

## Prinzip

Tatsächlich gelang es, die Vorteile eines volldigitalen MIG-/MAG-Prozesses mit denen des Laserschweißens zu einem Verfahren zu bündeln. Dieses LaserHybrid genannte Verfahren überzeugt zum einen mit der guten Spaltüberbrückung und einfachen Nahtvorbereitung des MIG-/MAG-Schweißens, zum anderen verfügt es über die Vorzüge des Laserschweißens, wie konzentrierten Wärmeeintrag, hohe Einschweißtiefe und Geschwindigkeit. Sobald der Laserstrahl auf die Werkstück-Oberfläche auftrifft, erhitzt er den entsprechenden Bereich auf Verdampfungstemperatur. Resultat ist eine weit hinabreichende Dampfsäule, mit dem erwünschten Effekt eines tiefen, schmalen Einbrands. Beim LaserHybrid-Prozess beschränkt sich der Bedarf an teurer Laserenergie fast ausschließlich auf diesen so genannten Tiefschweißeffekt, der auch das Fügen dickerer Bleche erlaubt. Den Rest des Energiebedarfs deckt der kostengünstige MIG-/MAG-Prozess, der gleichzeitig mit seiner abschmelzenden Elektrode eine bessere Spaltüberbrückung erlaubt. Da beide Teilverfahren ihre Energie auf dieselbe Prozesszone konzentrieren, erhöhen sich Schweißtiefe und Geschwindigkeit gegenüber den Einzelverfahren erheblich.

## Gerätetechnik

Kernstück des LaserHybrid-Schweißsystems ist der kompakte LaserHybrid-Kopf mit integriertem MIG-/MAG-Schweißbrenner und eingebauter Laseroptik. Die Anbindung des LaserHybrid-Kopfes an einen handelsüblichen Industrieroboter erfolgt über eine Roboteraufnahme. Diese erlaubt eine flexible Anordnung des LaserHybrid-Kopfes, sodass auch schwer zugängliche Bauteilabschnitte erreichbar sind. Der Schweißdraht lässt sich in allen Richtungen gegenüber dem Laserstrahl einstellen, mit dem Effekt einer exakten Abstimmung des Fügeprozesses auf die vielfältigsten Nahtvorbereitungen, Leistungen, Drahtarten, Drahtqualitäten und Fügeaufgaben.

Um die Laseroptik vor Beschädigung zu schützen, erfordern allfällige Schweißspritzer ein entspiegeltes Schutzglas. Damit das Schutzglas selbst unbeschädigt, sauber und für den Laser durchlässig bleibt, verfügt der LaserHybrid-Kopf über eine so genannte CrossJet-Einheit. Mit Überschallgeschwindigkeit leitet ein Luftstrom die Schweißspritzer besonders effektiv in einen Absaugkanal. Auch der Luftstrom wird abgesaugt, bevor er an den Schweißbereich gelangt und den Effekt des Schutzgases beeinträchtigt. Zudem bleibt die Bearbeitungszelle frei von Verunreinigungen und Schweißrauch. Der integrierte MIG-/MAG-Schweißbrenner verfügt über ein Zweikreis-Kühlsystem und erhält den Schweißstrom von einer voll digitalisierten Inverterstromquelle, die auch den zugehörigen Drahtvorschub steuert. Bei der Laserleistung sind derzeit 4000 W Standard, wobei es bald Anwendungen mit 6000 W geben wird.

## Anwendung und Vorteile

Das LaserHybrid-Schweißen eignet sich ideal für Anwendungen mit Industrierobotern, da sich nur bei automatisierten Applikationen das Potential dieses Hochleistungsprozesses nutzen lässt und lediglich ein Roboter die Flexibilität des kompakten Schweißkopfes ausschöpfen kann. Trotz des teuren Lasers, zeigt sich das Verfahren äußerst wettbewerbsfähig. Bei einer Verbindung von Blechen mit einer Stärke von 2 mm erfolgte ein Wirtschaftlichkeitsvergleich von LaserHybrid mit dem MIG-/MAG-Schweißen. Dabei erreichte das LaserHybrid-Verfahren die sechsfache Geschwindigkeit des MIG-/MAG-Prozesses und begnügte sich in derselben Zeit mit einem Drittel des Schutzgas-Durchflusses. Bezogen auf die Nahtlänge beschränkt sich der Schutzgas-Verbrauch sogar auf nur ein Achtzehntel. Der geringere Wärmebedarf seitens des MIG-/MAG-Verfahrens bedeutet auch, dass wesentlich weniger Schweißdraht abschmilzt. Die Nahtüberhöhung schwindet deutlich,

