

---

# Jahresbericht 2021

## Annual Report 2021

---

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



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

**PtU**  
FORMING  
EXCELLENCE



---

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

<b>Vorwort   Foreword</b> .....	4–5
<b>Institut   Institute</b> .....	6–17
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
Zusammenarbeit mit der Industrie   Collaboration with Industry .....	16–17
<b>Forschung &amp; Entwicklung   Research &amp; Development</b> .....	18–95
Forschungsaktivitäten mit anderen Instituten   Research Activities with other Institutes .....	20–37
Abteilungen   Departments .....	38–65
Abgeschlossene Forschungsprojekte   Completed Research Projects .....	66–83
Abgeschlossene Dissertationen   Completed Dissertations .....	84–91
Vorträge & Veröffentlichungen   Presentations & Publications .....	92–95
<b>Studium &amp; Lehre   Study &amp; Teaching</b> .....	96–107
Lehrveranstaltungen   Courses .....	98–99
Studierendenzahlen   Student Numbers .....	100–101
Abgeschlossene Arbeiten   Completed Theses .....	102–107
<b>Institutsleben   Life at the Institute</b> .....	108–135
Im Gespräch mit neuen Mitarbeiter:innen   Interview with New Staff Members .....	110–124
Zum 60ten Geburtstag   For the 60 <sup>th</sup> Birthday .....	125
Achim Reinholds 40-jähriges Mitarbeiterjubiläum   Achim Reinhold celebrates 40 Years as an Employee .....	126–127
Sven Müllers 25-jähriges Mitarbeiterjubiläum   Sven Müller celebrates 25 Years as an Employee .....	128–129
Exzellenzprogramm – Forming Your Future   Young Researchers – Forming Your Future .....	130
So geht energieeffiziente Produktion   This is how Energy-efficient Production Works .....	131
Dr.-Ing. Tilman Traub erhält Otto-Kienzle-Gedenkmünze   Dr.-Ing. Tilman Traub awarded the Otto Kienzle Commemorative Medal .....	132–134
Umbenennung Walzprofilieren und Wapro-Abteilung   Renaming Walzprofilieren and Department Wapro .....	135
Neue Schnellläuferpresse   New High-speed Press .....	135
<b>Anfahrt   Directions</b> .....	136–137
<b>Impressum   Imprint</b> .....	140

## Umformtechnik am PtU Forming Technology at the PtU



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

Liebe Leser:innen,

am Anfang allen Fortschritts steht die Neugier. Aus der Neugier entstehen Ideen, mit denen eine Generation die Gegenwart gestaltet und eine andere die Zukunft erträumt. In diesem Jahresbericht lade ich Sie ein, neugierig auf eine Reise durch das Institut zu gehen und die faszinierenden Fortschritte des Instituts im Jahr 2021 zu ergründen.

Das Jahr begann gleichermaßen ereignisreich und herausfordernd. Durch die Corona-Pandemie kam das öffentliche Leben erneut fast vollständig zum Erliegen und wir mussten einmal mehr unsere Resilienz unter Beweis stellen. So herausfordernd die Arbeitsweise unter der erschwerten Bedingung auch war, können wir mit Stolz auf die Ergebnisse unserer Forschung und Lehre blicken. Denn wir haben nicht nur hervorragende Fortschritte in einigen Forschungsfeldern erzielt, sondern konnten auch neue Bereiche erschließen.

Vor dem Hintergrund aktueller Trends und sich wandelnder Marktanforderungen beschäftigen wir uns in Forschung und Lehre mit zahlreichen spannenden Fragestellungen der modernen Umformtechnik. Inhaltlich umfassen sie vielfältige Themen – von fortschrittlichen Umformanlagen bis hin zu neuartigen Halbzeugen. Dabei nimmt die Vernetzung von Fachdisziplinen stetig zu und wir erfreuen uns zunehmend interdisziplinärer Projekte.

Ein Beispiel dafür ist unser Projekt BioStruX im Technologietransferprogramm Leichtbau des BMWi. Mittels bionischer Leichtbaustrukturen auf Basis verzweigter Bleche wird die Forschung am funktionsintegrierten Strukturleichtbau weiter vorangetrieben. Ziel dieses Forschungsvorhabens ist die Erhöhung des technologischen Reifegrades der Fertigungsprozesse Spaltprofilieren und nachgelagertem Biegen von Spaltprofilen unter Berücksichtigung seriennaher Randbedingungen. Mit Hilfe der Industrialisierung dieser Umformverfahren wird eine Prozesskette zur Herstellung von verzweigten, lastadaptierten Leichtbaustrukturen geliefert.

Der stetige Wandel findet sich auch in unserer Institutsstruktur wieder: So haben wir die Abteilung Walz- und Spaltprofilieren in Profiliertechnik transformiert, um dem erweiterten Projektspektrum Rechnung zu tragen.

Ein weiterer Schwerpunkt am PtU ist die universitäre Lehre. Das oberste Ziel ist dabei, zukünftige Ingenieur:innen auf die kommenden Herausforderungen vorzubereiten. Dazu haben wir dieses Jahr an der Neuausrichtung des Studiengangs Maschinenbau hin zu neuen Schwerpunkten wie Sustainable Use of Resources und Digital based Production and Robotics mitgewirkt. Insbesondere haben wir unser Angebot an Lehrveranstaltungen zukunfts-fähig erweitert. In der neuen Vorlesung Qualitätsmanagement befassen wir uns beispielsweise mit Methoden der präventiven Qualitätssicherung unter Einbeziehung von Prozessdaten und künstlicher Intelligenz. In der ebenfalls neuen Vorlesung Werkzeugmaschinen und Roboter lehren wir unter anderem die Überwachung und sicherheitstechnische Beurteilung von Maschinen im Rahmen der Industrie 4.0. Wir kombinieren 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 hierbei bearbeiteten Fragestellungen entstammen aktuellen Forschungsprojekten und verlangen so einen Transfer des erarbeiteten Wissens in einen neuen Kontext.

Für die hervorragende Zusammenarbeit im vergangenen Jahr möchten wir uns an dieser Stelle bei allen Projektpartnern für die tatkräftige Unterstützung in Forschungs- und Entwicklungsprojekten herzlich bedanken. Vielen Dank außerdem an unsere Partnerunternehmen für die Durchführung von Fallstudien und Exkursionen im Rahmen diverser Lehrveranstaltungen – auch und vor allem für das Engagement und die Flexibilität, mit denen auch hier der Sprung ins Digitale möglich gemacht wurde!

Unser besonderer Dank gilt den Fördergesellschaften DFG, AiF, dem BMBF und BMWi, dem Land Hessen, den Forschungsvereinigungen EFB, FOSTA, FSV, GCFG, PTS und VDP, sowie allen beteiligten Firmen. Alle diese Projekte wären ohne ihre Unterstützung und die fruchtbare Kooperation nicht möglich.

Gerne stehen wir Ihnen als Ansprechpartner für Forschungsk Kooperationen und Beratungsdienstleistungen zur Verfügung. Besuchen Sie unsere Homepage, um jederzeit auf dem neuesten Stand zu bleiben und nehmen Sie gerne mit uns Kontakt auf.



Ihr Peter Groche

Dear readers,

at the beginning of all progress is curiosity. Curiosity gives rise to ideas with which one generation shapes the present and another dreams the future. In this annual report, I invite you to take a curious journey through the institute and explore the fascinating progress made by the institute in 2021.

The year began eventful and challenging in equal measure. The Corona pandemic once again brought public life to a virtual standstill, and once again we had to demonstrate our resilience. As challenging as it was to work under the aggravated condition, we can look with pride at the results of our research and teaching; We have not only made excellent progress in some research fields, but have also been able to open up new subject areas.

Against the background of current trends and changing market requirements, we deal with numerous exciting issues of modern forming technology in research and teaching. In terms of content, they cover a wide range of topics – from advanced forming equipment to new types of semi-finished products. In the process, the networking of specialist disciplines is steadily increasing and we are enjoying more and more interdisciplinary projects.

One example of this is our BioStruX project in the BMWi's lightweight construction technology transfer program. Using bionic lightweight structures based on branched sheet metal, research into functionally integrated lightweight structural design is being advanced. The aim of this research project is to increase the technological maturity of the manufacturing processes of gap profiling and downstream bending of gap profiles, taking into account near-series boundary conditions. The industrialization of these forming processes will provide a process chain for the manufacture of branched, load-adapted lightweight structures.


The constant change is also reflected in our institute structure: Thus, we have transformed the department of roll and gap forming into profiling technology in order to accommodate the extended project spectrum.

Another focus at PtU is university teaching. The primary goal here is to prepare future engineers for the challenges ahead. To this end, we have been involved in realigning the mechanical engineering course towards new focal areas such as Sustainable Use of Resources and Digital-based Production and Robotics this year. In particular, we have expanded our range of courses to meet future needs. In the new lecture Quality Management, for example, we deal with methods of preventive quality assurance, including process data and artificial intelligence. In the equally new lecture Machine Tools and Robots, we teach, among other things, the monitoring and safety assessment of machines in the context of Industry 4.0. We specifically combine the teaching of basic knowledge of forming technology systems, processes and process chains in lectures with the practical application of the acquired knowledge in exercises, case studies, tutorials and project and final theses. In addition to the qualification in the targeted use of numerical calculation methods and the design of control systems, students experience the versatility and fascination of production engineering tasks and expand their problem-solving skills and scientific creativity. The problems dealt with here originate from current research projects and thus require a transfer of the acquired knowledge into a new context.

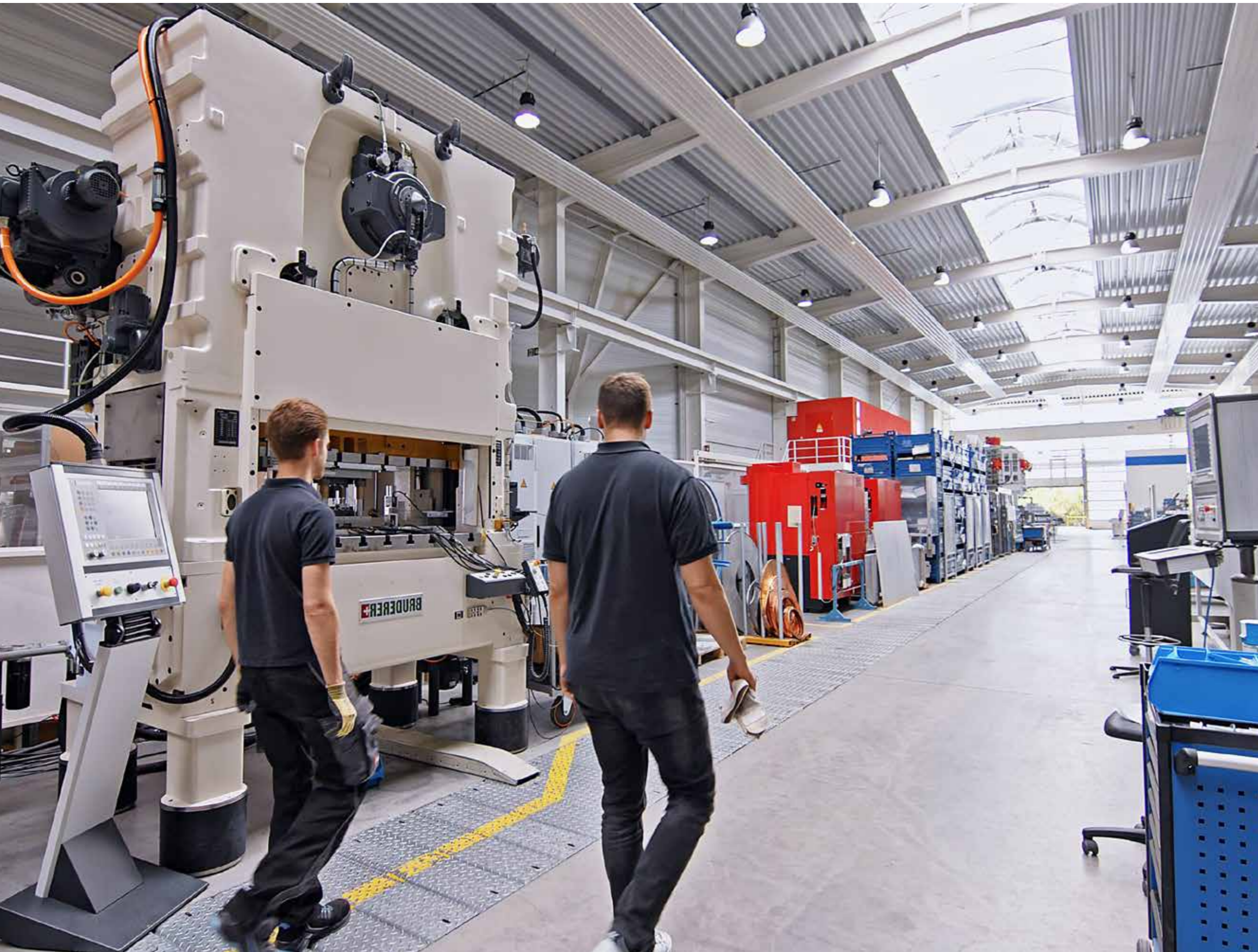
We would like to take this opportunity to thank all our project partners for their active support in research and development projects. We would also like to thank our partner companies for carrying out case studies and excursions as part of various courses - and above all for their commitment and flexibility in making the leap into the digital world possible!

Our special thanks go to the funding agencies DFG, AiF, BMBF and BMWi, the state of Hesse, the research associations EFB, FOSTA, FSV, GCFG, PTS and VDP, as well as all the companies involved. All these projects would not be possible without their support and fruitful cooperation.

We are happy to be your contact for research cooperation and consulting services. Please visit our homepage to stay up to date and feel free to contact us.



Yours Peter Groche



## Von 1976 bis 2021 – eine lange Tradition der Umformtechnik an der Technischen Universität Darmstadt

### From 1976 to 2021 – 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 Facharbeiter:innen 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 der Lehre durch multimediale Arbeitsplätze sowie einen Lernbaukasten 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 Mitarbeiter:innen wurde 2014 eine Umstrukturierung der Abteilungen durchgeführt. Die Mitarbeiter:innen der ehemals drei Abteilungen wurden thematisch auf die vier neuen Abteilungen „Prozessketten und Anlagen“, „Walz- und Spaltprofilieren“, „Tribologie“ und „Funktions- und Verbundbauweise“ umverteilt. Im Jahr 2021 erfolgte die Umbenennung von „Walz- und Spaltprofilieren“ auf „Rollformen“.

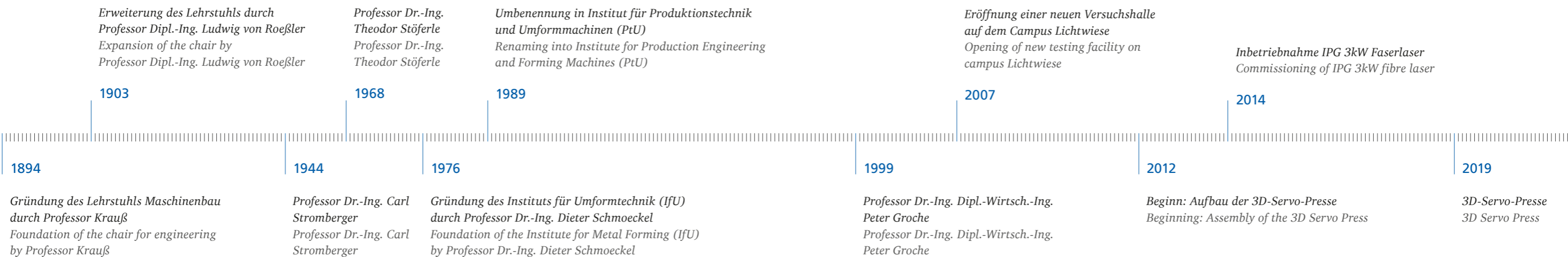
Technical research and teaching in Darmstadt have over 120 years of tradition. In 1976, metal forming was spun off from the Institute for Machine Tools. Prof. Dr.-Ing. Dieter Schmoeckel became head of the newly founded Institute for Metal Forming (IfU). Since 1989, the institute has borne its present 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 the 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”. In 2021, the name “Roll Forming and Flow Splitting” was changed to “Roll Forming”.



Institutsleitung   Director of the Institute	Lehrbeauftragte   Lecturers	Gastprofessor   Guest Professor	
Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Peter Groche	Prof. Dr.-Ing. Matthias Scheitza Dr.-Ing. Holger Steindorf	Prof. Dr. Chengliang Hu	
Oberingenieure   Chief Engineers	Sekretariat   Office	Buchhaltung & Verwaltung Accountancy & Administration	Kooperationsmanagement Cooperation Management
Dominic Griesel, M. Sc. Lukas Kluy, M. Sc. Lukas Schell, M. Sc.	Isabella Dölfel Sabine Passet	Dipl.-Inf.-Wirt. Heidrun Felger Stephanie Keller Dipl.-oec.-troph Annette Metz	Wilhelm Schmidt, M. Sc. Henning Husmann, M. Sc.
Abteilung Prozessketten und Anlagen Department of Process Chains and Forming Units	Abteilung Profiliertechnik Department of Profile Manufacturing Technology	Abteilung Tribologie Department of Tribology	Abteilung Funktions- und Verbundbauweise Department of Functional and Composite Structures
Leitung   Head of Department	Leitung   Head of Department	Leitung   Head of Department	Leitung   Head of Department
Christian Kubik, M. Sc.	Marco Becker, M. Sc. Tianbo Wang, M. Sc.	Alessandro Franceschi, M. Sc.	Daniel Martin, M. Sc.
Mitarbeiter:innen   Staff	Mitarbeiter:innen   Staff	Mitarbeiter:innen   Staff	Mitarbeiter:innen   Staff
Nassr Al-Baradoni, M. Sc. Viktor Arne, M. Sc. Alexander Breunig, M. Sc. Dr.-Ing. Ezgi Bütev Öcal Janosch Günzel, M. Sc. Maximilian Knoll, M. Sc. Andre Kokozinski, M. Sc. Dirk Molitor, M.Sc Erik Sellner, M. Sc. Richard Werner, M. Sc.	Franziska Aign, M. Sc. Benedikt Depta, M. Sc. Burcu Güngör, M. Sc. Johannes Kilz, M. Sc. Timon Suckow, M. Sc. Christian Thoma, M. Sc.	Philipp Gehringer, M. Sc. Christoph Kuhn, M. Sc. Matthäus Kott, M. Sc. Philipp Schumann, M. Sc. Patrick Volke, M. Sc. Stefan Volz, M. Sc. Yutian Wu, M. Sc.	Simon Biffar, M. Sc. Fansun Chi, M. Sc. Thiemo Germann, M. Sc. Nicola Jessen, M. Sc. Yuchen Leng, M. Sc. David Löffler, M. Sc. Benedikt Niessen, M. Sc.
Technischer Support   Technical Support	Öffentlichkeitsarbeit   Public Relations	IT Support   IT Support	Exzellenzprogramm   Excellence Program
Leitung mechanische Werkstatt Head of Mechanical Facilities	Design & Layout & Fotografie Design & Layout & Photography	IT-Systems Manager IT-Systems Manager	Malaz Arznjani, B. Sc. Johannes Hofmann, B. Sc. Diego Miranda, B. Sc. Ciarán Veitenheimer, B. Sc.
Mirko Feick	Erwin Henkes Dipl.-Des. Angelika Philipp	Roman Haaf	
Versuchsfeldtechniker   Testfield Engineers		Auszubildender   Trainee	
Paul Boger Edwin Kirchner		Dominik Šulc	

## 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), die Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung (EFB), das Europäische Institut für Innovation und Technologie im Bereich Manufacturing (EIT-M), die Forschungsvereinigung Stahlanwendung (FOSTA), der Verband Deutscher Papierfabriken (VDP), die Papiertechnische Stiftung (PTS), 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 niedersächsische NBank, die hessische WIBank 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 pillars. In addition to public authorities and research promotion associations, the close collaboration with

different branches of the 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 European Research Association for Sheet Metal Working (EFB), the European Institute for Innovation and Technology in Manufacturing (EIT-M), the European Research Association for Steel Application (FOSTA), the German Pulp and Paper Association (VDP), the Paper Technology Foundation (PTS), 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 Bank of Lower Saxony (NBank), the hessian WIBank the Hessen 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

**DFG**  
Deutsche Forschungsgemeinschaft

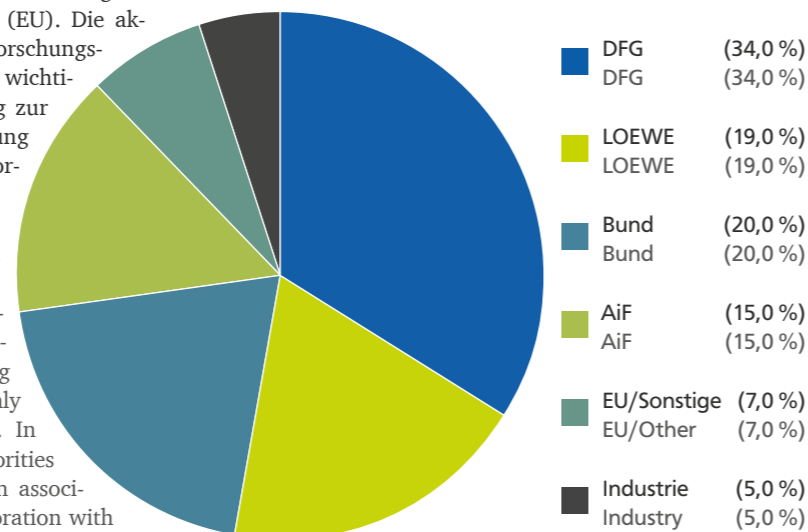
**LOEWE**  
Landes-Offensive zur  
Entwicklung Wissenschaftlich-  
ökonomischer Exzellenz

**Bund**  
Bundeshaushalt

**AiF**  
Arbeitsgemeinschaft industrieller  
Forschungsvereinigungen  
„Otto von Guericke“ e.V.

**EU/Sonstige**  
Erasmus+, Spenden, etc.

**Industrie**  
Industrielle Gemeinschaftsforschung



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

Das Institut für Fertigungsforschung e.V. (IfF) versteht sich als ein Forum zur Förderung der Aktualität von Forschung und Lehre am PtU durch einen lebhaften Austausch von Erkenntnissen zwischen der Industrie und dem PtU. 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 oder aus Drittmittelprojekten 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 Mitarbeiter:innen, 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 den Mitarbeiter:innen des PtU und den in der Produktionstechnik tätigen Ingenieur:innen 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 Absolvent:innen zu erhöhen.

Wir laden Sie oder Ihr Unternehmen 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 insight between industry and PtU. At the same time, the association founded in 1981 is committed to sponsoring scientific research in the field of production engineering by providing addi-

tional funds for research activities that are neither covered by the state budget of Technische Universität Darmstadt nor by third party funded projects. Thereby, the association pursues exclusively non-profit purposes. Its subsidies consist mainly of membership fees and donations.



[01]

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 workshops. Under this motto, the efforts of IfF lie within gaining former employees, private individuals and companies for its goals. PtU needs a large and dedicated circle of friends to make the alignment of research appealing 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 as well as your enterprise to become a member of the Institute for Manufacturing Research!



Abbildung [01]  
Gruppenfoto IfF Mitglieder

Figure [01]  
Group Photo IfF Members



## Technische Ausstattung Technical Equipment

### Anlagen

- |   |   |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 12-gerüstige Walzprofilieranlage – VoestAlpine<br/>- Flexibles Profiliergerüst</li> <li>2. 3-fach wirkende hydraulische Versuchspressen (500 kN)</li> <li>3. 3D-Servo-Pressen – im Aufbau (3 DOF, 1.600 kN)</li> <li>4. Drück- und Drückwalzanlagen</li> <li>5. Flexible Fertigungsanlagen zur Herstellung verzweigter Mehrkammerprofile<br/>- Spaltprofiliermodul<br/>- Walzprofiliermodul</li> <li>6. Flexibles Spaltprofiliergerüst</li> <li>7. Gleitstauchanlagen (Kalt- und Warmmassivumformung)</li> <li>8. Hotmelt Walzenauftragsmaschine für Schmelzkleber TH 300-V37,5</li> <li>9. Hydraulische Universalpressen mit IHU-Einheit (30.000 kN)<br/>- Berstprüfstand für Rohre und Profile</li> <li>10. Hydraulischer Tiefungsversuchsprüfstand (HTV)</li> <li>11. Induktionsanlage TruHeat 5040 MF</li> <li>12. Intermittierender Dauerstreifenziehprüfstand</li> <li>13. Kombinierte Streifenziehanlagen</li> <li>14. Laserbearbeitungszentrum mit kombinierter Schneid-/Schweißoptik</li> <li>15. Wälz-Gleitlager Prüfstand</li> <li>16. Linearmotorpresse Typ Limo20</li> <li>17. Linearmotorpresse Typ Limo40</li> <li>18. Modellversuchsstand zum Kollisionsschweißen</li> <li>19. Pneumatische Pressen zur konventionellen und wirkmedienbasierten Umformung</li> <li>20. Pneumatischer Tiefungsversuch (PTV)</li> <li>21. Präzisionssiebdruckhalbautomat PAB 45 für Flach- und Runddruck</li> <li>22. Prototyp der 3D-Servo-Pressen (3 DOF, 10 kN)</li> <li>23. Reibversuchsanlage nach VDA-Standard</li> <li>24. Reibversuchsanlage für Faserwerkstoffe und Kunststoffe</li> <li>25. Rundknetanlage UR 8-4-DD-50LH-CNC</li> <li>26. SCARA Bestückungssystem</li> <li>27. Schnellläuferpresse – BRUDERER Stanzautomat BSTA 810-145</li> <li>28. Servomotorpresse (Synchropress SWP 2500, 2.500 kN)</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>29. Systeme zur maschinellen Oberflächenbehandlung – Maschinelles Oberflächenhämern und Festwalzen</li> <li>30. Wärmebehandlungsöfen N 41/H</li> <li>31. Zug-Druckprüfmaschine – Zwick Roell 100</li> <li>32. Intelligente Profilieranlagen</li> <li>33. 9-Achsen Laserbearbeitungszentrum 3DMicromac („Strukturierungslaser“)</li> <li>34. 3D Drucker Prusa i3 MK2S</li> <li>35. Binder Trocknungsöfen</li> <li>36. Umluft Kammeröfen NA 15/65Nabertherm</li> </ol> |
|---|---|

### Messtechnik

1. Gepulster Beleuchtungslaser CAVILUX SMART
2. GOM Aramis – Optische 3D Bewegungs- und Verformungsmessung
3. GOM Atos III – Industrieller 3D Scanner
4. GOM Pontos – 3D-Online-Photogrammetrie
5. Härteprüfer DuraScan 20 – Struers
6. Hochgeschwindigkeit-Bildverstärkerkamera PCO hsfc pro
7. Konfokales Weisslichtmikroskop  $\mu$ Surf® (stationär und mobil)
8. Metallographie
9. Öl-Schichtdickenmessgerät – LUBRImini
10. Profilmessgerät Bytewise Profile360
11. Rasterelektronenmikroskop – Jeol JSM 6610LV
12. Umfangreiche Messtechnik zur Prozessintegration und online Aufnahme von Prozessparametern und Zuständen
13. Ultraschallprüfgerät – Krautkramer USD 15SX
14. Ultraschall-„MiniScanner“ Amsterdam Technology
15. Waveline T8000 Taktiles Rauheitsmessgerät im Tastschrittverfahren – Hommel
16. GOM Argus – Optische Formänderungsanalyse
17. Drehmoment Kalibriereinrichtung
18. Zeiss Smartzoom 5 Digitalmikroskop
19. IHTC Prüfstand (Untersuchung von Wärmeübergangskoeffizienten)
20. Verschiedene Pyrometer

### Facilities

- |   |  |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Roll Forming Line (12 stands)<br/>- Stand for the Flexible Roll Forming</li> <li>2. Triple Acting Hydraulic Press (500 kN)</li> <li>3. 3D Servo Press – Under Construction (3 DOF, 1.600 kN)</li> <li>4. System for Hot Gas Forming</li> <li>5. Spinning and Flow Forming Machine</li> <li>6. Flexible Production Plant for Branched Multiple Chamber Profiles<br/>- Linear Flow Splitting Module<br/>- Roll Forming Module</li> <li>7. Stand for the Flexible Flow Splitting</li> <li>8. Sliding Compression Test Stand (Cold and Hot Bulk Metal Forming)</li> <li>9. Hotmelt Coating Machine TH 300-V37,5</li> <li>10. Hydraulic Universal Press with High Pressure Unit (30.000 kN)<br/>- Burst Testing of Tubes and Profiles</li> <li>11. Induction Generator TruHeat 5040 MF</li> <li>12. Intermittent Strip Drawing Test Rig</li> <li>13. Combined Strip Drawing Facility</li> <li>14. Laser Welding and Cutting System</li> <li>15. Test Rig for Linear Guideways</li> <li>16. Linear Motor Driven Press Version Limo20</li> <li>17. Linear Motor Driven Press Version Limo40</li> <li>18. Model Test Rig for Collision Welding</li> <li>19. Pneumatic press for conventional and fluid-based forming</li> <li>20. Pneumatic bulge test (pbt)</li> <li>21. Semi-automatic Precision Screen Printing Machine PAB 45 for Flat and Round Printing</li> <li>22. Prototype of the 3D Servo Press (3 DOF, 10 kN)</li> <li>23. Strip Drawing Test Rig According to VDA Standard</li> <li>24. Strip drawing test rig for fibrous materials and plastics</li> <li>25. Rotary Swaging Machine UR 8-4-DD-50LH-CNC</li> <li>26. SCARA Placement System</li> <li>27. High Performance Stamping Press – BRUDERER BSTA 810-145</li> <li>28. Servo Motor Press (Synchropress SWP 2500, 2.500 kN)</li> <li>29. Systems for Mechanical Surface Treatment – Machine Hammer Peening and Deep Rolling</li> <li>30. Heat Treatment Furnace N 41/H</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>31. Combined Tensile Compression Test Machine</li> <li>32. Intelligent Rollformer</li> <li>33. 9-axis Laser System 3DMicromac</li> <li>34. 3D Printer Prusa i3 MK2S</li> <li>35. Binder Drying Furnace</li> <li>36. Air circulation chamber furnace NA 15/65Nabertherm</li> </ol> |
|---|--|

### 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
6. High-speed Image Intensifier Camera hsfc pro
7. Confocal Microscope  $\mu$ Surf® (Stationary and Mobile)
8. Metallography Laboratory
9. Oil Thickness Measuring Device – LUBRImini
10. Profile Measuring System Bytewise Profile360
11. Scanning Electron Micrograph JEOL JSM6610LV
12. Broad Measurement Equipment for Process Integration and Identification of Process Parameters and States
13. Ultrasonic Test Instrument – Krautkramer USD 15SX
14. Ultraschall-„MiniScanner“ Amsterdam Technology
15. Hommel Waveline T8000 Roughness Measuring Station
16. GOM Argus – Optical Forming Analysis
17. Torque Calibration Device
18. Zeiss Smartzoom 5 digital Microscope
19. IHTC Test Bench (Investigation of interfacial heat transfer coefficients)
20. Various pyrometers

*Zusammenarbeit mit der Industrie – Die Kooperationspraxis in der forschenden Lehre*  
*Collaboration with Industry – The Collaborative Practice in Research-Based Teaching*



Henning Husmann, M. Sc.  
 +49 6151 16 233 11  
 henning.husmann@ptu.tu-darmstadt.de

Ein intrinsisch motiviertes Interesse am Projekterfolg sichert die beste Bearbeitung. Nach diesem Motto versucht das PtU die Interessensgruppen der akademischen Forschung und Lehre mit den Anwender:innen in der agilen, industriellen Praxis in Einklang zu bringen. Neben den universitären Zielgruppen, den Studierenden und Forschenden, spielt der Anwendungsbezug der Forschung besonders in der Produktionstechnik eine prominente Rolle. Den höchsten Nutzen für alle Zielgruppen stellt das PtU daher durch die kooperative Verknüpfung von Forschung, Lehre und Industrie sicher.

Ein breites Spektrum an projektbasierten Lehrformen ermöglicht den Anschluss an agile Vorhaben der akademischen sowie der industriellen Einzel- und Verbundforschung, wobei die individuellen Interessen in idealer Weise berücksichtigt werden. So können Studierende neue Methoden erlernen und unmittelbar in praxisnahen, zukunftsweisenden Vorhaben zielgerichtet anwenden, während Unternehmen und Forschende in ihrer Tätigkeit unterstützt werden und von den erarbeiteten Erkenntnissen und Innovationen profitieren. Aspekten der Geheimhaltung, Exklusivität und Dringlichkeit kann darüber hinausgehend im Rahmen der industriellen Auftragsforschung Rechnung getragen werden, sodass kritische Projektinhalte exklusiv und nach individuellen Konditionen angegangen werden können.

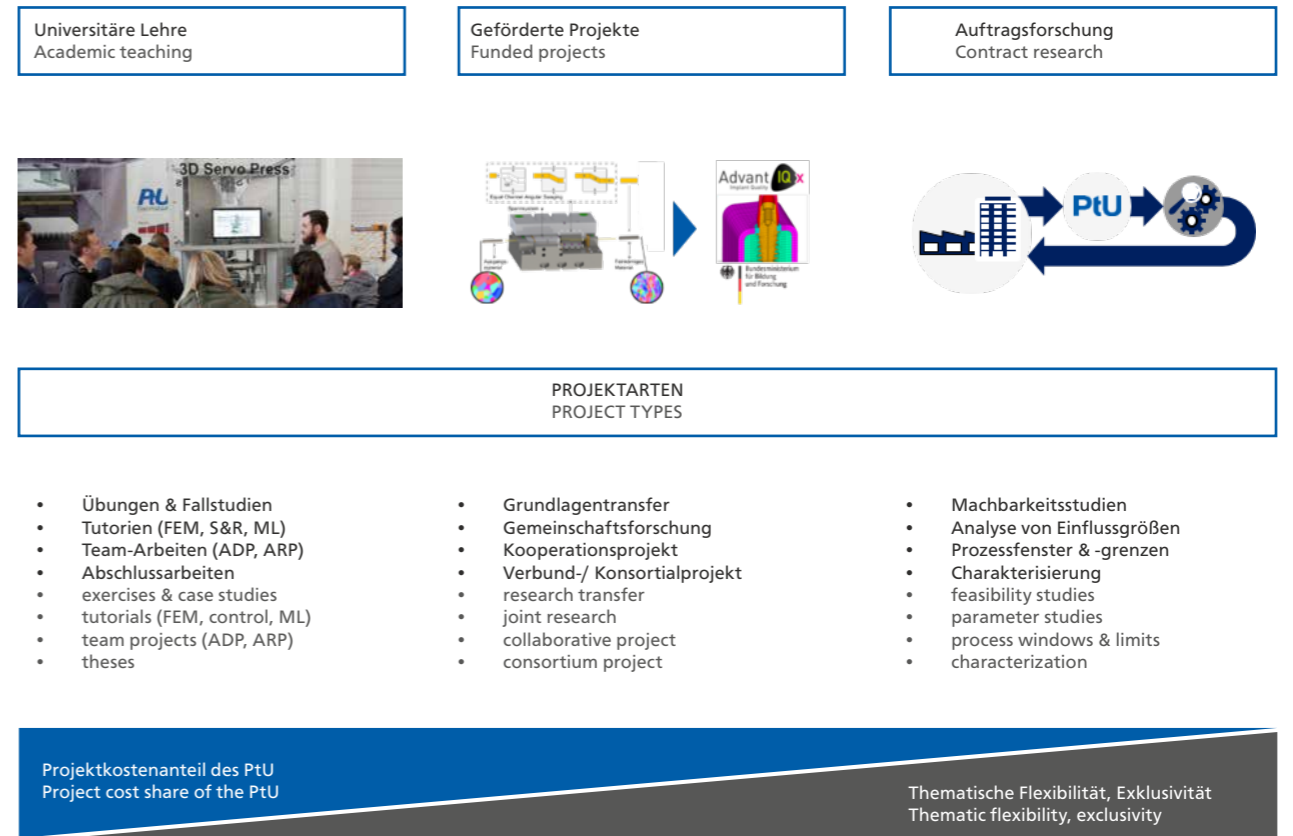
Bei der Lektüre dieses Jahresberichtes, der Internetpräsenz oder der Berichte und Beiträge des PtU möchten wir Sie daher ermuntern, nach Synergien Ausschau zu halten und mit uns in Kontakt zu treten, wenn Sie in selbigen Themengebieten aktiv sind oder über geeignete Anwendungen für unsere Forschungsergebnisse verfügen. Wir würden uns freuen, gemeinsam mit Ihnen in vielseitigen Projektformen in der Forschung und in der Lehre die Herausforderungen der Zukunft, aber auch die des industriellen Alltags anzugehen.

An intrinsically motivated interest in the project success ensures the best results. Following this motto, the PtU tries to align the stakeholders of ac-

ademic research and teaching with industry users in agile applications. In addition to the academic target groups, such as students and researchers, the practical relevance of scientific results plays a prominent role, especially in the field of production engineering. The PtU therefore ensures the highest benefit for all target groups by cooperatively linking research, teaching and industry.

A broad spectrum of project-based modules enables the connection to agile projects of academic as well as industrial research, whereby individual interests are ideally taken into account. In this way, students can learn new methods and apply them directly in practical, forward-looking projects in a targeted manner, while companies and researchers are supported in their activities and benefit from the knowledge and innovations acquired. Aspects of secrecy, exclusivity and urgency can also be taken into account in the context of industrial contract research, so that critical project content can be addressed exclusively and according to individual conditions.

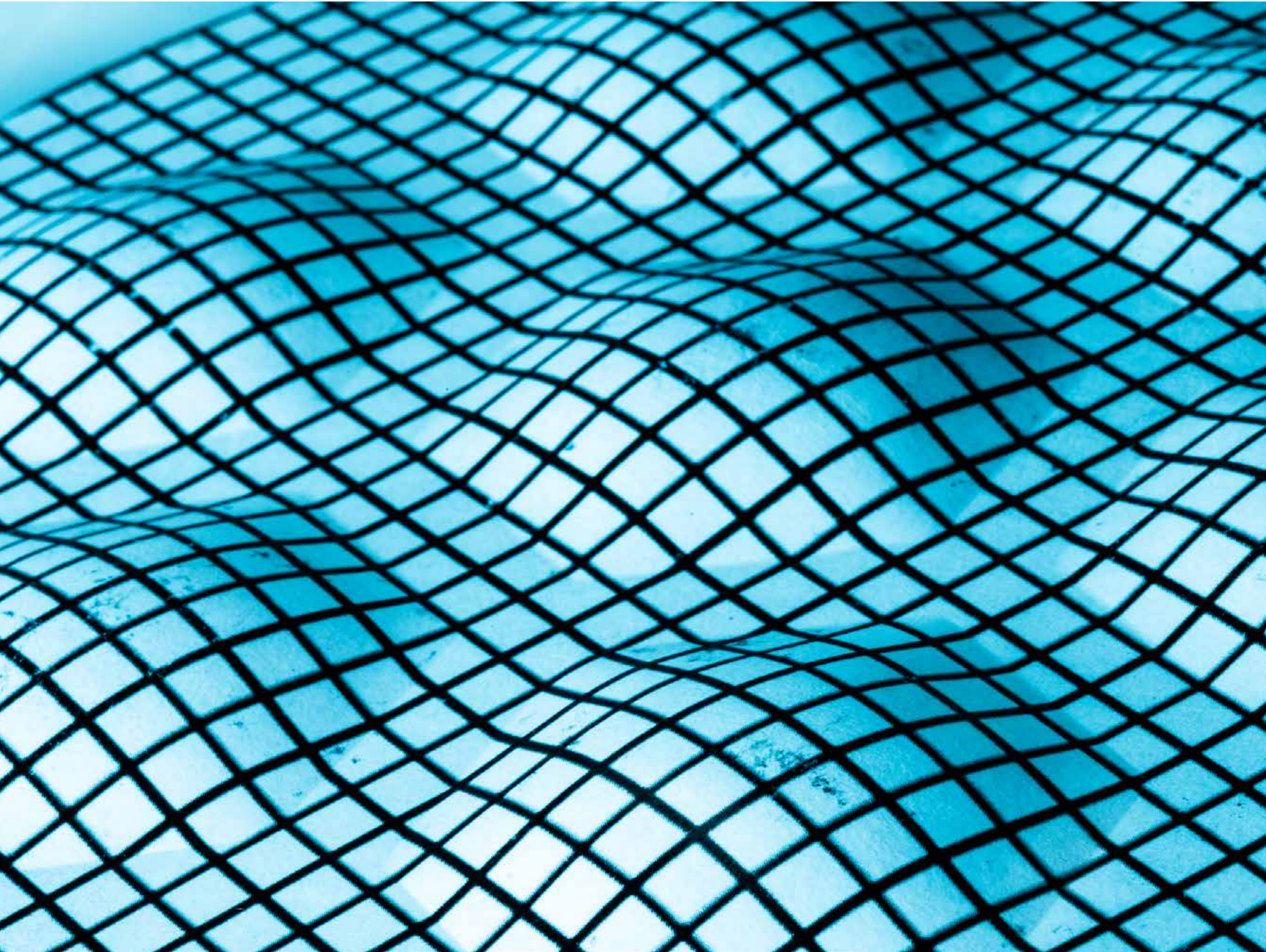
When reading this annual report, the website or the reports and articles of the PtU, we therefore encourage you to look for synergies and to get in contact with us if you are active in the same subject areas or have suitable applications for our research results. We would be pleased to work together with you in versatile project forms in research and teaching to tackle the challenges of the future, but also those of everyday industrial life.



[01]

Abbildung [01]  
 Mögliche Formen der Zusammenarbeit in Forschung und Lehre

Figure [01]  
 Possible forms of cooperation in research and teaching



*Forschung & Entwicklung  
Research & Development*

---

*Dehnungsermittlung von Papier  
durch wirkmedienbasiertes Um-  
formen*

*Strain determination of paper by  
active-media-based forming*

*Forschungsaktivitäten mit anderen Instituten*  
*Research Activities with other Institutes*

<p>LOEWE-Schwerpunktprogramm BAMP! (Bauen mit Papier)</p> <hr style="width: 20%; margin: 10px auto;"/> <p>LOEWE-Focus Program BAMP! (Building with Paper)</p>	<p>22–23</p>	<p>Netzwerk Mittelstand-Digital Zentrum Darmstadt</p> <p>Netzwerk Mittelstand-Digital Zentrum Darmstadt</p>	<p>30–31</p>
<p>UniVorsUm: Entwicklung einer universellen Methode zur Vorhersage der Umformbarkeit von papierbasierten Materialien im Tiefziehen und Hydroforming</p> <hr style="width: 20%; margin: 10px auto;"/> <p>UniVorsUm: Development of a universal Method for Predicting the Formability of Paper-based Materials in Deep Drawing and Hydroforming</p>	<p>24–25</p>	<p>CORNET Wear-O: Verschleißoptimierung hochbeanspruchter Umformwerkzeuge</p> <p>CORNET Wear-O: Wear Optimization of Highly Stressed Shaping Tools</p>	<p>32–33</p>
<p>Simulative Abbildung von Papierinhomogenitäten</p> <hr style="width: 20%; margin: 10px auto;"/> <p>Simulative Modeling of Paper Inhomogeneities</p>	<p>26–27</p>	<p>SPP 2013 Gezielte Einstellung von Eigenspannungen während der Kaltmassivumformung</p> <p>SPP 2013 Targeted Use of Forming Induced Residual Stresses in Metal Components</p>	<p>34–35</p>
<p>Sonderforschungsbereich-Transregio 270: Hysterese Design von magnetischen Materialien für effiziente Energieumwandlung (HoMMage)</p> <hr style="width: 20%; margin: 10px auto;"/> <p>Collaborative Research Centre/Transregio 270: Hysteresis Design of Magnetic Materials for Efficient Energy Conversion (HoMMag)</p>	<p>28–29</p>	<p>LOEWE Schwerpunkt ALLEGRO Rollformen eines Rohrs aus AA7075</p> <p>LOEWE Focal Point ALLEGRO Roll forming of an AA7075 Tube</p>	<p>36–37</p>

## LOEWE\*-Schwerpunktprogramm BAMP! (Bauen mit Papier)

### LOEWE\*-Focus Program BAMP! (Building with Paper)



Nicola Jessen, M. Sc.

+49 6151 16 233 56

nicola.jessen@ptu.tu-darmstadt.de

Das Konsortium des BAMP! Projekts setzt sich seit 2012 mit der Weiterentwicklung und Qualifizierung von Papier für nachhaltige Bauprojekte auseinander. Dabei arbeiten Wissenschaftler:innen aus den Bereichen Maschinenbau, Papieringenieurwesen, Chemie, Bauingenieurwesen und Architektur gemeinsam an der Umsetzung des Projektes. Neben der TU Darmstadt sind auch die Hochschule Darmstadt und die Technische Hochschule Mittelhessen im Konsortium vertreten. Das PtU verfolgt im Rahmen des BAMP! Projektes das Ziel, für Metalle etablierte Umformverfahren für Papierwerkstoffe nutzbar zu machen und dabei den Anforderungen und Dimensionen des Baugewerbes gerecht zu werden. Dabei wurde die Prozessentwicklung des Single Point Incremental Forming (SPIF) vorangetrieben. Eine erste Dissertation zu dieser Thematik hat Dr. Philipp Stein bereits 2019 veröffentlicht (Promotion am PtU). Aus den daraus resultierenden Grundlagen wurde das Wissen gewonnen, eine größere Anlage, die den Dimensionen des Bausektors entsprechen kann, zu entwickeln. Diese Anlage kann Bauteile einer Fläche von 120 cm x 80 cm bearbeiten. Dabei wurde neben dem bekannten Faserwerkstoff Papier auch ein vulkanisiertes Fasermaterial untersucht. Letzteres konnte auf der SPIF Anlage mit einer guten Übereinstimmung zu der vorgegebenen Kurve umgeformt werden und zeigt eine hohe Formhaltigkeit. Dadurch birgt diese Kombination aus Material und Fertigungsverfahren ein großes Potenzial für den Einsatz in nachhaltigen Bauprojekten, zum Beispiel für Fassaden oder Dachschindeln. Das BAMP! Projekt war vom 22. Mai bis 21. November 2021 mit einer eigenen Ausstellung auf der Biennale in Venedig vertreten. Die Ausstellung zeigt den Prozess an der Schnittstelle von kreativer Bearbeitung zu natur- und ingenieurwissenschaftlicher Forschung von der Optimierung bestehender Papiermaterialien bis hin zur Suche nach innovativen, konstruktiven Lösungen. Dabei ist besonders hervorzuheben, dass die Ausstellung selbst fast vollständig aus Papier gefertigt ist und sich die Architektur des historischen Palazzo Mora in der Ausstellung wiederfindet. Die Ausstellung gibt einen Überblick der bestehenden Papiermaterialien, der Bearbeitungsmethoden, welche Lösungen im Bausektor geboten werden können und schließt zuletzt mit verschiedenen Anwendungen für Architektur und Gestaltung.

Since 2012, the consortium of the BAMP! project has been working on the further development and qualification of paper for sustainable construction projects. Scientists working in mechanical engineering, paper engineering, chemistry, civil engineering and architecture are jointly engaged in the implementation of the project. In addition to the TU Darmstadt, the Hochschule Darmstadt and the Technische Hochschule Mittelhessen are represented in the consortium. Within the framework of the BAMP! project, the PtU is pursuing the goal of applying established forming processes for metals to paper materials, while at the same time meeting the requirements and dimensions of the construction industry. In this context, the process development of Single Point Incremental Forming (SPIF) was advanced. A first dissertation on this topic was published in 2019 by Dr. Philipp Stein (doctorate at PtU). From the resulting basics, the knowledge to develop a larger machine that can match the dimensions of the construction sector was obtained. This plant is able to process components of an area of 120 cm x 80 cm. In addition to the well-known fiber material paper, a vulcanized fiber material was also investigated. The latter could be formed on the SPIF system with a good match to the predetermined curve and shows a high dimensional stability. Thus, this combination of material and manufacturing process has a great potential to be used in sustainable building projects, for example for facades or roof tiles. The BAMP! project was represented with its own exhibition at the Venice Biennale from May 22 to November 21, 2021. The exhibition shows the process at the interface of creative processing to scientific and engineering research from the optimization of existing paper materials to the search for innovative, constructive solutions. It is particularly noteworthy that the exhibition itself is almost entirely made out of paper and that it reflects the architecture of the historic Palazzo Mora. The exhibition gives an overview of existing paper materials, processing methods that can provide solutions in the construction sector and finally concludes with various applications for architecture and design.



Ausstellung des Forschungsprojekts „Bauen mit Papier“ im Rahmen der Architektur-Biennale in Venedig ECE/Palazzo Mora

Exhibition of the Research Project "Building with Paper" at the Venice Biennale of Architecture ECE/Palazzo Mora



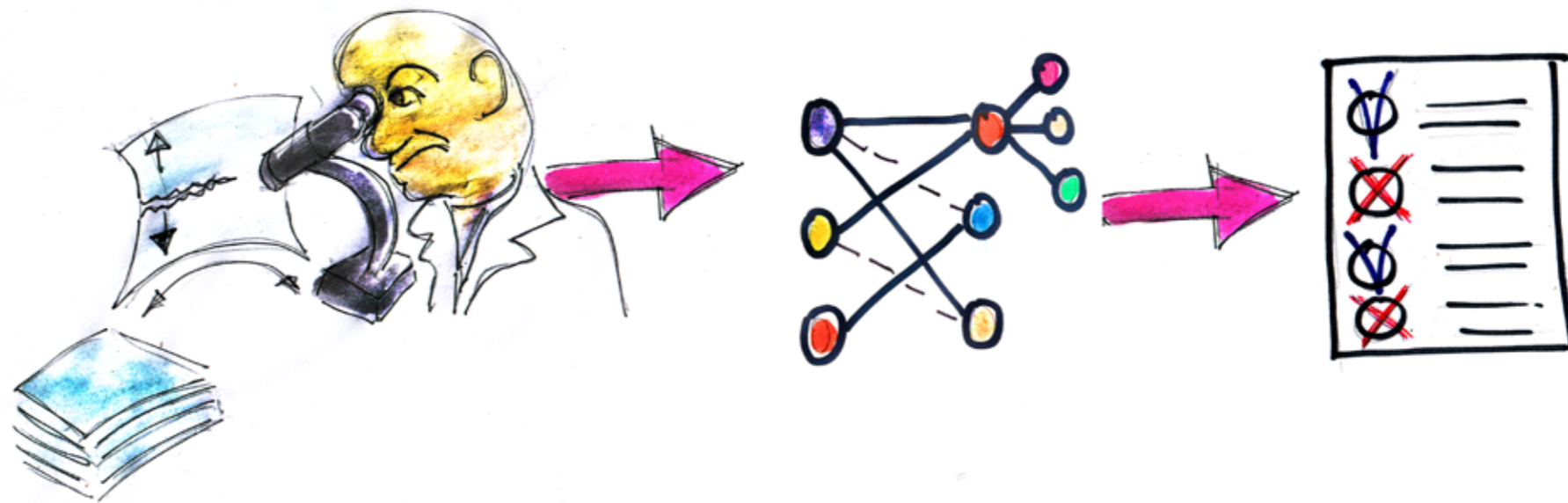
*UniVorsUm: Entwicklung einer universellen Methode zur Vorhersage der Umformbarkeit von papierbasierten Materialien im Tiefziehen und Hydroforming*  
*UniVorsUm: Development of a universal Method for Predicting the Formability of Paper-based Materials in Deep Drawing and Hydroforming*



Als Verpackungswerkstoff in der Lebensmittel- und Konsumgüterindustrie wird der Markt durch kurzlebige Kunststoffe dominiert, welche durch Thermoforming kostengünstig in flexible Formen gebracht werden können. Eine starke Belastung der Umwelt, insbesondere der Meere durch die schwer zersetzbaren Kunststoffe, erfordert jedoch die Etablierung nachhaltigerer Werkstoffe. Umfangreiche Forschungsanstrengungen der vergangenen Jahre haben den nachwachsenden Werkstoff Papier, welcher ohne Freisetzung von Schadstoffen zersetzbar ist, für formgegebene Verpackungslösungen erschlossen. Obwohl es bereits möglich ist, Packmittel mit hohen Umformgraden in vielseitigen Formspektren herzustellen, fehlt es an Möglichkeiten, die Umformung von Papieren anhand standardisierter Kennwerte oder Prüfungsmethoden zu beurteilen, sodass es Materialhersteller:innen an Zielgrößen für die Materialentwicklung und Anwender:innen an Bewertungsgrößen bei der Werkstoffauswahl mangelt.

