

Die Funkenerosion als Prozess mit thermischer Hauptwirkung

Teilprojekt F02/EDM – Dr.-Ing. Andreas Klink

Zielsetzung und Vorgehensweise

Das Ziel des Teilprojektes F02/EDM ist eine umfassende Modellbildung der thermo-physikalischen Zusammenhänge des Funkenerosionsprozesses. Aufbauend auf diesen Modellen soll eine Prozesssignatur für den Funkenerosionsprozess erstellt werden, die die resultierenden Modifikationen der Bauteilrandzone mit den Beanspruchungen infolge der thermischen Last beschreibt. Dazu werden verschiedene numerische Modellierungsansätze verwendet, um die Werkstoffbeanspruchung aber auch in Teilen die Modifikationen abzubilden. Ein Großteil der Modifikationen wird in Kooperation mit den charakterisierenden Teilprojekten experimentell ermittelt.

Aktueller Kenntnisstand

Es wurde ein Modell entwickelt [1], welches die Werkstoffbeanspruchung in Folge thermischer Last in Abhängigkeit von den Prozessstellgrößen für eine Einzelentladung bestimmt. Erste Untersuchungen deuten daraufhin [2], dass die Beanspruchung der Einzelentladung entscheidend für die Modifikationen der Werkstoffrandzone ist. Das Modell wurde anschließend mit Hilfe von metallurgischen Untersuchungen in Kooperation mit CO₂/Elektronenmikroskopie validiert [3].

Basierend auf dem Modell der Werkstoffbeanspruchung konnte eine Prozesssignaturkomponente (PSK) für die Modifikation der Eigenspannung erstellt werden (Bild rechts).

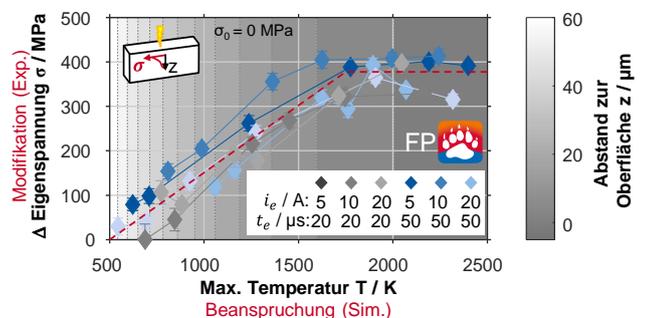


Bild: Prozesssignaturkomponente der Eigenspannung

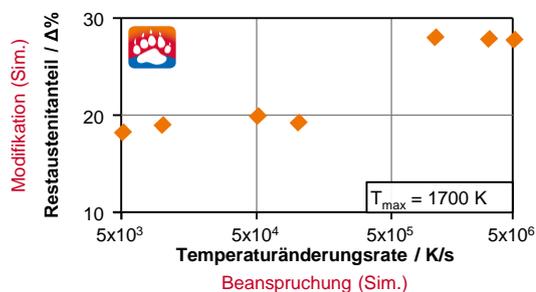


Bild: Prozesssignaturkomponente des Restaustenitanteils

Mit Hilfe der Phasenfeldmodellierung konnte die Mikrostrukturentwicklung während des Funkenerosionsprozesses modelliert werden [4]. Die Ergebnisse mündeten in einer weiteren Prozesssignaturkomponenten, welche den Restaustenitanteil in Abhängigkeit von der Beanspruchung infolge der thermischen Last wiedergibt (Bild links). Darüber hinaus wurde die Wirkung von Mehrfachbeanspruchungen für den Funkenerosionsprozess analysiert. Bei der mehrstufigen Beanspruchung (Schuppen ► Schichten) deuten die Ergebnisse daraufhin, dass die ort aufgelösten maximalen Eigenspannung der einzelnen Prozessstufen den endgültigen Eigenspannungsverlauf bestimmen.

Schlussfolgerungen und weiteres Vorgehen

Für zwei wichtige Modifikationen wurden bereits PSKs ermittelt. Auch die Mehrfachbeanspruchung in der Funkenerosion konnte in das Konzept der Prozesssignatur integriert werden. Untersuchungen zu Mehrfachbeanspruchung bei Prozessketten sind bereits durchgeführt, jedoch werden diese aktuell noch ausgewertet. In der Folgenden Förderperiode soll der Fokus auf die funktionalen Bauteileigenschaften und deren Zusammenhang mit den Modifikationen der Randzone gelegt werden, um die Vision der funktionalen Bauteilauslegung weiterzuentwickeln.

Veröffentlichungen

- [1] Bergs, T.; Schneider, S.; Harst, S.; Klink, A.: Numerical simulation and validation of material loadings during electrical discharge machining. *Procedia CIRP* 82 (2019), 14–19. [10.1016/j.procir.2019.04.165](https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.04.165)
- [2] Schneider, S.; Vorspohl, J.; Frerichs, F.; Klink, A.; Meinke, M.; Schröder, W.; Lübben, T.: Investigation on residual stress induced by multiple EDM discharges. *Procedia CIRP*, (accepted). 2021
- [3] Ehle, L.; Schneider, S.; Schwedt, A.; Richter, S.; Klink, A.; Mayer, J.: Electron microscopic characterization of surface zones thermally modified by electrical discharge machining. *J. Mater. Process. Technol.* 280 (2020), 116596. [10.1016/j.jmatprotec.2020.116596](https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2020.116596)
- [4] Bergs, T.; Mohammadnejad, M.; Hess, R.; Heidemanns, L.; Klink, A.: Simulation of the Evolutions in Real Microstructure of Material under Thermal Cycle with High Thermal Gradients. *Procedia CIRP* 95 (2020), 238–243. [10.1016/j.procir.2020.01.149](https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.01.149)