

K.D. Feddersen

Laserdurchstrahlschweißen – die Lösung für nicht lösbare Verbindungen



Messgerät TMG 3 (LKPF Laser & Electronics AG) zur Messung der Lasertransparenz.

Das Laserdurchstrahlschweißen ist ein stoffschlüssiger Fügeprozess und seit Mitte der 1990er Jahre ein etabliertes industrielles Verfahren. Hierbei wird der Kunststoff durch Energieeinbringung plastifiziert. Es handelt sich hierbei um eine nicht lösbare Verbindung.

Es ist ein berührungsloses Schweißverfahren in einem einstufigen Prozess. Das bedeutet, dass die Erwärmung des Kunststoffs und der Fügevorgang parallel stattfinden. Einer der Fügepartner muss dabei über einen hohen Transmissionsgrad (Durchlässigkeit eines Mediums für Wellen), der andere über einen hohen Absorptionsgrad zur Aufnahme der Laserwellen verfügen. Beide Fügepartner werden vor Beginn des Prozesses in die gewünschte Endposition befördert und ein Fügedruck erzeugt.

Der transparente Fügepartner wird dabei von der Strahlquelle des Diodenlasers durchstrahlt, ohne dass er sich dabei erwärmt. Der zweite Fügepartner absorbiert den Laserstrahl in einer oberflächennahen Schicht vollständig und wandelt die

Energie in Wärme um, durch die der Kunststoff aufgeschmolzen wird. Durch Wärmeleitung wird dann auch der transparente Teil im Fugebereich plastifiziert. Durch die Ausdehnung der Kunststoffschmelze und den daraus entstehenden inneren Fügedruck sowie den von außen hinzugefügten Druck entsteht eine stoffschlüssige Verbindung der Bauteile.

Der Vorteil dieses „Überlappungsschweißens“ ist, dass die Schweißnaht im Inneren des Bauteils ohne Freisetzung jeglicher Partikel entsteht. Bei optisch nicht transparenten Bauteilen entsteht so eine ästhetische und fast unsichtbare Naht. Ein großer Vorteil der Laserbearbeitung liegt auch in der lokalen Wärmeinbringung – so können die Schweißnähte bei-

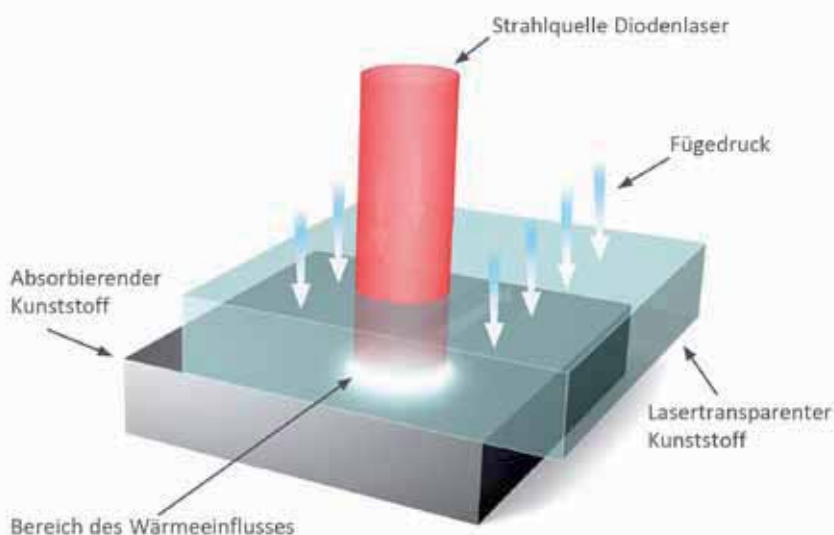
spielsweise auch in unmittelbarer Nähe zu elektronischen Bauteilen erzeugt werden. Ein weiterer, nicht zu unterschätzender Gewinn ist dabei, dass durch den geringen Wärmeeintrag weniger thermisch bedingter Verzug auftritt als bei den meisten anderen Schweißverfahren.

Gegenüber Ultraschallschweißen und Vibrationsschweißverfahren erzeugt das Laserdurchstrahlschweißen zudem keinerlei Schwingungen, die auf das Bauteil übertragen werden könnten. Dies ist bei empfindlichen elektronischen Schaltungen erforderlichlich.

Selbstverständlich bietet das Verfahren auch Nachteile. Dazu gehört, dass die Fügepartner unterschiedliche optische Eigenschaften besitzen müssen und ein möglichst spaltfreies Berühren der Fügepartner nötig ist. Das bedingt, dass einer der Fügepartner optisch lasertransparent sein muss. Polyamidwerkstoffe, die mit Ruß eingefärbt werden, sind grundsätzlich laserabsorbierend. Naturfarbene Polyamide in der Regel Lasertransparent. Damit die Bauteile optisch nahezu gleich aussehen, werden zur Einfärbung von lasertransparenten Werkstoffen Farbstoffe anstelle von Pigmenten eingesetzt.