Hier setzt das Vorhaben „UniVorsUm“ an. In enger Kooperation mit der Papiertechnischen Stiftung (PTS) und der Steinbeis Hochschule arbeitet das PtU an der Entwicklung dieser Standards für die Formgebung von Papier mittels Tiefziehen und Hydroforming. Hierzu wird ein breites Materialspektrum industriell verfügbarer Materialgütern sowie im Labor eigens für die Umformung hergestellter Papiere eingehend untersucht und zur Formteilherstellung genutzt. Im engen Austausch mit der anwendenden Industrie werden Qualitätsparameter zur Beschreibung von Umformergebnissen erarbeitet und auf die vom Verbund mittels Tiefziehen und Hydroforming herzustellenden, repräsentativen Formteilgeometrien angewendet. Dadurch liegt zu jedem Material und jeder Form eine Vielzahl von Qualitätsparametern vor, welche das Umformergebnis beschreiben. Diese werden nachfolgend mit der Vielzahl von Materialparametern zusammengebracht, die mit den Prüfständen und Versuchseinrichtungen des Verbundes ermittelt werden können. Unter Zuhilfenahme der Methoden des maschinellen Ler-

nens werden anschließend die wesentlichen Korrelationen von Umformqualitäten und Materialeigenschaften identifiziert, sodass eine eingehende Beschreibung der Umformung mit einer reduzierten Anzahl von Kennwerten möglich wird. Das erarbeitete Wissen wird abschließend in einer Prüf-



[01]



methodik harmonisiert, sodass in der Konsequenz ein Kennwert- und Prüfstandard für die Beurteilung der Umformgüte von Papierwerkstoffen geschaffen werden kann.

For packaging in the food and consumer goods industries, the market is dominated by plastics that can be cost-effectively thermoformed into flexible shapes. However, pollution of the environment, in particular the oceans by plastics, which are difficult to decompose, requires the establishment of more sustainable materials. Extensive research efforts in recent years have opened up the renewable material paper for customized packaging solutions, since the material decomposes in a short time span without releasing pollutants. Although it is already possible to produce paper packages in a wide range of shapes, there is a lack of possibilities for assessing

the forming suitability of paper materials based on standardized specifications or test methods. Hence, material manufacturers lack target values for the material development and users lack evaluation values for the material selection.

experimental equipment supplied by collaborating partners. Using machine learning methods, the essential correlations of forming qualities and material properties are subsequently identified, so that a detailed description of the forming suitability is possible with a reduced number of characteristic

This is where the “UniVorsUm” project comes in. In close cooperation with the Papiertechnische Stiftung (PTS) and the Steinbeis Universität, the PtU is working on the development of these standards for the forming of paper board by deep drawing and hydroforming. For this purpose, a wide range of materials of papers specially produced in the laboratory for forming purposes as well as industrially available material grades is being investigated in detail and used to produce packaging parts. Quality parameters for the assessment of forming results are worked out in close cooperation with the application industry and are used to describe representative parts to be produced using deep drawing and hydroforming processes. Thus, a large number of quality parameters describing the forming results is available for each material and each shape. The quality parameters are combined with a large number of material parameters, which can be determined with the test rigs and

values. Finally, the knowledge acquired is harmonized in a test methodology, which consequently allows characteristic values and test standards for assessing the forming suitability of paper materials to be created.

Abbildung [01]  
 Betrachtung der Materialparameter – Korrelation über maschinelles Lernen – Aussage über Umformung

Figure [01]  
 Consideration of material parameters – correlation via machine learning – information about forming suitability

## Simulative Abbildung von Papierinhomogenitäten Simulative Modeling of Paper Inhomogeneities



In der Verpackungsindustrie wird Papier bereits in großem Umfang als Ersatz für herkömmliche Kunststoffe eingesetzt. Durch die Erforschung der plastischen Umformmechanismen des Papiers können jedoch weitere potenzielle Anwendungsfelder erschlossen werden.

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Verbesserung der Auslegung und Gestaltung von Prozessen der Papierumformung durch die Berücksichtigung der vorhandenen Materialinhomogenität. Hierzu soll der Einfluss der lokal unterschiedlichen Eigenschaften auf das makroskopische mechanische Verhalten des Materials erforscht und numerisch abgebildet werden. Die Anwendung von unterschiedlichen Messmethoden wie der Formationsmessung, Digital Image Correlation und Thermographie ist vorgesehen. Diese werden zur Observation des lokalen mechanischen Verhaltens in klassische Materialcharakterisierungsverfahren wie dem Zugversuch integriert.

Die numerische Abbildung und Parametrisierung der inhomogenen Materialeigenschaften auf Elementebene stellen den zweiten Kernteil des Forschungsvorhabens dar. Hierbei werden die zuvor ermittelten Daten genutzt um ein numerisches Modell in drei Ebenen zu entwickeln. Neben der Überlagerung von inhomogenen Materialeigenschaften mit global ermittelten Merkmalswerten auf Elementebene, werden Modelle zur Abbildung der Delamination wie auch der Schädigung (Rissbeginn) entwickelt. Hier wird die Übertragung der Methodik der Repräsentativen Volumen Elemente (RVE) auf das Material Papier zur Modellierung des Schädigungsmechanismus eingesetzt (Abbildung 1). Die drei Modellebenen werden durch den Abgleich mit Modellversuchen wie dem Zugversuch und dem Tiefungsversuch validiert. Abschließend wird das Modell in dreidimensionale Umformsimulationen integriert, um den Einfluss der Material- und Prozessparameter auf das Umformergebnis zu untersuchen. Die Anwendbarkeit des Modells soll durch eine möglichst automatisierte Datenaufbereitung/-generierung aus den Messdaten in lokal aufgelösten Materialdaten (laM) gesteigert werden.

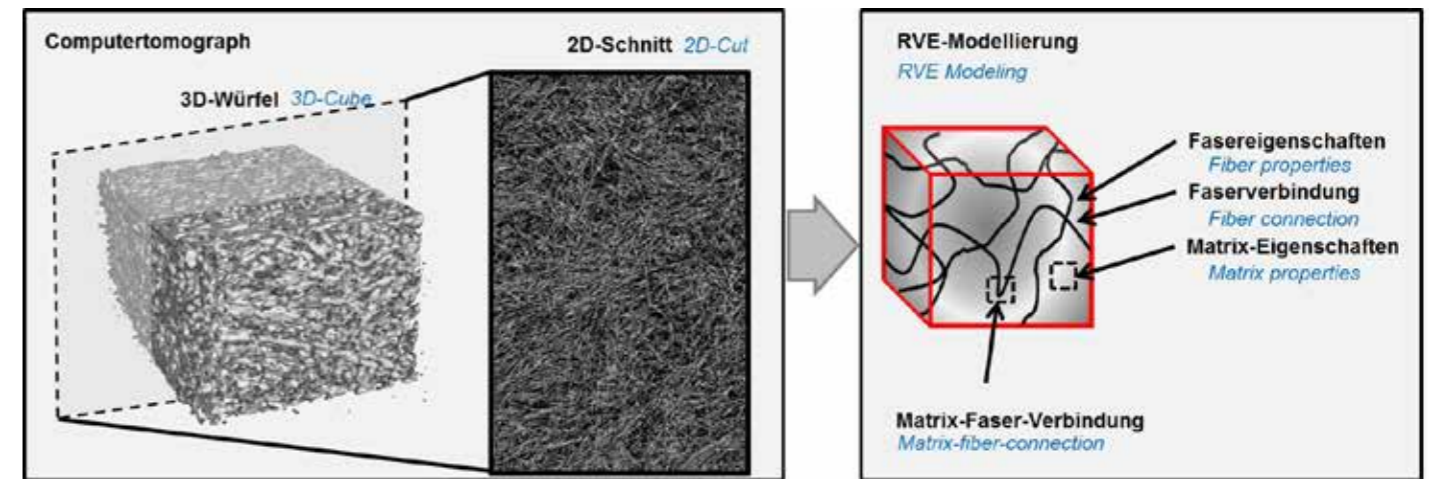
Im Rahmen dieses Projektes wird die Frage geklärt,

welche Eigenschaftsschwankungen im Material für die Streuung der makroskopischen Kennwerte verantwortlich sind. Die Ergebnisse ermöglichen die Entwicklung von Gestaltungsrichtlinien für Halbzeuge und Prozesse der Papierumformung. Zur Durchführung dieses Vorhabens kooperieren die TU Darmstadt (PtU) und das Fraunhofer IVV (Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung).

Paper is already widely used in the packaging industry as a substitute for conventional polymer materials. However, with an expanded research state on the plastic forming mechanisms of paper, many other potential fields of application could be developed.

The aim of the research project is to improve the design and control of paper forming processes by taking into account the existing material inhomogeneity. To this end, the influence of the locally different properties on the macroscopic mechanical behavior of the material is to be investigated and numerically modeled. The application of different measurement methods, such as formation measurement, digital image correlation and thermography, is planned. These are integrated into classical material characterization methods, such as the tensile test, to observe local mechanical behavior.

The numerical modeling and parameterization of inhomogeneous material properties at element level will be the second part of the research project. The previously determined data is used to construct a numerical model in three levels. In addition to overlaying inhomogeneous material properties on globally determined feature values at the element level, models for modeling delamination and damage (crack start) are developed. The transfer of the Representative Volume Element (RVE) methodology to the paper material will be used to model the damage mechanism (Figure 1). The three model levels are validated by comparison with model trials such as tensile test and bulge test. Finally, the model is integrated into three-dimensional forming simulations to investigate the influence of material and process parameters on



[01]

the forming result. The applicability of the model is extended by a highly automated data preparation/generation method, which transfers the measured data into the locally resolved material data.

Within the scope of this project, the question as to which property fluctuations in the material are responsible for the dispersion of the macroscopic characteristic values is resolved. Based on the results, numerical methods help to develop design guidelines for semi-finished products and paper forming processes. TU Darmstadt (PtU) and Fraunhofer IVV (Institute for Process Engineering and Packaging) are cooperating to implement this project.

Abbildung [01]  
Nachbildung der CT-Materialstruktur in der numerischen Simulation als RVE-Modell

Figure [01]  
Replication of the CT material structure in the numerical simulation as the RVE model

Sonderforschungsbereich-Transregio 270: Hysterese Design von magnetischen Materialien für effiziente Energieumwandlung (HoMMage)  
 Collaborative Research Centre/Transregio 270: Hysteresis Design of Magnetic Materials for Efficient Energy Conversion (HoMMage)



Fansun Chi, M. Sc.  
 +49 6151 16 233 57  
 fansun.chi@ptu.tu-darmstadt.de

Im SFB/TRR beschäftigen sich Forschende unterschiedlichster Disziplinen von der Technische Universität Darmstadt, der Universität Duisburg-Essen, dem Max-Planck-Institut für Eisenforschung und dem Ernst Ruska-Centrum für Mikroskopie und Spektroskopie mit Elektronen mit dem Ziel, magnetische Materialien für eine effiziente Energieumwandlung zu entwickeln. Zwei Materialkategorien stehen dabei im Fokus: Leistungsstarke Permanentmagnete mit maximaler Hysterese für den Einsatz in elektromechanischen Energiewandlern und Weichmagnete mit minimaler Hysterese für die Anwendung in der magnetokalorischer Kühltechnik.

Die Beeinflussung der Nanostruktur des magnetischen Materials stellt den Ansatz für die Einstellung der Hysterese dar. Für maximale permanentmagnetische Eigenschaften soll die Hauptphase (Körner) durch eine andere Phase (Korngrenzphase) umschlossen bzw. magnetisch entkoppelt werden. Beide Phasen sollen bestimmte Eigenschaften besitzen, um die Magnetisierungsmechanismen, wie z.B. Domänenwand-Pinning oder Nukleation, hervorzurufen. Darüber hinaus beeinflussen zahlreiche Parameter, wie die Ausrichtung und Größe der Körner sowie die Dicken der Korngrenzen, die magnetischen Eigenschaften.

Das PtU bearbeitet das Teilprojekt A09 mit dem Titel „Nanostrukturelles Engineering durch kontinuierliche Umformprozesse“. In diesem Teilprojekt wird die Einstellung der Nanostruktur durch Herstellung von Magneten aus Metall-Matrix-Verbundwerkstoffen (MMV) durch Umformung ermöglicht. MMV bestehen aus einer Matrix und mindestens einem weiteren Material, das in die Matrix eingebettet ist. Die im Projekt untersuchten MMV setzen sich aus Drähten der Hauptphase des magnetischen Materials und einem umgebenden Matrixmaterial der Korngrenzphase zusammen. Durch Umformungsvorgänge werden die Drähte in die gewünschte Nanostruktur überführt, wobei die Ausgangsstäbe kontinuierlich zu Drähten mit deutlich reduziertem Durchmesser umgeformt werden. Diese neuen Drähte werden zu Stäben gebündelt und wieder zu Drähten geformt. Dieser Schritt wird wiederholt, bis die Mikrostruktur der Drähte die gewünschte Dimension erreicht hat, wie in Abbildung 1 dargestellt ist.

David Löffler, M. Sc.  
 +49 6151 16 233 54  
 david.loeffler@ptu.tu-darmstadt.de

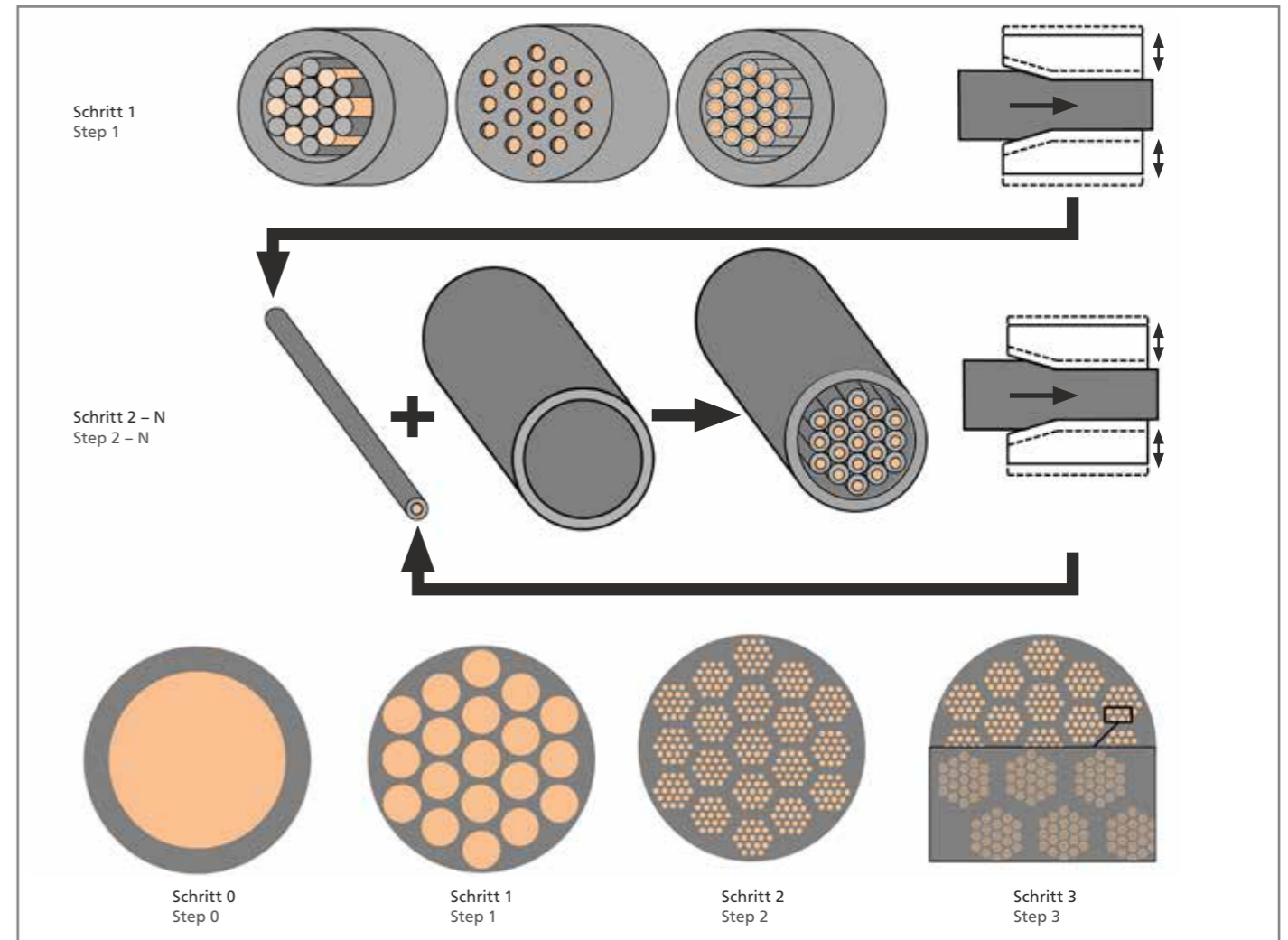
Das vorgestellte Forschungsprojekt wird gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen des Sonderforschungsbereiches Transregio SFB/TRR 270 – „Hysteresis design of magnetic materials for efficient energy conversion (HoMMage)“.

The project is funded by "Deutsche Forschungsgemeinschaft" (DFG) in terms of the Collaborative Research Centre/Transregio (CRC/TRR) 270 – "Hysteresis design of magnetic materials for efficient energy conversion (HoMMage)".

In the CRC/TRR, scientists from various disciplines at the Technical University of Darmstadt, the University of Duisburg-Essen, the Max Planck Institute for Iron Research and the Ernst Ruska-Centre for Microscopy and Spectroscopy with Electrons (ER-C) at Forschungszentrum Jülich are working together with the goal of developing magnetic materials for efficient energy conversion. Two categories of materials are the focus, namely the powerful permanent magnets with maximum hysteresis for use in energy-converting machines and the soft magnets with minimum hysteresis for application in magnetocaloric cooling technology.

The approach to tuning the hysteresis is to tailor the nanostructure of the magnetic material. For maximum permanent magnetic properties, the main phase (grains) should be surrounded respectively magnetically decoupled by another phase (grain boundary phase). Both phases should have certain properties to induce the magnetization mechanisms, such as domain wall pinning or nucleation. In addition, numerous factors, such as the orientation and size of the grains as well as the thickness of the grain boundary affect the magnetic properties.

The PtU is working on subproject A09 titled "Nanostructural engineering through continuous forming processes". In this subproject, nanostructure tuning is enabled by fabricating metal-matrix composite (MMC) magnets through forming. MMCs consist of a matrix and at least one other different material embedded in this matrix. The MMVs studied in the project are composed of wires of the main phase of the magnetic material and a surrounding matrix material of the grain boundary phase. Forming processes transform the wires into the desired nanostructure, continuously shaping the initial rods into wires with a significantly reduced diameter. These new wires are bundled into rods and formed into wires again. This step will be repeated until the microstructures of the wires have reached the desired dimension, as shown in Figure 1.



[02]

Windkraftanlagen  
Wind turbines

Elektromobilität  
Electro mobility

Permanentmagnete  
Permanent magnets

Automatisierung  
Automatisation

Magnetische Kühlung  
Magneto-caloric cooling

Unterhaltungsindustrie  
Entertainment

SFB/TRR 270  
HoMMage

DFG

Abbildung [01]  
Anwendungsgebiete von Permanentmagneten

Figure [01]  
Applications of permanent magnets

Abbildung [02]  
Konzepte zur Umformung von Metall-Matrix-Verbundwerkstoffen für magnetische Werkstoffe

Figure [02]  
Concept of forming metal-matrix-composite for magnetic materials



## Netzwerk Mittelstand-Digital Zentrum Darmstadt

### Netzwerk Mittelstand-Digital Zentrum Darmstadt



Christian Kubik, M. Sc.  
 +49 6151 16 231 44  
 christian.kubik@ptu.tu-darmstadt.de

Im Rahmen des „Netzwerk Mittelstand-Digital Zentrum Darmstadt – Netzwerk aus Zentren zum Transfer von neuen Technologien und digitalen Anwendungen für die Digitalisierung und überbetriebliche Vernetzung in der Wirtschaft“, findet das Mittelstand Kompetenzzentrum in Darmstadt ab dem 01.09.2021 eine Weiterführung. Im Mittelpunkt steht einmal mehr die Unterstützung von KMU aus Bereichen der Produktion und Handwerk in Fragen rund um die Digitalisierung. Neben Workshops, Fachgesprächen und Vor-Ort-Veranstaltungen an realen Produktionssystemen werden auch individuelle Digitalisierungslösungen in Form von konkreten Projekten mit Partnern aus Industrie und Handwerk umgesetzt. Ziel des Kompetenzzentrums ist eine digitalisierte Produktion mit Methoden der künstlichen Intelligenz zu verbinden und dieses Wissen in die Wirtschaft zu transferieren. Zum einen sollen die Potenziale solcher Digitalisierungslösungen aufgezeigt werden, zum anderen sollen sie zum Aufbau von Know-how und neuen Kompetenzen in den Unternehmen beitragen. Hierzu werden Erkenntnisse aus aktuellen Forschungsprojekten in einem industrienahen Umfeld



[01]

aus erster Hand an KMU vermittelt. Vor allem Themen aus den folgenden Bereichen werden adressiert, für Unternehmen aufbereitet und in praxisnahen Workshops oder Umsetzungsprojekten einem breiten Publikum vermittelt:

- Vernetzte Prozessketten – Horizontale Vernetzung von Daten über die Prozessgrenzen hinaus zur detaillierten Beschreibung von Maschinen-, Werkzeug- oder Bauteilzustand.
- Potenzial von Daten – Erfassung valider Datensätze unter Berücksichtigung industrieller Randbedingungen, robuster Messketten und qualifizierter Sensorik.
- Machine Learning – Systematische Wissensgenerierung aus Prozessdaten mittels maschineller Lernverfahren als Grundlage einer datengetriebenen Zustandsbewertung.

Das Mittelstand-Digital-Zentrum Darmstadt kann auf ein breites Spektrum an Kompetenzen zurückgreifen, um die vielfältigen Herausforderungen der Unternehmen im Bereich der Digitalisierung zu adressieren.

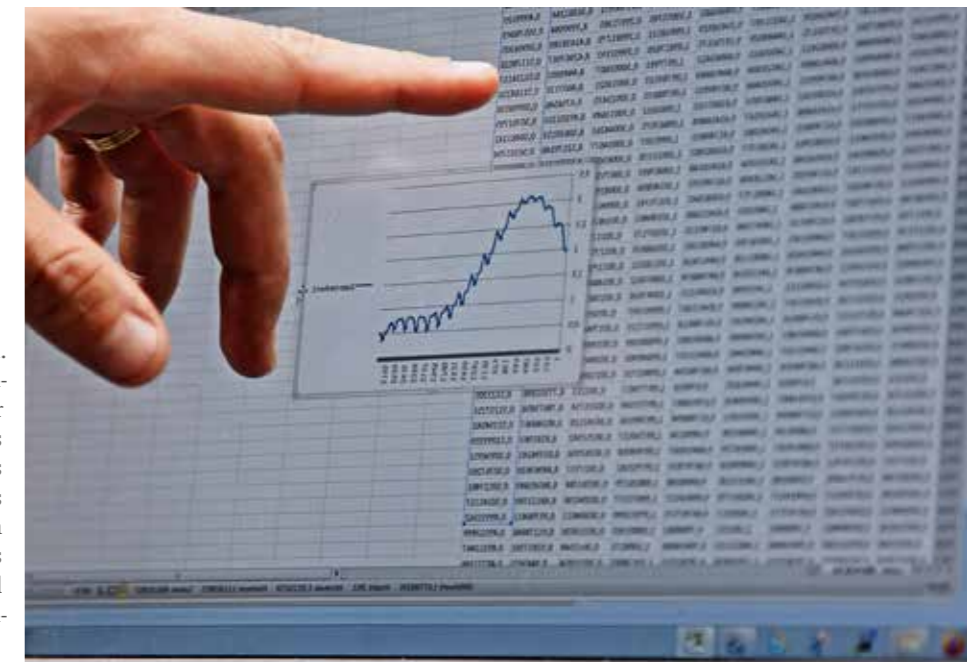
Daher sind neben dem Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen weitere Partner aus Wissenschaft und Praxis beteiligt, die ihre Expertise zu Digitalisierungs- und Industrie 4.0 Themen bündeln.

As part of the “Netzwerk Mittelstand-Digital Zentrum Darmstadt – Network of Centers for the Transfer of New Technologies and Digital Applications for Digitalization and Inter-company Networking in the Economy”, the Mittelstand Kompetenzzentrum in Darmstadt will be continued from September 1, 2021. Once again, the focus will be on supporting SMEs from the fields of production and handicraft in questions relating to digitalization. In addition to workshops, expert discussions and on-site events related to real production systems, individual digitization solutions will also be implemented in the terms of concrete projects with partners from industry and handicraft business. The aim of the Kompetenzzentrum is to combine digitized production with artificial intelligence methods and to

transfer this knowledge to industrial production. On the one hand, the potential of such digitalization solutions should be demonstrated. On the other hand, know-how and new specialist competences should be obtained within the companies. For this purpose, findings from current research projects will be communicated first-hand to SMEs in an industry-oriented environment. Above all, topics from the following areas are addressed, prepared for companies and communicated to a broad audience in practical workshops or on site projects:

- Connected Process Chains – Horizontal connection of data beyond the process boundaries for detailed description of machine, tool or component condition.
- Potential of Data – Acquisition of valid data sets taking into account industrial boundary conditions, robust measurement chains and qualified sensor technology.
- Machine Learning – Systematic knowledge generation from process data by means of machine learning methods as the basis for data-driven condition mentoring.

In order to be able to address the wide range of challenges of digitalization for companies, the Mittelstand-Digital Zentrum Darmstadt can rely on a broad range of expertise. Therefore, in addition to the Institute of Production Engineering and Forming Machines, other partners from science and practice are involved, who bundle their expertise on digitalization and Industry 4.0 topics.



[02]

Abbildung [01]  
 Horizontale Vernetzung von Daten über die Prozessgrenzen hinaus zur detaillierten Beschreibung von Maschinen-Werkzeug- oder Bauteilzustand

Figure [01]  
 Integration of data beyond process boundaries for detailed description of machine, tool or workpiece health condition

Abbildung [02]  
 Wissensgenerierung aus Prozessdaten mittels maschineller Lernverfahren als Grundlage einer datengetriebenen Zustandsbewertung

Figure [02]  
 Knowledge discovery from process data using machine learning methods as the basis for data-driven condition monitoring

## CORNET Wear-O: Verschleißoptimierung hochbeanspruchter Umformwerkzeuge CORNET Wear-O: Wear Optimization of Highly Stressed Shaping Tools



Philipp Gehringer, M. Sc.  
+49 6151 16 231 04  
philipp.gehringer@  
ptu.tu-darmstadt.de

Die gesellschaftliche Forderung nach nachhaltigem Ressourceneinsatz, insbesondere stofflicher und konstruktiver Leichtbau sowie die Erhöhung der Sicherheitsstandards von Bauteilen, führt zur Verwendung höherfester Werkstoffe in der Kaltmassivumformung. Die Verarbeitung dieser Werkstoffe erfordert jedoch den Einsatz von hochfesten Werkzeugstählen oder Hartmetallen. Hartmetallwerkzeuge haben zudem den Vorteil höherer Verschleißbeständigkeit und längerer Standzeiten. Beim konventionellen Herstellungsprozess von Hartmetallwerkzeugen werden standardisierte Rohlinge mittels Erodierverfahren und Hartzerspanung auf die finale Werkzeuggeometrie gebracht und anschließend ein Oberflächenfinish aufgebracht (Abbildung 1). Dieses Verfahren ist kosten- und zeitintensiv. Zudem ist die herstellbare Werkzeuggeometrie verfahrensbedingt beschränkt und einzelne Werkzeugbereiche können nicht belastungsgerecht optimiert werden.

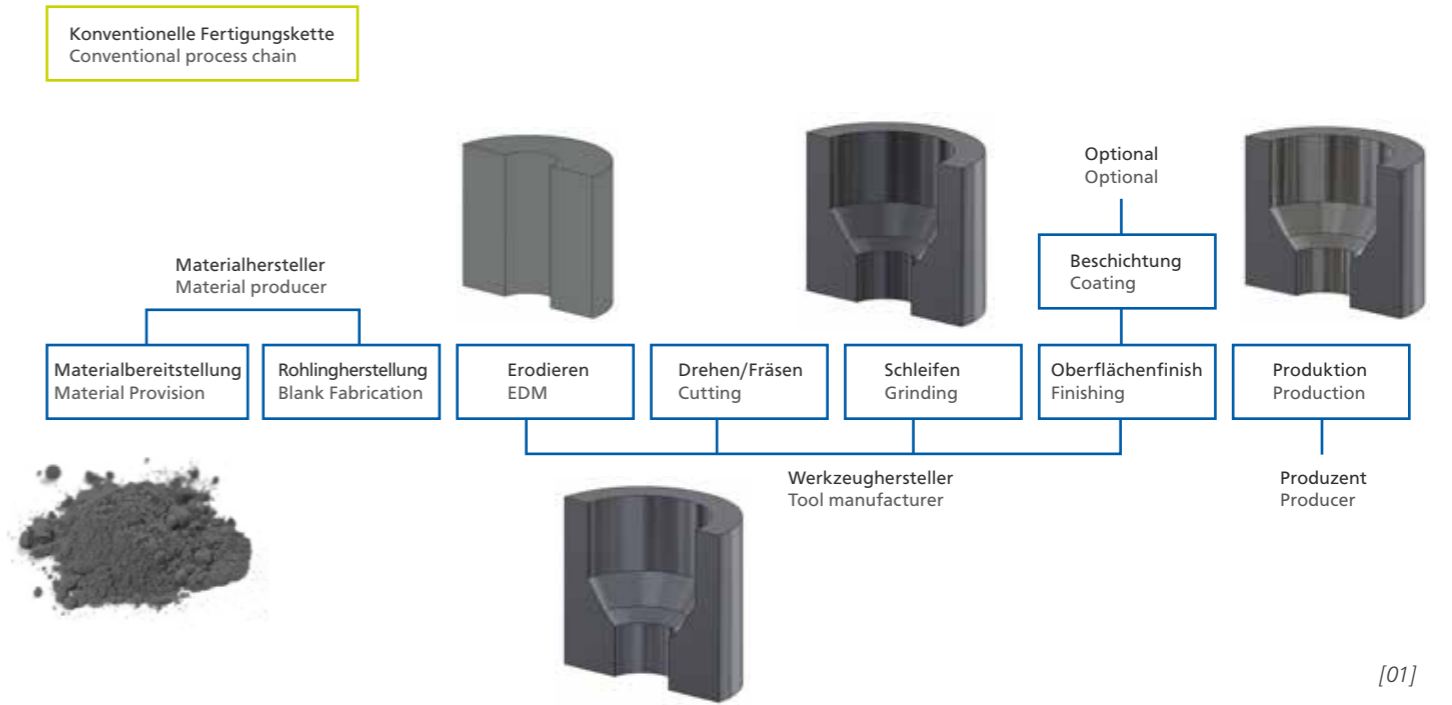
Ziel dieses Projektes ist daher eine neu entwickelte Prozessroute, welche eine individuelle Werkzeuggestaltung und beanspruchungsgerecht ausgelegte Werkzeuge für die Kaltmassivumformung ermöglicht. Die Basis hierfür bildet eine Substitution der Verfahrensschritte Rohlingherstellung, Erodieren und Hartzerspanung durch additive Fertigungstechniken (Abbildung 2). Dafür ist ein enger Austausch zwischen Pulverherstellern, welche das werkstoffliche Wissen einbringen und den Werkzeugherstellern, die die Geometrie- und Oberflächendaten liefern, notwendig. Dadurch entstehen sogenannte Near-Net-Shape (NNS) Rohlinge, welche eine endkonturnahe Geometrie des fertigen Werkzeugs aufweisen. Die Oberfläche wird im Anschluss durch maschinelles Oberflächenhämmern (MOH) gradiert eingestellt. Das MOH ist ein inkrementelles, deterministisches Verfahren zur mechanischen Manipulation metallischer Oberflächen. Damit lassen sich eine Einglättung dieser erreichen, als auch eine Härtesteigerung und Druckeigenspannungen in die Randzone induzieren. Zusätzlich zum Oberflächenfinish wird das MOH in diesem Forschungsprojekt auch zur schichtweisen Pulvervorverdichtung der NNS-Rohlinge im Sinterverfahren verwendet.

Das Forschungsprojekt wird ermöglicht durch das transnationale CORNET-Programm, mit Förderung

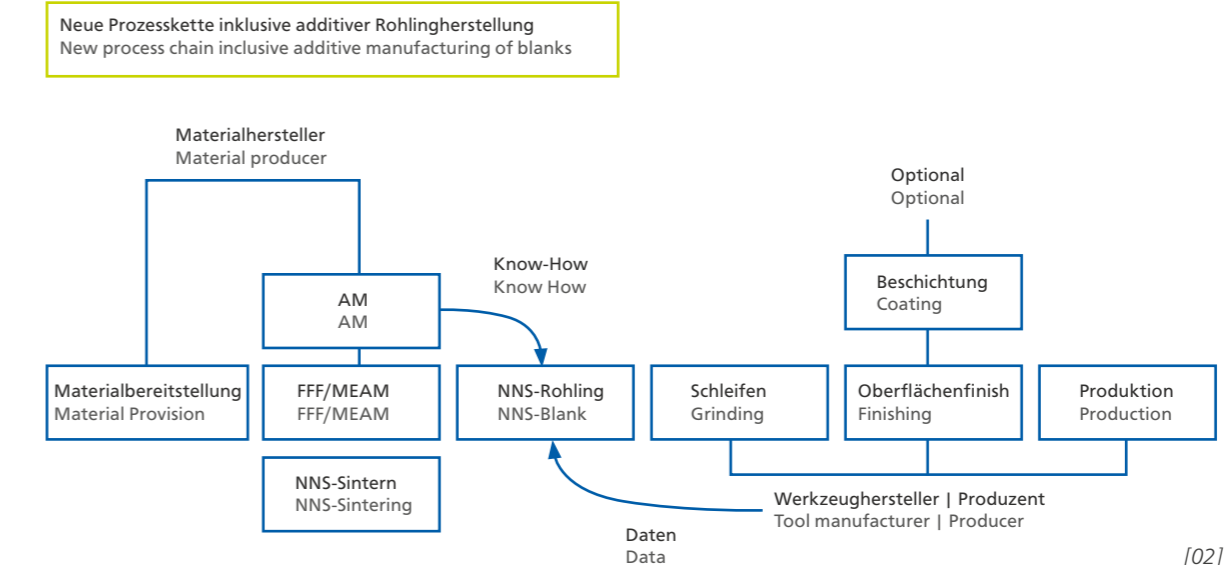
durch AiF und die German Cold Forging Group (GCFG). Unterstützt wird das Vorhaben durch österreichische und deutsche Unternehmen aus dem Bereich Werkzeugbau in Zusammenarbeit mit den Forschungspartnern IAM-WK des Karlsruher Instituts für Technologie, IFT der TU Wien und dem RHP-Forschungszentrum.

Public demand for sustainable use of resources, especially in material and lightweight design as well as increasing safety standards for component parts are leading to a utilization of higher strength materials in cold forging. Processing of these materials requires the application of high-tensile tool steel or cemented carbides in the tool manufacturing industry. In addition, carbide tools show advantages in wear resistance and tool life. In conventional production of carbide tools, standardized blanks are treated by electrical discharge machining (EDM) and hard machining to achieve the final tool geometry, followed by surface finishing (Figure 1). This process is extremely cost- and time-intensive. Furthermore, achievable tool geometry is limited and single regions of the tool cannot be optimized stress-related.

This research project aims at developing a new process chain, allowing an individual tool design and a stress-related layout of tools for the cold forging industry. Substitution of the process steps blank fabrication, EDM and hard milling by additive manufacturing will give the base for this proposition (Figure 2). This requires a close contact between material suppliers, giving the material knowledge and tool manufacturers, providing shape and surface data. Thereby near-net-shape (NNS) blanks are created, with almost the final geometry of the finished tool. Subsequent, the tool surface is worked gradually by machine hammer peening (MHP) technology. MHP is an incremental, deterministic technology for the mechanical treatment of metallic surfaces. By that process, smoothing of these surfaces can be achieved, as well as hardening and residual compressive stresses are induced into the boundary layer zones. Additionally to surface finishing, MHP is utilized for layered powder precompaction of NNS-blanks before sintering.



[01]



[02]

Abbildung [01]  
Konventionelle Fertigungskette

Figure [01]  
Conventional process chain

Abbildung [02]  
Prozesskette inklusive additiver Rohlingherstellung

Figure [02]  
Process chain inclusive additive manufacturing of blanks

This research project is enabled by the transnational CORNET-program and funded by AiF and German Cold Forging Group (GCFG). The proposition is supported by austrian and german enterprises in the branch of toolmaking in collaboration with the research partners IAM-WK of Karlsruhe Institute of Technology, IFT of TU Wien and RHP research center.

# SPP 2013 Gezielte Einstellung von Eigenspannungen während der Kaltmassivumformung

## SPP 2013 Targeted Use of Forming Induced Residual Stresses in Metal Components



Das Schwerpunktprogramm (SPP) 2013 ist ein nationales Programm der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), das im Jahr 2017 ins Leben gerufen wurde. Im Rahmen des Programms sind 12 Projekte mit 25 Forschungsstellen beteiligt. Schwerpunkt des Programms ist ein umfassender Ansatz zur Untersuchung der Entstehung von Eigenspannungen bei umformenden Fertigungsprozessen. In Zusammenarbeit mit der Staatlichen Materialprüfungsanstalt Darmstadt und dem Fachgebiet und Institut für Werkstoffkunde (MPA/IfW) der TU Darmstadt bearbeitet das PtU das Projekt: „Gezielte Einstellung von Eigenspannungen während der Kaltmassivumformung“. Das Projekt analysiert die kontrollierte Bildung von Eigenspannungen in Edelstahl in verschiedenen Kaltumformoperationen und deren Entwicklung während einer Prozesskette. Darüber hinaus wird die Entwicklung der Eigenspannungen während zyklischer Belastung überwacht, um das Verhalten eines Bauteils während des gesamten Produktlebenszyklus nachvollziehen zu können.

Interessante Ergebnisse wurden mit dem Teilprozess Voll-Vorwärts-Extrusion erzielt. Das Verfahren wurde untersucht, um eine gezielte Einstellung der Eigenspannungen im Endprodukt zu erreichen. Insbesondere wurden neue Techniken entwickelt, die in den Prozess integriert werden und somit keine Verlängerung der Produktionszeiten verursachen. Durch den Einsatz eines aktiven Gegenstempels wurden Bauteile mit geringen Eigenspannungen hergestellt. Diese Bauteile sind von industriellem Interesse, da sie Verzugsprobleme in den nachfolgenden Schritten der Prozesskette (z.B. Wärmebehandlungen und Umform- oder Spannprozesse) vermeiden können.

Ein zweiter Prozess besteht in der Verwendung einer aktiven Matrize. Durch die aktive Steuerung des inneren Durchmessers der Matrize wird eine Kalibrierung der Eigenspannungen während der Ausstoßphase des Bauteils ermöglicht. In diesem Fall können Druckeigenspannungen in die Bauteiloberfläche aufgebracht werden, wodurch eine Verbesserung der Ermüdungsfestigkeit dieser Bauteile erreicht wird. Da keine Nachbearbeitung erforderlich ist, behalten diese Bauteile darüber hinaus die Vorteile der Kaltumformung: Kaltverfestigung,

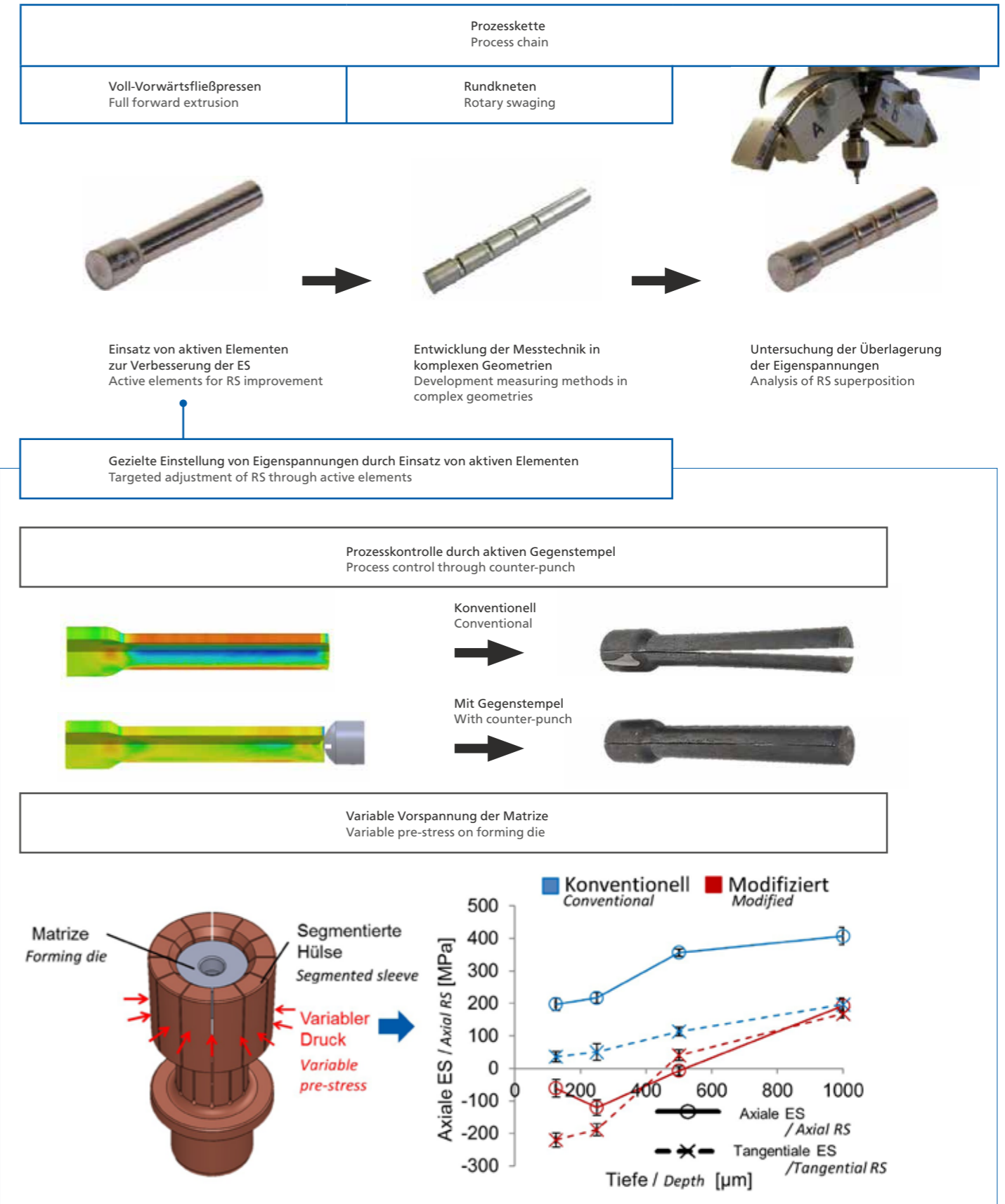
Oberflächengüte und enge Toleranzen.

Genauere analytische und numerische Methoden ermöglichen eine zuverlässige Vorhersage der Eigenspannungsentwicklung und erlauben den Einsatz dieser Verfahren für eine gezielte Kalibrierung der Eigenspannungen in kaltfließgepressten Bauteilen.

The priority program (Schwerpunktprogramm, SPP) 2013 is a national program funded by the German Research Foundation (Deutschen Forschungsgemeinschaft, DFG) that started in 2017. Within the program, 12 projects with 25 participating research institutes can be found. The program focuses on a comprehensive approach to studying the generation of residual stresses in forming manufacturing processes. In cooperation with the State Materials Testing Institute (MPA/IfW) of TU Darmstadt, the PtU is engaged in the project: “Targeted Manipulation of Residual Stresses during Cold Forging”. The controlled formation of residual stresses in stainless steel in different cold forming operations and their targeted manipulation during a process chain are analyzed in the project. Moreover, the evolution of the residual stresses is monitored during cyclic loading, to gain a deeper understanding of the behaviour of a component during its service life.

Interesting results were achieved in the sub-process full-forward extrusion. The process was investigated in order to obtain a targeted adjustment of residual stresses in the final product. In particular, new techniques were developed which act in the process and do not cause an extension of the production times. By using an active counter punch, components with low residual stress were manufactured. These components are of industrial interest, as they can avoid problems with distortion in the following steps of the process chain (e.g. heat treatments and forming or clamping processes).

A second process consists in the use of an active die. Through this system, a control of the inner diameter of the die allows the calibration of the residual stresses during the ejection phase of extrusion processes. In this case, compressive residual stresses on the component surface can be applied, which



[01]

allows an improvement of the fatigue strength of these components. In addition, as no post-processing is required, these components retain the advantages of cold forming: work hardening, surface finish and close tolerances.

Accurate analytical and numerical methods allow a reliable prediction of the residuals stress evolution and permit the use of these techniques for a targeted calibration of the stress state in cold-extruded parts.

LOEWE\* Schwerpunkt ALLEGRO  
 Rollformen eines Rohrs aus AA7075  
 LOEWE\* Focal Point ALLEGRO  
 Roll Forming of an AA7075 Tube



Der LOEWE\* Schwerpunkt Allegro (Hochleistungs-komponenten aus Aluminiumlegierungen durch ressourcenoptimierte Prozesstechnologien) ist ein Forschungsverbund der TU Darmstadt, der Universität Kassel und des Fraunhofer LBF (Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit) in Darmstadt. Am PtU wird innerhalb des Projektverbunds die Umformung der hochfesten Aluminiumlegierung mittels Rollformen zu einem Rohr untersucht. Nach dem ersten erfolgreich kaltumgeformten Rohr (AA7075-T6) im Jahr 2020 konnte im Jahr 2021 die Inline-W-Temper-Umformung des Rohrs umgesetzt werden. In dieser Prozesskette wird das hochfeste Blech im T6-Zustand zunächst induktiv auf die Lösungsglüh-temperatur von 465 °C erwärmt und anschließend mittels Sprühkühlung abgeschreckt (Abbildung 1 a). Die Inline-Wärmebehandlung zur Erzeugung des W-Temper-Zustands führt zu einer deutlichen Erhöhung des Formänderungsvermögens der hochfesten Aluminiumlegierung AA7075. Die Reduzierung der Streckgrenze von 530 MPa (T6) auf unter 200 MPa (W) sorgt für eine deutliche Reduzierung der Rückfederung (Abbildung 1 b). Dies führt zu vereinfachten Randbedingungen beim anschließenden Schweißvorgang und zu reduzierten Eigenspannungen im längsnahtgeschweißten Rohr.

Weitere Fortschritte wurden in Vorversuchen zum Inline-Schweißen des Rohrs erzielt. Im Fokus standen folgende Untersuchungen:

1. Wärmenachbehandlung der Schweißnaht bei sehr kurzen Lösungsglühzeiten
2. Stationäres Schweißen von Rohren

Innerhalb der Untersuchungen wurde der positive Einfluss einer Wärmebehandlung nach dem Schweißen auf die mechanischen Eigenschaften der Schweißnaht nachgewiesen. Die Zugfestigkeit  $R_m$  der Schweißnaht beträgt 300 MPa und ist damit etwa halb so groß wie die Zugfestigkeit des Grundgefüges (590 MPa). Nach der Wärmebehandlung kann trotz sehr kurzer Lösungsglüh-dauer von 10 – 30 s eine Zugfestigkeit von über 430 MPa erreicht werden. Abweichend vom bisherigen Stand der Technik, nach welchem eine minimale Lösungsglühdauer von 5 Minuten notwendig ist, erlaubt die Kurzzeit-Wärmebehandlung die direk-

te Integration des Lösungsglühens in die Prozesskette.

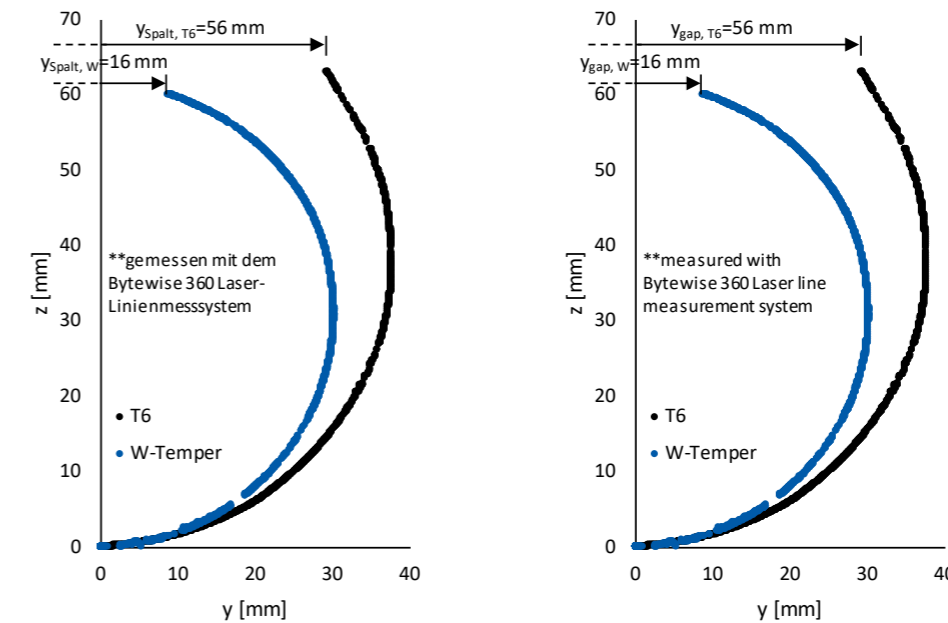
Beim stationären Schweißen von Rohren stehen die generelle Machbarkeit des Rohrschweißens sowie der Erkenntnisgewinn für den Inline-Prozess im Fokus. Das vollständige Optimierungspotenzial kommt in der nächsten Projektphase, dem Inline-Schweißen des Rohrs, zum Tragen.

