

Kontrolliertes Laserdurchstrahlschweißen

Qualitätssicherung. Obwohl das Laserdurchstrahlschweißen sehr reproduzierbar arbeitet, können Fehler aus den Vorprozessen Compoundieren, Spritzgießen etc. das Schweißergebnis negativ beeinflussen. Dem Anwender steht inzwischen eine breite Palette an Prozessüberwachungsmethoden zur Verfügung, um eine gleichbleibende Produktqualität zu erzielen.

**ALEXANDER HOFMANN
STEFAN HIERL**

Während das Laserdurchstrahlschweißen von Kunststoffen vor einigen Jahren lediglich als Substitutionsverfahren für manche Ultraschallschweiß- oder Klebeanwendungen in der automobilen Elektronikindustrie angesehen wurde, hat sich das An-



Bild 1.
Wahlbereichssensoren für Automatikgetriebe
(Quelle: Tyco Electronics AMP)

wendungsspektrum inzwischen deutlich erweitert. Das Durchstrahlen eines Fügepartners mit Laserstrahlung aus dem nahen Infrarot, die vom zweiten Fügepartner absorbiert wird, ermöglicht qualitativ hochwertige Schweißnähte bei gleichzeitig minimaler thermischer und mechanischer Belastung des Bauteils. Diese Verfahrensvorteile haben den Einsatz des Laserdurchstrahlschweißens mittlerweile auch bei Anwendungen aus der Medizintechnik und der Konsumgüterindustrie attraktiv gemacht. So unterschiedlich die Einsatzgebiete der Technologie geworden sind, so vielfältig wurde auch das

Angebot an Prozessüberwachungsmethoden, um den anwendungsspezifischen Anforderungen gerecht zu werden.

Die klassische Anwendung in der Automobilelektronik

Die Forderung nach mediendichten Gehäuseverschlusstechniken ist ein zentraler Aspekt in der Automobilelektronik, wie auch bei der in Bild 1 dargestellten Getriebesteuerung. Da diese Forderung für den gesamten Produktlebenszyklus besteht, muss auch das Alterungsverhalten der Fügeverbindung mit in Betracht gezogen werden. In Bezug auf das Laserdurchstrahlschweißen leitet sich daraus die Notwendigkeit ab, die Schweißenergie möglichst gleichmäßig entlang der Fügenaht einzubringen, um eine thermische Vorschädigung oder einen mangelhaften Stoffschluss zu vermeiden. Eine dementsprechend gleichmäßig verteilte Bestrahlungsintensität setzt voraus, dass jeder durchstrahlte Be-

reich des Gehäusedeckels eine konstante optische Transmission aufweist.

In der Praxis ist diese Forderung nur schwer zu erfüllen, wie der Verlauf des Transmissionsgrades in Bild 2 zeigt. Hierbei wurde die optische Transmission mehrerer Gehäusedeckel an 16 Messstellen entlang des Deckelrandes mit einem Transmissionsmessgerät bestimmt. Das in der Abbildung schematisch gezeigte Bauteil aus glasfaserverstärktem Polybutylenterephthalat (PBT) weist auf einer Seite zwei Angüsse auf. In den Bereichen dieser Angüsse zeigen sich bei allen gemessenen Bauteilen signifikant reduzierte Transmissionswerte, was auf inhomogene Werkstoffeigenschaften, wie zum Beispiel Faseragglomerate, zurückzuführen ist. Gehäusedeckel, deren Anguss senkrecht zur Werkzeuggrenzebene in der Bauteilmitte angeordnet ist, weisen ein gleichmäßigeres Transmissionsprofil auf und sind deshalb für das Laserschweißen besser geeignet (Bild 1).

