TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

DRESDEN concept

Neue Möglichkeiten zur Prozessüberwachung und Effizienzsteigerung beim Magnetpulsschweißen

J. Bellmann*[1,2], J. Lueg-Althoff[3], S. Schulze[2], S. Gies[3], E. Beyer[1,2], A.E. Tekkaya[3]

1) Institut für Fertigungstechnik, TU Dresden

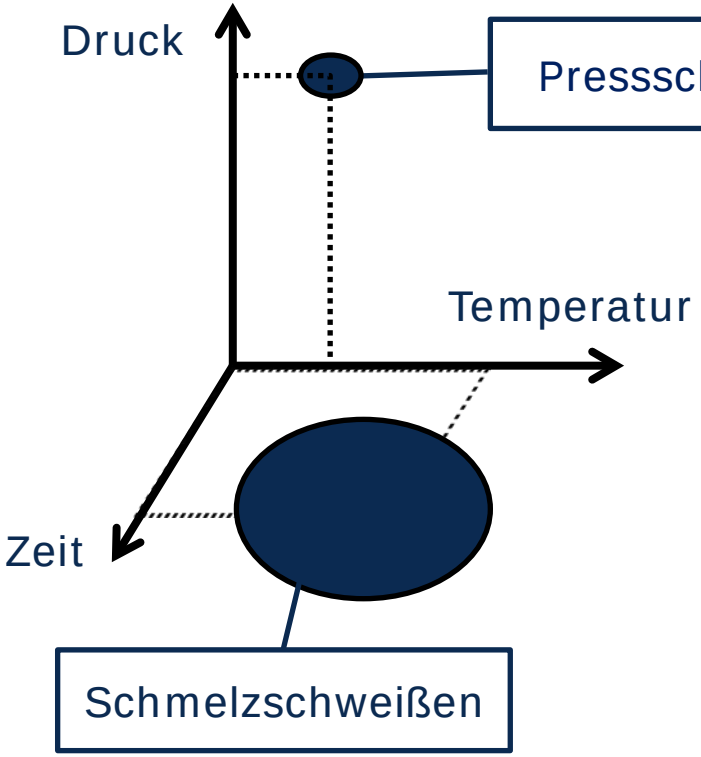
2) Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS, Dresden

3) Institut für Umformtechnik und Leichtbau, TU Dortmund

*Joerg.Bellmann@tu-dresden.de; +49(0)351/83391-3716

WerkstoffWoche 2017 in Dresden am 28.9.2017

„Schweißen unter Zeitdruck“



[E. I. du Pont de Nemones & Co.]

Explosivschweißen

Schweißen mit hoher mechanischer Energie

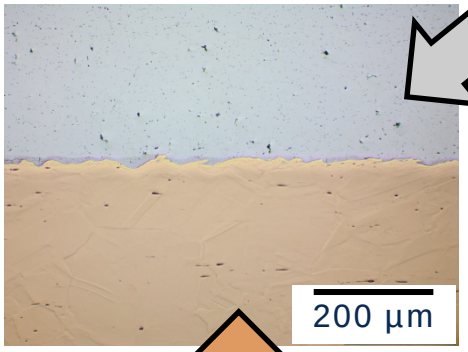
Magnetpulsschweißen

[Fraunhofer IWS]

Materialkombination durch Magnetpulsschweißen

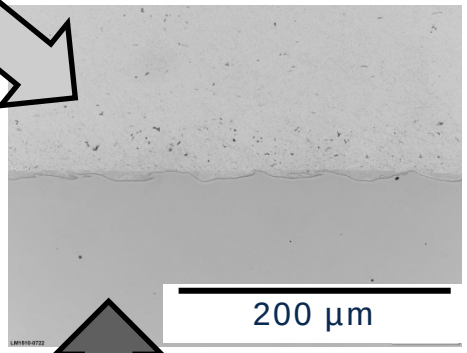
Aluminium

Schmelztemperatur ≈660°C
Dichte ≈2,7 g/cm³
Elektrische Leitfähigkeit ≈37 MS/m



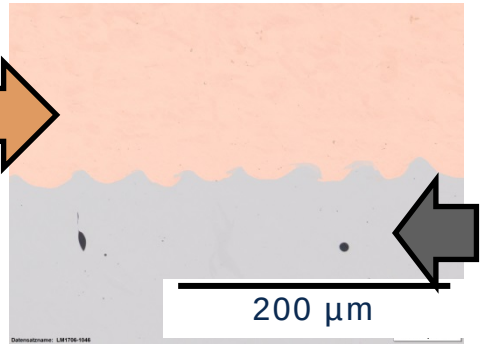
Belastungsangepasster Leichtbau

Kostenmotivierte Materialsubstitution



Kupfer

Schmelztemperatur ≈1085°C
Dichte ≈8,9 g/cm³
Elektrische Leitfähigkeit ≈58 MS/m

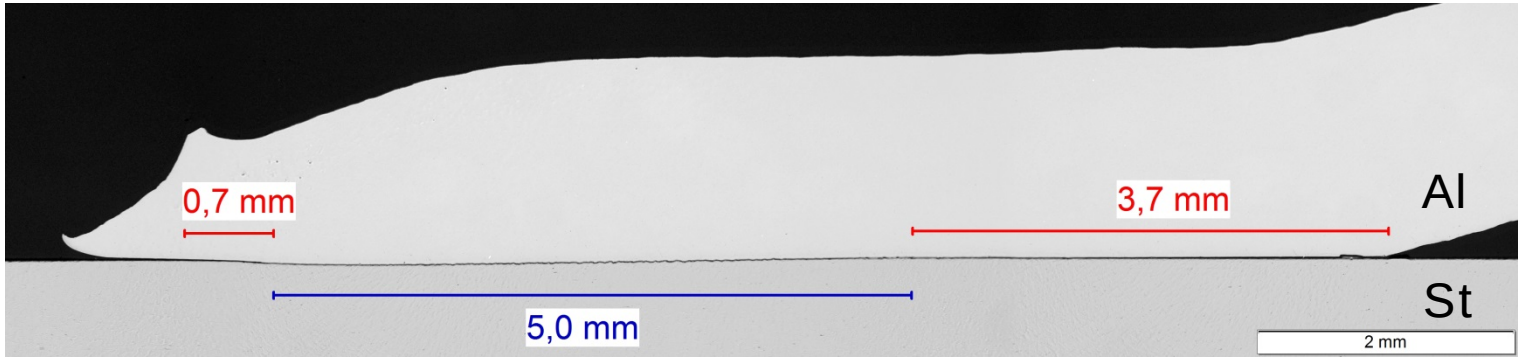


Stahl (S235)