The LOEWE\* focal point Allegro (High-performance components made of aluminum alloys through resource-optimized process technologies) is a research alliance of the TU Darmstadt, the University of Kassel and the Fraunhofer LBF (Institute for Structural Durability and System Reliability) in Darmstadt. Within the project alliance, PtU investigates the forming of the high-strength tube by roll forming. After the first successfully cold-formed tube (AA7075-T6) in 2020, new advances were achieved in 2021 by realizing the inline W-Temper forming of the tube. In this process chain, the high-strength sheet in T6 condition is inductively heated to the solution heat treatment temperature of 465 °C and then quenched by water spray (Figure 1 a). The inline heat treatment needed to achieve the W-Temper condition leads to a significant increase of formability of the AA7075 high-strength aluminum alloy. The decrease of the yield strength from 530 MPa (T6) to below 200 MPa (W) ensures a significant reduction in springback (Figure 1 b) and thus simplified boundary conditions in the subsequent welding process as well as reduced residual stresses in the longitudinally welded tube.

Further progress has been made in pre-experiments for inline welding of the tube. The focus was on the following investigations:

1. post-weld heat treatment of the welding seam with very short solution annealing times
2. stationary welding of tubes

Within the first series of experiments, the positive effect of post-weld heat treatment on the mechanical properties of the weld was demonstrated.



The tensile strength  $R_m$  of the weld is 300 MPa, which is about half of the tensile strength of the base material (590 MPa). After heat treatment, a tensile strength of 430 MPa is achieved, despite a very short solution heat treatment time of 10 s - 30 s. In contrast to the previous state of the art for minimum necessary solution annealing times, the short-time heat treatment allows the direct integration of solution annealing into the “roll forming and welding” process chain.

In the case of stationary welding of tubes, the focus is on the general feasibility of tube welding, as well as the knowledge gained for the inline process. The full potential of optimization will be realized in the next project stage, the inline welding of the tube.



Abbildung [01]  
 W-Temper-Prozesskette zum Rollformen eines Rohrs aus AA7075.  
 a) Versuchsaufbau  
 b) Geometrie des offenen Rohrs (halbsymmetrisch) nach dem Rollformen und der Rückfederung\*\*

Figure [01]  
 W-temper process chain for roll forming of a tube made of AA7075.  
 a) Experimental setup  
 b) Geometry of the open tube (semi-symmetrical) after roll forming and springback\*\*



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

**Abteilung Profiliertechnik**  
Department of Profile Manufacturing Technology  
40-41

**Highlight 1** 42-43 MeGro (Metallische Großkomponenten) – Flexibler Auswalzprozess zum Einbringen variabler Waddickenverläufe in Stringer  
MeGro (Metallic Large Components) – Flexible Rolling Process to Form Variable Material Thickness into Stringers

**Highlight 2** 44-45 BioStruX – Bionische Leichtbaustrukturen auf Basis verzweigter Bleche  
BioStruX – Bionic Lightweight Structures based on Bifurcated Sheet Metal

**Abteilung Tribologie**  
Department of Tribology  
46-47

**Highlight 1** 48-49 Auslegung von Profilwalzprozessen  
Design of Profile Rolling Processes

**Highlight 2** 50-51 Effektiver Modellversuch zur Abschätzung der Werkzeugstandzeit  
Effective Model Test for Tool Life Span Estimation

**Abteilung Prozessketten und Anlagen**  
Department of Process Chains and Forming Units  
52-53

**Highlight 1** 54-55 SFB 805: T6 – Zustandsbeeinflussung von kombinierten Wälz-Gleitlagerungen  
CRC 805: T6 – State Control of Combined Roller and Plain Bearings

**Highlight 2** 56-57 RAmp – Robuste Umformung hochfester Aluminiumlegierungen durch mehrdimensionale Prozessfenster  
RAmp – Robust Forming of high-strength Aluminium Alloys through multi-dimensional Process Windows

**Abteilung Funktions- und Verbundbauweise**  
Department of Functional and Composite Structures  
58-59

**Highlight 1** 60-61 Tiefgezogene Papierprodukte für eine nachhaltigere Verpackungsindustrie  
Deep-drawn Paper Products Aiming at a more Sustainable Packaging Industry

**Highlight 2** 62-63 Neue Entwicklungen paraffinbasierter Dehnstoffaktoren eröffnen erweiterte Anwendungsfelder  
New Developments of Paraffin-based Phase Change Actuators Offer Extended Fields of Application

**Highlight 3** 64-65 Fertigungsinduzierte Eigenschaften beim Stanzpaketieren von Stator-Blechpaketen  
Production-induced Properties in the Interlocking of Stator Packs

Seit mehreren Jahrzehnten zählt die Forschung auf dem Gebiet der Profiliertechnik zu den Kernkompetenzen des PtU. Heute stehen dem Institut zwei Profilierstraßen zur Verfügung, auf denen neben konventionellen Gerüsten eine Vielzahl an Eigenentwicklungen zum Einsatz kommen. Hierzu zählen Spaltprofilier- und flexible Rollformgerüste sowie eine Versuchsanlage zur Herstellung höhenveränderlicher Profile und Sicken. Die Forschungstätigkeiten adressieren sowohl die Entwicklung und Konstruktion solcher Anlagen als auch die numerische Abbildung und Prozessauslegung.

Aktuell beschäftigt sich die Abteilung mit folgenden Schwerpunkten: Flexibilisierung, Funktionsintegration während der Umformung, Blechverzweigung sowie die Erhöhung der Prozessresilienz und -effizienz durch intelligente Sensorik.

**Flexibilisierung** – Flexible Profilieranlagen ermöglichen die Herstellung von lastangepassten Leichtbauprofilen mit veränderlichem Querschnitt über der Längsachse. Dies umfasst sowohl breitenveränderliche Profile, wie sie derzeit in der Automobilindustrie und im Bauwesen zum Einsatz kommen, als auch die Fertigung von Profilen mit höhenveränderlichen Querschnitten.

**Funktionsintegration** – Durch den sequentiellen Aufbau bieten Profilieranlagen optimale Voraussetzungen für die Integration weiterer Fertigungsoperationen in den Umformprozess. Ein Projekt beschäftigt sich dabei mit der Integration der Wärmebehandlung hochfester Aluminiumlegierungen innerhalb des Profilierprozesses.

**Blechverzweigung** – Blechverzweigungen ermöglichen eine signifikante Steigerung der Belastbarkeit bei nahezu gleichbleibender Masse und spielen im konstruktiven Leichtbau eine wichtige Rolle. Anhand des am PtU entwickelten Prozesses Spaltprofilieren wird die Erzeugung und Weiterverarbeitung von verzweigten Blechen untersucht.

**Produktivitätssteigerung** – Lange Rüstzeiten sowie Justage- und Korrekturoperationen zur Eliminierung von Profilfehlern stellen insbesondere bei zunehmenden Produktwechseln eine Bedrohung für die hohe Wirtschaftlichkeit des Rollformens dar. Durch die Entwicklung effizienter Methoden zur Bestimmung von Gegenmaßnahmen zur Korrektur von Geometrieabweichungen können Stillstandzeiten der Anlage minimiert werden.

**Prozesseffizienz** – Im Rahmen der zunehmenden Digitalisierung industrieller Fertigungsprozesse beschäftigt sich die Abteilung Profiliertechnik mit der Integration intelligenter Sensorik in den Rollformprozess. Ziel ist es, die Antriebsmomente zu optimieren, um die Energieeffizienz zu erhöhen.

Research in the field of roll forming has been one of the main topics at the PtU for several decades. Today, the institute is equipped with two roll forming lines with more than 30 stands. In addition to conventional roll forming, a variety of self-developed processes are investigated, such as linear flow and bend splitting, flexible roll forming and flexible roller beading. The research activities address the development of forming stands and equipment, complemented by numerical investigations and process design.

Current research focuses on four areas: Flexibility, introducing additional functionality into the component, sheet metal bifurcations and an increased process efficiency through the use of intelligent sensors.

**Flexibility** – Roll formed products are largely used as structural components and are therefore subject to lightweight design. By using flexible forming stands, lightweight profiles with variable cross sections over the profile length can be produced. This includes profiles with varying width, as currently used in the automotive and building industry as well as profiles with variable heights.

**Integration of functionality** – Due to their sequential arrangement, roll forming lines offer optimal conditions for integrating other manufacturing operations. In one project, the integration of heat treatment of high strength aluminium alloys into the roll forming process is being investigated.

**Sheet metal bifurcation** – Sheet metal bifurcations enable a significant increase in load capacity with almost constant mass and play an important role in lightweight constructions. The linear flow splitting process developed is used to investigate the production and further processing of bifurcated sheet metals.

**Productivity improvement** – Long set-up times as well as adjustment and correction operations to eliminate profile errors pose a threat to the high economic efficiency of roll forming, especially with increasing product changes. The development of efficient methods for determining countermeasures to correct deviations in profile geometry can minimize system downtimes.

**Process efficiency** – Within the frame of the advancing digitalization of manufacturing processes, the Department Profile Manufacturing Technology investigates the integration of intelligent sensors into the roll forming line. Research focuses on optimizing driving torque with the aim of increasing energy efficiency.

**Beschäftigte (Stand November 2021):**  
**Staff (standings per November, 2021):**

Marco Becker, M. Sc.  
(Abteilungsleiter | Head of Department)  
Franziska Aign, M. Sc.  
Benedikt Depta, M. Sc.  
Burcu Güngör, M. Sc.  
Johannes Kilz, M. Sc.  
Timon Suckow, M. Sc.  
Christian Thoma, M. Sc.

**Übersicht über die laufenden und im Jahr 2021 abgeschlossenen Projekte:**

1. Intelligente Profilierprozesse durch Überwachung von Antriebsmomenten (AiF – ZIM)
2. ALLEGRO – Hochleistungskomponenten aus Aluminiumlegierungen durch ressourcenoptimierte Prozesstechnologien (LOEWE)
3. MeGro – Metallische Großkomponenten in der Flugzeugindustrie (NBank Niedersachsen)
4. BioStruX – Bionische Leichtbaustrukturen auf Basis verzweigter Bleche (BMW – PtJ)
5. Profilrichten durch partielles Auswalzen beim Walzprofilieren (AiF – FOSTA)
6. Grundlagen der Prozessauslegung für das maßhaltige Walzprofilieren asymmetrischer Profilgeometrien (DFG)

**Overview of ongoing and completed projects in 2021:**

1. Intelligent roll forming processes by monitoring driving torques (AiF – ZIM)
2. ALLEGRO – High-performance components made of aluminum alloys through resource-optimized process technologies (LOEWE)
3. MeGro – Major metal components in the aircraft industry (NBank Niedersachsen)
4. Profile straightening by partial rolling during roll forming (AiF – FOSTA)
5. BioStruX – Bionic lightweight structures on the basis of branched sheet metals (BMW – PtJ)
6. Fundamentals of process design for dimensionally accurate roll forming of asymmetrical profile geometries (DFG)



Marco Becker, M. Sc.  
+49 6151 16 230 47  
marco.becker@ptu.tu-darmstadt.de

## MeGro (Metallische Großkomponenten) – Flexibler Auswalzprozess zum Einbringen variabler Wanddickenverläufe in Stringer

### MeGro (Metallic Large Components) – Flexible Rolling Process to Form Variable Material Thickness into Stringers



Franziska Aign, M. Sc.  
 +49 6151 16 233 54  
 franziska.aign@  
 ptu.tu-darmstadt.de

In Flugzeigrümpfen werden häufig T-Profile als Längsversteifungsträger, sog. Stringer, verbaut. Zur Gewichtsreduzierung weisen sie eine in Längsrichtung veränderliche, belastungsangepasste Materialstärke auf, die in der Flugzeugindustrie durch chemisches Abtragen realisiert wird. Aufgrund des hohen Aufwands und des Einsatzes von Chemikalien wird dieser Prozess als ökonomisch und ökologisch kritisch eingestuft. Daher soll er durch eine alternative, rein mechanische Bearbeitung ersetzt werden.

Folglich soll ein neues Verfahren zum flexiblen Auswalzen von stranggepressten T-Profilen aus Aluminium entwickelt werden. Um Steg und Flansch gleichmäßig und verzugsfrei auszuwalzen, ist eine neue Walzenkonfiguration notwendig. Diese besteht aus einer Unterwalze und zwei im 45°-Winkel angeordneten Oberwalzen. Zur Walzspaltjustage benötigen die Walzen neben der Rotation auch translatorische Freiheitsgrade in radialer Richtung. Durch die Vorgabe von Steuerkurven können die Dickenverläufe gezielt eingebracht werden. Dabei ist die Profillängung in Abhängigkeit des Auswalzgrades zu berücksichtigen, um Abweichungen im Wandstärkenverlauf zu vermeiden.

Die variierenden Walzenradien der Seitenwalzen führen zu unterschiedlichen Längsdehnungen über die Breite von Steg und Flansch. Erste numerische Untersuchungen zeigen, dass die eingebrachten Krümmungen durch die richtige Wahl von Prozessparametern, wie Zustellung und Walzenumfangsgeschwindigkeiten, vermieden werden können.

Die Umsetzung des Prozesses erfolgt im Rahmen des Verbundprojektes „MeGro (Metallische Großkomponenten)“ des Niedersächsischen Luftfahrtforschungsprogramms. Neben numerischen Untersuchungen zur Machbarkeit des Prozesses ist das Ziel die Umsetzung im Realbetrieb. Dafür wird derzeit ein Konzept für ein Walzgerüst im Reservierbetrieb entwickelt. Das PtU dankt der Investitions- und Förderbank Niedersachsen für die Förderung, sowie der Premium Aerotec GmbH und der Fooke GmbH für die Zusammenarbeit.

Stringers are longitudinal stiffening profiles in aircraft fuselages and are often shaped as T-profiles. They have a longitudinally variable, load-adapted material thickness for weight reduction, which is realised in the aircraft industry by chemical milling. Due to the high expenditure and use of chemicals, this process is classified as economically and ecologically critical. Therefore, it is to be replaced by an alternative, purely mechanical process.

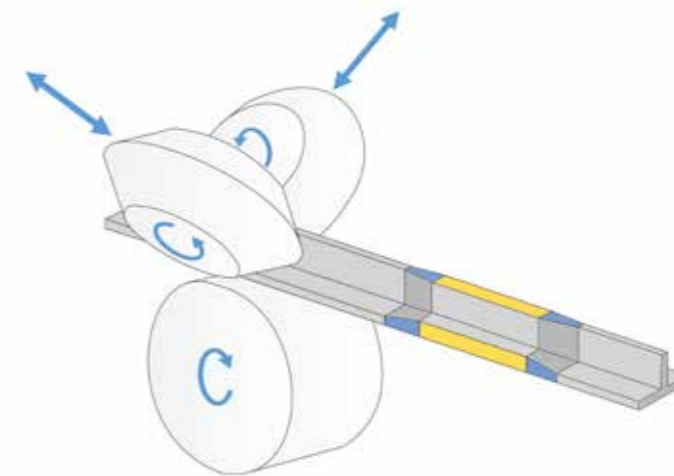
A new process for the flexible rolling of extruded aluminium T-profiles is to be developed. In order to roll web and flange evenly and without distortion, a new roller configuration is necessary. This consists of a bottom roll and two top rolls arranged at a 45° angle. For roll gap adjustment, the rolls require rotational and translational drive systems. By specifying control curves, the thickness gradients can be rolled in a targeted manner. The profile elongation must be taken into account depending on the rolling reduction in order to avoid deviations in the wall thickness of the profile.

The varying roll radii of the side rolls lead to different longitudinal strains over the width of the web and flange. Initial numerical investigations show that the resulting curvatures can be avoided by the correct choice of process parameters, such as thickness reduction and roll circumferential speeds.

The process is currently being implemented as part of the joint project “MeGro (Large Metal Components)” of the federal aviation research programme of lower saxony. In addition to numerical investigations into the feasibility of the process, the aim is to implement it in real operation. For this purpose, a concept for a rolling stand is currently being developed. The PtU would like to thank the Investitions- und Förderbank Niedersachsen for the funding, as well as Premium Aerotec GmbH and Fooke GmbH for their cooperation.



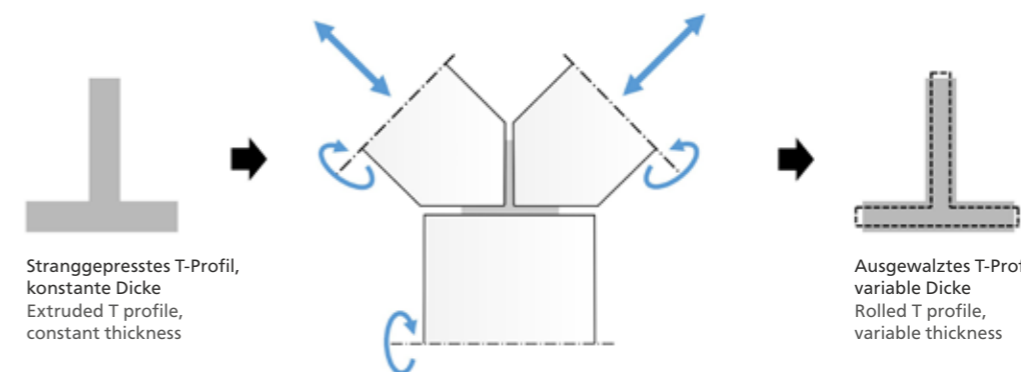
[01]



[02]

Abbildung [01]  
Einsatz als Stringer im Flugzeug  
[Premium AEROTEC]

Figure [01]  
Usage as stringer in aircrafts  
[Premium AEROTEC]



Stranggepresstes T-Profil,  
konstante Dicke  
Extruded T profile,  
constant thickness

Ausgewalztes T-Profil,  
variable Dicke  
Rolled T profile,  
variable thickness

[03]

Abbildung [02]  
Neues flexibles Walzverfahren

Figure [02]  
New flexible rolling process

Abbildung [03]  
Grundprinzip des Prozesses

Figure [03]  
Basic principle of the process

**BioStruX – Bionische Leichtbaustrukturen auf Basis verzweigter Bleche**  
 BioStruX – Bionic Lightweight Structures Based on Bifurcated Sheet Metal



Das Forschungsprojekt BioStruX befasst sich als Teil des Technologietransfer-Programms Leichtbau des BMWi mit bionischen Leichtbaustrukturen auf Basis verzweigter Bleche. Das Ziel des Forschungsvorhabens ist die Erhöhung des technologischen Reifegrades unter Berücksichtigung industrieller Randbedingungen der beiden Fertigungsprozesse Spaltprofilieren und des optional nachgelagerten Biegens von Spaltprofilen.

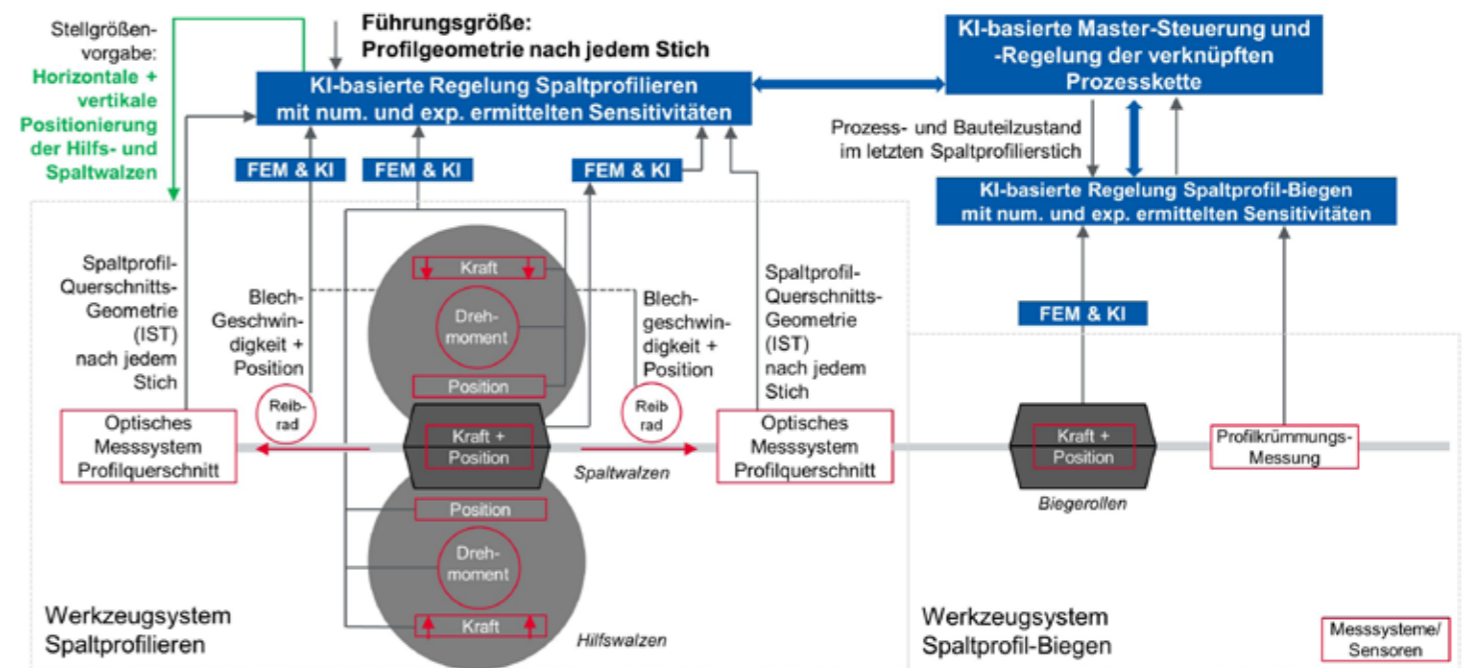
Um diesem Ziel gerecht zu werden, verfolgt dieses Forschungsvorhaben die Entwicklung eines neuen Werkzeug- und Maschinenkonzepts. Dabei wird die in Abbildung 1 dargestellte kontinuierliche Spaltprofilieranlage durch eine einstufige, intelligent automatisierte Profilieranlage substituiert. Das Profil soll in dieser Anlage entweder über eine interne Bauteilrückführung oder einen bidirektionalen Reversierbetrieb gefertigt werden. Nach dem letzten Profilierstich erfolgt das Biegen der Spaltprofile. In der Anlage, welche sich derzeit in der Entwicklung befindet, wird die Einstellung und Justage der Werkzeugparameter bei jedem

Profilierstich aktorisch durch eine autonome Regelung vorgenommen. Hierbei wird auf aktuelle Ansätze der Automatisierungstechnik und künstlichen Intelligenz zur Maximierung der Effizienz zurückgegriffen, siehe Abbildung 2.

In den ersten Arbeitspaketen wurden numerische Untersuchungen des Spaltprofilierens mit einem nicht-abgestützten Stegbereich und des Spaltprofilbiegens mit der Erarbeitung technologischer Grundlagen durchgeführt. Zudem wurde ein Konzept zur Ausführung der automatisierten Spaltprofilieranlage, sowie der Regelung und Digitalisierung dieser erarbeitet. Weiterhin werden Untersuchungen zum Fügen der Spaltprofile angestellt. An diesem Forschungsvorhaben sind neben dem PtU die Industrie-Verbundpartner Hörmann Automotive, Procad, TriLogiX – Ingenieurbüro Dr. Erbar und Kessler, Intelligent Data Analytics, Herkules Wetzlar und Sitec Industrietechnologie beteiligt.



[01]



[02]

Benedikt Depta, M. Sc.  
 +49 6151 16 231 85  
 benedikt.depta@ptu.tu-darmstadt.de



Christian Thoma, M. Sc.  
 +49 6151 16 231 85  
 christian.thoma@ptu.tu-darmstadt.de

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

As a part of the technology transfer program in lightweight construction by the Federal Ministry of Economics, the BioStruX research project deals with the topic of bionic lightweight structures based on bifurcated profiles. The aim of the research project is to increase the level of technological maturity while taking into account industrial boundary conditions of the two manufacturing processes Linear Flow Splitting and the optional downstream Split Profile Bending.

In order to meet the goal of increasing the level of technological maturity, this research project is pursuing the development of a new tool and machine concept. In the process, the continuous Linear Flow Splitting line shown in Figure 1 is substituted by a single-stage, intelligently automated Linear Flow Splitting machine. The bifurcated profile will either be produced by an internal component return or a bidirectional reversing operation. Immediately after the final stage of Linear

Flow Splitting, the Split Profile Bending will take place. In the system currently under development, the setting and adjustment of the profiling machine will be actuator-based by an autonomous control system. Current approaches in automation technology and artificial intelligence are used to maximize efficiency, see Figure 2.

In the first work packages, numerical investigations of Linear Flow Splitting with a non-supported web area and Bending of Split Profiles with the development of technological fundamentals are carried out. In addition, a design, control and digitalization concept for the Linear Flow Splitting machine has been developed. Furthermore, investigations into the joining of the Split Profiles are carried out. In addition to the PtU, the industrial partners Hörmann Automotive, Procad, TriLogiX – Ingenieurbüro Dr. Erbar und Kessler, Intelligent Data Analytics, Herkules Wetzlar and Sitec Industrietechnologie are involved in this research project.

Abbildung [01]  
 Vorhandene kontinuierliche Spaltprofilieranlage

Figure [01]  
 Existing continuous Linear Flow Splitting machine

Abbildung [02]  
 Prinzipdarstellung des Digitalisierungskonzepts der Prozesse Spaltprofilieren und Biegen von Spaltprofilen

Figure [02]  
 Schematic diagram of the digitalization concept of the processes Linear Flow Splitting and Split Profile Bending



**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 gewonnenen 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 optimale 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.

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 können.

**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 die Gleitstauchanlage 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** – Investigation of tribology in sheet and bulk metal forming, with its subsections of friction, lubrication, and wear, are an inherent part of research and development at the PtU. Fundamental investigations within this field of research as well as transfer of the hereby gained knowledge towards applied industrial challenges comprise the main activities. The examined forming processes include stretch- and deep drawing as well as different cold forming processes.

**Optimization Measures for Tribological Systems** – 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 determined. 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 through innovative single layer lubricants.

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 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 November 2021):  
Staff (standings per November, 2021):**

Alessandro Franceschi, M. Sc.  
(Abteilungsleiter | Head of Department)  
Philipp Gehringer, M. Sc.  
Christoph Kuhn, M. Sc.  
Matthäus Kott, M. Sc.  
Lukas Schell, M. Sc.  
Philipp Schumann, M. Sc.  
Patrick Volke, M. Sc.  
Stefan Volz, M. Sc.  
Yutian Wu, M. Sc.

**Übersicht über die laufenden und im Jahr 2021  
abgeschlossenen Projekte:**

1. Gezielte Einstellung von Eigenspannungen während der Kaltmassivumformung 2. Projektphase (DFG SPP 2013)
2. Auslegung von Profilwalzprozessen (AiF)
3. Inline Prozessüberwachung von Umformprozessen mittels Tribologischer Systeme (BMWi)
4. RamP – Untersuchung von Reibung und Verschleiß in der temperaturunterstützten Aluminium Blechumformung (HessenAgentur)
5. Effektiver Modellversuch zur Abschätzung der Werkzeugstandzeit (AiF)
6. CORNET-Wear-O Verschleißoptimierung von hochbeanspruchten Umformwerkzeugen (AiF)
7. Tribologische Optimierung von Schneidstempeln durch Mikrostrukturierung mittels maschinellem Oberflächenhämmern (AiF)

**Overview of ongoing and completed  
projects in 2021:**

1. Targeted manipulation of residual stresses during cold forging 2nd project phase (DFG SPP 2013)
2. Design of profile rolling processes (AiF)
3. Inline process monitoring of forming processes using tribological systems (BMWi)
4. Investigation of Friction and Wear in temperature-assisted Aluminium Sheet Metal Forming (HessenAgentur)
5. An effective model test for estimating tool life (AiF)
6. CORNET-Wear-O Wear optimization of highly stressed shaping tools (AiF)
7. Tribological optimization of cutting punches through microstructuring by machine hammer peening (AiF)



Alessandro Franceschi, M. Sc.  
+49 6151 16 233 12  
✉ [alessandro.franceschi@ptu.tu-darmstadt.de](mailto:alessandro.franceschi@ptu.tu-darmstadt.de)

## Auslegung von Profilwalzprozessen Design of Profile Rolling Processes

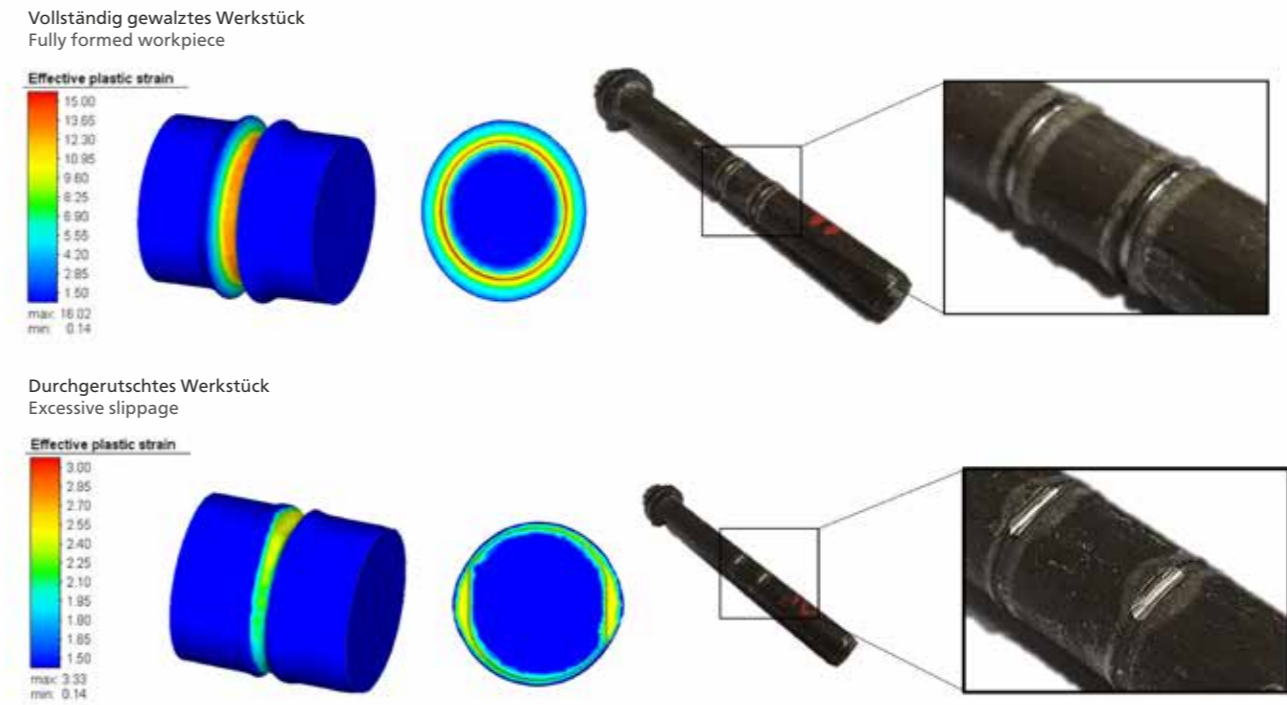


Stefan Volz, M. Sc.  
+49 6151 16 231 78  
stefan.volz@ptu.tu-darmstadt.de

Die zunehmende Verkürzung von Produktlebenszyklen sowie steigende Produkthanforderungen [Wis16] erhöhen die Notwendigkeit effizienter, digitaler Produktentwicklungsprozesse. Diese technische Weiterentwicklung des Profilwalzens, weg vom Walzen normierter Regelgewinde, hin zum Formwalzen komplexer axialsymmetrischer Geometrien, macht die konsequente Digitalisierung des Auslegungsprozesses sowie die Nutzung von FEM Simulationen zunehmend unverzichtbar. Im Rahmen dieses Projekts soll ein Beitrag dazu geleistet werden, die Qualität von FEM Simulationen des Profilwalzens zu verbessern und somit die Nutzung von FEM Simulationen im Auslegungsprozess von Profilwalzprozessen voranzutreiben. Profilwalzprozesse sind meist durch enge Prozessfenster gekennzeichnet, die durch eine Vielzahl an Prozessgrenzen begrenzt sind. Im Rahmen des Auslegungsprozesses werden diese Prozessgrenzen in der Regel iterativ und meist unter hohem Zeit und Kostenaufwand empirisch ermittelt. Ziel dieses Projekts ist es, eine dieser Prozessgrenzen – das Durchrutschen des Werkstücks – mithilfe von FEM Simulationen abbilden zu können und somit den Auslegungsprozess effektiver zu gestalten. Ein unkontrolliertes Abrollverhalten des Werkstücks (Durchrutschen) tritt dann auf, wenn ungünstige Kraftverhältnisse zwischen notwendiger Umformkraft und vom Werkzeug übertragbarer Kraft herrschen. Da ein Großteil der vom Werkzeug aufgetragenen Kraft reibkraftschlüssig übertragen wird, verfälschen stark vereinfachte Modellierungsansätze, wie sie bis dato verwendet werden, die Genauigkeit der FEM. Durch die Implementierung eines multidimensionalen Reibgesetzes, das auf zahlreichen Tribometerversuchen basiert, soll eine realistische Modellierung der Reibzustände realisiert werden. Dies ermöglicht die Abbildung der Prozessgrenze des Durchrutschens in der FEM Simulation. Im Rahmen umfassender industrieller Walzversuche in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern baier & michels GmbH sowie KAMAX Holding GmbH, wurde das Prozessversagen gezielt herbeigeführt, wobei sowohl die Umformkräfte als auch die Werkstückrotation gemessen werden. Es kann gezeigt werden, dass die Werkzeuggeometrie sowie das verwendete tribologische System einen erheblichen Einfluss auf die maximal erreichbare

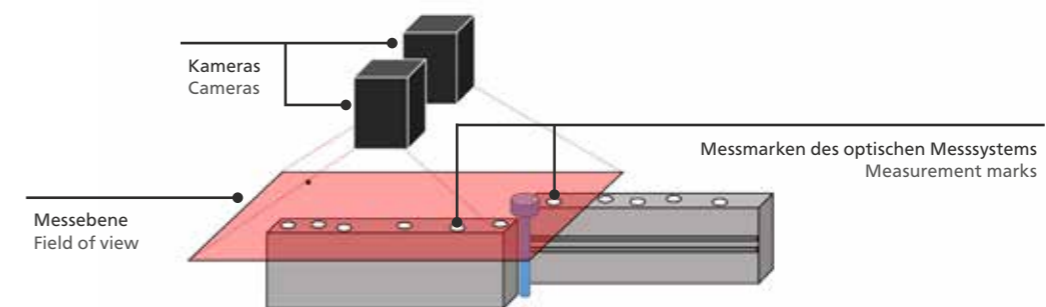
Ausbringung haben. Des Weiteren erlauben die optischen Messungen einen tiefgehenden Einblick in die Kinematik des Profilwalzens. Erste Simulationen mit einem multidimensionalen Reibmodell weisen darauf hin, dass der gewählte Lösungsweg valide ist und es ermöglicht, die Prozessgrenze des Durchrutschens zukünftig in FEM Simulationen abbilden zu können.

The increasing shortening of product life cycles as well as rising product requirements [Wis16] increase the need for efficient, digital product development processes. This technical development of profile rolling, away from the rolling of standardized threads to the forming of complex axially symmetrical geometries, makes the consistent digitization of the design process and the use of FEM simulations increasingly indispensable. This project aims to contribute to improving the quality of FEM simulations of profile rolling and thus to advance the use of FEM simulations in the design process of profile rolling processes. Profile rolling processes are characterized by mostly narrow process windows, which are limited by a large number of process boundaries. During the design process, these process limits are usually determined empirically at high cost in terms of time and money. The aim of this project is to be able to map one of these process limits – the slippage of the workpiece – using FEM simulations and thus to make the design process more effective. Uncontrolled rolling of the workpiece (slipping) occurs when there is an unfavourable ratio between the necessary forming force and the one that can be transmitted by the tool. Since a large part of the force applied by the tool is transmitted by friction, highly simplified modelling approaches distort the accuracy of the FEM. By implementing a multidimensional friction law based on numerous tribometer tests, a realistic modelling of the friction conditions is to be realized. This enables the mapping of the process limit of slippage in the FEM simulation. Within the scope of comprehensive industrial rolling tests in cooperation with the project partners baier & michels GmbH as well as KAMAX Holding GmbH, the process failure was specifically induced, with both the forming forces



[01]

and the workpiece rotation being measured. It is shown that the tool geometry as well as the tribological system used have a significant influence on the maximum achievable yield. Furthermore, the optical measurements allow a deep insight into the kinematics of the profile rolling. Initial simulations with a multidimensional friction model indicate that the selected solution is valid and that it will be possible to map the process limit of slippage in FEM simulations in the future.



[02]



Abbildung [01]  
Prozessversagen durch Durchrutschen – Vergleich zwischen Experiment und Simulation

Figure [01]  
Process failure due to slippage – comparison between experiment and simulation

Abbildung [02]  
Optisches GOM Messsystem zur Erfassung der Prozesskinematik

Figure [02]  
Optical GOM measuring system for recording of process kinematics

## Effektiver Modellversuch zur Abschätzung der Werkzeugstandzeit Effective Model Test for Tool Life Span Estimation



Yutian Wu, M. Sc.  
+49 6151 16 233 55  
yutian.wu@ptu.tu-darmstadt.de

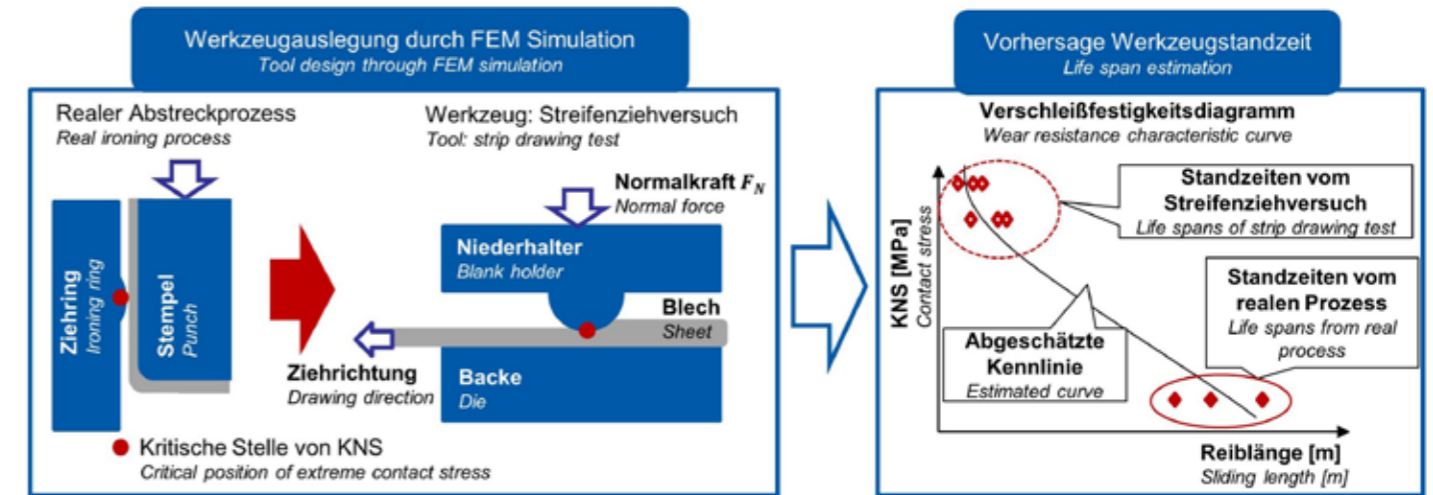
**Motivation und Zielsetzung** – Ein besseres Verständnis und eine bessere Kontrolle des Werkzeugverschleißes sind Schlüsselfaktoren für die effiziente Blechverarbeitung in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU). Modellversuche, wie der Streifenziehversuch, bieten die Möglichkeit, die Verschleißfestigkeit der Umformwerkzeuge in bestimmten tribologischen Systemen zu bewerten. Allerdings kann ein Modellversuch die Verschleißentwicklung bzw. die Standzeit von Werkzeugen im realen Umformprozess nicht effektiv abbilden. Daher ist eine Untersuchung der Übereinstimmung zwischen Modellversuch und realem Prozess bezüglich der Verschleißentwicklung wünschenswert.

Das Ziel des Projekts ist die Entwicklung einer Methode zur Abschätzung der Werkzeugstandzeiten und der Verschleißentwicklung in realen Umformprozessen durch einen Modellversuch unter idealen Bedingungen. Darüber hinaus werden die Standzeiten unter erhöhten Lastniveaus im Modellversuch ermittelt. Mit den Ergebnissen wird überprüft, inwiefern sich die realen Werkzeugstandzeiten durch Versuche bei höherer tribologischer Belastung approximieren lassen.

**Lösungsweg** – Zu Beginn des Projekts werden mittels FEM-Simulation die tribologischen Lasten im realen Umformprozess, wie die Kontaktnormalspannung und das Temperaturfeld im Umformwerkzeug, ermittelt. Durch Auswahl ge-

eigneter Verschleißmodelle wird die Verschleißentwicklung ermittelt. Anhand der resultierenden tribologischen Lasten und der abgeschätzten Verschleißentwicklung wird ein Spezialwerkzeug für Modellversuche ausgelegt, mit welchem die Verschleißentwicklung des realen Prozesses im Modellversuch abgebildet wird. Im Anschluss werden die Standzeiten im Modellversuch unter prozessähnlichen und erhöhten Lastniveaus ermittelt. Die ermittelten Standzeiten und ihre Streuung bilden das Verschleißfestigkeitsdiagramm, welches die Erwartungswerte der Werkzeugstandzeiten und ihre Unsicherheiten abbildet. Schließlich wird ein Schätzverfahren entwickelt, mit welchem die Verschleißfestigkeitskennlinien in Abhängigkeit des gesamten Lastniveaus abgeleitet werden (Abbildung 1).

**Danksagung** – Das PtU dankt der AiF, der Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e.V. (EFB) sowie den beteiligten Firmen für die Unterstützung bei der Durchführung des IGF Projektes Nummer 21116 N.



[01]

**Motivation and Objective** – A better understanding and control of tool wear are key factors for efficient sheet metal processing in small and medium-sized enterprises (SMEs). Model tests, such as strip drawing tests, offer the possibility to evaluate the wear resistance of forming tools in certain tribological systems. However, model tests cannot effectively represent the wear development or tool life in a real forming process. Therefore, an investigation of the consistency of the wear development between model test and real process is desirable.

The aim of the project is to develop a method for predicting tool life and wear development in real forming processes through a model test. In addition, the tool lives under increased load levels are determined in a model test. In addition, the tool lives under increased load levels are determined in a model test. This serves the purpose of examining, whether the actual tool life can be approximated by tests at higher tribological load levels.

**Approach** – At the beginning of the project, the tribological loads in the real forming process, such as normal contact stress and temperature field in the forming tool, are determined through FEM simulation. By selecting suitable wear models, the wear development is determined. Based on the results of tribological loads and estimated wear development, a specific tool is designed for model

tests, which is used to illustrate the actual wear development in model tests. After the manufacturing of the designed tools, the lifetime of the tool is determined in the model test under process-similar as well as elevated load levels. The determined tool life and its scatter form the wear resistance diagram, which represents the expected values of the tool life and its uncertainties. Finally, an estimation procedure is developed so that the wear resistance characteristic curve can be derived under the entire load level (Figure 1).

**Acknowledgment** – The PtU thanks the AiF, the European Research Association for Sheet Metal Working e.V. (EFB) as well as the participating companies for their support in the implementation of the IGF project number 21116 N.



Abbildung [01]  
Verfahren zur Vorhersage der  
Werkzeugstandzeit

Figure [01]  
Procedure for life span estimation  
of forming tools

Die Schwerpunkte der Abteilung Prozessketten und Anlagen liegen in der Entwicklung, Digitalisierung und Regelung von neuartigen Umformprozessen und -anlagen sowie deren wirtschaftlicher und technischer Optimierung.

**Digitalisierung** – Die Digitalisierung, kombiniert mit aktuellen Ansätzen der künstlichen Intelligenz, eröffnet neue Horizonte für die Führung, Auslegung und Regelung umformtechnischer Prozesse. Innovative Entwicklungen basieren dabei vor allem auf der Auslegung und Integration intelligenter Sensorik sowie der Ableitung datengetriebener Prozessmodelle. Im Mittelpunkt dieser Digitalisierungsansätze stehen heterogene Datensätze, die eine echtzeitfähige Beschreibung und Regelung der umformtechnischen Prozesse möglich machen und die Basis für die Vernetzung einzelner Produktionssysteme über die Prozessgrenzen hinaus bilden. Anhand der Daten wird es möglich, komplexe Prozesse zu beherrschen und Optimierungsmöglichkeiten schneller zu identifizieren. Zum anderen entstehen neue serviceorientierte Geschäftsmodelle, die auf die Vereinfachung der Wertschöpfungskette, Optimierung des Ressourceneinsatzes und Erstellen von Prognosen z. B. über den Maschinen- oder Werkzeugzustand abzielen.

Ein Forschungsschwerpunkt hierzu sind automatisierte Umformprozesse, die in Form von Regelkreisen selbstständig und in Echtzeit auf die aktuelle Produktqualität reagieren und langfristig lernen, diese auch unter Prozessschwankungen unter Kontrolle zu behalten. Oft ist bereits eine spezifische Produkteigenschaft entscheidend. Dabei ist die große Herausforderung, dass viele Produkteigenschaften erst nach mechanischer und thermischer Relaxation messbar sind. Daher werden modellbasierte Regler in Kombination mit lernenden Steuerungen eingesetzt, um Schwankungen in der Produktion zu erkennen, zu kompensieren und damit die Produktqualität sicherzustellen.

**Entwicklung neuer Maschinenkonzepte und Prozesse** – Angesichts immer komplexerer Absatzmärkte rücken flexible Produktionssysteme aufgrund steigender ökologischer und ökonomischer Unsicherheiten stärker in den Vordergrund. Aktuelle Ansätze zielen darauf ab, Anlagen und Prozesse zu entwickeln, die in der Lage sind, verschiedene Produkte ohne bedeutenden Rüstaufwand herstellen zu können und produktspezifische Eigenschaften im Umformprozess zu regeln. Einen wesentlichen Schwerpunkt nehmen in diesem Bereich Servopressen ein. Wegweisende Entwicklungen wurden am Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen (PtU) durch die Entwicklung innovativer Wälz-Gleitlagerungen und die Einführung einer Mehrtechnologie Maschine mit 3D-Stößelbewegung erzielt. Die Analyse und Evaluierung dieser Technologien sowie neuer Umformkonzepte erfolgt dabei in mehreren Forschungsprojekten sowohl auf kommerziell erhältlichen Anlagen als auch auf eigens entwickelten Versuchsanlagen.

The department of Process Chains and Forming Units focuses on the development, digitization and control of innovative forming processes and machines as well as their economic and technical optimization.

**Digitalization** – Digitalization combined with current approaches of artificial intelligence opens up new perspectives for the guidance, configuration and control of forming processes. Innovative developments are based mainly on the design and integration of intelligent sensor technology and the derivation of data-driven process models. At the center of these digitization approaches are heterogeneous data sets that enable real-time description and control of forming processes and provide a basis for the integration of individual production systems beyond process boundaries. Based on the data, it will be possible to control complex processes and to identify potential optimizations faster. On the other hand, new service-oriented business models are emerging, which aim to simplify the value-added chain, optimize the use of resources and make forecasts such as the condition of machines or tools. One research focus is on automated forming processes that react independently and in real-time to the actual product quality by means of closed-loop control systems and learn over the long term. Often one specific product property is decisive. The great challenge is that many product properties can only be measured after mechanical and thermal relaxation. Model-based controllers are therefore used in combination with learning controllers to detect and compensate for fluctuations in production and thus ensure product quality.

**Development of new machine concepts** – In view of the increasing complexity of sales markets, flexible production systems are becoming the focus of attention due to increasing ecological and economic uncertainties. Current approaches aim at developing forming units and processes that are capable of producing various products without significant set-up costs and of controlling specific product properties in the forming process. At the Institute for Production Engineering and Forming Machines (PtU), trend-setting innovations were achieved through the development of innovative roller and plain bearings and the introduction of a multi-technology machine with three-dimensional ram movement.

Übersicht über die laufenden und im Jahr 2021 abgeschlossenen Projekte:

1. Nächste Generation von Tiefziehprozessen durch Nutzung smarterer Beobachter, geschlossener Regelkreise und einer 3D-Servo-Pressen (DFG / NSF)
2. KonPro – Konturvermessung beim Profilbiegen (HessenAgentur LOEWE – abgeschlossen 2020)
3. Mehrgrößenregelung mit Störgrößenaufschaltung von umformend erzeugten Produkteigenschaften – Grundlagen und Anwendung auf das Stanzlochwalzen (DFG Schwerpunktprogramm 2183)
4. MDZ – Netzwerk Mittelstand: Digital Zentrum Darmstadt - Netzwerk aus Zentren zum Transfer von neuen Technologien und digitalen Anwendungen für die Digitalisierung und überbetriebliche Vernetzung in der Wirtschaft (BMW i)
5. DEFine – Datengestützte Echtzeit-Überwachung von Folgeverbundwerkzeugen durch künstliche Intelligenz gestützte Prozessmodelle (HessenAgentur Distr@I)
6. RAmP – Robuste Umformung hochfester Aluminiumlegierungen durch mehrdimensionale Prozessfenster (HessenAgentur LOEWE)
7. Zustandsbeeinflussung von Wälz-Gleitlagerungen (DFG Sonderforschungsbereich 805 – abgeschlossen 2020)
8. Produktionsfamilien bei gleichbleibender Qualität (DFG Sonderforschungsbereich 805 – abgeschlossen 2021)
9. KI-Trainer – Kompetenzzentrum Darmstadt informiert über künstliche Intelligenz (BMW i – abgeschlossen 2021)
10. Mittelstand 4.0 – Kompetenzzentrum Darmstadt (BMW i – abgeschlossen 2021)
11. WarmAp – Warmumformen von Aluminiumblechen für Hochleistungskomponenten zukünftiger Mobilitätskonzepte (HessenAgentur LOEWE – abgeschlossen 2021)
12. SmartWEAR – Ganzheitlicher Ansatz zur Beherrschung, Prävention und Prädiktion von Verschleißerscheinungen in mehrstufigen Umformprozessen basierend auf hybriden Oberflächentechnologien und sensorisch erfassten In-Prozessgrößen (AiF ZIM)
13. Modellprädiktive Regelung mit integriertem Zustandsbeobachter zur Einstellung der Bauteilqualität beim inkrementellen Umformen von Vulkanfaser (DFG Sonderforschungsbereich 805 – abgeschlossen 2021)

Overview of ongoing and completed projects in 2021:

1. Next generation deep drawing using smart observers, closed loop control, and 3D-servo press (DFG / NSF)
2. KonPro – Contour measurement during profile bending (HessenAgentur LOEWE – completed 2020)
3. Multi variable close loop control with feedforward control of forming product properties – fundamentals and application to punch-hole-rolling (DFG Priority Program 2183)
4. MDZ – Netzwerk Mittelstand: Digital Centre Darmstadt – Network of centers for the transfer of new technologies and digital applications for digitization and internal company networking in the economy (BMW i)
5. DEFine – Data based real-time monitoring of progressive dies using artificial intelligence based process models (HessenAgentur Distr@I)
6. RAmP – Robust forming of high strength aluminum alloys through multidimensional process windows (HessenAgentur LOEWE)
7. State control of combined roller and plain bearings (DFG Collaborative Research Centre SFB 805 – completed 2020)
8. Production families at equal quality (DFG Collaborative Research Centre SFB 805 – completed 2021)
9. KI-Trainer – Darmstadt Competence Center provides information about artificial intelligence (BMW i – completed 2021)
10. MiT 4.0 – Darmstadt Competence Centre (BMW i – completed 2021)
11. WarmAp – Hot forming of aluminum sheets for high-performance components of future mobility concepts (HessenAgentur LOEWE – completed 2021)
12. SmartWEAR – Holistic approach to control, prevent and predict wear phenomena in high speed blanking based on hybrid surface technologies and sensory inline information (AiF ZIM)
13. Model predictive control with integrated state observer for the adjustment of component quality during incremental forming of vulcanised fibre (DFG Collaborative Research Centre SFB 805 – completed 2021)



Christian Kubik, M. Sc.  
+49 6151 16 231 44  
christian.kubik@ptu.tu-darmstadt.de

Beschäftigte (Stand November 2021):  
Staff (standings per November, 2021):

Christian Kubik, M. Sc.  
(Abteilungsleiter | Head of Department)  
Nassr Al-Baradoni, M. Sc.  
Viktor Arne, M. Sc.  
Alexander Breunig, M. Sc.  
Ezgi Bütev Öcal, Dr.-Ing.  
Janosch Günzel, M. Sc.  
Maximilian Knoll, M. Sc.  
Andre Kokozinski, M. Sc.  
Dirk Molitor, M. Sc.  
Erik Sellner, M. Sc.  
Richard Werner, M. Sc.

