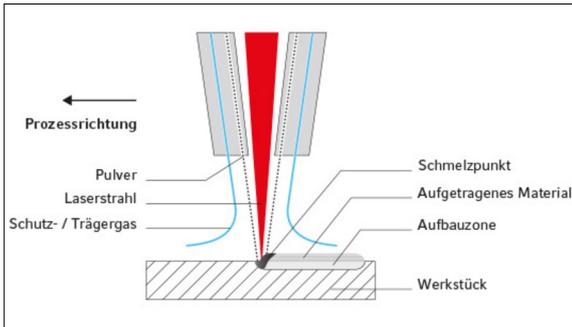


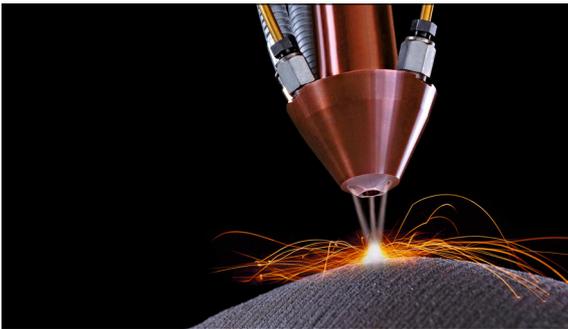
Student	Charles Jenkins
Examinator	Prof. Dr. Mohammad Rabiey
Themengebiet	Produktentwicklung
Projektpartner	MAN Diesel & Turbo Schweiz AG, Zürich, ZH

Laser Metal Deposition (LMD)

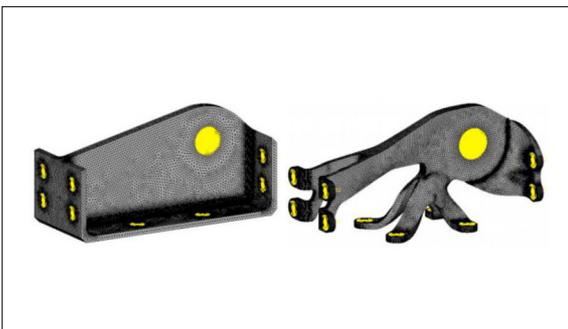
Portfolio zum Stand der Technik des LMD Prozesses



Schematische Darstellung des LMD Prozesses (Quelle: DMG Mori)



Dreistrahlpulverdüse im Einsatz (Quelle: Trumpf)



Gewichtseinsparung durch Topologieoptimierung und additive Fertigung (Quelle: Seabra, et al. 2016)

Einleitung: Additive Manufacturing (AM), auch bekannt als additive Fertigung oder 3D-Druck, ist ein Sammelbegriff für eine Vielzahl von Fertigungsprozessen, welche zur Produktion von dreidimensionalen Körpern und Geometrien eingesetzt werden können. Im Vergleich zu herkömmlichen Fertigungsmethoden, wie z.B. Drehen oder Fräsen, wird bei additiven Verfahren Material auf eine Arbeitsfläche oder einen bestehenden Körper aufgetragen und mit dieser fest verbunden. Einige Vorteile von AM sind die relativ einfache Herstellung von komplexen Geometrien und Konturen, das Fabrizieren von Bauteilen aus mehreren Materialien und die Reduktion von Materialverschwendung, Fertigungsschritten, Durchlaufzeit und Bauteilgewicht.

Ausgangslage: Diese Arbeit fokussiert sich auf das Laser Metal Deposition (LMD) Verfahren, auch bekannt als Laserauftragschweissen. Während diesem Prozess wird ein Metallpulver durch eine Düse auf eine zu bearbeitende Fläche aufgetragen und zeitgleich, mithilfe von thermischer Energie, mit dieser verschmolzen. Es entsteht eine Ablagerung von Material, welche von der eingesetzten Maschine, Pulverdüse und Laseroptik abhängig ist. Es entstehen Materialablagerungen von ungefähr 0.1 bis 1 mm Höhe, wobei die Breite der Spur ungefähr das Doppelte der Höhe entspricht. Dieser Prozess kann für die Herstellung, Beschichtung und Reparatur von Bauteilen eingesetzt werden.

Ziel dieser Arbeit ist es, den Stand der Technik des Laser Metal Deposition Prozesses in den Bereichen Maschinentechologie, Metallpulver, CAD/CAM (computer-aided design, computer-aided manufacturing) Software und Patenten zu recherchieren und in einem Portfolio zusammenzufassen.

Ergebnis: Heutzutage sind ungefähr 20 Unternehmen auf dem Markt vertreten, welche LMD Maschinen entwickeln und vertreiben. Darunter befinden sich einige grosse Namen aus dem Bereich des Werkzeugmaschinenbaus, wie DMG Mori und Mazak. Diese Firmen entwickeln hauptsächlich Hybridmaschinen, welche additive und subtraktive Fertigungsprozesse auf der gleichen Maschine kombinieren. Die Liste von Metallsorten, welche mit dem LMD Prozess kompatibel sind, wird durch die andauernde Entwicklung und Verbesserung des Prozesses ständig erweitert. Häufig eingesetzt werden vor allem Stähle und Nickellegierungen. Im Bereich der CAD/CAM Software sind nur wenige Unternehmen bemüht, Lösungen für den LMD Prozess zu entwickeln. Zu diesen gehören Siemens PLM Software und SKM Informatik.

Im Vergleich zu konventionellen Fertigungsverfahren ist die Laser Metal Deposition Technologie relativ neu. Damit dieses Verfahren vermehrt in neuen Industriebereichen eingesetzt werden kann, müssen in Zukunft noch einige Aspekte des Verfahrens verbessert werden. Zu diesen Aspekten gehören die Überprüfung der Qualität von Bauteilen, welche durch additive Verfahren hergestellt werden, die Erhöhung der Materialaufbaukosten, die Verbesserung der Oberflächengüte und die Reduktion der Kosten von LMD Maschinen und die damit verbundenen Ausrüstungs- und Pulverkosten.