties leads to new challenges in production engineering. Subsequently, existing concepts have to be adapted or new processes have to be developed. In this context, the collar forming of sandwich panels (steel – polymer – steel) is investigated. Also the shear cutting of sandwich panels (aluminum – polymer – aluminum) was evolved to the new requirements within the completed project: “Dry Shear Cutting of Sandwich Panels”

Manufacture of Multifunctional Components – Investigations on the manufacture of multifunctional parts include the integration of sensors and actuators by rotary swaging into structural elements. These components enable a continuous structure monitoring and the possibility to initiate countermeasures in case of an overload. Fur-

thermore, the manufacture process can be monitored and controlled by evaluating sensor signals in real time.

Joining by forming – Joining by forming enables the combination of the manufacturing process of compounds with the subsequent molding process. Therefore, a test rig for the investigation of the fundamentals of collision welding was developed at PtU. Furthermore, compounds are joined due to high plastic deformations by cold extrusion. Both processes enable the joining of similar materials as well as of dissimilar materials like steel and aluminum. The phenomenological basics which lead to a resilient joint by cold pressure welding or collision joining, are in scope of the department's research. In the long term, these projects aim at a safe, predictable and robust design of new processes and components.

Additionally, the intrinsic preload of stringer sheets by fiber-plastics is under intense investigation.

Beschäftigte (Stand 1. November 2017):
Staff (standings per November 1st, 2017):

Philipp Stein, M. Sc.
(Abteilungsleiter | Head of department)
Wilken Franke, M. Sc.
Christiane Gerlitzky, M. Sc.
Dominic Griesel, M. Sc.
Henning Husmann, M. Sc.
Martin Krech, M. Sc.
Arne Mann, M. Sc.
Benedikt Niessen, M. Sc.

Übersicht über die laufenden und im Jahr 2017 abgeschlossenen Projekte:

1. Untersuchung und gezielte Verstärkung des stoffschlüssigen Fügens durch Verfahren der Kaltmassivumformung (DFG – SPP 1640, Teilprojekt A3)
2. Untersuchung der Bildungsmechanismen der Fügezone beim Kollisionsschweißen (DFG – SPP 1640, Teilprojekt A5)
3. Integration von Funktionsmaterialien (DFG – SFB 805, Teilprojekt B4)
4. Vorgespannte, hybride Stegblechstrukturen (DFG)
5. Multifaktorielle Überwachungsregeln in industriellen Mehrstufenprozessen (Hessen Agentur)
6. Neue Produkte aus Papier durch hydromechanische Papierumformung (AiF – VDP)

7. Fertigung dreidimensional geformter Komponenten auf Papierbasis (LOEWE-Schwerpunkt BAMP! (Bauen mit Papier))
8. Kragenziehen von Sandwichblechen (AiF – EFB)
9. Inkrementelle Umformung von Papier mit Hilfe der 3D-Servo-Press (DFG – SFB 805, abgeschlossen)

Overview of ongoing and completed projects in 2017:

1. Investigation and enhancement on bonding by cold bulk metal forming processes (DFG – SPP 1640, subproject A3)
2. Investigation of the formation mechanisms of the bonding zone in collision welding (DFG – SPP 1640, subproject A5)
3. Integration of Function Materials (DFG – SFB 805, subproject B4)
4. Prestressed, hybrid stringered sheets (DFG)
5. Multifactorial monitoring rules in industrial multi-stage processes (Hessen Agentur)
6. New paperboard products by hydro-mechanical forming (AiF – VDP)
7. Manufacturing of three-dimensional shaped paper-based components (LOEWE – Research Cluster – BAMP! (Building with Paper))
8. Collar Forming of sandwich panels (AiF – EFB)
9. Incremental forming of paper by the 3D-Servo-Press (DFG – SFB 805, completed)



Philipp Stein, M. Sc.
☎ +49 6151 16 230 47
✉ stein@ptu.tu-darmstadt.de

Kragenziehen von Sandwichblechen

Hole-flanging of sandwich sheets



Dominic Griesel, M. Sc.

+49 6151 16 233 16

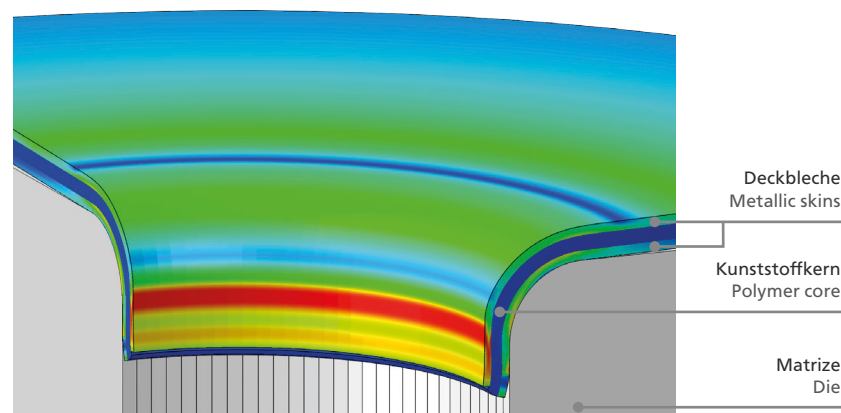
griesel@ptu.tu-darmstadt.de

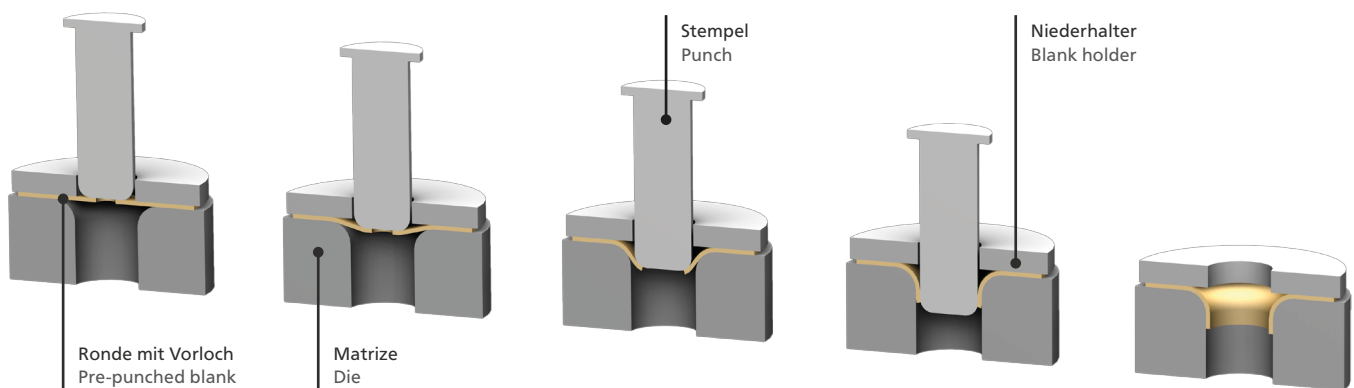
Motivation – Steigende Anforderungen an Bauteile hinsichtlich Gewichts- und Energieeinsparungen fordern den Einsatz neuartiger Leichtbauwerkstoffe. Sandwichbleche – bestehend aus zwei steifen, metallischen Deckblechen und einem leichten, schubweichen Kern – bieten eine optimale Kombination aus biegesteifer Struktur und geringem Gewicht. Durch den schichtweisen Aufbau wird bei gleichbleibender Steifigkeit eine deutliche Gewichtsreduktion gegenüber monolithischen Blechen erreicht. Aufgrund der meist polymeren Kernwerkstoffe sind konventionelle Fügeverfahren für Sandwichbleche jedoch nur bedingt geeignet. Beispielsweise kann die Kriechneigung von Kunststoffen beim Einsatz mechanisch vorgespannter Fügelemente zu einem Verlust der Vorspannkraft führen. Durch Kragenziehen (Bild 01) werden Verzweigungen in Blechen geschaffen, die gezielt als versteifte Fügestellen genutzt werden können.

Zielsetzung – Ziel des Projekts ist die Entwicklung einer Technologie zur Auslegung von versteiften Anbindungsstellen auf Basis des Kragenziehens. Dazu wird eine Modellvorstellung entwickelt, die neben den untersuchten Sandwichblechen auf andere Materialpaarungen übertragen werden kann.

Lösungsweg – Zu Beginn wurde ein numerisches Modell (Bild 02) aufgebaut, das die Entwicklung eines modularen Versuchswerkzeugs unterstützt. In umfangreichen Versuchsreihen werden verschiedene Prozess- und Geometrieparameter variiert und deren Einflüsse sowie Prozessgrenzen untersucht. Parallel dazu erfolgt die kontinuierliche Erweiterung und Optimierung des FE-Modells. Nach der Beherrschung des Prozesses werden verschiedene Konzepte für Fügeverbindungen gestaltet und deren Festigkeit geprüft. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen in einer analytischen Modellvorstellung zusammengeführt werden, die es ermöglicht, auch nicht explizit untersuchte Materialkombinationen auszulegen.

Danksagung – Die hier dargestellten Forschungsarbeiten finden im Rahmen des IGF-Vorhaben 18773 N der Forschungsvereinigung Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e.V. (EFB) statt. Dieses wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Ferner bedanken wir uns bei allen Industriepartnern, die das Forschungsprojekt „Kragenziehen von Sandwichblechen“ unterstützen.





[01]

Motivation – Rising requirements regarding mass and energy savings of machine components lead to increased usage of novel lightweight materials. Sandwich sheets which consist of two stiff metallic skins and a lightweight core with low shear stiffness provide an optimal combination of high bending stiffness and low weight. Due to the layered structure, a significant weight reduction can be achieved compared to monolithic sheets with equal stiffness. Since the core materials are often polymers, using conventional joining technologies for sandwich sheets is only suitable to a limited degree. For instance, the creep tendency of polymer can result in a loss of pre-load forces when using mechanical fasteners. Through hole-flanging (figure 01) it is possible to create branches in sandwich sheets which can be specifically used as reinforced joints.

Aim – The goal of this project is the development of a technology for the design of reinforced joints through hole-flanging. For this purpose, an analytical model will be devised which can be applied to other material combinations than the studied sandwich sheets.

Approach – At the start, a numerical model (figure 02) has been developed, which supports the design of a modular experimental tool. In an extensive series of experiments different process and geometry parameters will be varied in order to study their effects on the hole-flanging process and its limits. In parallel, the FE model will be continu-

ously extended and optimized. After the process is understood and controlled, several concepts for joints will be designed and evaluated in terms of joint strength. The findings of this research will be included in an analytical model in order to design hole flanges in other material combinations which have not been explicitly tested within the scope of these studies.

Acknowledgement – The research presented here is taking place within the IGF project 18773 N of the European Research Association for Sheet Metal Working (EFB). It is supported via the AiF within the funding programme “Industrielle Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF)” by the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy (BMWi) due to a decision of the German Parliament. Furthermore, we would like to thank all industry partners supporting the research project “Hole-flanging of sandwich sheets”.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Abbildung [01]
Prozessablauf Kragenziehen

Figure [01]
Process sequence of hole-flanging

Abbildung [02]
FE-Modell eines kragengezogenen Sandwichblechs (90°-Ausschnitt)

Figure [02]
FE model of a hole-flanged sandwich sheet (90° section)

Neue Produkte aus Papier durch hydromechanische Papierumformung

New products made of paper by hydromechanical forming of paperboard



Wilken Franke, M. Sc.

+49 6151 16 233 58

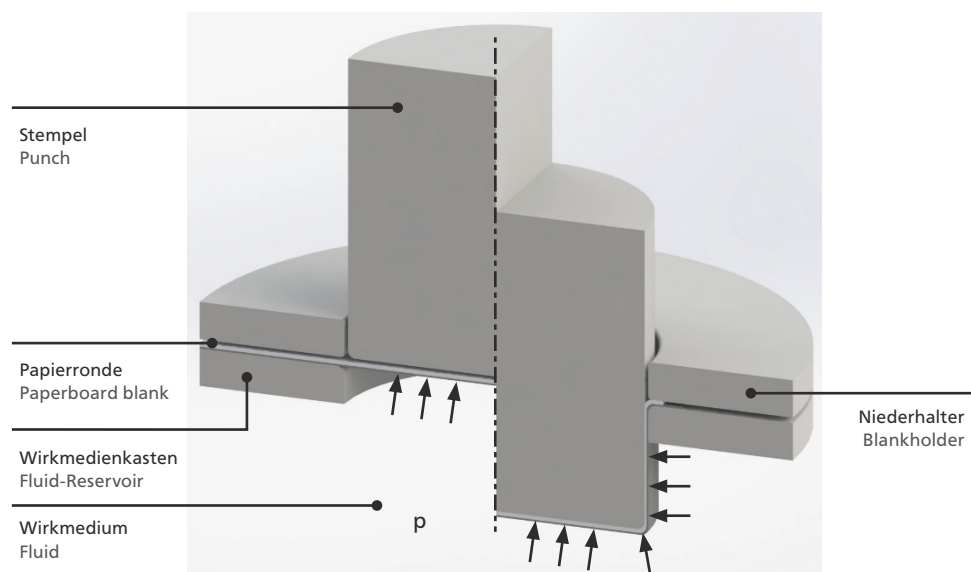
franke@ptu.tu-darmstadt.de

Motivation und Zielsetzung – Der Einsatz von papierbasierten Werkstoffen stellt eine ökologische und günstige Alternative zum Einsatz von rohölbasierten Kunststoffen dar. Obwohl mit dem konventionellen Tiefziehen ausgeprägte Näpfe hergestellt und mittels wirkmedienbasierter Umformung die Faltenbildung deutlich reduziert werden kann, sind kaum umformtechnisch hergestellte Produkte aus Papier am Markt erhältlich. Hauptgrund hierfür ist die mangelnde Qualität der tiefgezogenen Bauteile sowie die langen Prozesszeiten bei der wirkmedienbasierten Umformung. Ziel des Vorhabens ist es daher, die Vorteile beider Verfahren im hydromechanischen Tiefziehen zu vereinen, um die Wirtschaftlichkeit umformtechnisch gefertigter Papierbauteile zu verbessern.

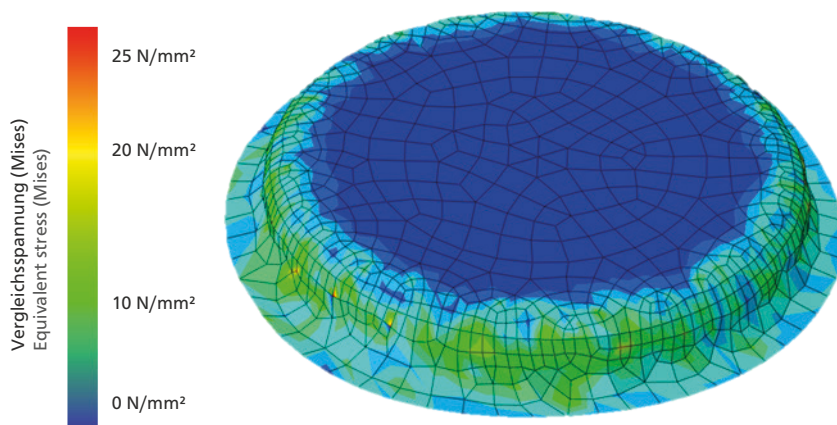
Lösungsweg – Die gewählten Recycling- und Frischfaserkartone werden zunächst charakterisiert, um die numerische Abbildung des Prozesses zu ermöglichen. Hierbei ist die Abbildung des Papiers als dreidimensionales, plastisch verformbares und richtungsabhängiges Kontinuum vorgesehen. Darüber hinaus werden die Materialeigenschaften hinsichtlich ihres Umformvermögens verglichen. Parallel wird ein Versuchswerkzeug zur hydro-

mechanischen Umformung von Papier entwickelt und konstruiert. Das Werkzeug ist für einen Druck von bis zu 100 bar ausgelegt. In vorherigen Untersuchungen hat sich bereits bei einem Gegendruck von 30 bar eine Erweiterung der Formgebungsgrenzen gezeigt. Damit das Werkstückmaterial nicht mit dem Wirkmedium (Öl) in Kontakt tritt, wird ein Elastomer als Trennschicht eingesetzt. Zur Auslegung der Formgeometrie dient das numerische Modell.

Danksagung – Die hier dargestellten Forschungsarbeiten fanden im Rahmen des IGF-Vorhaben 18331 N der Forschungsvereinigung Kuratorium für Forschung und Technik der Zellstoff- und Papierindustrie im Verband Deutscher Papierfabriken e. V. (VDP) statt. Dieses wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Ferner bedanken wir uns bei allen Industriepartnern, die das Forschungsprojekt „Neue Produkte aus Papier durch hydromechanische Papierumformung“ unterstützt haben.