## DEFIne – Datengestützte Echtzeit-Überwachung von Folgeverbundwerkzeugen durch künstliche Intelligenz gestützte Prozessmodelle

### DEFIne – Data Based Real-time Monitoring of Progressive Dies Using Artificial Intelligence Based Process Models



Andre Kokozinski, M. Sc.  
 +49 6151 16 233 16  
 andre.kokozinski@ptu.tu-darmstadt.de

**Motivation** – Unternehmen der Umformtechnik zeichnen sich in der Regel durch eine hohe Produktivität sowie komplexe, mehrstufige Prozessketten aus. Mehrstufige Umformprozesse ermöglichen die Herstellung von Bauteilen auf kurzen Prozessrouten und stellen oftmals den wirtschaftlich bedeutsamsten Teil der Wertschöpfungskette dar. Moderne Produktionsprozesse können auf Folgeverbundwerkzeugen inzwischen mehr als zehn Umformstufen kombinieren, wodurch die Anzahl von Stell- und Störgrößen sowie die Anforderung bei der Prozessführung stetig steigt. Einzelnen Produkteigenschaften stehen dadurch eine Vielzahl von Einstellgrößen und Prozessinformationen aus den verschiedenen Stufen eines Folgeverbundwerkzeugs gegenüber. Dies ergibt eine Komplexität, die eine Analyse durch das Fachpersonal sowie Aussagen zum Halbzeug-, Werkzeug- und Bauteilzustand während der Prozessführung nicht mehr ermöglichen.

**Lösungsweg** – Um im laufenden Prozess Aussagen zum Halbzeug-, Werkzeug- und Bauteilzustand treffen zu können, wird im Rahmen des DEFIne-Projekts die Echtzeit-Überwachung von Folgeverbundwerkzeugen mittels künstlicher Intelligenz (KI) gestützter Prozessmodelle erforscht. Hierfür wird ein industrienahes, modulares Folgeverbundwerkzeug mit integrierter Sensorik entwickelt. Über künstlich eingebrachte Verstärkungen im System werden Trainingsdatensätze aufgezeichnet. Bei der Modellbildung werden datengetriebene Analysen mit domänenspezifischem Wissen kombiniert, um die Qualität der KI-Prozessmodelle zu steigern. Darauf aufbauend wird eine Softwareplattform entwickelt, die Fehler im Prozess identifiziert und deren Ursachen aufzeigt sowie Handlungsempfehlungen zur Behebung bereitstellt. Abschließend wird eine Handlungsempfehlung zur modellbasierten Überwachung von Folgeverbundwerkzeugen in der Industrie abgeleitet, um in Zukunft Unternehmen der Umformtechnik den Einstieg in eine KI-gestützte Überwachung ihrer Folgeverbundwerkzeuge zu erleichtern.

**Danksagung** – Das Projekt DEFIne wird von dem Förderprogramm Distr@l gefördert. Zusätzlich wird den Projektpartnern Intelligent Data Analytics GmbH & Co. KG und Thomas GmbH gedankt.

**Motivation** – Forming technology companies are usually characterized by high productivity and complex, multi-level process chains. Multi-stage forming processes enable components to be manufactured on short process routes and often represent the most economically important part of the value chain. Modern production processes can now combine more than ten forming stages on progressive tools, which means that the number of manipulated and disruptive variables and the requirements for process control are constantly increasing. As a result, individual product properties are faced with a large number of setting parameters and process information from the various stages of a progressive tool. This results in a level of complexity that no longer allows analyses by specialist personnel or statements on the condition of semi-finished products, tools and components during process management.

**Approach** – To be able to make statements about the state of semi-finished products, tools and components during the ongoing process, the DEFIne project is researching the real-time monitoring of progressive tools using artificial intelligence (AI) based process models. For this purpose, an industry-related modular progressive tool with integrated sensors is being developed and training data sets are recorded using artificially introduced detuning in the system. When creating models, data-driven analyses are combined with domain-specific knowledge in order to increase the quality of the artificial intelligence process models. Based on this, a software platform is developed, which identifies errors in the process and shows their causes, as well as providing recommendations for corrective actions. Finally, a recommendation for the model-based monitoring of progressive tools in industry is derived to make it easier for companies in the forming technology to get started with AI-supported monitoring of their progressive tools in the future.

**Acknowledgment** – The DEFIne project is funded by the Distr@l funding program. In addition, thanks go to the project partners Intelligent Data Analytics GmbH & Co. KG and Thomas GmbH.

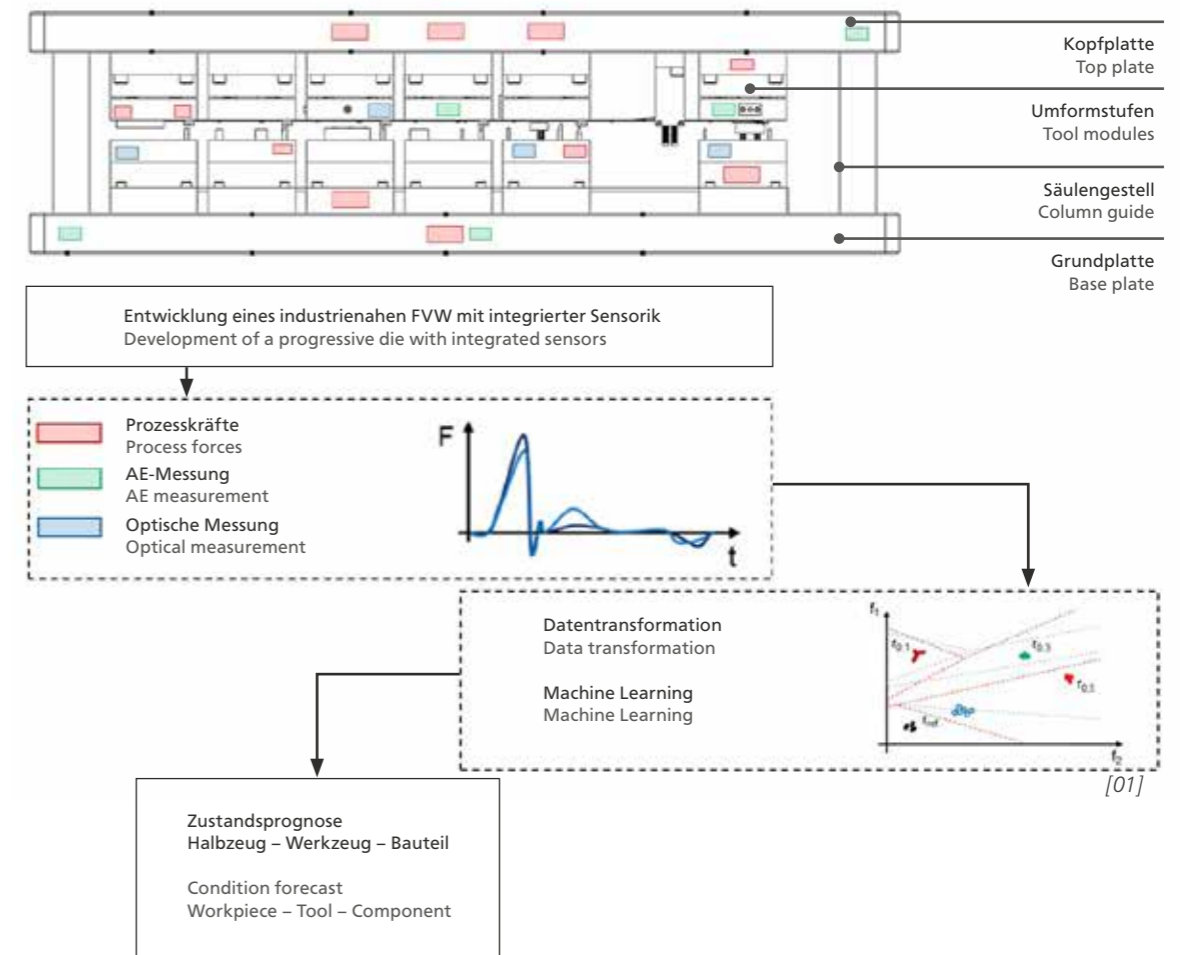


Abbildung [01]  
 Vorgehen im DEFIne-Projekt

Figure [01]  
 Procedure in the DEFIne project

## RAmP – Robuste Umformung hochfester Aluminiumlegierungen durch mehrdimensionale Prozessfenster

RAmP – Robust Forming of high-strength Aluminium Alloys through multi-dimensional Process Windows



Erik Sellner, M. Sc.  
+49 6151 16 231 87  
erik.sellner@ptu.tu-darmstadt.de



Janosch Günzel, M. Sc.  
+49 6151 16 231 79  
janosch.guenzel@ptu.tu-darmstadt.de

Das KMU-Verbundvorhaben RAmP ist angegliedert an den in Abschnitt 4.0.8 vorgestellten LOEWE-Schwerpunkt ALLEGRO (Hochleistungskomponenten aus Aluminiumlegierungen durch ressourcenoptimierte Prozesstechnologien) und dient der industrienahen Erprobung der dort getätigten Technologiesprünge. Realisiert wird dies durch das Pilotprojekt der „Dualen Promotion“, bei der die Promovierenden je eine 50 % Stelle am PtU sowie bei Filzek TRIBOtech, der Werner Schmid GmbH (WS) bzw. der Hörmann Automotive Gustavsburg GmbH (HAG), respectively. In the following, the focus is on the latter two project partners.

Das hohe Leichtbaupotenzial hochfester Aluminiumlegierungen kann aufgrund der begrenzten Kaltumformbarkeit nicht umfänglich ausgeschöpft werden. Aus diesem Grund werden neue Ansätze zur Erweiterung der Umformbarkeit verfolgt:

Im Teilprojekt WS wird die mehrstufige, temperaturunterstützte Umformung zur Herstellung komplexer Bauteile untersucht. Der linke Teil der Abbildung verdeutlicht die Notwendigkeit hoher Umformtemperaturen in den hinteren Bauteilstufen, sodass eine Inline-Erwärmung im Werkzeug erforderlich wird. Je nach vorherigem Wärmebehandlungszustand und Temperaturführung ergeben sich somit enge Prozessfenster und Herausforderungen bezüglich auftretender Wärmeüberträge im Werkzeug.

Im Teilprojekt HAG ist eine werkzeugintegrierte lokale Kontakterwärmung der Platine realisiert. Diese dient der gezielten Wärmeeinbringung in umformkritische Bereiche unmittelbar vor der Umformung. Durch die Beherrschung der Wärmeübergänge können Zieltemperaturen erreicht und wiederholbare Prozessfenster abgeleitet werden. Ein besonderes Augenmerk fällt dabei auf die thermomechanisch gekoppelte Simulation zur Vorhersage von Temperaturverteilung und Rücksprung des Blechs.

Dieses Projekt (HA-Projekt-Nr.: 822/19-142) wird im Rahmen der Innovationsförderung Hessen aus Mitteln der LOEWE – Landes-Offensive zur Entwicklung Wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz, Förderlinie 3: KMU-Verbundvorhaben gefördert.

The SME joint project RAmP is affiliated to the LOEWE focal point ALLEGRO (High-performance aluminium alloy components through resource-optimized process technologies) presented in section 4.0.8 and serves to test the technological leaps made there in an industry-oriented context. This is realized by the pilot project of the “Dual Doctorate”, in which the doctoral candidates each hold a 50 % position at the PtU and at Filzek TRIBOtech, Werner Schmid GmbH (WS) or Hörmann Automotive Gustavsburg GmbH (HAG), respectively. In the following, the focus is on the latter two project partners.

The high potential of high-strength aluminum alloys for lightweight construction cannot be fully exploited due to their limited formability in cold condition. Therefore, new approaches are being explored in order to extend the formability:

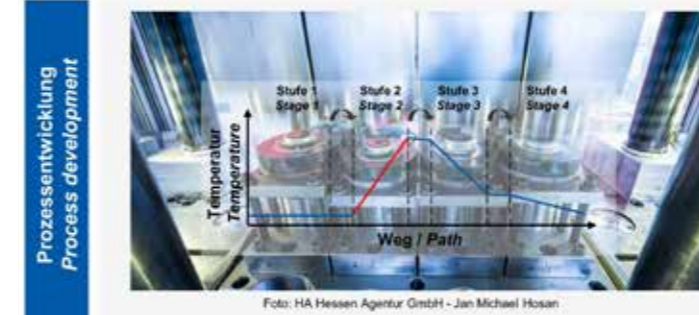
In the WS subproject, multi-stage temperature-assisted forming is being investigated for the production of complex components. The left part of the figure illustrates the need for high forming temperatures in the later stages, therefore requiring inline heating in the tool. Depending on the previous heat treatment condition and temperature control, this results in narrow process windows and challenges regarding the occurring heat transfers in the tool.

In the HAG subproject, local contact heating of the blank is integrated into the tool. This is used for the targeted introduction of heat into forming-critical areas right before the forming operation. Target temperatures can be achieved by controlling the heat transfer and repeatable process windows can be derived. Special attention is paid to the thermo-mechanically coupled simulation for the prediction of the blank's temperature distribution and springback.

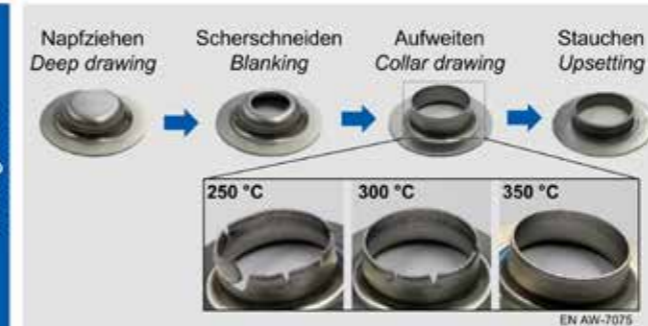
This project (HA project no. 822/19-142) is financed with funds of LOEWE – Landes-Offensive zur Entwicklung Wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz, Förderlinie 3: KMU-Verbundvorhaben (State Offensive for the Development of Scientific and Economic Excellence).

### Werner Schmid GmbH Mehrstufige Umformung Multi-stage forming

Temperiertes Umformwerkzeug zur Inline-Erwärmung  
Tempered forming tool for inline-heating



Prozessentwicklung  
Process development



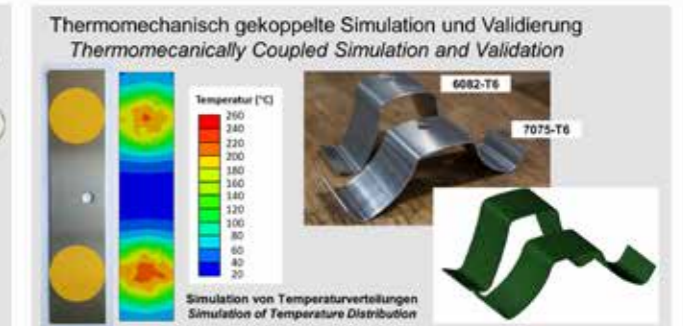
Untersuchungen  
Investigations

		Temperatur / Temperature										
		RT	50 °C	100 °C	150 °C	200 °C	250 °C	300 °C	350 °C	400 °C	450 °C	480 °C
Zustand / Condition	T6	nicht machbar / not feasible										
	W	[Red]						[Green]				
	O	[Green]										

Prozessfenster  
Process windows

### Hörmann Automotive Gustavsburg GmbH Einstufige Umformung Single-stage forming

Lokale Erwärmungsstrategie  
Local heating strategy



Thermomechanisch gekoppelte Simulation und Validierung  
Thermomechanically Coupled Simulation and Validation

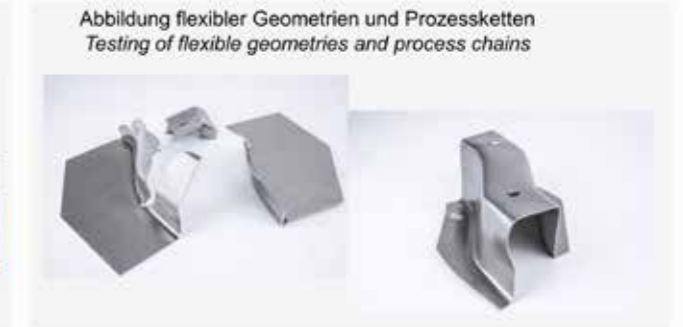


Abbildung flexibler Geometrien und Prozessketten  
Testing of flexible geometries and process chains

[01]



Abbildung [01]  
Prozessrouten, experimentelle sowie numerische Untersuchungen und daraus abgeleitete Prozessfenster in den Teilprojekten Werner Schmid (links) und Hörmann Automotive Gustavsburg (rechts)

Figure [01]  
Process routes, experimental as well as numerical investigations and derived process windows in the sub-projects Werner Schmid (left) and Hörmann Automotive Gustavsburg (right)

Der nachhaltige Einsatz von Ressourcen ist das prägende Thema der Gegenwart und zugleich eine der größten Herausforderungen für die Gesellschaft insgesamt und insbesondere der Ingenieurwissenschaften. Um dieser Tatsache gerecht zu werden, gibt es verschiedene Strategien, die in der Produktionstechnik verfolgt werden können. Dazu zählen unter anderem die Umsetzung von Leichtbaumaßnahmen sowie der Einsatz von hochleistungsfähigen Materialien und Strukturen, welche die geforderten Funktionen bei reduziertem Ressourceneinsatz erbringen oder gar übertreffen können. Die Abteilung Funktions- und Verbundbauweisen des PtU widmet sich in diesem Zusammenhang vornehmlich der Untersuchung der fertigungstechnischen Grundlagen bei der Erzeugung und Verarbeitung von funktionalen Werkstoffen sowie von Verbund- und multifunktionalen Bauteilen.

**Magnetische Materialien** – Als Funktionswerkstoffe werden Materialien bezeichnet, welche nicht primär aufgrund ihres mechanischen Verhaltens eingesetzt werden, sondern andere physikalische Eigenschaften besitzen. Dies trifft auf magnetische Werkstoffe zu, deren Bedeutung im Zuge der fortschreitenden Elektrifizierung zunimmt. Am PtU werden neuartige Herstellungsverfahren zur Optimierung von hartmagnetischen Materialien untersucht. Dies liefert einen Beitrag zur Leistungssteigerung elektrischer Antriebe sowie zur Reduktion des Bedarfs an seltenen Erden. Des Weiteren wird die umformtechnische Verarbeitung von weichmagnetischen Werkstoffen bei der Herstellung von Magnetkernen untersucht.

**Herstellung und Verarbeitung von Verbundbauteilen** – Durch die gezielte Kombination einzelner Werkstoffe zu Verbunden, können Halbzeuge hergestellt werden, deren spezifische mechanische Eigenschaften diejenigen der einzelnen Materialien deutlich übertreffen. Beispiele hierfür sind die Herstellung von Hybridstrukturen durch das Einbringen von Stegen in flächige Strukturen oder das Vorspannen von Bauteilen sowie die Verwendung von Sandwichblechen mit Polymerkernen. Die Einbringung von Fügeelementen in Sandwichbleche ist derzeit technologisch eine Herausforderung. Daher werden am PtU Verfahren zum Fügen solcher Verbundkomponenten erforscht. Ein beliebtes Mittel im konstruktiven Leichtbau zur Versteifung flächiger Strukturen sind Stringer oder Stege. Laufende Arbeiten verfolgen das Ziel, mittels der Stegblechtechnologie Produkte mit maßgeschneiderten Eigenschaften analog zur Verwendung von Tailored Blanks zu erzeugen.

**Aktoren auf Dehnstoffbasis** – Die am PtU entwickelten Dehnstoffaktoren sind in der Lage, große Stellkräfte bei geringen Stellwegen aufzubringen. Nach intensiven Forschungsarbeiten zu den Grundlagen der Herstellung dieser Aktoren und ihres Betriebsverhaltens wird in Zukunft der Fokus auf die Umsetzung in technischen Anwendungen gelegt. Aufgrund ihrer temperaturabhängigen Charakteristik eignen sich Dehnstoffaktoren beispielsweise für den Ausgleich von schwankenden Umgebungsbe-

dingungen in komplexen Maschinen oder gezieltes Aufbringen von Stellgrößen zur Regelung von Prozessen.

**Papierumformung** – Die Bedeutung von Materialien auf Basis nachwachsender Rohstoffe nimmt stetig zu. Gegenstand aktueller Forschung ist die Untersuchung des nachhaltigen, vielseitig einsetzbaren Werkstoffs Papier hinsichtlich seiner Stabilität und Formgebung. Vor allem in der Verpackungsindustrie steigt die Bedeutung von Papier, wenn es darum geht, Verpackungsmüll aus Kunststoff zu reduzieren. Die Umformung von Papier birgt das Potenzial, komplexe dreidimensionale Strukturen herzustellen und den Einsatz von Klebstoffen zu reduzieren. Am PtU werden eigene Methoden zur Beurteilung und Optimierung des Umformverhaltens für Faserwerkstoffe entwickelt und somit eine breite industrielle Umsetzung vorbereitet.

The sustainable usage of resources is the defining issue of the present day and at the same time one of the greatest challenges facing society as a whole and the engineering sciences in particular. To meet this fact, there are various strategies that can be pursued in production engineering. These include, among others, the implementation of lightweight construction measures and the use of high-performance materials and structures, which meet or even exceed functional requirements with reduced resource input. In this context, the department of Functional and Composite Structures at PtU is primarily dedicated to investigating the manufacturing fundamentals in the production and processing of functional materials as well as composite and multifunctional components.

**Magnetic Materials** – Functional materials are materials that are not primarily used because of their mechanical behavior, but have other physical properties, e.g., particularly good conduction or insulation of electrical current, generation or amplification of magnetic fields etc. This applies to magnetic materials, whose importance is increasing in the course of advancing electrification. Novel manufacturing processes for optimizing hard-magnetic materials are being investigated at PtU. This contributes to increasing the performance of electric drives and reducing the demand for rare earth metals. Furthermore, the forming processing of soft-magnetic materials in the manufacture of magnetic cores is being investigated.

**Production and Processing of Composite Components** – Thanks to the targeted combination of individual materials to form composites, the manufacture of semi-finished product whose specific mechanical properties significantly exceed those of the individual materials, is possible. Examples include the production of hybrid structures by introducing stringers into flat structures or pre-stressing components as well as the use of sandwich sheets with polymer cores. The incorporation of joining ele-

ments into sandwich sheets is currently a technological challenge. Therefore, research into processes for joining such composite components is being carried out. Stringers are a popular tool in structural lightweight design for stiffening flat structures. Ongoing work aims to implement the stringer sheet forming technology in order to produce parts with tailored properties analogous to the use of tailored blanks.

**Actuators Based on Phase Change Material** – Expansion actuators developed at PtU are capable of applying large actuating forces to be generated with small displacements. After intensive research work on the fundamentals of manufacturing these actuators and their operating behavior, the focus in the future will be on implementation in technical applications. Due to their temperature-dependent characteristics, expansion material actuators are suitable, for example, for the compensation of fluctuating environmental conditions in complex machines or the targeted application of manipulated variables to control processes.

**Paper Forming** – The importance of materials based on renewable raw materials is steadily increasing. The subject of current research is the investigation of the sustainable, versatile material paper with regard to its stability and shaping. In addition to the construction industry, where paper as a material can compete with classic construction materials such as steel, the importance of paper is also increasing in the packaging industry due to efforts in reducing plastic packaging waste. Paper forming has the potential of producing complex three-dimensional structures and reduce the use of adhesives. One challenge hereby is the behavior during three-dimensional forming processes. In contrast to metallic materials, this behavior is not fully comprehended in the case of fibrous materials such as paper. Therefore, the PtU is developing its own experimental methods to evaluate the formability of fiber materials and to prepare the industrial implementation.

#### Übersicht über die laufenden und im Jahr 2021 abgeschlossenen Projekte:

1. HoMMage – Hysterese Design durch Nanostruktur-Engineering mit kontinuierlichen Umformprozessen (DFG – SFB/TRR 270, Teilprojekt A09)
2. IdentiTI – Nanostrukturierte Titanlegierung mit unterschiedlichen E-Moduli für ein innovatives Dentalimplantat (BMBF Verbundprojekt)
3. Verbesserte Prozessstabilität bei der dreidimensionalen Papierumformung durch numerische Abbildung der Materialinhomogenität (DFG)
4. Optimierte Papierumformung durch den Einsatz von Wasserdampf (AiF – VDP)
5. UniVorsUm – Entwicklung einer universellen Methode zur Vorhersage der Umformbarkeit von papierbasierten Materialien im Tiefziehen und Hydroforming (AiF – PTS/IVLV)
6. Umformen – Produktionsfamilien bei gleich-

- bleibender Qualität (DFG – SFB 805, Teilprojekt B2)
7. Fertigungsinduzierte Eigenschaften beim Stanzpaketieren von Stator-Blechpaketen (AiF – EFB)
8. Untersuchung des Ausstoßprozesses in der Kaltmassivumformung aus tribologischer Sicht (AiF – GCFG)
9. Funktionsstrukturen in Sandwichbauweise durch Kragenziehen mit verlorenen Stempeln (AiF – EFB)
10. Vorgespannte, hybride Stegblechstrukturen (DFG)
11. Maßgeschneiderte Stegblechbauweisen (AiF – FOSTA)
12. Fertigung dreidimensional geformter Komponenten auf Papierbasis (LOEWE-Schwerpunkt BAMP! – Bauen mit Papier, Teilprojekt 4) – abgeschlossen
13. Integration von Funktionsmaterialien (DFG – SFB 805, Teilprojekt B4) – abgeschlossen

#### Overview of ongoing and completed projects in 2018:

1. HoMMage – Hysteresis design by nanostructural-engineering through continuous forming processes (DFG – CRC/TRR 270, subproject A09)
2. IdentiTI – nanostructured titanium alloys with different moduli of elasticity for an innovative dental implant (BMBF collaborative project)
3. Improved process stability in three-dimensional paper forming through numerical representation of material inhomogeneity (DFG)
4. Application of steam in the forming of fiber-based materials (AiF - VDP)
5. UniVorsUm – Development of a universal method for predicting the formability of paper-based materials in deep drawing and hydroforming (AiF – PTS/IVLV)
6. Manufacturing of three-dimensional shaped paper-based components (LOEWE – Research Cluster – BAMP! – Building with Paperboard, subproject 4)
7. Production-induced properties in the interlocking of stator packs (AiF – EFB)
8. Analysis of the ejection process in cold bulk metal forming from a tribological perspective (AiF – GCFG)
9. Functional sandwich structures through hole-flanging with lost punches (AiF – EFB)
10. Prestressed, hybrid stringer sheet structures (DFG)
11. Tailored Stringer Sheet Forming (AiF – FOSTA)
12. Integration of Functional Materials (DFG – CRC 805, subproject B4) – completed
13. Forming – Production families at equal quality (DFG – CRC 805, subproject B2) – completed



Daniel Martin M. Sc.  
+49 6151 16 231 88  
daniel.martin@ptu.tu-darmstadt.de

#### Beschäftigte (Stand November 2021): Staff (standings per November, 2021):

- Daniel Martin, M. Sc. (Abteilungsleiter | Head of Department)  
Simon Biffar, M. Sc.  
Fansun Chi, M. Sc.  
Thiemo German, M. Sc.  
Dominic Griesel, M. Sc.  
Henning Husmann, M. Sc.  
Nicola Jessen, M. Sc.  
Yuchen Leng, M. Sc.  
David Löffler, M. Sc.  
Lukas Kluy, M. Sc.  
Benedikt Niessen, M. Sc.  
Wilhelm Schmidt, M. Sc.

## Tiefgezogene Papierprodukte für eine nachhaltigere Verpackungsindustrie Deep-drawn Paper Products Aiming at a more Sustainable Packaging Industry

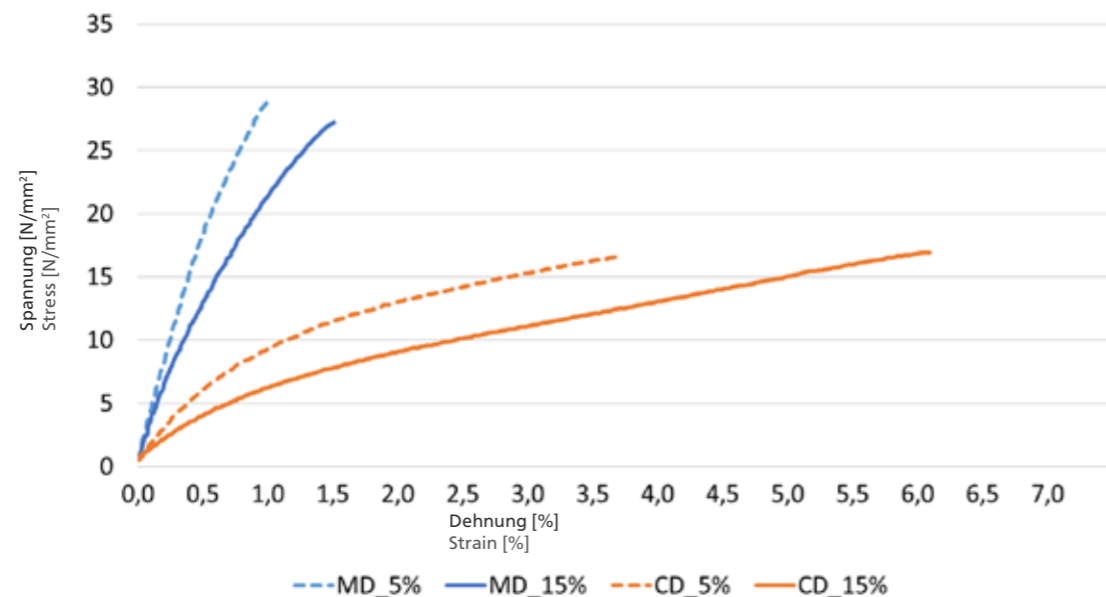


Nicola Jessen, M. Sc.  
+49 6151 16 233 56  
nicola.jessen@ptu.tu-darmstadt.de

Der Umweltschutz spielt eine stetig wachsende Rolle in unserer Gesellschaft. Aus diesem Grund wird am PtU bereits seit einigen Jahren Forschung mit Papier als Werkstoff in Umformprozessen betrieben. Ziel dieser Forschung ist es, in der Industrie verstärkt Papier als Ersatz für Kunststoffe einzuführen. In dem aktuellen Forschungsprojekt zur Papierumformung am PtU ist der Fokus auf alternative Verpackungen in der Lebensmittelindustrie gerichtet. Der in der Metallindustrie etablierte Tiefziehprozess wird dabei an die besonderen Herausforderungen des Papiers angepasst. Papier ist ein anisotroper Faserwerkstoff mit unterschiedlichen Eigenschaften in den beiden Faserrichtungen machine direction (MD) und cross direction (CD). Zusätzlich fordert auch die geringe Fließfähigkeit des Materials besondere Prozessanpassungen. Aus abgeschlossenen Forschungsarbeiten (z.B. Dissertation Dr. Franke) ist bekannt, dass die gezielte Einbringung von Wasserdampf bei erhöhter Temperatur die Dehnbarkeit, Formhaltigkeit und Faltenverpressung des Papierproduktes bei der Umformung erhöht. Die Charakterisierung verschiedener Papiere hat gezeigt, dass die maximale Bruchdehnung meist bei einer Feuchtigkeit von ca.

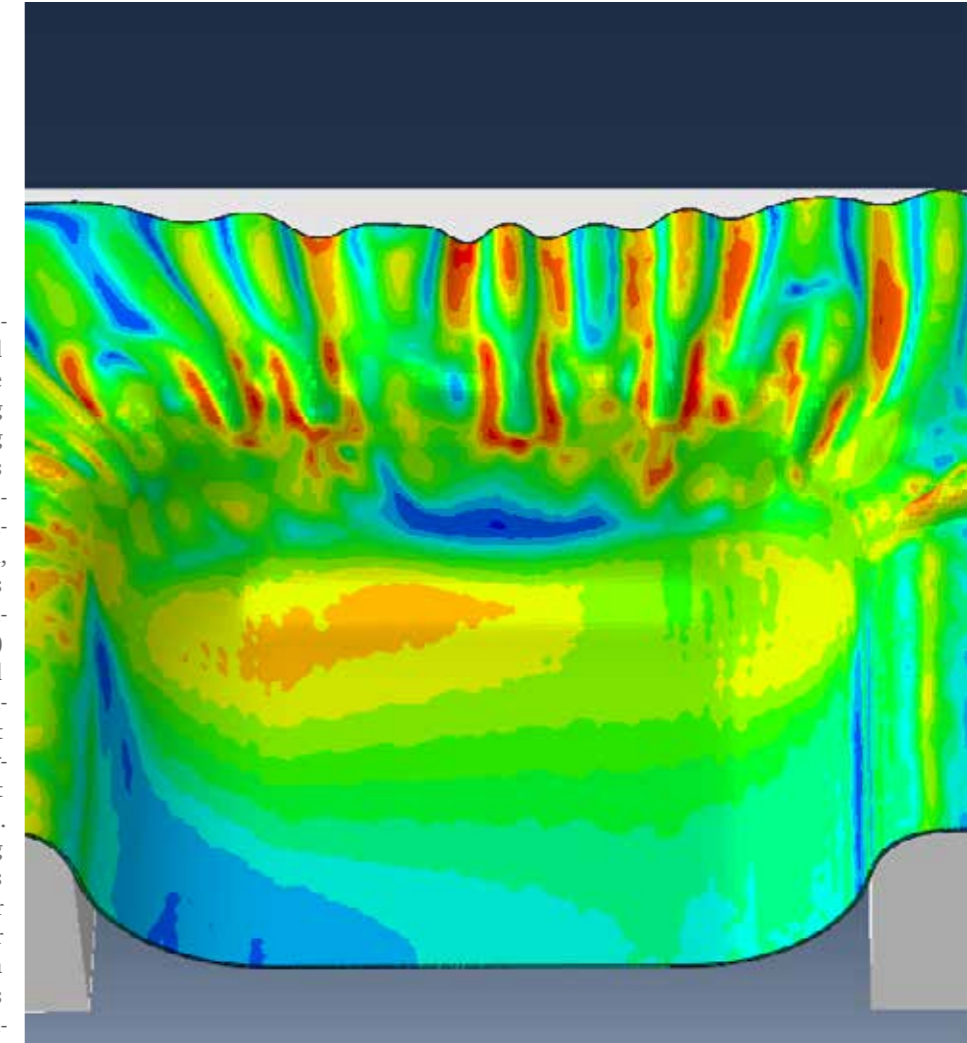
15 % liegt. Bei dieser Feuchtigkeit kann somit die maximale Ziehtiefe im Prozess erreicht werden. Mit PET beschichtete Papiere bieten eine Möglichkeit, Barrierefunktionen in der Lebensmittelindustrie zu erfüllen. Die Kunststoffschicht ermöglicht zusätzlich eine höhere maximale plastische Dehnung im Umformprozess. Bisher wurden die Tiefziehversuche ausschließlich für rotationssymmetrische Geometrien durchgeführt. Im nächsten Schritt werden die Materialien in einer rechteckigen Geometrie getestet und die Erzielung von faltenfreien Bereichen in den Geraden untersucht. Dadurch steigert sich die für Verpackungen wichtige Bedruckbarkeit und Formflexibilität. Das Projekt abschließend wird zusätzlich ein zweistufiger Tiefziehprozess untersucht, durch den eine weiter erhöhte Ziehtiefe erreicht werden soll.

Environmental protection plays a steadily growing role in our society. For this reason, research with paperboard as a material in forming processes has been carried out at PtU for several years. The aim of this research is to increase the introduction of



[01]

paperboard as a substitute for plastics in industry. In the current research project on paperboard forming at the PtU, the focus is on alternative packaging in the food industry. The deep drawing process established in the metal industry is being adapted to the special challenges of paper. Paper is an anisotropic fiber material with different properties in the two fiber orientations, machine direction (MD) and cross direction (CD). In addition, the low flowability of the material also demands special process adaptations. It is known from completed research work (e.g. dissertation Dr. Franke) that the targeted introduction of steam at elevated temperatures increases the ductility, shape retention and fold compression of the paper product during forming. Characterization of various paperboards has shown that the maximum elongation at break is usually at a moisture content of about 15%. At this moisture content, the maximum drawing depth can thus be achieved in the process. Papers coated with PET offer a possibility to fulfill barrier functions in the food industry. The polymer layer also enables a higher maximum plastic elongation in the forming process. So far, deep drawing tests have been carried out exclusively for rotationally symmetrical geometries. In the next step, the materials will be tested in a rectangular geometry and the achievement of wrinkle-free areas in the straight lines will be investigated. This increases the printability and shape flexibility, which are important for packaging. To conclude the project, a two-stage thermoforming process is also being investigated, which should achieve a further increase in drawing depth.



[02]

Abbildung [01]  
Richtungsabhängiger Spannungs-Dehnungs-Verlauf bei 5 % und 15 % Feuchtigkeit

Figure [01]  
Directional stress-strain curve at 5 % and 15 % humidity (MD – machine direction; CD – cross direction)

Abbildung [02]  
Simulation der rechteckigen Tiefziehgeometrie

Figure [02]  
Simulation of the rectangular deep drawing geometry



**Neue Entwicklungen paraffinbasierter Dehnstoffaktoren  
eröffnen erweiterte Anwendungsfelder**  
New Developments of Paraffin-based Phase Change Actuators  
Offer Extended Fields of Application



Paraffinbasierte Dehnstoffaktoren (DSA) wandeln die Volumendehnung im Phasenwechsel des Dehnstoffs mittels ihres metallischen Gehäuses in eine Stellkraft oder Stellbewegung um. Dank ihres robusten Aufbaus, der hohen erreichbaren Stellkräfte und ihrer einfachen Herstellung bieten sie das Potential für eine breite industrielle Verwendung. Aus diesem Grund wird am PtU beständig an der Weiterentwicklung und Optimierung der DSA geforscht. Aktuelle Forschungsarbeiten adressieren eine Vielzahl von Weiterentwicklungen, die neue Anwendungsfälle eröffnen.

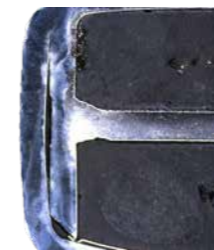
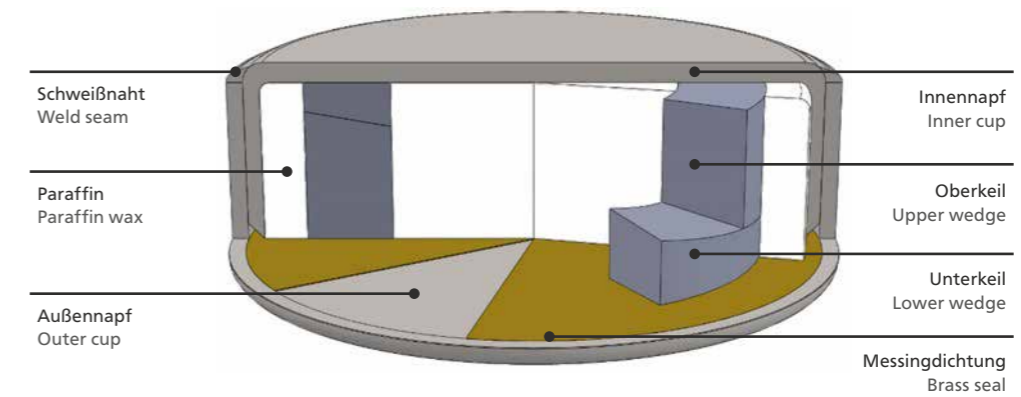
Der Einsatz definierter, eingeschweißter Strukturen innerhalb des Aktorgehäuses verkürzt die thermischen Pfade im DSA und erhöht die erreichbare Maximalkraft. Eine übergeordnete Nutzung neuartiger Gehäusewerkstoffe bspw. hochfester Aluminiumlegierungen, liefert kürzere Reaktionszeiten durch eine erheblich gesteigerte Wärmeleitfähigkeit. Die Entwicklung individuell in den Aktor eingepasster Heizelektronik auf Basis von hochohmigen Carbonfarben eröffnet eine vollständig neue Klasse aktiver DSA, welche ohne zusätzliche Peripherie eingesetzt werden können. Nach dem aktiven Erreichen einer Stellkraft bzw. Hubbewegung kann diese dank eines vom Institut entwickelten, selbsthemmenden Keilgetriebes ohne weitere Energiezufuhr aufrechterhalten werden. Aufgrund der doppelwirkenden Auslegung ist zudem eine aktive Rückführung in die Ausgangslage möglich. Zusätzliche Anwendungspotentiale werden durch das Ableiten weiterer Aktorvarianten erschlossen. Hierzu zählen neben der Entwicklung eines kreisringförmigen Dehnstoffaktors auch rechteckige Gehäusegeometrien.

Zusammen ermöglichen diese Entwicklungen neue Anwendungsfelder für paraffinbasierte DSA. Hierzu wurde in zwei erfolgreichen wissenschaftlichen Untersuchungen erste Einsatzmöglichkeiten von DSA in der Validierung neuer Maschinenelemente vorgestellt. Mehrdimensionale Störgrößen und komplexe thermisch-mechanische Lastkollektive wurden im Labor abgebildet und ermöglichen es praktische Erfahrungen, die typischerweise erst späteren Produktgenerationen zur Verfügung stehen, bereits in der ursprünglichen Entwicklung zu adressieren.

Paraffin-based phase change actuators (PCA) transform the volume expansion in the liquefaction of the paraffin wax into an actuating force or displacement by means of their metallic housing. Thanks to their robust design, high achievable actuating forces and simple fabrication, they offer the potential for wide industrial application. Therefore, the PtU is continuously researching the further development and optimization of the DSA. Current research addresses a variety of further developments that open up new use cases.

Using defined, welded-in structures within the PCA's housing shortens the thermal paths and increases the achievable peak force. The superior use of innovative housing materials, e.g. high-strength aluminum alloys, provides significantly increased thermal conductivity and thus shorter response times. Individual heating electronics based on high-resistance carbon inks integrated into the actuators open up a completely new class of active PCAs suitable for use without additional peripherals. Once an actuating force or stroke is achieved actively, it can be maintained without further energy supply thanks to a self-locking wedge gear developed by the institute. Due to the double-acting design, it also allows a return to the initial position. The potential for additional applications is opened up by deriving further actuator variants. These include the development of a ring-shaped PCA as well as rectangular housing designs.

Together, these developments enable new fields of application for paraffin wax-based PCAs. Two successful scientific studies have presented the usage in the validation of new machine elements at a very early stage of development. Multi-dimensional disturbance variables and complex thermomechanical load collectives were implemented in the laboratory, allowing practical experience, typically only available in later product generations, to be addressed during the initial development.



Wärmeleiter  
Heat conductor



Keilgetriebe  
Wedge Gear



Heizelektronik  
Heating electronics



Dehnstofffaktor aus EN AW-7075  
PCA made of EN AW-7075



Rechteckiger und kreisringförmiger DSA  
Rectangular and ring-shaped PCA

[01]

Abbildung [01]  
Aufbau des Dehnstoffaktors  
und implementierte  
Weiterentwicklungen

Figure [01]  
Structure of the phase change  
actuator and implemented  
advanced developments

# Fertigungsinduzierte Eigenschaften beim Stanzpaketieren von Stator-Blechpaketen

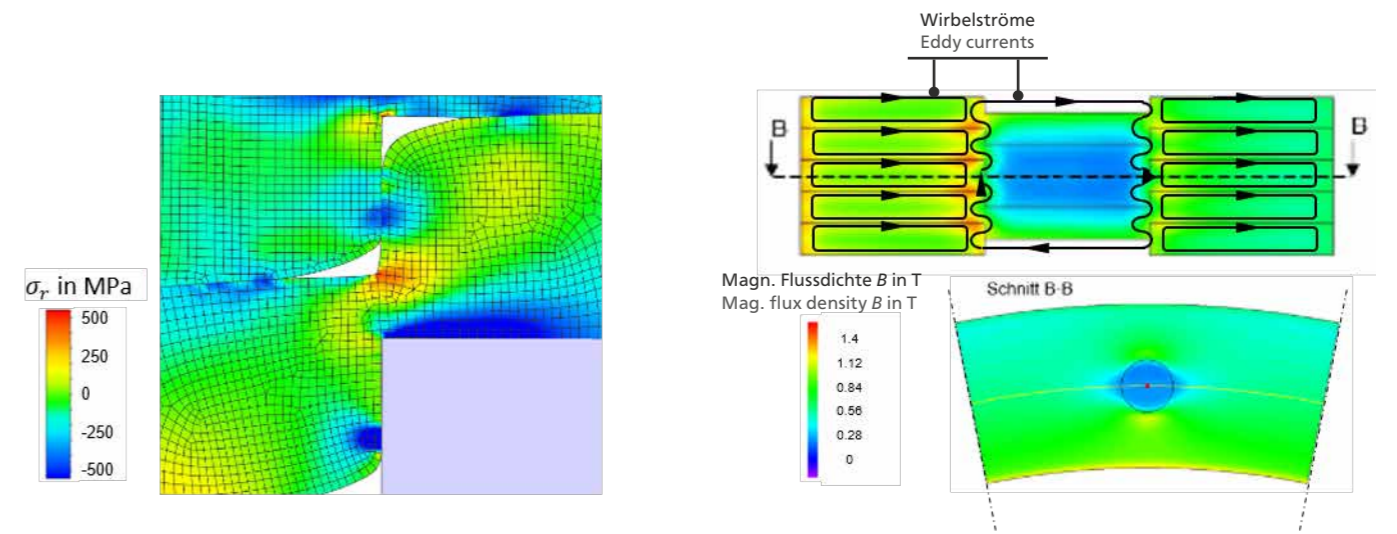
## Production-induced Properties in the Interlocking of Stator Packs



Potenzial zur Optimierung elektrischer Antriebe bieten vor allem die Rotor- und Statorkerne, welche üblicherweise aus weichmagnetischen Materialien hergestellt werden. Zum Einsatz kommen hierfür vor allem Eisen-Silizium- und Kobalt-Eisen-Legierungen, die sich durch eine hohe Sättigungsinduktion und Magnetisierbarkeit auszeichnen. Die Eisenkerne dieser Komponenten werden i.d.R. nicht massiv ausgeführt, sondern sind zur Reduzierung von Wirbelstromverlusten aus einzelnen, elektrisch voneinander isolierten Blechlammellen aufgebaut. Ein Verfahren zum Fügen dieser Lamellen zu einem Blechpaket ist das Stanzpaketieren. Dieses unterteilt sich in die Prozessschritte Prägen und Paketieren. Der Wirkmechanismus beim Stanzpaketieren beruht auf einem Pressverband, bei dem die Verbindungsfestigkeit entsteht, indem die zuvor geprägten Knüpfnoppen ineinander gepresst werden.

Aufgrund einer Vielzahl von Stell- und Störgrößen sowie engen Toleranzbereichen sind Stanzpaketierprozesse äußerst komplex, sodass die Zusammenhänge zwischen den Prozessparametern und den resultierenden magneto-mechanischen Eigenschaften bislang nicht ausreichend untersucht sind. Daher beruht die Prozessauslegung vor allem auf Erfahrungswissen. Aus diesem Grund werden im EFB-Projekt „Stanzpaketieren“ die Zusammenhänge zwischen der Verbindungsfestigkeit, den Prozessrandbedingungen (Werkzeugeinstellung, Hubgeschwindigkeiten, Material etc.) und den magnetischen Eigenschaften der Blechpakete (Wirbelstromverluste) umfassend untersucht und einem breiten Anwenderkreis zugänglich gemacht.

Ziel ist es, durch die Berücksichtigung fertigungsinduzierter Eigenschaften bei der Produkt- und Prozessauslegung eine Optimierung der mechani-



[02]

schon und magnetischen Eigenschaften zu erreichen. Zudem können durch die Überwachung von Prozessgrößen echtzeitfähige Aussagen über den Knüpfnoppenzustand getroffen werden, was eine resiliente Prozessführung und somit eine Qualitäts- und Produktivitätssteigerung ermöglicht.

Um diese Ziele zu erreichen, wird eine modellbasierte Beschreibung der mechanischen und magnetischen Eigenschaften von stanzpaketierten Bauteilen auf Basis von Finite-Elemente-Berechnungen angestrebt. Die im Projekt zu erarbeitenden Modelle werden anhand von experimentellen Daten validiert. Dazu werden zunächst genormte Probering-Pakete analysiert. Mithilfe der validierten FE-Modelle werden anschließend Parameterstudien anhand einer realen Stator-Geometrie vorgenommen. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse werden wiederum in Validierungsexperimenten abgesichert.

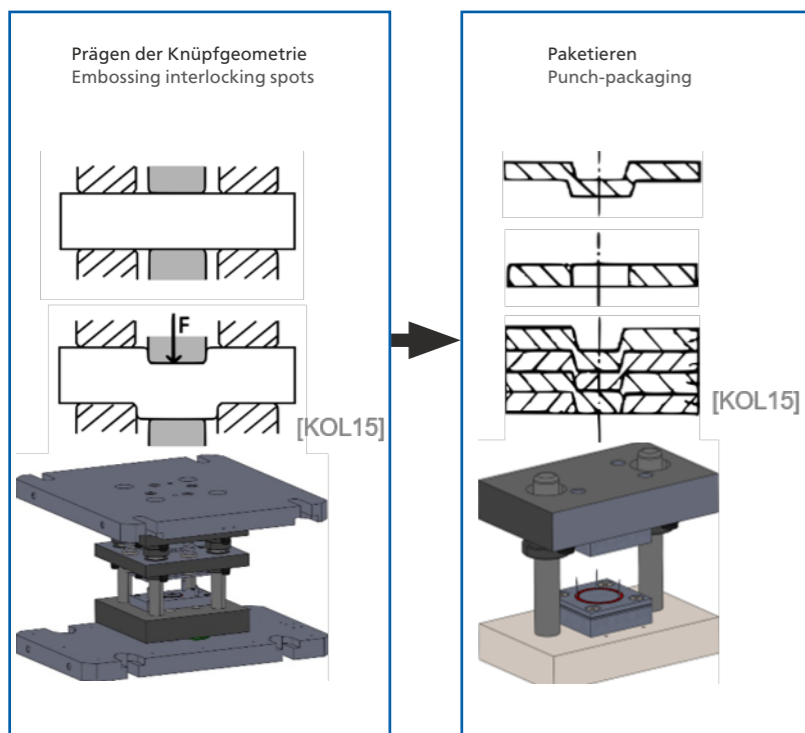
es, interlocking processes are extremely complex, such that the correlation between the process parameters and the resulting magneto-mechanical properties has not yet been sufficiently investigated. Therefore, the process design is mainly based on empirical knowledge. For this reason, the presented EFB project comprehensively investigates the relationship between joint strength, process boundary conditions (tool setting, stroke speeds, material, etc.) and the magnetic properties of the sheet packs (eddy current losses) and makes it accessible to a wide range of users.

