E(co)METAL

Energieeffizientes Processing von Metallen mittels Mobiler ElektroTechnischer Anlage mit Leistungselektronik und Edge-KI

Programm / Ausschreibung	EW 24/26, FTI-Fokusinitiativen, Energieforschung 2024 FTI - Fokusinitiativen	**Status**	laufend
Projektstart	01.01.2025	**Projektende**	31.12.2027
Zeitraum	2025 - 2027	**Projektlaufzeit**	36 Monate
Keywords	Energieeffiziente Umformtechnik; Leistungselektronik; Elektroplastischer Effekt (EPE); Electrically Assisted Forming (EAF); Edge-KI		

Projektbeschreibung

Der Elektroplastische Effekt (EPE) bietet großes Potenzial für Energieeinsparung bei Herstellungsprozessen in der metallverarbeitenden Industrie und kann einen wichtigen Beitrag zur Klimaneutralität Österreichs bis 2040 leisten. Durch das EAF-Umformen (Electrically Assisted Forming) und die strombasierte Wärmebehandlung (E-Heat) mit Stromfluss unmittelbar durch das Werkstück kann der EPE konkret nutzbar gemacht werden. Im Projekt E(co)Forming (2021-2024) wurde der EPE an verschiedenen Metallen (Aluminium, Stähle) reproduzierbar nachgewiesen. Dazu wurde eine Bestromungseinheit META (Mobile Elektrotechnische Anlage) entwickelt, um bestmöglichen Stromzufluss und Kontaktierung zu gewährleisten.

Basierend auf bisherigen Erkenntnissen in der Stromeinleitung, Kontaktierung von Probenkörpern und Umformtechnik werden in E(co)METAL leistungselektronische Regelungskonzepte zur orts- und zeitaufgelösten flexiblen Bestromung in der Bestromungseinheit META NEU sowie Sensorik und Automatisierungstechnik integriert. Parallel dazu wird ein umfassendes Simulationsmodell im Rahmen einer Dissertation entwickelt, das den EPE in LS-DYNA grundlegend abbildet und es werden in umfassenden Testreihen Versuchsdaten für Umformverfahren gesteigerter Komplexität erstellt. Die generierten Daten werden genutzt, um ein Machine-Learning Modell zu trainieren und Vorgaben für die EAF-Umformung unter geänderten Bedingungen zu erstellen.

Das Projektteam ist multifunktional im Sinne der Projektzielerreichung aufgestellt, es besteht aus Umformtechnik-Firmen wie voestalpine AC Dettingen, voestalpine Metal Forming und voestalpine Rotec sowie KMU wie PhysTech, die funktionale Dünnschichten weiterentwickeln und anwenden, und LARsys, die das Hardwaredesign für Leistungselektronik und Stromsteuerung übernimmt. Die wissenschaftlichen Partner bringen Expertise in Leistungselektronik und Hochstromtechnologie (AIT/Center for Energy) sowie Umformtechnik, -simulation, Materialcharakterisierung, Sensorik, Machine Learning und KI zur Prozessführung und -verbesserung (LKR) ein.

Die operativen Ziele des Projektes lassen sich wie folgt zusammenfassen:

• Weiterentwicklung von EAF-Umformsystemen

• Prozessparameteroptimierung für die EAF-Umformung bzw. strombasierte Wärmebehandlung (E-Heat)

• Effiziente Prozessauslegung durch simulative Abbildung des EPE in der EAF-Umformung und bei E-Heat

• Etablierung geeigneter Prozessrouten für die Anwendung des EPE auf komplexere Geometrien/ Umformverfahren (z.B. Rohrzug, Tiefziehen) unter Einbindung von Machine-Learning Methoden zur intelligenten Steuerung über Edge-KI.

Abstract

The electroplastic effect (EPE) offers great potential for energy savings in manufacturing processes in the metalworking industry and can make an important contribution to Austria's climate neutrality by 2040. Electrically Assisted Forming (EAF) and current-based heat treatment (E-Heat) with current flowing directly through the workpiece can make EPE usable in concrete terms. In the E(co)Forming project (2021-2024), EPE was reproducibly demonstrated on various metals (aluminum, steels). For this purpose, a META (mobile electrotechnical system) power supply unit was developed to ensure the best possible current flow and contacting.
Based on previous findings in current injection, contacting of specimens and forming technology, E(co)METAL integrates power-electronic control concepts for spatially and time-resolved flexible power supply in the META NEU power supply unit as well as sensors and automation technology. At the same time, a comprehensive simulation model is being developed as part of a dissertation that fundamentally maps the EPE in LS-DYNA as well as extensive test series generate test data for forming processes of increased complexity. Generated data is utilized to train a machine learning model giving predictions for EAF-Forming under varying conditions.

The project team is multifunctional in terms of achieving the project objectives and consists of forming technology companies such as voestalpine AC Dettingen, voestalpine Metal Forming, and voestalpine Rotec, as well as SMEs such as PhysTech, which is further developing and applying functional thin films, and LARsys, which is responsible for the hardware design for power electronics and current control. The scientific partners contribute expertise in power electronics and high-current technology (AIT/Center for Energy) as well as forming technology, simulation, material characterization, sensor technology, machine learning and AI for process control and improvement (LKR).
The operational objectives of the project can be summarized as follows:
• Further development of EAF systems
• Process parameter optimization for EAF and current-based heat treatment (E-Heat)
• Efficient process design by providing a simulative representation of the EPE for EAF and E-Heat
• Establishment of suitable process routes for the application of EPE to more complex geometries/ forming processes (e.g., tube drawing, deep drawing) and integration of machine learning methods for intelligent control via edge-AI.

Projektkoordinator

- LKR Leichtmetallkompetenzzentrum Ranshofen GmbH

Projektpartner

- AIT Austrian Institute of Technology GmbH
- LARsys-Automation GmbH
- PhysTech Coating Technology GmbH
- voestalpine Automotive Components Dettingen GmbH & Co. KG
- voestalpine Metal Forming GmbH
- voestalpine Rotec GmbH