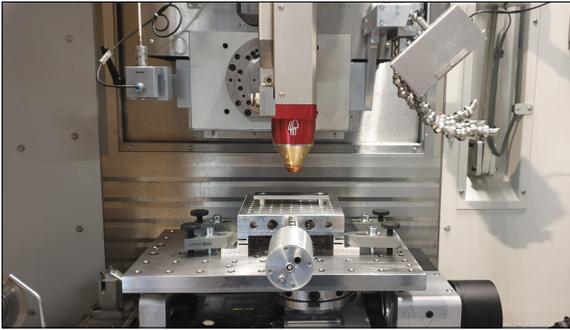




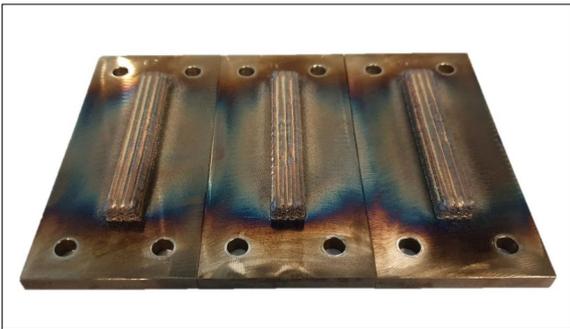
Samuel Sgier

Diplomand	Samuel Sgier
Examinator	Prof. Dr. Mohammad Rabiey
Experte	Stefano Capparelli, Roche Diagnostics International AG, Rotkreuz, ZG
Themengebiet	Fertigungstechnik

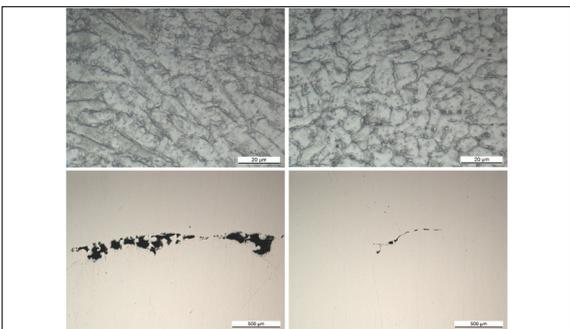
## Ultraschallunterstütztes Laserauftragschweissen (LMD)



Versuchsaufbau für LMD-Prozess mit Ultraschallunterstützung. Eigene Darstellung



Probekörper nach LMD-Vorgang. Eigene Darstellung



Metallografische Aufnahme des Gefüges: links ohne und rechts mit Ultraschallunterstützung. Eigene Darstellung

**Ausgangslage:** Das Laser Metal Deposition (LMD), ein additives Herstellungsverfahren zum Laserauftragschweissen, wird als Schlüsseltechnologie bei der Herstellung und Reparatur von Metallteilen eingesetzt. Es kommt überall dort zum Einsatz, wo teure, meist grosse oder komplexe Bauteile, repariert werden müssen, da sie nicht kostengünstig ausgetauscht werden können. Allerdings sind in den durch LMD hergestellten Teilen immer Ablagerungsdefekte wie Poren, Hohlräume, Mikrorisse und unbestimmte Mikrostrukturen vorhanden, welche die Qualität und die mechanischen Eigenschaften negativ beeinflussen.

**Ziel der Arbeit:** In dieser Bachelorarbeit wird der Einsatz von Ultraschallvibrationen untersucht, um die häufigsten Ablagerungsdefekte zu reduzieren oder zu beseitigen. Durch Verbesserung der Mikrostruktur sollen die mechanischen Eigenschaften wie Zugfestigkeit und Härte erhöht werden. Als LMD-Pulverwerkstoff wird 316L (1.4404) eingesetzt, da dieses Pulver kostengünstig in der Anschaffung ist und es sich um ein weitverbreitetes Material handelt. Nach einer vertieften Literaturrecherche sowie der Konzipierung und Herstellung einer geeigneten Werkstückaufnahme für das bestehende Ultraschallsystem wird eine experimentelle Untersuchung durchgeführt. Es werden die Auswirkungen von Ultraschallschwingungen auf die Geometrie des Fertigteils, die Effizienz der Pulverausnutzung, die Poren und Mikrorisse sowie die Korngrösse, der im ultraschallunterstützten LMD-Prozess hergestellten Teile untersucht. Die mechanischen Eigenschaften einschliesslich der Zugfestigkeit und Härte der gefertigten Teile werden bewertet und zwischen mit und ohne Ultraschallunterstützung verglichen.

**Ergebnis:** Die Ergebnisse zeigen, dass der Prozess mit integrierten Ultraschallvibrationen zu einer höheren Effizienz bei der Pulverausnutzung führt. Poren und Mikrorisse wurden erfolgreich reduziert und Kristallkörner sichtlich verfeinert. Die Verbesserung dieser geometrischen und mikrostrukturellen Eigenschaften führte jedoch zu keiner Erhöhung der Zugfestigkeit und Härte. Gründe dafür sind in der Richtungsabhängigkeit des Kornaufbaus, sowie in der Schwankung der Ultraschallvibrationen über die Bauteilgrösse zu finden. Die grundlegende Untersuchung dieser Arbeit bietet jedoch eine solide Basis für weitere Erforschung zum ultraschallunterstützten Laserauftragschweissen. Für eine allfällige weiterführende Arbeit wäre es spannend zu untersuchen, inwiefern die Ultraschallvibrationen besser kontrolliert werden können. Dies eventuell verbunden mit einer kontinuierlichen Überwachung/Messung der Ultraschallvibrationen während des LMD-Prozesses. Grundsätzlich kann gesagt werden, dass die Ultraschallunterstützung zu einem effizienten und effektiven LMD-Prozess beitragen kann und somit weiterverfolgt werden sollte.