[01]



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

[02]



Forschungsnetzwerk
Mittelstand



Industrielle
Gemeinschaftsforschung

Abbildung [01]
Prozessschema hydromechanisches
Tiefziehen

Figure [01]
Process scheme hydro-mechanical
deep-drawing

Abbildung [02]
FE-Modell eines tiefgezogenen
Papierbauteils

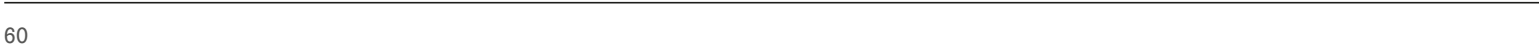
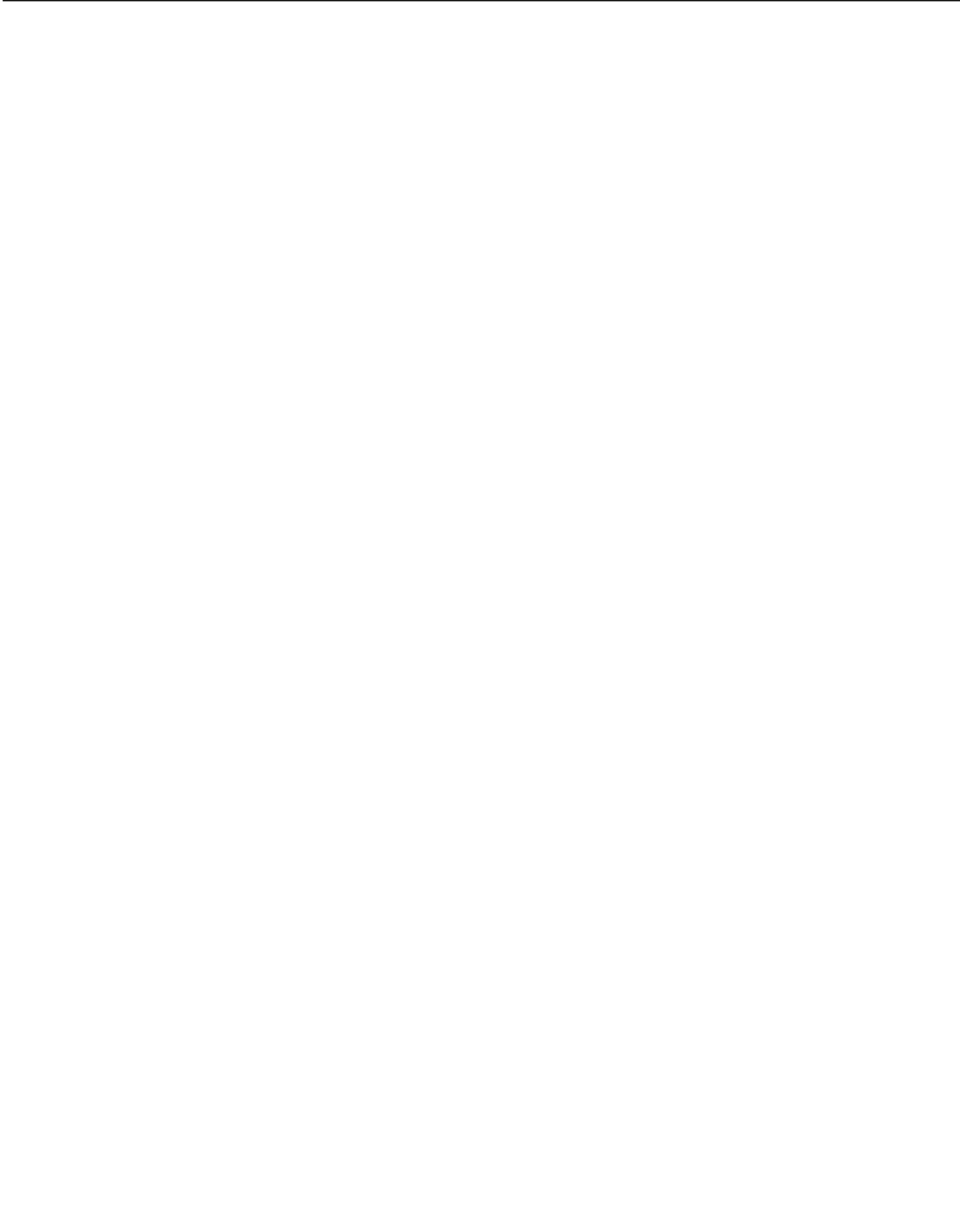
Figure [02]
FE model of a deep drawn
paperboard part

Motivation and Aim – The use of paper-based materials represents an ecological and cost-effective alternative to the use of plastics. Hardly any drawn products made of paper are available on the market. Nevertheless, conventional deep-drawn cups can be produced and wrinkle formation can be significantly reduced by means of media-based forming. The main reason for this is the lack of quality of the deep-drawn components as well as the long process times during the media-based forming. The aim of the project is therefore to combine the advantages of both processes in hydro-mechanical forming in order to improve the profitability of drawn components made of paper.

Approach – At first, the selected recycled and fresh fiber cartons are characterized to enable the numerical modelling of the process. The material is modeled as a three-dimensional, plastically deformable and direction-dependent (anisotropic) continuum. In addition, the material properties are compared with respect to their forming ability. In parallel, a test tool for the hydro-mechanical forming of paper is developed and designed. The tool is made for a pressure of up to 100 bar. In previous studies, an expansion of the forming limits has already been shown at a counter pressure of

30 bar. In order to separate the workpiece material from the working medium (oil), an elastomer is used as a separating layer. The numerical model is used to determine the shape geometry.

Acknowledgement – The shown research works take place in the IGF-project 18331 N of the Research Association Board of trustess for Research and Technology of the German Pulp and Paper Association.



Abgeschlossene Dissertationen *Completed dissertations*

Bewertung von Einflussgrößen auf die Reib-
verhältnisse in der Blechumformung
und deren Korrelation mit numerisch ermittelten
Belastungsverläufen Seite 62

Evaluation of influencing variables on the friction
conditions in sheet metal forming and their corre-
lation with numerically determined load courses Page 62

Bestimmung von Temperaturen und
deren Einflüsse auf tribologische Systeme der
Kaltmassivumformung Seite 63

Determination of temperatures and their
influences on the tribological system in cold
forging processes Page 63

Methodik zur Regelung von Bauteileigenschaften
in Umformprozessen Seite 64

Methodology for controlling product properties
in forming processes Page 64

Bewertung von Einflussgrößen auf die Reibverhältnisse in der Blechumformung und deren Korrelation mit numerisch ermittelten Belastungsverläufen

Evaluation of influencing variables on the friction conditions in sheet metal forming and their correlation with numerically determined load courses



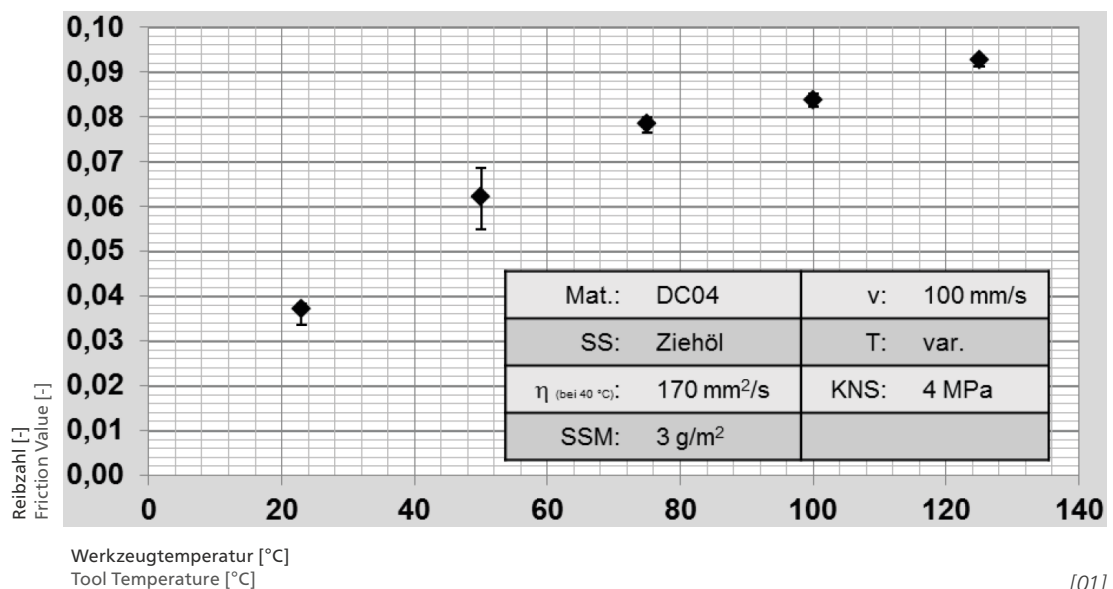
Dr.-Ing. Manuel Ludwig

Abbildung [01]
Einfluss der Werkzeugtemperatur auf die Reibzahl

Figure [01]
Influence of the tool temperature on the friction value

Das Ergebnis von Umformprozessen, wie dem Tiefziehen von Blechen, zeichnet sich durch eine hohe Abhängigkeit von den vorherrschenden Reibverhältnissen aus. Es ist daher ein ständiges Bestreben, diese für die Prozessauslegung möglichst genau abzubilden. Im Rahmen dieser Dissertation wurde durch die Bewertung von Einflussgrößen auf die Reibverhältnisse (bspw. der Werkzeugtemperatur wie in Abbildung 01 dargestellt) und dem Abgleich mit numerischen Simulationen die Auslegung von Umformprozessen mittels numerischer Modelle verbessert. Es wird die Frage beantwortet, inwieweit die Annahme konstanter Parameter bei der Reibwertermittlung vertretbar ist. Die grundlegenden Untersuchungen schaffen das notwendige Wissen, um Reibwertabhängigkeiten in weiterführenden Arbeiten zur Ermittlung von Reibmodellen in Abhängigkeit der Vorbelastung nutzen zu können.

The result of forming processes, such as deep drawing of sheet metal, is characterized by a high dependence on friction. Therefore, a precise modeling of friction is a constant objective to improve the process design. Within the scope of this dissertation, the evaluation of influencing variables on friction (e.g., the tool temperature, see figure 01) and the comparison with numerical simulations improved the design of forming processes by means of numerical models. This study addresses the question as to what extent the assumption of constant parameters in the friction value determination is justifiable. The basic investigations provide the necessary knowledge to utilize friction dependencies in further works to determine friction models depending on the preload.



[01]

M. Ludwig (2017):
Bewertung von Einflussgrößen auf die Reibverhältnisse in der Blechumformung und deren Korrelation mit numerisch ermittelten Belastungsverläufen,
Dissertation, Technische Universität Darmstadt
(Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen), Shaker Verlag

Bestimmung von Temperaturen und deren Einflüsse auf tribologische Systeme der Kaltmassivumformung

Determination of temperatures and their influences on the tribological system in cold forging processes

Verfahren der Kaltmassivumformung, wie das Voll-Vorwärts-Fließpressen, zeichnen sich neben einer hohen Produktivität und Materialausnutzung durch die Möglichkeit der Fertigung endkonturnaher Bauteile aus. Schwankende Werkzeugtemperaturen können neben der finalen Bauteilgeometrie auch die Leistungsfähigkeit der Schmierstoffsysteme beeinflussen. Bei Überschreiten kritischer Temperaturen versagt das Schmierstoffsystem, was zu Verschleiß am Werkzeug und Ausschussteilen führen kann. Durch Tribometeruntersuchungen konnte gezeigt werden, dass der Reibwert von Einschichtschmierstoffen mit zunehmender Temperatur zuerst absinkt, bevor er wieder ansteigt und es bei Übersteigen der kritischen Temperaturen zum Versagen des Schmierstoffes kommt. Darüber hinaus konnten Potentiale für eine Einstellung optimierter Werkzeugtemperaturen, durch die Entwicklung einer Methodik zur Messung der Temperatur in der Werkzeug-Werkstück-Schnittstelle, aufgezeigt werden.

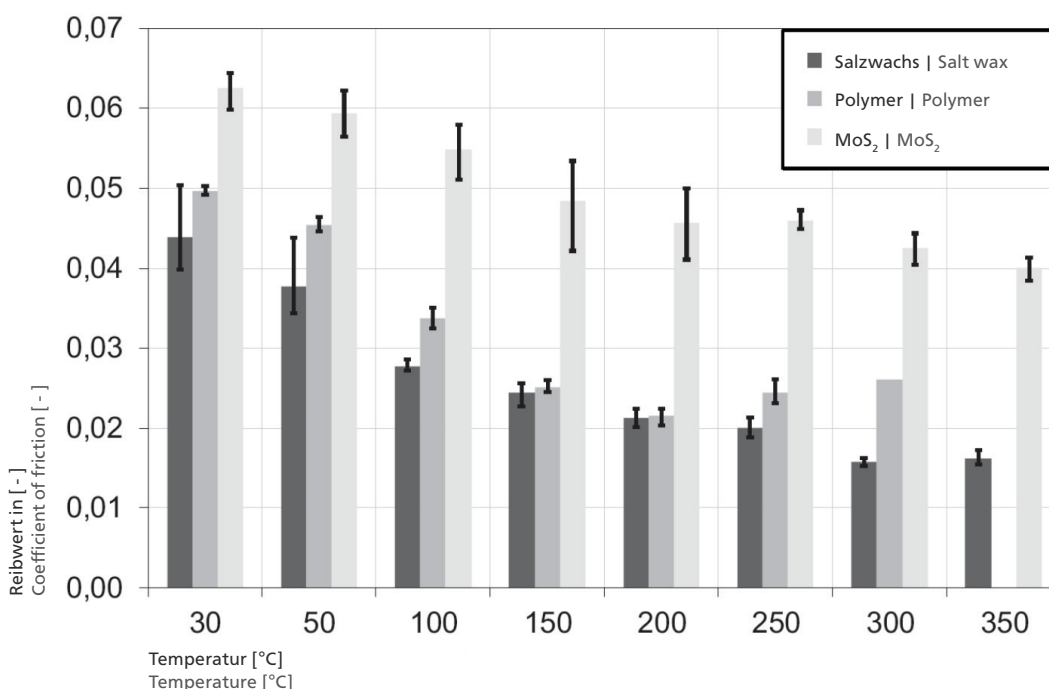
Cold forging processes, such as full-forward extrusion, provide a high dimensional accuracy, a good material utilization and the possibility of near net shape components. Fluctuating tool temperatures can influence the final component geometry in addition to the performance of the lubricating system. If critical temperatures are exceeded, the lubricant system fails which can lead to wear on the tool and parts. Research by means of a tribometer has shown that the coefficient of friction of single-layer lubricants decreases first with increasing temperature then it rises again and the lubricant fails by exceeding a critical temperature. In addition, a potential for optimized tool temperatures could be demonstrated by developing a methodology for measuring the temperature in the tool-workpiece interface.



Dr.-Ing. Sebastian Zang

Abbildung [01]
Reibwerte in Abhängigkeit der Temperatur für drei Einschichtschmierstoffe

Figure [01]
Coefficient of friction depending on the temperature for three single-layer lubricants



S. Zang (2017):
Bestimmung von Temperaturen und deren Einflüsse auf tribologische Systeme der Kaltmassivumformung, Dissertation, Technische Universität Darmstadt (Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen), Shaker Verlag

[01]

Methodik zur Regelung von Bauteileigenschaften in Umformprozessen

Methodology for controlling product properties in forming processes



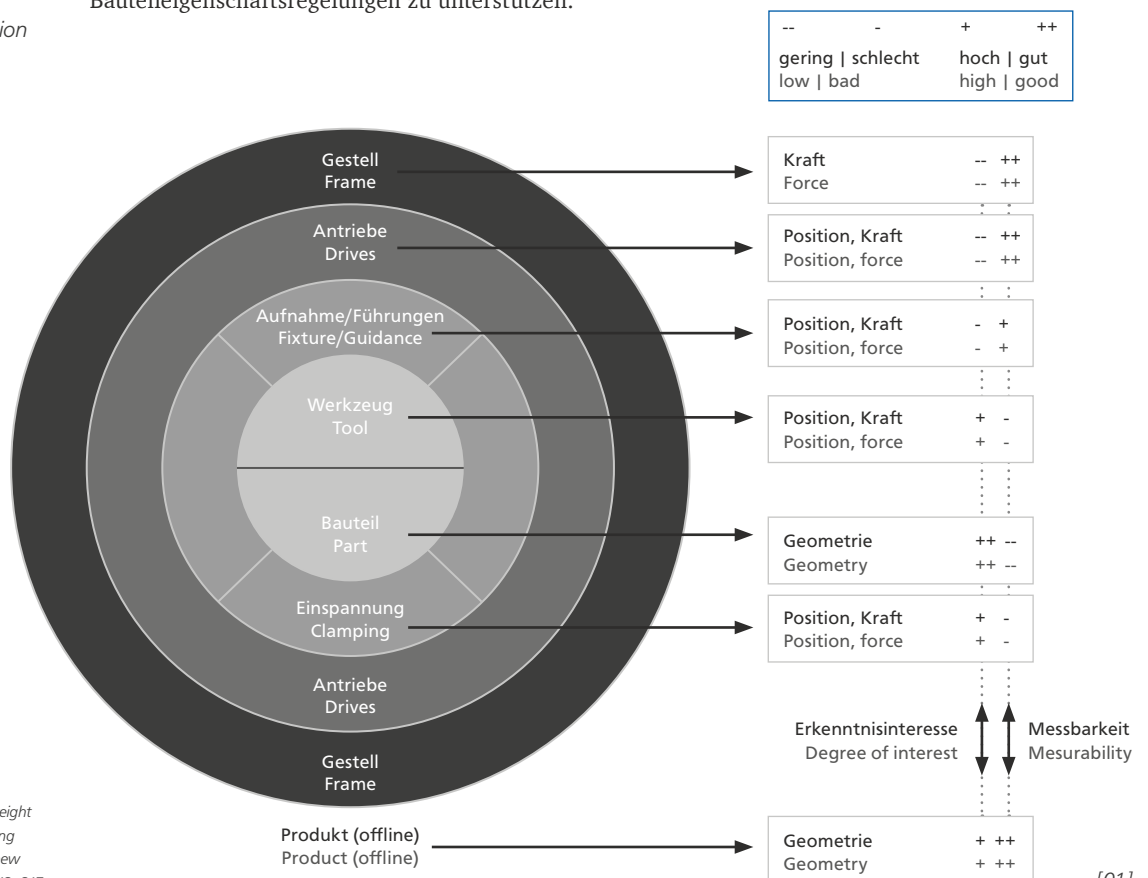
Dr.-Ing. Stefan Calmano

Abbildung [01]
Herausforderungen der Sensorintegration in einen Umformprozess

Figure [01]
Challenges of sensor integration in a forming system

Die moderne Umformtechnik zeichnet sich durch hohe Produktivität sowie Materialausnutzung, aber auch durch einen hohen Kapitalbedarf für Investitionen in Anlagen und Werkzeuge sowie eine eingeschränkte Flexibilität und Anpassungsfähigkeit. Eine Erhöhung der Qualitätsanforderungen, d. h. eine Einengung von Fertigungstoleranzen, steht dabei im Konflikt mit einer effizienten Kapitalausnutzung und einer wirtschaftlichen Reduktion der auf das Prozessergebnis wirkenden Störungen. Ziel ist es daher, das Produktionssystem mit den nötigen Einrichtungen auszustatten, damit es automatisiert auf Störungen reagieren kann. Im Rahmen dieser Dissertation wurden Maßnahmen, die diesen Herausforderungen begegnen, identifiziert und in einer Methodik zusammengefasst, um die effiziente und zielgerichtete Entwicklung und Implementierung von Bauteileigenschaftsregelungen zu unterstützen.

