



Philipp Müller

Student	Philipp Müller
Examinator	Prof. Dr. Mohammad Rabiey
Themengebiet	Produktentwicklung

## Erzeugen von Verschleisschutz an Flächen und Kanten

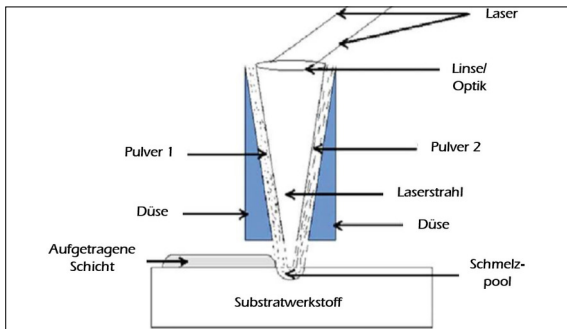
### durch Hartstoffschichten mit Laserauftragsschweissen



Verschleiss aufgrund der Reibung an Flächen und Kanten eines Feinschneidwerkzeugs

**Ausgangslage:** An Werkzeugen tritt Verschleiss meist an stoss- und reibbelasteten Flächen und Kanten auf. Durch das Auftragen einer Schutzschicht auf diese hochbeanspruchten Stellen kann der auftretende Verschleiss reduziert werden. Ein mögliches Verfahren für den Auftrag einer solchen Schutzschicht, stellt das Laserauftragsschweissen mit anschliessender Feinbearbeitung dar. Jedoch sind die technologischen Grundlagen, sowie die Zusammenhänge zwischen Eingangs-, Prozess- und Ergebnisgrössen des Verfahrens bislang noch nicht hinreichend bekannt.

Bei der Bearbeitung der Aufgabenstellung soll der Zusammenhang zwischen den verschiedenen Grössen geklärt und die technologischen Grundlagen etwas genauer in Erfahrung gebracht werden. Die Schicht ist mit dem Verfahren des Laserauftragsschweissen und der Verwendung von Hartstoffschichten auf Werkzeuge der Stanztechnik aufzutragen. Dazu soll die optimierte Prozesskette dienen, welche anhand eines Versuchsplans aufgezeigt wird. Dieser Versuchsplan bildet dabei die Basis für die später durchzuführenden praktischen Tests. Der zu erstellende Versuchsplan, sowie die einzelnen Prozessparameter sind dabei auf die angeschaffte Hybridmaschine anzupassen.



Schematische Darstellung des Laser Metal Deposition Process (Laserauftragsschweissen)

**Vorgehen:** Durch eine ausgiebige Recherche über den Stand der Technik sollen vorerst die Grundlagen geschaffen werden. Inhalt des Stands der Technik sind Themen wie die Stanztechnik, Tribologie und das Laserauftragsschweissen. Durch die Behandlung der statistischen Versuchsplanung und Definition der einzelnen Prozessparameter wird die Erstellung eines Versuchsplans zur Evaluierung der Prozesskette ermöglicht.

Entsprechende Untersuchungsmethoden werden aufgeführt, um die erstellten Proben auf Risse, Poren oder Delamination zu prüfen. Zudem werden Methoden zur Prüfung der Haftfestigkeit und Härte aufgezeigt.

Nach vollendeter Untersuchung und Wahl der geeigneten Prozessparameter wird vorgeschlagen, die Werkstoffapplikation an einem realen Werkzeug zu testen. Durch diesen Praxistest kann die aufgetragene Schicht unter realen Bedingungen geprüft und ausgewertet werden.

**Ergebnis:** Die Recherche der einzelnen Verfahren ergibt, dass verschiedene Werkstoffe für den Werkzeugbau eingesetzt werden können. Jedoch sind die ermittelten Substratwerkstoffe aufgrund des hohen Kohlenstoffgehalts, nur bedingt oder gepulst schweisbar. Aus diesem Grund ist ein grossflächiger Auftrag für die Erzeugung einer Schutzschicht aus wirtschaftlicher Sicht nicht rentabel. Auch die Reparatur ist nur dann wirtschaftlich, wenn kleine Defekte vorhanden sind. Ausgehend von der schlechten Schweissbarkeit wird der handelsübliche und schweisgeeignete Stahl S355 als Substratwerkstoff verwendet. Durch das grossflächige Auftragen des Pulverwerkstoffs 1.3343 sollen die gewünschten Eigenschaften der Härte, Zähigkeit und Verschleissbeständigkeit erreicht werden. Um die Schutzschicht aufzutragen, wird mittels der statistischen Versuchsplanung die Ursachen-Wirkung-Beziehung der einzelnen Prozessparameter bestimmt.

	Laserleistung p [W]	Auftragungsgeschwindigkeit v [mm/min]	Förderrate [g/min]	Strahldurchmesser d [mm]
L_Probe 1.1	300	200	2	0.5
L_Probe 1.2		300	4	1.0
L_Probe 1.3		400	6	2.0
L_Probe 1.4		500	8	3.0
L_Probe 2.1	500	200	4	2.0
L_Probe 2.2		300	2	3.0
L_Probe 2.3		400	8	0.5
L_Probe 2.4		500	6	1.0
L_Probe 3.1	700	200	6	3.0
L_Probe 3.2		300	8	2.0
L_Probe 3.3		400	2	1.0
L_Probe 3.4		500	4	0.5
L_Probe 4.1	900	200	8	1.0
L_Probe 4.2		300	6	0.5
L_Probe 4.3		400	4	3.0
L_Probe 4.4		500	2	2.0

Versuchsplan Linienproben mit Variierung der Prozessparameter nach Taguchi Methode (Design of Experiment DoE)