

Fügen großer Bauteile

Verbindungstechnik. Beim TwinWeld3D ist der Schweißkopf an einem Roboterarm montiert, der in allen drei Raumrichtungen flexibel ist. Eine Andruckrolle bringt den Fügedruck direkt neben der Schweißnaht auf. Das Verfahren eignet sich vor allem für große Bauteile, bei denen die Optik der Schweißnaht direkt sichtbar ist.



Das TwinWeld3D Laserschweißsystem kommt ohne Oberwerkzeug aus und verwendet bei Rückleuchten das Referenzpunktsystem des Fahrzeugs

(Bilder: LPKF)

**FRANK BRUNNECKER
MANUEL SIEBEN**

Das Fügen großer Kunststoffteile ist technisch und wirtschaftlich immer noch eine Herausforderung. Am Beispiel der KFZ-Rückleuchten zeigt sich die Problematik: Fügeverfahren beschränken bisher das Design, zeigen Schwächen im Sichtbereich, sind oft nicht maßhaltig genug und für eine variantenreiche industrielle Fertigung noch zu unflexibel und zu teuer. Mit der Serienqualifizierung der TwinWeld3D-Technologie bei mehreren deutschen Premiumautoherstellern, scheint dem Laserschweißen jetzt auch in diesem Segment der große Durchbruch gelungen zu sein.

Was mit dem Laserschweißen bei KFZ-Rückleuchten möglich ist, war bisher vor allem beim Hersteller Hyundai zu sehen.

ARTIKEL ALS PDF unter www.kunststoffe.de
Dokumenten-Nummer KU111328

Das Design nutzt die neuen Freiheitsgrade, die das roboterbasierte TwinWeld3D-Verfahren bietet. Beim Spitzenmodell Equus ist die Rückleuchte geometrisch komplex in mehreren Richtungen geformt. Der Hersteller der TwinWeld3D-Laserschweißanlagen, die LPKF Laser & Electronics AG aus Erlangen, verweist auf die wirtschaftlichen Vorteile des Verfahrens: Je nach Projekt sind bis zu 50 % geringere Stückkosten erreichbar. Das aktuell hohe Interesse deutscher Premiumhersteller erklärt sich aus den technologischen Vorteilen die dieses Laserverfahren bietet.

Anforderungen an Design und Optik

Mit den vorhandenen Fügeverfahren konnte der Wunsch nach einer geometrisch komplexen und aufwendigen Gestaltung der Rückleuchten bisher nicht zufriedenstellend realisiert werden. Auch die Normvorgabe eines unbeleuchteten

Spalts von maximal 15 mm zwischen den beiden Teilen einer zweigeteilten Rückleuchte war nicht einfach umsetzbar. Die größere geometrische Freiheit, steigende Anforderungen an die Maßhaltigkeit und eine höhere Qualität der Schweißnaht konnten erst mit dem Laser-Hybridschweißen erreicht werden. Das von LPKF patentierte Verfahren zeichnet sich durch hochwertige Nähte im Sichtbereich, partikelfreie Schweißung, flexible Konturenführung und reduzierte Stückkosten aus (**Bilder 1 und 2**) (vgl. Textkasten „Hybridschweißen“).

Zur hohen optischen Qualität der Schweißnähte trägt der geringe Schmelzaustrieb bei. Der Schmelzweg beträgt lediglich 0,2 mm und kann softwareseitig um +/- 0,1 mm variiert werden. Mit den sehr schmalen Schweißnähten lässt sich die Leuchtfläche bis in den Randbereich vergrößern.

