

# Gezielte Nutzung umformtechnisch induzierter Eigenspannungen in metallischen Bauteilen

DFG Schwerpunktprogramm 2013

Prof. Dr.-Ing. Wolfram Volk

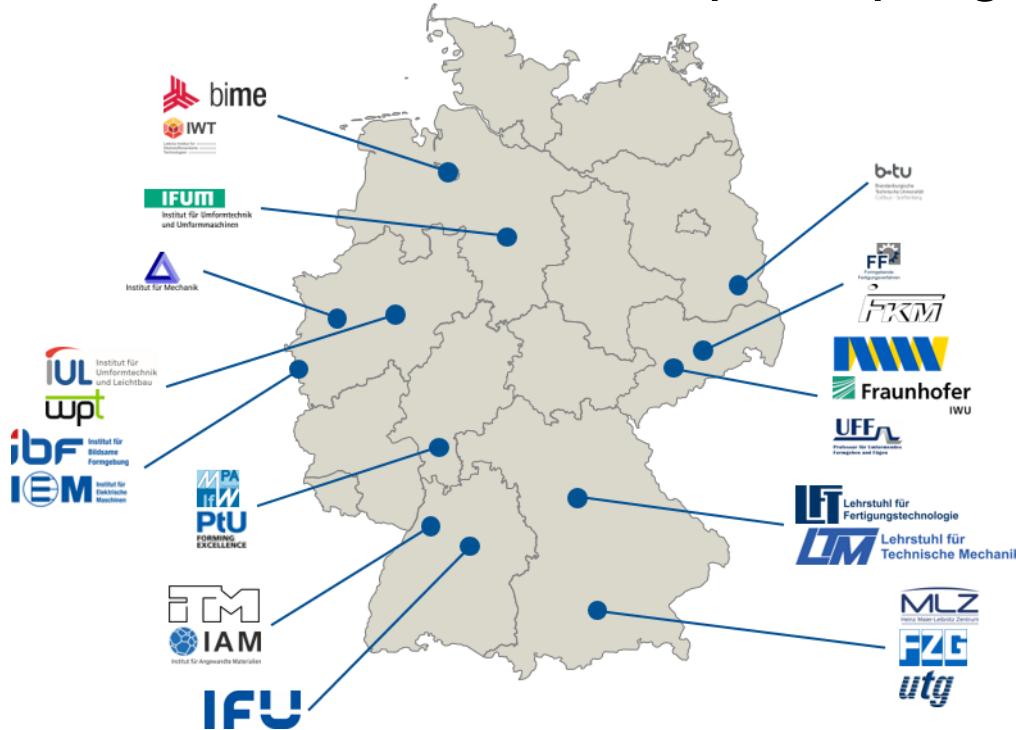
Technische Universität München

TUM School of Engineering and Design

Lehrstuhl für Umformtechnik und Gießereiwesen

Dresden, 28.11.2023

# Überblick: DFG Schwerpunktprogramm 2013



- Koordination durch den Lehrstuhl für Umformtechnik und Gießereiwesen der Technischen Universität München
- Beantragung im Oktober 2016
- Start im Oktober 2017
- Sechs Jahre Projektlaufzeit in drei Abschnitten à zwei Jahren
- Förderbetrag von 2,3 Mio. € pro Jahr
- 12 Forschungsprojekte
- 13 beteiligte Universitäten
- 24 teilnehmende Institute

# Umformtechnisch induzierte Eigenspannungen

## Zugeigenspannungen

Lokale Reduktion der Bauteilfestigkeit

## Druckeigenspannungen

Lokale Erhöhung der Bauteilfestigkeit

Vermeidung oder Reduktion von Eigenspannungen

Stand der Technik

## Ungenutztes Potenzial

Gezielte Nutzung umformtechnisch eingebrachter und bewusst orientierter Eigenspannungen

Erhöhung der Festigkeiten  
und Lebensdauer der  
Bauteile

Reduzierung der  
Fertigungskosten und  
Prozessoptimierung

Ressourcenschonung und  
Verringerung von CO<sub>2</sub>-  
Emissionen

SPP 2013

# Übergeordnete Ziele

- Nachweis der **Stabilität** von Eigenspannungen
- Beherrschung von **Prozess** und **Material**
- Messbare **Eigenschaftsverbesserung** der Bauteile
- Geeignete **Nachweismethoden**
- **Vorhersagegenauigkeit** der Simulationsmodelle
- **Validierung** unter seriennahen Randbedingungen

# Schwerpunkt

## Im Fokus

- Blech- und Massivumformung
- Metallische Bauteile
- Gezieltes Einbringen umformtechnisch induzierter Eigenspannungen
- Verbesserte Bauteileigenschaften durch kontrolliert eingebrachte Eigenspannungen

