

# Werkzeugreparatur mittels Laserauftragsschweißen von Warmarbeitsstahl 1.2343

**Ausgangslage:** Spritzguss- und Stanzwerkzeuge sind aufwendig und teuer herzustellen. Mittels konventionellen, spanabhebenden Fertigungsverfahren kann nur Material abgetragen werden. Eine Reparatur eines verschlissenen Werkzeuges, oder eine nachträgliche Änderung, die Materialauftrag erfordert, ist damit nicht möglich.

Das Ziel ist es, Parametersätze für die ELB Hybrid LMD Anlage zu finden, die ein Schweißgefüge produzieren, dessen Materialeigenschaften möglichst den Eigenschaften des Substrates entsprechen. Es sollen insbesondere die Schweißparameter Energiedichte und Vorschub bei einer konstanten Pulverförderrate untersucht werden. Dabei wird die, von der HSR noch nicht untersuchte, 1mm Laserdüse der Anlage eingesetzt.

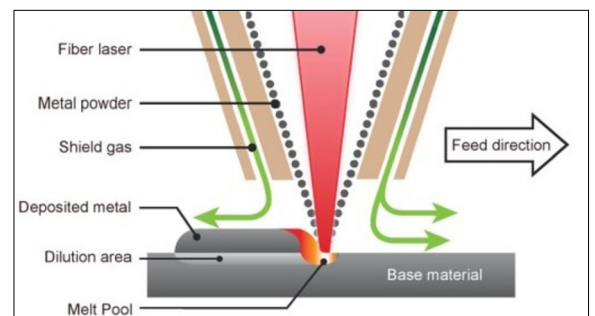
**Vorgehen:** Um einen vertretbaren Versuchsumfang zu ermöglichen, wird mit der statistischen Versuchsplanung (Design of Experiment, DoE) gearbeitet. Der 3<sup>2</sup> Versuchsplan ist vollständig faktoriell aufgestellt, und ermöglicht es, mit neun Versuchen, die Einflüsse und Wechselwirkungen aller untersuchten Faktoren zu bestimmen. Als Zielfaktor der Versuchsplanung wird die Härtedifferenz zwischen Schweißnaht und Substrat ausgewertet. Ausserdem wird das Gefüge der Schweißnaht mittels metallographischer Schläffe bewertet. Die besten vier Parametersätze werden zusätzlich bezüglich ihrer Zugfestigkeit, und ihrer Ultraschallscans untersucht.

**Ergebnis:** Die Ergebnisse der DoE-Auswertung zeigen auf, wie sich die Einflussfaktoren Energiedichte und Vorschub auf die Härte des Substrates, des Schweißgefüges, sowie auf die

Härtedifferenz zwischen Substrat und Schweißgefüge auswirken. Eine minimale Härtedifferenz kann mit einer Energiedichte von 60J/mm<sup>2</sup> in Kombination mit einem Vorschub von 400mm/min erreicht werden.

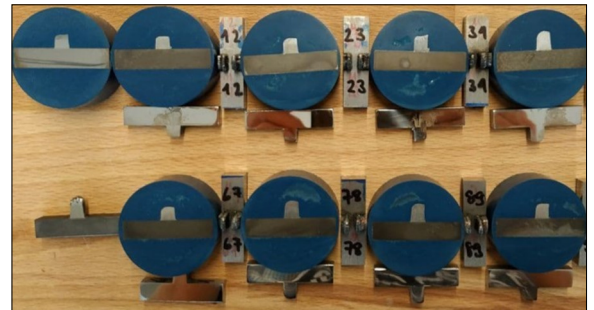
## LMD Prozess

Hybrid Manufacturing Technologies, Leicesterchire, 2019.

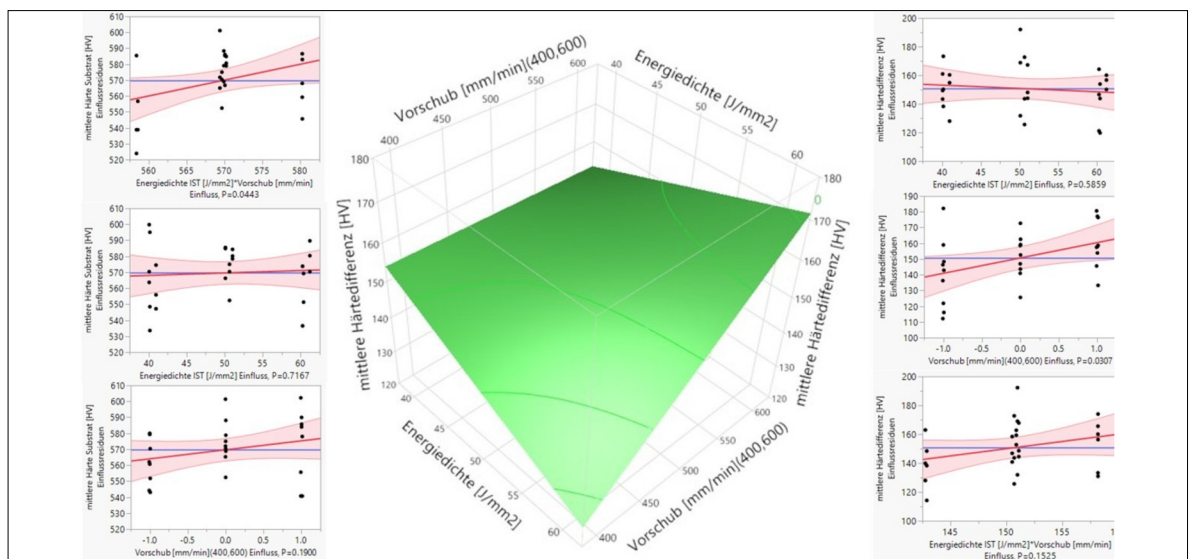


## Versuchsproben zur Bestimmung der Härte sowie des Gefüges

Eigene Darstellung



## DoE-Auswertung, Härtedifferenz zwischen Substrat und Schweißgefüge in Abhängigkeit von Energiedichte und Vorschub



Diplomand



Examinateur  
Prof. Dr. Mohammad Rabiey Willemin

Experte  
Dr. Fredy Kuster, Neuhaus SG, SG

Themengebiet  
Fertigungstechnik