Modern forming technology is characterized by high productivity and material utilization, but also by a high capital requirement for investments in equipment and tools, as well as limited flexibility and adaptability. An increase in the quality requirements, i.e. a tightening of production tolerances, conflicts with an efficient capital utilization and an economic reduction of the disturbances affecting the process result. Therefore, the goal is to equip the production system so that it can react automatically to disturbances. Within the scope of this dissertation, measures that address these challenges have been identified and integrated into a methodology to support the efficient and targeted development and implementation of closed-loop control of product properties.



S. Calmano, S. Schmitt, P. Groche (2013)
Prevention of overdimensioning in light-weight structures by control of uncertainties during production. International conference on new developments in forging technology, S. 313-317



Veröffentlichungen | Publications

Peter Groche; D. Übelacker; P. Stein;
F. Steinbach; A. E. Tekkaya
*Experimental and analytical investigation
of the force requirements in shear cutting of
metal-polymer-metal composites*
International Journal of Material Forming,
03/2017, DOI: 10.1007/s12289-017-1343-x,
1–12, Springer

Philipp Stein; W. Franke; F. Hoppe; D. Hesse;
K. Mill; P. Groche
*Control of Anisotropic Shape Deviation in Single
Point Incremental Forming of Paperboard*
Proceedings of ESAFORM2017, 04/2017,
ISBN: 978-0-7354-1580-5, 1–6,
American Institute of Physics

Peter Groche; F. Hoppe; J. Sinz
*Stiffness of multipoint servo presses:
Mechanics vs. control*
CIRP Annals – Manufacturing Technology, 66,
04/2017, ISSN: 0007-8506, 373–376, Elsevier

Peter Groche; V. Monnerjahn; M. Neuwirth;
P. Mahajan; S. Köhler et al.
*Manufacturing Integrated Design – Sheet Metal
Product and Process Innovation*
Springer Buch, 1, 2017, ISBN: 978-3-319-52376-7,
Springer

Peter Groche; S. Köhler; H. Husmann; C. Kurpiers
Erweiterung von Grenzen der Stegblechumformung
wt-online, 10, 2017, Springer

Peter Groche; T. Traub; J. Hohmann
Industrie 4.0 beim Walzprofilieren
Blechnet 1, 2017, 11, Vogel Business Media

Peter Groche; P. Felber; J. Hohmann; T. Traub
*Der Weg in die Digitalisierung – Kompetenzzentrum
als Unterstützung*
Blechnet 4, 2017, 78–79, Vogel Business Media

Tilman Traub; X. Chen; P. Groche
*Experimental and numerical investigation of the
bending zone in roll forming*
International Journal of Mechanical Sciences,
131–132, 2017, DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijmecsci.2017.07.056>, 956–970, Elsevier

Viktor Recklin; F. Dietrich; P. Groche
*In-situ-measurement of the friction coefficient in
the deep drawing process*
Proceedings of IDDRG2017, 07/2017

Johannes Hohmann; T. Schatz; P. Groche
*Intelligent Wear Identification Based on Sensory
Inline Information for a Stamping Process*
Proceedings of 5th International Conference on
Advanced Manufacturing Engineering
and Technologies (NEWTECH 2017), 06/2017,
ISBN: 978-3-319-56429-6, 285–297, Springer

Peter Groche; Johannes Hohmann;
H. Becker; S. Höhr; M. Birkhold; L. Vey;
W. Baum; W. Faulhaber; M. Ludwig;
M.-P. Gruner; S. Hoher; D. Gruß
*Der Weg zu Industrie 4.0 in der Produktion.
BMBF Zukunftsprojekt RobIN 4.0 –
Robustheit durch Integration, Interaktion,
Interpretation und Intelligenz*
1, 04/2017, ISBN: 978-3-87525-418-1,
Meisenbach Verlag

Martin Krech; A. Trunk; P. Groche
*Controlling the sensor properties of smart structures
produced by metal forming*
International Conference on the Technology of Pla-
sticity, ICTP 2017, 09/2017, Procedia Engineering

Martin Krech; P. Groche
*Robust force and torque measurements by integra-
ted sensors in hollow shafts*
SENSOR 2017 – 18th International Conference on
Sensors and Measurement Technology, 05/2017,
ISBN: 978-3-9816876-4-4, 511–515, AMA Science

Arne Mann; P. Groche
*Auslegung eines biegesteifen Verbunds auf Grund-
lage kragengezogener Kernelemente*
23. Sächsische Fachtagung Umformtechnik,
Den Eigenschaften Form geben, 11/2017,
ISBN: 978-3-86780-503-2, 111–118,
Technische Universität Dresden

Peter Groche; J. Hohmann; W. Schmidt;
M. Brenneis; T. Traub; P. Kramer; V. Recklin
Spatially resolved force sensing in forming processes
International Cold Forging Group 49th Plenary
Meeting, 04.–07.09.2016, Stuttgart, Deutschland

Philipp Kramer; P. Groche
*Experimental and Numerical Tribological Inves-
tigations of Thread Rolling Operations based on
Direct Force Measurement*
6th Word Tribology Conference 2017, WTC 2017,
17.–22.09.2017, Beijing, China

Jörn Niehuesbernd; V. Monnerjahn; E. Bruder;
P. Groche; C. Müller
*Improving the formability of linear flow split
profiles by laser annealing*
Materialwissenschaft und Werkstofftechnik,
2016, 47, No. 12, 1174–1181, WILEY-VCH Verlag
GmbH & Co. KGaA

Peter Groche; V. Monnerjahn; M. Özel; Y. Yu
Remote joining by plastic deformation in the process of linear flow splitting
Journal of Materials Processing Technology, 246 (2017), 262–266, Elsevier

Vinzent Monnerjahn; M. Lobers; P. Groche
Simultaneous Forming and Joining by Linear Flow Splitting – From Basic Mechanisms to the Continuous Manufacturing Line
Procedia Engineering, International Conference on the Technology of Plasticity, ICTP 2017, 17.–22.09.2017, Elsevier

Daniel Hesse; F. Hoppe; P. Groche
Controlling Product Stiffness by an Incremental Sheet Metal Forming Process
Procedia Manufacturing, Volume 10, 07/2017, ISSN 2351-9789, 276–285, Elsevier

Peter Groche; W. Franke; A. Ackermann
Ansätze zur verbesserten Umformung von Papier
wt-online, 10, 2017, Springer

Matthias Moneke; P. Groche
Counter measures to effectively reduce end flare
Proceedings of the 20th International ESAFORM Conference on Material Forming, AIP Conf. Proc. 1896, 04/2017, ISBN 978-0-7354-1580-5, 020006-1 – 020006-6, AIP Publishing

Matthias Moneke; P. Groche
Reduzierung der Rückfederung beim Trennen von Rollprofilen
FOSTA-Forschungsberichte, P 1037, 03/2017, ISBN 978-3-946885-13-9, Verlag und Vertriebsgesellschaft mbH, Düsseldorf

Peter Groche; C. Taplick; M. Özel; P. Mahajan; S. Stahl
Benefits of stress superposition in combined bending-linear flow splitting process
International Journal of Material Forming, 11/2016, ISSN 1960-6206, 1–11, Springer

Peter Groche; P. Volke; C. Gerlitzky; J. Ostrowski
Adaption von Kaltmassivumformprozessen auf Basis einer Temperaturerfassung
Neuere Entwicklungen in der Massivumformung, 2017, 05/2017, ISBN 978-3-947085-00-2, 227–236

Konrad Wegener; J. Mayr; M. Merklein; B.-A. Behrens; T. Aoyama; M. Sulitka; J. Fleischer; P. Groche; B. Kaftanoglu; N. Jochum; H.-C. Möhring
Fluid elements in machine tools
CIRP Annals, Volumen 66, 2/2017, ISSN 0007-8506, 611–634, Elsevier

Henning Husmann; P. Groche
Evaluation of Design Parameters for Hybrid Structures Joined and Prestressed by Forming
7. WGP-Jahreskongress, Aachen, 5.–6.10.2017, 10/2017, ISBN 978-3-86359-555-5, 71–78, Apprimus Verlag, Aachen

Peter Groche; P. Sticht
Maschinelles Oberflächenhämmern von Innenkonturen
wt-online, 106 (2016), 12/2016, 830–834, Springer-VDI-Verlag

Vorträge | Presentations

Philipp Stein; W. Franke; F. Hoppe; D. Hesse; K. Mill; P. Groche
Control of Anisotropic Shape Deviation in Single Point Incremental Forming of Paperboard
ESAFORM2017, 26.–28.04.2017, Dublin, Irland

Stefan Köhler; P. Groche
Continuous production line for multifunctional bifurcated sheet metal profiles
EMO Hannover 2017:
WGP-SYMPIOSIUM – Production for Tomorrow, EMO 2017, 21.09.2017, Hannover, Deutschland

Tilman Traub; C. Miks; P. Groche
Force Measurements Supporting the Set-Up Process in Roll Forming
1st Annual International Conference on Mechanical Engineering, 17.–20.07.2017, Athen, Griechenland

Johannes Hohmann; P. Groche
Lokale Kennwertermittlung zur Steigerung des Prozessverständnisses
Projektabschlussveranstaltung BMBF Verbundprojekt RobIN 4.0, 04.04.2017, Darmstadt, Deutschland

Johannes Hohmann; T. Schatz; P. Groche
Intelligent Wear Identification Based on Sensory Inline Information for a Stamping Process
5th International Conference on Advanced Manufacturing Engineering and Technologies, NEWTECH2017, 06.–09.06.2017, Belgrad, Serbien

Arne Mann; P. Groche
Auslegung eines biegesteifen Verbunds auf Grundlage kragengezogener Kernelemente
23. Sächsische Fachtagung Umformtechnik – 23. SFU, 07.–08.12.2016, Dresden, Deutschland

Arne Mann; P. Groche

Joint Mechanisms of the Collar-Connection-Element
2016 International Conference on Design and
Manufacturing Engineering ICDME 2016,
19.–21.11.2016, Auckland, Neuseeland

Michael Fiderer; P. Kramer

Ansätze zur Simulation vom Flachbackenwalzen
32. Jahrestreffen der Kaltmassivumformer,
22.–23. Februar 2017, Düsseldorf, Deutschland

Peter Groche

The challenge of total flexibility in metal forming
12th International Conference on Technology
of Plasticity, ICTP 2017, 17.–22.09.2017,
Cambridge, United Kingdom

Martin Krech; A. Trunk; P. Groche

*Controlling the sensor properties of smart
structures produced by metal forming*
12th International Conference on Technology
of Plasticity, ICTP 2017, 17.–22.09.2017,
Cambridge, United Kingdom

Peter Groche; F. Hoppe; T. Kessler

*Four steps towards fully automated
forming processes*
10th Forming Technology Forum, Model
Based Control for Smart Forming Processes,
12.–13.10.2017, Enschede, Niederlande

Philipp Kramer; P. Groche

*Experimental and Numerical Tribological Inves-
tigations of Thread Rolling Operations based on
Direct Force Measurement*
6th World Tribology Conference 2017, WTC 2017,
17.–22.09.2017, Beijing, China

Matthias Moneke; P. Groche

*Reduzierung der Rückfederung beim Trennen
von Rollprofilen*
10. Fachtagung Walzprofilieren 2017, WAPRO
2017, 20.02.2017, Darmstadt, Deutschland

Matthias Moneke; P. Groche

Counter Measures to effectively reduce End Flare
20th International ESAFORM conference on Ma-
terial Forming, ESAFORM2017, 26.–28.04.2017,
Dublin, Irland

Vinzent Monnerjahn; M. Lobers, P. Groche

*Simultaneous Forming and Joining by Linear
Flow Splitting – From Basic Mechanisms to the
Continuous Manufacturing Line*
12th International Conference on the Technology
of Plasticity, ICTP 2017, 17.–22.09.2017,
Cambridge, United Kingdom

Henning Husmann; P. Groche

*Evaluation of Design Parameters for Hybrid
Structures Joined and Prestressed by Forming*
7. WGP Jahreskongress 2017, 5.–6. Oktober 2017,
Aachen, Deutschland

Peter Groche; M. Krech; C. Gerlitzky

Product Enrichment Through Plastic Joining
Metal forming seminar in honor
of Prof. N. Bay, 06/2017

Peter Sticht; P. Groche

*Charakterisierung der Bearbeitungsenergie des ma-
schinellen Oberflächenhämmerns zur Einglättung
von Werkzeugoberflächen*
5. Workshop Machine Hammer Peening, WMHP,
02.–03.11.2016, Darmstadt, Deutschland

Thorsten Gröb; L. Wießner; E. Bruder; T. Faske;

W. Donner; P. Groche; C. Müller
*Magnetic hardening of Fe50Co50
by rotary swaging*
<https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2016.12.065>
Volume 428, 15.04.2017, Pages 255–259

Im Zeitraum vom 01.11.2016–31.10.2017

In the period of 01.11.2016–31.10.2017





Studium & Lehre
Study & Teaching



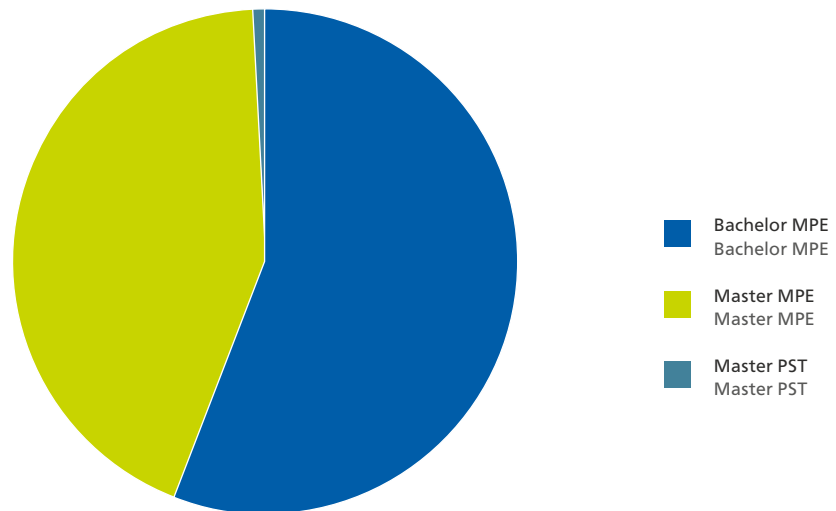
Lehrveranstaltungen

Courses

Am Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen (PtU) werden für Studierende der Studiengänge Mechanical and Process Engineering, Wirtschaftsingenieurwesen, Computational Engineering und Education, Lehrveranstaltungen aus dem Bereich der Produktionstechnik angeboten. Die Grundlagen der Produktionstechnik erlernen die Studierenden in der Basisvorlesung „Technologie der Fertigungsverfahren“. Das Verständnis für Produktionsprozesse wird hier durch praxisbezogene Fertigungsbeispiele, Bauteildemonstratoren und Fallstudien mit realen Problemstellungen aus der Industrie gefördert. In den folgenden Semestern kann das Basiswissen in verschiedenen weiterführenden Vorlesungen vertieft werden. Hierzu zählen die Vorlesungen „Umformtechnik I + II“ und „Maschinen der Umformtechnik I + II“. Schwerpunkte dieser Vorlesungen sind die Grundlagen der Plastomechanik und Tribologie, Umformtechnologien und die dafür erforderlichen Maschinen sowie Fertigungs- und Handhabungsvorrichtungen. Des Weiteren stellt die Vorlesung „Laser in der Fertigung“ die Grundlagen und Anwendungsgebiete der lasertechnischen Materialbearbeitung dar. Erweitert wird das Lehrangebot durch die Vorlesungen „Prozessketten in der Automobilindustrie I + II“ und „Fertigungsgerechte Maschinenkonstruktion I + II“. Beide Vorlesungen werden von externen Dozenten gehalten, wodurch ein tiefer Einblick in die industrielle Praxis sowie in das fertigungsgerechte Gestalten ermöglicht wird. Zusätzlich wird zum erfolgreichen Abschluss des Sonderforschungsbereichs 666 die interdisziplinäre Projektvorlesung „Innovative Produkte aus Blech“, welche die Entstehung von integralen Blechbauteilen behandelt, in diesem Jahr zum letzten Mal angeboten. Das umfangreiche Vorlesungsangebot wird durch die FE-Tutorien „Umformtechnik“ und „Modellbildung“ sowie die Tutorien „Stahl fliegt“ und „Steuerung und Regelung von Umformmaschinen“ ergänzt. Neben dem Lehrangebot besteht für Studierende die Möglichkeit, ihr Wissen im Rahmen von Bachelor- und Masterarbeiten sowie in Advanced Design Projects und Advanced Research Projects anzuwenden.

The Institute for Production Engineering and Forming Machines (PtU) offers a broad range of courses in the field of production engineering to students majoring in mechanical and process engineering, industrial engineering, computational engineering and education. The students receive their first impression of the extensive field of production engineering in the basic course “Production Technology”. The understanding of production processes is expanded on the basis of manufacturing examples. Case studies additionally provide the opportunity to solve industrial tasks. In the successive semesters, the already gained basic knowledge can be extended in the compulsory selective courses “Forming Technologies I + II” and “Forming Machines I + II”. The focus in these lectures is set on the basics of plastomechanics and tribology, forming technologies and the necessary machines, manufacturing and handling facilities. The lecture “Laser in Manufacturing” also introduces students to the basics and fields of applications of lasers used for industrial material processing. The range of lectures is complemented by the courses “Process Chains in the Automotive Industry I + II” and “Machine Design I + II”. Both courses are held by industrial guest lecturers who are able to provide a deeper insight into the industrial practice as well as into the production-oriented design. In addition, with the successful completion of the Collaborative Research Center 666 the interdisciplinary SFB-Project lecture takes place for one last time in this year. Furthermore, the FE-tutorials “forming process” and “modelling” as well as the tutorials “Airborne Steel” and “Control of Forming Machines” are offered for supplementing the wide range of lectures. Besides all the lectures, the students have the possibility to apply their knowledge in Bachelor and Master theses, as well as advanced design projects and advanced research projects.