## Nicht im Fokus

- Zerspanungsprozesse
- Nachfolgende Wärmebehandlung
- Halbzeuge
- Reine Eigenspannungsreduzierung
- Fügeprozesse ohne Umformung
- Verschleißbeständigkeit auf Werkzeugebene
- Untersuchung von Korrosionserscheinungen

# Phasen des SPPs

## Validierung → Quantifizierung → Optimierung

Phasen

- Eigenspannungskontrolle
- Eigenspannungsmessung
- Aufbau von Simulationsmodellen
- Reproduzierbarkeit

- Einfluss von Störgrößen
- Materialschwankungen
- Quantifizierung der Simulationsmodelle und Messverfahren

- Eigenschaftsverbesserung
- Stabilität von Eigenspannungen
- Verhalten im Anwendungsfall
- Optimierung der Prozesse

# SPP interner Austausch

**2020**  
Konsortialtreffen virtuell

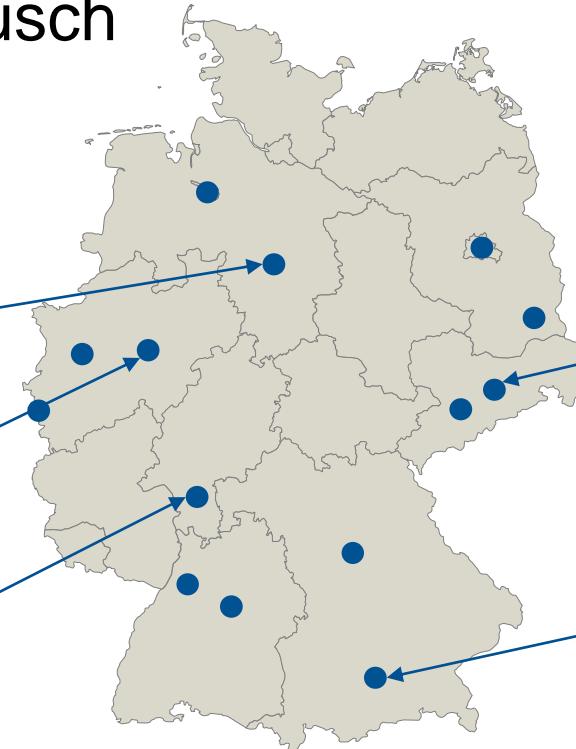
**2019**  
Konsortialtreffen in  
Hannover

**2021**  
Konsortialtreffen in  
Dortmund

**2022**  
Konsortialtreffen in  
Darmstadt

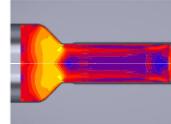
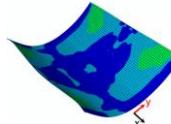
**2018**  
Konsortialtreffen in  
Dresden  
**2023**  
Abschlusskolloquium in  
Dresden

**2017**  
Kick-Off Treffen in  
Garching

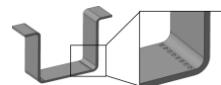
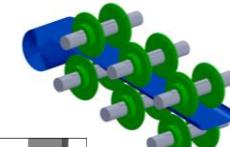
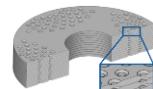


# Interdisziplinäre Zusammenarbeit – Fachkreise

## Mechanik und Simulation



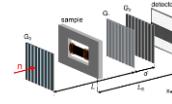
## Produktionstechnologie dünnwandig



## Produktionstechnologie dickwandig



## Werkstoffe, Betriebsfestigkeit, Mess- und Prüftechnik



# Veröffentlichungen

## Special Issues

Production Engineering, 2019: **10 + 3** Beiträge + Editorial

Forschung im Ingenieurwesen, 2021: **12** Beiträge + Editorial

Archive of Applied Mechanics, 2021: **17** Beiträge + Editorial

## Gemeinsame Veröffentlichungen

**3** Fachkreispaper und bi-/trilaterale Veröffentlichungen

## Journalbeiträge

**43** weitere Journalveröffentlichungen

## Konferenzteilnahmen als SPP 2013

GAMM, München, *Mini Symposium*, 2018

COMPLAS Barcelona, *invited Session*, 2019

Werkstoffwoche, *Symposium*, 2019

Forming Technology Forum, *Postersession*, 2019

ICTP Ohio, *Mini Symposium*, 2021

GAMM, Aachen, *Mini Symposium*, 2022

## Konferenzbeiträge

**64** veröffentlichte Konferenzbeiträge

**149** Veröffentlichungen

# Dissertationen

## **Dissertationen**

**Stahl, Jens-Michael.** Residual stresses induced by shear cutting – Targeted use for manufacturing functional surfaces with an improved fatigue behavior, **2021**, Technische Universität München