Schmelzbereich ≈1250-1460°C
Dichte ≈7,8 g/cm³
Elektrische Leitfähigkeit ≈10 MS/m

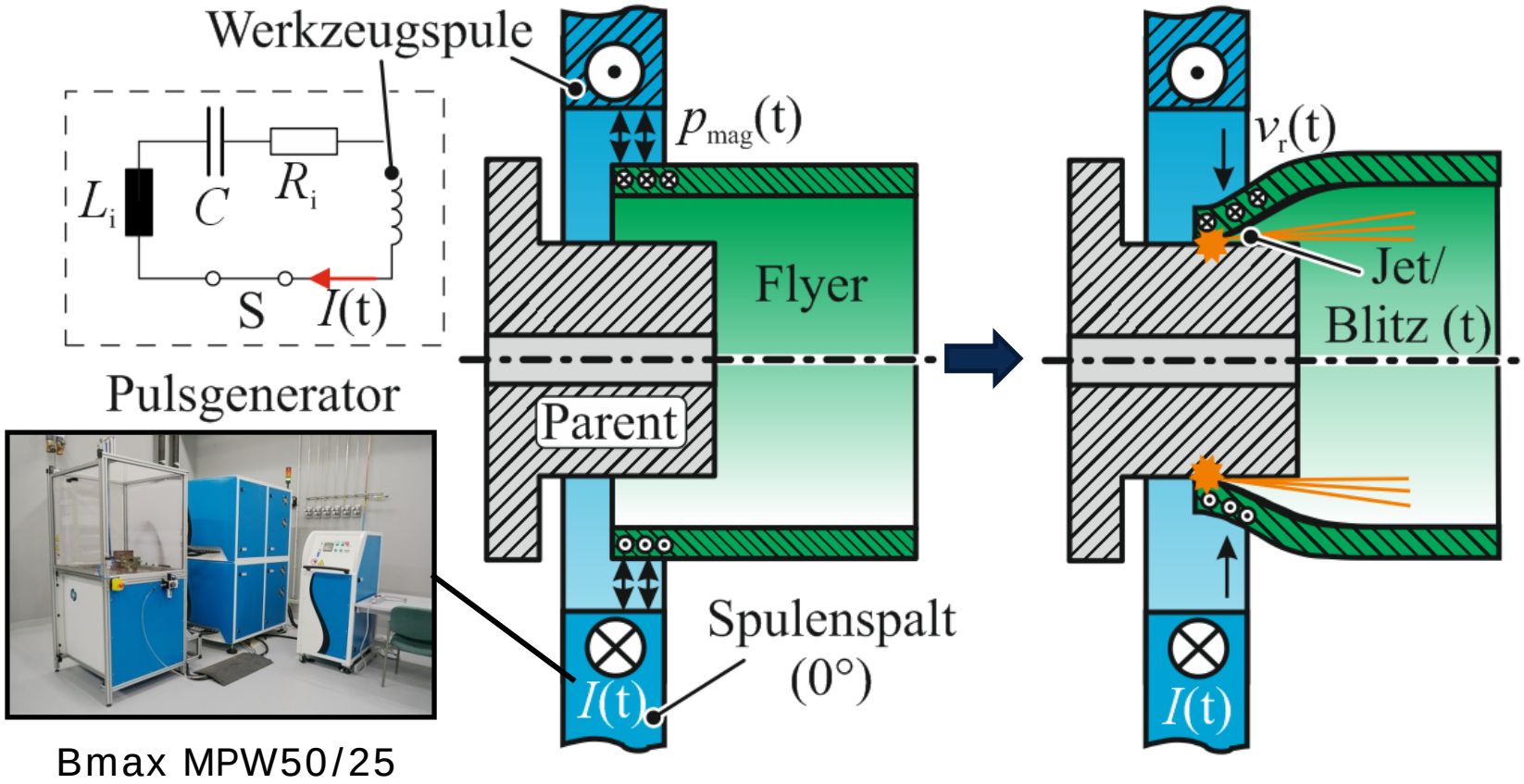
Agenda

1. Prozessbeschreibung
2. Herausforderungen
3. Lösungen
4. Ergebnisse
5. Zusammenfassung



1. Prozessbeschreibung

$v_r \approx$ (250…460) m/s

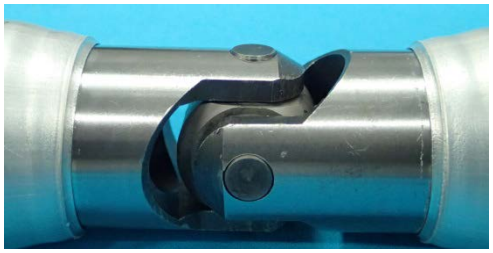


Bmax MPW50/25

1. Prozessbeschreibung

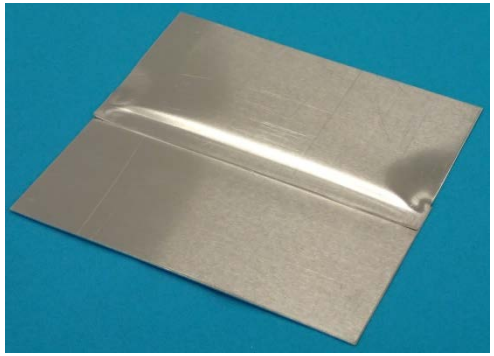
Besonders

- Gleichartige und verschiedenartige Materialverbindungen



Vielseitig

- Anwendbar für Rohr- und Blechverbindungen



Randbedingungen

- Keine Zusatzwerkstoffe
- Vorgereinigte Oberflächen
- Kurze Prozesszeiten (µs)