	Titel Title	Inhalte Topics	Durchführung Held by
Vorlesungen Lectures	Technologie der Fertigungsverfahren Production Technology	Randbedingungen und Ziele der Fertigungstechnik Grundlagen und Verfahren des Urformens und Umformens Beispiele aus der Fertigung Boundary conditions and aims of the production technology Fundamentals and processes of primary shaping and forming technologies Examples from real life production	Prof. P. Groche Prof. P. Groche
	Laser in der Fertigung Laser in Manufacturing	Grundlagen der Lasertechnik, Lasertypen, Materialbearbeitung mit Laser, Rapid Prototyping und Lasersicherheit Basics of laser technology, material processing by means of Lasers, rapid prototyping and laser safety	Prof. P. Groche Prof. P. Groche
	Umformtechnik I + II Metal Forming I + II	Technische und wirtschaftliche Grundlagen, Metallkunde, Plastomechanik und Tribologie, Verfahren der Blech- und Massivumformung Technical and economical basics, metallurgy, plastomechanics 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
	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 SFB 666 TeilprojektleiterInnen Prof. P. Groche and CRC 666 Project Leaders
	Prozessketten in der Automobilindustrie I + II Process Chains in the Automotive Industry I + II	Automobilindustrie und Nutzfahrzeuge, Pilot- und Vorserienfertigung, Produktionshochlauf und Markteinführung Automotive and utility vehicle industry, pilot production and market introduction	Dr.-Ing. H. Steindorf, Daimler AG Dr.-Ing. H. Steindorf, Daimler AG
	Fertigungsgerechte Maschinenkonstruktion I + II Machine Design I + II	Vertiefung bereits bekannter Konstruktionsprinzipien, Auslegen und Detaillieren von Einzelteilen und Baugruppen in Übungen Deepening of existing design principles, Design and dimensioning of individual parts and assemblies in practice sessions	Dr.-Ing. M. Scheitza Dr.-Ing. M. Scheitza
Tutorien Tutorials	Tutorium „Stahl fliegt“ Tutorial “Stahl fliegt”	Konstruktion und Fertigung eines flugfähigen Objekts aus Stahlwerkstoffen (Studierendenwettbewerb „Stahl fliegt“) Design and construction of a flying object only made from steel products (student competition “Stahl fliegt”)	Prof. P. Groche und MitarbeiterInnen Prof. P. Groche and staff
	Tutorium Umformtechnik Tutorial Forming Technologies	Bearbeitung einer Aufgabenstellung aus der Ingenieurspraxis mit Hilfe der Finiten-Elemente-Methode sowie die Einarbeitung in das FE-Software Paket Abaqus 6.12 Real-life-task from practice: Application of the Finite Elements Analysis as well as the familiarization with the FE-software package Abaqus 6.12	Prof. P. Groche und MitarbeiterInnen Prof. P. Groche and staff
	Tutorium Modellbildung Tutorial Modelling	Erlernen von benutzerdefinierten Programmier- und Modellierungsstrategien mit verschiedenen Programmcodes Learning custom programming and modelling strategies with different program codes	Prof. P. Groche und MitarbeiterInnen Prof. P. Groche and staff
	Tutorium Steuerung und Regelung von Umformmaschinen Tutorial Control of Forming Machines	Erlernen von Prinzipien der Steuerung und Regelung von Umformmaschinen und Bearbeitung einer Aufgabenstellung der Ingenieurspraxis Learning principles of control systems of forming machines and processing a Real-life-task from practice	Prof. P. Groche und MitarbeiterInnen Prof. P. Groche and staff
Sonstige Other	Umformtechnische Kolloquien Forming Colloquia	Vorstellung von Bachelor- und Masterarbeiten Presentation of Bachelor- and Master theses	Prof. P. Groche und MitarbeiterInnen Prof. P. Groche and staff
	Advanced Design Project und Advanced Research Project Advanced Design Project and Advanced Research Project	Bearbeitung einer komplexen Aufgabenstellung aus der Ingenieurspraxis in Teamarbeit Real-life-task from practice: complex engineering task in team work	Prof. P. Groche und MitarbeiterInnen 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, Dr.-Ing. H. Steindorf, Daimler AG Prof. P. Groche, Dr.-Ing. H. Steindorf, Daimler AG



Studierendenzahlen
zum Wintersemester 2017
laut Hochschulstatistik,
Stand 11/2017

Student numbers
winter semester 2017
according to university statistics,
status 11/2017

Studierendenzahlen Student numbers

TU Darmstadt

Maschinenbau gesamt	3167	Mechanical Engineering total	3167
Bachelor MPE	1538	Bachelor MPE	1538
Master MPE	1189	Master MPE	1189
Master PST	16	Master PST	16

Bachelor Mechanical and Process Engineering (MPE)

Gesamt	1538	Total	1538
Weiblich	182	Female	182
Im 1. Fachsemester (gesamt)	266	First Semester (total)	266

Master Mechanical and Process Engineering (MPE)

Gesamt	1189	Total	1189
Weiblich	144	Female	144
Im 1. Fachsemester (gesamt)	235	First Semester (total)	235

Master Paper Science and Technology (PST)

Gesamt	16	Total	16
Weiblich	4	Female	4
Im 1. Fachsemester (gesamt)	3	First Semester (total)	3

TU Darmstadt

Mechanical Engineering total	3167
Bachelor MPE	1538
Master MPE	1189
Master PST	16

Bachelor Mechanical and Process Engineering (MPE)

Total	1538
Female	182
First Semester (total)	266

Master Mechanical and Process Engineering (MPE)

Total	1189
Female	144
First Semester (total)	235

Master Paper Science and Technology (PST)

Total	16
Female	4
First Semester (total)	3

Studienarbeiten | Study Theses

Han, Feng

Betreuerin: Annemie Kleemann, M. Sc.
Tribologische Beständigkeit gedruckter Sensoren gegen abrasiven Verschleiß

Moghaddamkia, Hoda

Betreuer: Dipl.-Ing. Daniel Hesse
Konzeptentwicklung für Änderungsprozesse in der Einzelfertigung

Bachelorarbeiten | Bachelor Theses

Heller, Paul

Betreuer: Peter Sticht, M. Sc.
Charakterisierung und Optimierung eines Hammersystems zur Bearbeitung schwer zugänglicher Oberflächenbereiche

Kerber, Markus

Betreuer: Vinzent Monnerjahn, M. Sc.
Auslegung und Nachweis einer Verschraubung und einer kraftschlüssigen Verbindung zum Anheben einer Maschinenkomponente

Pfeifer, Philipp

Betreuer: Vinzent Monnerjahn, M. Sc.
Zuführung von Funktionselementen im kontinuierlichen Spaltprofilierprozess

Stephenson, Brian

Betreuer: Philipp Stein, M. Sc.
Experimentelle Untersuchung des Schrumpfungs- und Rückfederungsverhaltens von Faserwerkstoffen

Müller, Jan

Betreuer: Stefan Köhler, M. Sc.
Untersuchung des Umformverhaltens von hartgelöteten Stegblechen

Cortes Ferreira, Marcela

Betreuer: Philipp Stein, M. Sc.
Untersuchung des Einflusses von dünnen Beschichtungen auf die mechanischen Eigenschaften von Papier

Güngör, Burcu

Betreuer: Viktor Recklin, M. Sc.; Florian Dietrich, M. Sc.
Experimentelle Untersuchung der dehnungsinduzierten Oberflächenevolution

Kern, Sarah

Betreuer: Stefan Köhler, M. Sc.
Experimentelle Ermittlung eines Prozessfensters für das Tiefziehen von Stegblechen mit konventionellen Werkzeugen

Holdschick, Christian

Betreuer: Arne Mann, M. Sc.
Untersuchung von Fertigungseinflüssen durch Laserschweißen auf Dehnstoffgehäuse

Garcia Gregório, Mateus

Betreuer: Tilman Traub, M. Sc.
Überführung des Konzepts sensorischer Passfedern in ein modulares Baukastensystem

Bundschuh, Luise

Betreuer: Arne Mann, M. Sc.
Charakterisierung eines dehnstoffbasierten Aktors

Holmelin, Laura

Betreuer: Benedikt Niessen, M. Sc.
Experimentelle Untersuchung des Einflusses unterschiedlicher Werkstoffzustände von Aluminium beim Kollisionsschweißen

Siegel, Matthias

Betreuer: Benedikt Niessen, M. Sc.
Entwicklung eines optischen Messaufbaus zur Untersuchung der Dichteverteilung beim Kollisionsschweißen

Buschbaum, Julian

Betreuer: Dominik Kraus, M. Sc.
Entwicklung und Bewertung von Modellierungsstrategien zur Simulation des dynamischen Werkzeugverhaltens beim Scherschneiden

Bender, Fabian

Betreuer: Henning Husmann, M. Sc.; Stefan Köhler, M. Sc.
Entwicklung und Konstruktion eines Werkzeuges für das U-O-Biegen von Stegblechen

Weis, David

Betreuer: Florian Hoppe, M. Sc.
Verbesserungskonstruktion einer Stößelführung für eine Servopresse mit mehreren Freiheitsgraden

Vossoughi, Kian Seyed

Betreuer: Wilhelm Schmidt, M. Sc.
Untersuchung des tribologischen Einflusses der Hubcharakteristik beim oszillierenden Verzahnungsdrücken

Sauerwein, Till

Betreuer: Henning Husmann, M. Sc.; Matthias Moneke, M. Sc.
Numerische und experimentelle Untersuchung des Vorspannvermögens umformtechnisch gespannter Hybridstrukturen

Alharbi, Abdulaziz

Betreuer: Patrick Volke, M. Sc.
Experimentelle Untersuchung der Beschichtungsaufbringung von zinkphosphatfreien Schmierstoffen

Rainke, Rudolf

Betreuer: Vinzent Monnerjahn, M. Sc.
Walzplattieren in der kontinuierlichen Fertigung verzweigter Blechstrukturen

Terziev, Georgi

Betreuer: Dipl.-Ing. Philipp Kramer;
Wilhelm Schmidt, M. Sc.
Entwicklung und Inbetriebnahme eines Versuchsaufbaus zur Ermittlung der Haftreibung in der Kaltmassivumformung

Wächter, Andreas

Betreuer: Wilken Franke, M. Sc.;
Philipp Stein, M. Sc.
Konstruktive Optimierung eines Reibprüfstandes für Papier mit Hilfe experimenteller Reibwertuntersuchungen

Holzbeck, Andreas

Betreuer: Viktor Recklin, M. Sc.
Experimentelle Untersuchungen der prozessbedingten Reibwertänderung beim Tiefziehen

Theophilidis, Victor Athanasios

Betreuer: Wilhelm Schmidt, M. Sc.
Verschleißcharakterisierung, -vorhersage und -analyse beim oszillierenden Verzahnungsdrücken

Hardt, Philipp Nikolas

Betreuer: Philipp Stein, M. Sc.;
Wilken Franke, M. Sc.
Untersuchung des Spannungs-Dehnungsverhaltens von beschichtetem Papier unter biaxialer Belastung

Yang, Zongqi

Betreuer: Tilman Traub, M. Sc.
Charakterisierung und Nachbildung der Reibbedingungen beim Walzprofilieren

Xu, Wei

Betreuer: Tilman Traub, M. Sc.
Einbindung detaillierter Reibmodelle in eine numerische Simulation von Walzprofilierprozessen

Brings, Benedikt

Betreuer: Dipl.-Ing. Philipp Kramer
Inbetriebnahme eines Versuchsstands und Bestimmung der Haftreibung in der Kaltmassivumformung

Bañeres, Víctor Cortés

Betreuerin: Annemie Kleemann, M. Sc.
Änderung des k-Faktors gedruckter Sensoren unter mehrachsiger Beanspruchung

Skrzypietz, Susanne

Betreuerin: Annemie Kleemann, M. Sc.;
Betreuer: Peter Sticht, M. Sc.
Kalibrierung gedruckter Dehnungsmessstreifen durch selektive Wärmebehandlung mittels Laser

Neyer, Henning

Betreuerin: Annemie Kleemann, M. Sc.;
Betreuer: Peter Sticht, M. Sc.
Kalibrierung gedruckter Dehnungsmessstreifen durch maschinelles Oberflächenhämmern

Kluy, Lukas

Betreuer: Martin Krech, M. Sc.
Dynamische Nullpunktreferenzierung zur Kompensation der Bauteilerwärmung bei der Kalibrierung sensorischer Bauteile während ihrer Umformung

[Masterarbeiten](#) | [Master Theses](#)

Horn, André

Betreuer: Arne Mann, M. Sc.
Untersuchung und Optimierung der Gehäusefertigung eines Dehnstofffaktors

Chi, Fansun

Betreuer: Lennart Wießner, M. Sc.
Entwicklung eines Warm-Rundknetprozesses zur Herstellung von texturierten und feinkörnigen Neodym-Eisen-Bor-Magneten

Doppler, Joachim Peter

Betreuer: Wilhelm Schmidt, M. Sc.
Verschleißvorhersage und -optimierung mit Hilfe numerischer Methoden

Neuhäuser, Simon

Betreuer: Felix Kretz, M. Sc.
Parameterstudie der blechseitigen Mikrostruktur und Werkzeugmodifikation für das trockene Tiefziehen von Aluminium

Eller, Dominik

Betreuer: Florian Dietrich, M. Sc.
Qualifizierung verschiedener Modelle zur Abbildung überregionaler Produktionsprozesse innerhalb von Produktionsplanungs- und Steuerungssystemen

Griesel, Dominic

Betreuer: Viktor Recklin, M. Sc.;
Dominik Kraus, M. Sc.
Experimentelle und numerische Analyse des elastischen Verhaltens eines Tiefziehwerkzeugs in Abhängigkeit der Spannsituation

Mill, Katharina

Betreuer: Philipp Stein, M. Sc.
Ermittlung von Bearbeitungsstrategien für die inkrementelle Umformung von Papier

Lieberenz, Marc

Betreuer: Dominik Kraus, M. Sc.;
Johannes Hohmann, M. Sc.
Untersuchung des Einflusses der Werkzeugspannsituation auf das dynamische Verhalten eines Scherschneidwerkzeugs

Zhao, Kehui

Betreuer: Philipp Stein, M. Sc.
Untersuchung des Verhaltens von Faserwerkstoffen bei zyklischer und Mehrfachbelastung

Herchenreder, Jakob

Betreuerin: Christiane Gerlitzky, M. Sc.
Entwicklung einer Vorrichtung zur reproduzierbaren Herstellung der Oberflächenpräparation durch Bürsten

Ackermann, Annika Catherine

Betreuer: Wilken Franke, M. Sc.
Konstruktive Anpassung eines Umformwerkzeugs zur Untersuchung des Einflusses lokaler Temperierung auf das Umformvermögen von Faserwerkstoffen

Lobers, Martin

Betreuer: Vinzent Monnerjahn, M. Sc.
Charakterisierung des Fügens durch Zugeigenspannungen bei der integralen Herstellung verzweigter Blechstrukturen

Xu, Jun

Betreuer: Viktor Recklin, M. Sc.;
Johannes Hohmann, M. Sc.
Prozesskettenoptimierung bei der Herstellung von Multilayer-Piezokeramiken

Wessler, Daniel

Betreuer: Martin Krech, M. Sc.
Erweiterte Füge- und Kalibrierstrategien für rundknettechnisch erzeugte sensorische Maschinenelemente

Knoll, Maximilian

Betreuer: Johannes Hohmann, M. Sc.;
Florian Hoppe, M. Sc.
Entwicklung eines adaptiven Prozessmodells für einen Stanz-Biege-Prozess

Yin, Jiajun

Betreuer: Vinzent Monnerjahn, M. Sc.
Charakterisierung des Profilstegbereichs verzweigter Blechstrukturen

Büdenbender, Christoph

Betreuer: Johannes Hohmann, M. Sc.;
Stefan Köhler, M. Sc.
Entwicklung eines FE-Modells und Durchführung von Parametervariationen als Grundlage für eine Korrelationsanalyse bei Stanzprozessen

Schnöll, Patrick

Betreuer: Florian Hoppe, M. Sc.
Einsatz von Data Mining Methoden zur Überwachung und Optimierung von Produktionsprozessen

Nguyen, Stefan

Betreuer: Philipp Stein, M. Sc.
Entwicklung und Auslegung eines innovativen PKW-Karosseriebauteils zur Reduktion des Montageumfangs

Wu, Yutian

Betreuer: Felix Kretz, M. Sc.
Verschleißvorhersage durch Widerstandsmessung im Streifenziehversuch

Yuan, Tao

Betreuer: Dipl.-Ing. Philipp Kramer
Numerische Untersuchung der Haft- und Gleitreibung in Prozessen der Kaltmassivumformung

Jaziri, Saker

Betreuer: Dominik Kraus, M. Sc.
Entwicklung einer Zustandsraumdarstellung zur Beschreibung des dynamischen Übertragungsverhaltens eines Scherschneidwerkzeugs

Yang, Shuanghe

Betreuer: Wilken Franke, M. Sc.;
Philipp Stein, M. Sc.
Numerische Untersuchung des hydromechanischen Tiefziehens von Papier

Ziebach, Nils

Betreuer: Peter Sticht, M. Sc.
Machbarkeitsstudie für die Einführung eines automatischen Oberflächenprüfsystems im Bandwalzwerk der VACUUMSCHMELZE GmbH & Co. KG