Die K.D. Feddersen CEE GmbH mit Sitz in Wien ist unter anderem Vertriebspartner der Akro-Plastic GmbH, einem im deutschen Niederrhein ansässigen Compoundeur. Als Spezialist für innovative und anwendungsorientierte Kunststoff-Compounds verfügt das Unternehmen über 30 Jahre Erfahrung in diesem Bereich.

Im Portfolio des Compoundeurs stehen bereits eine Vielzahl schwarz eingefärbter lasertransparenter Compounds zur Verfügung.



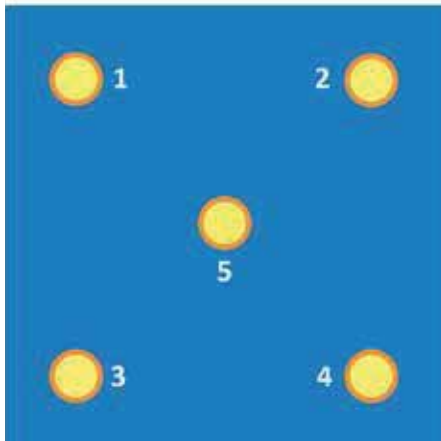
Schematische Darstellung des Laserdurchstrahlschweiß-Prozesses.

Beispielhaft sei hier *Akromid® A3 GF 40 1 LT schwarz (5709)* genannt, ein mit 40 % Glasfasern verstärktes Polyamid 6.6. Daneben stehen weitere Polyamidtypen mit und ohne Glasfaserverstärkung zur Verfügung. *AF-Color*, Zweigniederlassung der *Akro-Plastic*, bietet zudem auch Masterbatches in verschiedenen Farben zur Selbsteinfärbung an.

Neben der Auswahl des richtigen Compounds ist es wichtig, während der Serienfertigung die Produktqualität durch eine Messung der Lasertransparenz zu begleiten.

Akro-Plastic verwendet zur Messung der Lasertransparenz das *TMG 3* der *LKPF Laser & Electronics AG*. Das Messgerät misst die Transmission einer Probe bei einer Wellenlänge von 980 nm.

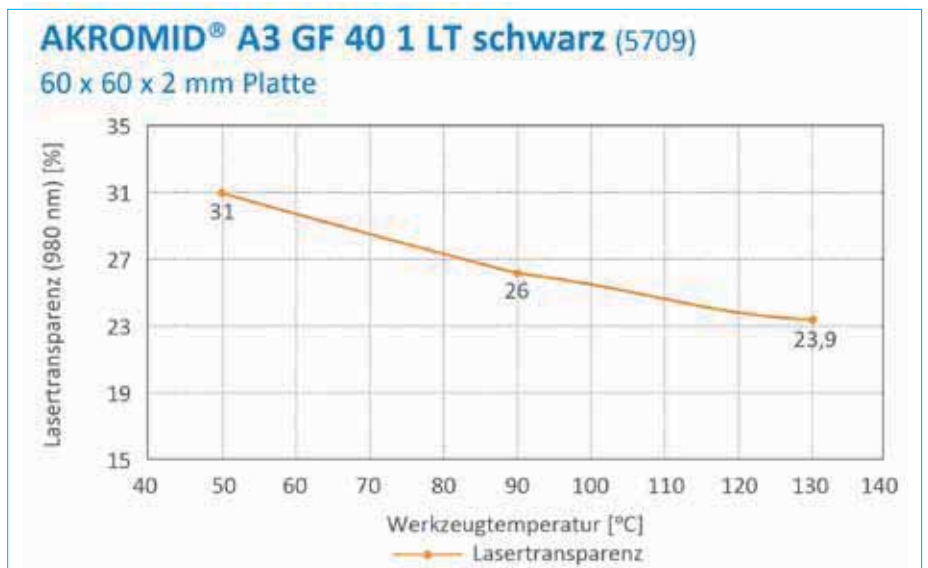
Aktuell gibt es noch keine Norm, auf dessen Basis eine Messung zur Lasertransparenz erfolgen muss. Daher misst der Compoundeur wie folgt: an 5 Platten mit den Maßen 60 mm x 60 mm x 2 mm mit einer hochglanzpolierten Oberfläche wird jeweils an 5 definierten Messstellen die Lasertransparenz gemessen. Aus diesen Werten wird der Mittelwert der Lasertransparenz gebildet. Vor der Messung werden die Platten dafür in Barriere-PE-Beuteln verpackt und im spritzfrischen Zustand nach 24 Stunden am Messgerät geprüft.



Messung der Lasertransparenz an 5 definierten Messpunkten.

