

Fertigungsprozesse mit chemischer Hauptwirkung

Teilprojekt F03/ECM – Dr.-Ing. Andreas Klink

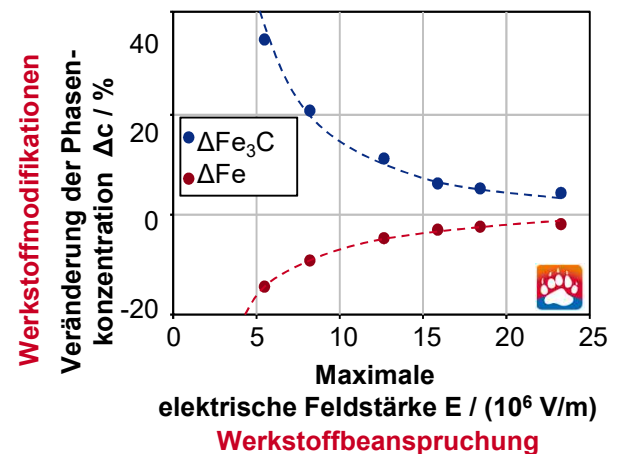
Zielsetzung und Vorgehensweise

Im Teilprojekt F03 soll eine Prozesssignatur für Prozesse mit chemischer Hauptwirkung entwickelt und nutzbar gemacht werden. Zu diesem Zweck wird der Prozess des elektrochemischen Abtragens (ECM, ElektroChemische Metallbearbeitung) stellvertretend für Fertigungsprozesse mit chemischer Hauptwirkung untersucht. Dazu werden die im Prozess auftretenden Beanspruchungen, sowie die resultierenden Modifikationen sowohl experimentell als auch simulationsgestützt untersucht. Die experimentellen und modellbasierten Umgebungen werden einerseits im Teilprojekt selbst und andererseits durch verschiedene Kooperationen im SFB-TRR136 entwickelt.

Aktueller Kenntnisstand

Die in der ersten Förderungsperiode erarbeiteten Ansätze zur Prozesssignaturkomponente „Phasenveränderung“ wurden in der zweiten Periode finalisiert und validiert. Auf der Grundlage der experimentellen Untersuchungen in Zusammenarbeit mit dem Teilprojekt C02/Elektronenmikroskopie wurde ein numerisches Modell zur Beschreibung des anodischen Auflösungsverhaltens der unterschiedlichen Werkstoffphasen für den Ferrit-Perlit (FP) geglühten Zustand des Werkstoffs 42CrMo4 aufgestellt. Darüber hinaus wurden zwei weitere relevante Prozesssignaturkomponenten formuliert, die maßgeblich zur Beschreibung der ganzheitlichen elektrochemischen Prozesssignatur beitragen. So wurde die Intensität des Phänomens der Lochkorrosion als Modifikationsgröße definiert und mit der maximal auftretenden elektrische Feldstärke als Beanspruchung zu einer Signaturkomponente zusammengefasst. Des Weiteren wurde das Phänomen der Strömungsriefen untersucht. Dabei wurde eine probabilistische Prozesssignaturkomponente formuliert, mit der Entstehungswahrscheinlichkeit der strömungsinduzierten Kraterstrukturen als Modifikations- und der Wandschubspannung als Beanspruchungsgröße.

Signaturkomponente Phasenveränderung



Schlussfolgerungen und weiteres Vorgehen

In der bisherigen Projektlaufzeit wurde in der Wirkkette das Hauptaugenmerk auf die Zusammenhänge zwischen den prozessspezifischen chemisch dominierten Werkstoffbeanspruchungen und den resultierenden Werkstoffmodifikationen auf Basis entsprechender Prozesssignaturkomponenten gelegt. Aktuell wird insbesondere die Thematik der Mehrfachbeanspruchung sowohl in Prozessketten sowie am Einzelprozess bei der gepulsten ECM-Bearbeitung (PECM) untersucht. Um eine funktionsorientierte Fertigung zu ermöglichen gilt es zukünftig das „inverse Problem der Fertigungstechnik“ über die gesamte Wirkkette von Maschineneinstellungen bis zur Bauteilfunktion zu lösen. In einem ersten Schritt sind die Auswirkungen der Werkstoffmodifikationen auf ausgewählte Funktionseigenschaften zunächst detailliert für den ECM-Prozess zu analysieren. Dabei werden insbesondere die Hochtemperaturoxidationsbeständigkeit, die Biegezugfestigkeit sowie die tribologischen Eigenschaften als prozessrelevante Funktionalitäten behandelt. Anschließend sind diese Eigenschaften in einem Gesamtmodell zusammen mit der bisher erarbeiteten Prozesssignatur und weiteren Fertigungsprozessen zu koppeln, um eine durchgängige Beschreibung der Wirkkette sicherzustellen.

Veröffentlichungen

- [1] Bergs, T.; Harst, S.: *Development of a Process Signature for Electrochemical Machining*. CIRP Annals Manufacturing Technology 69 (2020), pp. 153-156 DOI: [10.1016/j.cirp.2020.04.078](https://doi.org/10.1016/j.cirp.2020.04.078)
- [2] Bergs, T.; Rommes, B.; Kohls, E.; Meyer, H.; Klink, A.; Heidemanns, L.; Harst, S.: Experimental Investigation concerning the Influence of Electrochemical Machining on Process Chain induced Residual Stress States. Procedia CIRP (2021), 95, pp. 726-730 DOI: [10.1016/j.procir.2020.01.170](https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.01.170)
- [3] Harst, S.: Entwicklung einer Prozesssignatur für die elektrochemische Metallbearbeitung. Dissertation RWTH Aachen University Apprimus Verlag 2020
- [4] Rommes, B.; Klink, A.; Herrig, T.; Vorspohl, J.; Ehle, L.; Bergs, T.: Formation of Flow-Grooves during Electrochemical Machining. Proceedings of the 16th International Symposium on Electrochemical Machining Technology INSECT, 24-25 November 2020, Chemnitz, Germany, pp. 27-32 ISBN: 978-3-95735-125-8