

# Teilprojekt B06: Mechanisches Fügen durch laserinduzierte Schockwellen

M. Sc. Stefan Venaas, Prof. Frank Vollertsen  
Bremer Institut für angewandte Strahltechnik GmbH

Wissenschaftliche Ziele	Methoden
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Schaffung aller erforderlichen Voraussetzungen für eine ganzheitliche Kenntnis des Prozesses beim Fügen dünner Folien durch laserinduzierte Schockwellen</li> <li>Die Fügezone möglichst klein zu gestalten und durch das Setzen mehrerer Fügepunkte die nötige Verbindungsfestigkeit zu erreichen</li> <li>Den Prozess des Laserschockfügens auf das Fügen nichtmetallischer Werkstoffe mit Aluminium zu übertragen und die Fügegeometrie werkstoffübergreifend zu beschreiben</li> </ul>	<p>Fügen durch Umformen</p> <p>Stempel Formblech Laser Schockwelle Matrizenblech Stoffverbindung Laser Abstandshalter Niederhalter Werkzeugboden</p>

## Erzielte Ergebnisse

Festigkeit der Verbindung	Prozessfenster der Fügeverbindung	Fügen artfremder Werkstoffe
<p>Scherzugfestigkeit N</p> <p>Maximum force</p> <p>Anzahl Versuche: 5 Pulsenergie: 5.6 J Formblech: 0.05 mm Matrizenblech: 0.10 mm Fügepunkt: 4 mm</p> <p>Anzahl der Pulse: 0, 300, 600, 900</p> <p>Probe nach Zugversuch</p>	<p>Anzahl der Pulse</p> <p>Höhe des Abstandshalters</p> <p> <span style="color: green;">■</span> gute Verbindung  <span style="color: yellow;">■</span> nicht reproduzierbar  <span style="color: red;">■</span> keine Verbindung         </p> <p> <b>A:</b> 100% Verbindung  <b>B:</b> keine Verbindung  <b>C:</b> Bodenreißer  <b>D:</b> Kante gebrochen         </p> <p>           Laser: TEA-CO2            Pulsenergie: 5.5 J            Formblech: 0.05mm            Matrizenblech: 0.05mm            Fügegeometrie: 2.0mm         </p>	<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>Formblech Material: Al99.5, Dicke: 20 µm Matrizenblech Material: Thermoplast, Dicke: 75 µm</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>Formblech Material: Al99.5, Dicke: 20 µm Matrizenblech Material: Glas, Dicke: 150 µm</p> </div> </div>
<p><b>Modellbildung</b></p> <p>Festigkeit der Verbindung</p> <p>Formblech Matrizenblech</p> $F_C = 0.7 \sigma_m n \pi \frac{d_o^2 - d_i^2}{4}$ <p><math>F_C = 30.4N</math></p>	<p><b>Geometrische Auslegung</b></p> <p>Niederhalter Formblech Matrizenblech Abstandshalter</p> <p><math>\sigma_{bzul} = \frac{M_b}{W_b}</math></p> $l = \sqrt{\frac{f_{max} 3 E I_x}{\sigma_{bzul} w_{bx}}}$	

Fazit	Referenzen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Durch laserinduzierte Schockwellen können Fügeverbindungen von dünnen Blechen hergestellt werden</li> <li>Einfache Handhabung des Prozesses da keine Ablationsschicht und kein schädlicher thermischer Einfluss auf das Werkstück festgestellt wird</li> <li>Das Fügen von artfremden Werkstoffen ist möglich</li> <li>Die geometrische Auslegung der Fügeverbindung lässt sich im Vorfeld analytisch bestimmen und daraus auch die Festigkeit der Fügeverbindung ableiten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Venaas, S: Forming behavior during joining by laser induced shockwaves. Proc. of the 18th International ESAFORM</li> <li>Venaas, S; Vollertsen, F: High Speed Joining by Laser Shock Forming. Proc. of the 6th (ICTMP)</li> <li>Venaas, S; Vollertsen, F: Mechanical Joining of Glass and Aluminium. Key Engineering Materials (2018)</li> <li>Venaas, S; Vollertsen, F: Untersuchung der Verbindungsfestigkeit von Laserschock gefügten Proben bei unterschiedlichen Matrizengeometrien. 8. Kolloquium Mikroproduktion</li> <li>Venaas, S; Wielage, H; Vollertsen, F: Joining by Laser Shock Forming: Realization and Acting Pressures. Production Engineering - Research and Development 8, 3</li> </ul>