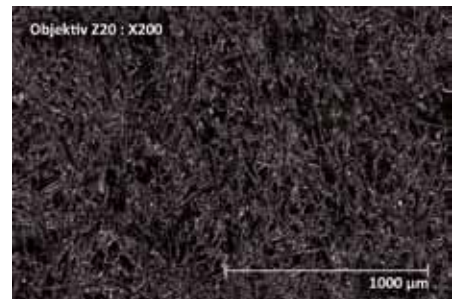
„Das Laserdurchschweißverfahren weist ein großes Prozessfenster auf und sollte mit Qualitätssicherungsmaßnahmen flankiert werden“, so *Cyprian Golebiewski*, Leiter Anwendungstechnik bei *Akro-Plastic*. „Wenn die Vorprodukte nicht den definierten Materialparametern entsprechen kann es zu Schwierigkeiten kommen. Andere Materialstärken, Pigmente oder Mischungsverhältnisse der Zuschlagstoffe können den Schweißprozess negativ beeinflussen“.

Golebiewski rät dazu, bei mangelnder Schweißnahtfestigkeit den Spritzgussprozess näher zu betrachten. „Wenn sich Absorptionsgrade eines Fügepartners ändern, gibt dies wertvolle Hinweise auf Unregelmäßigkeiten in den Vorprozessen“.

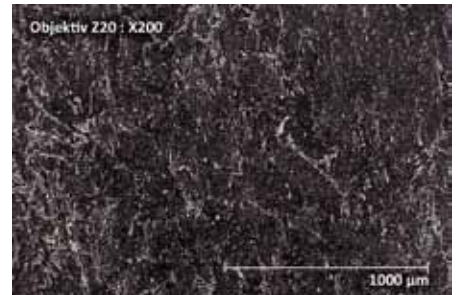


Einfluss der Werkzeugtemperatur auf die Lasertransmission.

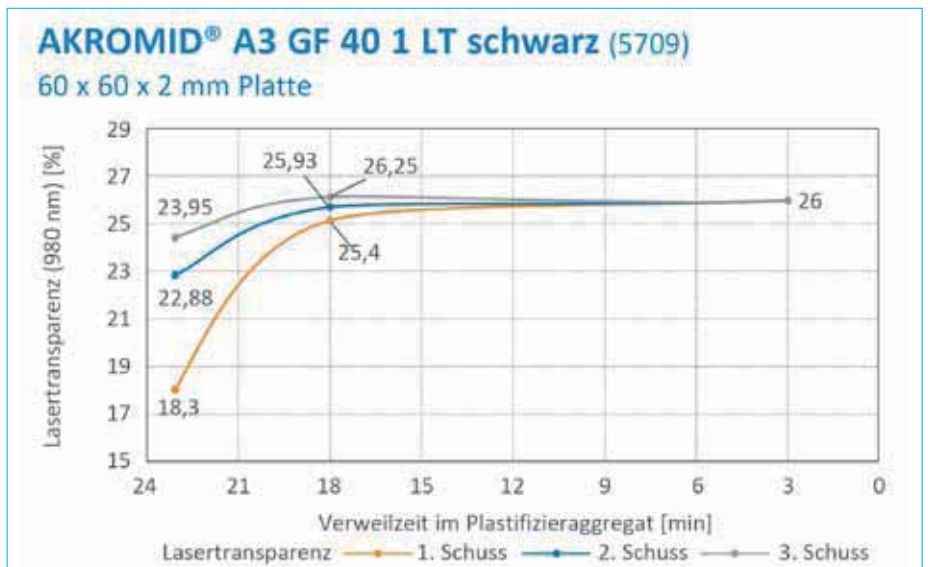
Zur Ermittlung der Einflussgrößen wurden verschiedene Parameter geprüft. Eine Erhöhung der Werkzeugwandtemperatur von 50 °C auf 130 °C verringert die Lasertransmission von 31 % auf rund 24 %. Dieser negative Effekt ist eindeutig auf die Erhöhung der Kristallinität in der Randzone zurückzuführen. Sie erhöht die Reflexion als auch die Streuung des Laserstrahls. Daraus lässt sich schließen, dass ein schnelleres Einspritzen die Lasertransparenz erhöht, da weniger Glasfasern an der Bauteiloberfläche die Reflexion begünstigen. Bei einer Einspritzgeschwindigkeit von 30 cm³/s sind deutlich mehr Glasfasern an der Oberfläche als bei einem Volumenstrom von 80 cm³/s. Die Lasertransparenz stieg von rund 22 % auf 26 %.



Bei einer Einspritzgeschwindigkeit von 30 cm³/s sind deutlich mehr Glasfasern auf der Oberfläche erkennbar.



Bei einer Einspritzgeschwindigkeit von 80 cm³/s sind deutlich weniger Glasfasern an der Oberfläche erkennbar.



