

Diodenlasertechnik zum Kupferschweißen weiterentwickelt

Das Laserschweißen von Kupfer gestaltet sich oft schwierig: Reflexion und Wärmeleitfähigkeit des Metalls sind so hoch, dass klassische Infrarotlaser an ihre Grenzen stoßen. Die Entwicklung von blauen Diodenlasern sowie von Optiken zur Kombination von blauer und infraroter Laserstrahlung eröffnet hier neue Fertigungsoptionen.

Markus Rütering und Simon Britten
Laserline

Das Schweißen von Kupferkomponenten zählt seit Langem zu den größten Herausforderungen der industriellen Lasertechnik. Während sich Stähle problemlos schweißen lassen, bereitet die Kupferbearbeitung gleich zwei Probleme: Da Kupfer das Licht industrietypischer Infrarotlaser bei Raumtemperatur nur zu etwa 5% absorbiert, muss viel Energie in die Erzeugung des Schmelzbads investiert werden. Das Aufschmelzen der Werkstückoberfläche verändert dann physikalisch bedingt die Absorption des infraroten Laserlichts, wodurch Schwankungen in der Einschweißtiefe entstehen. Dies wirkt sich negativ auf die Anwendbarkeit gängiger Schweißverfahren aus.

Für ein kontrolliertes Wärmeleitschweißen dünner Bleche oder Folien lässt sich mit Infrarotlasern erst gar kein geeignetes Prozessfenster finden. Tiefschweißen ist zwar grundsätzlich möglich, erfordert aber angesichts der hohen Wärmeleitung besonders hohe Intensitäten und eine Mindesteinschweißtiefe zur Stabilisierung der typischen Dampfkapillare – was

zu unruhigen Schmelzbädern und somit zu Spritzer- und Porenbildung führt.

Kompromisse beim Infrarotlaserschweißen

Trotz dieser Herausforderungen hat sich das Laserschweißen von Kupfer mittlerweile industriell etabliert, insbesondere in der Elektronikfertigung. Vor allem für das Fügen hochstrombelasteter Komponenten ist es prädestiniert, da Lötverbindun-

gen nicht die nötige thermische Stabilität gewährleisten und andere Schweißverfahren häufig keine ausreichende Dosierbarkeit des Energieeintrages ermöglichen. Aufgrund der erwähnten Nachteile sind viele Prozesse nur mithilfe von Kompromisslösungen und unter Inkaufnahme von Nachbearbeitungen zu realisieren. Dünne Bleche etwa müssen lokal verstärkt oder überlappend gefügt werden, um zumindest Tiefschweißprozesse möglich zu machen. Die mit dem Tiefschwei-

Fazit

Die jüngsten Weiterentwicklungen in der Diodenlasertechnik haben im Kupferschweißen zu großen Fortschritten geführt. Schweißprozesse, die bisher nicht oder nur zu Lasten technischer und wirtschaftlicher Kompromisse möglich waren, lassen sich nun weitaus effizienter und mit hoher Ergebnisqualität realisieren. Das Tiefschweißen wurde deutlich verbessert, das kontrollierte Wärmeleitschweißen überhaupt erst möglich gemacht und beim statischen Schweißen von Hairpins die Prozesszeit reduziert. Damit wurde eine Vielzahl industrieller Prozesse optimiert und die Basis für neue Fertigungsoptionen geschaffen. Auch bei der Realisierung von Kupferbeschichtungen haben Tests bereits vielversprechende Ergebnisse erzielt. Zudem können Leistungserweiterungen der blauen Diodenlaser in naher Zukunft weitere Prozessfelder erschließen.

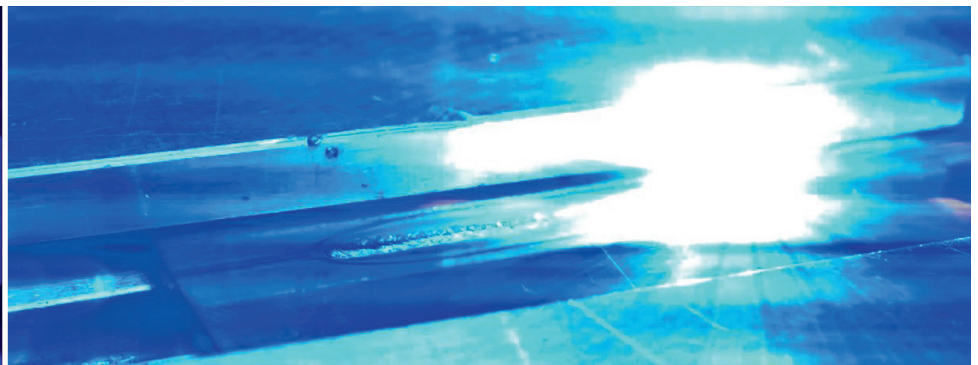
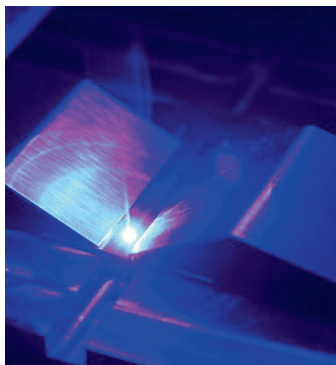


Bild 1: Der blaue Diodenlaser macht erstmals ein kontrolliertes Wärmeleitschweißen von Kupfer möglich (links). Im Tiefschweißen werden durch die Verbindung von blauem und infrarotem Laserlicht konstante Ergebnisse von bisher unerreichter Qualität erzielt (rechts).