The goal is to achieve optimization of the mechanical and magnetic properties by taking production-induced properties in product and process design into account. In addition, real-time statements about the condition of the interlocking spots can be made by monitoring process variables, which enables resilient process control and thus an increase in quality and productivity.

To achieve these objectives, a model-based description of the mechanical and magnetic properties of interlocked components based on finite element calculations is to be introduced. The models to be developed in the project will be validated based on experimental data. For this purpose, standardized sample ring packages will first be analyzed. With the help of the validated FE models, parameter studies will then be carried out on the basis of a real stator geometry. The findings obtained in this way will in turn be validated by experiments.

The rotor and stator cores, which are usually made of soft-magnetic materials, offer particular potential for optimizing electric drives. Iron-silicon and cobalt-iron alloys, which are characterized by high saturation induction and magnetizability, are mainly used for this purpose. The iron cores of these components are generally not solid but are made up of individual sheet metal laminations, which are electrically insulated from each other to reduce eddy current losses. One process for joining these laminations to form a laminated core is interlocking. This process is divided into the steps stamping and stacking. The principle mechanism of interlocking is based on an interference fit, in which the joint strength is created by pressing the previously formed embossing spots into each other.

Due to a large number of manipulation and disturbance variables as well as narrow tolerance rang-



[01]

Abbildung [01]  
Prozessschritte des Stanzpaketierens (links) und exemplarische stanzpaketierte Bauteile (rechts)

Figure [01]  
Process steps of punch-packaging (left) and exemplary punch-packaged components (right)

Abbildung [02]  
Mechanische Prozesssimulation des Paketierens (links) und Simulation des magnetischen Verhaltens eines stanzpaketierten ringförmigen Bauteils

Figure [02]  
Mechanical process simulation of the packaging step (left) and simulation of the magnetic behavior of a punch-packaged ring-shaped component

*Abgeschlossene Forschungsprojekte*  
*Completed Research Projects*

Intelligente Profilierprozesse durch Überwachung von Antriebsmomenten	68–69	Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Darmstadt	78–79
Intelligent Roll Forming Processes through Monitoring of Drive Torques		Competence Center 4.0 in Darmstadt	
<hr/>			
Flexibles Rollsticken: Kontinuierliche Herstellung von Profilen mit höhen-veränderlichem Querschnitt	70–71	CORNET Wear-O: Verschleißoptimierung hochbeanspruchter Umformwerkzeuge	80–81
Flexible Roller Beading: Continuous Manufacturing of Profiles with Height-variable Cross-sections		CORNET Wear-O: Wear Optimization of Highly Stressed Shaping Tools	
<hr/>			
Tribologische Systeme für die Kaltmassivumformung rostfreier Stähle	72–73	KI-Trainer	82–83
Tribological Systems for Cold Forging of Stainless Steels		AI-Trainer	
<hr/>			
Sonderforschungsbereich 805 – Beherrschung von Unsicherheit in lasttragenden Systemen des Maschinenbaus	74–77	Modellprädiktive Regelung von papierbasierten Werkstoffen mittels Single Point Incremental Forming	84–85
Collaborative Research Centre 805 – Control of Uncertainty in Load-carrying Structures in Mechanical Engineering		Model Predictive Control of Paper-based Materials through Single Point Incremental Forming	

## Intelligente Profilierprozesse durch Überwachung von Antriebsmomenten Intelligent Roll Forming Processes through Monitoring of Drive Torques



Marco Becker, M. Sc.  
+49 6151 16 230 47  
marco.becker@  
ptu.tu-darmstadt.de

Die effiziente Nutzung von Energie wird zu Zeiten des Klimawandels weltweit angestrebt. Der Industriesektor ist für mehr als 50 % des Energieverbrauchs verantwortlich, wobei ein Viertel der verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Stahlproduktion hervorgeht. Als industriell etablierter Verarbeitungsprozess wird das Rollformen zur Herstellung offener und geschlossener Profile verwendet. Hierbei wird das Blechband mittels rotierender Rollenwerkzeuge durch mehrere Umformstufen transportiert und dabei entsprechend der Rollenkontur umgeformt. Da die Durchmesser der Ober- und Unterrollen in der Kontaktzone mit dem Blech konturbedingt variieren, weicht die Umfangsgeschwindigkeit lokal von der Blechgeschwindigkeit ab. Folglich ergeben sich unterschiedliche Antriebsdrehmomente der einzelnen Rollenwerkzeuge, wodurch Disbalancen mit teils abbremsender Wirkung zu einem geringen Wirkungsgrad des Prozesses führen.

Der Kern des AiF-ZIM geförderten Forschungsvorhabens war es, eine Energieeffizienzsteigerung durch Eliminierung von abbremsenden Drehmomenten zu erzielen. Während unser Projektpartner, die DREISTERN GmbH, eine sensorisch ausgestattete Profieranlage entwickelt hat (Abbildung 1), ist am PtU ein umfassendes FEM-Modell abgeleitet worden. Mithilfe der Integration von sensorischen Kardanwellen lassen sich bestehende Disbalancen zwischen Ober- und Unterrollen erfassen und abbremsende Werkzeugrollen identifizieren. Anhand der analysierten Daten wurde der Prozess im nächsten Schritt virtuell optimiert, um aussichtsreiche Maßnahmen in der praktischen Anwendung zu erproben. Neben der Auskuppelung vollständiger Werkzeugrollen haben sich hierzu lokale Maßnahmen wie drehbare Rollensegmente und Änderungen der Profilierspaltzustellung als geeignete Optimierungen erwiesen. Die zunächst im Versuchsfeld validierten Ergebnisse (Abbildung 2) konnten in Form einer einwöchigen Messreihe erfolgreich in der industriellen Serienfertigung angewendet werden. Somit konnte der im Rahmen des Projektes angestrebte Technologietransfer sowohl in der Anlagenherstellung als auch in der Prozessanwendung zielführend umgesetzt werden.

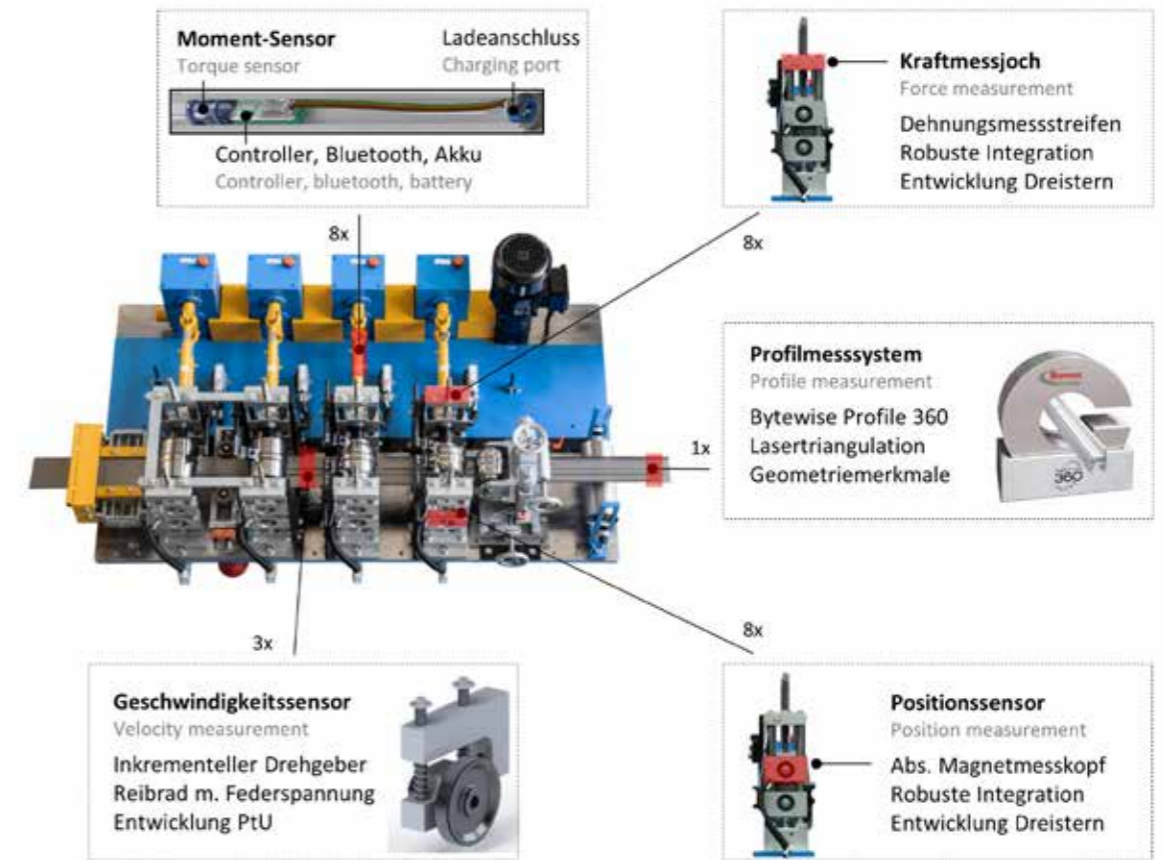
**Danksagung.** Für die Unterstützung im Rahmen des Projektes dankt das PtU der Arbeitsgemein-

schaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF) sowie dem Projektpartner DREISTERN GmbH & Co. KG.

In times of climate change, the efficient use of energy is a global objective. The industrial sector accounts for more than 50 % of energy consumption, with steel processing alone causing about 25 % of industrial CO<sub>2</sub> emissions. As an industrially well-established manufacturing process, roll forming is used to manufacture open and closed profiles. In this process, the sheet metal is transported through several forming stages by means of rotating roller tools and formed according to the roller contour. As the diameters of the upper and lower rolls vary in the contact zone with the sheet metal, the peripheral speed deviates locally from the speed of the sheet metal. The resulting non-uniform slippage conditions cause imbalances of the roller tools with partially decelerating torques leading to a low energy conversion efficiency.

The main goal of the research project was to increase the energy efficiency by eliminating decelerating torques. While our project partner DREISTERN GmbH has developed a sensor-equipped roll forming line (Figure 1), a comprehensive FEM model has been derived at PtU. Using sensory cardan shafts, existing disbalances between upper and lower rollers became detectable and decelerating rolls were able to be identified. Based on the analyzed data, the process was virtually optimized in order to test promising measures in practical application. In addition to a decoupling of entire rolls, local measures such as rotatable roll segments and adjustments of the forming gap proved to be suitable optimizations. After initial validation in the test field (Figure 2), the findings were successfully applied in industrial production. As a result, the desired technology transfer could be achieved promisingly from both the manufacturer's and the user's point of view.

**Acknowledgement.** The PtU would like to thank the "Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen 'Otto von Guericke' e.V. (AiF)" and the project partner DREISTERN GmbH & Co. KG. for their support.



[01]

Gefördert durch:



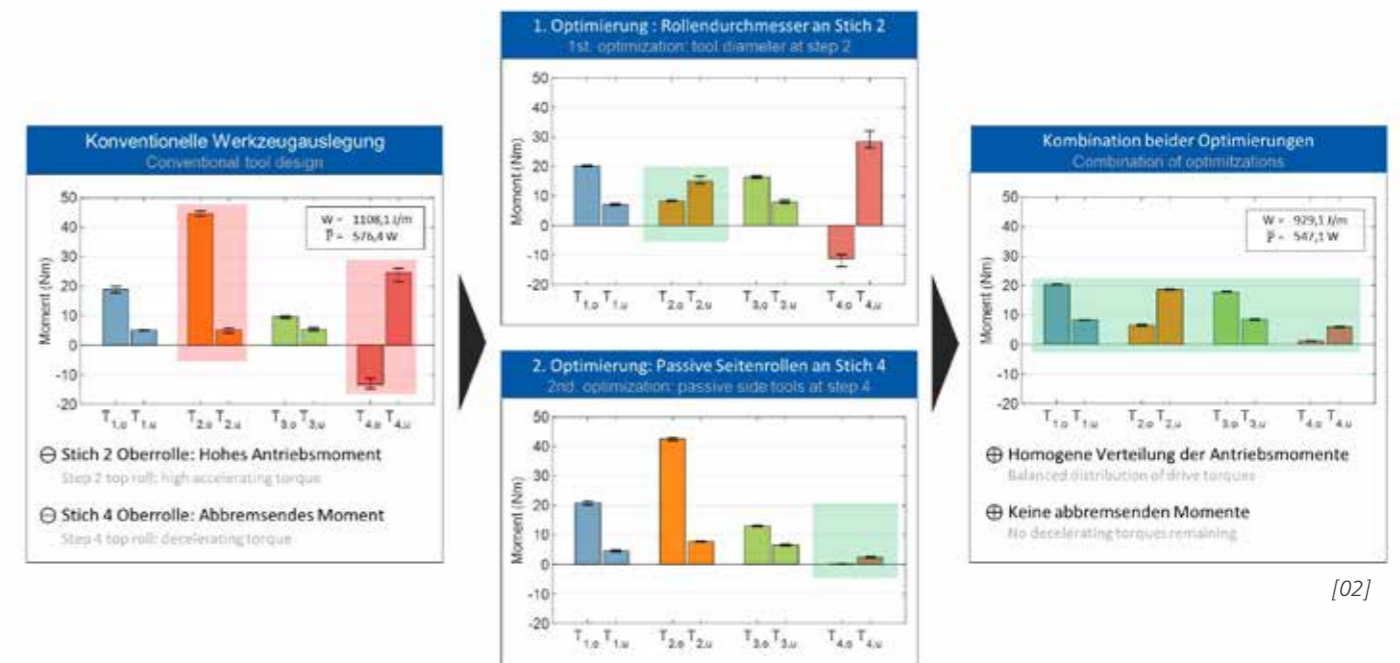
aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Abbildung [01]  
Intelligente Rollformanlage mit  
integrierter Sensorik

Figure [01]  
Intelligent roll forming line and  
integrated sensor technology

Abbildung [02]  
Prozessoptimierung und Energieein-  
sparung an der intelligenten  
Rollformanlage

Figure [02]  
Process optimization and energy  
savings using the intelligent roll  
forming line



[02]



*Flexibles Rollsicken: Kontinuierliche Herstellung von Profilen mit höhenveränderlichem Querschnitt*  
*Flexible Roller Beading: Continuous Manufacturing of Profiles with Height-variable Cross-sections*



Marco Becker, M. Sc.  
 +49 6151 16 230 47  
 marco.becker@ptu.tu-darmstadt.de

Stetig kürzer werdende Produktlebenszyklen und das steigende ökologische Bewusstsein sprechen der Profiliertechnik als wichtigstes Herstellverfahren für Kaltprofile eine große Verantwortung zu. Der Wandel von der konventionellen Massenproduktion hin zur seriellen Maßanfertigung motiviert die Neu- und Weiterentwicklung flexibler Profiliertechnologien, da diese individuelle, anwendungsspezifische Profilbauteile in geringen Losgrößen effizient realisieren können. Durch veränderliche Querschnittsformen und -verläufe können Profile bauraumorientiert und belastungsgerecht ausgeführt und Gewicht reduziert werden.

Im Rahmen des DFG-Projektes GR 1818/53-1 ist mit dem „Flexiblen Rollsicken“ ein Verfahren entwickelt worden, welches die kontinuierliche Fertigung von Profilen mit höhenveränderlichem Querschnittsverlauf ermöglicht. Aufbauend auf dem technologischen Verfahrensprinzip ist eine Versuchsanlage für experimentelle Untersuchungen realisiert worden. Das rollenbasierte Werkzeugsystem umfasst neben den Niederhalterrollen zwei Umformrollen mit vertikalen und horizontalen Freiheitsgraden. Im kontinuierlichen Betrieb üben die Umformrollen frei definierbare Bewegungskurven aus und bringen dadurch höhenveränderliche Querschnittsverläufe in das durchfahrende Blech ein.

Die Modellierung des Prozesses mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode erlaubt die wissenschaftliche Durchdringung der mechanischen Prozesscharakteristika und des Umformverhaltens des Bauteils. Mit Hilfe des gewonnenen Prozess-Knowhows konnten die Entstehungsursachen der prozessbegrenzenden Fehlerbilder der Faltenbildung und Materialausdünnung nachvollzogen und Optimierungsmaßnahmen abgeleitet werden. Das tiefgehende Verständnis der Prozesscharakteristika und Einflussparameter ermöglicht eine effektive Bauteil- und Prozessauslegung.

Der erfolgreiche Abschluss des Forschungsvorhabens leistet mit der Einführung des flexiblen Rollsickens einen großen Beitrag zur Erweiterung der Designfreiheit in der Profilbauweise. Gleichzeitig erfüllt die hohe Flexibilität des innovativen Umformverfahrens den Zeitgeist der heutigen und künftigen Fertigungsindustrie.

Shortened product life cycles and increasing ecological awareness place great responsibility on roll forming technologies as the most important manufacturing process for cold-rolled profiles. The shift from conventional mass production to mass customization is motivating the development and advancement of flexible roll forming technologies, which can efficiently produce individual, application-specific profile components in small batch sizes. By means of variable cross-sectional shapes and curves, profiles can be designed to be more space- and load-oriented and weight can be reduced.

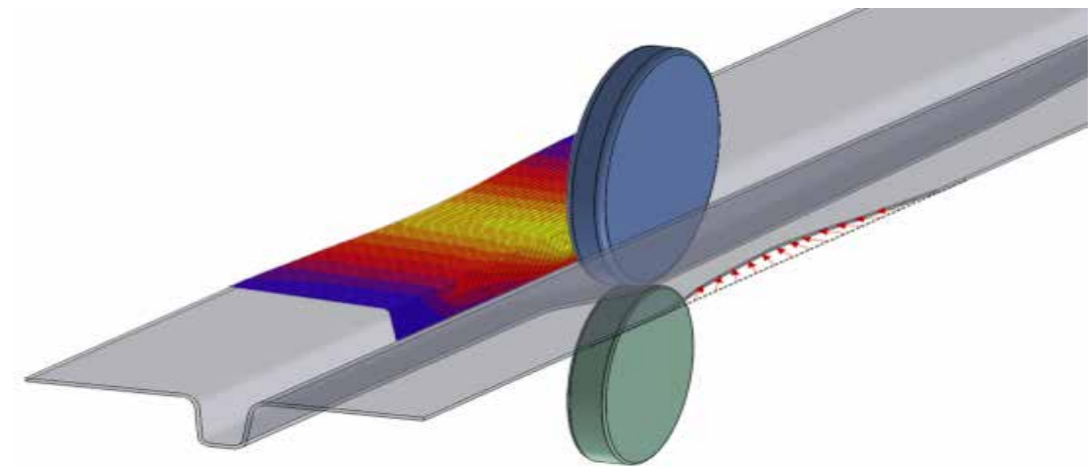
Within the framework of the DFG project GR 1818/53-1 a process has been developed in the form of “flexible roller beading”, which enables the continuous production of profiles with variable cross-sectional heights. Based on the technological process principle, a test facility has been realized for experimental investigations. The roller-based tooling system comprises two forming rollers with vertical and horizontal degrees of freedom in addition to the blankholder rollers. In continuous operation, the forming rolls exert freely definable motion curves and thus introduce height-variable cross-sectional curves into the sheet passing through.

Modeling the process using the finite element method allows scientific penetration of the mechanical process characteristics and the forming behavior of the component. Understanding the process, the causes of the process-limiting defect patterns of wrinkle formation and material thinning can be traced and optimization measures can be derived. The in-depth understanding of the process characteristics and influencing parameters enables effective component and process design.

With the introduction of the flexible roller beading, the successful completion of the research project makes a major contribution to the expansion of design freedom in profile construction. At the same time, the high flexibility of the innovative forming process meets the needs of today's and tomorrow's manufacturing industry.



Experimentelle Untersuchungen  
 Experimental investigations



Experimentelle Untersuchungen  
 Finite element simulation

[01]



Abbildung [01]  
 Experimentelle und numerische  
 Prozessuntersuchungen

Figure [01]  
 Experimental and numerical process  
 investigations

## Tribologische Systeme für die Kaltmassivumformung rostfreier Stähle

### Tribological Systems for Cold Forging of Stainless Steels



Patrick Volke, M. Sc.  
+49 6151 16 231 47  
patrick.volke@ptu.tu-darmstadt.de

Rostfreie Stähle zeichnen sich durch Korrosionsbeständigkeit sowie hohe Festigkeit aus. Die hohen tribologischen Lasten bei der Umformung erfordern die Verwendung komplexer Schmierstoffsysteme, die in der Regel auf Konversionsschichten mit Oxalat basieren. Aufgrund ökologischer und ökonomischer Nachteile dieser Schichten wird in diesem Forschungsprojekt die konversionsschichtfreie Umformung rostfreier Stähle untersucht.

Anhand numerischer Simulationen werden die tribologischen Lasten von Fließpressprozessen ermittelt. Mittels des Tribometers Gleitstauchversuch werden anhand dieser Lasten sowohl etablierte Schmierstoffsysteme auf Basis von Oxalatschichten als auch Einschichtschmierstoffe ohne Konversionsschicht charakterisiert (Abbildung 1). Im Anschluss werden die Einschichtschmierstoffe in Fließpressprozessen validiert (Abbildung 2).

Die Untersuchungen zeigen, dass die Leistungsfähigkeit der Einschichtschmierstoffe noch Defizite im Vergleich zu den etablierten Systemen mit Oxalat besitzen. Polymerschmierstoffe erwiesen sich als erfolgsversprechende Alternative für die Oxalat-Systeme. Jedoch hängt die Leistungsfähigkeit signifikant von der Kontakttemperatur zwischen Werkzeug und Werkstück ab. In Fließpressversuchen konnten die rostfreien Stähle erfolgreich mit den Einschichtschmierstoffen umgeformt werden. Dies gelang sowohl im Labormaßstab, als auch in Industrierversuchen bei einem Projektpartner, wo über 1700 Teile ohne Anzeichen von Verschleiß umgeformt wurden.

Das IGF-Vorhaben 19803 N der Forschungsvereinigung Forschungsgesellschaft Stahlverformung e.V. 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 unterstützt haben.

Stainless steels are characterized by corrosion resistance and high strength. High tribological loads during forming require the use of complex lubricant systems, which are usually based on conversion layers with oxalate. Due to the environmental and economical disadvantages of these layers, this research project investigates the conversion-layer-free forming of stainless steels.

Numerical simulations are used to determine the tribological loads of extrusion processes. Based on these loads, the tribometer sliding compression test is used to characterize both established lubricant systems on the basis of oxalate layers and single-layer lubricants without conversion layer (Figure 1). Subsequently, the single-layer lubricants are validated in extrusion processes (Figure 2).

The investigations show that the performance of single-layer lubricants still has deficits compared to the established systems with oxalate. Polymer lubricants appear as a promising alternative for the oxalate systems. However, the performance significantly depends on the contact temperature between tool and workpiece. In extrusion tests, stainless steels could be successfully formed with the single-layer lubricants. This was achieved both on a laboratory scale and in industrial tests at a project partner's facility, where over 1700 parts were formed without signs of wear.

Results presented here are from the research project IGF 19803 N. Funding was provided by the German Federal Ministry of Economics and Energy via the German Federation of Industrial Cooperative Research Associations "Otto von Guericke" (AiF) in the program to encourage the industrial Community research by a resolution of the German Bundestag and the Steel Forming Research Society (FSV). We would also like to thank all industrial partners who supported the research project.



## Sonderforschungsbereich 805 – Beherrschung von Unsicherheit in lasttragenden Systemen des Maschinenbaus

### Collaborative Research Centre 805 – Control of Uncertainty in Load-carrying Structures in Mechanical Engineering



Nassr Al-Baradoni, M. Sc.  
☎ +49 6151 16 231 87  
✉ nassr.al-baradoni@ptu.tu-darmstadt.de



Thiemo Germann, M. Sc.  
☎ +49 6151 16 231 79  
✉ thiemo.germann@ptu.tu-darmstadt.de

Im April dieses Jahres ist mit der ICUME, der 4<sup>th</sup> International Conference on Uncertainty in Mechanical Engineering, der Sonderforschungsbereich (SFB) 805 „Beherrschung von Unsicherheit in lasttragenden Systemen des Maschinenbaus“ nach insgesamt über 12 Jahren Laufzeit abgeschlossen worden. Die Ergebnisse des gesamten Sonderforschungsbereichs sind erst vor kurzem im zugehörigen Abschlussbuch bei Springer International Publishing (ISBN: 978-3-030-78353-2) erschienen. Über die gesamte Zeit hinweg war das PtU mit Prof. Groche als Co-Sprecher und bis zu vier wissenschaftlichen Mitarbeiter:innen an den Teilprojekten B2, B4 sowie T6 beteiligt.

Neben einer Vielzahl spannender Forschungsergebnisse und großartiger Erfahrungen in der interdisziplinären Zusammenarbeit, sind im Rahmen des SFBs auch vielfältige Ergebnisse für das PtU erarbeitet worden. Zusätzlich zu 62 Veröffentlichungen und nationalen sowie internationalen Präsentationen auf Tagungen sind insgesamt 10 Dissertationen im Rahmen des SFB 805 entstanden.

Ein besonderes Highlight war die Inbetriebnahme der 3D-Servo-Press, dem SFB Demonstrator, im vergangenen Jahr. Konzipiert von Prof. Dr.-Ing. Matthias Scheitza im Rahmen seiner Dissertation 2010 wurde er durch den gesammelten Einsatz der wissenschaftlichen Mitarbeitenden des PtUs über die nächsten zehn Jahre realisiert.

Forschungsgegenstände des Teilprojekts B2 „Umformen – Produktionsfamilien bei gleichbleibender Qualität“ sind die Überwachung und Regelung von Bauteil-, Prozess- und Maschinenzuständen sowie die Erweiterung der entwickelten Methoden von flexiblen, geregelten Umformprozessen auf geregelte Mehrtechnologie-Prozessketten. So konnten in den vergangenen Jahren Strategien und Methoden zur Realisierung mehrstufig geregelter Prozesse entwickelt werden, mithilfe denen inhärent auftretende Unsicherheit in Produktionsprozessen beherrscht werden kann. Zudem wurden am Beispiel der 3DSP regelungstechnische Grundlagen zur Positions- und Kraftregelung mehrachsiger Pressen beforscht, die unter Nutzung von Steifigkeitsmodellen, Vorsteuerungen und robuster Regelgesetze den hohen Genauigkeitsanforderun-

gen moderner Servopressen selbst in singulären Stellungen gerecht werden. Im Rahmen von Arbeiten in Arbeitskreis 1 wurde aufgezeigt, wie die hybride Nutzung von digitalen Zwillingen und probabilistischer Unsicherheitsfortpflanzung genutzt werden kann, um redundante Informationen zu erheben, die Verlässlichkeit unterschiedlicher Informationsquellen zu bewerten und somit Beiträge zur Sicherheit und Zuverlässigkeit von lasttragenden Systemen zu leisten.

Innerhalb des Teilprojekts B4 wurden Funktionselemente wie Sensoren oder Piezoaktoren schadungsfrei in lasttragende Strukturen integriert. Zum Einsatz kommt dabei das inkrementelle Kaltmassivumformverfahren Rundkneten, bei dem die Formgebung des Werkstücks in vielen kleinen Schritten erreicht wird. Im Rahmen der Forschungstätigkeiten wurden Methodik und Prozessauslegungen zur Integration von Funktionsmaterialien in Tragstrukturen und Maschinenelementen entwickelt. Durch die Erfassung der Sensorsignale am integrierten Aufnehmer werden die sensorischen Eigenschaften hergestellter sensorischer Strukturen im Prozess überwacht und geregelt. Darüber hinaus wurde der zeitaufwendige Kalibrierungsschritt solcher Strukturen erfolgreich durch eine In-Prozess Kalibrierung ersetzt. Zur Erweiterung der Messachsen von umformtechnisch integrierten Kraft- und Drehmomentaufnehmern wurde am PtU ein optischer, kamerabasierter Sensoraufbau entwickelt (Abbildung 2), welcher bis zu 6 Freiheitsgrade bei erheblich reduzierten Gesamtkosten der Messkette im Vergleich zu gängigen Kraft- und Drehmomentsensoren erfassen kann. Der Sensor besteht aus zwei Teilen, die getrennt voneinander in die Struktur eingefügt werden, sodass eine kontaktlose Kraft-/Drehmomentmessung erfolgt.

Eine Ursache für Unsicherheit beim Betrieb von Produktionsanlagen ist die fehlende Kenntnis des aktuellen Lager- und Maschinenzustandes, welche im Extremfall zu Produktionsausfällen führt. In innovativen Investitionsgütern kommen häufig neuartige Maschinenelemente zum Einsatz, deren Verhalten noch nicht in der Praxis erprobt wurde. Daher ist insbesondere dort die Überwachung der Lagerzustände von großer Bedeutung. Im SFB 805



[01]

wurde dies am Beispiel der am PtU entwickelten kombinierten Wälz-Gleitlager gezeigt, welche in der 3D-Servo-Press vielfältig eingesetzt werden. Im Rahmen des Teilprojekts T6 „Zustandsbeeinflussung von Wälz-Gleitlagerungen“ wurde ein Prüfstand entwickelt, der es erlaubt, den Lagerzustand im Betrieb über eine Vielzahl integrierter Sensoren zu überwachen. Damit wurde das dynamische Verhalten der Lager sowohl unter idealisierten Bedingungen als auch unter dem Einfluss schwankender Störgrößen untersucht. Mit Hilfe der gewonnenen Erkenntnisse wurde die Grundlage für die Auslegung kombinierter Wälz-Gleitlagerungen sowie Konzepte zur aktiven Beeinflussung der Lagereigenschaften im Betrieb geschaffen.

Wir danken der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) für die Förderung der vorgestellten Projekte im Rahmen des Sonderforschungsbereiches SFB 805 „Beherrschung von Unsicherheit in lasttragenden Systemen des Maschinenbaus“.

In April this year, the ICUME, the 4<sup>th</sup> International Conference on Uncertainty in Mechanical Engineering, concluded the Collaborative Research Center (CRC) 805 “Control of Uncertainty in

Load-Bearing Mechanical Engineering Systems” after a period of more than 12 years. Springer International Publishing published the results recently in the associated conference proceedings (ISBN: 978-3-030-77256-7). During the entire duration, the PtU was involved in the subprojects B2, B4 as well as T6 with Prof. Groche as co-speaker and up to four scientific associates.

In addition to a multitude of exciting research results and great experiences in interdisciplinary collaboration, a wide variety of results could be obtained for the PtU within the framework of the CRC. Sixty-two publications as well as national and international presentations at conferences and a total of ten dissertations have been written within the CRC 805.

A particular highlight was, of course, the commissioning of the 3D Servo Press, the CRC prototype, last year. Conceived by Prof. Dr.-Ing. Matthias Scheitza in the context of his dissertation in 2010 it was realized through the accumulated efforts of the scientific staff of the PtU over the next ten years.

Research topics of subproject B2 “Forming – Production Families with Constant Quality” are the



Daniel Martin M. Sc.  
☎ +49 6151 16 231 88  
✉ daniel.martin@ptu.tu-darmstadt.de



Dirk Molitor, M. Sc.  
☎ +49 6151 16 233 59  
✉ dirk.molitor@ptu.tu-darmstadt.de

Abbildung [01]  
Ein Ergebnis des Sonderforschungsbereichs – die 3D-Servo-Press als Anwendungsdemonstrator

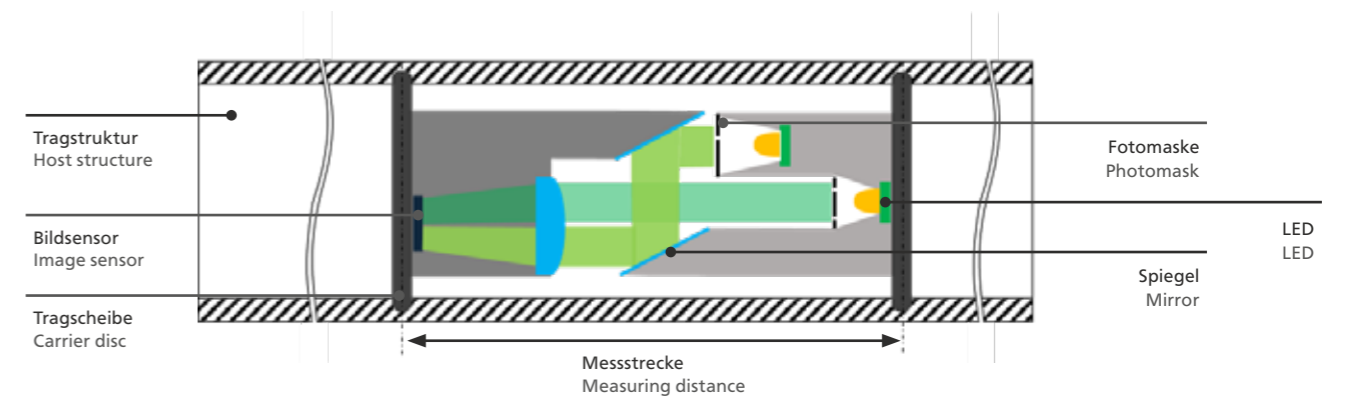
Figure [01]  
A result of the collaborative research center – the 3D Servo Press as an application demonstrator

monitoring and control of component, process and machine states as well as the extension of the developed methods from flexible controlled forming processes to controlled multi-technology process chains. In this way, strategies and methods for the realization of multi-stage controlled processes have been developed in recent years with which inherent uncertainty in production processes can be controlled. In addition, control fundamentals for the position and force control of multi-axis presses have been researched using the example of 3DSP, which meet the high accuracy requirements of modern servo presses even in singular positions by using stiffness models, feedforward controls and robust control laws. Collaborations in Working Group 1 demonstrated the hybrid's use of digital twins and probabilistic uncertainty propagation for collecting redundant information, evaluating the reliability of different information sources, and thus making contributions to the safety and reliability of load-bearing systems.

Within the Collaborative Research Center SFB805, functional elements such as sensors or piezo actuators are integrated into load-bearing structures without damage as part of subproject B4. The incremental cold forming process rotary swaging is used, in which the shaping of the workpiece is achieved in many small steps. As part of the research activities methodology and process designs were developed for the integration of functional materials into load-bearing structures and machine elements. By recording sensor signals on the integrated transducer, it was possible to monitor and control the sensory properties of manufactured sensory structures in the process. In addition, the time-consuming calibration step of such structures could be successfully replaced by in-process calibration. To extend the measuring axes of forming-integrated force and torque sensors, an optical, camera-based sensor structure was developed at PtU (Figure 2), which can detect up to 6 degrees of freedom at considerably reduced overall costs of the measuring chain compared to common force and torque sensors. The sensor consists of two parts, which are inserted separately into the structure, so that a contactless force/torque measurement is performed.

One cause of uncertainty in the operation of production plants is the lack of knowledge of the current bearing and machine condition, which in extreme cases leads to production downtimes. Innovative capital goods often use new types of machine elements whose behavior has not yet been tested in practice. Therefore, the monitoring of bearing conditions is of particularly great importance. In the CRC 805, this was demonstrated using the example of the combined roller and plain bearings developed at the PtU, which are used numerous in the 3D Servo Press. Within the framework of the subproject T6 "State control of combined roller and plain bearings", a test rig was developed which allows the bearing condition to be monitored in operation via a large number of integrated sensors. This was used to investigate the dynamic behavior of the bearings, both under idealized conditions and under the influence of fluctuating disturbance variables. With the aid of the knowledge gained, the basis was created for the design of combined roller and plain bearings as well as concepts for actively influencing the bearing properties in operation.

We thank the German Research Foundation (DFG) for funding the presented projects within the Collaborative Research Center 805 "Control of Uncertainty in Load-bearing Systems in Mechanical Engineering".



[02]



Abbildung [02]  
Funktionsprinzip der kamera-  
basierten mehrachsigen Kraft/  
Drehmomentmessung

Figure [02]  
Principle of operation of  
camera-based multi-axis force/  
torque measurement



## Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Darmstadt Competence Center 4.0 in Darmstadt



Christian Kubik, M. Sc.  
+49 6151 16 231 44  
christian.kubik@  
ptu.tu-darmstadt.de

**Motivation und Zielsetzung** – Die Produktion der Zukunft zeichnet sich durch immer kürzere Produktlebenszyklen, eine steigende Variantenvielfalt sowie steigende Produktqualität bei gleichzeitig verringerten Ausschussquoten aus. Dabei ergeben sich insbesondere in der Umformtechnik neue Herausforderungen für Unternehmen. Eine Antwort auf diese veränderten Rahmenbedingungen bietet die Digitalisierung und Vernetzung der Produktion im Rahmen der Industrie 4.0. Die Digitalisierung und die damit verbundene Verfügbarkeit von Daten stellen somit für Unternehmen ein wichtiges Zukunftsthema dar, das enormes Potential aber auch neue Herausforderungen mit sich bringt. Um Unternehmen im Rhein-Main Gebiet in diesen Fragen der Digitalisierung zu unterstützen, ist das Förderprogramm „Mittelstand-Digital – Strategien zur digitalen Transformation der Unternehmensprozesse“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) und das Mittelstand 4.0 – Kompetenzzentrum als Teil der Förderinitiative „Mittelstand 4.0 – Digitale Produktions- und Arbeitsprozesse“ in Darmstadt entstanden.

**Ergebnisse** – Im September dieses Jahres konnte das Projekt nach fünfjähriger Laufzeit nun erfolgreich abgeschlossen werden. Dabei konnte eine Vielzahl an Unternehmen aus unterschiedlichsten Branchen im Bereich der Digitalisierung, Vernetzung und KI-Anwendungen sensibilisiert, beraten und weitergebildet werden. Dazu wurden in regelmäßigen Veranstaltungen Fachgesprächen, Schulungen und Workshops angeboten und Erkenntnisse aus aktuellen Forschungsprojekten dem industrienahen Publikum vermittelt. Darüber hinaus wurden in Kooperation mit KMU aus dem Bereich der Umformtechnik in Umsetzungsprojekten individuelle Digitalisierungslösungen entwickelt und in das Produktionsumfeld der Unternehmen transferiert.

**Danksagung** – Das Kompetenzzentrum Mittelstand 4.0 in Darmstadt ist Teil der Förderinitiative „Mittelstand 4.0 – Digitale Produktions- und Arbeitsprozesse“, die im Rahmen des Förderschwerpunktes „Mittelstand-Digital – Strategien zur digitalen Transformation der Unternehmensprozesse“ vom BMWi gefördert wird. An dieser Stelle

bedanken wir uns sehr herzlich bei allen Unternehmen und Industriepartnern, die uns bisher ihr Vertrauen geschenkt haben.

Weitere Informationen und das gesamte Angebot des Kompetenzzentrum Mittelstand 4.0 in Darmstadt finden Sie unter <https://kompetenzzentrum-darmstadt.digital>

**Motivation and Objective** – Future production will be characterized by increasingly shorter product lifecycles, an increasing variety of variants and increasing product quality with simultaneously reduced reject rates. This results in new challenges for companies, especially in forming technology. The digitization and networking of production within the framework of Industry 4.0 offers a solution to these changed framework conditions. Digitization and the related availability of data thus represent an important future topic for companies, which offers enormous potential, but also brings new challenges.

In order to support companies in the Rhine-Main area in these questions of digitization, the support program “Mittelstand-Digital – Strategies for the Digital Transformation of Business Processes” of the Federal Ministry of Economics and Energy (BMWi), the “Mittelstand 4.0 – competence center” as part of the support initiative “Mittelstand 4.0 – Digital Production and Work Processes” in Darmstadt was established.

**Results** – In September of this year, the project was successfully concluded after a period of five years. A large number of companies from a wide range of sectors were sensitized, advised and trained in the areas of digitalization, networking and AI applications. For this purpose, expert discussions, training courses and workshops were offered at regular events and findings from current research projects were communicated to the industry-oriented public. In addition, individual digitalization solutions were developed in cooperation with SMEs from the field of forming technology and transferred to the production environment of the companies.



[01]

**Acknowledgement** – The competence center 4.0 in Darmstadt is part of the funding initiative “MiT 4.0 – Digital Production and Work Processes”, which is funded by the BMWi within the funding priority “MiT 4.0-Digital – Strategies for the digital transformation of business processes”. We would like to thank all companies and industrial partners who have placed their trust in us.

Further information and the entire range of products and services offered by the competence center 4.0 in Darmstadt can be found at <https://kompetenzzentrum-darmstadt.digital>

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Abbildung [01]  
Schulungsangebote im Rahmen  
des Mittelstand 4.0 Kompetenzzentrums  
Darmstadt

Figure [01]  
Training offers within the scope  
of the competence center 4.0 in  
Darmstadt

## KI-Trainer AI-Trainer



Richard Werner, M. Sc.  
+49 6151 16 233 56  
richard.werner@  
ptu.tu-darmstadt.de

Das KI-Trainer Programm des Mittelstand 4.0 Kompetenzzentrum Darmstadt startet im September 2021 in die neue Förderphase. Die vier den Konsortialpartnern zugehörigen KI-Trainer werden künftig vom Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen (PtU) koordiniert. Dabei stellt das Programm einen Teil der nationalen KI-Strategie der Bundesregierung dar und widmet sich am PtU speziell dem Einsatz von künstlicher Intelligenz (KI) im industriellen Produktionsumfeld. Die Integration von KI-Anwendungen in bestehende Produktionsprozesse stellt aufgrund der hohen Komplexität sowie der fachübergreifenden Thematik nach wie vor gerade kleine und mittelständige Unternehmen (KMU) vor große Herausforderungen.

Im Mittelpunkt des KI-Trainer Programms steht zum einen die Fragestellung, wie bestehende Werkzeuge und Anlagen für die Industrie 4.0 durch Sensorintegration gerüstet werden können und zum anderen, wie die daraus gewonnenen Daten intelligent für ein besseres Prozessverständnis verwendet werden können. An multisensoriellen Demonstratoren im Versuchsfeld des PtU werden durch den gezielten Einsatz von überwachender Kraft sowie optoelektronischer Sensorik bereits Machine-Learning-Modelle trainiert, wodurch Verschleißprognosen an Stanznormalien detektiert und quantifiziert werden. Diese Ergebnisse sind auf mehrstufige Prozesse in Folgeverbundwerkzeugen übertragbar, wodurch sich zeitaufwendige Fehleridentifikationen und Lokalisierungen in hochkomplexen Werkzeugen auf ein Minimum reduzieren lassen.

Die Forschungserkenntnisse konnten im Zuge des KI-Trainer Programms in Online-Seminaren und Fachgesprächen einem breiten Anwenderkreis an KMU zugänglich gemacht werden. Dabei wurden KI-basierte Lösungen zu realen unternehmerischen Problemstellungen anhand vereinfachter Beispiele im institutionellen Umfeld aufgezeigt und somit ein niederschwelliger Einstieg in die Thematik ermöglicht. Adaptionsideen wurden im Anschluss für Individuallösungen in Unternehmen diskutiert und im Idealfall als konkreter Lösungsansatz in Umsetzungsprojekten implementiert.

**Danksagung** – Das KI-Trainer Programm wird vom Bundeswirtschaftsministerium gefördert. Neben

dem PtU sind weitere Partner aus Wissenschaft und Praxis beteiligt, die ihre Expertise zu Digitalisierungs- und Industrie-4.0-Themen bündeln und denen wir für die Zusammenarbeit danken. Zusätzlich danken wir dem Industrieverband Blechumformung e.V. und allen Industrieunternehmen, die mit uns zusammengearbeitet haben, für ihr entgegengebrachtes Vertrauen.

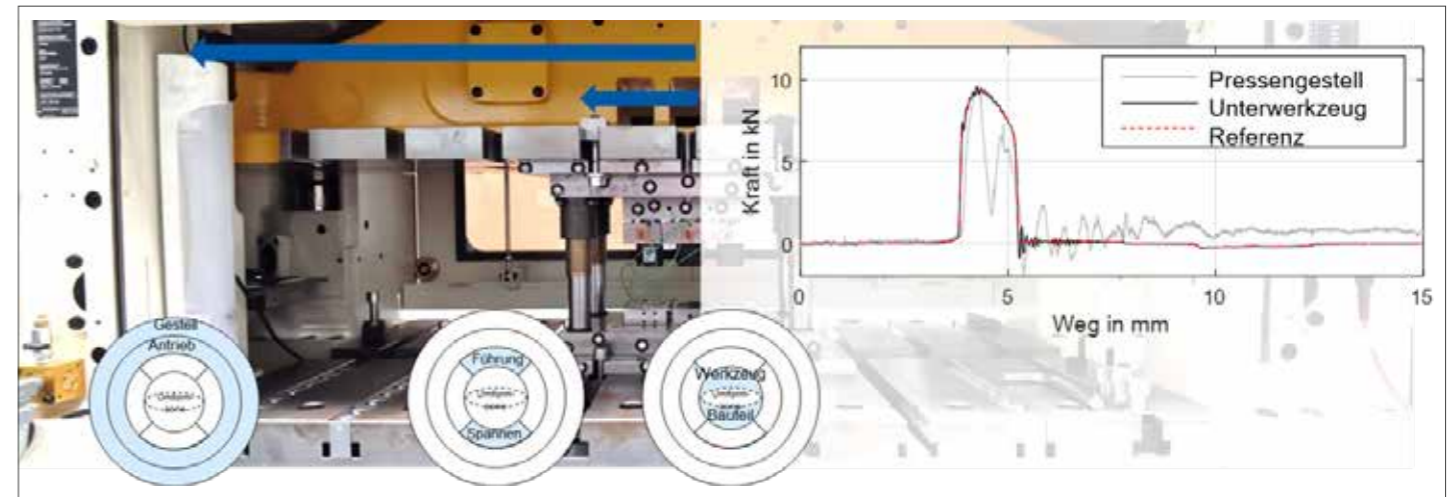
The AI-Trainer program of the Mittelstand 4.0 Kompetenzzentrum Darmstadt will start its new funding phase in September 2021. The four AI trainers belonging to the consortium partners will be coordinated by the Institute of Production Engineering and Forming Machines (PtU). The program is part of the German government's national AI strategy. The PtU is mainly dedicated to the use of artificial intelligence (AI) in industry-related production environments. The integration of AI applications into existing production processes pose major challenges, especially for small and medium-sized enterprises (SME), due to the high complexity as well as interdisciplinary nature of the subject matter.

The AI-Trainer program focuses on questions such as how existing tools and systems can be equipped for Industry 4.0 through sensor integration and how the resulting data can be used for a better understanding of the process. Machine learning models are already being trained on multi-sensorial demonstrators in the PtU test field. Using force and optoelectronic sensor technology, wear predictions on stamping standards are detected and quantified. These results are transferable to multi-stage processes in progressive die tools with the result of minimizing time-consuming defect identification and localization in highly complex tools.

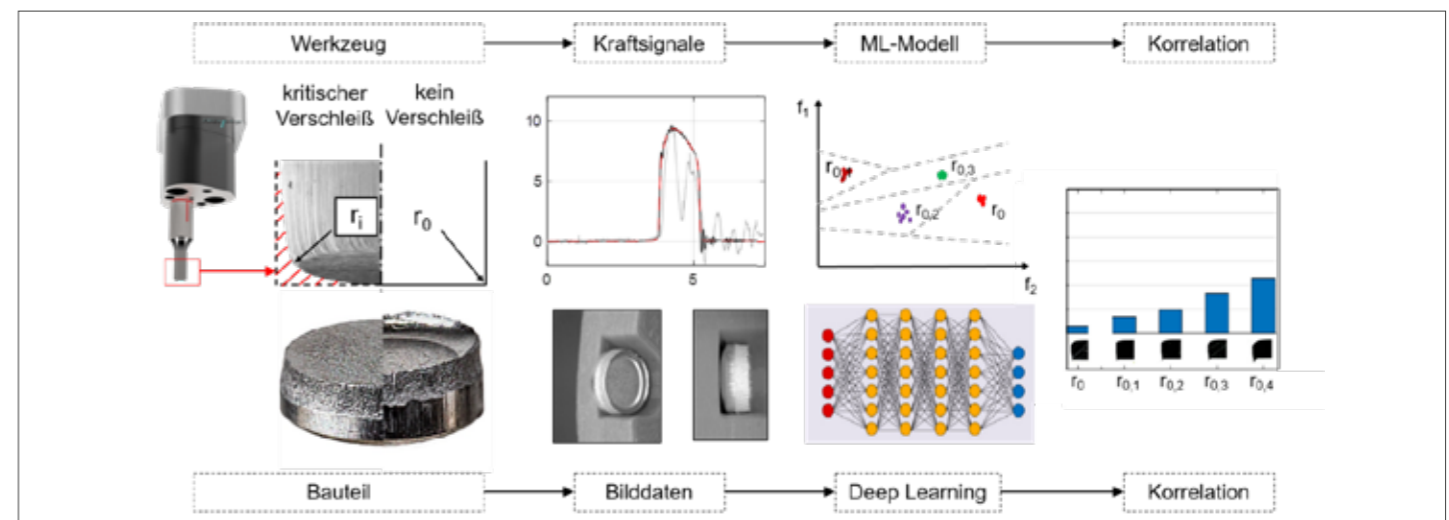
The AI-Trainer program enabled these research results to become accessible to a large group of SME in online seminars and expert discussions. In the process, AI-based solutions to real entrepreneurial problems are demonstrated using simplified examples in an institutional environment. This provides a low-threshold introduction to the topic of AI. Subsequently, adaptation ideas for individual solutions in companies will be discussed, which ideally will



[01]



[02]



[03]

be realized in implementation projects as a concrete solution approach.

**Acknowledgements** – The AI-Trainer program is funded by the German Federal Ministry of Economics. In addition to the PtU, other partners from science and practice are involved, who bundle their expertise on digitalization and Industry 4.0 topics and whom we thank for their cooperation. Additionally, we want to thank the Industrieverband Blechumformung e.V. and all the industrial companies that have collaborated with us for placing their trust in us.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



## Modellprädiktive Regelung von papierbasierten Werkstoffen mittels Single Point Incremental Forming

### Model Predictive Control of Paper-based Materials through Single Point Incremental Forming



Viktor Arne, M. Sc.  
+49 6151 16 233 58  
viktor.arne@ptu.tu-darmstadt.de

Das gesellschaftliche Interesse an nachhaltigen und ressourcenschonenden Materialien verstärkte in den letzten Jahren den Forschungsschwerpunkt von papierbasierten Werkstoffen für den Einsatz in diversen Fachgebieten, wie der Verpackungsindustrie oder dem Strukturleichtbau. Um neben der Umformbarkeit und den Prozessgrenzen ebenfalls die Bauteilqualität zu steigern, werden regelungstechnische Ansätze angestrebt, die trotz anisotroper Materialeigenschaften anwendbar sind.