Das TwinWeld3D-Laserschweißen führt zu einer besseren Maßhaltigkeit der



Bild 1. Eine perfekte Schweißnaht, erzeugt durch das TwinWeld3D-Verfahren (150-fache Vergrößerung)

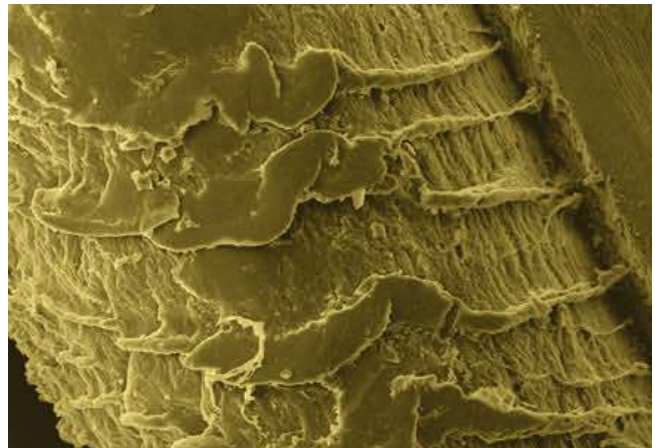


Bild 2. Beim Vibrationsschweißen entsteht eine schuppige Struktur mit Partikelbildung im Randbereich (150-fache Vergrößerung)

Fertigbauteile. Die Licht- bzw. Abschluss-scheibe kann sehr exakt auf dem Gehäuse platziert werden, weil während des Schweißvorgangs keine Querkräfte entstehen. Beim Schweißen wird die Einbaulage im Fahrzeug berücksichtigt. Das Referenzpunktsystem des Fahrzeugs wird auch für die Werkstückträger der Rücklicht-Fügepartner eingesetzt. So steht die Lichtscheibe immer in der richtigen Position, die erzielten Toleranzen sinken beträchtlich (**Bild 3**).

Einsatz in der industriellen Fertigung

Entscheidungsrelevante Argumente für die Laserschweißtechnologie im industriellen Einsatz sind die größere Flexibilität der Anlagen und die um bis zur Hälfte geringeren projektspezifischen Kosten. Große Kunststoffteile, die zu meist PMMA oder PC als Obermaterial verwenden, werden in der Industrie zurzeit überwiegend mittels Heizelement-,

Vibrations- oder Ultraschallschweißen gefügt. Bei der TwinWeld3D-Anlage bringt eine druckluftgefederte Spannrolle die benötigte Fügekraft während des Schweißens auf (**Titelbild**). Die projektspezifischen Kosten reduzieren sich damit, das Verfahren benötigt lediglich einen einfachen Werkstückträger.

Die Anlage zeigt ihre Stärken vor allem in einer variantenreichen Fertigung, weil der Werkzeugwechsel sehr schnell erfolgen kann. Auf einem optionalen Rundschalt- ➔

tisch wird das neue Werkzeug innerhalb einer Minute montiert und steht anschließend sofort zur Verfügung. Beim TwinWeld3D-Hybridschweißen beträgt der Zyklus lediglich 30 s, und ein Heizelement zum Vorwärmen ist nicht erforderlich.

Das Vibrationsschweißen schaltet zur Qualitätssicherung eine Infrarotvorwärmung vor. Dafür muss zunächst das Heizelement mit einem Vorlauf von ca. 45 min die Arbeitstemperatur von 400°C erreichen. Dann wird das Werkstück in der Zykluszeit von ca. 1 min vorgewärmt und geschweißt. Der dafür erforderliche Zeit- und Energieaufwand entfällt beim Hybridschweißen.

Der nächste Prozessschritt, das sogenannte Tempern kann in vielen Fällen vollständig entfallen. Das Tempern wird sonst eingesetzt, um Spannungen in der Schweißnaht zu reduzieren. Dafür werden die Rückleuchten nach dem Schweißen auf 80°C erwärmt und langsam in einem Temperofen abgekühlt. Beim Hybridschweißen kann in vielen Fällen darauf verzichtet werden, weil die Sekundärstrahlquelle den Spannungsaufbau deutlich reduziert. So kann auf einen zusätzlichen Ofen verzichtet werden und der damit verbundene Arbeitsschritt kann entfallen.