2. Herausforderungen

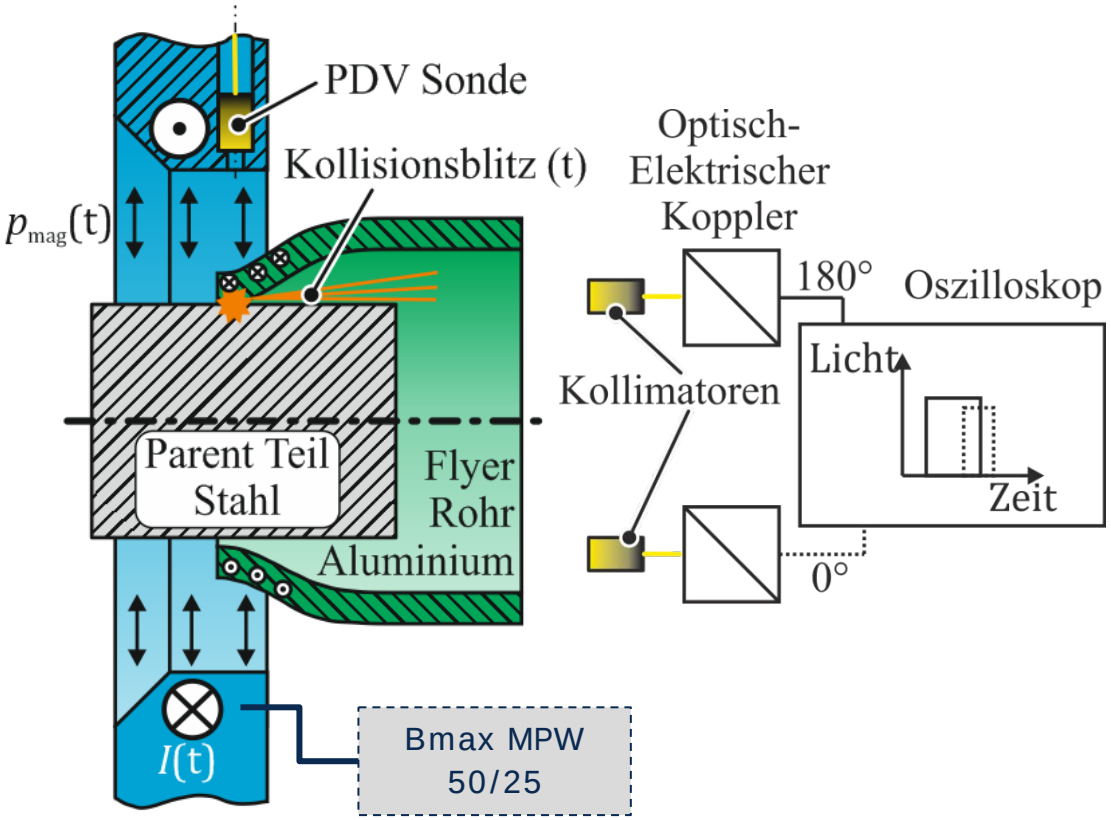
I. Prozessüberwachung

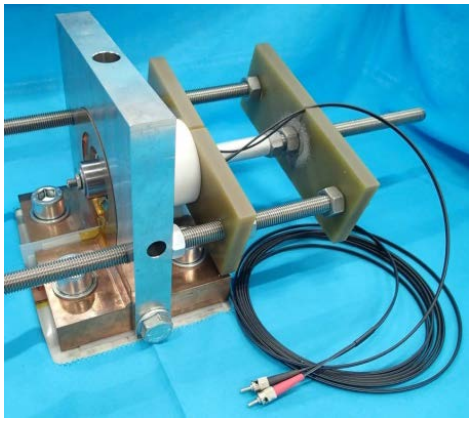
- Kurze Prozesszeiten (µs)
- Starke Magnetfelder
- Intensives Prozessleuchten
- Erschwerte Zugänglichkeit