Im Rahmen eines Teilprojekts des SFB 805 werden die Möglichkeiten einer modellprädiktiven Regelung von Bauteileigenschaften faserbasierter Werkstoffe untersucht. Der Ansatz zur Regelung der Bauteilgeometrie mithilfe dieses Konzeptes hat sich für das Single Point Incremental Forming bereits bei metallischen Werkstoffen als zielführend erwiesen. Ebenfalls wurde bereits die Adaption dieses Umformverfahrens, welches aus der Metallumformung weit bekannt ist, für Faserwerkstoffe vorangetrieben und untersucht. Informationen dazu finden sich bspw. in der Dissertation Dr.-Ing Philipp Stein (Promotion am PtU 2019). Die besondere Herausforderung dieses Projektes ist die Anwendung des Regelungskonzeptes für einen papierbasierten Werkstoff mit produktionsbedingten anisotropen Werkstoffeigenschaften.

Im ersten Schritt des Projektes wurde die 3-Achs-Portalanlage (Abbildung 1) aus dem LOEWE-Schwerpunktprogramm BAMP! (Bauen mit Papier) mit einer Steuerungssoftware für automatisierte Bewegungskommandos ausgestattet und erfolgreich in Betrieb genommen. Weiterhin wurde der Prüfstand mit zwei Linienlasern versehen, welche die Geometrieerfassung des Bauteils in drei unterschiedlichen Raumrichtungen erlauben. Zur Bestimmung des analytischen Modells wurden neben dem experimentellen Aufbau numerische Simulationen des Umformverhaltens durchgeführt. Mit der Möglichkeit, die Geometrie nach jedem inkrementellen Umformschritt zu erfassen und diese mit den Daten der Simulation zu vergleichen, wird im weiteren Projektverlauf ein modellprädiktiver Regler für die Baugeometrie implementiert. Abgeschlossen wird das Projekt durch die Validierung des Regelungskonzeptes und den Nachweis der verbesserten Bauteilgeometrie gegenüber einer gesteuerten Bauteilherstellung.

In recent years, public interest in sustainable and resource-saving materials has increased the research focus on paper-based materials for use in a wide range of specialist areas, such as the packaging industry or lightweight structural engineering. In order to increase component quality in addition to formability and process limits, control engineering approaches are sought that are applicable despite the anisotropic material properties.

Within the framework of the SFB 805, the possibilities of a model predictive control of component properties of fiber-based materials are investigated in this subproject. The approach to control the component geometry by means of this concept has already proven to be effective for single point incremental forming of metallic materials. Likewise, the adaptation of this forming process, which is widely known from metal forming, has already been advanced and investigated for fiber materials. Information on this can be found, for example, in the dissertation of Dr.-Ing Philipp Stein (doctorate at PtU in 2019). The challenge in this project is the application of the control concept for a paper-based material with due to production anisotropic material properties.

In the first step of the project, the 3-axis gantry system (Figure 1) from the LOEWE priority program BAMP! (Building with Paper) was equipped with control software for automated motion commands and has successfully been put into operation. Furthermore, the test rig was equipped with two lasers, which allow the geometry of the component to be measured in three different spatial directions. In addition to the experimental setup, numerical simulations of the forming behaviour were performed to determine the analytical model. With the possibility to capture the geometry after each incremental forming step and to compare it with the simulation data, a model predictive controller for the component geometry will be implemented in the further course. The project is concluded by validating the control concept and verifying the improved component geometry compared to controlled component production.



[01]

Abbildung [01]  
3-Achs-Portalanlage mit Vulkan-  
faserkegel

Figure [01]  
3-Axis Gantry System with  
Vulcanized Fibre Cone

---

*Abgeschlossene Dissertationen*  
*Completed Dissertations*

Charakterisierung der prozessbedingten Eigenspannungen und Profildeformationen beim Trennen walzprofilierter Bauteile Characterization of the Process-inherent Residual Stresses and Profile Deformations during the Cutting of Roll Formed Profiles	86
<hr/>	
Vorgehensmodell eines kundenintegrierten Änderungsmanagements in der Einzelfertigung Process Model of Customer-integrated Change Management in Make-to-order Production	87
<hr/>	
Trockenumformung von Aluminiumlegierungen – Von phänomenologischen Ansätzen zur modell- basierten Prozessauslegung Dry Forming of Aluminum Alloys – from Phenomenological Approaches to Model-based Process Design	88
<hr/>	
Modellbasierte Regelung der Stößelbewegung von Servopressen Model-based Control of the Ram Movement of Servo Presses	89
<hr/>	
Umformung naturbasierter Faserwerkstoffe unter Einflussnahme von Wasserdampf Forming of Natural-based Fiber Materials under the Influence of Water Vapor	90

## Charakterisierung der prozessbedingten Eigenspannungen und Profil- deformationen beim Trennen walzprofilierte Bauteile

Characterization of the Process-inherent Residual Stresses and Profile  
Deformations during the Cutting of Roll Formed Profiles



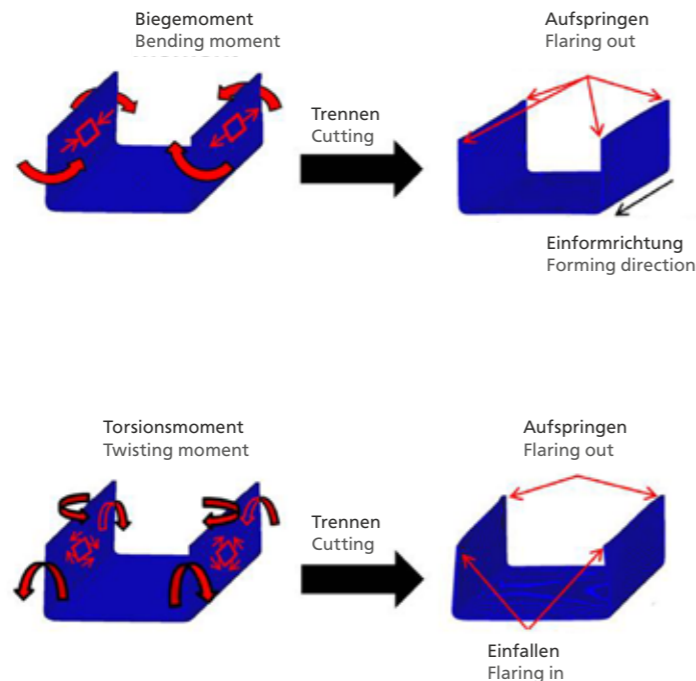
Dr.-Ing. Matthias Moneke

Herr Moneke liefert mit seiner Dissertation einen maßgeblichen Beitrag zum Verständnis der technisch-wissenschaftlichen Grundlagen beim Rollformen. Beginnend mit der Untersuchung der Eiformung eines U-Profiles wird die für den Kopfsprung verantwortliche charakteristische Verteilung der Eigenspannungen in Abhängigkeit verschiedener Prozessparameter abgeleitet. Daraus entwickelt Herr Moneke ein Erklärungsmodell zur Abbildung der Beanspruchungen beim Eiformen sowie der Spannungsverläufe und erweitert dieses Modell für komplexere Geometrien. Abschließend leitet er Gegenmaßnahmen ab, um Eigenspannungen gezielt abzubauen.

With his dissertation, Mr. Moneke makes a significant contribution to the understanding of the technical-scientific fundamentals of roll forming. Starting with the investigation of the forming of a U-profile, the characteristic distribution of residual stresses responsible for springback is derived as a function of various process parameters. From this, Mr. Moneke develops an explanatory model for mapping the stresses during roll forming and extends this model for more complex geometries. Finally, he derives countermeasures to specifically reduce residual stresses.

Abbildung  
Ursachen des Kopfsprungs bei rollgeformten Profilen,  
Quelle: M. Moneke, P. Groche:  
Control of residual stresses in roll forming through targeted adaptation of the roll gap, *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 294, 2021

Figure  
Reasons of springback in roll formed profiles,  
Quelle: M. Moneke, P. Groche:  
Control of residual stresses in roll forming through targeted adaptation of the roll gap, *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 294, 2021



## Vorgehensmodell eines kundenintegrierten Änderungsmanagements in der Einzelfertigung

Process Model of Customer-integrated Change Management  
in Make-to-order Production

Die Einbindung des Kunden und eine effiziente Abwicklung von Unternehmensprozessen spielt heutzutage eine immer größer werdende Bedeutung für den langfristigen Erfolg eines Unternehmens. Änderungsprozesse, die als Teil des allgemeinen Entwicklungsprozesses eines Produkts einen großen Anteil der zur Verfügung stehenden Ressourcen im Unternehmen binden, bieten hierbei großes Potential.

Die Dissertation von Herr Dr.-Ing. Hesse befasst sich daher mit der Entwicklung eines Vorgehensmodells zum kundenintegrierten Änderungsmanagement in der Einzelfertigung. Das Vorgehensmodell repräsentiert eine kundenintegrierte Ausrichtung des sequentiellen Ablaufs des Änderungsprozesses. Durch seine fünfjährige Erfahrung am Institut als Projektleiter der 3D-Servo-Pressen sowie seiner mehrjährigen Erfahrung aus der Industrie bei Mitsubishi Polyester Film konnte Herr Dr.-Ing. Hesse das Vorgehensmodell industrienah umsetzen und mit Beispielen belegen.

The integration of the customer and the efficient management of company processes are becoming increasingly important for the long-term success of a company. Change management processes, which are part of the general development process of a product and require a large share of the available resources in the company, offer great potential in this respect.

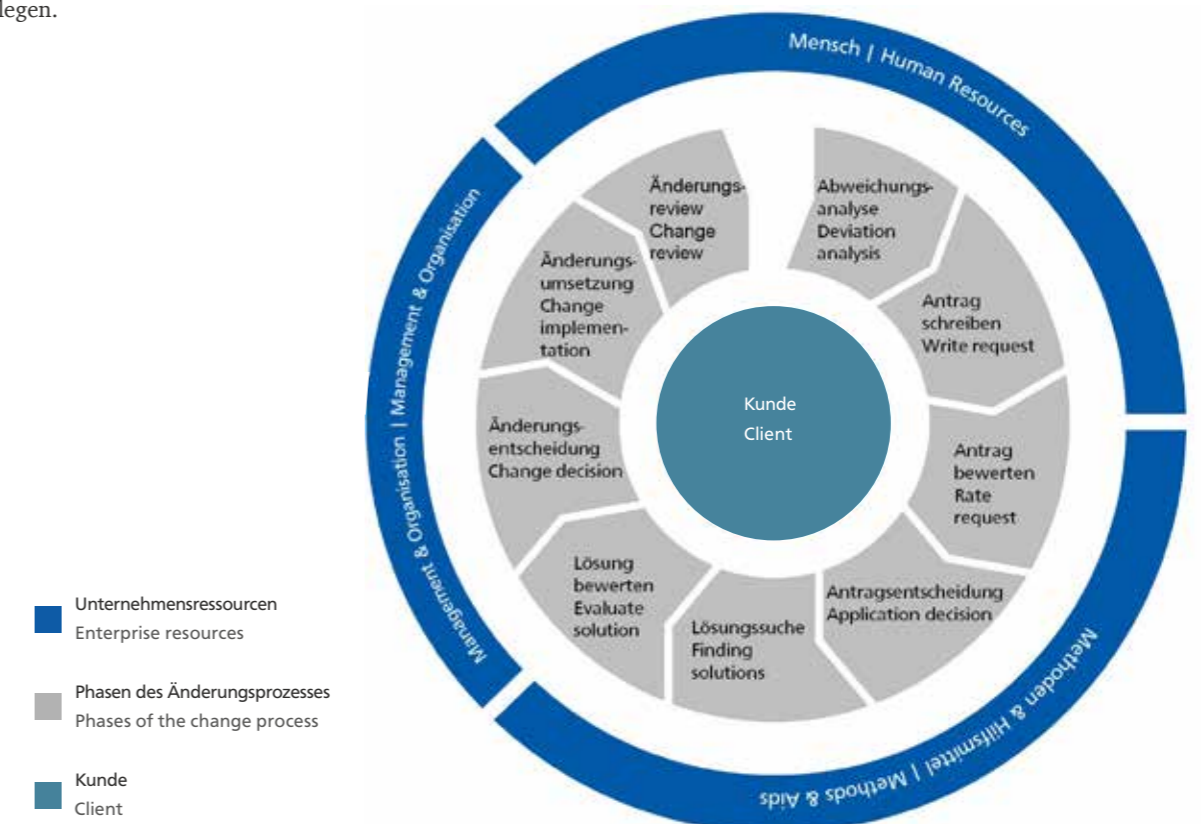
The dissertation by Dr.-Ing. Hesse therefore deals with the development of a procedure model for customer-integrated change management in customised production. The procedure model represents a customer-integrated orientation of the sequential flow of the change process. Due to his five years of experience at the institute as project manager of the 3D Servo Press as well as his several years of experience in the industry at Mitsubishi Polyester Film, Dr.-Ing. Hesse was able to implement the process model in an industry-oriented context and substantiate it with examples.



Dr.-Ing. Daniel Hesse

Abbildung  
Vorgehensmodell

Figure  
Procedure model



## Trockenumformung von Aluminiumlegierungen – Von phänomenologischen Ansätzen zur modellbasierten Prozessauslegung

### Dry Forming of Aluminum Alloys – from Phenomenological Approaches to Model-based Process Design



Dr.-Ing. Felix Flegler

Abbildung  
Verbesserung der Prozessgrenze nach Einsatz von DLC-Beschichtung in der Trockenumformung vom Aluminium

Figure  
Improvement of process limit after application of DLC coating in dry forming of aluminum

Im Rahmen einer digital stattfindenden Disputation verteidigt Felix Flegler am 06.07.2021 erfolgreich seine Dissertation zum Thema „Trockenumformung von Aluminiumlegierungen – Von phänomenologischen Ansätzen zur modellbasierten Prozessauslegung“.

Aluminiumlegierungen können in der Trockenumformung wegen ihrer erhöhten Adhäsionsneigung sehr verschleißanfällig sein. Der vorzeitige Verschleiß ist auf den Bruch der Passivierungsschicht auf der Oberfläche des Blechs zurückzuführen, was schwere Adhäsion zur Folge hat. In seiner Doktorprüfung zeigt Herr Flegler, welchen signifikanten Einfluss die Dehnung im Blechumformprozess auf die Oberflächenänderung des Aluminiumbleches hat. Darüber hinaus erweitert Herr Flegler erfolgreich die Maßnahmen zur Verschleißminderung durch die Manipulation von Oberflächen der Umformwerkzeuge und Bleche. Diese Maßnahmen tragen dazu bei, die Verschleißfestigkeit der Aluminiumlegierung beim Tiefziehen deutlich zu erhöhen.

In the context of a digital disputation, Felix Flegler successfully defends his dissertation on the topic “Dry Forming of Aluminum Alloys – from Phenomenological Approaches to Model-based Process Design” on 06.07.2021.

Aluminum alloys can be very susceptible to wear in dry forming due to their increased adhesion tendency. The premature wear is due to the fracture of the passivation layer on the surface of the sheet, which eventually results in severe adhesion. In his doctoral examination, Mr. Flegler shows the significant influence of elongation in the sheet metal forming process on the surface change of the aluminum sheet. In addition, Mr. Flegler successfully extends wear mitigation measures by manipulating surfaces of forming tools and sheets. These measures help to significantly increase the wear resistance of the aluminum alloy during deep drawing.



#### Unbeschichtet

- 1 Hub
- ausgefallen
- minimale Adhäsionsausbildung
- Bodenreißer

#### Uncoated

- after 1 stroke not usable
- minimal adhesion
- bottom crack

#### DLC-Beschichtung (unbehandelt)

- 10 Hübe
- weiterhin betriebsbereit
- keine Adhäsionen
- makellose Aluminiumformteile

#### DLC coating

- after 10 strokes still usable
- without adhesion
- flawless aluminium parts

## Modellbasierte Regelung der Stößelbewegung von Servopressen

### Model-based Control of the Ram Movement of Servo Presses

Am 20.04.2021 fand die digitale Disputation unseres langjährigen wissenschaftlichen Mitarbeiters und Abteilungsleiters Herrn Dr.-Ing. Florian Hoppe statt. Am Beispiel der 3D-Servo-Pressen konnte er aufzeigen, wie sich kinematische Beobachtermodelle zur Detektion von mehrdimensionalen Positionsabweichungen eignen und wie diese sich durch robuste Regelgesetze ausregeln lassen. Weitere Forschungsarbeiten von Herrn Hoppe zielten auf die Regelung von Bauteileigenschaften in (mehrstufigen) Umformprozessen und deren Überwachung mittels maschineller Lernverfahren ab, welche in zahlreichen internationalen Journalen publiziert wurden. Als langjähriger Projektbearbeiter im Sonderforschungsbereich 805 und Leiter eines Arbeitskreises gelang es Herrn Hoppe, interdisziplinäre Forschungsarbeiten voranzutreiben und Beiträge zu Methoden zur Beherrschung von Unsicherheit in lasttragenden Systemen zu leisten.

On 20.04.2021 the digital disputation of our scientific employee and head of department, Dr.-Ing. Florian Hoppe, took place. Using the example of the 3D Servo Press, he was able to show how kinematic observer models are suitable for detecting multi-dimensional position deviations and how these can be mastered by robust control laws. Further research work of Mr. Hoppe aimed at the control of product properties in (multi-stage) forming processes and their monitoring using machine learning methods, which have been published in numerous international journals. As a project researcher in the Collaborative Research Centre 805 for many years and head of a working group, Mr Hoppe succeeded in advancing interdisciplinary research and contributing to methods for mastering uncertainty in load-bearing systems.



Dr.-Ing. Florian Hoppe

Abbildung  
Abstrahiertes Blockschaltdiagramm der Positionsregelung bestehend aus Antrieben und Sensorik

Figure  
Abstracted block diagram of the position control consisting of drives and sensors



## Umformung naturbasierter Faserwerkstoffe unter Einflussnahme von Wasserdampf

Forming of Natural-based Fiber Materials under the Influence of Water Vapor



Dr.-Ing. Wilken Franke

Abbildung  
Richtungsabhängige Faltenverpressung im Tiefziehprozess  
(MD – Maschinenrichtung,  
CD – Querrichtung)

Figure  
Directional wrinkle compression  
by deep drawing  
(MD – machine direction,  
CD – cross direction)

Die Herstellung nachhaltiger Verpackungen auf Basis von naturbasierten Faserwerkstoffen wie Papier geht mit großen verfahrenstechnischen Herausforderungen einher. Die Fertigungsverfahren müssen an das Material angepasst werden sowie effizient, günstig und umweltfreundlich sein, um Anwendung in der Industrie zu finden. Im Rahmen seiner erfolgreichen Dissertation setzt sich Herr Dr. Franke mit der Anpassung des Tiefziehprozesses an das nicht fließende Fasermaterial auseinander. Er weist nach, dass die kontrollierte Einbringung von Wasserdampf während des Tiefziehprozesses die Prozessgrenzen erweitert und den Auswirkungen der anisotropen Materialeigenschaften entgegenwirkt. Zusätzlich hat Dr. Franke weitere Qualitätsmerkmale, wie bspw. die Faltenbildung untersucht. Seine Arbeit bietet die Grundlage für zahlreiche aktuelle Folgeprojekte am PtU.

The production of sustainable packaging based on natural fiber materials such as paperboard is accompanied by major process engineering challenges. The manufacturing processes need to be adapted to the material while being efficient, inexpensive and environmentally friendly in order to find application in the industry. As part of his successful dissertation, Dr. Franke addresses the adaptation of the thermoforming process to the non-flowing fiber material. He demonstrates that the controlled introduction of water vapor during the deepdrawing process extends the process limits and counteracts the effects of anisotropic material properties. In addition, Dr. Franke has investigated other quality characteristics such as wrinkling. His work provides the basis for numerous current follow-up projects at the PtU.

		Dampfeinwirkung Steam exposure			
		Ohne Without		Mit With	
		MD MD	CD CD	MD MD	CD CD
Feuchtigkeitsgehalt der Ronde Moisture content of the blank	5 % 5 %				
	15 % 15 %				



„Vielen Dank und alles erdenklich Gute für Ihre berufliche und private Zukunft.“  
“Thank you very much and all the best for your professional and personal future.”



Vorträge | Presentations

- P. Groche; N. Al-Baradoni  
*Electro-mechanical and opto-mechanical cold forged sensory structures – designs and properties*  
54<sup>th</sup> Plenary Meeting of the International Cold Forging Group, ICFH 2021, 13.–15.09.2021, Gifu, Japan
- P. Groche; C. Kubik; M. Becker  
*Keynote – Benefits of smart sensors and actuators in sheet metal forming*  
40<sup>th</sup> International Deep Drawing Research Group Conference 2021, IDDRG 2021, 01.07.2021, Stuttgart, Deutschland, Online
- Y. Wu; C. Chen; C. Wang; P. Groche  
*Influence of the sheet metal Seebeck coefficient on wear detection based on thermoelectric measurement*  
24<sup>th</sup> International Conference on Material Forming, ESAFORM 2021, 14.–16.04.2021, Liège, Belgien, Online
- T. Germann; D. Martin; C. Kubik; P. Groche  
*Mastering Uncertain Operating Conditions in the Development of Complex Machine Elements by Validation Under Dynamic Superimposed Operating Conditions*  
International Conference on Uncertainty in Mechanical Engineering, ICUME 2021, 07.–08.06.2021, Darmstadt, Deutschland, Online
- T. Germann; P. Groche  
*Steigerung der Dynamik von makroskopischen Dehnstoffaktoren auf Paraffinbasis*  
WGP Jahreskongress 2021, 28.09.–01.10.2021, Dresden, Deutschland, Präsenz
- S. Biffar; S. Endres; A. Niekrawiec; P. Groche  
*Aufwertung der Prozesskette der Stegblechumformung durch Kehlnahtschweißen*  
WGP Jahreskongress 2021, 28.09.–01.10.2021, Dresden, Deutschland, Präsenz
- N. Jessen; J. Mushövel  
*The incremental forming of fiber materials*  
BAMP! Hybrid Conference, BAMP Conference, 05.11.2021, Darmstadt, Deutschland, Online
- N. Jessen  
*Optimierte Papierumformung durch den Einsatz von Wasserdampf*  
AiF Tag – Die Papierindustrie, 04.11.2021, Darmstadt, Deutschland, Präsenz

Veröffentlichungen | Publications

- Germann, Thiemo; D. M. Martin; C. Kubik; P. Groche;  
Editoren: Peter F. Pelz; Peter Groche  
*Mastering Uncertain Operating Conditions in the Development of Complex Machine Elements by Validation Under Dynamic Superimposed Operating Conditions*  
Uncertainty in Mechanical Engineering – Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Conference on Uncertainty in Mechanical Engineering (ICUME 2021), 2021, 978-3-030-77255-0, 236–251, Springer, Cham
- Günzel, Janosch; J. Hauß; P. Groche  
*Temperature-controlled tools for multi-stage sheet metal forming of high-strength aluminium alloys*  
40<sup>th</sup> International Deep-Drawing Research Group Conference (IDDRG 2021) – Stuttgart, 2021
- Hoche, Holger; F. Jäger; A. Franceschi; M. Oechsner; P. Groche  
*Formation of residual stresses in austenitic stainless steels by infeed and recess rotary swaging*  
ICTP 2021: The 13<sup>th</sup> International Conference on the Technology of Plasticity, 2021
- Husmann, Henning; P. Groche  
*From Bridge to Bumper: Utilization of Pre-stressing During Manufacturing of Hybrid Sheet Metal Structures*  
FORMING THE FUTURE – Proceedings of the 13<sup>th</sup> ICTP, 2021, 1395–1410, Springer
- Klinge, Lina; C. Siemers; L. Kluy; P. Groche  
*Nanocrystalline Ti 13Nb 13Zr for Dental Implant Applications*  
Proceedings of the 60<sup>th</sup> Conference of Metallurgists, COM 2021, 2021
- Schell, Lukas; P. Groche  
*In Search of the Perfect Sheet Metal Forming Tribometer*  
FORMING THE FUTURE – Proceedings of the 13<sup>th</sup> ICTP, 07/2021, 81–96, Springer
- Wu, Yutian; C. Chen; C. Wang; P. Groche  
*Influence of the sheet metal Seebeck coefficient on wear detection based on thermoelectric measurement*  
Paper presented at ESAFORM 2021, 24<sup>th</sup> International Conference on Material Forming, Liège, Belgique, 2021
- Niessen, Benedikt P. Groche  
*Investigation of Collision Welding by High-Speed Imaging*  
9<sup>th</sup> International Conference on High Speed Forming, 10/2021

- Groche, Peter; E. Abele; N. Al-Baradoni; S. Bartsch; C. Bölling; N. Brötz; C. Gehb; F. Geßner; B. Götz; J. Hartig; P. Hedrich; D. Hesse; M. Heßler; F. Hoppe; L. Joggerst; S. Kersting; H. Kloberdanz; M. Knoll; M. Kohler; M. Krech; J. Lenz; M. Leštáková; Roland; A. Rapp; M. Rexer; M. Schaeffner; F. Schulte; J. Sinz; J. Stegmeier; M. Weigold; J. Wendt  
Editoren: P. Pelz; P. Groche; M. Pfetsch; M. Schaeffner  
*Methods and Technologies for Mastering Uncertainty*  
Ausgabe 1, 2021, 978-3-030-78353-2, 209–364, Springer, Cham
- Schäffner, Maximilian; E. Abele; R. Anderl; C. Bölling; N. Brötz; I. Dietrich; R. Feldmann; C. Gehb; F. Geßner; J. Hartig; P. Hedrich; F. Hoppe; S. Kersting; M. Kohler; J. Lenz; D. Martin; A. Matei; T. Melz; T. Öztürk; P. Pelz; M. Pfetsch; R. Platz; M. Rexer; G. Staudter; S. Ulbricht; M. Weber; M. Weigold  
Editoren: P. Pelz; P. Groche; M. Pfetsch; M. Schaeffner  
*Analysis, Quantification and Evaluation of Uncertainty*  
Ausgabe 1, 2021, 978-3-030-78353-2, 113–207, Springer, Cham
- Peter F. Pelz; R. Feldmann, C. M. Gehb, P. Groche, F. Hoppe, M. Knoll, J. Lenz, T. Melz, M. Pfetsch, M. Rexer, M. Schaeffner  
Editoren: P. Pelz; P. Groche; M. Pfetsch; M. Schaeffner  
*Our Specific Approach on Mastering Uncertainty*  
Ausgabe 1, 2021, 978-3-030-78353-2, 43–111, Springer, Cham
- Marc E. Pfetsch; E. Abele, L. C. Altherr, C. Bölling, N. Brötz, I. Dietrich, T. Gally, F. Geßner, P. Groche, F. Hoppe, E. Kirchner, H. Kloberdanz, M. Knoll, P. Kolvenbach, A. Kuttich-Meinschmidt, P. Leise, U. Lorenz, A. Matei, D. A. Molitor, P. Niessen, P. F. Pelz, M. Rexer, A. Schmitt, J. M. Schmitt, F. Schulte, S. Ulbrich, M. Weigold  
Editoren: P. Pelz; P. Groche; M. Pfetsch; M. Schaeffner  
*Strategies for Mastering Uncertainty*  
Ausgabe 1, 2021, 978-3-030-78353-2, 365–456, Springer, Cham
- Editoren: P. Pelz; P. Groche; M. Pfetsch; M. Schaeffner  
*Mastering Uncertainty in Mechanical Engineering*  
Ausgabe 1, 2021, 978-3-030-78353-2, XII, 471, Springer, Cham
- Aign, Franziska; P. Groche; R. Kopp  
*Flexibles-Breiten-Reduktionswalzen – Flexibilität von Anfang an*  
blechnet, Ausgabe 3, 2021, 54–55

- Aign, Franziska; P. Groche; T. Wang  
*Flexibles Auswalzen von T-Profilen zur Anwendung im Flugzeugbau*  
blechnet, Ausgabe 4, 2021, 54–55
- Al-Baradoni, Nassr; P. Groche  
*Sensor Integrated Load-Bearing Structures: Measuring Axis Extension with DIC-Based Transducers*  
Sensors, MDPI, Ausgabe 21, 2021
- Becker, Marco; T. Traub; P. Groche  
*Intelligente Rollformanlagen – Hinter den Prozess blicken*  
Umformtechnik, Ausgabe 2, 2021, 42–44, Meisenbach Verlag GmbH, Bamberg
- Franceschi, Alessandro; J. Stahl; C. Kock; R. Selbmann; S. Ortmann-Ishkina; A. Jobst; M. Merklein; B. Kuhfuß; M. Bergmann; B. Behrens; W. Volk; P. Groche  
*Strategies for residual stress adjustment in bulk metal forming*  
Archive of Applied Mechanics, Ausgabe 91, 2021, 3557–3577
- Franke, Wilken; V. Leminen; P. Groche; J. Varis  
*The effects of pretreatment and coating on the formability of extrusion-coated multilayer paper-board-plastic composites*  
Packaging Technology and Science, Ausgabe 34, 2021, 105–116
- Groche, Peter; A. Franceschi  
*Residual stress evolution in partial and full axisymmetric forming processes*  
CIRP Annals, Ausgabe 70, 2021, 227–230
- Groche, Peter; B. Niessen  
*The Energy Balance in Aluminum – Copper High-Speed Collision Welding*  
Journal of Manufacturing and Materials Processing, Ausgabe 5, 2021, MPDI
- Güngör, Burcu; P. Groche  
*Finite element analysis of profile defects in roll forming processes based on longitudinal strain adjustments*  
WGP Jahreskongress, 2021, 56–64
- Güngör, Burcu; J. Kilz; P. Groche  
*Reduktion der Krümmung bei rollgeformten Profilen*  
Werkstattstechnik online, 2021
- Günzel, Janosch; T. Suckow; E. Sellner; L. Schell; A. Fawaro; P. Groche  
*Effizienter Leichtbau durch moderne Prozesstechnologien*  
VDI Technik und Mensch, Ausgabe 2, 2021, 11–13



- Jäger, Fabian, A. Franceschi; H. Holger; P. Groche; M. Oechsner  
*Optimierung des Eigenspannungszustands kaltfließgepresster austenitischer Stähle durch einen kontrollierten Ausstoßvorgang*  
Forschung im Ingenieurwesen, Ausgabe 85, 2021, 691–702
- Jäger, Fabian; A. Franceschi; H. Holger; P. Groche; M. Oechsner  
*Statistical analysis of the reproducibility of residual stress measurements in cold extruded parts*  
Archive of Applied Mechanics, Ausgabe 91, 2021, 3665–3677
- Kluy, Lukas; M. Becker; P. Groche  
*Frontloading-Ansatz für Energieeffizienz in der Umformtechnik*  
Zeitschrift für Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, ZWF, Ausgabe 3, 2021, 1–3
- Kubik, Christian  
*Potenzial von Machine Learning in der umformtechnischen Produktion*  
VDI Technik und Mensch, Ausgabe 2, 2021, 13–16
- Kubik, Christian; J. Hohmann; P. Groche  
*Exploitation of force displacement curves in blanking – Feature Engineering beyond defect detection*  
The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Ausgabe 113, 2021, 261–278
- Kubik, Christian; S. Knauer; P. Groche  
*Smart sheet metal forming: importance of data acquisition, preprocessing and transformation on the performance of a multiclass support vector machine for predicting wear states during blanking*  
Journal of Intelligent Manufacturing, Ausgabe 23, 2021, 1489
- Molitor, Dirk Alexander; P. Groche  
*Wie werden innovative Forschungsprojekte zum Erfolg?*  
Technik und Mensch, Ausgabe 2, 2021, 9–12
- Molitor, Dirk Alexander; C. Kubik; M. Knoll; M. Becker; P. Groche  
*Ableitung eines Vorgehensmodells zur systematischen Wissensgenerierung aus Sensordaten*  
Zeitschrift für Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, ZWF, Ausgabe 116, 2021, 352–357
- Mühl, Fabian; M. Knoll; M. Khabou; S. Dietrich; P. Groche; V. Schulze  
*Soft Sensor approach based on magnetic barkhausen noise by means of the forming process punch-hole-rolling*  
Advances in Industrial and Manufacturing Engineering, 2021, 100039
- Staudter, Georg; T. Öztürk; D. M. Martin; J. Hartig; D. A. Molitor; F. Hoppe; R. Anderl; P. Groche; P. Pelz; M. Weigold  
*An approach for mastering data-induced conflicts in the digital twin context*  
International Journal of Product Lifecycle Management, (IJPLM), 13 No. 1, 06/2021, 25–47, Inderscience
- Suckow, Timon; P. Groche  
*Effiziente Umformung hochfester Aluminiumlegierungen am Beispiel des Rollformens*  
VDI Technik und Mensch, Ausgabe 3, 2021, 6
- Suckow, Timon; J. Schroeder; P. Groche  
*Roll forming of a high strength AA7075 aluminum tube*  
Production Engineering, 2021
- Wu, Yutian; V. Recklin; P. Groche  
*Strain Induced Surface Change in Sheet Metal Forming: Numerical Prediction, Influence on Friction and Tool Wear*  
Journal of Manufacturing and Materials Processing, Ausgabe 5(2), 2021, 29
- Jessen, Nicola; J. Mushövel; P. Groche  
*Papier als nachhaltige Alternative in der Verpackungsindustrie*  
VDI Technik und Mensch, Ausgabe 4 (2020), 01/2021, 13–14
- Günzel, Janosch; J. Bergmann, J. Hauß, P. Groche  
*Verfestigung vorkonditionierter Aluminiumbleche*  
Werkstattstechnik online, Ausgabe 10, 2021, 677–683
- Volz, Stefan; P. Groche  
*Experimental Investigation on Slip Conditions during Thread Rolling with Flat Dies*  
ICTMP 2021, Ausgabe 9, 2021
- Germann, Thiemo; P. Gabris; A. Bubeck; P. Groche  
*Hochfeste Aluminiumgehäuse für leistungsstarke Dehnstoffaktoren – Performanceuntersuchung der Aktoreigenschaften*  
Werkstattstechnik online, Ausgabe 10, 2021, 684–690, Springer VDI Verlag
- Germann, Thiemo; P. Groche  
Editoren: Behrens, B. A. ; Brosius, A. ; Drossel, W. G. ; Hintze, W. ; Ihlenfeldt, S. ; Nyhuis, P. (Hrsg.)  
*Dynamic-Enhanced Macroscopic Paraffin Wax Phase Change Actuators as a Method of Process Stabilization*  
WGP: Lecture Notes in Production Engineering, 2021, 978-3-030-78423-2, 131–138, Springer
- Werner, Richard; A. Kokozinski; P. Groche  
*Überwachung mehrstufiger Blechbearbeitungsprozesse*  
maschinenbau – Die Deutschland-Ausgabe des Schweizer Industriemagazins, Ausgabe 5, 2021, 8–11, Springer
- Biffar, Simon; S. Endres, A. Niekrawiec, P. Groche Behrens, B. A. ; Brosius, A. ; Drossel, W. G. ; Hintze, W. ; Ihlenfeldt, S. ; Nyhuis, P. (Hrsg.)  
*Enhancement of the Stringer Sheet Forming Process Chain by Means of Laser Fillet Welding*  
WGP: Lecture Notes in Production Engineering 2021, 978-3-030-78423-2, 11–19, Springer
- Sellner, Erik; A. Khatib, A. Ambaye, P. Groche  
*Kragenziehen von Aluminium mit lokaler Kontakterwärmung*  
Werkstattstechnik online, Ausgabe 10, 2021, 665–669, Springer VDI Verlag
- Husmann, Henning; P. Groche  
*Von Brücken für den Leichtbau lernen*  
Werkstattstechnik online, Ausgabe 10, 2021, 729–734, Springer VDI Verlag

---

11/2020–10/2021  
11/2020–10/2021



*Studium & Lehre*  
*Study & Teaching*

## Lehrveranstaltungen Courses

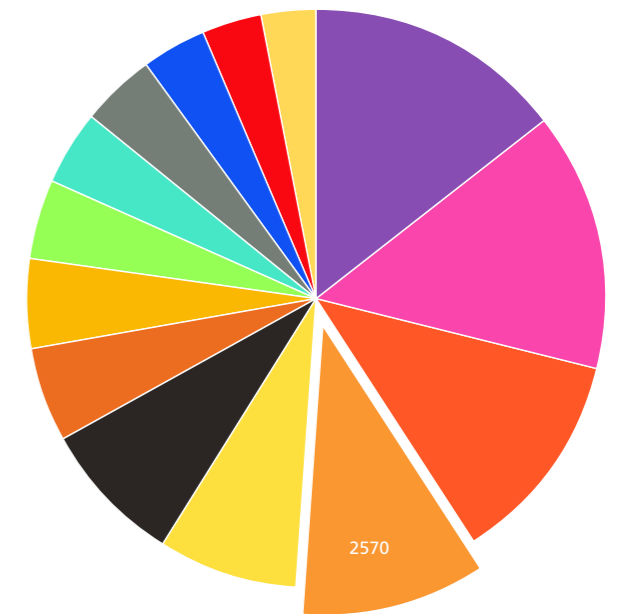
Das Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen bietet Studierenden des Maschinenbaus, des Wirtschaftsingenieurwesens, der Mechatronik und des Computational Engineerings Lehrveranstaltungen aus dem Bereich der Produktionstechnik an. Bereits im ersten Semester erlernen sie die Grundlagen der Produktionstechnik in der Basisvorlesung „Technologie der Fertigungsverfahren“. Neben der Vermittlung des theoretischen Wissens ist die Förderung des Verständnisses für praxisbezogene Aspekte der Produktionsprozesse integraler Bestandteil der Veranstaltung, unter anderem durch zahlreiche Fertigungsbeispiele, Bauteildemonstrationen und Fallstudien mit realen Problemstellungen aus der Industrie. Im weiteren Verlauf des Studiums kann das so erworbene fertigungstechnische Basiswissen durch eine Vielzahl weiterer Vorlesungen vertieft werden. Hierzu zählt die Vorlesung „Laser in der Fertigung“, in der die Grundlagen und Anwendungsgebiete der lasertechnischen Materialbearbeitung dargestellt werden. Des Weiteren werden in den Vorlesungsreihen „Umformtechnik I + II“ sowie „Maschinen der Umformtechnik I + II“ die Grundlagen der Plastomechanik, Tribologie, verschiedenste Umformtechnologien und die dafür erforderlichen Maschinen sowie Fertigungs- und Handhabungsvorrichtungen vertiefend behandelt. Erweitert wird das Lehrangebot durch die Vorlesungen „Prozessketten in der Automobilindustrie I + II“ und „Fertigungsgerechte Maschinenkonstruktion I + II“, die durch externe Dozenten gehalten werden und einen praxisorientierten Einblick in die jeweiligen Themen geben. In diesem Jahr neu gestartet ist die Vorlesung „Qualitätsmanagement“ und wird im nächsten Jahr durch die ebenfalls neue Vorlesung „Werkzeugmaschinen und Industrieroboter“ ergänzt. Neben dem umfangreichen Vorlesungsangebot finden zudem die Tutorien „Simulationen in der Umformtechnik“ und „Steuerung und Regelung von Umformmaschinen“ statt. In den zahlreich angebotenen Advanced Design Projects und Advanced Research Projects wird es den Studierenden ermöglicht, im Team an Fragestellungen aus Forschung und Praxis zu arbeiten. Zudem bietet das Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen jederzeit eine Vielzahl von Bachelor- oder Masterarbeiten zu aktuellen Themen an.

The Institute of Production Engineering and Forming Machines offers students of mechanical engineering, industrial engineering, mechatronics and computational engineering courses in the field of production engineering. As early as in the first semester they learn the basics of production engineering in the basic lecture “Technology of Manufacturing Processes”. In addition to imparting theoretical knowledge, promoting an understanding of practical aspects of production processes is an integral part of the course, including numerous manufacturing examples, component demonstrations and case studies with real problems from industry. In the further course of the studies, the basic knowledge of manufacturing technology acquired can be deepened by a large number of further lectures. These include the lecture “Laser in Manufacturing”, in which the fundamentals and application areas of laser material processing are presented. Furthermore, the lecture series “Forming Technology I + II” and “Machines of Forming Technology I + II” cover the basics of plastomechanics, tribology, various forming technologies and the necessary machines, as well as manufacturing and handling devices in depth. The course offer is expanded by the lectures “Process Chains in the Automotive Industry I + II” and “Production-Oriented Machine Design I + II”, which are held by external lecturers and provide a practice-oriented insight into the respective topics. The lecture “Quality Management” has been added this year and will be supplemented next year by the likewise new lecture “Machine Tools and Industrial Robots”. In addition to the extensive range of lectures, the tutorials “Simulations in Forming Technology” and “Control and Regulation of Forming Machines” will also be held. In the numerous Advanced Design Projects and Advanced Research Projects offered, students are given the opportunity to work in teams on problems from research and practice. In addition, the Institute of Production Engineering and Forming Machines offers a large number of Bachelor’s or Master’s theses on current topics at any time.

	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
	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	Prof. M. Scheitza Prof. 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 Mitarbeiter:innen 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 6.14 Real-life-task from practice: Application of the Finite Elements Analysis as well as the familiarization with the FE-software package Abaqus 6.14	Prof. P. Groche und Mitarbeiter:innen Prof. P. Groche and staff
	Tutorium Machine Learning in der Umformtechnik Tutorial Machine Learning in Forming Technology	Vermittlung von Grundlagen zur Bewertung von Prozesszuständen im realen Produktionsumfeld durch einen methodischen Machine Learning Ansatz Teaching basic algorithms for evaluating process states in a real production environment using a methodical machine learning approach	Prof. P. Groche und Mitarbeiter:innen 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 Mitarbeiter:innen 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 Mitarbeiter:innen 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 Mitarbeiter:innen 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 Student numbers



1. Informatik  
Computer Sciences
2. Rechts- und Wirtschaftswissenschaften  
Law and Economics
3. Gesellschafts- und Geisteswissenschaften  
Social Sciences and Humanities
4. Maschinenbau  
Mechanical Engineering
5. Bau- und Umweltingenieurwissenschaften  
Civil and Environmental Engineering Sciences
6. Elektrotechnik und Informationstechnik  
Electrical Engineering and Information Technology
7. Humanwissenschaften  
Human Sciences
8. Architektur  
Architecture
9. Physik  
Physics
10. Material- und Geowissenschaften  
Material and Earth Sciences
11. Sonstige  
Others
12. Chemie  
Chemistry
13. Biologie  
Biology
14. Mathematik  
Mathematics

Gesamt Studierendenzahl 25.355  
Total number of students 25.355

Studierendenzahlen  
zum Wintersemester 2021  
laut Hochschulstatistik,  
Stand 11/2021

Student numbers  
winter semester 2021  
according to university statistics,  
status 11/2021

## Studienarbeiten | Study Theses

**Eichhorn, Alena**

Aufbau und Untersuchung einer numerischen Simulation des Flachbackenprofilwalzens mithilfe der Software QForm  
Betreuer:in: Stefan Volz, M. Sc.  
Registriernummer: S 2436

## Bachelorarbeiten | Bachelor Theses

**Ackermann, Jonathan**

Untersuchung der Skalierbarkeit von paraffinbasierten Dehnstoffaktoren  
Betreuer:in: Thimo Germann, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: BT 2494

**Betz, Julian Alexander**

Numerische Untersuchung des Einflusses von Prozessparametern auf Profilfehler beim Profilieren von asymmetrischen Hutprofilen  
Betreuer:in: Johannes Kilz, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: BT 2492

**Wiegand, Johanna Lätitia**

Finite-Elemente-Analysen zur Optimierung der Rollenbewegung im flexiblen Walzgerüst  
Betreuer:in: Franziska Aign, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: BT 2490

**Kappesser, Bastian**

Inbetriebnahme und Erprobung eines Werkzeugschmiersystems für die VDA Reibversuchsanlage  
Betreuer:in: Lukas Schell, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: BT 2489

**Mrad, Rayan**

Entwicklung eines analytischen Modells zur Vorhersage von Längsdehnungen beim Rollformen von Hutprofilen  
Betreuer:in: Johannes Kilz, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: BT 2488

**Chen, Congyi**

Optimierung der Design-Parameter der Fügepartner zum positionsflexiblen Fügen durch plastische Deformation mittels Rundkneten  
Betreuer:in: Nassr Al-Baradoni, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: BT 2487

**Knubel, Justin Kenneth**

Numerische Untersuchungen zur Prozessführung beim flexiblen Auswalzen von T-Profilen  
Betreuer:in: Franziska Aign, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: BT 2486

**Feng, Jianing**

Abbildung von Haftreibung in der numerischen Simulation am Beispiel des Haftreibprüfstands  
Betreuer:in: Stefan Volz, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: BT 2485

**Simon, Tim Yannik**

Untersuchung von Einflussgrößen auf den Wärmeübergangskoeffizienten in der temperaturunterstützten Blechumformung  
Betreuer:in: Lukas Schell, M. Sc.; Erik Sellner, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: BT 2484

**Henning, Raphael Max**

Entwicklung einer passenden Schutzkapsel zur positionsgenauen Fixierung der Teile eines optischen Sensors bei seiner umformtechnischen Integration in Tragstrukturen  
Betreuer:in: Nassr Al-Baradoni, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: BT 2482

**Rojahn, Marvin**

Bewertung der Leistungsfähigkeit datengetriebener Ansätze zur Zustandsbewertung produktionstechnischer Prozesse unter Berücksichtigung der Performanz und des Berechnungsaufwandes am Beispiel der Verschleißprognose beim Stanzen  
Betreuer:in: Christian Kubik, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: BT 2480

**Laser, Max**

Implementierung und Untersuchung einer Center of Pressure basierten Regelung beim Tiefziehen auf einer 3D-Servo-Pressen  
Betreuer:in: Alexander Breunig, M. Sc.; Dirk Molitor, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: BT 2478

**Mackenrodt, Felix**

Qualifizierung eines doppeltwirkenden Keilgetriebes für paraffinbasierte Dehnstoffaktoren  
Betreuer:in: Thimo Germann, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: BT 2470

**Niekrawiec, Alexander**

Optimierung der Prozesskette zur Herstellung kehl-nahtgeschweißter Stegblechbauteile  
Betreuer:in: Simon Biffar, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: BT 2468

**Alajlan, Shehab**

Entwicklung einer Vorrichtung zur temporären Fixierung der Teile eines optischen Sensors bei seiner umformtechnischen Integration in Tragstrukturen  
Betreuer:in: Nassr Al-Baradoni, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: BT 2467

**Hinrichs, Frederik**

Aktivierung von Dehnstoffaktoren mittels gedruckter elektrischer Widerstände  
Betreuer:in: Thimo Germann, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: BT 2464

**Mubarak, Shafieulla**

Entwicklung einer Prüfmethode zur Bestimmung der mechanischen Festigkeit kollisionsgeschweißter Verbindungen  
Betreuer:in: Benedikt Niessen, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: BT 2462

**Pilca, Daniel-Erik**

Entwicklung und Bewertung neuer Konzepte zum Aufbringen einer Gegenkraft während Umformprozessen  
Betreuer:in: Wilhelm Schmidt, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: BT 2459

**Reich, Daniel Stephan Tobias**

Einfluss der Wärmebehandlung hochfester Aluminiumbleche auf die Blechoberfläche  
Betreuer:in: Lukas Schell, M. Sc.; PhD Ezgi Bütev Öcal  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: BT 2458

**Tran, Nhu Quynh Claudia**

Entwicklung einer Prüfmethode zur Charakterisierung von Bauteilen mit angepassten Wandstärken  
Betreuer:in: Janosch Günzel, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: BT 2455

**Wolf, Sascha**

Experimentelle Untersuchung des Einflusses der Probeneinspannung auf den Fügeprozess beim Kollisionsschweißen  
Betreuer:in: Benedikt Niessen, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: BT 2454

**Fendel, Niklas**

Entwicklung und Konstruktion einer Vorrichtung zum Laserschweißen von Aluminiumrohren  
Betreuer:in: Timon Suckow, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: BT 2453

**Steinmetz, Christine**

Simulationsgestützte Auslegung eines neuartigen, gekrümmten Paraffinaktors  
Betreuer:in: Simon Biffar, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: BT 2450

**Shegri, Mahmoud**

Verfestigung bei der mehrstufigen W-Temper-Umformung von hochfestem Aluminium  
Betreuer:in: Janosch Günzel, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: BT 2446

**Philippi, Nick**

Nanostrukturierung von Aluminium und 1.4404 für die Medizintechnik mittels Equal-Channel-Angular-Swaging  
Betreuer:in: Lukas Kluy, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: BT 2443

**Meik, Tobias Johannes Manuel**

Entwicklung und Inbetriebnahme eines Führungssystems zum Rollformen hochfester Aluminiumrohre  
Betreuer:in: Timon Suckow, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: BT 2438

**Khatib, Ahmad**

Experimentelle Untersuchung des Krageziehens von EN AW 7075-T6 mit lokaler Platinenerwärmung  
Betreuer:in: Erik Sellner, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: BT 2434

**Gabris, Paul**

Umsetzung von Dehnstoffaktoren in Gehäusen aus Aluminiumwerkstoff EN AW-7075  
Betreuer:in: Thimo Germann, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: BT 2432

**Wan, Lei**

Echtzeitfähige Bewertung des Halbzeugzustandes mittels multivarianter Analysemethoden am Beispiel des Scherschneidens  
Betreuer:in: Christian Kubik, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: BT 2431

**Xu, Cong**

Experimentelle Untersuchung eines Rundknetprozesses zur Herstellung von Metallmatrix Verbundmaterial  
Betreuer:in: Fansun Chi, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: BT 2423

**Schuster, Patrick**

Systematische Verschleißuntersuchung beim Walzprofilieren anhand sensorisch erfasster Prozessmessdaten  
Betreuer:in: Marco Becker, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2020  
Registriernummer: BT 2420

**Muscheid, Moritz**  
*Charakterisierung des Temperaturverhaltens von hochfestem Aluminium*  
 Betreuer:in: Janosch Günzel, M. Sc.;  
 Lukas Schell, M. Sc.  
 Erscheinungsjahr: 2020  
 Registriernummer: BT 2418

**Gregersen, Johannes Simon**  
*Auslegung und Bewertung neuartiger Strategien für das Ausstoßen bei Umformprozessen*  
 Betreuer:in: Wilhelm Schmidt, M. Sc.  
 Erscheinungsjahr: 2020  
 Registriernummer: BT 2417

**Affa Mohammed, Ahmed**  
*Experimentelle Untersuchung und Entwicklung von Temperaturmessmethoden für Aluminiumbleche*  
 Betreuer:in: Lukas Schell, M. Sc.  
 Erscheinungsjahr: 2020  
 Registriernummer: BT 2414

**Wu, Yuchao**  
*Konstruktion und Umsetzung eines Konzepts für die Werkzeugtemperierung auf einer Rundknetanlage*  
 Betreuer:in: Fansun Chi, M. Sc.  
 Erscheinungsjahr: 2020  
 Registriernummer: BT 2413

**Li, Si**  
*Optische Messungen in der Prozessüberwachung: Entwicklung eines Messsystems zur in-situ Analyse der Blechoberfläche bei kontaktgebundener Umformung im Streifenziehversuch*  
 Betreuer:in: Yutian Wu, M. Sc.  
 Erscheinungsjahr: 2020  
 Registriernummer: BT 2412

**Schellhaas, David**  
*Entwicklung und Erprobung einer Center of Pressure basierten Regelung von Tiefziehprozessen*  
 Betreuer:in: Alexander Breunig, M. Sc.  
 Erscheinungsjahr: 2020  
 Registriernummer: BT 2409