Ein weiterer optischer und wirtschaftlicher Vorteil wird beim Hybridschweißen durch den Verzicht auf einen Schweißsteg auf der Lichtscheibe erreicht. Damit entfällt im Spritzgusswerkzeug der teure und



Bild 3. Das TwinWeld3D-Laserschweißsystem kann mit einem Rundschalttisch ausgestattet werden, der eine paarweise Produktion (jeweils linke und rechte Rückleuchte) erlaubt

wartungsintensive Schieber und auf der Lichtscheibe ist keine Trennnaht sichtbar.

Die Lasertechnologie ist komplett wartungsfrei. Zur genauen Positionierung des Laserstrahls wird der Laserkopf per Roboterarm bewegt.

Prozesskontrolle

Das Hybridschweißen unterstützt durch seine Online-Prozesskontrolle 0-ppm-Ziele, um Ausschuss zu vermeiden und fehlerhafte Teile nicht in den Produktionsprozess gelangen zu lassen. Mit der Online-Prozessüberwachung können Fehler schon bei ihrer Entstehung erkannt, verhindert oder ausgebessert werden. Die Prozessüberwachung erfüllt darüber hinaus eine zweite Funktion: Sie liefert für die Rückverfolgbarkeit (Traceability) des geschweißten Bauteils die Dokumentation über den tatsächlichen Produktionshergang. Dazu wird jedes gefügte Produkt durch einen DataMatrix-Code identifiziert, der eine eindeutige Zuordnung zu allen archivierten Prozessparametern und zur Auswertung der Prozessüberwachung gewährleistet (Tracking & Tracing).

Für die Qualitätskontrolle wird auch das patentierte Verfahren der Reflexionsdiagnostik eingesetzt. Es basiert darauf, dass das auftreffende Licht einer Prüfstrahlung bei nicht geschweißten Grenzflächen reflektiert wird. Der Bediener kann sich die Position des Fehlers sofort anzeigen lassen und direkt überprüfen. Die Genauigkeit reicht aus, Fehler bis zur Größe eines menschlichen Haars zu erkennen. Damit kann auf eine nachfolgen-

! Hybridschweißen

Das sogenannte Laser-Hybridschweißen ist 2005 als Weiterentwicklung des klassischen Konturschweißens aus der Zusammenarbeit von LPKF und dem Bayrischen Laserzentrum (blz) entstanden.

Das Hybridschweißen mit dem LPKF TwinWeld3D setzt nicht ausschließlich auf die Laserenergie, sondern kombiniert sie mit der Wärmestrahlung einer polychromatischen Lichtquelle. Als besonders geeignet haben sich Halogenemitter erwiesen. Die Sekundärstrahler stellen anders als der Laser ein breitbandiges Emissionsspektrum zur Verfügung.

Beim Hybridschweißen erfüllt die sekundäre Strahlung zwei unterschiedliche Aufgaben. Zum einen ist der Spotdurchmesser wesentlich größer als der des Lasers. Weil beide Quellen auf denselben Punkt fokussiert sind, ergibt sich ein Gesamt-Strahlprofil das nach außen hin stark abfällt und in der Mitte einen Intensitätspeak aufweist. Passiert dieses System jetzt einen Punkt auf der Schweißlinie, so wird hier das Material erst langsam aufgeheizt, vom Laser aufgeschmolzen und kühlt danach unter dem weiteren Einfluss der Halogenstrahler langsam wieder ab. Die zusätzliche Wärme beschleunigt den Schweißprozess und reduziert Spannungen im Material.