Kautzner, Lars

Betreuer: David Übelacker, M. Sc.
Numerische Untersuchung eines mehrstufigen Tiefziehprozesses

Bozem, Richard

Betreuer: David Übelacker, M. Sc.
Experimentelle Untersuchung eines mehrstufigen Tiefziehprozesses

Klasen, Paul

Betreuer: David Übelacker, M. Sc.
Numerische und experimentelle Untersuchung eines industriellen Gesenkbiegeprozesses zum Aufbau einer Prozesskraftüberwachung

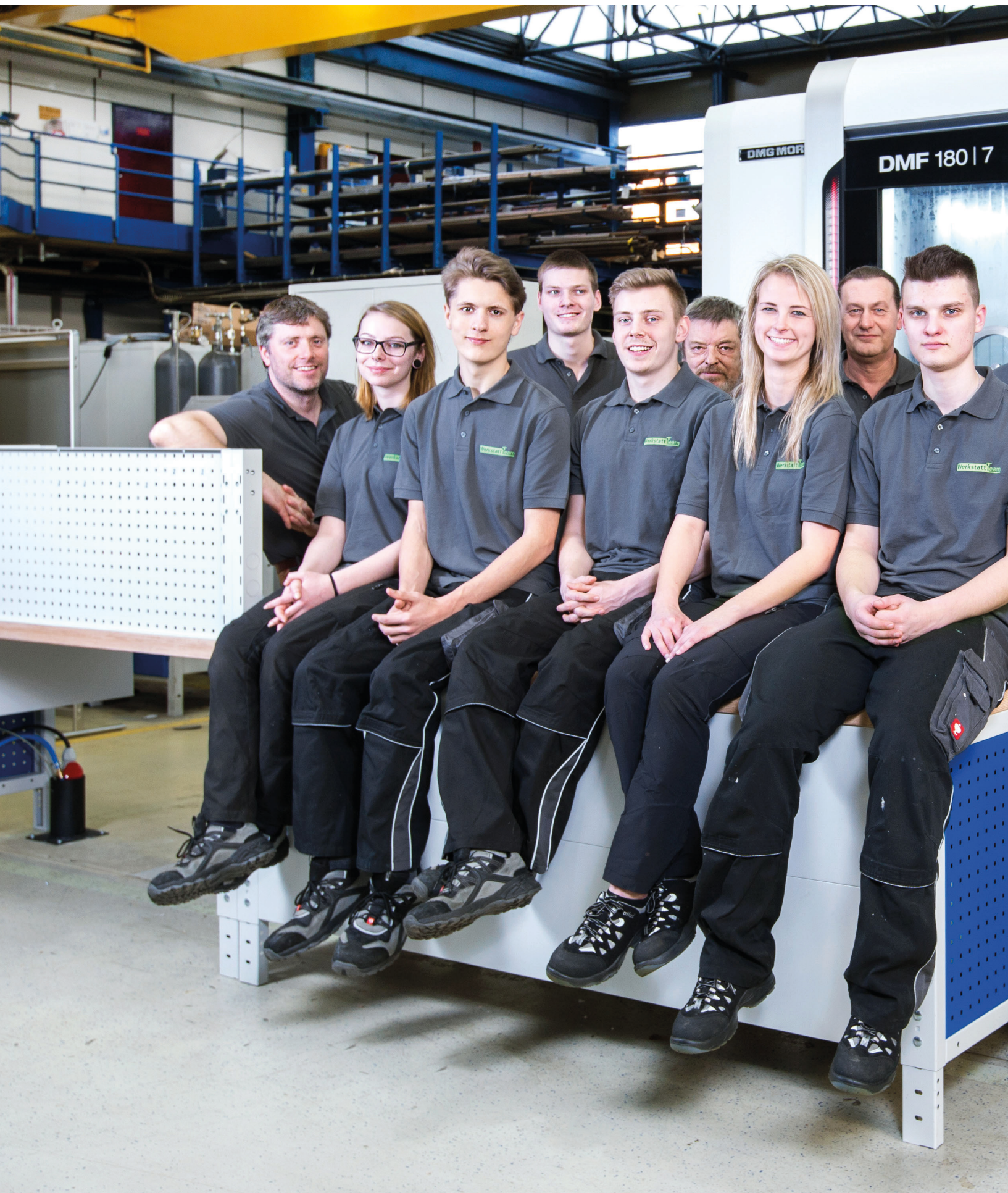
Farahmand Kahrizi, Ehsan

Betreuer: Wilken Franke, M. Sc.
Konstruktive Auslegung und Inbetriebnahme eines Werkzeugs zum hydromechanischen Tiefziehen von Faserwerkstoffen

Li, Li

Betreuer: Matthias Moneke, M. Sc.
Optimierung der Prozessauslegung beim Walzprofilieren für komplexe Profilgeometrien

Arbeiten im Zeitraum vom
01.10.2016–31.10.2017
Theses in the period of
01.10.2016–31.10.2017



*Institutsleben
Live at the Institute*



Neue Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter New staff

Insgesamt sieben neue Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter konnten wir im Jahr 2017 am Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen begrüßen. Die Abteilung „Funktions- und Verbundbauweisen“ wird fortan durch Dominic Griesel, M. Sc. unterstützt. In der Abteilung „Tribologie“ wirken Alessandro Franceschi, M. Sc. und Yutian Wu, M. Sc. an vielversprechenden Projekten mit. In der Abteilung „Prozessketten und Anlagen“ begrüßen wir Maximilian Knoll, M. Sc. Unsere mechanische Werkstatt erhält tatkräftige Unterstützung durch Michelle Bergmann. In unserem Sekretariat unterstützen Dipl.-Inf.-Wirt. Heidrun Felger und Isabella Dölfel unser Team. Allen neuen Kolleginnen und Kollegen wünschen wir einen guten Start und viel Erfolg am PtU!



Michelle Bergmann



Isabella Dölfel



Dipl.-Inf.-Wirt. Heidrun Felger



Alessandro Franceschi, M. Sc.

Seven new colleagues took up employment at the Institute for Production Engineering and Forming Machines this year. Dominic Griesel, M. Sc. supports the department of “Smart Structures”. Alessandro Franceschi, M. Sc. and Yutian Wu, M. Sc. work on promising projects in the department of “Tribology”. In addition, we welcome Maximilian Knoll, M. Sc. to the department of “Process Chains and Forming Units”. Furthermore, our mechanical shop team is supported by Michelle Bergmann. Last but not least, our secretary team is completed by Dipl.-Inf.-Wirt. Heidrun Felger and Isabella Dölfel. We wish all our new colleagues a good start and good luck at PtU!



Dominic Griesel, M. Sc.



Maximilian Knoll, M. Sc.



Yutian Wu, M. Sc.

Kostenlose Schulungen zu Industrie 4.0 Free of charge workshops on industry 4.0

Im Rahmen des Förderschwerpunktprogramms „Mittelstand-Digital – Strategien zur digitalen Transformation der Unternehmensprozesse“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), ist das Mittelstand 4.0 – Kompetenzzentrum als Teil der Förderinitiative „Mittelstand 4.0 – Digitale Produktions- und Arbeitsprozesse“ in Darmstadt entstanden. Das PtU bietet dazu bereits den Workshop „Digitalisierung in der Umformtechnik“ an und wird in den kommenden zwei Jahren weitere Veranstaltungen zur Umsetzung von Industrie 4.0 im Produktionsumfeld und zur Entwicklung neuer Geschäftsmodelle anbieten. Die Inhalte der Schulung sind in erster Linie für einen Personenkreis interessant, der sich mit der Planung, Einrichtung oder dem Betrieb von Produktionsprozessen beschäftigt bzw. an diesen mitwirkt. Dabei ist die Teilnahme an den Workshops kostenfrei. Über die Workshops hinaus bietet das PtU im Rahmen des Kompetenzzentrums Vor-Ort-Gespräche sowie 6-monatige Umsetzungsprojekte an. Der gesamte Umfang und die Angebote des Kompetenzzentrums Darmstadt können über www.mit40.de nachgelesen sowie die Anmeldungen zu den Veranstaltungen durchgeführt werden.

The SMEs 4.0 – Competence Centre has been established in Darmstadt and is part of the funding initiative “Mittelstand 4.0 – Digitale Produktions- und Arbeitsprozesse” sponsored by the Federal Ministry of Economics and Technology within the framework of the funding program “Mittelstand-Digital – Strategien zur digitalen Transformation der Unternehmensprozesse”. The PtU already offers the workshop “Digitalisierung in der Umformtechnik” and will offer further events for the implementation of Industry 4.0 in the production environment as well as workshops for the development of new business models over the next two years. The contents of the training aim at groups of people who are involved in the planning, setting up or operation of production processes. Participation in the workshops is free of charge. In addition to the workshops, PtU offers on-site talks and 6-month implementation projects within the framework of the Competence Centre. Furthermore, the entire scope and offerings of the Competence Center Darmstadt can be read at www.mit40.de. Interested Parties may also register for these events.



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Abschlussstagung des BMBF-Verbundprojektes RobIN4.0 – Robustheit durch Integration, Interaktion, Interpretation und Intelligenz

Closing Conference of the BMBF Joint Project RobIN 4.0 – Robustness by Integration, Interaction, Interpretation and Intelligence



[01]

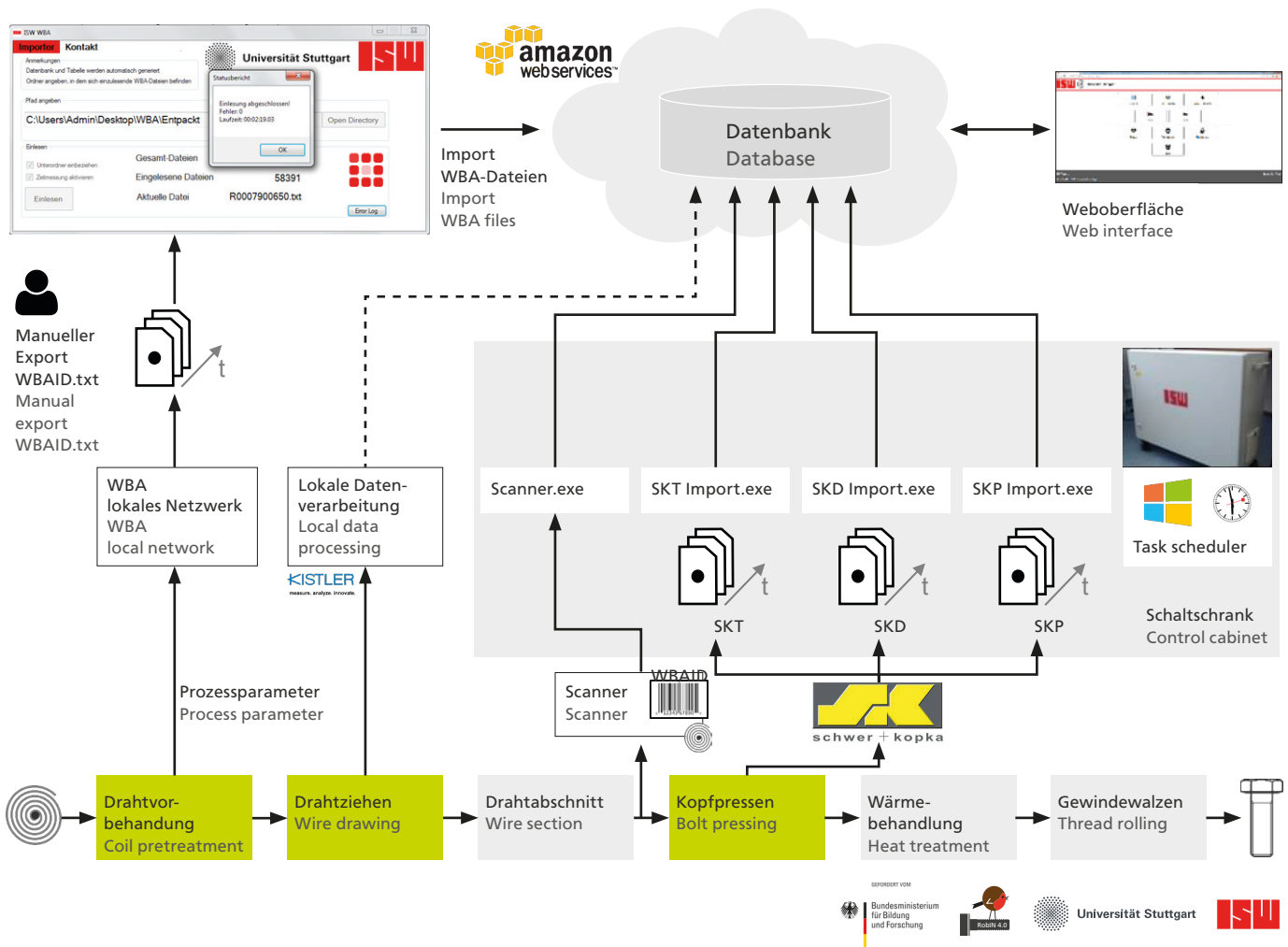
Das BMBF-Verbundprojekt RobIN 4.0 kann nach drei Jahren Laufzeit zum 31.12.2016 erfolgreich abgeschlossen werden. Am 04.04.2017 findet hierzu die Abschlussstagung am PtU in Darmstadt statt. Im Rahmen der Veranstaltung präsentiert das Projektkonsortium Ergebnisse aus den Bereichen der Blechumformung, der Massivumformung sowie aus dem Gebiet der Steuerungs- und Regelungstechnik. Ziel des Verbundes ist es, die Prozessketten der Umformtechnik robuster zu gestalten. Durch die Integration von Sensoren, einer intelligenten Datenverarbeitung mit entsprechender Interpretation und einer Interaktion zwischen den Elementen der Wertschöpfungskette können diese Ziele erreicht und die Weichen in Richtung Industrie 4.0 gestellt werden. Die umfassenden Ergebnisse sind in dem Abschlussbuch „Der Weg zu Industrie 4.0 in der Produktion – BMBF Zukunftsprojekt RobIN 4.0 Robustheit durch Integration, Interaktion, Interpretation und Intelligenz“ (ISBN: 978-3-87525-418-1) ausführlich beschrieben.

Im Namen aller Projektpartner bedanken wir uns beim Bundesministerium für Bildung und Forschung für die Förderung des Projektes „RobIN 4.0“. Für die hervorragende Betreuung unseres Konsortiums sind wir Frau Dipl.-Wirtsch.-Ing. Christel Schwab vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) zu großem Dank verpflichtet.

The BMBF joint project RobIN 4.0 is successfully completed after three years of work on December 31st, 2016. On April 4th, 2017, the final conference takes place at the PtU in Darmstadt. During the event, the project consortium presents results from the fields of sheet metal forming, solid forming, and control and feedback control systems. The aim of the participants was to increase the robustness of process chains in forming technology. By integrating sensors, intelligent data processing with appropriate interpretation and interaction between elements of the value chain, these goals are achieved. For this purpose, the comprehensive results of the joint project are described in detail in the final report “Der Weg zu Industrie 4.0 in der Produktion – BMBF Zukunftsprojekt RobIN 4.0 Robustheit durch Integration, Interaktion, Interpretation und Intelligenz” (ISBN: 978-3-87525-418-1).

On behalf of all project partners, we would like to thank the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF) for funding the project “RobIN 4.0”. Furthermore, we gratefully acknowledge the excellent support of Ms. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Christel Schwab from the Project Management Agency Karlsruhe (PTKA).

Realisierte Infrastruktur
Realized Infrastructure



[02]

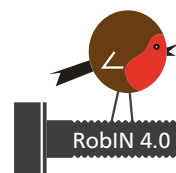
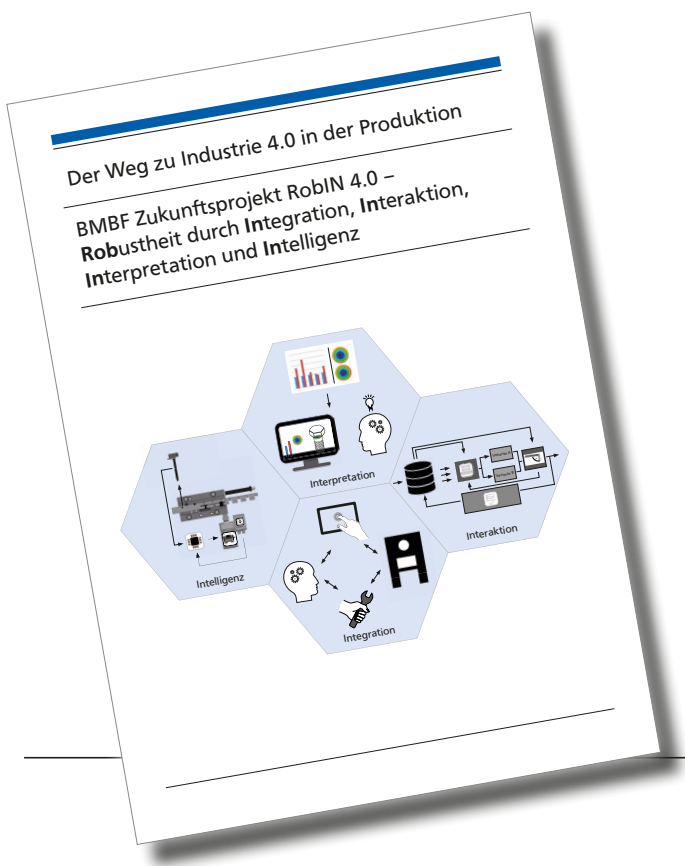


Abbildung [01]
Gruppenfoto bei der Abschluss-
tagung des BMBF
Verbundprojektes RobIN 4.0

Figure [01]
Group photo of the final
conference of the BMBF joint
project RobIN 4.0



BETREUT VOM



Abbildung [02]
Digitalisierte Gesamtprozesskette
bei der Schraubenproduktion

Figure [02]
Digitalized process chain for
bolt production

PtU-Sommerfest @ the Beach

PtU summer festival @ the beach



[01]



Abbildung [01]
Gewinner Team

Figure [01]
Winning team

Das diesjährige Sommerfest des PtU am 30.06. begeisterte alle Teilnehmenden durch ein lustiges Rahmenprogramm, kühle Getränke, gegrillte Köstlichkeiten und selbstgemachte Salate. Wie in der Umformtechnik üblich wurde das Grillergebnis dank des regelbaren Grills nicht dem Zufall überlassen.