**Bart, Jonas**  
*Entwicklung und Umsetzung eines Prozesses zum Hochfrequenzschweißen (HF-Schweißen) von Rohren aus hochfestem Aluminium*  
 Betreuer:in: Timon Suckow, M. Sc.  
 Erscheinungsjahr: 2020  
 Registriernummer: BT 2408

**Asa, René Engin Kadir**  
*Verschweißen der hochfesten Aluminiumlegierung AA7075 mit anschließender Wärmebehandlung*  
 Betreuer:in: Timon Suckow, M. Sc.  
 Erscheinungsjahr: 2020  
 Registriernummer: BT 2407

**Iribarren Molina, Alejandro**  
*Konstruktion und Inbetriebnahme einer Abschreckvorrichtung für die Herstellung hochfester Aluminiumrohre mit gradierten Eigenschaften*  
 Betreuer:in: Timon Suckow, M. Sc.  
 Erscheinungsjahr: 2020  
 Registriernummer: BT 2404

**Huang, Tengjie**  
*Numerische Untersuchung der mikrostrukturellen Entwicklung eines thixotropen Materials mittels Finite-Diskrete-Element-Methode Simulation*  
 Betreuer:in: Fansun Chi, M. Sc.  
 Erscheinungsjahr: 2020  
 Registriernummer: BT 2403

**Zhu, Yifan**  
*Numerische Untersuchung der mechanischen Randbedingungen in einem warmen Rundknetprozess zur Herstellung von plattierten Stabverbundwerkstoffen*  
 Betreuer:in: Fansun Chi, M. Sc.  
 Erscheinungsjahr: 2020  
 Registriernummer: BT 2402

**Wolter, Max Friedrich**  
*Entwicklung eines geregelten Lochwalzwerkzeugs zum Einsatz auf einer konventionellen Drehmaschine*  
 Betreuer:in: Maximilian Knoll, M. Sc.  
 Erscheinungsjahr: 2020  
 Registriernummer: BT 2400

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

**Hunger, Lukas**  
*Potenzialabschätzung zur Prädiktion von Verschleiß und Komponentenausfällen durch sensorische Komponenten*  
 Betreuer:in: Nassr Al-Baradoni, M. Sc.  
 Erscheinungsjahr: 2021  
 Registriernummer: MT 2493

**Heller, Benjamin Wolfgang**  
*Benchmark unterschiedlicher Methoden zur Bestimmung des Wärmeübergangskoeffizienten für die temperaturunterstützte Blechumformung*  
 Betreuer:in: Lukas Schell, M. Sc.;  
 Erik Sellner, M. Sc.  
 Erscheinungsjahr: 2021  
 Registriernummer: MT 2491

**Gioia, Alessandro Isidoro**  
*Untersuchung des Schlupfverhaltens in der numerischen Simulation des Profilwalzens*  
 Betreuer:in: Stefan Volz, M. Sc.  
 Erscheinungsjahr: 2021  
 Registriernummer: MT 2483

**de Boer, Jeljer Jan**  
*Experimentelle und datengetriebene Parameterstudie zum Injection Stretch Blow Molding zur Erhöhung der Prozessgeschwindigkeit*  
 Betreuer:in: Richard Werner, M. Sc.  
 Erscheinungsjahr: 2021  
 Registriernummer: MT 2481

**Lyu, Fan**  
*Maschinelles Lernen in der Umformtechnik – Auslegung von Modellperformanzen durch Data-Augmentation*  
 Betreuer:in: Dirk Molitor, M. Sc.  
 Erscheinungsjahr: 2021  
 Registriernummer: MT 2479

**Wang, Chengjun**  
*Entwicklung und Konstruktion eines Platinen-Transfersystems für die Anwendung in der Aluminium-Warmumformung*  
 Betreuer:in: Erik Sellner, M. Sc.  
 Erscheinungsjahr: 2021  
 Registriernummer: MT 2477

**Lehmann, Valentin Klemens**  
*Optimierung eines optoelektronischen Messsystems und Messsystemanalyse im Filament Winding Prozess*  
 Betreuer:in: Richard Werner, M. Sc.  
 Erscheinungsjahr: 2021  
 Registriernummer: MT 2476

**Kuhn, Christoph**  
*Einsatz und Kalibrierung sensorischer Schmierstoffe zur Temperaturmessung in der Kaltmassivumformung*  
 Betreuer:in: Patrick Volke, M. Sc.  
 Erscheinungsjahr: 2021  
 Registriernummer: MT 2475

**Klemm, Carl Philipp**  
*Bestimmung der Schmierfilmdicke auf gekrümmten Oberflächen mittels fluoreszierender Schmierstoffe*  
 Betreuer:in: Patrick Volke, M. Sc.  
 Erscheinungsjahr: 2021  
 Registriernummer: MT 2474

**Breimann, Richard**  
*Auslegung und Umsetzung eines rechteckigen Dehnstofffaktors*  
 Betreuer:in: Thiemo Germann, M. Sc.  
 Erscheinungsjahr: 2021  
 Registriernummer: MT 2473

**Haaf, Julia Annette**  
*Methodische Entwicklung und Konstruktion eines funktionsangepassten Komplettschneiders für Tiefziehverpackungsmaschinen*  
 Betreuer:in: Nicola Jessen, M. Sc.  
 Erscheinungsjahr: 2021  
 Registriernummer: MT 2472

**Holzbeck, Andreas**  
*Benetzungsverhalten funktionaler Werkzeugoberflächen für die temperaturunterstützte Blechumformung*  
 Betreuer:in: Lukas Schell, M. Sc.  
 Erscheinungsjahr: 2021  
 Registriernummer: MT 2471

**Dietz, Norman**  
*Implementierung von Ziehstücken bei der Stegblechumformung mit starren Werkzeugen*  
 Betreuer:in: Simon Biffar, M. Sc.  
 Erscheinungsjahr: 2021  
 Registriernummer: MT 2469

**Hetfleisch, Ruben Helmut**  
*Entwicklung eines bildverarbeitenden Deep Learning Modells zur Identifikation von Prozesszuständen beim Stanzen*  
 Betreuer:in: Dirk Molitor, M. Sc.  
 Erscheinungsjahr: 2021  
 Registriernummer: MT 2466

**Yotov, Ognyan**  
*Maschinelles und tiefes Lernen in umformtechnischen Prozessen – Identifikation von Anwendungsszenarien und Performanzvergleich*  
 Betreuer:in: Dirk Molitor, M. Sc.  
 Erscheinungsjahr: 2021  
 Registriernummer: MT 2465

**Dong, Zheming**  
*Aufbau einer thermomechanisch gekoppelten FE-Simulation zum Tiefziehen mit lokaler Platinenerwärmung*  
 Betreuer:in: Erik Sellner, M. Sc.  
 Erscheinungsjahr: 2021  
 Registriernummer: MT 2463

**Ye, Hongyi**  
*Entwicklung eines analytischen Modells zur Vorhersage der Prozessgrenzen beim flexiblen Rollstücken*  
 Betreuer:in: Tianbo Wang, M. Sc.  
 Erscheinungsjahr: 2021  
 Registriernummer: MT 2461

**Li, Pei**  
*Optimierung eines Warmumformprozesses für gradierte hochfeste Aluminiumteile durch thermomechanische Simulation*  
 Betreuer:in: PhD Ezgi Bütev Öcal  
 Erscheinungsjahr: 2021  
 Registriernummer: MT 2460

**Peichl, Tobias**  
*Inbetriebnahme und numerische Modellierung eines Prüfstands für die Ermittlung von Wärmeübergangskoeffizienten*  
 Betreuer:in: Erik Sellner, M. Sc.  
 Erscheinungsjahr: 2021  
 Registriernummer: MT 2457

**Ambaye, Abraham**

*Sensitivitätsanalyse numerischer und prozessseitiger Einflussgrößen beim Kragenziehen mit lokaler Platinenerwärmung*  
Betreuer:in: Erik Sellner, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: MT 2456

**Johannsen, Timo**

*Robuste Umsetzung einer Prozesskette zur Herstellung hochfester Aluminiumrohre*  
Betreuer:in: Timon Suckow, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: MT 2452

**Barwig, Manuel**

*Prozesssimulation für die Nanostrukturierung von Titan für medizinische Implantate mittels Equal-Channel-Angular-Swaging*  
Betreuer:in: Lukas Kluy, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: MT 2451

**Yigit, Yakup**

*Gesamtbetrachtung des Herstellungsprozesses für hochfeste Aluminiumrohre hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Ressourceneffizienz*  
Betreuer:in: Timon Suckow, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: MT 2449

**Krieg, René**

*Aufbau eines KI-gestützten Modells zur Vorhersage schwankender Prozessparameter beim Scherschneiden*  
Betreuer:in: Christian Kubik, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: MT 2448

**Shen, Jiahao**

*Klassifizierung und Prognose von Prozesszuständen beim Rollformen mithilfe Künstlicher Intelligenz*  
Betreuer:in: Marco Becker, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: MT 2447

**Depta, Peter Benedikt**

*Konzeption und Konstruktion eines automatisierten Spaltprofiliergerüsts*  
Betreuer:in: Tianbo Wang, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: MT 2445

**Kohl, Fabian**

*Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von temperaturunterstützten Prozessrouten zur Umformung von hochfestem Aluminium*  
Betreuer:in: Janosch Günzel, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: MT 2444

**Böss, Simon**

*Optimierung der Energieeffizienz beim Rollformen durch Implementierung und Bewertung von Geschwindigkeitssensorik*  
Betreuer:in: Marco Becker, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: MT 2442

**Kokozinski, André**

*Werkstoffmodellierung zur Nanostrukturierung von Titan für medizinische Implantate mittels Equal-Channel-Angular-Swaging*  
Betreuer:in: Lukas Kluy, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: MT 2441

**Leng, Yuchen**

*Auslegung eines Verschleißversuchs zur Abbildung der Verschleißentwicklung im Abstreckprozess*  
Betreuer:in: Yutian Wu, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: MT 2440

**Ahmad, Hassan**

*Untersuchung vorkonditionierter Halbzeuge für die Umformung hochfester Aluminiumlegierungen*  
Betreuer:in: Janosch Günzel, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: MT 2439

**Fawaro, Andreas**

*Entwicklung einer Wäremrückführung in einer Prozesskette zur Herstellung von hochfesten Aluminiumrohren*  
Betreuer:in: Timon Suckow, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: MT 2437

**Löffler, David Julian**

*Entwicklung eines Elektromotordemonstrators mit austauschbaren Permanentmagneten*  
Betreuer:in: Fansun Chi, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: MT 2435

**Bergmann, Jacqueline**

*Entwicklung einer Gesamtprozesskette für die mehrstufige, temperaturunterstützte Umformung von hochfestem Aluminium*  
Betreuer:in: Janosch Günzel, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: MT 2433

**Knauer, Sebastian Michael**

*Untersuchung der Leistungsfähigkeit von Low-Cost Sensorik zur Erfassung von Kraft-Weg Verläufen in schnelllaufenden Stanzprozessen*  
Betreuer:in: Christian Kubik, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: MT 2430

**Emele, Michael**

*Experimentelle Untersuchung der Werkzeugverschmierung für die Umformung hochfester Aluminiumbleche*  
Betreuer:in: Lukas Schell, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: MT 2429

**Ocmanova, Julia**

*Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des Stanzlochwalzens – Analyse und Bewertung von Anwendungsgebieten*  
Betreuer:in: Maximilian Knoll, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: MT 2428

**Löw, Robin**

*Untersuchungen zum Einfluss schwankender Prozessparameter auf die mechanischen und magnetischen Eigenschaften stanzpaketierter Ringblechpakete*  
Betreuer:in: Philipp Gehring, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: MT 2427

**Despot, Cora**

*Numerische Untersuchung der Wirbelstromverluste stanzpaketierter Ringblechpakete*  
Betreuer:in: Daniel Martin, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: MT 2426

**Thein, Johannes**

*Entwicklung und Konstruktion eines sensorischen Tiefziehwerkzeugs zur Anwendung auf einer 3D-Servo-Press*  
Betreuer:in: Alexander Breunig, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: MT 2425

**Turic, Adel**

*Erweiterung der Prozessgrenzen beim flexiblen Rollstücken durch werkzeugseitige Optimierungen*  
Betreuer:in: Tianbo Wang, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: MT 2424

**Brendel, Max**

*Industrielle Prozessanalyse zur Erhöhung der OEE einer automatisierten Stanzzelle*  
Betreuer:in: Christian Kubik, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: MT 2422

**Schumann, Philipp**

*Modellvalidierung zur Definition der Bearbeitungsparameter bei Bearbeitung technischer Oberflächen mittels maschinellem Oberflächenhämmern und Implementierung einer Benutzeroberfläche*  
Betreuer:in: Peter Sticht, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2021  
Registriernummer: MT 2421

**Piontek, Sebastian**

*Prozesssimulation und Inline-Prozessüberwachung für die Nanostrukturierung von Titan-Implantaten mittels Equal-Channel-Angular-Swaging*  
Betreuer:in: Lukas Kluy, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2020  
Registriernummer: MT 2419

**Thoma, Franz-Christian**

*Bestimmung der Prozessgrenzen beim flexiblen Rollstücken*  
Betreuer:in: Tianbo Wang, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2020  
Registriernummer: MT 2416

**Güngör, Burcu**

*Numerische Untersuchung des Einflusses der relativen Längsdehnungsverteilung auf die Profilgeradlinigkeit beim Walzprofilieren*  
Betreuer:in: Tianbo Wang, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2020  
Registriernummer: MT 2415

**Jessen, Nicola**

*Konstruktive Entwicklung eines Werkzeugs zum Einsatz von Dampf bei der Umformung faserbasierter Werkstoffe*  
Betreuer:in: Julian Mushövel, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2020  
Registriernummer: MT 2411

**Wächter, Andreas**

*Energieeffizienz in der Produktion nanostrukturierter Titanimplantate im kontinuierlichen Equal-Channel-Angular-Swaging Prozess*  
Betreuer:in: Lukas Kluy, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2020  
Registriernummer: MT 2410

**Steinberg, Noah**

*Maschinelles Oberflächenhämmern höherfester Werkzeugwerkstoffe mit Konstruktion und Inbetriebnahme eines neuartigen Hämmersystems*  
Betreuer:in: Peter Sticht, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2020  
Registriernummer: MT 2406

**Dörsam, Sven Nicolas**

*Untersuchung eines Stauchprozesses zur Herstellung von Bauteilen mit angepassten Wandstärken*  
Betreuer:in: Janosch Günzel, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2020  
Registriernummer: MT 2401

**Klein, Philipp**

*Entwicklung eines analytischen Modells zur Beschreibung von Produkteigenschaften beim Stanzlochwalzen*  
Betreuer:in: Maximilian Knoll, M. Sc.  
Erscheinungsjahr: 2020  
Registriernummer: MT 2399

11/2020–10/2021  
11/2020–10/2021



*Institutsleben*  
*Live at the Institute*



## Im Gespräch mit neuen Mitarbeiter:innen

### Interview with New Staff Members



Christian Thoma

#### Wenn du drei geschichtliche Personen zum Essen einladen könntest, welche wären das?

Ich würde Thomas Alva Edison zum Essen einladen, weil es bewundernswert ist, in wie vielen bahnbrechenden Entwicklungen er seine Ideen einbrachte, aber auch wie er „das Erfinder sein“ mit seinem Anspruch als Unternehmer unter einen Hut brachte. Auch Moritz Hermann von Jacobi würde ich gerne näher kennenlernen, denn er wird meiner Meinung nach stark unterschätzt. Er entwickelte die ersten praxistauglichen Elektromotoren. Diese sind aus den heutigen Maschinen – auch in der Umformtechnik – nicht mehr wegzudenken. Als dritten würde ich Zefram Cochrane einladen. Ach, nein! Das liegt ja noch 40 Jahre in der Zukunft.

#### Wo würdest du am liebsten an einer Konferenz teilnehmen?

Schön wäre eine Konferenz auf einer tropischen Insel, wie in der Karibik. Leider ist die Anreise dorthin nicht gerade die umweltfreundlichste.

#### Welche Aufgaben gelingen dir wie von selbst?

Es gelingt mir wie von selbst mich in ein interessantes Thema zu vertiefen und einzuarbeiten.

#### Bist du ein Gefühls- oder ein Kopfmensch?

Obwohl es diese Schwarz-Weiß-Kategorisierung in der Realität nicht gibt, sehe ich mich eher als Kopfmensch, der versucht seine Entscheidungen immer gut logisch zu durchdenken.

#### Welchem Hobby gehst du nach?

Ich jogge regelmäßig und wenn es die Zeit erlaubt, fahre ich Mountainbike. Das sind meine sportlichen Hobbys, die für mich einen Ausgleich zum Arbeitsalltag bilden. Darüber hinaus betätige ich mich gerne als Heimwerker und bin auch audiophil unterwegs, mit dem Ziel Musik möglichst naturgetreu wiederzugeben.

#### If you could invite three historical persons to dinner, which ones would they be?

I would invite Thomas Alva Edison to dinner because it's amazing how many groundbreaking developments he put his ideas into, but also how he reconciled "being an inventor" with his ambition as an entrepreneur. I would also like to get to know Moritz Hermann von Jacobi better, because I think he is greatly underestimated. He developed the first workable electric motors. It is impossible to imagine today's machines – including those in forming technology – without them. The third one I would invite would be Zefram Cochrane. Oh, no, that's still 40 years in the future.

#### Is there a place you'd most like to attend a conference?

It would be nice attend a conference on a tropical island, like in the Caribbean. Unfortunately, getting there is not exactly the most environmentally friendly

#### Which tasks do you succeed at easily?

It is easy for me to immerse myself in an interesting topic and to familiarize myself with it.

#### Are you more of an emotional person or a rational person?

Although there is no such black and white classification in reality, I rather see myself more as a head person who always tries to logically think out his decisions.

#### What are your hobbies?

I enjoy running regularly, and if time permits, I go mountainbiking. These are my sporting hobbies, which provide me with a balance to my everyday working life. In addition, I like to do DIY and am also an audiophile, with the goal of reproducing music as true to life as possible.

#### Gefällt es dir hier am PtU?

Auf jeden Fall. Ich mag die wissenschaftlichen Möglichkeiten, die Kreativität und die Arbeitsatmosphäre hier. Außerdem sind die Kolleg:innen sehr nett und hilfsbereit, besonders für mich als neue ausländische Mitarbeiterin. Es gibt auch kleine Dinge, die mich sehr erfreuen, wie Geburtstagskarten, Kuchen und Grillpartys. All das gibt mir das Gefühl, dass wir eine große Familie sind. Ich bin nicht allein am PtU, und auch nicht in Deutschland.

#### Du hast deinen Master hier an der TU Darmstadt gemacht, bist also seit 3 Jahren in Deutschland.

#### Musstest du dich großartig umstellen? Was sind die größten Unterschiede im Vergleich zu deinem Heimatland?

Ja, es gibt große kulturelle Unterschiede zwischen Deutschland und China, vor allem beim Essen, an das ich mich noch gewöhnen muss. Als ich im Master-Studium war, war es offensichtlich, dass deutsche Studierende eine größere Unabhängigkeit und mehr praktische Fähigkeiten haben als wir chinesischen Studierenden. Daher musste ich mich anpassen und mich verbessern, um mein Masterstudium erfolgreich abzuschließen. Als ich wissenschaftliche Mitarbeiterin am PtU wurde, fühlte ich mich noch mehr gefordert, weil ich die Verantwortung für ein gesamtes Projekt übernehmen und gleichzeitig Studierende betreuen musste. Das ist auch ein bisschen anders als bei einem Doktoranden in China. Aber ich glaube auch, dass je mehr man tut, desto mehr profitiert man auch davon.

#### Woran arbeitest du im Moment hier am PtU?

Im Moment geht es in meinem Projekt um die simulative Modellierung von Papierinhomogenitäten. Die Papierformung ist auch ein relativ neues Thema am PtU, daher ist es eine Herausforderung und macht Spaß.

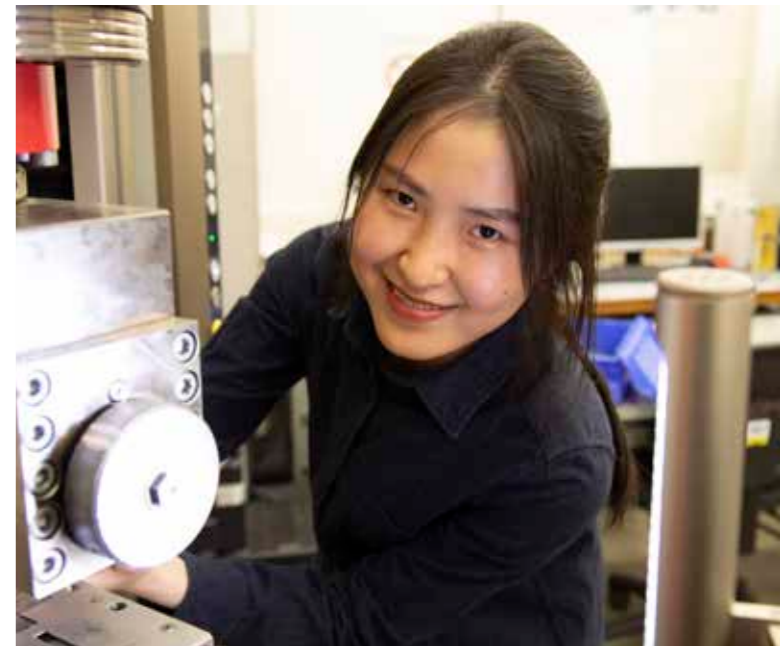
#### Was wirst du am meisten vermissen, wenn du nach China zurückkehrst?

Ich möchte diese Frage eigentlich nicht beantworten – heißt das, dass du mich nicht zum Bleiben einlädst? Na gut, das war nur ein Scherz.

Ich denke, ich werde alles vermissen, die frische Luft, die schöne Landschaft und die freundlichen Kollegen. Was ich jetzt tun möchte, ist, meine Arbeit gut zu machen, mehr Freunde zu finden und das Leben zu genießen.

#### Do you like it here at PtU?

Absolutely. I like the academic capacity, creativity and working atmosphere here. In addition, the colleagues are very nice and helpful, especially to me as a new foreigner employee. There are also little things that make me feel warm, like birthday cards and cakes, BBQ parties. All these make me feel that we are one big family. I am not alone at PtU, and in Germany as well.



Yuchen Leng

#### You did your Master here at TU Darmstadt, so you have been in Germany for 3 years now.

#### Did you have to make a big adjustment? What are the main differences compared to your home country?

Yes, there are big cultural differences between Germany and China, especially the food differences, which I am still getting used to. When I was a master's student, it was obvious that German students have better independence and practical skills than we Chinese students. Therefore, I had to make adjustments and improve myself in order to complete my master's program. When I became an assistant researcher at PtU, I felt even more stressed because I had to take responsibility for the whole project and supervise students at the same time. This is also a little different from a PhD student in China. But I also believe that the more you do, the more you get out of it.

#### What are you working on at the moment, here at PtU?

Now my project is about simulative modeling of paper inhomogeneities. Paper forming is also a relatively new topic at PtU, so it is challenge and fun.

#### What do you think you will miss most when you go back to China?

I don't really want to answer that question – does that mean you're not inviting me to stay? All right, I'm just kidding. I think I will miss everything, the fresh air, the beautiful scenery and the friendly colleagues. What I want to do now is to do my job well, make more friends and enjoy life.



David Löffler

**Gibt es eine Erfahrung, die dein Leben nachhaltig verändert hat?**

Die Erfahrung mich mit dem Fahrrad fortzubewegen macht mich jedes Mal aufs Neue glücklich und verändert mein Leben zusätzlich im Sinne der Nachhaltigkeit.

**Bist du ein Gefühls- oder ein Kopfmensch?**

Ich würde mich eher, wie vermutlich viele Maschinenbauer, auf der Kopfmensch-Seite sehen. Ich glaube aber, dass es mir und auch dem Maschinenbau guttun würde, auch öfter die Seite des empathischen Gefühlsmenschen einzunehmen.

**Was ist der Schlüssel, um am PtU glücklich zu sein?**

Ich habe mehrere. Hier eine Auswahl:

- Struktur in den Arbeitsalltag bringen
- Den Perfektionismus auch ab und zu zurückstellen
- Kaffeepause mit Kolleg:innen genießen

**Is there an experience that has changed your life deeply?**

The experience of getting around by bike makes me happy every time and additionally changes my life in terms of sustainability.

**Are you more of an emotional or a rational person?**

Like many mechanical engineers, I would tend to see myself on the side of the head person. However, I believe that it would be good for me and also for mechanical engineering to take the side of the empathetic emotional person more often.

**What is the key to being happy at the PtU?**

I have several. Here is a selection:

- Bring structure into the daily work routine
- Putting perfectionism on the back burner every now and again
- Enjoying coffee breaks with colleagues

**Hallo Ezgi, wie geht es dir?**

**Du bist Ende vorigen Jahres zu uns gestoßen und machst gerade dein Postdoc, richtig? Gefällt es dir hier am PtU?**

Hallo, Erwin. Ja, mir gefällt es sehr gut hier. Es ist jetzt auch schon ein Jahr her, dass ich nach Deutschland gekommen bin. Ich bin sehr froh, hier zu sein. Meine Kolleg:innen sind sehr hilfsbereit und freundlich. Ich hatte keine Probleme, mich an das Leben in Deutschland und die Arbeit am PtU zu gewöhnen.

**Was ist deine Aufgabe hier am PtU?**

**Woran arbeitest du im Moment?**

Ich arbeite seit Oktober 2020 als Post-Doc-Forscherin. Meine aktuelle Aufgabe beim PtU ist das Allegro Projekt. (Hochleistungsbau-teile aus Aluminiumlegierungen durch ressourcenoptimierte Prozesstechnologien). Das Projekt zielt auf die prozessintegrierte Herstellung von Bauteilen aus der hochfesten Aluminiumlegierung EN AW-7075 mit lokal angepassten Eigenschaften für eine optimale Funktionsleistung.

Außerdem bin ich zusammen mit meinem Kollegen Daniel Martin für das Metallographie Labor verantwortlich.

**Du hast in Ankara Materialwissenschaften studiert, richtig? Deine Sicht- und Herangehensweise ist sicher etwas anders als die der „Umformer:innen“?**

Ja. Ich habe an der Fakultät für Metallurgie und Werkstofftechnik der Middle East Technical University (METU) in Ankara, Türkei, studiert. Meine bisherigen Forschungsgebiete sind die Herstellung von metallischen Verbundwerkstoffen, z. B. Titan-Magnesium-Verbundwerkstoffe, die Herstellung von porösen Titanlegierungen und deren Oberflächenbeschichtung. Außerdem interessiere ich mich für die Charakterisierung von Werkstoffen mit verschiedenen Techniken wie dem Rasterelektronenmikroskop (REM), der Röntgenbeugungsanalyse (XRD) und der mechanischen Charakterisierung. Aus der Sicht eines Werkstoffingenieurs bringe ich hier an der PtU meine Erfahrungen und mein Wissen sowohl für die Entwicklung des PtU als auch für meine akademische Karriere ein. Ich glaube, dass die Arbeit im Fachbereich Maschinenbau meine Perspektive verändern wird, und ich hoffe, dass ich zur Entwicklung des PtU aus wissenschaftlicher Sicht beitragen kann.

**Hello Ezgi, how are you doing? You joined us at the end of last year and are currently doing your postdoc, right? Do you like it here at PtU?**

Hello, Erwin. Yes, I like it here very much. It's also been a year now since I came to Germany. I am very happy to be here. My colleagues are very helpful and friendly.

I had no problems to get used to the life in Germany and the work at PtU.

*Im Gespräch mit neuen Mitarbeiter:innen  
Interview with New Staff Members*



Dr.-Ing. Ezgi Bütev Öcal

**What is your job here at PtU? What are you working on at the moment?**

I have been working as a post-doctoral researcher since October 2020. My current task at PtU is the Allegro project. (High performance aluminum alloy components through resource optimized process technologies). The project aims at process-integrated manufacturing of components made of the high-strength aluminum alloy EN AW-7075 with locally adapted properties for optimal functional performance.

I am also responsible for the metallography laboratory together with my colleague Daniel Martin.

**You studied materials science in Ankara, right? Your view and approach is certainly a bit different from that of the “forming people”?**

Yes. I studied at the Faculty of Metallurgy and Materials Engineering at Middle East Technical University (METU) in Ankara, Turkey. My previous research areas are the fabrication of metallic composites, such as titanium-magnesium composites, the fabrication of porous titanium alloys and their surface coatings. I am also interested in the characterization of materials using various techniques such as scanning electron microscope (SEM), X-ray diffraction (XRD) analysis, and mechanical characterization. From the perspective of a materials engineer, I am contributing my experience and knowledge here at PtU for both the development of PtU and my academic career. I believe that working in the Department of Mechanical Engineering will change my perspective, and I hope to contribute to the development of PtU from a scientific perspective.

## Im Gespräch mit neuen Mitarbeiter:innen Interview with New Staff Members



Benedikt Depta

### Was tust du, um Stress in den Griff zu bekommen?

Ich versuche einen Ausgleich zu finden und keinen Stress mit in den Feierabend zu nehmen. Einen guten Ausgleich finde ich mit meinen Hobbys, zum Beispiel Rad- oder Skifahren.

### Was sind die ungeschriebenen Gesetze deines Arbeitsplatzes?

- Gemeinsames Mittagessen in der Mensa zur Öffnung um 11:15 Uhr
- Warte nicht zu lang mit einem ordentlichen Einstand

### Wie ist die Stimmung am PtU? Macht ihr gemeinsam etwas nach Feierabend oder am WE? Hilft man sich untereinander?

Die Stimmung ist sehr gut!

Wir machen öfters etwas nach Feierabend und treffen uns in kleineren Abteilungsrunden. Dadurch, dass viele Mitarbeiter:innen in einem ähnlichen Alter sind, verstehen wir uns sehr gut und können uns auch gut über alltägliche Dinge austauschen.

### What do you do to manage stress?

I am trying to find a balance and not to take stress with me into the evening. I find a good balance with my hobbies, for example cycling or skiing.

### What are the unwritten laws of your job?

- Lunch together in the canteen for opening at 11:15 a.m.
- Don't wait too long to make a proper debut

### What is the atmosphere like at PtU? Do you do anything together after work or on the weekends? Do you help each other?

The atmosphere is very good!

We often do something after work and meet in smaller groups. The fact that many employees are of a similar age means that we get along very well and can also talk about everyday things.

### Sprichst du noch weitere Sprachen außer deutsch und englisch?

Meine Muttersprache ist Türkisch. Aber ich denke mein Deutsch ist besser als mein Türkisch, seit ich im Kindergarten Deutsch gelernt habe und in der Schule mehrere Deutschkurse besuchen musste. Ich spreche auch noch einige Sätze Portugiesisch, weil ich während meines Studiums in Brasilien war. Aber ich denke, dass das schon nicht mehr als weitere Sprache zählt.

### Was ist momentan wichtiger für dich: Theorie oder Praxis?

Mein Hintergrund ist eher praxisorientiert. Meine Familie ist schon seit je her eher praktisch als theoretisch veranlagt, deshalb war auch ich während meiner Schulzeit viel mehr im Bereich Praxis unterwegs. Auch wenn seit Beginn meines Studiums der theoretische Anteil stetig steigt, ist für mich auch während meiner Promotion am PtU der Praxisteil wichtiger.

### Wofür bist du hier am PtU besonders dankbar?

Ich bin dankbar dafür, dass ich am PtU mitentscheiden kann, an welchen Projekten und Themen ich arbeite. Die Richtung meiner Dissertation und Projekte kann ich selber mitgestalten, wofür ich besonders dankbar bin.

### Do you speak any other languages besides German and English?

My mother tongue is Turkish. But I think my German is better than my Turkish since I learned German in kindergarten and had to attend several German courses in school. I also speak a few sentences of Portuguese because I was in Brazil during my studies. But I think that already doesn't count as another language.

### What is more important for you at the moment: theory or practice?

My background is rather practical. My family has always been more practical than theoretical, so I was also much more into practice during my school years. Even though the theoretical part has been steadily increasing since the beginning of my studies, the practical part is more important for me, even during my PhD at PtU.

### What are you most grateful for here at PtU?

I am grateful that I have a part in deciding which projects and topics I work on at PtU. I can determine the direction of my dissertation and projects myself, for which I am particularly grateful.



Burcu Güngör



Andre Kokozinski

**Gibt es einen neuralgischen Punkt in deinem Leben, der dich zur wissenschaftlichen Arbeit geführt hat?**

Meine Bachelorarbeit. Hier hatte ich zum ersten Mal Kontakt mit dem wissenschaftlichen Arbeiten an einem Institut. Das hat mir damals unheimlich viel Spaß gemacht und seitdem hatte ich die Idee zu promovieren.

**Worauf freust du dich in der Woche am meisten?**

Das kann man nicht so pauschal beantworten. Jede Woche ist anders und hat eigene Highlights. Besondere Highlights sind immer die Versuche an den Anlagen.

**Was inspiriert dich an der Arbeit in der Forschung am meisten?**

Neues zu entdecken und die Möglichkeit eigene Fragen zu verfolgen und im besten Falle zu beantworten.

**Bei welchen Tätigkeiten vergisst du die Zeit?**

Beim Fahrradfahren

**Is there a neuralgic point in your life that led you to scientific work?**

My bachelor thesis! Here I had my first contact with scientific work at an institute. At that time I enjoyed it very much and then I had the idea of doing my PhD.

**What are you most looking forward to during the week?**

You can't give a general answer. Every week is different and has got its own highlights. Special highlights are always the trials at the machines.

**What inspires you most about working in research?**

Discovering new things and the opportunity to pursue and, in the best case, answer your own questions.

**Which activities makes you forget time?**

Riding a bicycle

**Wovor hast du am meisten Respekt hier am PtU?**

Vor dem hohen Grad an Selbstständigkeit. Das bringt viele Freiheiten, aber auch täglich viele neue Herausforderungen mit sich. Es dauerte für mich ein bisschen, meinen Weg zu finden und ich bin damit sicher noch nicht fertig.

**Welche drei Dinge sind dir als WiMi aktuell am wichtigsten?**

Das finde ich schwer zu beantworten, denke aber, dass für mich an erster Stelle der ehrliche Austausch mit Kolleg:innen und Studierenden steht. Das ist mir am wichtigsten, um Neues zu lernen.

An zweiter Stelle kommt bei mir sicher die Möglichkeit, meine Ideen in kleineren oder größeren Forschungsreihen umzusetzen, also Experimente durchzuführen.

Als Drittes ist hier Anpassungsfähigkeit zu nennen. Es kommt doch häufiger vor, dass etwas nicht so läuft wie geplant, da ist es gut, spontan und flexibel reagieren zu können.

**Was gefällt dir an deinem Beruf besonders?**

Ich schätze die kreative Arbeit sehr. Wir haben viele Freiheiten und gerade in der Forschung mit Papier darf ich sehr viel ausprobieren. Der Austausch mit Kolleg:innen, Mitarbeitenden anderer Forschungseinrichtungen und Studierenden ist für mich einer der spannendsten Aspekte meiner Arbeit, bei dem ich sehr viel lernen darf.

**What is it you have the most respect for here at PtU?**

It's the high level of independence. That comes with a lot of freedom, but also many new challenges every day. It took me a bit to find my way and I'm certainly not done with it yet.

**What three things are currently most important to you as a WiMi?**

I find it difficult to answer this question, but I think that the most important thing to me is the open exchange with colleagues and students. That really is the most important thing for me to get to know new things.

In second place for me is certainly the opportunity to bring my my ideas to life in smaller or larger research series, i.e. to conduct experiments.

The third thing to mention here is adaptability. It happens quite often that things do not go as planned, so it's good to be spontaneous and flexible.

**What do you particularly like about your job?**

I really appreciate working creatively. We have a lot of freedom and, especially in research with paper, I have the chance to try out a lot of things. The exchange with colleagues, employees of other research institutions and students is one of the most exciting aspects of my work, where I can learn a lot.



Nicola Jessen

## Im Gespräch mit neuen Mitarbeiter:innen Interview with New Staff Members



Philipp Schumann

### Als WiMi, würdest du lieber extrem intelligent sein oder extrem gut mit Menschen umgehen können?

Ich denke, sowohl in einer derart stark vernetzten Welt, wie auch im PtU-Kosmos, kann besonders das soziale Miteinander häufig das Zünglein an der Waage spielen. In reger Diskussion entstehen meist die besten Ideen. Communication is the key!

### Was war der beste Ratschlag, den du hier am Institut je erhalten hast?

Wöchentlich mindestens 30 Minuten für liegengebliebene oder aufgeschobene Arbeiten einplanen. Meist sind diese jedoch schnell und mit mehr Vergnügen als erwartet abgearbeitet!

### Wurdest du gut empfangen und gut eingeführt?

Das lief bei meiner Anstellung im Februar durch die geltenden Kontaktbeschränkungen natürlich noch anders als die vergangenen Jahre. Entsprechend war der Einstieg per Remote bilateral etwas holprig und auch für Kleinigkeiten war nicht sofort der Bürokollege parat. Dennoch wurde mir geholfen, wo es nur ging, so dass das Einarbeiten möglichst reibungslos erfolgte.

### As a research assistant, would you rather be extremely intelligent or extremely good with people?

I think that in such a strongly networked world, as well as in the PtU cosmos, social interaction can often tip the scales. The best ideas usually emerge from lively discussion. Communication is the key!

### What was the best advice you ever got here at the PtU?

Allow at least 30 minutes per week for work that has been left undone or postponed. However, these are usually completed quickly and with more pleasure than expected!

### Were you well received and well introduced?

When I was hired in February, the contact restrictions in place meant that things were of course different from previous years. Accordingly, the start via remote bilateral was a bit bumpy and even for small things the office colleague was not immediately ready. Nevertheless, I was helped wherever possible, so that the familiarization process went as smoothly as possible.

### Was wolltest du werden, als du klein warst?

Als Kind wollte ich Bundeskanzler werden. Das Interesse ist mit meinem besseren Verständnis von Politik aber sehr schnell wieder abgeflacht. In einem Wahlpflichtfach der Mittelstufe habe ich später dann technisches Zeichnen belegt, womit mein Interesse für Technik und Ingenieurwissenschaften früh geweckt war. Im Anschluss habe ich mein Abitur auf einem technischen Gymnasium mit der Fachrichtung Metalltechnik gemacht. Der Schritt zum Maschinenbaustudium stand somit für mich bereits sehr früh fest.

### Welche Interessen hast du neben deiner Arbeit?

In meiner Freizeit bin ich sportlich viel und abwechslungsreich unterwegs. Das bedeutet: Ich fahre sehr gerne Fahrrad oder wandere im Urlaub in den Bergen. Unter der Woche trainiere ich abends mit einigen Kollegen mehrmals pro Woche an der Cross-Trainingsanlage im Hochschulstadion. Hier arbeiten wir mit unserem eigenen Körpergewicht und versuchen durch ausgewogene aber intensive Übungen unsere Ausdauer, Schnelligkeit und Beweglichkeit zu steigern; allesamt Fähigkeiten die wir als WiMi bestens gebrauchen können. (Lachen)

### Hast du ein verborgenes Talent?

Meine Eltern haben vor 20 Jahren unser Haus mit einem großen Anteil an Eigenarbeit gebaut. Während dieser Zeit habe ich meinem Vater bei vielen unterschiedlichen Projekten unterstützt und auch sehr viel lernen können. Auch habe ich während der Sommerferien bei unserem ortsansässigen Maler mehrerer Wochen als Schüler gearbeitet. Also, wenn man über ein verborgenes Talent sprechen kann, ist es wohl mein handwerkliches Geschick. (Lachen)

### What did you want to be when you were a child?

When I was a kid, I wanted to be the German chancellor. However, the interest died down very quickly with my better understanding of politics. Later, I took technical drawing as an elective subject in middle school, which sparked my interest in technology and engineering at an early age. Subsequently, I graduated from a technical high school with a major in metal technology. The step towards studying mechanical engineering was therefore already decided for me at a very early stage.

### What interests do you have besides your work?

In my free time I do a lot of different sports. That means: I really enjoy cycling or hiking in the mountains on vacation. During the week, I train with some colleagues several times a week in the evenings at the cross-training facility in the university stadium. Here we work with our own body weight and try to increase our endurance, speed and agility through balanced but intensive exercises; all skills that we as WiMi can put to good use. (laughter)



Viktor Arne

### Do you have any hidden talent?

Twenty years ago, my parents built our house with a large amount of their own work. During this time I have supported my father in many different projects and also learned a lot. I also worked as a student for our local painter for several weeks during the summer vacations. So, if you can talk about a hidden talent, I guess it's my craftsmanship. (Laughter)



Christoph Kuhn

**Welche Eigenschaft fällt dir an anderen Menschen als erste auf?**  
Das ist schwierig zu beantworten und nicht zu pauschalisieren bei der Vielzahl an Menschen sowie deren facettenreichen Eigenschaften. Um trotzdem eine herauszugreifen, würde ich sagen, dass Neugierde mit als erstes auffällt. Dadurch, dass neugierige Menschen wissbegierig sind und dies auch mit Interesse und einer Vielzahl an Fragen kommunizieren. Darüber hinaus ist dies wahrscheinlich auch eine der wichtigsten Eigenschaften um in der Forschung zu arbeiten.

**Was macht für Dich ein Genie aus?**

Als Genie würde ich Menschen bezeichnen, die mit ihren einzigartigen Leistungen, in verschiedensten Lebensbereichen, das Leben ganzer Generationen beeinflussen bzw. sie inspirieren. Exemplarisch Mozart, Da Vinci oder Timon Suckow.

**Was ist das Beste an deiner Tätigkeit als WiMi?**

Da würde ich drei Dinge nennen: Als erstes die Möglichkeit, selbstständig und mit eigenen Ideen ein Forschungsprojekt zu betreuen und zu gestalten. Dann natürlich, das Kollegium, das einem stets mit Rat und Tat zur Seite steht. Und natürlich die Kaffeemaschine, die den ein oder anderen längeren Arbeitstag rettet.

**What is the first characteristic you notice in other people?**

That is difficult to answer and cannot be generalized in view of the large number of people and their multifaceted characteristics. Nevertheless, to pick out one, I would say that curiosity is the first thing that stands out. Curious people are inquisitive and communicate this with interest and a variety of questions. In addition, this is probably one of the most important qualities for working in research.

**What defines a genius for you?**

I would call people geniuses who influence the lives of entire generations or inspire them with their unique achievements in various areas of life. For example Mozart, Da Vinci or Timon Suckow.

**What is the best thing about your job as WiMi?**

I would name three things: First, the opportunity to independently supervise and design a research project with your own ideas. Then, of course, the colleagues, who are always there to help and advise. And of course, the coffee machine, which saves the one or other long working day.

**Was ist deine derzeitige Tätigkeit? Woran arbeitest du gerade?**  
Ich arbeite aktuell daran, grundlegende Zusammenhänge zwischen Prozessparametern und Profilfehlern beim Rollformen zu ermitteln. Hierzu müssen verschiedene FEM Simulationen aufgebaut und mit Experimenten verglichen werden. Langfristig möchte ich ein Verständnis für die Zusammenhänge entwickeln und darauf aufbauend Rollformprozesse regeln, um die Produktgüte zu erhöhen und nachhaltiger produzieren zu können.

**Wenn du nicht Maschinenbau studiert hättest, was hättest du dann gemacht?**

Vermutlich hätte ich Architektur oder Bauingenieurwesen studiert. Nach dem Abitur habe ich lange überlegt, welches Studium ich machen möchte. Letztendlich habe ich mich aber für den Maschinenbau entschieden, da ich hier das größte Zukunftspotential und ein riesiges Anwendungsfeld gesehen habe. Ich wurde nicht enttäuscht.

**Stell dir vor, du wärst Profisportler. Welche Musik würde im Hintergrund spielen, wenn du das Spielfeld betrittst?**

Das wäre natürlich „Mein Block RMX“ von Sido. Als jahrelanger Volleyballspieler hat man da praktisch keine andere Wahl.

**What is your activity at the moment? What are you working on right now?**

I am currently working on determining fundamental relationships between process parameters and profile errors during roll forming. For this purpose, various FEM simulations have to be set up and compared with experiments. In the long term, I would like to develop an understanding of the relationships and, based on this, regulate roll forming processes in order to increase product quality and be able to produce more sustainably.

**If you hadn't studied mechanical engineering, what else would you have done?**

I probably would have studied architecture or civil engineering. After graduating from high school, I thought long and hard about what I was going to study. In the end, however, I decided on mechanical engineering because I felt it had the greatest potential for the future and a huge field of application. I was not disappointed.

**Imagine you were a professional athlete. What music would be playing in the background when you step onto the field?**

That would be "Mein Block RMX" by Sido, of course. As a volleyball player for many years, you literally have no choice.



Johannes Kilz

## Gastdotorand aus Island PhD Student from Iceland



Ulfar Arinbjarnar

**Ulfar Arinbjarnar, Gastdotorand aus Island, arbeitet für zwei Monate am PtU. Hallo Ulfar, wie läuft's?**

Super, vielen Dank! Mir gefällt es hier unglaublich gut. Ich bin zum ersten Mal in Deutschland, abgesehen von einem Familienurlaub, den wir in Bayern gemacht haben, als ich ungefähr 11 Jahre alt war. Ich habe immer noch wunderbare Erinnerungen an diese Zeit, deshalb habe ich mich sehr gefreut, wieder nach Deutschland zu kommen!

**Wo genau in Island kommst du her?**

Ich bin im Norden von Island aufgewachsen, in der Nähe von Akureyri, aber eigentlich bin ich in Dänemark geboren. Akureyri ist nicht sehr groß, nur etwa 20.000 Menschen, obwohl es die zweitgrößte Stadt Islands ist. Früher gab es hauptsächlich Landwirte und nur wenige Maschinen, so dass der Beruf des Ingenieurs für mich nicht so selbstverständlich war (Lachen).

**Kannst du kurz ein paar Punkte zu deinem Lebenslauf sagen? Wie alt bist du?**

Ah, ich bin gerade 26 geworden.

**Wo hast du studiert?**

Ich habe einen Bachelor in Wirtschaftsingenieurwesen in Island an der Háskóli Íslands, der Universität von Island in Reykjavík, gemacht und dann meinen Master an der Technischen Universität von Dänemark in Lyngby, mit Schwerpunkt auf der Fertigung.

**Und jetzt machst du dort deine Doktorarbeit?**

Ja genau, ich habe gerade damit begonnen. Mein Thema ist die Tribologie in der Mikroumformung, insbesondere die Grundlagenforschung für eine robuste Produktion. Guck mal, hier habe ich diesen Blechstreifen als Beispiel für den Prozess, den ich untersuche: eine Kombination aus Stanzen und Tiefziehen, um rechteckige Näpfe zu formen.

**Klingt sehr spannend. Und dabei kann dir Yutian helfen?**

Und wie! Seine Methode zur Verschleißerkennung und -vorhersage kann mir bei meiner Forschung unglaublich helfen. Er hat sie eher unter Laborbedingungen für die konventionelle Umformung entwickelt, aber jetzt werde ich sie auch unter realen Bedingungen und für die Mikroumformung einsetzen.

**Gefällt es dir am PtU? Was ist anders im Vergleich zu deiner Universität in Dänemark?**

Mir gefällt es hier sehr gut, und ich bin sehr beeindruckt von eurem riesigen Maschinenpark und eurem breiten Forschungsgebiet. In Dänemark ist es anders: Wir haben weniger Doktoranden und sind nicht so spezialisiert. Ihr habt sogar ein eigenes Institut für Umformtechnik, während es bei uns keine derart spezialisierten Abteilungen gibt.

**Ulfar Arinbjarnar is a visiting PhD student working at PtU for 2 months. Hello Ulfar, how is it going?**

Great, thank you very much. I like it here incredibly. This is my first time in Germany, apart from a family vacation that we took in Bavaria when I was about 11 years old. I still have wonderful memories of that time, so I was very excited to come back to Germany!

**Where exactly in Iceland are you from?**

I grew up in the north of Iceland, near Akureyri but I was in fact born in Denmark. Akureyri is not very big, only about 20,000 people, although it is the second largest town in Iceland. At that time there were mainly farmers and only a few machines, so the profession of engineer did not come so naturally to me (laughter).

**Can you briefly say a few points about your curriculum vitae?**

**How old are you?**

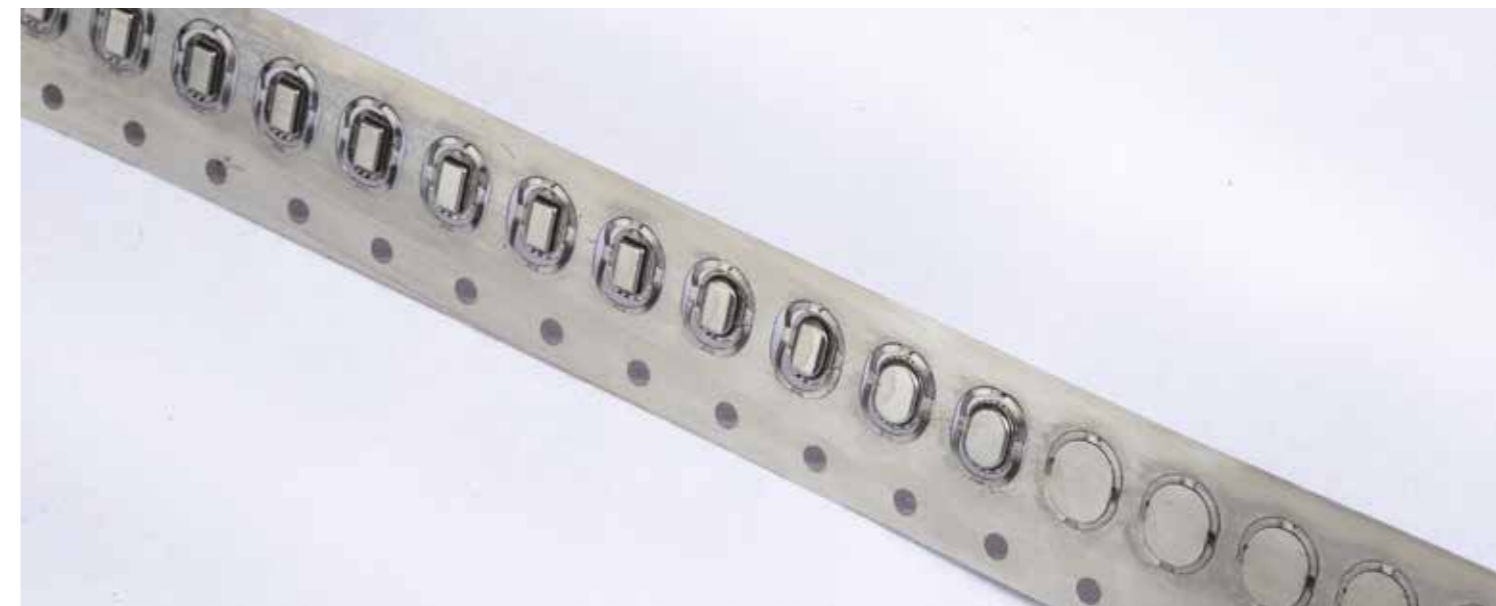
Ah, I just turned 26.

**Where did you study?**

I did a Bachelor's degree in Industrial engineering in Iceland at Háskóli Íslands, the University of Iceland in Reykjavík, and then my Master's degree at the Technical University of Denmark in Lyngby, with a focus on manufacturing.

