

Einfluss der Kornorientierung auf die Laserbearbeitung

Studiengang: BSc in Maschinentechnik | Vertiefung: Prozesstechnik
Betreuer: Prof. Dr. Beat Neuenschwander, Prof. Dr. Annette Kipka
Experte: Felix Scheuter

Bei der Mikrobearbeitung von Metallen durch einen Laser mit ultrakurzen Pulsen können bei hohen Fluenzen Kavitäten entstehen. Die Gründe für die Entstehung dieser löcherförmigen Strukturen sind noch nicht vollständig erforscht. Vorgängige Untersuchungen haben ergeben, dass möglicherweise ein Zusammenhang zwischen der Kavitätenbildung und der Orientierung der Körner des Werkstoffgefüges besteht. In der vorliegenden Arbeit wird dieser Ansatz aufgegriffen und weiter untersucht.

Ausgangslage

Die Bearbeitung von Werkstoffoberflächen mit Hilfe von UKP-Laser (ultrakurze Pulse) stellt eine vielversprechende Alternative zu klassischen Mikrobearbeitungsverfahren dar, da kein Werkzeugverschleiss auftritt und das umliegende Material nicht geschädigt wird. Beim Abtragen grösserer Materialvolumina mit einer höheren Fluenz können sich jedoch löcherförmige Strukturen, sog. Kavitäten, in der Werkstoffoberfläche bilden (s. Abb. 1). Dieser Effekt ist unerwünscht. Zur Vermeidung des Effektes muss die Kavitätenbildung verstanden und erklärt werden. Vorgängige Untersuchungen haben Hinweise darauf ergeben, dass ein Zusammenhang zwischen der Orientierung der Körner im Werkstoffgefüge und der Kavitätenbildung besteht.

Ziel

Mit der Durchführung zielgerichteter Laserbearbeitungen von geeigneten Materialien soll die Hypothese, dass die Kornorientierung die Kavitätenbildung beeinflusst, überprüft werden. Das Verständnis der Entstehung von Kavitäten soll verbessert und allfällige andere Einflussfaktoren identifiziert werden.

Vorgehen

Für die Untersuchungen wurden Werkstoffe ausgewählt, die über markante Gefügeeigenschaften verfügen und zwar: Eisen-Einkristall (drei Proben mit

jeweils anderer Kornorientierung), polykristallines Eisen (Elektroblech) mit und ohne Kornorientierung. Diese Werkstoffe wurden nach spezieller Präparation mit Hilfe der Elektronenrückstrahlbeugung (Electron Backscatter Diffraction; EBSD) untersucht. Mit diesem Verfahren sind quantifizierbare Aussagen über die Kornorientierung möglich. Nach Bearbeitung der Probenoberflächen mit UKP-Laser wurden die Ergebnisse der EBSD-Messungen mit Beobachtungen zur Kavitätenbildung verglichen und Aussagen über den Einfluss der Kornorientierung auf die Kavitätenbildung abgeleitet. Abb. 2 zeigt das farbcodierte Ergebnis einer EBSD-Messung (unterschiedliche Farben zeigen unterschiedliche Orientierungen) auf einer mit UKP-Laser bearbeiteten Oberfläche.



Silvan David Gerber

Ergebnis

Die Untersuchungen an den drei verschiedenen Einkristallen ergaben deutliche Unterschiede in der Ausbreitung von Kavitäten; je nach Kornorientierung. Dies bestätigt die Hypothese, dass die Bildung von Kavitäten durch die Kornorientierung beeinflusst wird. Ausserdem konnte beobachtet werden, dass die Polarisation des Laserlichtes (linear, zirkular) einen Einfluss auf die Kavitätenbildung hat. Bei der Bearbeitung mit linear polarisiertem Laserlicht konnte die Bildung von Nanostrukturen beobachtet werden. Dies legt den Schluss nahe, dass infolge höherer Absorption die Bildung von Kavitäten gefördert wird.

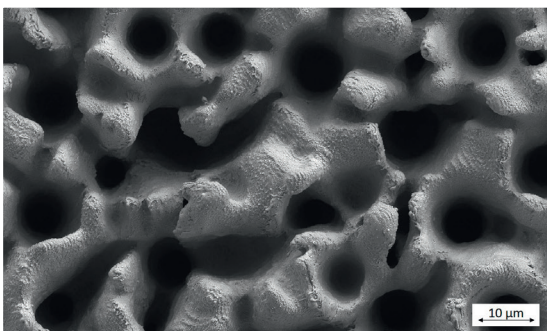


Abb. 1: REM-Aufnahme von Kavitäten (Elektroblech ohne Kornorientierung)

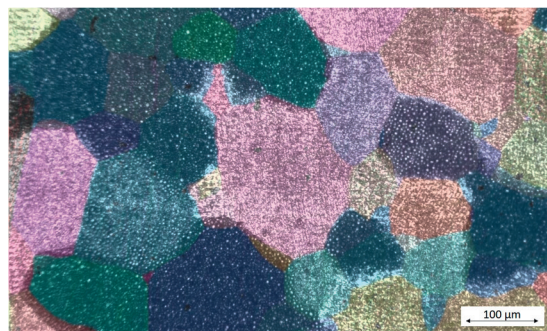


Abb. 2: Ergebnis einer EBSD-Messung auf Oberfläche nach Laserbearbeitung (Elektroblech ohne Kornorientierung)