Messung der ersten drei Schüsse bei Veränderung der Verweilzeit im Plastifizieraggregat.

sorgt und nicht nur nach der Optik beurteilt werden.

Ein weiterer Aspekt dem große Beachtung geschenkt werden sollte ist die Kontamination des lasertransparenten Materials. Es reichen nur wenige mit Ruß eingefärbte Granulatkörner, um eine große Menge an Bauteilen für das Laserschweißen unbrauchbar zu machen.

Der Einsatz von Regranulat wirkt sich grundsätzlich nicht negativ auf die Lasertransparenz aus. Allerdings ist dieser nicht empfehlenswert, da eine Kontamination wie oben beschrieben nicht ausgeschlossen werden kann. Solche Verunreinigungen sind auch der häufigste Grund für Reklamationen.

Kunden fordern meist eine 100-prozentige Dichtheitsgarantie der Bauteile. Um diesem Anspruch gerecht zu werden, benötigt man neben dem geeigneten Werkstoff auch den richtigen Verarbeitungsprozess und die optimale Schneckenkonfiguration. Das Team der *K.D. Feddersen CEE GmbH* berät hierbei gern.

Autor:

Thomas Raitel, Geschäftsführer
K.D. Feddersen CEE GmbH
Mariahilfer Straße 103/4/62b, 1060 Wien
+43 1 786140011,
thomas.raithel@kdfeddersen.com



K.D. Feddersen

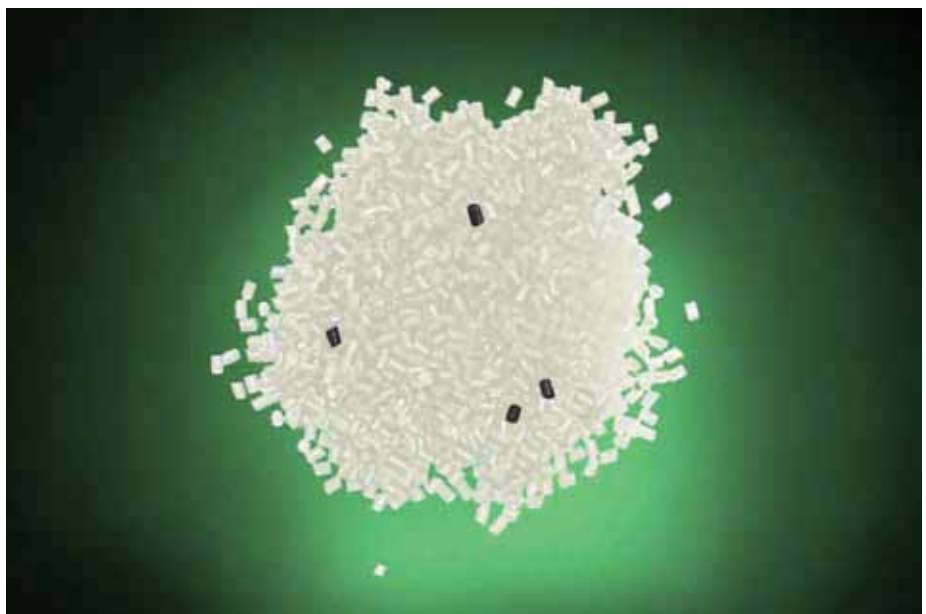
Die *K.D. Feddersen GmbH & Co. KG*, Hamburg, ist ein Unternehmen der *Feddersen-Gruppe*, das sich auf die Vermarktung und Distribution technischer Kunststoffe spezialisiert hat. Das Unternehmen bietet durch mehr als 60-jährige Erfahrung qualifizierte Fachkompetenz, kundennahen Service und einen leistungsstarken Vertrieb für die kunststoffverarbeitende Industrie. Standorte der *K.D. Feddersen GmbH & Co. KG* sowie ihrer Tochtergesellschaften sind neben Hamburg auch Paris, Värnamo, Birmingham und Wien.

Europäischer Standort für Entwicklung und Produktion von technischen Thermoplasten, Biokunststoffen und Masterbatches ist die zur Gruppe gehörende *Akro-Plastic GmbH* in Niederzissen mit ihrer Zweigniederlassung *AF-Color* beziehungsweise *Bio-Fed* am Standort Köln. *Akro-Plastic* ist auf dem asiatischen Markt mit einem Produktionsstandort in Suzhou/China beziehungsweise in Südamerika im Bundesstaat São Paulo/Brasilien vertreten.

www.kdfeddersen.com



Kontaminiertes Material mit einer Standardkamera aufgenommen.



Kontaminiertes Material, aufgenommen mit einer Infrarotkamera.



Aus kontaminiertem Material produzierte Platten. Links mit der Standardkamera aufgenommen, rechts mit der Infrarotkamera.