



Prozesse mit thermo-mechanischer Wirkung – Endbearbeitung mit geometrisch bestimmter Schneide

Teilprojekt F08 – Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. h.c. Dr. h.c. Dr. h.c. Bernhard Karpuschewski

Zielsetzung und Vorgehensweise

Ziel des Teilprojekts (TP) F08 ist die simulationsgestützte Erarbeitung von Prozesssignaturkomponenten für das Hartfräsen. Hierzu soll die Wirkung von mechanischen und thermischen Beanspruchungen (Temperaturen, Temperaturgradienten, Dehnungen/Spannungen) auf die resultierenden Werkstoffmodifikationen (Eigenspannungen, plastische Dehnung, Änderung der Phasenanteile) systematisch untersucht werden. Im Vordergrund stehen die Auswirkungen der Mehrfachbeanspruchungen (Einfluss von Eckenradius und Zahnvorschub sowie Frässtrategie) und die Analyse thermo-mechanischer Beanspruchungen auf die Werkstoffmodifikationen.

Aktueller Kenntnisstand (Juli 2021)

Zur Erreichung der formulierten Zielsetzung sind umfangreiche Fräsversuche am vergüteten Stahl 42 CrMo4 durchgeführt worden. Parallel dazu erfolgte die Spanbildungssimulation des Hartfräsens erstmalig durch den Einsatz einer gekoppelten Euler-Lagrange (CEL)-Methode. Nach der erfolgreichen Validierung von Prozesskräften wurde der Einfluss des Schneideckenradius und der Nebenschneide auf die Beanspruchungen und Modifikationen für die Prozessschritte Schruppen und Schlichten getrennt untersucht.

Hinsichtlich einer Mehrfachbeanspruchung wurde ein mehrstufiger Prozess mit den zwei unterschiedlichen Schnitttiefen a_{p1} und a_{p2} ($a_{p1} > a_{p2}$) untersucht. Die Prozesssignaturkomponenten wurden mithilfe einer Variation von Stellgrößen unter Berücksichtigung von Mehrfachbeanspruchungen aufgestellt und sollen weiter für eine simulationsgestützte Vorhersage der Funktionseigenschaften eingesetzt werden.

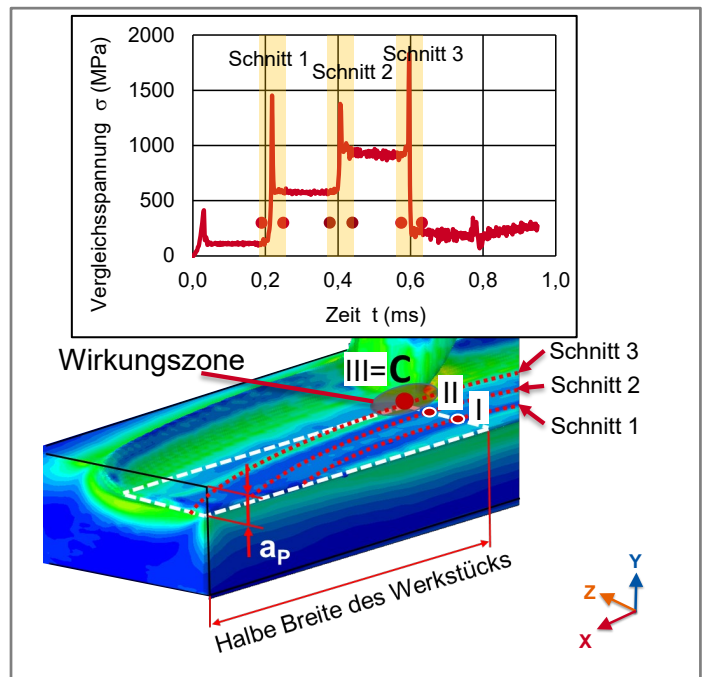


Abbildung 1: Prozesssignaturkomponente durch überlagerte Wirkung von Einzelschneideeingriffen im Punkt C

Schlussfolgerungen und weiteres Vorgehen

Die Erarbeitung von Prozesssignaturkomponenten für die Hartfräsbearbeitung unter besonderer Berücksichtigung von Mehrfachbeanspruchungen wird erstmalig mit Hilfe einer gekoppelten Euler-Lagrange-Methode (CEL) vorgeschlagen. Die Aufstellung von Prozesssignaturkomponenten erfolgt in folgenden Schritten:

- Modellerstellung und Modellvalidierung (Werkstoffmodell, Reibmodell)
- Aufstellung von Prozesssignaturkomponenten in Abhängigkeit von der Schneidkantengeometrie, Einfluss der Nebenschneide auf die Werkstoffbeanspruchungen und -modifikationen, unter Berücksichtigung der Frässtrategie und Einfluss des Werkstoffeingangszustands.

In der dritten Förderphase sollen die Arbeiten im Rahmen des Verbunds auf die resultierenden Funktionseigenschaften von Bauteilen erweitert werden.

Veröffentlichungen

- [1] Vovk A., Sölter J., Karpuschewski B., Finite element simulations of the material loads and residual stresses in milling utilizing the CEL method, Procedia CIRP Volume 87, 2020, Pages 539-544.
- [2] Gräbner, D.; Vovk, A.; Zielinski, T.; Riemer, O.; Lang, W.: An Investigation on High-Resolution Temperature Measurement in Precision Fly-Cutting. Sensors 2021, 21, 1530. <https://doi.org/10.3390/s21041530>.
- [3] Vovk A., Sölter J., Karpuschewski B., Numerical investigation of the influence of multiple loads on material modifications during hard milling, 18th CIRP Conference on Modelling of Machining Operations, June 15-17, 2021.
- [4] Zielinski, T.; Vovk, A.; Riemer, O.; Karpuschewski, B.: An investigation on material loads and modifications in precision turning of steel 42CrMo4, MDPI Micromachines 2021, 12, 526.; <https://doi.org/10.3390/mi12050526>