II. Spulenlebensdauer

- Joule'sche Erwärmung
- schlagartige mechanische Belastung

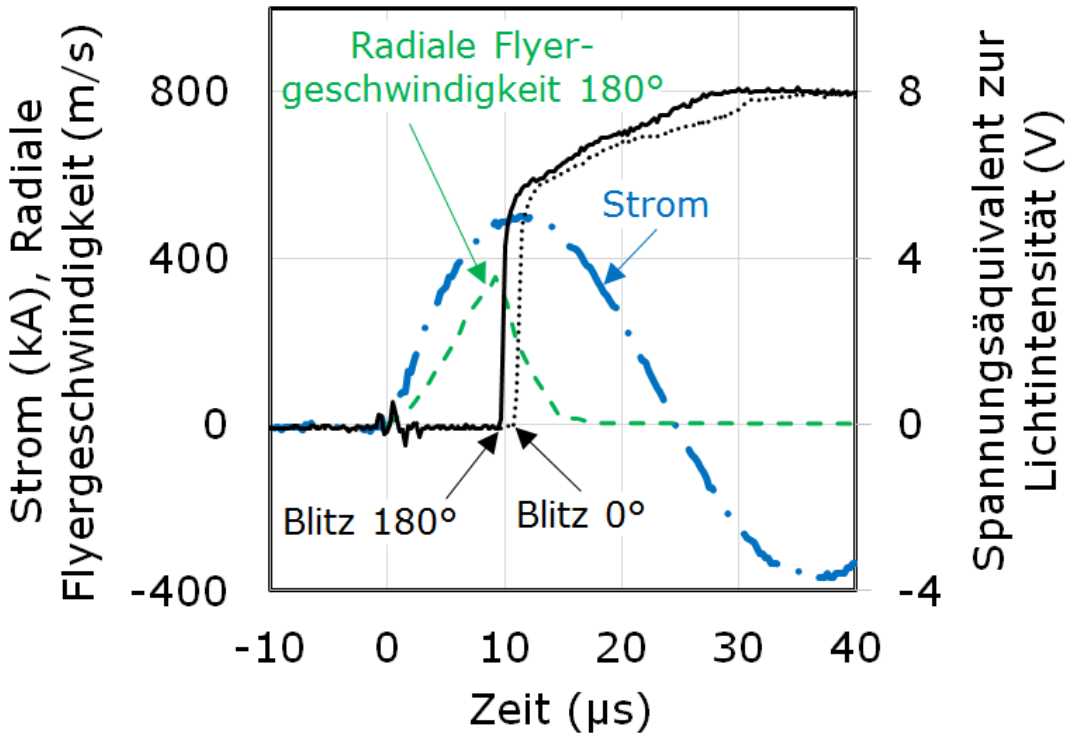
3. Lösungen - I. Prozessüberwachung

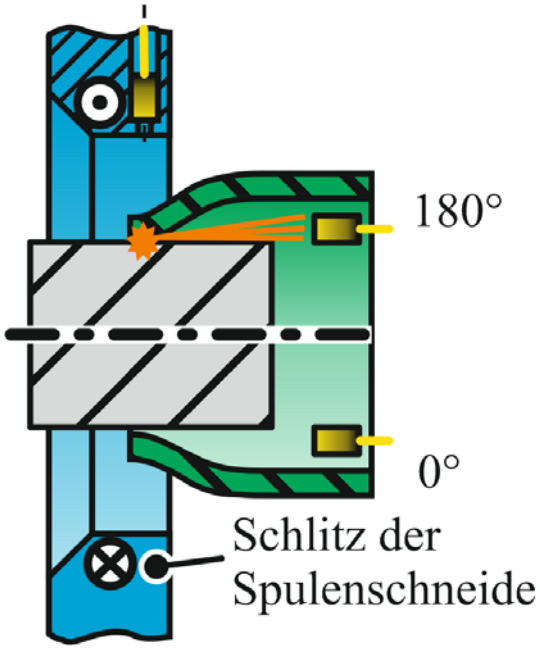




Messung der Lichtintensität beim Schweißvorgang

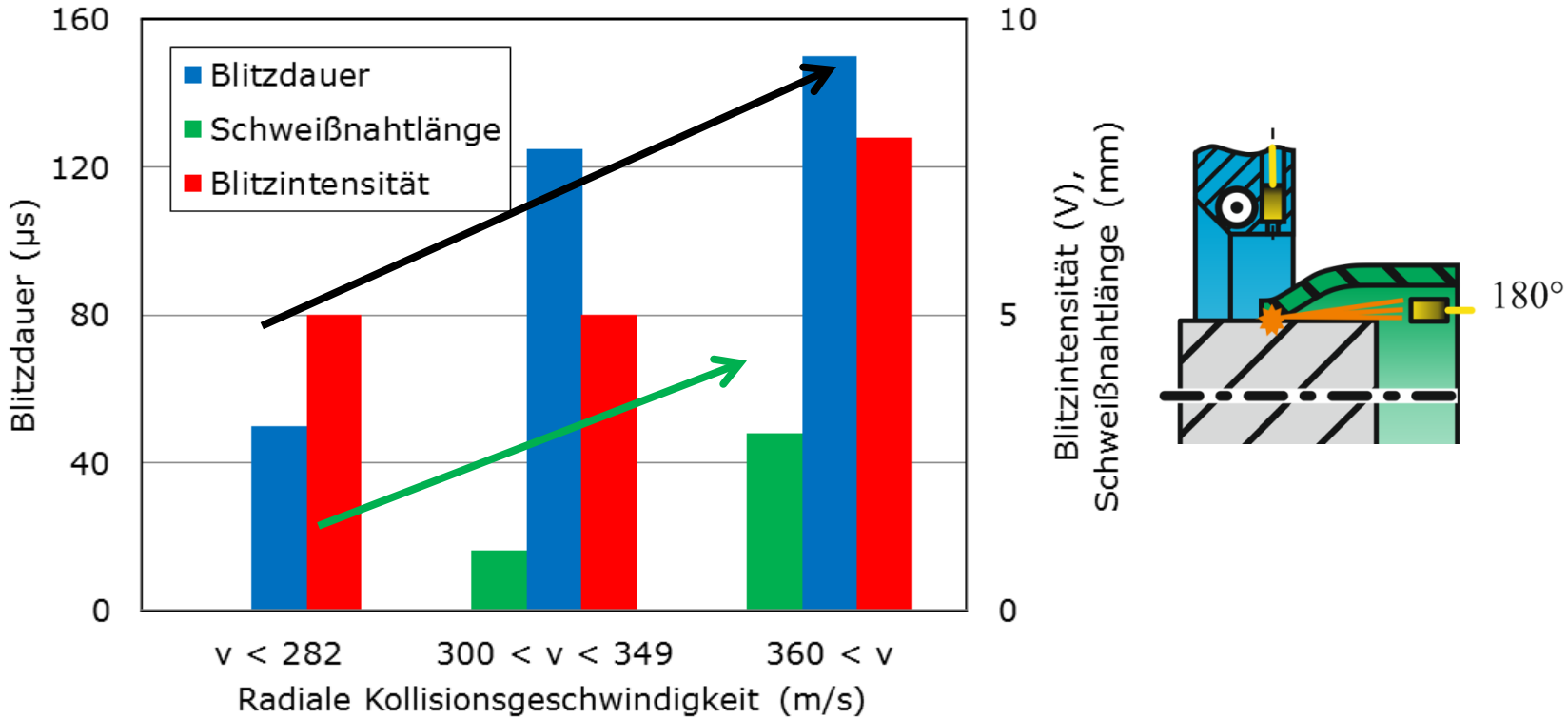
3. Lösungen - I. Prozessüberwachung