**Franceschi, Alessandro.** Anforderungsspezifische Einstellung des Eigenspannungszustandes in der Kaltmassivumformung, **2022**, TU Darmstadt

**Erdle, Hannes.** *Modeling of Dislocation: Grain Boundary Interactions in Gradient Crystal Plasticity Theories*. KIT Scientific Publishing, **2022**

**Maaß, Fabian.** *Gezielte Eigenspannungseinstellung in der inkrementellen Blechumformung*. Dissertation, Technische Universität Dortmund, Tag der mündlichen Prüfung: 24.10.2023., **2023**

**Hellebrand, Sonja.** *Numerical simulation of microstructural residual stresses of hot bulk forming parts with targeted cooling*, Universität Duisburg-Essen, **2023**

---

**5 abgeschlossene Dissertationen**

# Öffentlichkeitsarbeit

## Website



- Projektbeschreibungen
- Links zu Veröffentlichungen
- Termine
- Beschreibung der Fachkreisarbeit

<https://www.mw.tum.de/utg/spp-2013>

## Videothek



- **11 Projektvideos + 1 SPP2013-Video**
- Thematik leicht zugänglich erklärt
- Projektinhalte visuell dargestellt
- Öffentlich zugänglich über
  - Website
  - SPP2013 YouTube Channel
  - zitierfähig

<https://www.mw.tum.de/utg/spp-2013/videos-zum-spp-2013>

# Austausch mit der Industrie

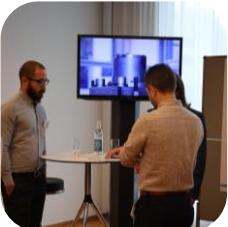
## Industriekolloquien



2022

### Industriekolloquium

Garching



2023

### Sächsische Fachtagung Umformtechnik

Dresden

## Messeauftritte



2022

### EuroBLECH

Hannover



2023

### Blechexpo

Stuttgart

# Erkenntnistransfer

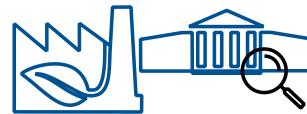
**SPP2013**

→ **Erkenntnistransfer** →

**Industrie**



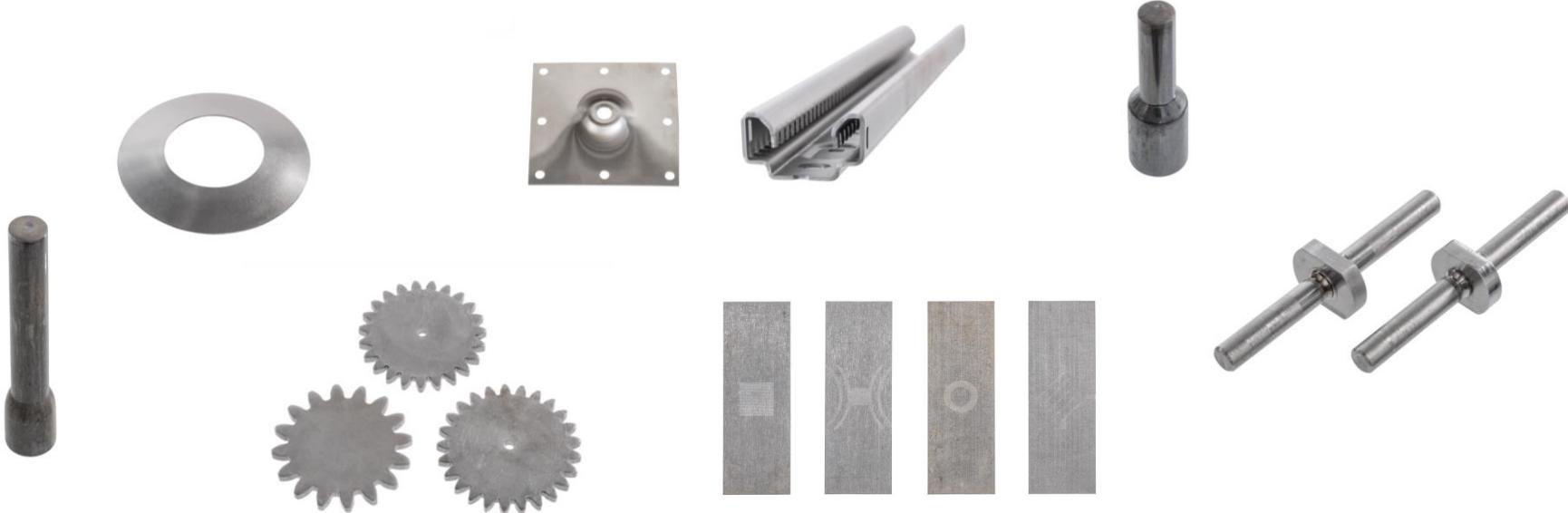
Grundlagenforschung  
Einstellung Eigenspannungen  
Messverfahren  
Numerische Methoden  
Quantifizierung der  
Eigenschaftsverbesserung



