

## Analyse von Werkstoffmodifikationen durch Beugungsverfahren

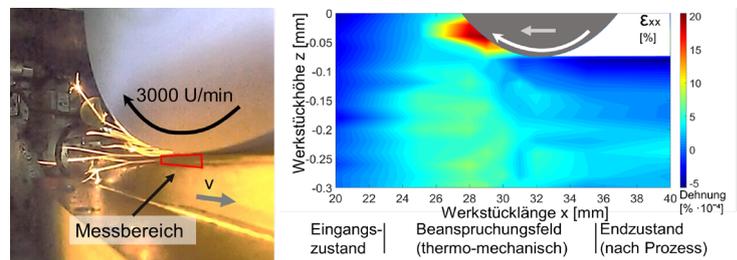
Teilprojekt C01/Diffraktometrie Prof. Dr.-Ing. H.-W. Zoch, Dr.-Ing. J. Epp

### Zielsetzung und Vorgehensweise

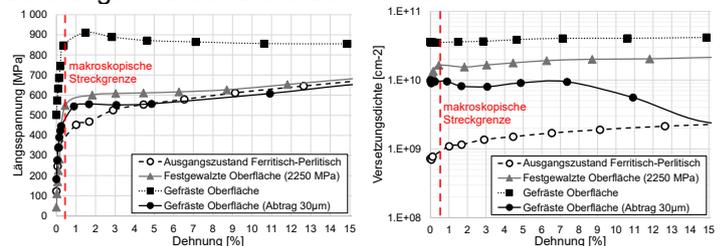
Die in Prozessketten oder Prozessfolgen veränderten Randzoneneigenschaften werden mit röntgenografischen Methoden analysiert und die Veränderung in Abhängigkeit vom Ausgangszustand quantitativ bestimmt. Diese Ergebnisse werden zur Erarbeitung von Prozesssignaturen für Eigenspannungen 1. Art, Versetzungsdichte oder Kristallitgröße genutzt. Während In-situ-Untersuchungen werden auf bearbeiteten Oberflächen zusätzliche Beanspruchungen unter kontrollierten Bedingungen aufgebracht und so die spezifische Werkstoffmodifikation ermittelt. Darüber hinaus werden In-situ-Experimente während des Schleifens oder des Festwalzens am Synchrotron durchgeführt, um die interne Werkstoffbeanspruchung im Prozess unter dem Kontaktpunkt analysieren zu können.

### Aktueller Kenntnisstand

Auf Grundlage der erfolgreichen Festwalzexperimente in der 1. Förderphase wurde eine neue Schleifeinrichtung entwickelt und am Synchrotron betrieben. Durch die Analyse konnten die lokalen Dehnungen in der Umgebung des Schleifkontaktes tiefenabhängig bestimmt werden und so der Übergang zu den finalen Dehnungen im Endzustand dargestellt werden, wobei die Datenlage für zukünftige Auswertungen noch mehr Ergebnisse auch für den Abgleich mit durchgeführten Simulationen in Aussicht stellt. Um die Auswirkungen von spezifischen Beanspruchungen auf schon modifizierte Oberflächenzustände zu untersuchen, wurden speziell präparierte Zugproben in dem aufgebauten Diffraktometer mit In-situ-Zugeinrichtung untersucht. Dabei wurde ermittelt, dass die modifizierten Randzonen deutlich höhere lokale Streckgrenzen aufgrund der erhöhten Versetzungsdichte, aufweisen. Diese entwickeln sich unter Belastung kaum weiter, obwohl die Proben makroskopisch verformt werden. Das Cos- $\alpha$  Diffraktometer konnte schließlich dazu eingesetzt werden, die Eigenspannungsentwicklung in unterschiedlichen Prozessschritten beim Schleifen mit F01 zu analysieren.



In-situ-Schleifversuch am Synchrotron mit Innenansicht der Versuchseinrichtung und gemessene, orts aufgelöste Dehnungen während des Schleifens



Entwicklung der Eigenspannungen und der Versetzungsdichte für verschiedene Randzonenzustände bei überlagerter Zugbeanspruchung

### Schlussfolgerungen und weiteres Vorgehen

Durch die Kombination von röntgenografischen Ex-situ- und In-situ-Untersuchungen werden Informationen über die Entwicklung des Werkstoffzustandes in Bezug auf den Ausgangszustand von bearbeiteten Proben gewonnen, wobei die Analyse der Beanspruchungen im Material angestrebt wird. In Kooperation mit den F-Projekten werden diese Informationen genutzt, um Prozesssignaturen zu entwickeln. Für das Projekt ist deshalb die Entwicklung neuer Versuchsstände für In-situ-Versuche, wie dem mobilen Cos- $\alpha$  Röntgendiffraktometer, Festwalz- und Schleifversuchsstände für Experimente am Synchrotron und Zugeinrichtungen vorrangig, um die transienten Werkstoffzustände auflösen zu können. Die gewonnenen Daten ermöglichen mechanismenbasierte Analysen der Prozesse.

### Veröffentlichungen

**Meyer, H., & Epp, J.** (2020). Spatial Internal Material Load and Residual Stress Distribution Evolution in Synchrotron In Situ Investigations of Deep Rolling. *Quantum Beam Science*, 4(1), 3. [doi.org/10.3390/qubs4010003](https://doi.org/10.3390/qubs4010003)

Borchers, F., **Meyer, H.**, Heinzl, C., Meyer, D., & **Epp, J.** (2020). Development of surface residual stress and surface state of 42CrMo4 in multistage grinding. *Procedia CIRP*, 87, 198-203. [doi.org/10.1016/j.procir.2020.02.095](https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.02.095)

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. (2020). Comparison of Different Manufacturing Processes of AISI 4140 Steel with Regard to Surface Modification and Its Influencing Depth. *Metals*, 10(7), 895. [doi.org/10.3390/met10070895](https://doi.org/10.3390/met10070895)