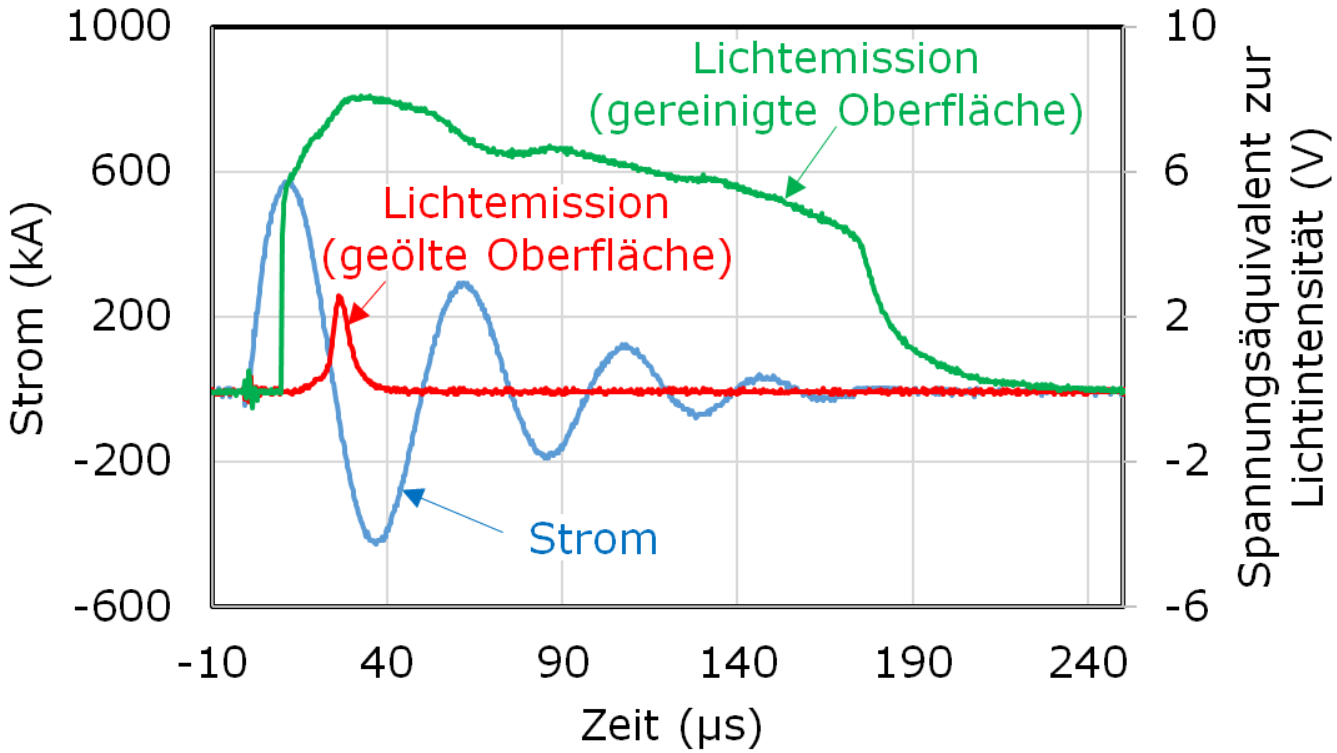
- ✓ Gute Korrelation zwischen Blitzbeginn und Kollisionszeitpunkt
- ✓ Erkennung von Asymmetrien (zw. Werkstück und Werkzeug)
- ✓ Gute Zugänglichkeit

3. Lösungen - I. Prozessüberwachung



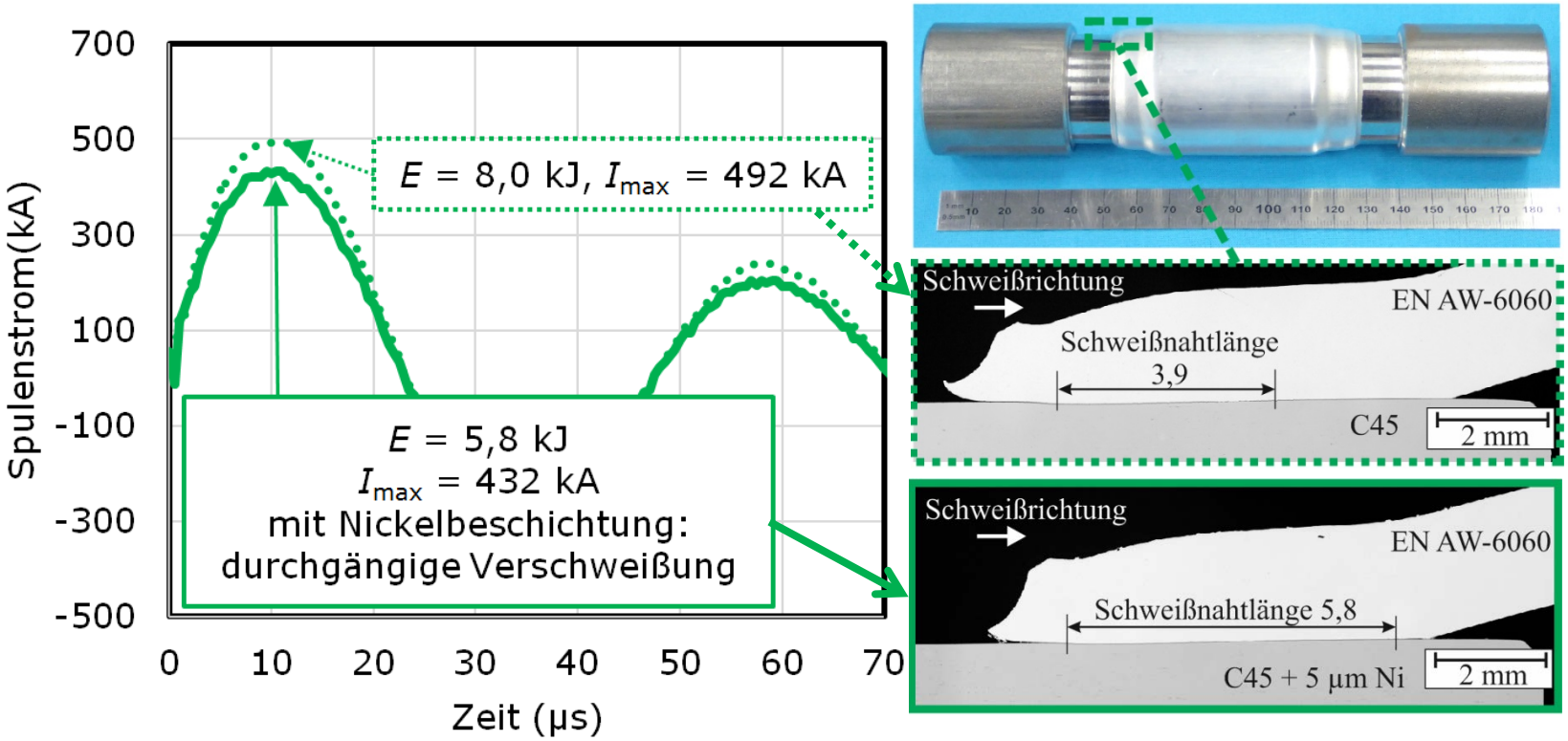
✓ Korrelation zwischen Kollisionsblitz und Nahtausbildung