Nach einer kurzen Abkühlung durch einen Regenschauer begaben sich 20 Teams aus Studierenden, Beschäftigten und allen anderen Gästen zum Beach-Triathlon. In den Disziplinen „Beach-Tennis“ mit eigens entwickelten sensorischen Schlägern, „Beach-Soccer“ mit integrierter Messung der Schusskraft und beim Boule inklusive automatisierter Auswertung wurden die Kräfte gemessen. Am Ende konnten sich echte PtU-Veteranen dank ihres jugendlichen Unterstützers den ersten Platz sichern und wurden mit einem Pokal ausgezeichnet. Die Übrigen konnten sich über selbstgemachtes, schockgefrorenes Erdbeereis freuen.

Nach dem offiziellen Teil des Sommerfestes ließen die Gäste den Abend am Lagerfeuer in gemütlicher Runde ausklingen.

This year's summer party of PtU on June 30, all participants enjoyed a fun supporting program, cool drinks, grilled delicacies and homemade salads. As usual in forming technology, the grilling result was not left to chance thanks to the adjustable grill.

After a short cooling due to a rain shower, 20 teams of students, employees and all other guests went to the beach triathlon. In the disciplines "Beach-Tennis" with specially developed sensory rackets, "Beach Soccer" with integrated measurement of the shooting power and boule including automated evaluation, the forces were measured. In the end, some PtU veterans made it to the top thanks to their youthful supporter and were honored with a trophy. All other teams got homemade shock frozen strawberry ice cream.

After the official part of the summer festival, visitors were able to finish the evening at the camp fire in a leisurely round.

Betriebsausflug Staff outing

Am 30. August, bei Sonnenschein und angenehm warmen Temperaturen, starteten die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des PtU mit dem Bus in Richtung Ginsheim-Gustavsburg. Ziel des diesjährigen Betriebsausflugs war die Firma Hörmann Automotive Gustavsburg GmbH, wo die Produktion besichtigt wurde. Während der Führung wurde ein Einblick in die Herstellung der LKW Außenhaut sowie von Chassisteilen geboten. Im Anschluss ging es mit dem Bus zurück nach Darmstadt, wo ein sportliches Programm auf die Kolleginnen und Kollegen wartete. Mit einem Trainer des „Darmstadt Diamonds“ Football-Teams wurden der Gruppe die Grundzüge des Flag Footballs nähergebracht. Im Anschluss an die theoretische Einführung und ein praktisches Training fand ein abschließendes Miniturnier statt. Der Tag fand seinen geselligen Ausklang bei einem gemeinsamen Grillen am Institut.

On August 30th, with sunshine and pleasantly warm temperatures, the PtU employees started by bus towards Ginsheim-Gustavsburg. The destination of this year's staff outing was the Hörmann Automotive Gustavsburg GmbH, where the production facilities were visited. During the factory tour an insight was given into the production of the truck exterior as well as chassis parts. Afterwards, the bus headed back to Darmstadt, where a sportive program was organized for the colleagues. A trainer of the "Darmstadt Diamonds" football team introduced the staff to the fundamentals of flag football. Following the theoretical briefing and the practical basic training, the staff was able to test their skills in a hobby tournament. The day ended with a barbecue back at the institute in a convivial atmosphere.



[01]

Abbildung [01]
Gruppenfoto

Figure [01]
Group photo

WGP-Fußballturnier

WGP football tournament

Beim jährlichen Fußballturnier der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktionstechnik (WGP) bestritt das PtU gemeinsam mit dem Partnerinstitut PTW den sportlichen Vergleich gegen 16 weitere Mitgliedsinstitute. Am Austragungsort Braunschweig gelang der Mannschaft gleich zu Beginn des Turniers ein Auftaktsieg. Der Schwung konnte jedoch nicht in die weiteren Spiele mitgenommen werden, sodass die Mannschaft nach der Gruppenphase nicht mehr um den Turniersieg mitspielen konnte und in die Platzierungsspiele musste. Das PtU/PTW beendete das Turnier auf dem 11. Platz.

At the WGP's annual football tournament, this year held in Braunschweig, PtU, in collaboration with its partner institute PTW, competed against 16 member institutions of the German Academic Society for Production Engineering. At the beginning of the tournament, the first match was won, but the team couldn't keep the momentum. After the group phase, the team was no longer able to win the tournament and had to play in the placement matches. PtU/PTW finished the tournament at the 11th place.



[01]

Abbildung [01]
Gruppenfoto WGP-Fußballturnier

Figure [01]
Team photo WGP football
tournament

Wettbewerb „Stahl fliegt“ Competition “Stahl fliegt”



[01]

Beim studentischen Wettbewerb „Stahl fliegt!“ in Düsseldorf am 4. und 5. Juli 2017 traten Studierende von fünf deutschen Universitäten in 10 Teams an, um eine möglichst lange Flugzeit und Flugweite mit ausschließlich aus Stahl bestehenden Flugmodellen zu erzielen. Austragungsort für die Wettflüge war Halle 6 der Messe Düsseldorf, in der die Flieger aus etwa 16 Metern Höhe gestartet wurden. Mit dem schwersten Flieger des gesamten Feldes konnte sich dabei Team Darmstadt 1 klar absetzen. Mit einem sehr stabilen Flügelkonzept konnten so Flugzeiten von um die 20 Sekunden und Flugweiten von über 110 Metern erreicht werden. Platz zwei belegte Darmstadt 2 mit einem rechteckigen Zuschnitt aus Stahlfolie, der über eine Rotation um die Querachse Auftrieb für 30 Sekunden Flugzeit generierte. Dies reichte in diesem Jahr für Platz zwei in der Gesamtwertung.

Der Wettbewerb wird vom Institut für Bildsame Formgebung (ibf) in Aachen organisiert und von der FOSTA (Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V.) finanziell unterstützt.

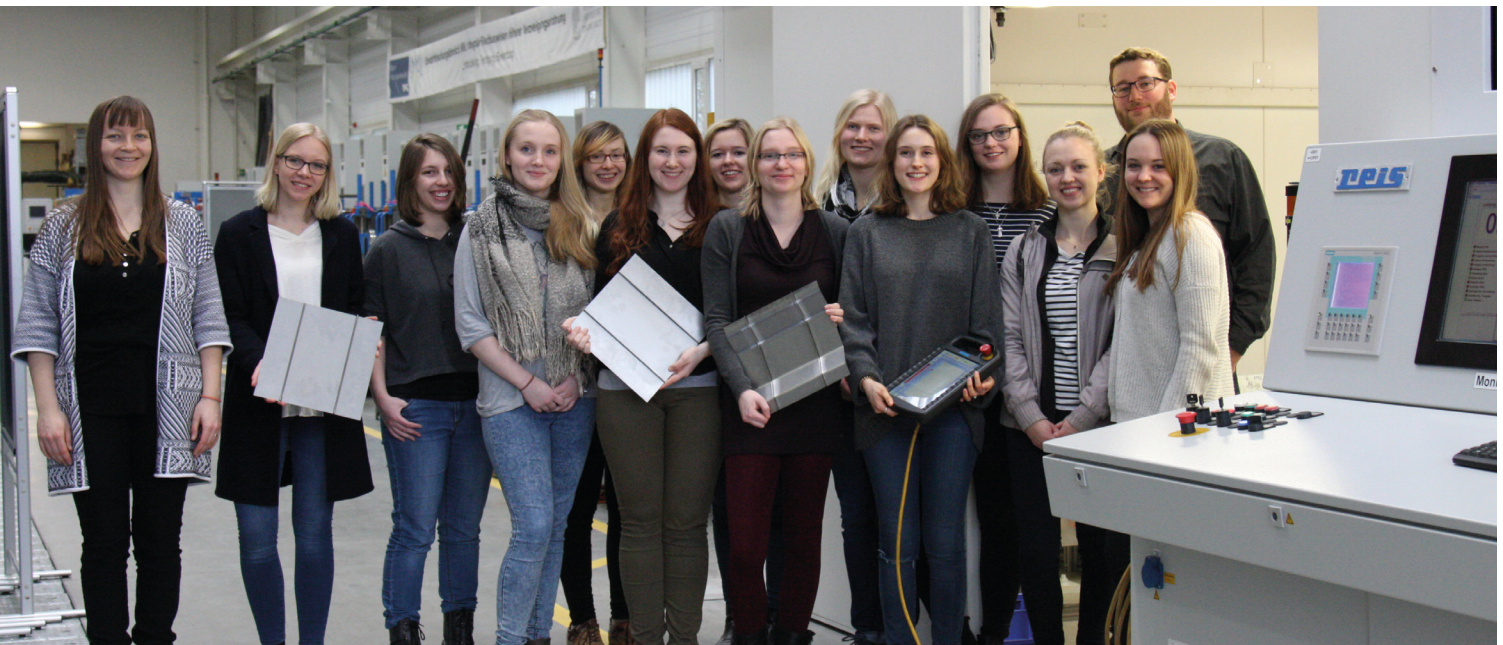
Students from five German universities in 10 teams competed in Düsseldorf on the 4th and 5th of July for the longest possible flight with an aircraft entirely made of steel. As a venue for the flight competition on the next day, hall 6 in the Messe Düsseldorf was chosen. The planes were launched from a height of about sixteen meters. With the heaviest plane in the field, team Darmstadt 1 clearly pulled away from the other contestants. Due to a very stiff airfoil concept, average flying times of 20 seconds and flying distances of over 110 meters were reached. Team Darmstadt 2 took the second place with a rectangular blank of steel foil rotating along the transverse axis generated enough lift for 30 seconds flying time. This was enough for the second place in the overall standings.

The competition is organized by the Institute of Metal Forming (ibf) in Aachen and financially supported by the FOSTA (Research Association for Steel Application).

Abbildung [01]
Gruppenfoto „Stahl fliegt!“,
Messe Düsseldorf/Tillmann

Figure [01]
Group photo “Stahl fliegt!”,
Messe Düsseldorf/Tillmann

Hessen-Technikum Hessen-Technikum



[01]

Bereits zum zweiten Mal nach 2016 bekommt das PtU Besuch von den Teilnehmerinnen des Hessen-Technikum. Hierbei geht es darum, Abiturientinnen die MINT-Fächer in einer Kombination aus Schnupperstudium und Unternehmenspraktika näher zu bringen. Im Zuge dessen wird den Technikantinnen das PtU als beispielhaftes Institut des Maschinenbaus vorgestellt und Lehr- und Forschungsinhalte präsentiert. Der praktische Teil soll nicht zu kurz kommen, deshalb wird im Anschluss an die Präsentation die institutseigene Spalt- und Walzprofilieranlage gezeigt und erklärt. Zum krönenden Abschluss gibt es eine Vorführung am Laserbearbeitungszentrum, während der Stegbleche mittels Laserschweißen hergestellt werden. Nach einer interessanten Fragerunde ist der Besuch beendet. Wir freuen uns, den Technikantinnen den Fachbereich Maschinenbau näher gebracht zu haben und bedanken uns ganz herzlich bei der Organisatorin, Frau Dr. Claudia Breuer.

As in the previous year, the participants of the Hessen-Technikum visit the PtU. Here, the female high school graduates are introduced to the MINT subjects in a combination of studies at the university and practical trainings in companies. During the course, PtU as an exemplary institute of mechanical engineering is presented to the students and scientific and research contents are explained. As the practical part should not be missed, the institute's own roll and linear flow splitting machine is shown and elucidated. At the end, there is a demonstration of the laser manufacturing center, in which stringer sheets are produced. Finally an interesting questions and answers session concluded the visit. We are pleased to host the "Technikantinnen" and give them an insight into the faculty of mechanical engineering and thank the organizer Dr. Claudia Breuer for her support.

Abbildung [01]
Die Technikantinnen mit der
wissenschaftlichen Mitarbeiterin
und dem wissenschaftlichen
Mitarbeiter des PtU

Figure [01]
The "Technikantinnen" with
research staff of PtU

Ultramarathon Ultramarathon

Nachdem im Jahr 2016 der Ultra-Marathon, der im Zuge des TU Meet & Move Sportfestes veranstaltet wird, aufgrund von Gewitter abgesagt wurde, fand er 2017 wieder statt. Die zweijährige Vorbereitungszeit konnte vom Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen erfolgreich genutzt werden, sodass der dritte Platz unter 35 teilnehmenden Teams erzielt werden konnte. Das Team „PtUltra“ musste sich lediglich dem „JAP Jogger“ und dem „GLR Running Team“ geschlagen geben.

Im Anschluss an den gemeinsamen Lauf wurde bei einem kleinen Grillfest auf den Erfolg angestoßen. Bei der Teilnahme im Jahr 2018 soll die diesjährige Zeit von insgesamt 2 Stunden, 58 Minuten und 10 Sekunden natürlich weiter verbessert werden.

In 2016 the Ultra-Marathon organized in the TU Meet & Move sports festival, was cancelled due to thunderstorms. However, the run took place again in 2017. The two-year preparation period was used successfully by staff of the Institute for Production Engineering and Forming Machines, resulting in a third place among 35 participating teams. Team “PtUltra” only has been beaten by “JAP Jogger” and “GLR Running Team”.

After the run a small barbecue was arranged. In 2018 the total time of 2 hours 58 minutes and 10 seconds will be further improved of course.



[01]

Abbildung [01]
Teilnehmerinnen und Teilnehmer
des Teams „PtUltra“

Figure [01]
Participants of the “PtUltra” team

Exkursion im Rahmen der Vorlesungen Umformtechnik I und II

Excursion within the scope of the lectures Forming Technology I and II



[01]

Dieses Jahr wurden die Vorlesungsteilnehmer und -teilnehmerinnen eingeladen, an einer Exkursion zu den Firmen Selzer Automotive in Driedorf bei Wetzlar und Eisenbau Krämer in Dahlbruch bei Siegen teilzunehmen. Der morgendliche Besuch bei Automotive Selzer begann mit einer Präsentation der Firma, in der die Organisation und die Produkte der Firma vorgestellt wurden. Die in der Firma entwickelten und hergestellten Bauteile werden von der Automobilindustrie abgenommen und dort in Getrieben, Motoren, Bremsen, etc. verwendet. Des Weiteren bietet Selzer Automotive einen innovativen und hochmodernen Werkzeugbau für unterschiedliche Anwendungen. Im Anschluss gab es eine ausführliche Führung durch die Produktion. Dabei wurde sowohl die Herstellung der vorgestellten Produkte als auch ein Großteil der zuvor gezeigten Werkzeuge in Aktion gesehen. Nach der Mittagspause ging der Ausflug weiter zu Eisenbau Krämer. Hier wurde nach einer ebenfalls sehr informativen Präsentation über das Unternehmen die Fertigung von längsnahtgeschweißten Rohren im Betrieb gezeigt. Dies ermöglichte den Studierenden, den Prozess vom Halbzeug bis zum fertigen Rohr für Standard- oder Spezialanwendungen kennen zu lernen. Der Prozess beinhaltete die Umformung durch 3-Rollen-Biegen und das Verschweißen durch einen Schweißroboter, bis hin zur Veredelung zum Premium Stahlrohr durch die Impandertechnologie, die ein sehr genaues Kalibrieren von Rohren mit sehr großen Durchmes-

Abbildung [01]
Besuch bei Eisenbau Krämer

Figure [01]
Visit at Eisenbau Krämer

sern und Wanddicken erlaubt. Bei der Firma Krämer gab es also Umformtechnik im Großformat zu bestaunen und neue Kenntnisse über diese Sparte zu erlernen. Dank der engagierten Mitarbeiter der beiden Unternehmen, die diese Exkursion ermöglicht haben, konnten die Studierenden ihr theoretisches Wissen aus der Vorlesung mit Praxiswissen ergänzen. Dafür bedankt sich das Institut an dieser Stelle nochmals herzlich.

This year, the students were invited to participate in a field trip to the companies Selzer Automotive in Driedorf near Wetzlar and Eisenbau Krämer in Dahlbruch near Siegen. The morning visit to Automotive Selzer began with a presentation of the company, in which the organization and the products of the company were presented. These in the company developed and manufactured components are purchased by the automobile industry where they are used in transmissions, motors, brakes, etc. Furthermore, Selzer Automotive offers innovative and state-of-the-art tooling for various applications. Afterwards, there was a detailed tour of the production. Both the production of the presented products as well as a large part of the previously presented tools could be seen in action. After the lunch break, the trip went on to Eisenbau Krämer. Followed by a very informative presentation about the company, the production of longitudinally welded pipes was shown. This allowed the students to get to know the process from a semi-finished product to the finished tube for standard or special applications. The process included forming by 3-roll bending and welding by a robot and the refinement to the premium steel tube by the impander technology, which allows a very accurate calibration of pipes with very large diameter and wall thicknesses. At the company Krämer, there was also the opportunity to contemplate large-format forming technology and to acquire new knowledge about this division. Thanks to the dedicated staff of the two companies, which enabled this excursion, the students were able to supplement their theoretical knowledge from the lecture with practical knowledge. The institute would like to take this opportunity to thank those concerned again.

Exkursionen im Rahmen der Vorlesungen Prozessketten in der Automobilindustrie I und II Excursions within the scope of the lectures Process Chains in Automotive Industry I and II

In Zusammenarbeit mit der Daimler AG bietet das PtU die Vorlesung „Prozessketten in der Automobilindustrie“ an. In den von Dr. Steindorf gehaltenen Vorlesungen erhalten die Studierenden einen tiefen Einblick in die Prozesse der Automobilindustrie. Der erste Vorlesungsteil, der traditionell im Wintersemester angeboten wird, fokussiert sich vornehmlich auf die Gestaltung von Produktentwicklungsprozessen. Im zweiten Vorlesungsteil während des Sommersemesters wird die tatsächliche Umsetzung von Prozessen vermittelt. Zur Vertiefung der Vorlesungsinhalte bietet Daimler in jedem Semester eine Exkursion an, die einen Einblick in die industrielle Praxis gestattet.

