

# Umformen – Produktionsfamilien bei gleichbleibender Qualität

## SFB 805 | Teilprojekt B2 | Förderperiode 3

Die dritte und abschließende Phase des Teilprojekts B2 im Sonderforschungsbereich 805 wurde im März 2021 in allen Projektbereichen erfolgreich abgeschlossen. Im Teilprojekt geregelte Produktionsketten konnten unter anderem an der 3D-Servo-Presse (3DSP) mittels inkrementeller Umformung Bauteile mit individuell definierter Steifigkeit hergestellt werden. Zudem wurden auch Machine Learning Algorithmen zur Prädiktion von Werkzeugverschleiß entwickelt. Der Teilbereich Einzelteiltrückverfolgung nutzte individuelle Merkmale anhand einer In-Line per Nadelprägung aufgetragenen Data-Matrix zur eindeutigen Identifikation von Bauteilen durch ihren gesamten Produktionszyklus. Im Bereich Betriebsmitteldiagnose und -regelung konnte ein stabiler Regelungsalgorithmus für die Presseneinfederung der 3DSP anhand eines entwickelten Kinematik- sowie Steifigkeitsmodells entwickelt werden.

### Projektbeschreibung

Forschungsgegenstand 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 in geregelte Mehrtechnologie-Prozessketten. Ausgangslage sind die Ergebnisse aus der Förderperiode 2. In dieser konnte die Unsicherheit in Umformprozessen durch Erhöhung von Flexibilität und Integration von Regelkreisen beherrscht werden. Dies wurde durch die Entwicklung der 3D-Servo-Presse (3DSP) vorangetrieben, die bislang nicht bekannte Bewegungen der Werkzeugspitze mit drei Freiheitsgraden durchführen kann. Somit wird die Fertigung von Produkten eines breiten Variantenspektrums ermöglicht, wodurch Produzenten flexibler auf schwankende Nachfragen reagieren können. Die Erhöhung der Anzahl an Freiheitsgraden und damit der Gesamtkomplexität geht mit regelungstechnischen Herausforderungen einher, die sich einerseits auf die Positions-

und Kraftregelungen der Fertigungsmaschine beziehen, andererseits die bauteilindividuelle Regelung von Eigenschaften adressiert.

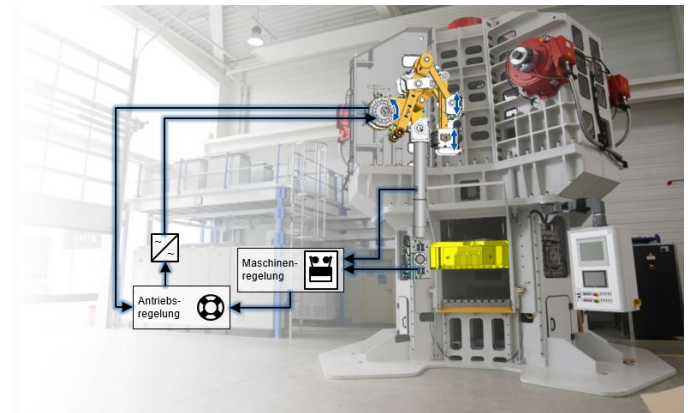


Abbildung 1: Regelungskonzept der 3D-Servo-Presse über die auf den Stößel wirkenden Kräfte und Momente

### Projektdaten

Laufzeit	Jan. 2017 – Mär. 2021
Bearbeiter/-in	Dirk Molitor, M. Sc. Thiemo Germann, M. Sc.
Abteilung	Prozessketten und –Anlagen; Funktions- und Verbundbauweise