3. Lösungen - I. Prozessüberwachung



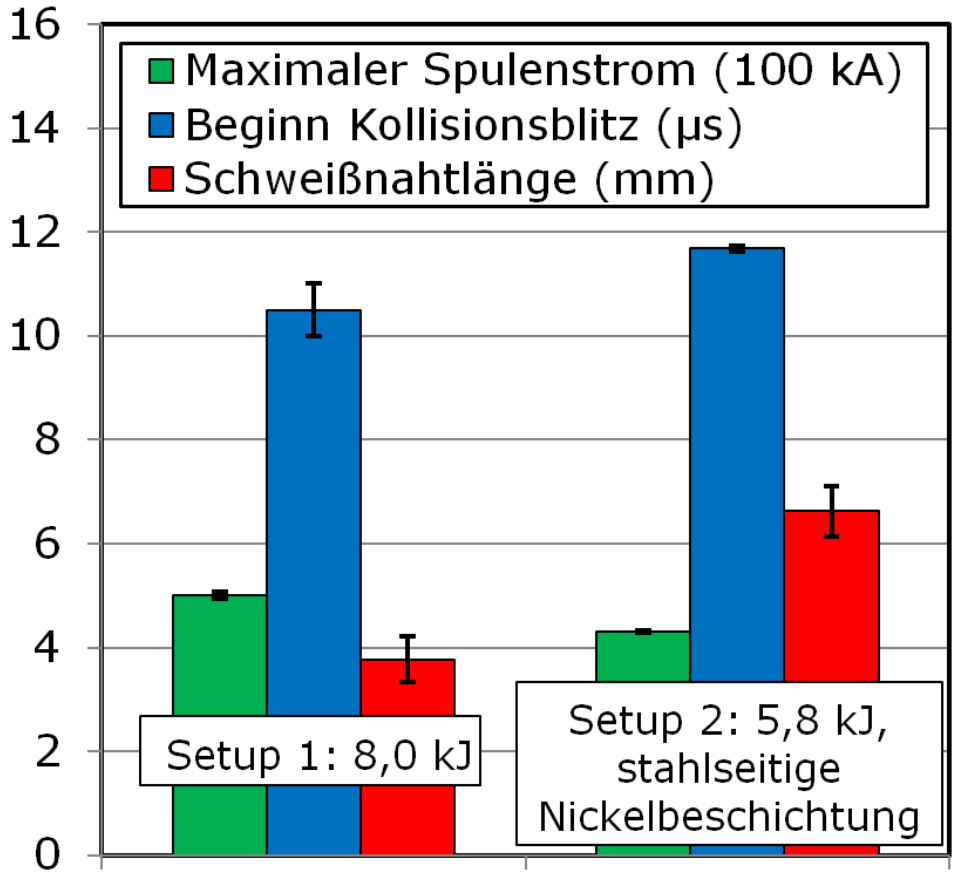
✓ Detektion von Oberflächenstörungen (z.B. Öle)

3. Lösungen – II. Effizienzsteigerung



- ✓ Erweiterung der Prozessgrenzen durch Nickelbeschichtung
- ✓ Reduzierung des Maximalstroms

