



Das Laserschweißen der nadellosen Spritze erfolgt auf einer Schweißanlage von Evosys Laser

## Ungefärbte Kunststoffe fest verbinden

**Laserfügen** | Das so genannte 2- $\mu\text{m}$ -Schweißen kann heute problemlos und wirtschaftlich in der Serienproduktion eingesetzt werden. Dabei reduzieren sich die möglichen Anwendungen nicht nur auf hochspezialisierte Mikrofluidikbaugruppen. Auch einfache Massenprodukte wie Einwegspritzen lassen sich mit dem Verfahren bearbeiten.

Das Laserschweißen von ungefärbten Kunststoffen mit Wellenlängen im Bereich von 1,5 bis 2,2  $\mu\text{m}$  – häufig auch als „2- $\mu\text{m}$ -Schweißen“ bekannt – gilt oft als exotisches oder teures Fügeverfahren. Seinen Vorteil spielt das Verfahren bei Mikroanwendungen in der Medizintechnik aus. Aktuelle Anwendungen und Entwicklungen zeigen jedoch, dass es in vielen Fällen eine wirtschaftliche Alternative zu anderen Fügeverfahren ist. Schon spezielle ästhetische Anforderungen an die Transparenz von Baugruppen, können das Klar-klar-Verfahren erforderlich ma-

chen. Sinnvoll ist der Einsatz beispielsweise auch dort, wo aufgrund technischer Anforderungen, wie sie im Bereich medizinischer Produkte bestehen, ein Verzicht auf Absorberzusätze erforderlich ist.

Bislang wird das Laserstrahlschweißen von Kunststoffen in aller Regel mit dem sogenannten Durchstrahlschweißen in Verbindung gebracht. Das Verfahren basiert auf einer unterschiedlichen Absorption der beiden Fügepartner. Der Laserstrahl, üblicherweise mit einer Wellenlänge im Bereich von 800 bis 1100 nm, durchdringt das obere, transmissive Bauteil und wird im unteren Bauteil absorbiert. Dadurch entsteht die erforderliche Prozesswärme, um eine Schweißnaht zwischen den beiden Fügepartnern auszubilden.

Da thermoplastische Kunststoffe in ihrem Naturzustand meist eine gute Transmission für die in dieser Verfahrensvariante eingesetzten Wellenlängen aufweisen, wird gewöhnlich im unteren Fügepartner ein den Laserstrahl absorbierender Zusatzstoff – beispielsweise Pigmentruß – eincompoundiert, um den Wärme-

eintrag zu ermöglichen. Nebeneffekt des Absorberzusatzes ist, dass die Kunststoffe farbig erscheinen. Im Falle von Rußbeigaben in ausreichender Konzentration werden sie schwarz – in vielen Anwendungen ein unerwünschter Farbeindruck.

Als Alternative nicht nur für die Medizintechnik bietet sich das Laserschweißen von Kunststoffen mit Wellenlängen im Bereich 1,5 bis 2,2  $\mu\text{m}$  an. Anders als beim herkömmlichen Durchstrahlverfahren, können mit dieser Variante zwei Werkstücke ohne zusätzlichen Absorber gefügt werden. Der wesentliche Unterschied des Verfahrens liegt in der Art der Energieeintragsbringung in die zu fügenden Kunststoffe. Das Verfahren nutzt die Eigenschaft der meisten Thermoplaste aus, im ungefärbten Naturzustand Wellenlängen über 1500 nm stärker zu absorbieren.

Die Deponierung der Energie erfolgt im Wesentlichen nicht im Kontaktbereich der beiden Fügepartner, sondern im kompletten Volumen, welches be- und durchstrahlt wird. Der Laserstrahl tritt an der Oberfläche der Kunststoffbaugruppe ein

### IHR STICHWORT

- Ungefärbte Kunststoffe
- Laserschweißen
- Fügetechnik
- Faserlaser
- GMP-Fähigkeit

und verliert dann kontinuierlich im Bauteil Energie, welche das Bauteil erwärmt. Die Strahlformung spielt dabei eine entscheidende Rolle für die pro Volumeneinheit eingebrachte Wärme. In der Fügezone ist die Energiedichte so hoch, dass beide Fügepartner plastifiziert werden. Gleichzeitig bleibt im Idealfall der Energieeintrag durch den Laserstrahl in allen anderen durchstrahlten Bereichen so gering, dass keine Plastifizierung erfolgt.

### Hohe Strahlqualität zeichnet den Faserlaser aus

Das Klar-klar-Verfahren ist durch seine GMP-Fähigkeit leicht in der Medizintechnik- und Pharmaproduktion einsetzbar. Zudem ist es sauber und partikelfrei. Ein Beispiel für ein medizinisches Einwegprodukt, das in großen Stückzahlen hergestellt wird, sind beispielsweise nadellose Spritzen. Diese können in der geforderten Qualität weder im Spritzguss, noch mit anderen Fügeverfahren wirtschaftlich gefertigt werden.

Das 2- $\mu$ m-Schweißen erfolgt auf einer standardisierten Schweißanlage des Typs EVO 2800 der Evosys Laser GmbH, Erlangen. Gleich mehrere Vorzüge machen das Verfahren für den industriellen Einsatz besonders wirtschaftlich: Zum einen können die zu fügenden Bauteilhälften im gleichen Werkzeug gespritzt werden. Das ermöglicht einen Einsatz auch bei höchsten Stückzahlen, wie sie beispielsweise bei Einwegartikeln zum Tragen kommen. Zum anderen sind Produkte in den Bereichen Pharma- und Medizintechnik herstellbar, die keine gesundheitsschädlichen Stoffe enthalten dürfen.

Für die Bearbeitung mit dem 2- $\mu$ m-Schweißen kommen grundsätzlich alle thermoplastischen Kunststoffe in Frage. Von Evosys wurden bisher die gängigsten Materialien erfolgreich getestet. Dazu gehören Polyamide (PA), Polypropylen (PP), Polycarbonat (PC), Cycloolefin-Copolymere (COC), Polymethylmethacrylat (PMMA) sowie Polystyrol (PS). Aufgrund der hohen Strahlqualität und der Verfügbarkeit unterschiedlicher Wellenlängen im Bereich von 1,5 bis 2,2  $\mu$ m, sind für das Verfahren Faserlaser besonders geeignet. Sie stellen zudem die wirtschaftlichste Laservariante für das Verfahren dar. ■

Marika Nitscher  
Evosys, Erlangen

” Wenn aus einem Produkt ein absoluter Hot Runner wird – Technologie pur.

Marco Kwiatkowski  
F&E Dickschicht



### BLUE FLOW® HEISSKANALDÜSEN

Der schlanke Düsenaufbau und der geringe Schaftdurchmesser unserer BlueFlow® Heißkanaldüsen sorgen für deutlich mehr Qualität und Gestaltungsfreiheit bei Formteilen aus thermisch sensiblen Kunststoffen. Je nach Einsatzbereich in den verschiedenen Industriezweigen entstehen dadurch bessere oder auch ganz neue Anwendungsmöglichkeiten.

Das nennen wir Technologie.