Die Kenntnis des Transmissionsverlaufs entlang der Schweißkontur eines Bauteils ermöglicht eine lokale Adaption der Prozessparameter und damit eine Ni-

Bild 2. Transmissionsprofil eines Gehäusedeckels aus PBT-GF25

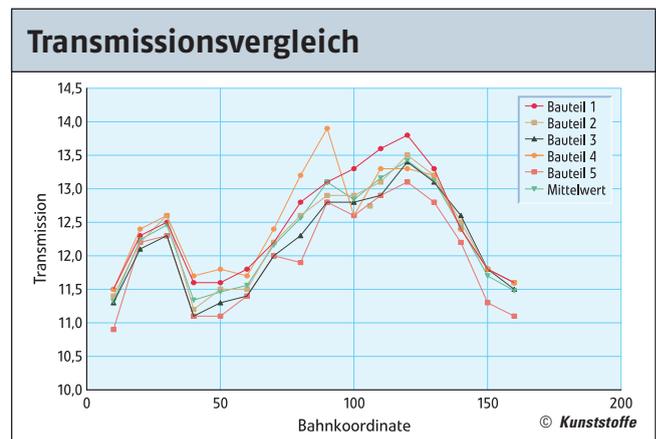




Bild 3. Easiflex Basisplatte (Quelle: Coloplast A/S)

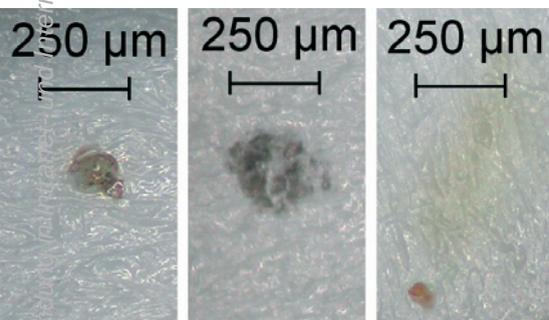


Bild 4. Oberflächliche Verbrennungen

vellierung der entlang der Naht eingestrahlten Energie. Der resultierende gleichmäßigere Temperaturverlauf des Prozesses trägt zu einer Erhöhung der Prozessstabilität und somit auch der Qualität der Fügeverbindung bei.

Ein sauberes Verfahren für die Medizintechnik

In der Medizintechnik sind viele Einwegprodukte im Einsatz, bei denen naturgemäß die Nahtfestigkeit im Langzeitgebrauch weniger von Bedeutung ist. Dagegen spielen bei Produkten im Patientenkontakt oder aus dem Bereich der medizinischen Analytik aus funktionalen Gründen die Sterilität und Sauberkeit der Füge-naht eine große Rolle. So ist zum Beispiel die Basisplatte eines künstlichen Darmausgangs nur wenige Tage in Gebrauch, muss aber höchsten Anforderungen in Bezug auf Sauberkeit und Partikelfreiheit genügen (Bild 3).

Das Laserdurchstrahlenschweißen bietet durch seine exakt kontrollierbare Energieeinbringung und aufgrund der Tatsache, dass keine Reibbewegung stattfindet, die Möglichkeit, entsprechend saubere, partikelfreie und ästhetisch ansprechende Schweißnähte zu erzeugen. Tritt hierbei dennoch eine Prozessstörung auf, wird sie in der Regel in den vorherigen

Compoundier-, Spritzgieß- und Handhabungsprozessen verursacht. So können beispielsweise kleinste Rückstände auf oder im transparenten Fügepartner lokale Entzündungen durch die Laserstrahlung hervorrufen (Bild 4). Die Detektion der dadurch verursachten Strahlungsemission während des Schweißprozesses ermöglicht jedoch eine sichere Erkennung solcher fehlerhaften Produkte.