Übertragung der Erkenntnisse auf  
industrielle Prozesse und Produkte in  
enger Zusammenarbeit mit  
Industriepartnern



Integration in industrielle Produktion  
Bessere Produkte und Prozesse  
Kostenreduktion  
Nachhaltigkeit



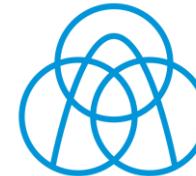
## Erkenntnistransfer

## Industriepartner für Transferprojekte



faurecia

Mubea



thyssenkrupp



prosimalys



# Abschlussbericht



**Targeted Use of Forming Induced  
Residual Stresses in Metal Components**

Final Report of the DFG Priority Program 2013

Funding period 2017 to 2023

Editor: Wolfram Volk

**SPP** 2013

**DFG**

## **Ergebnisse aus SPP2013 - Buchveröffentlichung**

- Grundlagen Eigenspannungen in der Umformtechnik
- Projektergebnisse
- Projektübergreifende Ergebnisse
- Open Access Publication
- Veröffentlichung voraussichtlich Quartal 1 2024

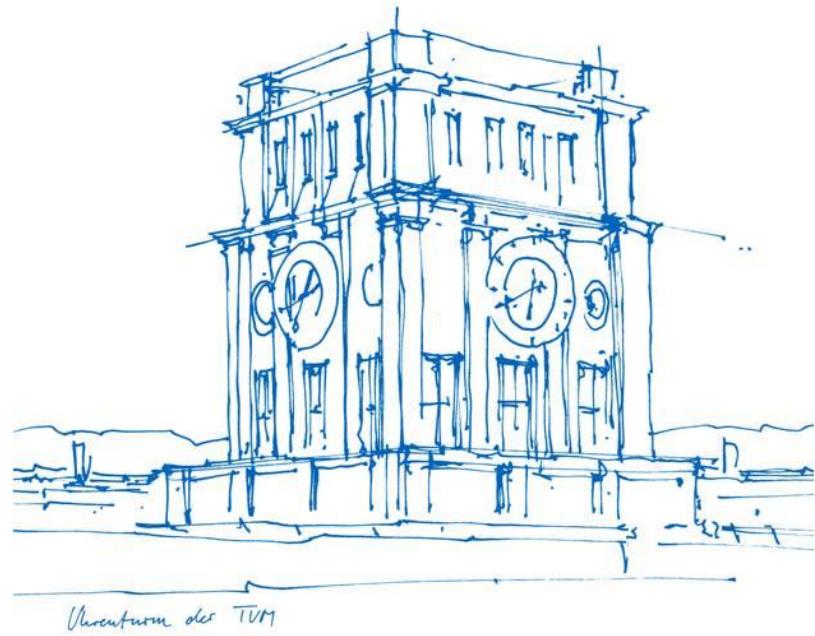
# Programm am Vormittag

Zeit	Programm	Raum
8:30 – 8:45	<b>Gezielte Nutzung umformtechnisch induzierter Eigenspannungen in metallischen Bauteilen</b> – Prof. Wolfram Volk	Raum 4
8:45 – 9:15	<b>Simulative Vorhersage und Bewertung von Eigenspannungen</b> – Prof. Markus Kästner	Raum 4
9:15 – 9:45	<b>Entstehung und Auswirkung der Eigenspannungen beim Rundkneten und Fließpressen</b> – Dr. Jérémie Epp	Raum 4
9:45 – 10:10	<b>Eigenspannungen für Anwendungen der Zukunft: Bistabile Rohre und neuartiges Elektromotordesign</b> – Ines Gilch	Raum 4
10:10 – 10:40	<b>Kaffeepause</b>	Raum 6

# Programm am Vormittag

Zeit	Programm	Raum
10:40 – 11:10	<b>Gezielte Eigenspannungseinstellung in der inkrementellen Blechumformung</b> – Fabian Maaß	Raum 4
11:10 – 11:40	<b>Druckeigenspannungen in der Kaltmassivumformung</b> – Prof. Wolfram Volk	Raum 4
<b>12:00 – 13:30</b>	<b>Mittagspause</b>	Hotelrestaurant
13:30 – 15:00	<b>Postersession SPP2013</b>	Raum 6
<b>15:00 – 15:30</b>	<b>Kaffeepause</b>	Raum 6

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Uhrenturm der TUM