



Nicolas Würmli

Student	Nicolas Würmli
Examinator	Prof. Dr. Mohammad Rabiey
Themengebiet	Produktentwicklung

## Reparieren von Spritzgusswerkzeugen mit dem Laserauftragsschweissen

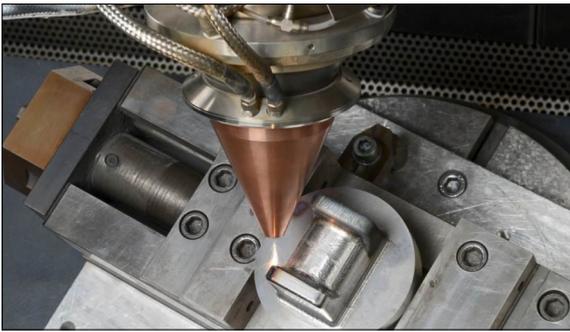


Abbildung 1: Automatisiertes Laserauftragsschweissen mit Pulverdüse

### Einleitung:

Um eine wirtschaftliche Realisierung von Kundenaufträgen in der heutigen Industrie zu gewährleisten, ist ein effizienter Werkzeugeinsatz zwingend nötig. Werkzeuge, im speziellen Spritzgussformen, können mit dem Verfahren des Laserauftragsschweissens hergestellt, optimiert oder repariert werden. Bei diesem Verfahren wird die betroffene Stelle und der Zusatzwerkstoff, z.B. ein Pulver, mittels Laserstrahl aufgeschmolzen und verbunden. So lassen sich Schichten von 0.1 mm bis mehrere Zentimeter auftragen und so die zu behandelnden Stellen bearbeiten. Dabei können Zusatzwerkstoffe und Verfahrensparameter angepasst werden, um die Eigenschaften der Verbindung zu beeinflussen.

Die HSR Hochschule für Technik hat sich eine polyvalente Anlage angeschafft. Mit dieser Anlage ist es möglich, Bauteile durch Fräsen, Schleifen oder durch Laserauftragsschweissen zu bearbeiten. Speziell soll die Hochschule zukünftig in der Lage sein, Spritzgusswerkzeuge durch das Laserauftragsschweissen zu reparieren.

### Ausgangslage:

#### Problemstellung:

Das Problem ist, dass das Schweißergebnis beim genannten Verfahren stark von den Einstellungen der gewählten Prozessparametern abhängt. Der Hochschule fehlt aber das nötige Know-how, um eine optimale Schweißung und damit eine optimale Reparatur zu garantieren.

Im Rahmen der Semesterarbeit soll als Ziel eine optimierte Prozesskette für das Reparieren von Spritzgusswerkzeugen mitentwickelt werden. Zu den notwendigen Prozessparametern soll ein Versuchsplan erstellt werden, um die bestmöglichen Einstellungen für ein optimales Schweißergebnis zu finden.

### Ergebnis:

#### Versuchsplanung:

Für die Versuchsplanung wurden 6 von insgesamt 13 Prozessparametern (Abbildung 2) ausgewählt, bei denen eine Variation der Einstellung eine grosse Auswirkung auf das Schweißergebnis zur Folge hätte. Die Variation der Einstellung wurde auf drei Stufen festgelegt. D.h. für den Versuchsplan kann ein Prozessparameter drei unterschiedliche Werte annehmen. Da der Versuchsplan nach der Vorlage von Taguchi erstellt worden ist, sind statt 729 nur 27 Versuche nötig, um eine aussagekräftige Abschätzung zu den optimalen Prozessparametern zu machen.

#### Empfehlungen:

Um die geschweissten Bauteile später aussagekräftig prüfen zu können, wurden spezielle Probengeometrien zum jeweiligen Prüfverfahren, welche aus Veröffentlichungen von ähnlichen Projekten entnommen wurden, vorgeschlagen. Die Vertiefung, welche in der Abbildung 3 ersichtlich ist, wird mit dem Auftragswerkstoff wieder aufgefüllt. Diese Vertiefung wurde so gewählt, dass die Stelle nach dem Bruch der Probe bestmöglich analysiert werden kann.

Variable Prozessparameter	Festgelegte Prozessparameter
Substratwerkstoffe	Vorbehandlung
Auftragswerkstoffe	Nachbehandlung
Lasereistung	Düsenabstand
Fokusslage	Schutzgas
Vorschubgeschwindigkeit	Spurabstand
Pulverförderate	Schweislagen
	Schweisstrategie

Abbildung 2: Ermittelte Prozessparameter

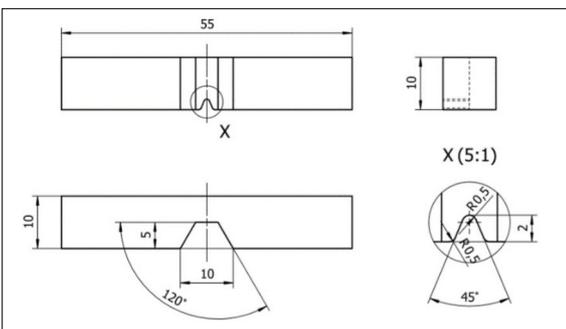


Abbildung 3: Probengeometrie Kerbschlagbiegeversuch