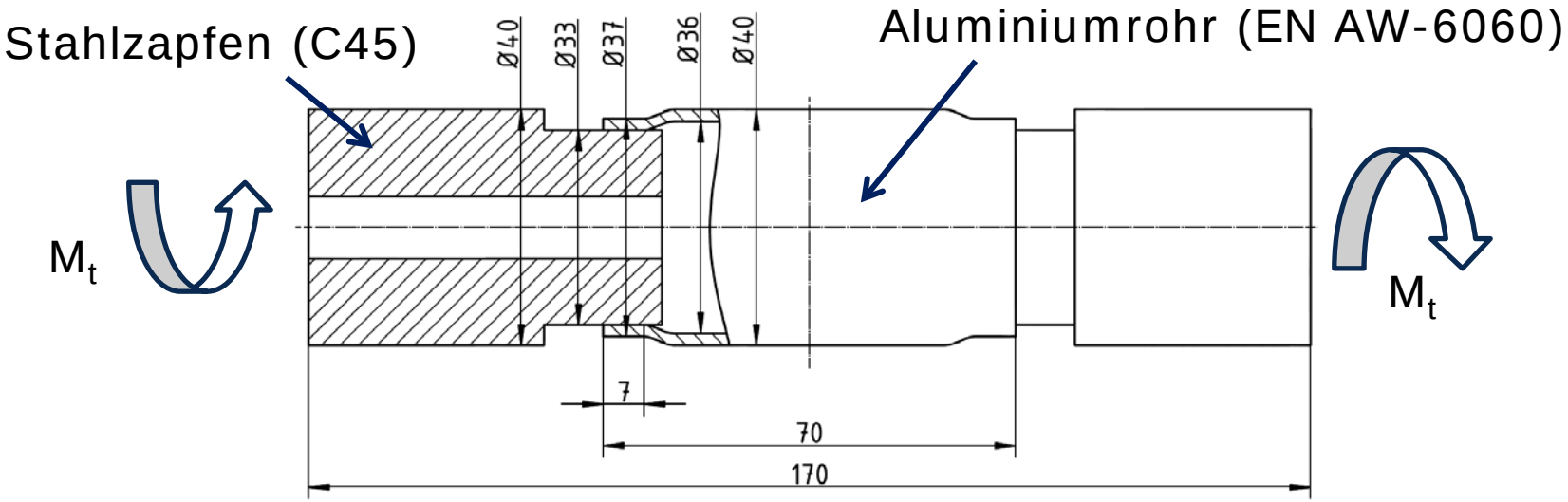
4. Ergebnis



Im konkreten Beispiel:

- ✓ Senkung des maximalen Spulenstroms um 14%
- ✓ Reduzierung der minimalen Kollisions-geschwindigkeit
- ✓ Erhöhung der Schweißnaht-länge um 75%

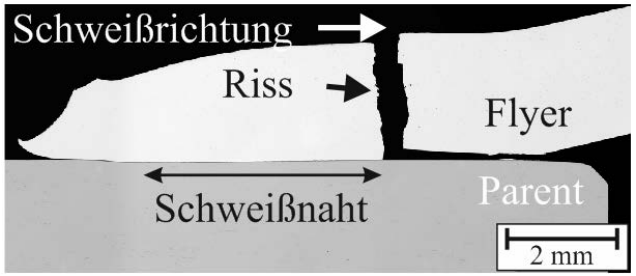
4. Ergebnis - Torsionsversuche

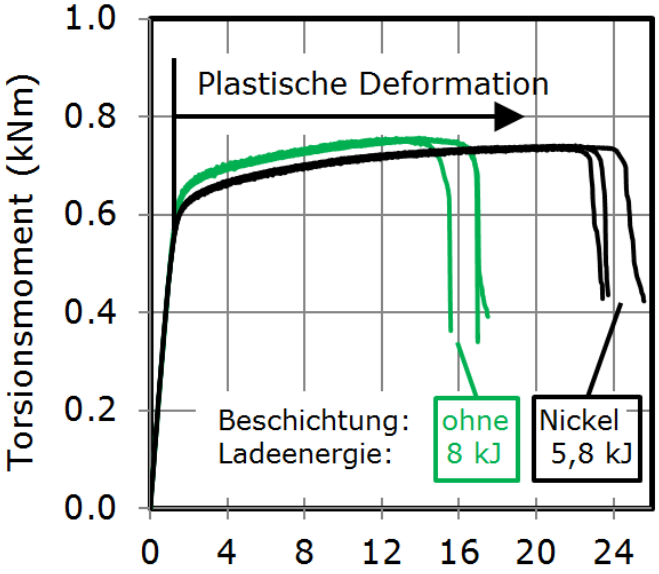


	Statisch	dynamisch
Probenanzahl	Je 3	Je 6
Axialkraft [kN]	0	0

4. Ergebnis – Statische Torsionsversuche

Verdrehgeschwindigkeit 10°/min



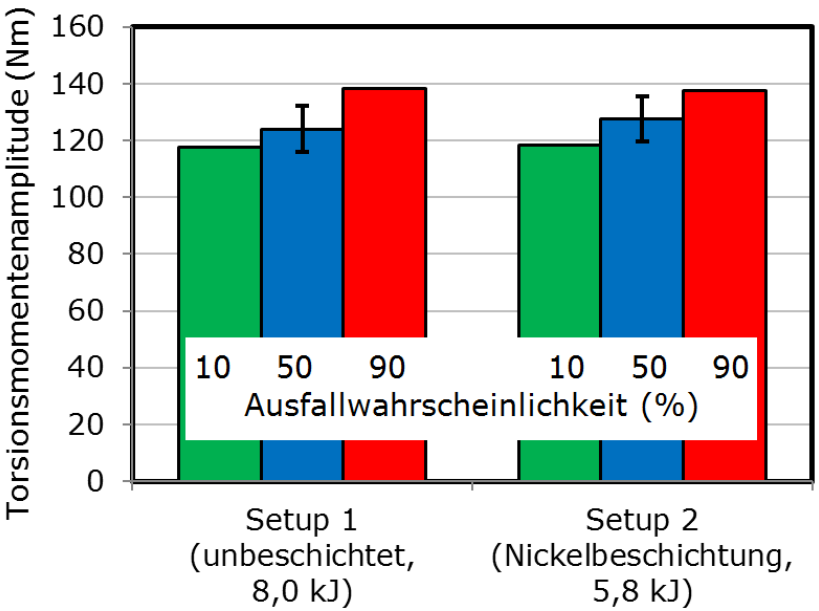


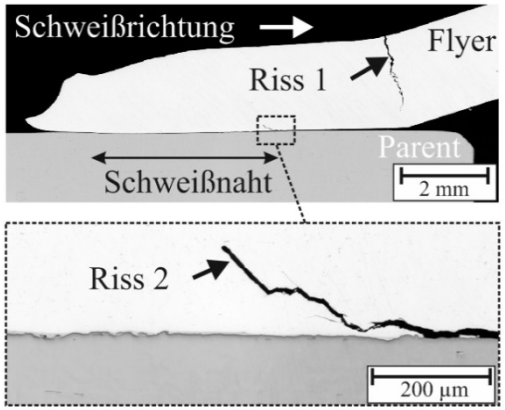
Werkstoffversagen

- unmittelbar neben der Fügezone,
- für Proben mit Nickel-Zwischenschicht erst bei größeren Verdrehwinkeln durch günstigere Spannungsverteilung und geringere Aufhärtung