Im Wintersemester war das Exkursionsziel das Werk in Wörth. Hier erhielten die Studierenden Einblicke in die Montage von Lastkraftwagen sowie die Fahrzeugerprobung auf Schlechtwegen. Die Studierenden konnten sich im Rahmen einer umfangreichen Testfahrt in einem gewöhnlichen Reisebus ein genaues Bild von den Beanspruchungen für Fahrer und Fahrzeuge machen, die während der Erprobung auf Rüttelstrecken und in Steilkurven wirken.

Im Sommersemester steuerte die Exkursion zum wiederholten Mal das neu errichtete Presswerk in Kuppenheim an. Hier erhielten die Studierenden Einblicke in die Produktionsabläufe eines modernen Presswerks sowie die Vorgänge beim Serienwechsel hin zur neuen A-Klasse. Das Besondere an dem besuchten Standort ist, dass diese Fabrik in den vergangenen Jahren komplett neu auf der grünen Wiese entstand, und somit sowohl von der Anlage- als auch von der Gestaltung von Prozessen und Materialfluss dem derzeitigen Stand der Technik entspricht. Nach dem Mittagessen ging es zur zweiten Station der Exkursion, dem Lastwagen Erprobungsgelände „Sauberg“ in Gaggenau. Bei dem wie aus den vergangenen Jahren gewohnt gutem Wetter konnten sich die Studierenden in einer Vorführung vom Leistungsvermögen aktueller Lastwagenmodelle im Gelände überzeugen.

Für die Gastfreundschaft und Mühen dieser umfangreichen Exkursionen möchten wir uns bei der Daimler AG, insbesondere bei Herrn Dr.-Ing. Steindorf, herzlich bedanken.

PtU offers the lecture “Process chains in automotive industry” in cooperation with Daimler AG. The bi-



partite lecture given by Dr.-Ing. Steindorf offers deep insights into the processes in the automotive industry. The first part of the lectures scheduled traditionally in the winter term focuses on the organization and handling of product design processes. The implementation and the design of change processes are taught during the second part of the lecture in the summer term. In addition to the lecture, Daimler offers an excursion for deepening the knowledge in each semester.

The plant in Wörth was the destination of the excursion in the winter term. In this plant, the assembly of trucks was presented. In the afternoon, the second stop of the excursion, the test facility, was visited. In a bus tour across the test facilities the students experienced the drive through a steep turn and the loads man and material are exposed to during bad road tests.

The plant in Kuppenheim was discovered in the summer term. The students were informed about the processes in a press plant here. Especially the ongoing product change from the current generation of the A-Class model to the new version was presented in detail. The site in Kuppenheim is unique in Germany, since this factory was recently built on green field and therefore meets the requirements of the state of the art regarding both machine design and the organisation of processes and material flow. In the afternoon, the second destination of the excursion, the test facility for trucks “Sauberg”, was visited. A demonstration showed the capabilities of recently developed trucks.

PtU thanks Daimler AG and especially Mr. Dr.-Ing. Steindorf for their hospitality and efforts.

[01]

Abbildung [01]
Teilnehmerinnen und Teilnehmer
der Exkursion im Wintersemester
im Werk Wörth

Figure [01]
Participants of the excursion
this winter term in the Daimler
plant Wörth

10. Fachtagung Walzprofilieren (WAPRO Tagung) & Abschlusskolloquium SFB 666


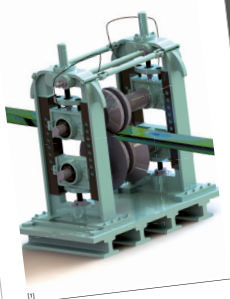
10th Conference on roll forming (WAPRO Tagung) & Final Colloquium CRC 666



Die 10. Fachtagung Walzprofilieren des Instituts für Produktionstechnik und Umformmaschinen fand am 20. und 21. Februar 2017 im Konferenzzentrum Darmstadtium statt. Ausgewählte Referenten aus Industrie und Forschung boten in ihren Vorträgen einen Einblick in aktuelle Schlüsselfragen der Flexibilisierung und Prozessoptimierung von der Produktentwicklung bis hin zu neuen Anlagen für die Profilverfertigung. Während der Abendveranstaltung und der Besichtigung des PtU-Versuchsfelds bestand Zeit zur Kontaktpflege und zum Meinungsaustausch. In diesem Jahr fand die Veranstaltung zusammen mit dem Abschlusskolloquium des Sonderforschungsbereichs 666 „Blechbauweisen höherer Verzweigungsordnung“ statt. Am zweiten Tag der Veranstaltung wurden neben einigen hochkarätigen, internationalen Impulsvorträgen die interdisziplinär erreichten Ergebnisse des Sonderforschungsbereichs vorgestellt.

[01]

10. Fachtagung Walzprofilieren
20. Februar 2017
www.wapro2017.ptu-darmstadt.de

Conference Overview

Conference: Manufacturing Integrated Design – Final Colloquium CRC 666

Date: February 21st, 2017

Venue: Darmstadtium – Wissenschafts- und Kongresszentrum Darmstadt GmbH & Co. KG, Schlossgarten 1 | 64283 Darmstadt

Registration: February 20th from 16:30 to February 21st from 08:00

Start: February 20th from 18:00 (visit of experimental setup) February 21st from 08:30

End: February 21st at 15:20

Application: The number of participants is limited and will be considered according to the date of receipt.

Conference fee: Until December 31st, 2016: 325,- €
 After December 31st, 2016: 345,- €
 (conference documents, beverage, conference lunch, a visit of experimental setup and the evening event are included in the attendee fee.)

Attendee cancellation: A booking may be cancelled up to December 31st, 2016. The organizer will charge a cancellation fee of 50,- € for a conference attendee. After this cut-off date, a cancellation is no longer possible. Reservations may of course be transferred to another participant at any time.

Program

Topic	Time	Speaker
09:00 - 09:30	Welcome & Introduction	Assoc. Prof. R. Lachowik IFM, Drexler University
09:30 - 09:55	Keynote: A Simple Test for Analyzing Material Parameters Significant to the Roll Forming Process	Dr. M. Wells IFM, Drexler University
09:55 - 10:15	Keynote: The Role of Process Control in the Production of High Strength Steel	Prof. M. Wagner IFM, TU Darmstadt
10:15 - 10:30	Keynote: The Role of Process Control in the Production of High Strength Steel	Dr. L. Gakker Ervink Faculty of Engineering, Delft University of Technology
10:30 - 10:45	Keynote: The Role of Process Control in the Production of High Strength Steel	Dr. M. Wells IFM, Drexler University
10:45 - 11:20	Keynote: The Role of Process Control in the Production of High Strength Steel	Assoc. Prof. R. Lachowik IFM, Drexler University
11:20 - 11:40	Keynote: The Role of Process Control in the Production of High Strength Steel	Dr. M. Wells IFM, Drexler University
11:40 - 12:00	Keynote: The Role of Process Control in the Production of High Strength Steel	Dr. M. Wells IFM, Drexler University
12:00 - 12:20	Keynote: The Role of Process Control in the Production of High Strength Steel	Dr. M. Wells IFM, Drexler University
12:20 - 12:30	Keynote: The Role of Process Control in the Production of High Strength Steel	Dr. M. Wells IFM, Drexler University
12:30 - 13:00	Lunch	
13:00 - 14:25	Keynote: The Role of Process Control in the Production of High Strength Steel	Assoc. Prof. R. Lachowik IFM, Drexler University
14:25 - 14:45	Keynote: The Role of Process Control in the Production of High Strength Steel	Dr. M. Wells IFM, Drexler University
14:45 - 15:00	Keynote: The Role of Process Control in the Production of High Strength Steel	Dr. M. Wells IFM, Drexler University
15:00 - 15:20	Keynote: The Role of Process Control in the Production of High Strength Steel	Dr. M. Wells IFM, Drexler University

On February 20–21, 2017, the 10th conference on roll forming was hosted in the conference center Darmstadtium. The expert presentations of selected speakers covered a wide range of current key issues from flexibility and process optimization to product development and new production lines. During the evening event as well as during the conference, plenty of opportunities arose to discuss technological innovations

Abbildung [01]
Teilnehmerinnen und Teilnehmer im Konferenzzentrum Darmstadtium

Figure [01]
Participants at conference center Darmstadtium

Erwerb eines 3D-Druckers zur Verbesserung der Durchführung studentischer Arbeiten am PtU

Acquisition of a 3D printer to improve the performance of student works at PtU

Viele studentische Arbeiten an unserem Institut enthalten einen konstruktiven Anteil. Durch das schnelle Herstellen von Prototypen durch 3D-Druck-Verfahren können Konstruktionen vor einer aufwendigen Fertigung auf mögliche Schwachstellen überprüft werden. Bei geringen Bauteilbeanspruchungen können die Prototypenbauteile direkt für Prüfstandaufbauten genutzt werden. Im Rahmen eines Projekts zur Verbesserung der Qualität von Lehre und Studienbedingungen hat das PtU deshalb einen 3D-Drucker des Typs Ultimaker 3 erworben.

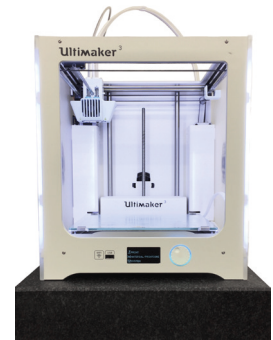
Der Ultimaker 3 arbeitet nach dem Prinzip des Fused Deposition Modeling (FDM) und ermöglicht den Druck verschiedener Kunststoffe. Des Weiteren erlaubt er durch die Verwendung eines Doppeldruckkopfs, eine wasserlösliche Stützstruktur mit zu drucken, wodurch auch komplexe Geometrien mit einer hohen Genauigkeit generiert werden können.

Das PtU bedankt sich beim AK Dezentrale QSL-Mittel des Fachbereichs Maschinenbau für die finanzielle Unterstützung bei der Anschaffung des 3D-Druckers.

Many student projects at our institute contain a constructive part. By the rapid manufacturing of prototypes by means of a 3D printing process, constructions can be analyzed for possible weak points before a complex manufacturing is launched. If the component on the load is low, the prototype workpieces can be used directly for the set-up of test rigs. As part of a project aiming at improving the quality of teaching and study conditions, PtU has purchased an Ultimaker 3 3D printer.

The Ultimaker 3 operates according to the principle of Fused Deposition Modeling (FDM) and allows the printing of different polymers. Furthermore, it is possible to print a water-soluble support structure by using a double print head, whereby even complex geometries can be generated with a high accuracy.

The PtU thanks the AK Dezentrale QSL Mittel of the Department of Mechanical Engineering for the financial support in the purchase of the 3D printer.



[01]

Abbildung [01]
Ultimaker 3

Figure [01]
Ultimaker 3

Neues Digitalmikroskop New digital microscope

Im Zuge des Hochschulpaktes 2020 des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, ist die technische Ausstattung des metallographischen und messtechnischen Labors des PtU durch ein automatisiertes Digitalmikroskop, Smartzoom 5, der Firma Zeiss modernisiert worden. Mit der Möglichkeit zur vollautomatischen Erstellung von mikroskopischen Aufnahmen, mit Funktionen wie Foto-Stitching (großflächige Aufnahme) oder Foto-Stacking (erhöhte Tiefenschärfe), können Studierende während ihrer Übungen schnell, reproduzierbar und zuverlässig Ergebnisse erarbeiten. Darüber hinaus ermöglicht die Hardware- und Software-Ausstattung des Mikroskops neue Möglichkeiten der Analyse und Vermessung von Versuchsträgern am PtU.

As part of the funding program “Hochschulpaket 2020” of the Federal Ministry of Education and Research the technical equipment of the metallographic and metrological laboratory of the PtU was modernized with the new automatic and digital microscope Smartzoom 5 by Zeiss. With the possibility of a fully automatic creation of microscopic images with functions such as photo-stitching or photo-stacking students can now improve the speed, reproducibility and reliability during their practical exercises in which they investigate in-depth insights in forming technology. Further on, the new hardware and software equipment of the microscope enables new possibilities for the analysis and measurement of specimens at the PtU.



[02]

Abbildung [02]
Digitalmikroskop Zeiss Smartzoom 5

Figure [02]
Digital microscope Zeiss
Smartzoom 5

Konferenz „3rd International Conference on Uncertainty in Mechanical Engineering“

Conference “3rd International Conference on Uncertainty in Mechanical Engineering”

Zum dritten Mal richtet der Sonderforschungsbereich (SFB 805 „Beherrschung von Unsicherheit in lasttragenden Systemen des Maschinenbaus“) der Technischen Universität Darmstadt die „International Conference on Uncertainty in Mechanical Engineering“ (ICUME) aus. Diese wird am 15. und 16. November 2018 im Kongresszentrum Darmstadt stattfinden. Im Rahmen der Konferenz präsentieren und diskutieren Industrievertreter und internationale Wissenschaftler verschiedener Disziplinen über die neuesten Entwicklungen und Untersuchungsergebnisse zum Thema Unsicherheit im Maschinenbau.

Detaillierte Information zur Konferenz finden Sie auf: www.icume.de

For the third time, the Collaborative Research Centre (SFB 805 “Control of Uncertainty in load-carrying structures of mechanical engineering”) of Technische Universität Darmstadt will organize the “International Conference on Uncertainty in Mechanical Engineering” (ICUME). The conference will be held on 15th and 16th November 2018 at the Congress Centre in Darmstadt. Representatives from industry as well as international researchers of different disciplines will present and discuss the latest developments and research results on the subject of uncertainty in mechanical engineering.

Detailed information about the conference can be found at: www.icume.de



The image shows a promotional graphic for the ICUME 2018 conference. It features a large photograph of the Darmstadt Congress Centre building. Overlaid on this are several text boxes and logos. On the left, a box provides details about the conference location, fees, dinner, and hotel. In the center, a dark box titled 'About ICUME' describes the conference's focus on uncertainty control in mechanical engineering. On the right, a vertical banner displays the TU Darmstadt logo, SFB 805 logo, DFG logo, and the main conference title 'ICUME 2018' with dates 'November 15th - 16th, 2018'. A QR code is located in the bottom right corner.

The Conference will take place at the Darmstadt Congress Centre Schlossgraben 1 64283 Darmstadt, Germany

The conference fee is:
Early Registration 420 € (by August 1st, 2018)
Regular 500 €
Students 50 €

The fee includes participation at the conference dinner:

Welcome Hotel Darmstadt
November 15th, 2018 at 7pm

You will also receive a printed copy of the conference proceedings.

About ICUME
At ICUME, the participants will discuss methods and technologies to describe, evaluate and control uncertainty in mechanical engineering applications. International scholars and specialists will come together to provide a broad forum to discuss the description, evaluation, avoidance, elimination of and adaptation to uncertainty. It is the aim to control uncertainty throughout the system's complete lifetime in planning, development, production and usage of mechanical structures and systems. Engineers, mathematicians, legal experts and other areas of expertise working in uncertainty evaluation exchange latest research results and applications of uncertainty control.

The conference will be hosted by the German Collaborative Research Centre 805 «Control of Uncertainty in Load-Carrying Structures in Mechanical Engineering» at Technische Universität (TU) Darmstadt, funded by the Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG.

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT
SFB 805 Control of Uncertainty in Load-Carrying Structures in Mechanical Engineering
DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

ICUME 2018
3rd International Conference on Uncertainty in Mechanical Engineering
November 15th - 16th, 2018

13. Umformtechnisches Kolloquium Darmstadt

13th Umformtechnisches Kolloquium Darmstadt

Am 25. September 2018 findet das 13. Umformtechnische Kolloquium Darmstadt (UKD) unter dem Motto „Moderne Umformtechnik – flexibel, wandlungsfähig, resilient“ auf dem TU-Campus Lichtwiese statt. Hierzu möchten wir Sie herzlich einladen!

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

Nähere Informationen und Anmeldung unter:
www.ukd2018.ptu-darmstadt.de

The 13th Umformtechnische Kolloquium Darmstadt (UKD) governed by the headline “Modern Forming Technology – flexible, adaptable, resilient” will be hosted at the TU-campus Lichtwiese on September 25th, 2018. We want to cordially invite you to this event.

The UKD is a lecture symposium, which traditionally takes place every three years in Darmstadt. As an information event and a 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 on the latest developments and innovations in production engineering and forming technology.

Further information and registration is available on:
www.ukd2018.ptu-darmstadt.de



UKD



Forum „Tribologische Entwicklungen in der Blechumformung“ Forum “Tribological developments in sheet metal forming”

Am 6. und 7. Juni 2018 richtet das Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen (PtU) der Technischen Universität Darmstadt zum zehnten Mal das Forum „Tribologische Entwicklungen in der Blechumformung“ in Darmstadt aus. Mit Fachvorträgen ausgewählter Referenten aus den Gebieten der Schmierstofftechnik, des Werkzeugbaus und der numerischen Simulation verfolgt die Tagung das Ziel, den Dialog zwischen Produktentwicklern, Fertigungsfachleuten und Anwendern zu intensivieren und interessierten Gästen aus Verbänden, Industrie und Wissenschaft ein entsprechendes Forum zu bieten.

Detaillierte Information finden Sie auf:
www.triboforum.ptu-darmstadt.de

On June 6 and 7, 2018, the Institute for Production Engineering and Forming Machines (PtU) will organize the 10th forum “Tribological developments in sheet metal forming” which will take place in Darmstadt. Selected lectures from the field of tribology, toolmaking and numerical simulation will be the basis for a vital discussion between the participants from all sectors of sheet metal forming. The aim of the one-day event is to strengthen the dialogue between product designers, manufacturing engineers and users and to offer interested guests from associations, industry and science an appropriate forum.

