

Beanspruchungsorientiertes Prozessverständnis und -optimierung beim Kunststoffschweißen am Beispiel des Laserdurchstrahlschweißens

Stress-orientated process understanding and optimization for laser beam welding of polymers

Projektträger / Fördermittelgeber: Deutsche Forschungsgemeinschaft
Executing Organisation: German Research Foundation

Aufgabenstellung

Im Rahmen dieses Vorhabens sollen Erkenntnisse zum grundlegenden Wirkzusammenhang zwischen dem Laserdurchstrahlschweißprozess, den Werkstoffeigenschaften und Schweißnahtfestigkeiten und deren Einfluss auf charakteristische Eigenschaften des im Schweißprozess vorherrschenden Temperaturfelds erarbeitet werden. Ziel ist weiterhin, das im Prozess vorherrschende Temperaturfeld auf Basis der zu erzielenden Kenntnisse derart zu beeinflussen, dass für die Anwendung optimale, beanspruchungsangepasste Festigkeiten erzielt werden können.

Vorgehensweise

Ansatz der Optimierung ist die simultane Verwendung zweier Laserwellenlängen ($\lambda=940\text{ nm}$ / $\lambda=1940\text{ nm}$), wodurch eine räumlich und zeitlich aufgelöste Beeinflussung des Temperaturfelds möglich wird (Bild links). Ferner wird auf Basis der Finite-Elemente-Methode ein Prozessmodell generiert und mit den Experimenten hinsichtlich der verwendeten Werkstoffe und systemtechnischen Voraussetzungen abgeglichen. Das Modell wird anschließend mit Ergebnissen aus den Experimenten validiert und ermöglicht dadurch ein gesteigertes Prozessverständnis und daraus abgeleitet weitere Prozessoptimierungsschritte.

Ergebnisse

Mit dem realisierten Aufbau wurden bereits erste Prozessparametervariationen für die Werkstoffe Polycarbonat (PC) und Polyamid 6 (PA6) hinsichtlich ihrer Nahtgeometrie und mechanischen Festigkeit analysiert. Erste Simulationsergebnisse des Prozessablaufs bilden sehr gut die erhöhte Absorption der längerwelligen Laserstrahlung im oberen Fügepartner und das daraus resultierende Temperaturfeld in beiden Werkstoffen ab (Bild rechts).

Task

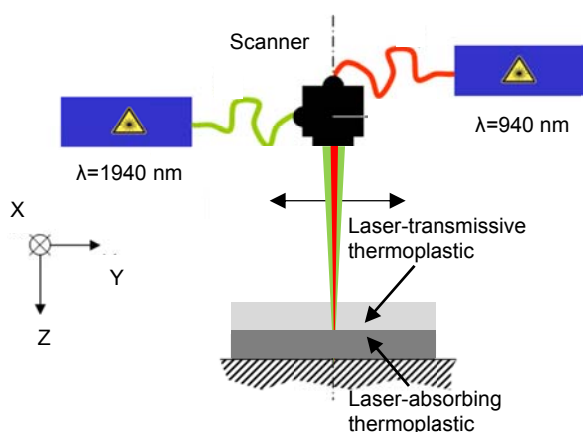
Within the project, knowledge about the basic relations between the laser beam welding process, material properties and resulting strength of the weld seams and its influence on characteristic properties of the temperature field during the process shall be developed. An additional aim is the control of the occurring temperature field based on the achieved improved process understanding in order to achieve ideal and stress-adapted strengths of the weld seam.

Approach

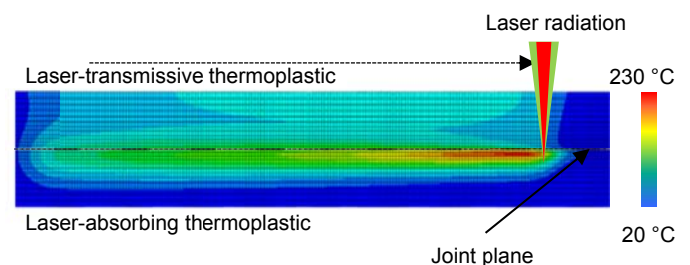
By using two lasers with different wavelengths ($\lambda=940\text{ nm}$ / $\lambda=1940\text{ nm}$) simultaneously, a spatial and time resolved controlling of the temperature field is made possible (left picture). Additionally, a finite element method model, based on the used materials and experimental setup of the process, is implemented. The model is then validated with experimental results and subsequently allows an improved process understanding and thus a process optimization.

Results

With the already finished experimental setup first parameter variations for polycarbonate (PC) and polyamide 6 (PA6) were analyzed regarding their weld seam geometry and mechanical strength. Simulation results of the welding process show the increased absorption of the laser with the higher wavelength by the upper joining partner and the resulting temperature field within both materials (right picture).



Aufbau bestehend aus zwei Lasern mit verschiedenen Wellenlängen und Scannereinheit
Experimental setup consisting of two lasers with different wavelengths and scanner system



FEM-Simulation des Temperaturfeldes beim Schweißprozess
FEM simulation model of the occurring temperature field during the welding process