4. Ergebnis – Zyklische Torsionsversuche

Treppenstufenverfahren nach DIN 50100:2016-12	
Belastung	Wechsellast (20 Hz)
Torsionsmomenten-amplituden [Nm]	119, 131, 143
Maximale Schwingspielzahl	$2*10^6$
Abbruchkriterien	Verdrehwinkeldifferenz > 0,01°, makroskopische Risse



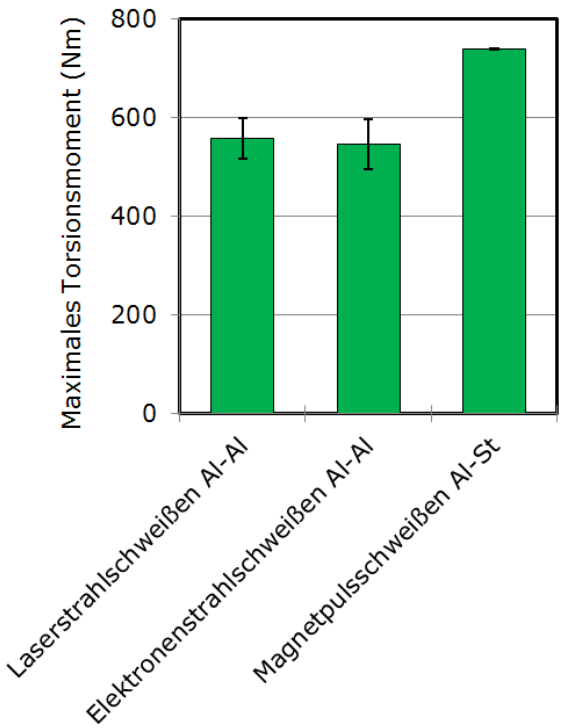


Werkstoffversagen

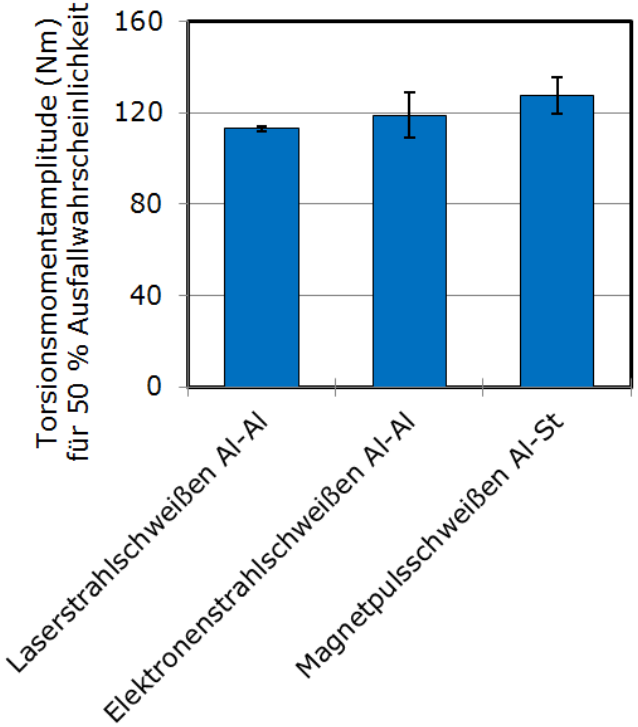
- Im Übergangsbereich (Riss 1) und
- unmittelbar über der Fügezone (Riss 2)

4. Ergebnis – Belastbarkeiten im Vergleich

statisch



zyklisch



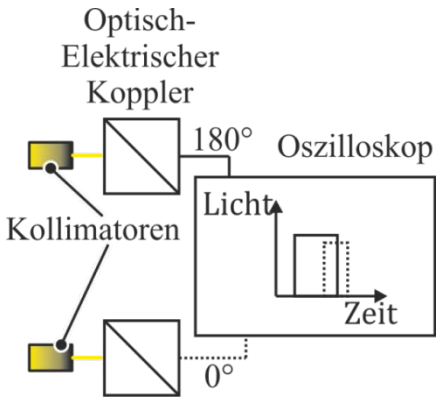
✓ Magnetpulsgeschweißte Verbindung zeigt höhere statische Belastbarkeit

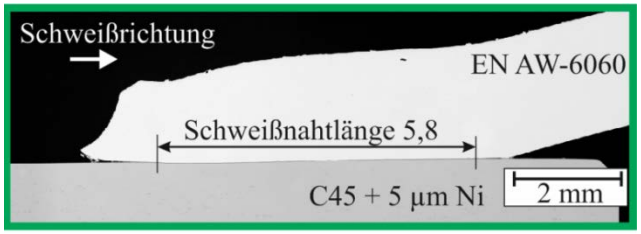
5. Zusammenfassung

I. Verfahren und Vorrichtung zur Prozessüberwachung bei einer mittels Kollisionsschweißen gebildeten Schweißnaht (Patentanmeldung DE102016217758.3)

II. Erweiterung der Prozessgrenzen durch stahlseitige Nickelbeschichtung

III. Nachweis der Verbindungsfestigkeiten in statischen und zyklischen Torsionsversuchen





Ausblick

Magnetpulsschweißen von **dickwandigen** Rohrbauteilen

- Erhöhung der Bauteilbelastbarkeit
- Minimierung der Fügeenergie
- Verlängerung der Spulenlebensdauer

Derzeit in Planung:
Transferprojekt **mit Industriepartnern** (DFG gefördert)
Kontakt bei Interesse: Joerg.Bellmann@tu-dresden.de

Danke für…

…Ihr Interesse am Magnetpulsschweißen und

…die finanzielle Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG)

DFG

SPP 1640