

## Prozesse mit thermo-chemischer Wirkung

Teilprojekt F07 –Prof. Dr.-Ing. Frank Vollertsen

### Zielsetzung und Vorgehensweise

Im Teilprojekt F07 werden Prozesssignaturkomponenten (PSK) mit thermo-chemischer und thermischer Wirkung entwickelt, um auf deren Basis eine Vorhersage zu Funktionseigenschaften eines Bauteils zu treffen. Dazu werden die Zusammenhänge zwischen der thermo-chemischen Beanspruchung und resultierenden Werkstoffmodifikationen untersucht. Ebenso werden Zusammenhänge zwischen der thermischen Mehrfachbeanspruchung und des resultierenden Härte-Tiefen-Verlaufs untersucht. Darauf aufbauend werden Schwingproben mit unterschiedlichen Randzoneneigenschaften hergestellt und auf ihr Ermüdungsverhalten hin getestet. Das so erzielte Wissen wird zur Identifikation und Weiterentwicklung relevanter PSK, die ein gezieltes Einstellen von Funktionseigenschaften erlauben, genutzt.

### Aktueller Kenntnisstand (Mai 2021) – chemisch

Durch eine zyklische Mehrfachbeanspruchung lässt sich die Rauheit sukzessive reduzieren. Die PSK hängt von der thermischen Belastung  $T_L$  und der Anzahl  $N$  der Zyklen ab.

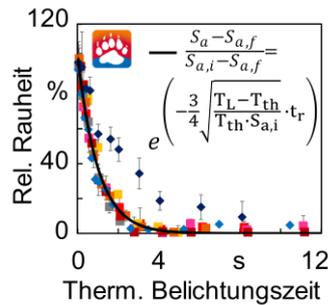


Abb.1 :PSK der Oberflächenrauheit

### Aktueller Kenntnisstand (Mai 2021) – thermisch

Durch eine thermische Mehrfachbeanspruchung weist die Härte in Abhängigkeit der integrierten Umwandlungszeit in der Randzone einen exponentiellen und konvergierenden Zusammenhang zu dieser auf.

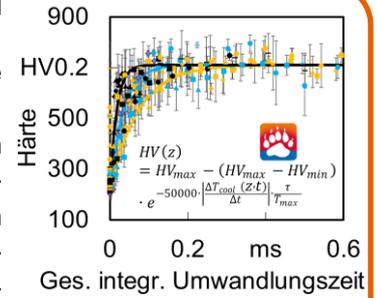


Abb.2 :PSK des Härte-Tiefen-Verlaufs dieser auf.

### Schlussfolgerungen und weiteres Vorgehen

Als Werkstoffbeanspruchungen für den LCM-Prozess konnten die thermische Belastung sowie die Belichtungszeit identifiziert werden. Die Werkstoffbeanspruchung für das Laserhärten ließ sich auf die Temperaturbeanspruchung zurückführen. Somit ließen sich PSK für die arithmetische Rauheit und für die Härte-Tiefen-Verläufe formulieren. Um im Weiteren eine funktionsorientierte Fertigung für Prozesse und Prozessketten basierend auf Prozesssignaturen mit thermo-chemischer Wirkung zu ermöglichen, wird für den LCM-Prozess der Einfluss der Gefügestruktur auf die Rauheitsänderung als weiterer Bestandteil der PSK betrachtet.

### Veröffentlichungen

- [1] Borchers, F.; Clausen, B.; Eckert, S.; Ehle, L.; Epp, J.; Harst, S.; Hettig, M.; Klink, A.; Kohls, E.; Meyer, H.; Meurer, M.; Rommes, B.; Schneider, S.; Strunk, R.: Comparison of Different Manufacturing Processes of AISI 4140 Steel with Regard to Surface Modification and Its Influencing Depth. *Metals* 10 (2020), 895. [10.3390/met10070895](https://doi.org/10.3390/met10070895)
- [2] Eckert, S., Vollertsen, F.: Mechanisms and processing limits of surface finish using laser-thermochemical polishing. *Manufacturing Technology* 67 (2018), 201-204. [10.1016/j.cirp.2018.04.098](https://doi.org/10.1016/j.cirp.2018.04.098)
- [3] Eckert, S.: Multi Cycle Process Signature of Laser Induced Thermochemical Polishing. *Journal of Manufacturing and Materials Processing* 3 (2019), 90. [10.3390/jmmp3040090](https://doi.org/10.3390/jmmp3040090)
- [4] Eckert, S.; Vollertsen, F.; Rommes, B.; Klink, A.; Schupp, A.; Zander, D.: Understanding the Influence of Chemical and Thermal Loads on the Productivity for Processing 42CrMo4 Steel and Titanium via LCM, 9th CIRP Conference on High Performance Cutting (HPC 2020) (akzeptiertes Manuskript, Konferenz durch Covid 19 auf 2021 verschoben)
- [5] Frerichs, F.; Lübben, T.; Lu, Y.; Radel, T.: Process Signature for Laser Hardening. *Metals* 11(3) (2021), [10.3390/met11030465](https://doi.org/10.3390/met11030465)
- [6] Lu, Y.; Meyer, H.; Radel, T.: Multi cycle phase transformation during laser hardening of AISI 4140. *Proc. of the 11th CIRP Conference on Photonic Technologies (LANE 2020)*, eds.: M. Schmidt, F. Vollertsen, E. Govekar. *Procedia CIRP* 94, Elsevier B.V. Amsterdam (2020), 919-923 (online). [10.1016/j.procir.2020.09.073](https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.09.073)
- [7] Zhao, T.; Eckert, S.; Vollertsen, F.: Recast Zone and Unmelted Zone of the White Layer Induced by Microsecond Pulsed Laser Surface Processing of 42CrMo4 Alloy steel, *Lasers in Engineering* 41, Old City Publishing (2018). 349-358.