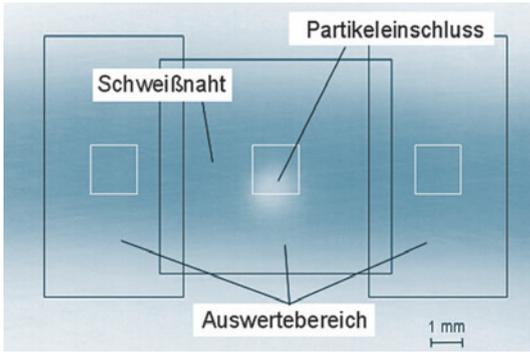
Zuverlässige Verbindungen für Konsumgüter

Während Konsumgüter bislang unter den lasergeschweißten Applikationen deutlich unterrepräsentiert waren, haben sich inzwischen einige Konstrukteure die Verfahrensvorteile dieser Technologie auch hier zu Nutze gemacht. Im Hinblick auf die Einsatzdauer lassen sich diese Produkte zwischen den kurzfristig eingesetzten Einwegprodukten der Medizintechnik und den langlebigen Automobilanwendungen ansiedeln. Die in Bild 5 gezeigten Einwegfilterkartuschen aus Polypropylen werden, eingesetzt in einen Druckbehälter, mit Druckstößen von bis zu 40 bar beaufschlagt, durch die es zu einer erheblichen Schub- und Schälbeanspruchung der Schweißnaht kommen kann. Die Verlässlichkeit der hohen Nahtfestigkeit auch unter ungünstigen Einsatzbedingungen schützt den Anwender vor Wasserschäden.

Die Ursache möglicher Nahtschwächungen findet sich abermals in den Vorprozessen. Beim Befüllen der gezeigten Kartuschen mit Filtergranulat können Partikel an der Kartuschenwand anhaften, die den notwendigen thermischen Kontakt der Fügepartner beim Schweißen verhindern. In diesem Fall kann es zu einer lokalen Fehlstelle in der Füge-naht kommen. Eine Kompensation ►



Bild 5. Wasserfilterkartusche (Quelle: Brita GmbH)



solcher Fehlstellen durch eine Prozessregelung ist nicht möglich, jedoch kann deren Erkennung im Sinne einer Gut-/Schlechtteilklassifizierung durch ein nachgeschaltetes Bildverarbeitungsmodul erfolgen. Bild 6 zeigt die Kameransicht eines solchen Systems bei der Erkennung eines Partikeleinblendes.

Fazit

Obwohl das Laserdurchstrahlsschweißen sehr reproduzierbar arbeitet, können

Fehler in den Vorprozessen verursacht werden, die das Schweißergebnis beeinflussen. Dem Anwender steht inzwischen eine breite Palette an Prozessüberwachungsmethoden zur Verfügung, um eine gleich bleibende Produktqualität zu gewährleisten. Die Wahl und die Parametrierung einer Prozessüberwachung leiten sich in erster Linie aus den funktionalen Anforderungen an das fertige Produkt ab.

Die Flexibilität, die durch die modulare Kombination von Schweiß- und Qualitätssicherungssystem entsteht, lässt eine weitere Verbreitung des Laserdurchstrahlsschweißens auch in andere Anwendungsgebiete hinein erwarten. ■

DIE AUTOREN

DIPL.-ING. ALEXANDER HOFMANN, geb. 1977, ist Entwicklungsingenieur bei der LaserQuipment AG.

DR.-ING. STEFAN HIERL, geb. 1970, ist Vorstand der LaserQuipment AG.
info@laserquipment.de

i	Hersteller
<p>LaserQuipment AG Gundstr. 15 D-91056 Erlangen Tel. +49 (0) 91 31/6 16 57-10 www.laserquipment.de</p>	

SUMMARY PLAST EUROPE

Controlled Laser Transmission Welding

QUALITY ASSURANCE. *Although laser transmission welding is highly reproducible, the welding quality can be adversely affected by the upstream processes of compounding, injection moulding and the like. Users can now avail of a wide range of process-monitoring methods for ensuring consistent product quality.*

*NOTE: You can read the complete article by entering the document number **PE103285** on our website at www.kunststoffe.de/pe*