Beim TwinWeld3D ist der Schweißkopf an einem Roboterarm montiert, der in allen drei Raumrichtungen flexibel ist. Eine luftgelagerte Andruckrolle bringt den benötigten Fügedruck direkt neben der Schweißnaht auf, so lassen sich damit lokale Maßabweichungen der Fügepartner kompensieren. Da der erforderliche Druck gering ist, reichen vergleichsweise einfache Bauteilaufnahmen für einen sicheren Fügeprozess aus. Dieses spezielle Verfahren eignet sich vor allem für große Bauteile, bei denen die Optik der Schweißnaht direkt sichtbar ist.

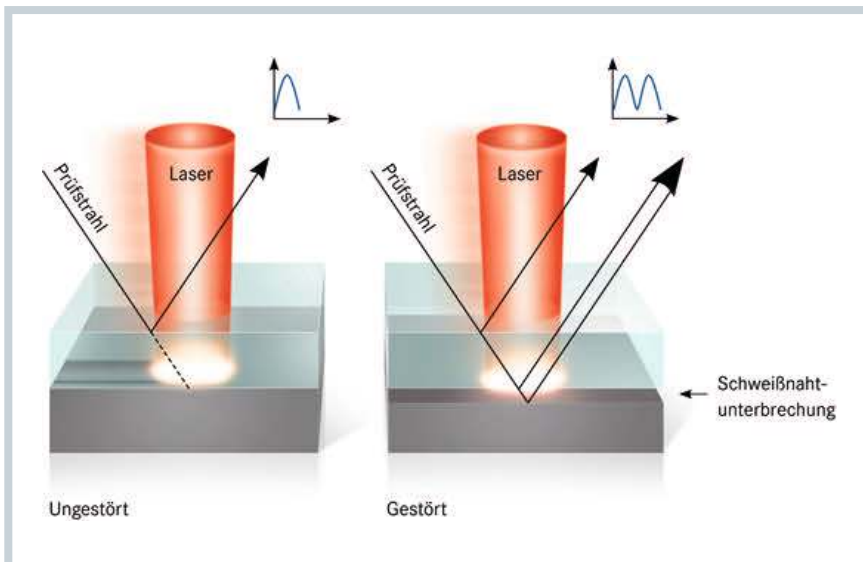


Bild 4. Links: Reflexion der Prüfstrahlung bei erfolgreicher Schweißung. Rechts: Bei unvollständiger Verbindung beider Bauteilkomponenten entsteht ein stärkeres Signal



Bild 5. Mit dem TwinWeld-3D-System lassen sich auch enge Winkel und in mehreren Ebenen gekrümmte Schweißnähte sicher schweißen

de Dichtigkeitsprüfung verzichtet werden. Die Daten aus der Reflexionsdiagnostik können außerdem zur Steuerung der Bearbeitungsparameter genutzt werden (**Bild 4**).

Laserschweißen in der Automobilindustrie

Als Fazit lässt sich festhalten, dass sich das TwinWeld3D-Verfahren bei Herstellern und OEMs der Automobilindustrie aufgrund seiner technologischen Vorteile immer mehr durchsetzt. Aktuell werden bereits große Bauteile wie Rückleuchten (**Bild 5**), Panoramadächer, Frontscheinwerfer sowie großflächig lackierte externe Bauteile aus Kunststoff wie Stoßstangen, Innenverkleidungen oder Heckspoiler hybridgeschweißt. ■

DIE AUTOREN

FRANK BRUNNECKER, geb. 1977, ist Geschäftsfeldleiter, LPKF Laser & Electronic AG, Bereich Laser Welding in Erlangen.

MANUEL SIEBEN, geb. 1982, ist Innovation Manager, LPKF Laser & Electronic AG, Bereich Laser Welding in Erlangen.

SUMMARY

JOINING OF LARGE PARTS

JOINING TECHNOLOGY. On the TwinWeld3D, the welding head is mounted on a robot arm that is flexible in all three directions. A pressure roller applies the joining pressure alongside the weld seam. The process is particularly suitable for large parts where the appearance of the weld seam is immediately visible.

Read the complete article in our magazine

Kunststoffe international and on
www.kunststoffe-international.com