### Förderer



# Umformen – Produktionsfamilien bei gleichbleibender Qualität

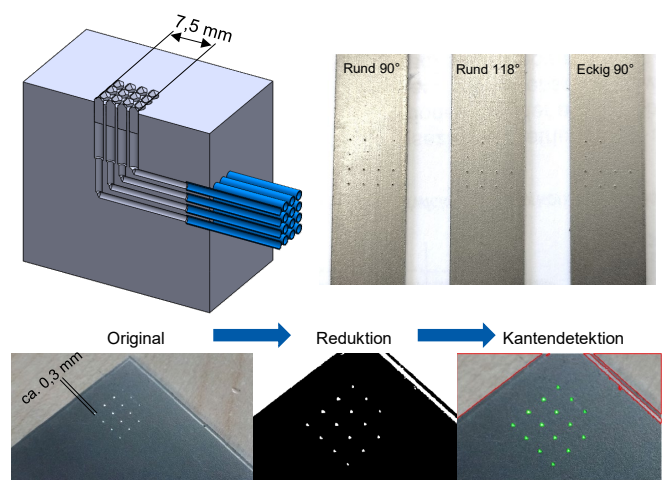
## SFB 805 | Teilprojekt B2 | Förderperiode 3

Hieraus resultieren die zentralen Zielsetzungen der Phase 3: (1) Entwicklung einer vernetzten Produktionsprozesskette und deren Abbildung durch ein mathematisches Modell sowie, darauf aufbauend Erstellung eines Regelkreises für die Prozesskette, der zur Verbesserung der Bauteilqualität beiträgt; (2) Erarbeiten von Grundlagen der Einbringung einer Einzelteilrückverfolgung in umformtechnischen Prozessen, auf deren Basis Verfahren der Merkmalseinbringung entwickelt, angewendet und durch eine gesamte Prozesskette umgesetzt werden; (3) Entwicklung von Mehrkörpersimulationsmodellen, die durch Einspeisung von Sensordaten nicht direkt messbare Systemgrößen berechnen können, zur Verwendung in der Zustandsüberwachung und Mehrgrößenregelung.

### Ergebnisse

Gesamtheitlich konnte die 3. Förderperiode mit großem Erfolg abgeschlossen werden. Für die Abbildung einer vernetzten Produktionskette konnte ein Regelkreis entwickelt werden, welcher simulativ wie auch numerisch stabile Ergebnisse liefert. Weiterhin konnte zudem mittels der Regelung und der 3DSP eine gezielte Einstellung vom Bauteilsteifigkeiten bei der Herstellung per SPIF erreicht werden. Zwecks der Einzelteilrückverfolgung wurde ein In-Line-Nadelprägeprozess entwickelt, welcher

eine dauerhafte Bauteilmarkierung ohne negative Einflüsse auf die Performancekennwerte ermöglicht. Die eingebrachten Merkmale konnten anschließend über die gesamte Fertigungskette unter Nutzung der als Beispiel verwendeten Dehnstofffaktoren beobachtet werden.



Mittels eines Steifkeitsmodells der 3DSP konnte auch das 3. Ziel erreicht werden. Durch aufgebrauchte externe Kräfte und Momente am Pressenstößel konnte auf die Einfederung der Presse in Abhängigkeit zur Antriebspositionen zurück gerechnet und so der Presseneinfederung entgegengewirkt werden.

### Projektdaten

Laufzeit	Jan. 2017 – Mär. 2021
Bearbeiter/-in	Dirk Molitor, M. Sc. Thiemo Germann, M. Sc.
Abteilung	Prozessketten und –Anlagen; Funktions- und Verbundbauweise

### Förderer



Institut für Produktionstechnik und Umformmaschine (PtU)  
Otto-Berndt-Straße 2, 64287 Darmstadt

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Peter Groche  
info@ptu.tu-darmstadt.de

**PtU**  
**FORMING**  
**EXCELLENCE**



# Umformen – Produktionsfamilien bei gleichbleibender Qualität

## SFB 805 | Teilprojekt B2 | Förderperiode 3

Hierbei wurden zudem verschiedene Regelungsansätze erfolgreich auf ihre Stabilität geprüft.

Neben mehr als 10 Veröffentlichungen sind im Rahmen des Teilprojekts zudem 2 Dissertationen entstanden.

### Danksagung

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

### Projektdaten

Laufzeit	Jan. 2017 – Mär. 2021
Bearbeiter/-in	Dirk Molitor, M. Sc. Thiemo Germann, M. Sc.
Abteilung	Prozessketten und –Anlagen; Funktions- und Verbundbauweise

### Förderer

