

K. Pampel, J. Drechsel, H. Exner

## Laserstrahl-tiefschweißen mit fasergekoppeltem Hochleistungs-Dioderlaser

Diodenlaser mit Laserleistungen im kW-Bereich werden derzeit vorwiegend in Direktanwendung zum Schweißen dünner Bleche oder für Oberflächenbearbeitungen, z. B. zum Härten, eingesetzt. Laserstrahl-tiefschweißen ist mit der bisher gegebenen Strahlqualität dieser Hochleistungs-Diodenlaser (HLDL) nur bedingt möglich. Hierzu wurden am LIM Untersuchungen mit einem HLDL mit Glasfaserstrahlführung der Firma ROFIN SINAR durchgeführt. Dieser cw-betriebene Diodenlaser emittiert die beiden Laserwellenlängen 808 nm und 940 nm und stellte am Werkstück eine maximale Laserleistung von  $P_L = 2,3$  kW bereit.

Zur Fokussierung der hochdivergenten Laserstrahlung wurde eine spezielle Bearbeitungsoptik entwickelt, mit der auf der Werkstückoberfläche ein Strahlfleckdurchmesser von  $d_s = 1$  mm (Primes-Messung) erzeugt werden konnte.

In den Schweißversuchen wurden industriell relevante, hochlegierte Stähle und Baustahl in den Blechdicken  $a = 0,8; 1,0$  und  $1,5$  mm für I-Nähte und für Überlappnähte  $2x 0,8$  mm bzw.  $2x 1$  mm untersucht. Die nachfolgend dargestellten Ergebnisse schließen sich inhaltlich an die in [1] veröffentlichten Ergebnisse an.

Bei den durchgeführten Versuchen wurde Argon als Schutzgas für die Nahtober- sowie die Nahtunterseite verwendet. Die Anordnung der Gasdüse für die Nahtoberseite erfolgte stehend (Definition lt. DIN 1910).

### Vergleich der Schweißgeschwindigkeiten bei maximaler Laserleistung

Mit der eingesetzten Bearbeitungsoptik und der an der Bearbeitungsstelle maximal zur Verfügung stehenden Laserleistung von  $P_L = 2300$  W war eine Intensität von  $2,9 \cdot 10^6$  W/cm<sup>2</sup> realisierbar. Abb. 1 zeigt eine Übersicht der erreichten Schweißgeschwindigkeiten für Naht (IN), Blind- bzw. Überlappnähte (ÜN) der untersuchten Stähle. Im Vergleich zu den in den in [1] vorgestellten Ergebnissen ist die Schweißgeschwindigkeit wegen der höheren Intensität deutlich höher, z.B. beim Stahl 1.4571 in ÜN bei der Nahtdicke von 2 mm hier mit  $v = 20$  mm/s doppelt so hoch.

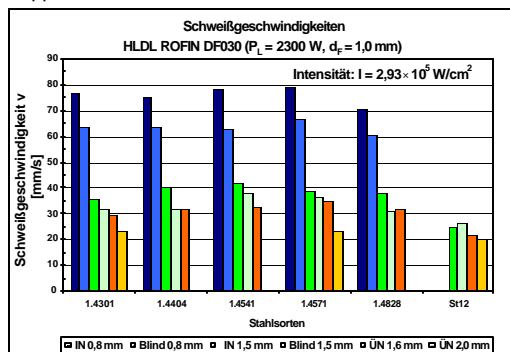


Abb. 1: Übersicht der Schweißgeschwindigkeiten für verschiedene Stähle

Bei der Blechstärke von 0,8 mm Dicke der hochlegierten Stähle wurden bei I-Nähten Schweißgeschwindigkeiten im Bereich von ca. 75 mm/s (4,5 m/min.) ermittelt, was bei der gegebenen Laserleistung einer Streckenenergie von 31 Ws/mm entspricht.

