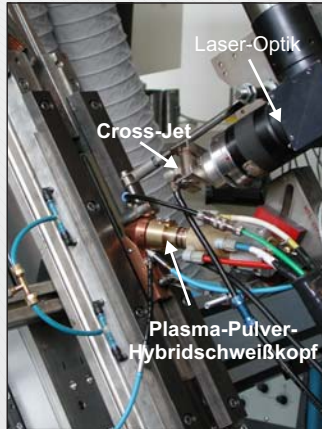


# Laser-Plasma-Pulver-Hybridschweißen an Ni-Basis Legierung Alloy 617 (2.4663) in Zwangslagen

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung



Laser: Nd:YAG-Festkörperlaser  
Maximale Ausgangsleistung: 4,4 kW  
Fokusslänge: 200 mm  
Strahlparameterprodukt: 23,4 mm-mrad  
**vorlaufender Laser-Prozess**

**Konstant:**

Geometrische Parameter  
 $\beta_b = 34^\circ$   
Fokuslage = -3 mm  
 $\Delta z_b$  und  $\Delta x_b = 7,5$  mm

**Variert:**

Energetische Parameter  
Schweißgeschwindigkeit  
Laserleistung  
Stromstärke

Parameter für die zwei verwendeten Streckenenergien

2,9 kJ/cm

$P_L = 4,4$  kW  
 $v_s = 2$  m/min  
 $I = 220$  A

4,7 kJ/cm

$P_L = 3,0$  kW  
 $v_s = 1$  m/min  
 $I = 200$  A

## Fallendes Schweißen

Streckenenergie

2,9 kJ/cm

4,7 kJ/cm

## Steigendes Schweißen

Streckenenergie

2,9 kJ/cm

4,7 kJ/cm

PA-Position

Typ II



30°

30°

60°

60°

PG-Position (90°)

Starke Einbrandkerben aufgrund zurücklaufender Schmelze und gleichzeitig nicht optimaler Pulverzufuhr. Einseitige Einbrandkerben sind auf die nicht exakt zur Plasmadüse ausgerichtete Elektrode zurückzuführen.

## Optimierung der Plasma-Pulver-Düse

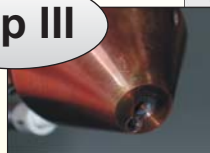
### Steigendes Schweißen

Streckenenergie

2,9 kJ/cm

4,7 kJ/cm

Typ III

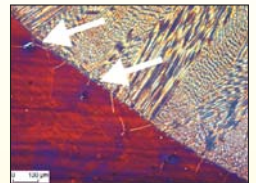
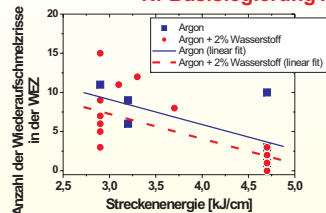


30°

60°

PF-Position (90°)

### Wiederaufschmelzrisse in der Wärmeeinflusszone der Schweißnähte an Ni-Basislegierung Alloy 617 (2.4663)



Die Anzahl der Wiederaufschmelzrisse nimmt tendenziell mit zunehmender Streckenenergie ab.

Beim Hybridschweißen ist es - im Gegensatz zu den Einzelverfahren - möglich, die Schweißparameter in weiten Grenzen zu variieren.

Auf diese Weise können die für die Heißrissentstehung mitverantwortlichen Spannungs- und Temperaturfelder so gestaltet werden, dass die Heißrissgefährdung minimiert wird.