

# Arbeitsgruppe Hochgeschwindigkeitsfügen

E. Beyer<sup>1</sup>, S. Schulze<sup>1</sup>, J. Bellmann<sup>1</sup>, A.E. Tekkaya<sup>2</sup>, S. Gies<sup>2</sup>, J. Lueg-Althoff<sup>2</sup>, M. Wagner<sup>3</sup>, S. Sharaviev<sup>3</sup>, M. Böhme<sup>3</sup>, P. Groche<sup>4</sup>, C. Pabst<sup>4</sup>, B. Niessen<sup>4</sup>, S. Böhm<sup>5</sup>, A. Rebensdorf<sup>5</sup>, E. Schumacher<sup>5</sup>

- <sup>1</sup> Institut für Fertigungstechnik (IF), TU Dresden
- <sup>2</sup> Institut für Umformtechnik und Leichtbau (IUL), TU Dortmund
- <sup>3</sup> Institut für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnik, TU Chemnitz
- <sup>4</sup> Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen (PtU), TU Darmstadt
- <sup>5</sup> Fachgebiet Trennende und Fügende Fertigungsverfahren (tff), Universität Kassel

### Zusammensetzung der Arbeitsgruppe

**Teilprojekt A1**

**Teilprojekt A5**

**Teilprojekt A9**

**Teilprojekt A8**

➔ Interinstitutionelle\* Zusammenarbeit zur Untersuchung der Grundmechanismen des Kollisionsschweißens

### Motivation und Zielsetzung

- Erscheinungsbild des Prozessleuchtens abhängig von vielen Einflussgrößen (Werkstoff, Prozessgrößen, Umgebungsmedien etc.)
- Nutzung zur Prozessüberwachung (Verbundausbildung, Aufschlagszeiten)<sup>1</sup>
- Offene Fragestellungen:
  - Wodurch entsteht das Prozessleuchten?
  - Steht das Prozessleuchten direkt in Verbindung zur Verbindungsausbildung?
- Zielsetzung: Identifikation des Ursprungs des Prozessleuchtens und Einordnung in die Mechanismen der Verbindungsausbildung

$\beta = 5,3^\circ$  no bond

$\beta = 7,5^\circ$  bond

$\beta = 11,1^\circ$  no bond

1 - Bellmann, J., Lueg-Althoff, J., Schulze, S., Gies, S., Beyer, E., Tekkaya, A.E., 2016. Measurement and analysis technologies for magnetic pulse welding: Established methods and new strategies. *Advances in Manufacturing*, 322-338. doi:10.1007/s40436-016-0162-5.

## Experimentelle Aufbauten & aktuelle Ergebnisse

#### Modellversuchsstand

Lichtemissionsmessung (3 Filter)

Target

Flyer

Spule

#### Einfluss Kollisionswinkel

Kollisionswinkel  $\beta$  [°]

$v_{imp}$  [m/s]

Flyer EN AW-1050, Target EN AW-6060 T4

#### Einfluss Mikrostruktur

Cu-OFHC

Cu-OFHC UFG<sup>2</sup>

Voltage equivalent light emission [V]

Time [µs]

- ➔ Kollisionswinkel beeinflusst sowohl Lichtausprägung als auch Position und Länge der Schweißnaht
- ➔ Prozessleuchten und Schweißbarkeit werden durch die Mikrostruktur der Fügepartnerwerkstoffe beeinflusst
- ➔ Werkstoffkombination der Fügepartner beeinflusst das Prozessleuchten (Stärke, Farbe)

#### EMPT-Anlage mit Vakuumkammer

Target

Flyer

Spule

#### Einfluss Umgebungsdruck

Langzeitbelichtung

Ultraschallaufnahmen

Mikrostruktur

Entladeenergie	Auftrittszeit des Prozessleuchtens für verschiedene Wellenlängen [µs]			
	1000 mbar	0,9 mbar	1000 mbar	0,87 mbar
Umgebungsdruck	1000 mbar	0,9 mbar	1000 mbar	0,87 mbar
Schweißergebnis	Nicht verschweißt	verschweißt	verschweißt	verschweißt
Komplettes Spektrum	< 580 nm	18,59	19	14,9
	< 590 nm	18,84	20,2	14,9
	> 630 nm	18,84	20	14,9
				21,8

- ➔ Bestimmte Wellenlängen des Prozessleuchtens treten im Vakuum verzögert auf
- ➔ Im Vakuum bereits bei geringeren Entladeenergien/Aufschlagsgeschwindigkeiten vollständige Schweißellipsen
- ➔ In Atmosphäre Jeteinschlüsse in Schweißnaht verhindern weitere Nahtausbildung

### Schlussfolgerungen

- Zusammenhänge zwischen Prozessleuchten und Jet erkennbar
- Mikrostruktur – verkleinerte Gefügestruktur:
  - Verringerte Jetbildung aufgrund hoher Versetzungsdichte und damit einhergehende reduzierte plastische Deformation
  - Geringere Wärmeleitung führt zu eingeschränkter Wärmeabfuhr aus der Fügezone
- Vakuum:
  - Verbundausbildung bei geringeren Entladeenergien auf höherer Jet-Geschwindigkeit zurückführbar<sup>3</sup>
  - Thermische Jet-Energie aufgrund fehlendem Sauerstoffs geringer

3 - Pabst, C., Gönzke, P., 2018. Identification of process parameters in electromagnetic pulse welding. *Journal of Materials Processing Technology*, 260-273.

### Zwischenstand

- Wodurch entsteht das Prozessleuchten?
  - Glühende Partikel/Oberflächen (?)
  - Plasma (?)
  - Exotherme Reaktion (!)
- Steht das Prozessleuchten direkt in Verbindung zur Verbindungsausbildung?
  - Die Ausprägung (Form, Farbe, Helligkeit, Leuchtbeginn/-dauer) korreliert mit der Verbindungsausbildung

\* Beratende Unterstützung durch Teilprojekt A6: Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften, Prof. Dr.-Ing. Michael F. Zäh, Technische Universität München  
Lehrstuhl für Experimentalphysik I, Prof. Dr. Ferdinand Haider, Universität Augsburg