Detailed information will be available on the following website:
www.triboforum.ptu-darmstadt.de

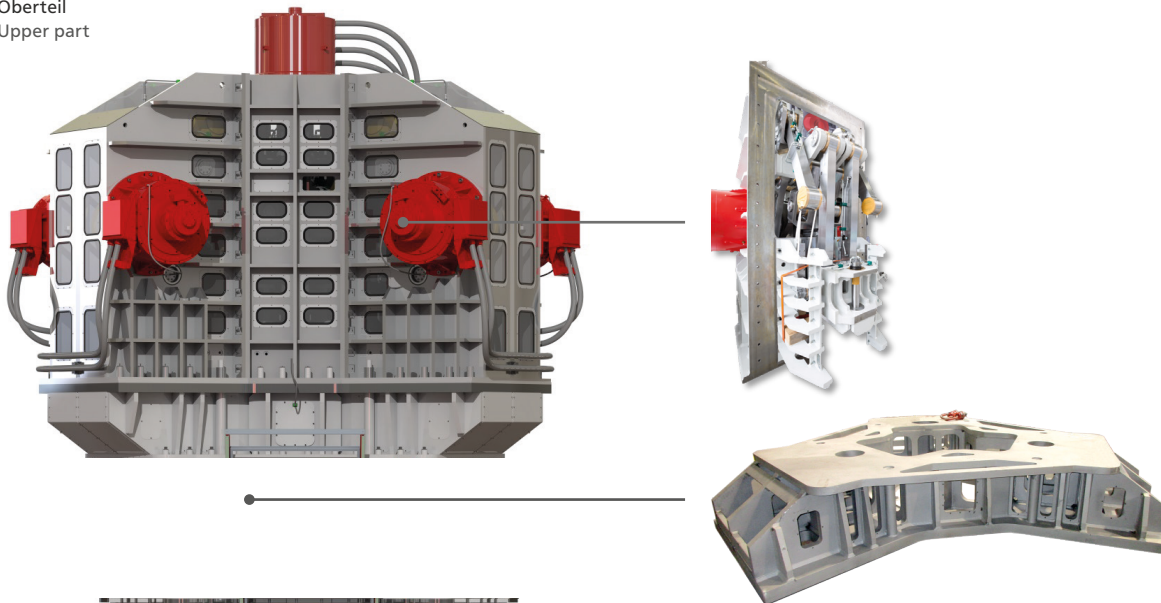


Aufbau der 3D-Servo-Press Completion of the 3D Servo Press

Mit Beginn des Sonderforschungsbereichs SFB 805 startete am PtU die Entwicklung und Konstruktion der 3D-Servo-Press. Die 3D-Servo-Press stellt mit ihren drei Stößelfreiheitsgraden eine neuartige Pressengeneration dar, die neue und innovative Produktionstechniken in der Umformtechnik ermöglicht. In der zweiten Förderperiode des SFB 805 erfolgte die Fertigstellung der Getriebekästen, die das Herzstück der 3D-Servo-Press darstellen. Mit der darauf folgenden Montage des Oberteils wurde ein weiterer großer Schritt in Richtung Fertigstellung erzielt. Die Fertigung und Montage des Unterteils sowie die Hochzeit beider Baugruppen erfolgt Anfang 2018. Unterstützt wird das PtU durch die Firma Kinkele GmbH & Co. KG, sodass eine Erstinbetriebnahme der 3D-Servo-Press im Sommer 2018 erfolgen wird.

At the beginning of the Collaborative Research Centre SFB 805, PtU launched the development and design of the 3D Servo Press, the 3D Servo Press represents a new generation of presses. Since it enables new and innovative production techniques in forming technology using its three degrees of freedom in the ram. In the second funding period of SFB 805, the completion of the gear boxes, representing the heart of the 3D Servo Press, subsequent by the assembly of the upper part marked major steps towards the final completion of the press. The completion of the lower part as well as the marriage of both assemblies will take place in spring 2018. PtU is supported by Kinkele GmbH & Co. KG, so that the first startup of the 3D Servo Press is expected in summer 2018.

Oberteil
Upper part



Unterteil
Lower part

[01]

Abbildung [01]
Fertigung und Montage der
3D-Servo-Press

Figure [01]
Manufacturing and mounting of
the 3D Servo Press

ALLEGRO ALLEGRO



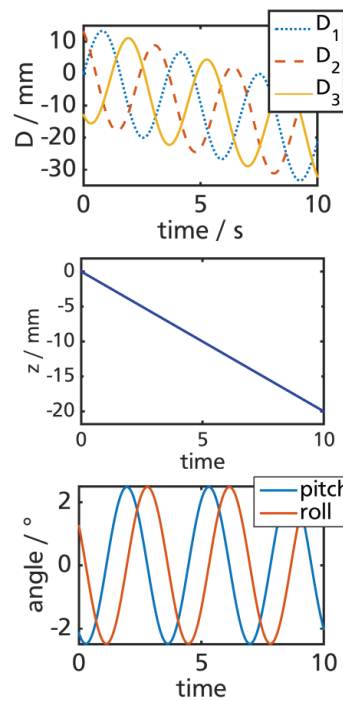
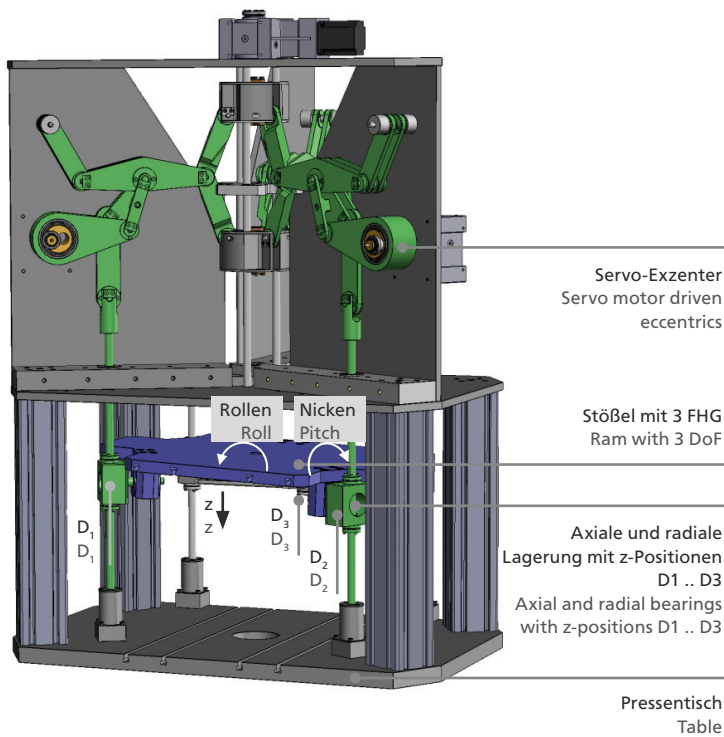
Unter Koordination des Fachgebiets für Trennende und Fügende Fertigungsverfahren der Universität Kassel wurde Anfang Juli der vorläufige Startschuss für ein Projekt gegeben, das die Einsatzmöglichkeiten von Aluminium als Leichtbauwerkstoff erweitern soll. Projektziel ist eine erweiterte Nutzung des Leichtbaupotenzials von Aluminium durch eine Steigerung der geometrischen und mikrostrukturellen Komplexität von Produkten. Die Zielsetzung des LOEWE-Schwerpunkts ALLEGRO beinhaltet die Gestaltung neuer Technologien für effiziente Prozesse der Formgebung und Wärmebehandlung von Aluminiumknetlegierungen auf Basis übertragbarer, quantitativer Beschreibungen relevanter Wirkzusammenhänge sowie schnelle Technologieentwicklung durch Zusammenführung von Technologiebausteinen. Neben zwei weiteren Instituten der Uni Kassel und dem Darmstädter Fraunhofer Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit sind von Seiten der TU Darmstadt das Institut für Werkstoffkunde und das Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen an dem Projekt beteiligt. Das Land Hessen fördert ALLEGRO über vier Jahre mit 4.680.656 €. Start ist der 01.01.2018.

goal of the LOEWE-priority program ALLEGRO involves the design of new technologies for efficient processes of shaping and heat treatment of aluminum wrought alloys based on transferable, quantitative descriptions of relevant interrelationships as well as fast technology development by the combination of technology components. In addition to two other institutes of the University of Kassel and the Fraunhofer Institute for Structural Durability and System Reliability in Darmstadt, the Department and Institute for Materials Technology and the Institute for Production Engineering and Forming Machines of the TU Darmstadt are involved. The state of Hesse funds ALLEGRO over a period of four years with 4,680,656 €. The start is on January 1, 2018.

Under the coordination of the Institute for Separating and Joining Production Techniques at the University of Kassel, the preliminary starting signal for a project to expand the possibilities for aluminum as a lightweight construction material was given at the beginning of July. The aim of the project is the advanced usage of aluminum as a lightweight material by increasing the geometric and microstructural complexity of products. The

Nächste Generation von Tiefziehprozessen durch Nutzung smarter Beobachter, geschlossener Regelkreise und einer 3D-Servo-Press

Next Generation Deep Drawing Using Smart Observers, Closed-Loop Control, and 3D-Servo-Press



[01]

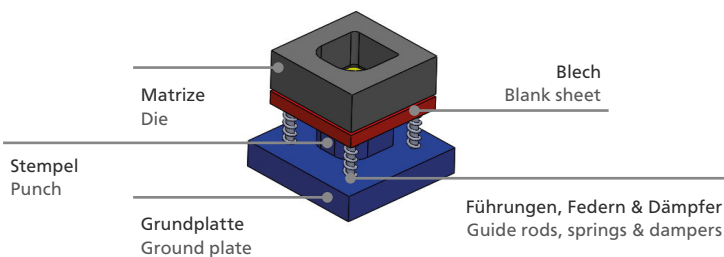


Abbildung [01]
3D-Servo-Press mit Freiheitsgraden (links), beispielhafte Hubverläufe der Stößellager und resultierender z-Hub, Roll- und Nickwinkel (rechts), sowie Konzept eines Tiefziehwerkzeugs mit kreisförmiger Niederhalterbewegung (unten)

Figure [01]
3D Servo Press including degrees of freedom (left), example of steering curves of the ram supports and resulting z-displacement, roll and pitch angles (right), concept of deep drawing tooling with orbital blank holder movement (bottom)

Ziel dieser Kollaboration zwischen dem PtU und der amerikanischen University of New Hampshire (UNH) ist es, die Flexibilität einer 3D-Servo-Press zur Verbesserung der Umformbarkeit von Blechkomponenten zu nutzen und ein wissenschaftliches Verständnis für nichtlineare 3D-Niederhalterbewegungen zu schaffen, mit denen die Umformbarkeit optimiert wird. Hierzu gilt es, adäquate Sensoren und Beobachter zu bestimmen, z. B. mittels akustischer Emission, mit denen Riss- und Faltenbildung prädiziert werden können sowie einen Rahmen für die Implementierung von Industrie 4.0 Prozessen zu erzeugen. Dabei baut das Projekt auf den jeweiligen Stärken der zwei Institutionen auf, welche sich zum einen durch die Pressenentwicklung am PtU und zum anderen durch die Materialcharakterisierung und Modellierung an der UNH charakterisieren.

The objectives of this collaborative research project between the PtU and University of New Hampshire (UNH) are to establish the scientific understanding for the identification of non-linear 3D blank holder movements causing non-linear deformation-paths to improve material formability. The scientific approach is to exploit the flexibility of a 3D-servo-press in order to improve the formability of sheet metal components. Therefore, the determination of adequate sensor/observer structures is an essential task, e.g., using acoustic emission sensors to predict wrinkling and tearing failures in sheet metal components and to create a framework for Industry 4.0 process implementation. The research project will capitalize on the strengths of the two institutions with respect to forming machines at PtU and material characterization and modeling at UNH.

Anfahrt Directions

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.



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.

Ab Flughafen Frankfurt Main

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



From Frankfurt International Airport

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

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.



From Frankfurt Main Station

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

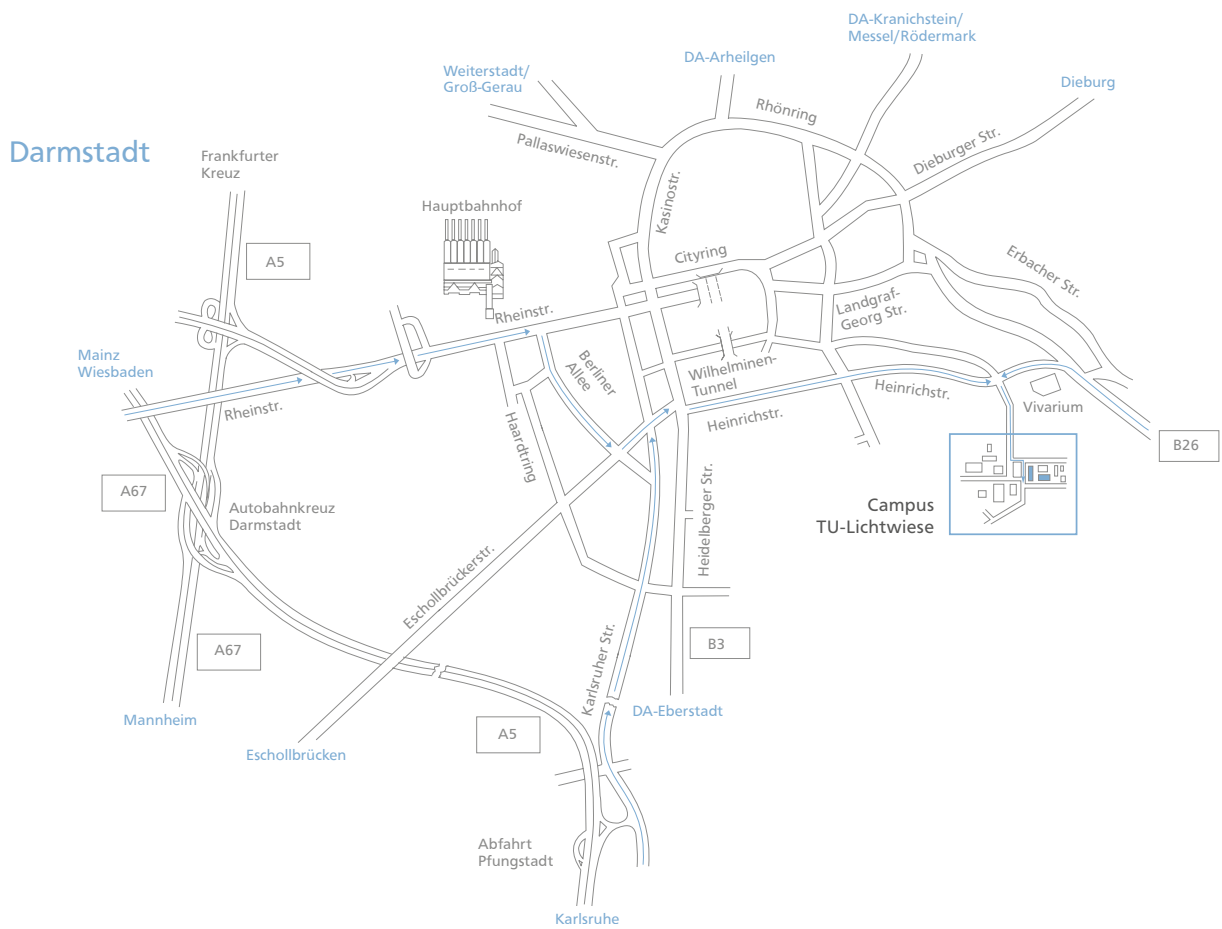
Ab Darmstadt Hauptbahnhof

Buslinie K oder KU bis zur Endstation TU-Lichtwiese. Die gesamte Fahrtzeit beträgt etwa 30 Minuten, die Busse fahren im Takt von ca. 15 Minuten. Gegenüber der Bushaltestelle befindet sich das neue „Hörsaal- und Medienzentrum Lichtwiese“. Das Gebäude auf der anderen Seite des Neubaus ist das Maschinenbaugeschäft, gut zu erkennen am großen Zahnrad vor dem Gebäude: Otto-Berndt-Straße 2, Gebäude L1|01. Das PtU befindet sich dort im ersten Stock. Bitte melden Sie sich im Sekretariat (Zimmer 148) im ersten Stock an



From Darmstadt Main Station

Take bus line K or KU to final destination “TU-Lichtwiese”. The trip takes about 30 minutes, the busses leave every 15 minutes. Bus tickets are available either at the ticket machine or from the bus driver. You will find the PtU at university campus “TU-Lichtwiese” in building number L1|01 (mechanical engineering). The building can be identified by the large gearwheel in front. Please register at the office in room 148 on the first floor.



Impressum

Imprint

Herausgeber | Publisher

Technische Universität Darmstadt
Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Peter Groche
Institut für Produktionstechnik
und Umformmaschinen

Otto-Berndt-Straße 2
64287 Darmstadt

Telefon +49 61 51 16 231 43
Telefax +49 61 51 16 231 42
E-Mail info@ptu.tu-darmstadt.de
Web www.ptu.tu-darmstadt.de

Redaktion | Editor

Paul Felber, M. Sc., das Sekretariat
und alle weiteren wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen
und Mitarbeiter des PtU

Paul Felber, M. Sc., the administration and all other
scientific assistants of the PtU

Gestaltung | Layout

Dipl.-Des. Angelika Philipp

Druck | Print

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

Auflage	500 Stück
Schriften	Charter, Frontpage, Stafford
Farbe	1b [100c 60m]
Total print run	500 copies
Fonts	Charter, Frontpage, Stafford
Colour	1b [100c 60m]

© PtU Darmstadt 2017 — Nachdruck, auch auszugsweise,
nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des Instituts.

© PtU Darmstadt 2017 — Reproduction, even in extracts,
only after written permission from the institute.