**And now you are doing your PhD there?**

Yes, I have just started. My topic is tribology in micro-forming, and especially basic research for robust production. Look, here I have this strip of sheet metal as an example of the process I'm investigating: a combination of stamping and deep drawing to form rectangular cups.



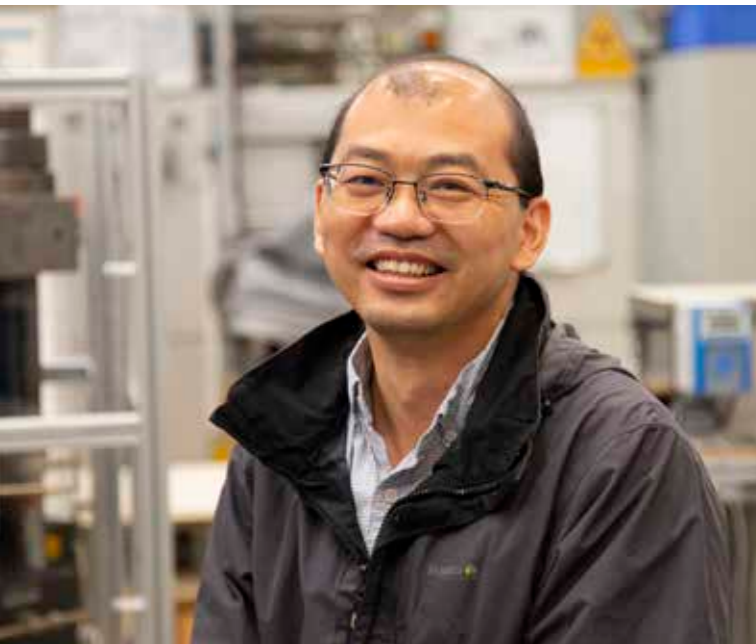
**Sounds very exciting. And this is where Yutian can help you?**

Yes, indeed! His method for wear detection and prediction can help me incredibly in my research. He developed it more in laboratory conditions for conventional forming, but now I'm going to use it under real conditions and for micro-forming.

**Do you like it at PtU? What is different compared to your university in Denmark?**

I like it here very much and I am very impressed by your huge range of machines and your wide field of research. It is different in Denmark: we have fewer PhD students, and we are not as specialized. You even have your own institute for forming technology, whereas we do not have such specialized departments.

Gastprofessor Prof. Dr. Chengliang Hu  
Guest Professor Prof. Dr. Chengliang Hu



Prof. Dr. Chengliang Hu

**Seit wann sind Sie jetzt bei uns? Gefällt es Ihnen hier am PtU?**  
Ich bin seit zweieinhalb Monaten am PtU, d. h. seit Anfang August dieses Jahres. Mir gefällt das Arbeitsleben am PtU wegen der netten Kolleg:innen.

**Was ist Ihre Aufgabe hier am PtU? Woran arbeiten Sie im Moment?**

Meine Hauptaufgabe ist es, mit Unterstützung der Alexander-Humboldt-Stiftung das Thema „Tribologisches Verhalten der Metallumformung auf Basis der bionischen Mikrooberflächentexturen“ zu bearbeiten und ich bin gerade dabei, das Konzept für diese Forschung zu erstellen.

**Kurz gesagt: Welche wesentlichen Unterschiede haben Sie im Vergleich zu Ihrem Heimatland an unserem Institut festgestellt?**

- Die Organisation ist komplett anders und das Team hier ist größer.
- Die Doktorand:innen arbeiten hier als offizielle Mitarbeiter:innen, während sie bei uns noch Studierende sind.

**Was werden Sie Ihrer Meinung nach am meisten vermissen, wenn Sie nach China zurückkehren?**

Das ist eine gute Frage, vielleicht kann ich im nächsten Jahresbericht eine interessante Antwort geben.

**How long have you been with us now? Do you like it here at PtU?**

I have been at PtU for two and a half months, since the beginning of August this year.  
I like the working life at PtU because of the lovely colleagues.

**What is your mission here at PtU? What are you working on at the moment?**

My main task is to work on the topic “Tribological behavior of metal forming based on the bionic micro surface textures” with the support of the Alexander Humboldt Foundation, and I am currently in the process of creating the concept of this research.

**In a nutshell: what major differences did you notice compared to your home at our department?**

- The organization is quite different, and the team here is bigger.
- The Phd candidates here are working as formal staff, while in our case they are still students.

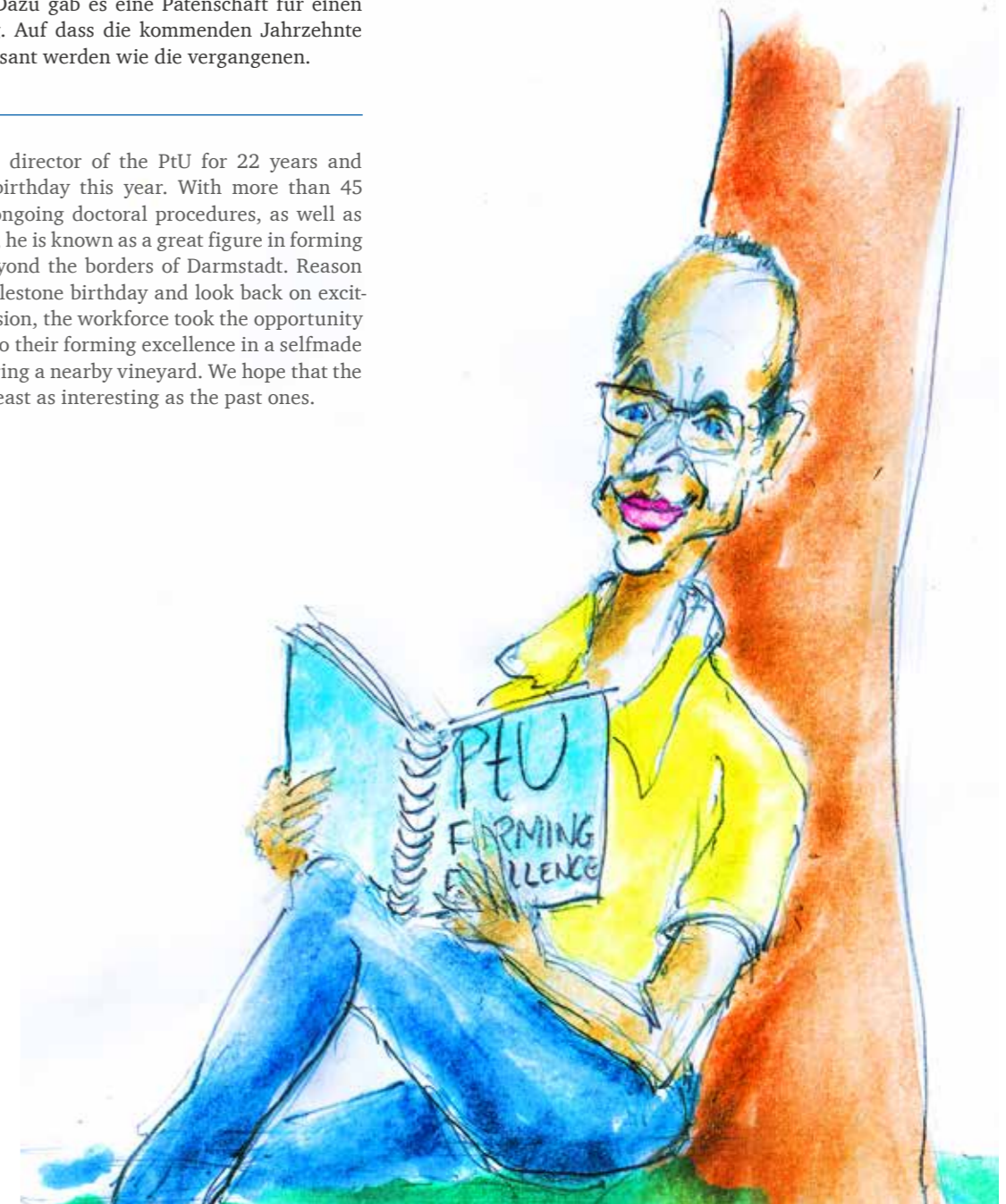
**What do you think you will miss most when you return to China?**

This is a good question, maybe I could give an interesting answer in the next annual report.

Zum 60ten Geburtstag  
For the 60<sup>th</sup> Birthday

Stolze 22 Jahre ist Prof. Groche nun Institutsleiter des PtU und erreichte dieses Jahr den magischen 60ten Geburtstag. Mit über 45 abgeschlossenen und knapp 42 laufenden Promotionsverfahren sowie über 600 Publikationen ist er in der Umformtechnikforschung weit über die Grenzen Darmstadts hinaus bekannt. Grund genug, diesen runden Geburtstag zu feiern und auf spannende Jahre zurück zu blicken. Dazu ließ es sich die Belegschaft nicht nehmen, persönliche Grüße in einem selbst hergestellten Buch an ihre Umformexzellenz zu richten. Dazu gab es eine Patenschaft für einen nahen gelegenen Weinberg. Auf dass die kommenden Jahrzehnte mindestens genauso interessant werden wie die vergangenen.

Prof. Groche has been the director of the PtU for 22 years and reached his magical 60<sup>th</sup> birthday this year. With more than 45 completed and almost 42 ongoing doctoral procedures, as well as more than 600 publications, he is known as a great figure in forming technology research far beyond the borders of Darmstadt. Reason enough to celebrate this milestone birthday and look back on exciting years. To mark the occasion, the workforce took the opportunity to send personal greetings to their forming excellence in a selfmade book, in addition to sponsoring a nearby vineyard. We hope that the coming decades will be at least as interesting as the past ones.





## Achim Reinhold „Atze“ feiert sein 40-jähriges Mitarbeiterjubiläum

### Achim Reinhold “Atze” Reinhold celebrates 40 years as an employee



Achim Reinhold

Herr Reinhold machte am PTW/PtU bereits vor 40 Jahren seine Ausbildung und ist seitdem als Feinmechaniker bei uns tätig. Am 7. Oktober feierten wir das 40-jährige Mitarbeiterjubiläum von Atze Reinhold. Wir danken Ihm für seinen treuen Einsatz und freuen uns, dass er uns auch in Zukunft mit Rat und Tat beistehen wird.

**Hallo Atze, herzlichen Glückwunsch zu deinem Jubiläum!**  
Ja, danke dir. (Lächeln)

**Möchtest du kurz deinen Werdegang beschreiben?**

Ich war auf der Berufsfachschule Elektro, irgendwann wurde mir das Thema zu einseitig. Metallmechaniker, das war das neue Ziel für mich. Habe am 1.9.1981 als Azubi hier angefangen, ich hatte sogar die Auswahl zwischen PtU/PTW und Stahlbau. Hier war aber alles vollkommen neu, neue Halle, moderner Maschinenpark. Es hieß auch, wir kriegen hier immer die allermodernsten Maschinen. Das hat mich überzeugt.

**40 Jahre ist eine lange Zeit. War damals vieles anders?**

Ja klar, damals war das Team dreimal so groß, weniger Spezialisten d.h. jeder musste sich um alles kümmern.

Anfangen habe ich mit einem Lehrlingsgehalt von 181 DM im Monat, zum Vergleich: Mein Mofa hat damals 300 DM gekostet, fast neu, 3 Tage Open Air Konzert am Nürburgring mit Metallica hat 60 DM gekostet.

Was sich arbeitstechnisch verändert hat: Heutzutage sind unsere Tätigkeiten besser eingeteilt, mittlerweile hat jede/r Mitarbeiter:in so sein eigenes Feld. Austausch gibt es wohl noch jede Menge.

**An der Lichtwiese bist du zum Maschinenbaumechaniker ausgebildet worden?**

Richtig! 3 Jahre Ausbildung. Dann habe ich geholfen, eigene HSC Fräsmaschinen zu konstruieren, zu entwickeln und zu bauen. Bis ca. 1995.

**Das hat dich dann aber nicht mehr so erfüllt?**

Ja, so ungefähr. Jedenfalls habe ich eine neue Herausforderung gesucht. Habe dann mehrere CNC Kurse absolviert und wurde ab dann hauptsächlich für das Fräsen eingesetzt.

Heute ist der Arbeitstag schon schön strukturiert. Man lernt jeden Tag dazu, kann auch seine eigenen Ideen einbringen. Es ist nicht so steril und starr wie in der Industrie, was ich von Kollegen höre. Es wird aber auch erwartet, dass man sich als ganze Person einsetzt.

**Was ist das schwierigste Teil, das du je gefräst hast?**

Das waren wohl die riesigen Schwingen für unsere 3D Servo Presse, gigantische Teile mit extremen Anforderungen an Genauigkeit und Oberflächengüte, alles aus einem einzigen riesigen Stahlklotz rausgefräst. Da träume ich heute noch manchmal von. (Lachen)

**Du hast doch einiges gesehen in 40 Jahren. Was war die einschneidendste Veränderung?**

Der Einzug von CAD/CAM und die Digitalisierung bei den Werkzeugmaschinen überhaupt.

Mr. Reinhold did his apprenticeship at PTW/PtU 40 years ago and has been working for us as a precision mechanic ever since.

On October 7, we celebrated Atze Reinhold's 40-year employee anniversary. We would like to thank him for his loyal service and look forward to his continued support in the future.

**Hello Atze, congratulations on your anniversary!**  
AR: Yes, thank you. (smile)

**Would you like to briefly describe your background?**

I went to vocational school for electrician, but at some point the subject became too one-sided for me. Metal mechanic, that was the new goal for me. I started here as an apprentice on 1.9.1981, I even had the choice between PtU/PTW and steel construction. But everything was completely new here, a new hall, modern machinery, and we were always given the most modern equipment. That convinced me.

**40 years is a long time. Were things different back then?**

Yes, of course, 3 times the size of the team back then, fewer specialists, i.e. everyone had to take care of everything.

I started with an apprentice's salary of 181 DM per month, for comparison: my moped was 300 DM back then, almost new, 3 days open air concert at the Nürburgring with Metallica among others was 60 DM.

What has changed in terms of work: nowadays our activities are better divided, meanwhile each employee has his own field. There is still a lot of exchange.

**You were trained as a mechanical engineer at the Lichtwiese?**  
That's right! 3.5 years of training. Then I helped to design, develop and build my own HSC milling machines. Until about 1995.

**But that didn't fulfill you anymore?**

Yes, something like that, anyway, I was looking for a new challenge. I have then attended several CNC courses and was then mainly involved in milling.

Today the working day is already nicely structured. You learn something new every day and can also contribute your own ideas. It's not as sterile and rigid as in industry, which is what I hear from colleagues. But you're also expected to put yourself out there as a whole person.

**What's the most difficult part you've ever milled?**

That was probably the huge swing arms for our 3D servo press, gigantic parts with extreme demands on accuracy and surface quality, all milled from a single giant block of steel. I still dream about that sometimes. (Laughter)

**You've seen a lot in 40 years. What was the most drastic change?**  
The advent of CAD/CAM, the digitalization of machines in general.



## Sven Müller feiert sein 25-jähriges Mitarbeiterjubiläum

Sven Müller celebrates 25 years as an employee



Prof. Dr. Peter Groche, Sven Müller, Mirko Feick

Herr Müller machte bereits vor 25 Jahren beim Fachgebiet Fahrzeugtechnik (FZD) seine Ausbildung und ist seitdem als Feinmechaniker an der Uni tätig.

Am 4. Oktober feierten wir das 25-jährige Mitarbeiterjubiläum von Sven Müller. Wir danken ihm für seine stets freundliche Mitarbeit und freuen uns, dass er auch in Zukunft für uns tätig sein möchte.

**Hallo Sven, auch von der PR-Abteilung herzlichen Glückwunsch zu deinem Jubiläum!**

Danke vielmals.

**Möchtest du kurz einige Stichpunkte zu deinem Werdegang geben?**

Ja, gerne. Also lass mich kurz nachdenken, ist ja schon einige Zeit her. Mit 16 habe ich mich als Azubi beim Fachgebiet Fahrzeugtechnik (FZD) beworben. Ganz einfach: Meine Oma, die mich erzogen hat, ist mit der Ausschreibung im Darmstädter Echo auf mich zugekommen „Sven, das ist doch genau was du suchst!“ Ich habe mich dann gegen viele Mitkandidat:innen durchgesetzt und am 1.9.1996 durfte ich meine Lehre beginnen. Die Ausbildung lief damals noch etwas anders als heutzutage.

**Was meinst du damit?**

Viel strenger natürlich, was glaubst du wohl? Du musstest von Anfang an akkurat arbeiten. Damals hat auch noch ausschließlich der Meister persönlich ausgebildet. Heutzutage ist diese Aufgabe eher verteilt.

**Beim Fachgebiet FZD bist du zum Feinmechaniker ausgebildet worden?**

Nein, zum Maschinenbaumechaniker.

**Wie lange bist du dort geblieben?**

Bis zum 1.9.2016; da bin ich zum benachbarten PtU rüber gewechselt.

**Musstest du dich stark umstellen?**

Beim PtU bzw. PTW liegt der Schwerpunkt natürlich nicht auf Fahrzeugtechnik, meine Kenntnisse und Fertigkeiten kann ich aber genauso gut hier einsetzen und die Herausforderungen sind ganz bestimmt nicht geringer am PtU. Das ist es aber auch, was ich an meiner Arbeit so liebe. Es gibt immer wieder vollkommen neue Problemstellungen. Man muss sich den Kopf zerbrechen, tüfteln, testen, viel besprechen. Es ist eine Mischung zwischen Vorstellung, Konstruktion und praktischer Ausführung. Sehr oft muss man den üblichen Pfad verlassen und „out of the box“ denken.

Meine jahrelange Erfahrung hilft mir dabei immens, aber man muss auch sehr flexibel bleiben.

Die theoretische Vorstellung der Wissenschaftlichen Mitarbeiter:innen kann selten 1:1 umgesetzt werden, viel entsteht im Dialog. Ich liebe diese Lebendigkeit, sich auf die Idee des anderen einzulassen, zu durchdenken, kommentieren, abwägen und dieses „Lass es uns probieren, irgendwie kriegen wir das hin“. Mit genau diesen Gedanken stehe ich jeden Morgen auf.

**Sven, was denkst du, wird KI den Mechaniker irgendwann überflüssig machen?**

(grinst) Hoffentlich nicht! Aber es ist ja auch nicht an mir, darauf jetzt abschließend zu antworten.

**Warum denn nicht, Sven? Du wirst doch bestimmt öfter darüber nachgedacht haben?**

Also gut, (Grinsen) ich denke, der/die Mechaniker:in ist unersetzbar, allein schon wegen ihrer/seiner Erfahrung. Er/sie kann viel schneller um die Ecke denken, zeitig reagieren und einen erfolgversprechenderen Weg eingehen, wenn es eng wird. Sie/Er kann vorausdenken.

Auf der anderen Seite: Wenn ich an all diese moderne Technik denke - selbständig fräsen mit automatischen Nachschleifen der Werkzeuge, die beste Strategie von Anfang bis Ende vorschlagen und, und, und...Wer hätte das zum Beginn meiner Lehre für möglich gehalten?

Aber du willst doch sicher wissen: „Glaubt der Sven, dass der Roboter den Menschen komplett verdrängt?“ Kurzum. Ich glaube: Nein. Aber Glauben ist nicht Wissen. (Lachen)

**Zum Schluss: welchen Tipp gibst du den WiMis öfter mit auf den Weg?**

Sucht nach mehreren Lösungsmöglichkeiten! Wenn ihr eine Lösung daraus auswählt, denkt über diese Lösung nach!

Mr. Müller did his apprenticeship at the Department of Automotive Engineering (FZD) 25 years ago and has been working as a precision mechanic at the university ever since.

On October 4, we celebrated Sven Müller's 25<sup>th</sup> anniversary as an employee. We thank him for his always friendly cooperation and are glad that he wants to work for us also in the future.

**Hello Sven, also from the PR department congratulations on your anniversary!**

Thank you very much.

**Would you like to briefly give a few key points about your career?**

Sure, I'd love to. So let me think for a moment, it's been some time. When I was 16, I applied as an apprentice at the Automotive Engineering Department (FZD). Quite simply: my grandmother, who brought me up, approached me with the advertisement in the Darmstädter Echo "Sven, that's exactly what you're looking for!" I then prevailed against many other candidates and on 1.9.1996, I was allowed to start. Back then, training was a little different than it is today.

**What do you mean by that?**

Much stricter, of course, what do you think? You had to work accurately right from the start. Back then, it was only the master who trained personally. Nowadays, this task is more distributed.

**You were trained as a precision mechanic at the FZD?**

No, I was trained as a mechanical engineer.

**How long did you stay there?**

Until September first 2016, when I transferred to the neighboring PtU.

**Did you have to change a lot?**

At PtU or PTW, the focus is not on automotive engineering, of course, but I can use my knowledge and skills here just as well, and the challenges are definitely no less at PtU. But that's also what I love about my work. Completely new problems again and again. You have to rack your brains, tinker, test, discuss a lot. It is a mixture between imagination, construction and practical execution. Very often you have to leave the usual path and think "out of the box". My years of experience help me immensely, but you also have to stay very flexible.

The theoretical idea of the scientist can rarely be implemented 1:1, much is created in dialogue, I love this liveliness, to get involved with the idea of the other, to think through, comment, weigh and this "Let's try it, somehow we get it done" With exactly these thoughts I get up every morning.

**Sven, what do you think, will AI eventually make the mechanic obsolete?**

(smirks) hopefully not! But it's not up to me to give a final answer.

**Why not, Sven? Lean out of the window, nobody will tear your head off! You will surely have thought about it more often?**

All right, (laughs) I think the mechanic is irreplaceable, just because of his experience, he can think around the corner much faster and react in time and take a more promising path when things get tight. He can think ahead.

On the other hand: when I think of all this modern technology. Milling independently with automatic regrinding of tools, suggesting the best strategy from start to finish, and and and...Who would have thought that was possible when I started my apprenticeship? But surely you want to know: (laughter), "Does Sven think that the robot will completely replace the human?" In short. I believe: No. But belief is not knowledge. (Laughter)

**Finally, what tip do you often give to the Wimis?**

Look for several possible solutions! If you choose a solution from them, think about this solution!

Exzellenzprogramm – Forming Your Future  
Young Researchers at the PtU – Forming Your Future



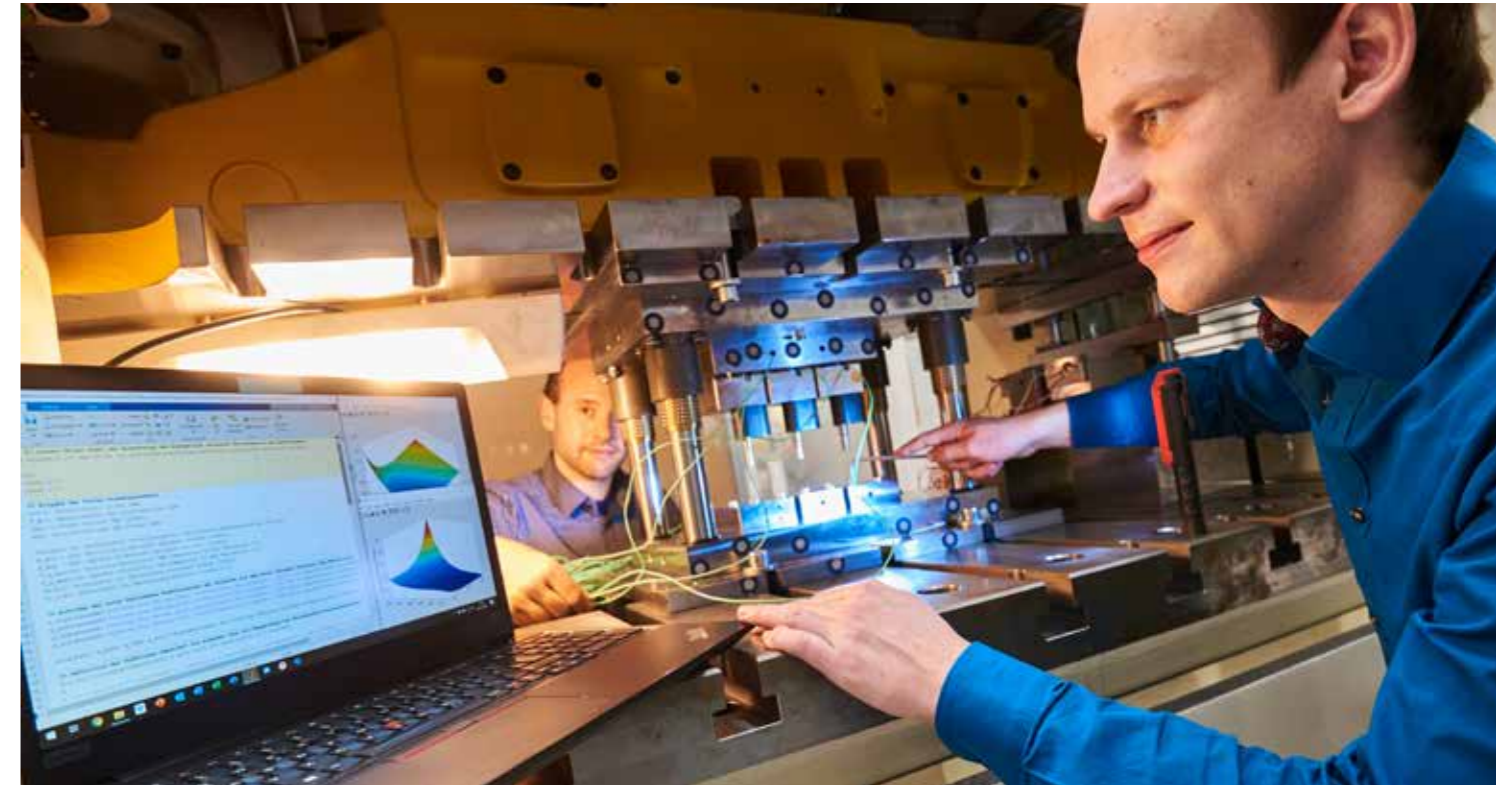
Herzstück des Instituts und Schlüsselement für erfolgreiche Forschung sind motivierte und kompetente wissenschaftliche Mitarbeiter:innen. Um die Spitzenforschung am PtU auch in der Zukunft zu sichern, hat das PtU das Exzellenz-Programm Umformtechnik ins Leben gerufen.

Im Rahmen des Exzellenz-Programms Umformtechnik wird Studierenden die Möglichkeit geboten, langfristig Teil der aktuellen Forschung zu sein und eng in die wissenschaftliche Arbeit am Institut eingebunden zu werden. Die Teilnehmenden des Programms werden während des Masterstudiums in ihrer persönlichen und fachlichen Entwicklung unterstützt und auf eine anschließende Promotion am PtU vorbereitet. Durch die aktive Mitarbeit an aktuellen Forschungs- und Industrieprojekten erhalten die Teilnehmer:innen einen weitreichenden Einblick in die wissenschaftliche Arbeitsweise des Instituts und können erste Kontakte zu Industriepartnern knüpfen. Mit der Bereitstellung eines Arbeitsplatzes und der Vergütung im Rahmen eines HiWi-Vertrages soll die persönliche Weiterentwicklung bestmöglich gefördert werden. Neben der fachlichen Vorbereitung der Teilnehmer:innen auf die Arbeit als wissenschaftliche Mitarbeiter:innen werden diese auch gezielt in das Institutslieben abseits der Arbeit integriert. Das Exzellenz-Programm Umformtechnik startet erstmalig im Oktober 2020 mit drei Teilnehmern und wird im halbjährlichen Rhythmus fortgeführt und ausgeweitet.

The heart of the institute and key element for successful research are motivated and competent scientific staff. To ensure that top-level research at the PtU is maintained in the future, the PtU has set up the Forming Technology Excellence Program.

The Forming Technology Excellence Program offers students the opportunity to be part of current research in the long term and to be closely integrated into the scientific work at the institute. During the Master's program, participants are supported in their personal and professional development and are prepared for a doctorate at the PtU after the studies. Through active participation in current research and industrial projects, participants gain a broad insight into the scientific working methods of the institute and can establish initial contacts with industrial partners. Personal development is promoted by the provision of a workplace and reasonable remuneration in the best possible way. In addition to the technical preparation of the participants for their work as research assistants, they are also integrated into the life at the institute outside of work. The Forming Technology Excellence Program starts for the first time in October 2020 with three participants and will be continued and expanded every six months.

So geht energieeffiziente Produktion  
This is how Energy-efficient Production Works



Energieeffiziente Produktion  
Energy efficient production

Eigentlich beschäftigen sich Andreas Wächter und Lukas Kluy mit Titanlegierungen für Zahnimplantate. Quasi nebenbei entwickelten sie eine Methodik zur Steigerung der Energieeffizienz von Produktionsprozessen und gewannen damit den zweiten Platz beim Hessischen Staatspreis für innovative Energielösungen. Üblicherweise wird ein Prozess erst energetisch optimiert, wenn die einzelnen Schritte bereits feststehen. Hier und da wird dann zum Beispiel Abwärme genutzt, ein Bauteil isoliert oder die Steuertechnik optimiert. Doch Wächter hatte in seiner Masterthesis eine bessere Idee: „Unser Prozess steckte noch in der Entwicklung. Da kann man doch von Beginn an auf die Energieeffizienz achten.“ In der Anfangsphase sei die Gestaltungsfreiheit noch groß, erklärt er. Maßnahmen zur Energieeinsparung ließen sich daher relativ einfach und kostengünstig umsetzen. In diesem Prozess benötigt das Erwärmen der Titanlegierung besonders viel Energie. „Allein durch eine optimierte Werkzeuggeometrie konnten wir die Aufheizzeit halbieren“, erklärt Wächter. Insgesamt reduzierte sich der Stromverbrauch dadurch um zwölf Prozent. Kluy und Wächter entwickelten ein Modell, das die Energieeffizienz des gesamten Prozesses simuliert. Das Beste daran: Es lässt sich auf andere Produktionsverfahren übertragen. Ein Institutskollege optimiert mit dem Modell derzeit einen Prozess des Rollformens.

Andreas Wächter and Lukas Kluy are working on titanium alloys for dental implants. Along the way, they developed a method for increasing the energy efficiency of production processes with which they won second place in the Hessian State Prize for Innovative

Energy Solutions. Usually, a process is optimized in terms of energy once the individual steps have been determined. Then, for example, waste heat is used, a component is insulated or the control technology is optimized. But Wächter had a better idea in his master's thesis: "Our process was still in development. That's when you can pay attention to energy efficiency right from the start." In the initial phase, there is still a lot of design freedom, he explains, so energy-saving measures can be implemented relatively easily and cost-effectively. In this case, for example, heating the titanium alloy requires a particularly large amount of energy. "We were able to halve the heating time simply by optimizing the tool geometry," explains Wächter. Overall, this reduced power consumption by twelve percent. Kluy and Wächter developed a model, which simulates the energy efficiency of the entire process. The best thing about it is that it can be transferred to other production processes. A colleague at the institute is currently using the model to optimize a roll forming process.



## Dr.-Ing. Tilman Traub erhält Otto-Kienzle-Gedenkmünze

### Dr.-Ing. Tilman Traub awarded the Otto Kienzle Commemorative Medal



Dr.-Ing. Tilman Traub

**Unser ehemaliger WiMi Dr.-Ing. Tilman Traub wurde am 4. November 2021 mit der Otto-Kienzle-Gedenkmünze ausgezeichnet.** Die Otto-Kienzle-Gedenkmünze stellt die höchste Auszeichnung der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktionstechnik (WGP) für Forscher:innen aus dem Bereich der Fertigungstechnik dar. Sie wird an Nachwuchswissenschaftler:innen für deren besondere Leistung verliehen.

Dr.-Ing. Tilman Traub, der von 2014 bis 2019 am Institut PtU als wissenschaftlicher Mitarbeiter tätig war und von 2015 an das Institut als Oberingenieur nachhaltig prägte, hat diese Auszeichnung im vergangenen Jahr verliehen bekommen. Herr Dr. Traub verfasste seine Dissertation über eine „Methodik zur Konzeption entscheidungsunterstützender Assistenzsysteme am Beispiel des Walzprofilierens“.

In seiner Doktorarbeit revolutionierte Herr Dr. Ing. Traub das Verfahren Walzprofilieren. Er untersuchte die Gestaltung von Assistenzsystemen, um den Anlagenbedienenden bei der Entscheidungsfindung zu unterstützen, damit zu entlasten und die Anlageneffizienz zu steigern. Durch die Integration von Sensorik in den Prozess identifizierte er geeignete Korrelationen zwischen Fehleinstellungen der Anlagengerüste und Geometriefehlern der Profile. Des Weiteren definierte er Maßnahmen zur Vermeidung energetisch ineffizienter Anlageneinstellungen und konnte damit den Umformwirkungsgrad auf bis zu 89 % erhöhen.

Prof. Christian Brecher, Präsident der WGP, würdigt die erarbeiteten Resultate bei der Verleihung: „Tilman Traub hat es mit seinen

Arbeiten geschafft, diesen bedeutenden Bereich der Produktion schneller und ressourcenschonender zu gestalten. Er hat das Walzprofilieren damit wichtige Schritte weitergebracht“.

**Our former Wimi Dr.-Ing. Tilman Traub was awarded the Otto Kienzle Commemorative Medal on 4 November 2021.** The Otto Kienzle Memorial Medal is the highest award of the Scientific Society for Production Engineering (WGP) for researchers in the field of production engineering. It is awarded to young scientists for their special achievements.

Dr.-Ing. Tilman Traub, who worked as a research assistant at the Institute PtU from 2014 to 2019 and had a lasting impact on the Institute as a senior engineer from 2015, received this award last year. Dr Traub wrote his dissertation on a “Methodology for the conception of decision-supporting assistance systems using the example of roll forming”.

In his doctoral thesis, Dr. Traub revolutionised the roll forming process. He investigated the design of assistance systems to support the plant operator in decision-making, thus relieving him and increasing plant efficiency. By integrating sensor technology into the process, he identified suitable correlations between incorrect settings of the plant stands and geometric errors of the profiles. Furthermore, he defined measures to avoid energetically inefficient plant settings and was thus able to increase the forming efficiency to up to 89 %.

Prof. Christian Brecher, President of the WGP, praised the results of his work at the award ceremony: “Tilman Traub has succeeded with his work in making this important area of production faster and more resource-efficient. He has thus taken roll forming important steps forward”.

**Hallo Tilman, herzlichen Glückwunsch! Du siehst putzmunter nach der anstrengenden Feier aus. (Lachen) In den Bestimmungen über die Verleihung der Otto-Kienzle-Gedenkmünze sehe ich gerade: „Die WGP verleiht die Otto-Kienzle-Gedenkmünze auf Antrag eines ihrer Mitglieder. Es sollten möglichst jüngere Ingenieur:innen (etwa bis zu 35 Jahren) zur Ehrung vorgeschlagen werden.“ Darf man wissen, wer dich vorgeschlagen hat?**

Die Auszeichnung wird gemäß Satzung auf Vorschlag eines WGP Mitglieds verliehen. Der Vorschlag kam in meinem Fall von Professor Groche als WGP Mitglied.

**Kannst du ganz kurz deinen Lebenslauf skizzieren, angefangen beim Studium?**

Studierte habe ich von 2008 bis 2013 an der TU Darmstadt, wobei ich im Jahr 2012 für ein Semester den Sprung über den großen Teich in die USA gewagt habe. Bereits im Studium habe ich im Rahmen von Projektarbeiten und einer Anstellung als studentische Hilfskraft einen Zugang zum PtU gefunden. So habe ich nach meinem Studi-

um zu Beginn des Jahres 2014 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am PtU begonnen. Nach gut einem Jahr durfte ich dann in die Position eines Oberingenieurs aufsteigen und konnte so neben meiner Forschung auch das Institut maßgeblich mitgestalten. Anfang 2019 reichte ich meine Promotionsschrift ein und verließ das PtU nach fünf spannenden Jahren. Seitdem bin ich bei der Dreistern GmbH & Co. KG in Schopfheim als Leiter Innovation und Business Development beschäftigt und arbeite daran, meine Forschungsergebnisse aus der Zeit am PtU in der Industrie zu verbreiten.

**Hier am PtU ist hält sich das Erstaunen in Grenzen, dass ausgerechnet du diese hohe Auszeichnung erhalten hast. Du galtest hier schon immer als Überflieger. (Lachen) Jetzt noch mal zurück zum Ablauf der Auswahl der Kandidaten für die Otto-Kienzle-Gedenkmünze: Kannst du etwas dazu sagen, wir sind ja ganz neugierig.**

**Wie lange dauert die Prozedur?**

Die Vorschläge für mögliche Preisträger:innen müssen von den WGP-Mitgliedern bis zum 31. Juli eingereicht werden. Bis zur Herbsttagung werden dann Gutachten erstellt, auf deren Basis der WGP-Vorstand einen Vorschlag für den oder die Preisträger:in ausarbeitet. Über diesen Vorschlag wird dann auf der Herbsttagung abgestimmt. Ich habe relativ nahe nach der Herbsttagung im letzten Jahr erste Andeutungen erhalten, dass da etwas auf mich zukommen könnte. Da aufgrund der Corona-Lage relativ lange unsicher war, wann und in welchem Rahmen die Otto-Kienzle-Gedenkmünze übergeben werden kann, dauerte es aber noch bis in das Jahr 2021 hinein, ehe ich auch offiziell von der WGP die frohe Kunde erfahren habe.

**Wie viele Konkurrent:innen gibt es?**

Puh, gute Frage. Realistisch gesehen ist davon auszugehen, dass jedes Mitglied wohl maximal einen Vorschlag einreicht, was jedoch immer noch zu mehr als 50 potentiellen Konkurrent:innen führt. Wie viele es in meinem Fall waren, weiß ich jedoch nicht.

**Kommen die aus aller Welt?**

Die Herkunft ist selbstverständlich kein Ausschlusskriterium.

**Muss man sich das ähnlich vorstellen wie bei den Oscars: manche Themen haben bessere Chancen?**

In den Auswahlkriterien ist ja neben der Forschungstätigkeit noch eine Breite an anderen Eigenschaften genannt, die der oder die Ausgewählte mitbringen sollen. Ich glaube, dass das Gesamtpaket stimmen muss. Der von mir untersuchte Walzprofilierprozess ist ja auch kein Main-Stream-Thema.

**Oscar ist das richtige Stichwort. Ist in der Tat sehr ähnlich. Smoking, roter Teppich, Spannung mit den 4 Umschlägen (Lachen)**

Nein, so läuft das hier nicht....

**Weißt du, was den Ausschlag für dich gegeben hat?**

Lachen. Naja, offensichtlich hat das Gesamtpaket gestimmt... In der Laudatio wurde neben meiner Forschungsarbeit, die ein breites

Spektrum verschiedener Methoden einsetzte, die rege Publikationstätigkeit, mein Engagement in der Betreuung von Studierenden sowie mein Einsatz als Oberingenieur genannt. Was am Ende der Punkt war, der das Pendel endgültig in meine Richtung ausschlagen ließ, wird wohl nur die Auswahlkommission wissen.

**Zum Abschluß: kannst du unseren WiMis noch ein paar warme Tipps mit auf den Weg geben. Vielleicht möchte ja später auch mal die/der eine oder andere für diese Medaille nominiert werden.**

Forscht mit Freude, teilt eure Ergebnisse in Artikeln und auf Konferenzen, betreut Studierende und nutzt den Freiraum, den euch Prof. Groche ermöglicht, um euch und das Institut weiterzuentwickeln. Und am Ende braucht ihr dann aber auch ein bisschen Glück. (Lachen)

**Hello Tilman, congratulations. You look chipper after the exhausting party. (Laughter) In the regulations on the awarding of the Otto-Kienzle commemorative coin, I just see: “The WGP awards the Otto Kienzle-Memorial Coin upon application by one of its members. If possible, younger engineers (up to the age of 35) should be nominated for the honour.” May we know who proposed you?**

According to the statutes, the award is given on the proposal of a WGP member. In my case, the proposal originated from Prof. Groche as a WGP member.

**Can you please briefly describe your curriculum vitae, starting with your studies?**

I studied at the TU Darmstadt from 2008 to 2013, venturing across the pond to the USA for a semester in 2012. Already during my studies, I found access to PtU in the context of project work and a job as a student assistant. After my studies, I started working as a research assistant at PtU at the beginning of 2014. After about a year, I was promoted to the position of senior engineer and was thus able to play a significant role in shaping the institute in addition to my research. At the beginning of 2019, I submitted my doctoral thesis and left PtU after five exciting years. Since then, I have been working at Dreistern GmbH & Co. KG in Schopfheim as Head of Innovation and Business Development and work on disseminating my research results from my time at PtU to industry.

**Here at PtU, it is little surprise that you, of all people, have received this prestigious award. You have always been considered a high-flyer here. (Laughter) Now back to the process of selecting candidates for the Otto Kienzle commemorative coin: Can you tell us something about that, we are quite curious. How long does the procedure take?**

Proposals for possible award winners must be submitted by WGP members by 31 July of the year. By the time of the autumn conference, expert opinions will have been drawn up, on the basis of which the WGP Board will prepare a proposal for the prize winner.



This proposal is then voted on at the autumn conference. I received the first hints that something might be coming my way relatively soon after the autumn conference last year. Since it was uncertain for a relatively long time when and in what context the Otto Kienzle commemorative coin could be awarded due to the Corona situation, it took until 2021 before I officially heard the good news from the WGP.

**How many competitors are there?**

Oh, that's a good question. Realistically, it can be assumed that each member probably submits a maximum of one proposal, which still leads to more than 50 potential competitors. Oh, that's a good question. However, I don't know how many there were in my case.

**Do they come from all over the world?**

Of course, origin is not an exclusion criterion.

**Do you have to think of it as being similar to the Oscars: some subjects have better chances?**

In addition to research activity, the selection criteria list a wide range of other qualities that the chosen person or persons should possess. I believe that the whole package has to be right. The roll forming process I am investigating is not a mainstream topic.

**Oscar is the right keyword. It is indeed very similar. Dinner jacket, red carpet, tension with the 4 envelopes (laughter).**

No, that's not how it works here....(Laughter)

**Do you know what tipped the scales for you?**

Laughter. Well, obviously the whole package was right... In the laudation, in addition to my research work, which used a wide range of different methods, the lively publication activity, my commitment to supervising students and my commitment as a chief engineer were mentioned. In the end, only the selection committee will know what made the pendulum swing in my direction.

**Finally, can you give our WiMis a few good tips along the way? Maybe one or the other of them would like to be nominated for this medal later on.**

Research with joy, share your results in articles and at conferences, supervise students and use the freedom that Prof. Groche gives you to develop yourselves and the institute. And in the end, you also need a bit of luck. (Laughter)

*Umbenennung Walzprofilieren und Wapro-Abteilung  
Renaming Walzprofilieren and Department Wapro*

Das Walzprofilieren wird in DIN 8586 offiziell in Rollformen umbenannt. Diese Änderung wurde durch eine Umfrage unter Experten aus der Profiliertechnik im Rahmen der „11. Fachtagung Walzprofilieren (WAPRO)“ am PtU erwirkt. Beim Rollformen findet während des Biegens keine Dickenreduktion statt, weshalb die Verwendung der Begriffe Walzprofilieren mit Walzwerkzeugen missverständlich ist. Der neue Begriff Rollformen lehnt sich an die englische Bezeichnung roll forming an und wird unter den befragten Vertretern aus Industrie und Forschung auch aus diesem Grund als geeigneter bewertet.

Die Abteilung Walz- und Spaltprofilieren (Wapro) am PtU wurde in diesem Zusammenhang zu Jahresbeginn in die Abteilung Profiliertechnik (Profi) umbenannt. Die neue Kurzform konnte sich seither im kollegialen Alltag sehr schnell etablieren, impliziert sie doch die Expertise der Profis in vielen Belangen.

The German term Walzprofilieren is officially changed to Rollformen in DIN 8586. This change was obtained by a survey among experts in roll forming technology during the “11<sup>th</sup> Symposium on Roll Forming (WAPRO)” at the PtU. During roll forming, no reduction in thickness occurs and therefore using the terms Walzprofilieren with Walzwerkzeugen is misleading (das Walzen engl.: rolling). The new term Rollformen is based on the English term roll forming and is considered more suitable by the representatives from industry and science.

In this context, the department Walz- und Spaltprofilieren (Wapro) at PtU was renamed to department Profiliertechnik (Profi) at the beginning of the year. The new short form has established very quickly in everyday collegial life, as it implies the expertise of the Profis in many areas.



*Neue Schnellläuferpresse am PtU  
New High-speed Press at the PtU*



*Schnellläuferpresse  
High-speed press*

Sind hohe Stückzahlen bei Umformprozessen gefragt, kommen Schnellläuferpressen zum Einsatz. Eine solche Schnellläuferpresse wurde dem PtU jüngst von der Firma BRUDERER aus der Schweiz geliefert. Sie wird am PtU für vielfältige Forschungsprojekte sowie in der Lehre eingesetzt. Produkte, die mit Schnellläuferpressen hergestellt werden, begegnen uns im Alltag ständig – allerdings ist das den meisten Menschen gar nicht bewusst. Ob Sie nun mit dem Handy telefonieren, mit Ihrem Wagen von A nach B fahren, am Kiosk Ihre Zeitschrift mit Kleingeld bezahlen oder sich über ihren neuen Computer freuen, die Produkte von Schnellläuferpressen sind immer dabei. Es handelt sich dabei zum Beispiel Steckkontakte, Spraydosendeckel, Elektromotorkomponenten und vieles mehr. Wir bedanken uns bei der Firma BRUDERER für die hervorragende Kooperation.

When high quantities are required in forming processes, high-speed presses are used. Such a high-speed press was recently delivered to the PtU by the BRUDERER company. It is used at the PtU for a variety of research projects as well as in teaching. We constantly encounter products manufactured with high-speed presses in our everyday lives – although most people are not even aware of this. Whether you are talking on your cell phone, driving your car from A to B, paying for your magazine with small change at the kiosk, or enjoying your new computer, products from high-speed presses are always with you. These are for example plug contacts, spray can lids, electric motor components and many more. We thank BRUDERER for the excellent cooperation.

**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 Maschinenbaugebäudes.



**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.

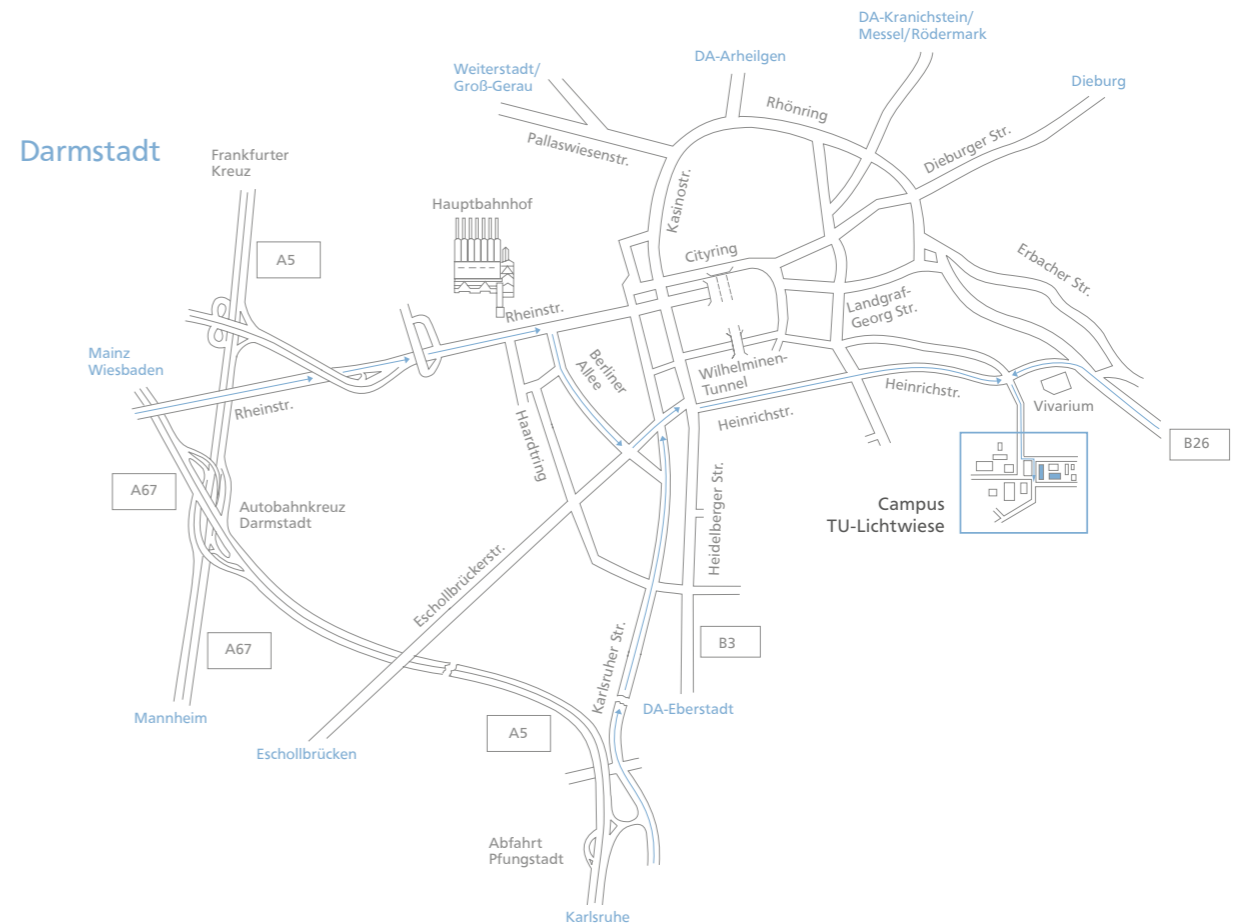
**Ab Darmstadt Hauptbahnhof**

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 Medienzentrums Lichtwiese“. Das Gebäude auf der anderen Seite des Neubaus ist das Maschinenbaugebäude, 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 buses leave every 15 minutes. Bus tickets are available either at the ticket machine or from the bus driver. You will find the PtU at university campus “TU-Lichtwiese” in building 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  
Institut für Produktionstechnik  
und Umformmaschinen  
Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.  
Peter Groche  
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](mailto:info@ptu.tu-darmstadt.de)  
Web [www.ptu.tu-darmstadt.de](http://www.ptu.tu-darmstadt.de)

**Redaktion | Editor**  
Philipp Gehringer, M. Sc.,  
das Sekretariat und alle weiteren  
wissenschaftlichen Mitarbeiter:innen des PtU  
Philipp Gehringer, M. Sc.,  
the administration and all other  
scientific assistants of PtU

**Gestaltung | Layout**  
Dipl.-Des. Angelika Philipp

**Fotos, Illustrationen, Interviews**  
Photos, Illustrations, Interviews  
Erwin Henkes

**Fotos Seite 135 | Photos Page 135**  
Stefan Wildhirt, LEA Hessen GmbH

**Druck | Print**  
typographics GmbH  
Röntgenstraße 27a  
64291 Darmstadt  
[www.27a.de](http://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 2021 – Nachdruck, auch auszugsweise,  
nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des Instituts.  
© PtU Darmstadt 2021 – Reproduction, even in extracts,  
only after written permission from the institute.



Technische Universität Darmstadt  
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](mailto:info@ptu.tu-darmstadt.de)  
Web [www.ptu.tu-darmstadt.de](http://www.ptu.tu-darmstadt.de)