Bis auf den Stahl 1.4828 liegen die Schweißgeschwindigkeiten hier dicht beieinander, so dass insofern keine Abhängigkeit von den Legierungsbestandteilen zwischen den hochlegierten Stählen erkennbar ist. Die Schweißgeschwindigkeiten bei I-Nähten waren auf Grund der besseren Einkoppelbedingungen am Fugespalt ca. 20 – 25 % höher als bei vergleichbaren Blindschweißungen. Mit zunehmender Materialdicke wirken sich die unterschiedlichen Legierungsbestandteile stärker aus. Die geringeren Schweißgeschwindigkeiten für die Überlappnähte erklären sich durch die schlechtere Wärmeleitung im Überlappbereich der beiden Bleche.

### Schweißgeschwindigkeiten in Abhängigkeit von der Laserleistung

In Abb. 2 sind exemplarisch die ermittelten Schweißgeschwindigkeiten für den Stahl 1.4571 bei verschiedenen Nahtformen und Blechdicken zusammengestellt.

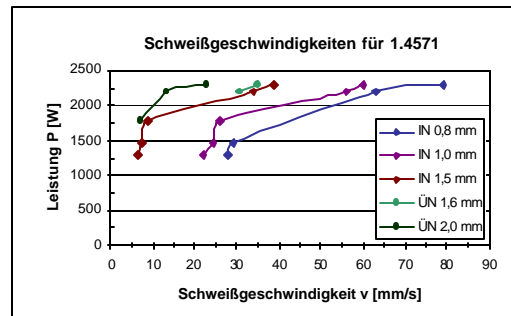


Abb. 2: Schweißgeschwindigkeiten für Stahl 1.4571

Der Übergang vom Wärmeleitschweißen zum Tiefschweißen liegt bei der 1 mm Blechdicke oberhalb einer Laserleistung von  $P_L = 1,8$  kW, was mit einer deutlichen Zunahme der Schweißgeschwindigkeit einhergeht. Mit zunehmender Materialstärke verschiebt sich dieser zu niedrigeren Laserleistungen hin. In Abb. 3 ist die für die austenitischen Stähle typische Nagelkopfform der Schweißnaht erkennbar. Die Schweißwurzel wird beim Tiefschweißen deutlich schmaler und bleibt teilweise deutlich unter der des Fokussdurchmessers (s. Abb. 3).

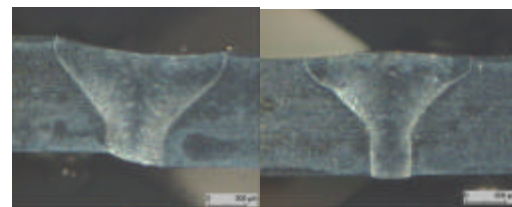


Abb. 3 Querschnitte Schweißnähte Stahl 1.4571 bei 1,5 mm Blechdicke und 2,3 kW Laserleistung: links Blindnaht ( $v = 32$  mm/s) und rechts I-Naht ( $v = 36$  mm/s)

Die Untersuchungen wurden mit Mitteln des BMBF (AIF, Förderkennzeichen 1700801) gefördert.

### Literatur:

/1/ Pampel, K.; Drechsel, J.; Exner, H.: Vergleich Laserstrahl-schweißen mit Diodenlasern unterschiedlicher Strahlführung. Laser Magazin 1/2002, S. 16

Kontakt: Dipl.-Ing. J. Drechsel,  
Laserinstitut Mittelsachsen e.V.  
Technikumplatz 17, 09648 Mittweida  
Tel.: 03727 581 572 / Fax: 03727 58 1496  
e-mail: jdrechsel@htwm.de

### Vorstand:

Prof. Dr. Horst Exner / Direktor  
Prof. Dr. habil. Günter Reißer  
Prof. Dr. Bernhard Steiger  
Vereinsregister:  
Hainichen VR 851

☎ 03727 581413  
☎ 03727 581322  
☎ 03727 581274  
Bankverbindung:

Forschungszentrum Mittweida e.V. / Commerzbank Mittweida / BLZ 870 40000 / KO 522383902

### Anschrift:

Laserinstitut Mittelsachsen e.V. an der Hochschule Mittweida (FH)  
Technikumplatz 17  
09648 Mittweida