und es entsteht die gewünschte Nahtoberfläche mit wesentlich geringerer Wölbung. Insbesondere für Kehlnähte ergibt sich aufgrund der hohen Einschweißtiefe eine höhere Festigkeit als beispielsweise beim Laserschweißen ohne den zusätzlichen MIG-/MAG-Prozess. Alternativ lässt sich dadurch das Nahtvolumen senken. Beide Effekte, geringere Nahtüberhöhung und optimierte Einschweißtiefe, können nebenbei zu einem deutlich reduzierten Drahtverbrauch beitragen. Alle angeführten Faktoren einkalkuliert, betragen die Kosten pro Meter Verbindung für das LaserHybrid-Schweißen 1,20 Euro und für das MIG-/MAG-Schweißen 1,80 Euro.

Erweisen sich Schweißnähte mit sehr großer Spaltüberbrückung als wirtschaftlicher, wenn sie ausschließlich MIG-/MAG geschweißt sind, kommt bei geringeren Spaltüberbrückungen der Geschwindigkeits- und Produktivitätsbonus des assistierenden Laserverfahrens voll zum Tragen. Bei einer Spaltüberbrückung von 0,3 bis 0,5 mm zeigen sich die größten wirtschaftlichen Vorteile des LaserHybrid-Prozesses. In diesem Bereich erhöht sich die Schweißleistung um ungefähr das Vierfache gegenüber dem reinen MIG-/MAG-Schweißen, auf bis zu 6 Meter pro Minute. Durch Variation des Laser- und des MIG-/MAG-Anteils lässt sich das Verfahren an die vielfältigsten Anforderungen anpassen. So ist es beispielsweise bei einem Anteil von Schweißnähten mit großer Spaltüberbrückung sinnvoll, den Laser vorübergehend wegzuschalten.

LaserHybrid ist insbesondere für Branchen interessant, wo sich die Investitionskosten aufgrund hoher Stückzahlen schweißintensiver Bauteile rasch amortisieren. Erwähnenswert sind vor allem die Automobilindustrie und ihre Zulieferer, jedoch beispielsweise auch Hersteller von Behältern, Rohrleitungen und Pipelines. Das LaserHybrid-Verfahren eignet sich für ein breites Spektrum an Werkstoffen und Blechdicken. Für eine Vielzahl an Aluminiumanwendungen erweist sich LaserHybrid als vorteilhaft, vor allem dort, wo Bauteiltoleranzen und der Vorbereitungsaufwand für das Laserschweißen zu groß sind. Ebenfalls positiv bemerkbar macht sich der relativ geringe Wärmeeintrag des LaserHybrid-Verfahrens. Zum einen zeigen insbesondere hochfeste Werkstoffe kaum eine Einbuße an Festigkeit, zum anderen sorgt der geringe Wärmeverzug für eine hohe Präzision der Bauteile.

## Resümee

Gesteigerte Wettbewerbsfähigkeit ist die Summe eines ganzen Bündels von Vorteilen. Die Vielseitigkeit des LaserHybrid-Verfahrens erschließt ein weites Anwendungsfeld in der Fügechnik. Hohe Chancen sind insbesondere dort zu sehen, wo große Spaltüberbrückungen ein ausschließliches Laserschweißen nicht oder nur mit entsprechendem Aufwand zulassen. Die Einsparung an Laserleistung verspricht reduzierte Investitionskosten. Neu erschlossene Anwendungsgebiete und optimierte Leistung erhöhen die Produktivität. Synergieeffekte steigern die Prozesseffizienz. So beweist LaserHybrid einmal mehr die erweiterten Grenzen neuer thermischer Fügeverfahren in den Disziplinen Wirtschaftlichkeit, Nahtqualität und Prozess-Sicherheit.