

# Schallemissionsanalyse für die Überwachung von Schweißoperationen innerhalb der Presse

Bernd-Arno Behrens, Sven Hübner, Masood Jananesh, Kai Wölki<sup>1)</sup>, Roman Kutschmann  
Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen, Leibniz Universität Hannover

<sup>1)</sup>woelki@ifum.uni-hannover.de

## Einleitung

Die prozesstechnische Überwachung gewinnt in Zeiten der Industrie 4.0 zunehmend an Bedeutung. Um mittels dieser Überwachung höhere Bauteilqualitäten zu erlangen, können umfassende Informationen aus Prozessabläufen ermittelt und anschließend zur Prozessoptimierung verwendet werden. Dafür stehen zum einen konventionelle Messverfahren zur Verfügung, die der Ermittlung von physikalischen Größen, wie z.B. von Kraft-Weg-Messungen dienen. Zum anderen können aber auch weniger geläufige Verfahren, wie die Schallemissionsüberwachung zur online-Prozessüberwachung eingesetzt werden. Insbesondere komplexere Anlagensysteme erfordern einen erhöhten Bedarf an alternativen Messtechniken, die einen detaillierten Einblick in den Prozess ermöglichen.

In diesem Zusammenhang wird am Beispiel eines Umformwerkzeugs, in dem das Buckelschweißen eingebunden ist, aufgezeigt, dass auch simultan ablaufende, prozessfremde Geräuschquellen detektiert werden können. Hierfür wird im Rahmen dieser Publikation die Detektion des Schweißprozesses innerhalb der Presse ohne Umformoperation untersucht.

## Untersuchungen

Zur Prozessüberwachung von Umformoperationen können klassischerweise Stößelhub-Zeitverläufe oder auch Prozesskräfte (von Stempel und Niederhalter) in Betracht gezogen werden. Abweichungen bei den gemessenen Prozesskräften innerhalb des zurückgelegten Weges können auf Fehler im Bauteil hindeuten [CAA15, S. 7]. Darauf beziehend konnten BEHRENS et al. anhand ihrer Untersuchungen aufzeigen, dass mittels der Schallemissionsanalyse Fehler beim Tiefziehen eines Bauteils identifizierbar waren. Die aufgezeichnete Fehlerart kann zudem mittels einer Kraft-Weg-Messung nicht aufgezeigt werden [BHW17, S. 285]. Die grundlegende Untersuchung des Anwendungspotentials einer Schallemissionsanalyse für Punktschweißoperationen führten CHARDE et al. durch. Ihre Untersuchungen erfolgten an einer konventionellen Schweißanlage [CAA15, S. 1]. Die eingesetzte Messsensorik wurde hierbei direkt an die Fügeproben angebracht [CAA15, S. 4]. Im Rahmen ihrer Untersuchungen und unter Verwendung dieses Versuchsaufbaus konnten sie die Einsatztauglichkeit der Schallemissionsanalyse für das Punktschweißen an konventionellen Anlagensystemen aufzeigen [CAA15, S. 7]. Die technische Herausforderung besteht darin, neben den zahlreichen, im Prozess entstehenden Schallemissionen [BSB13, S. 4], die z. B. durch die Anlage entstehen, und trotz der Distanz zur Emissionsquelle [PGE08, S. 191] die Emissionen des Schweißprozesses ermitteln und eindeutig zuordnen zu können.

Für die Untersuchungen wird das Tiefzieh-Schweiß-Werkzeug aus [JMh+16] verwendet, welches auch für reine Schweißoperationen verwendet werden kann. Die Schweißoperation wird hierfür automatisiert durch die SPS aktiviert.

Bei einer vollständigen Inbetriebnahme nimmt das Werkzeugsystem folgende Schritte ein, siehe Abbildung 1.

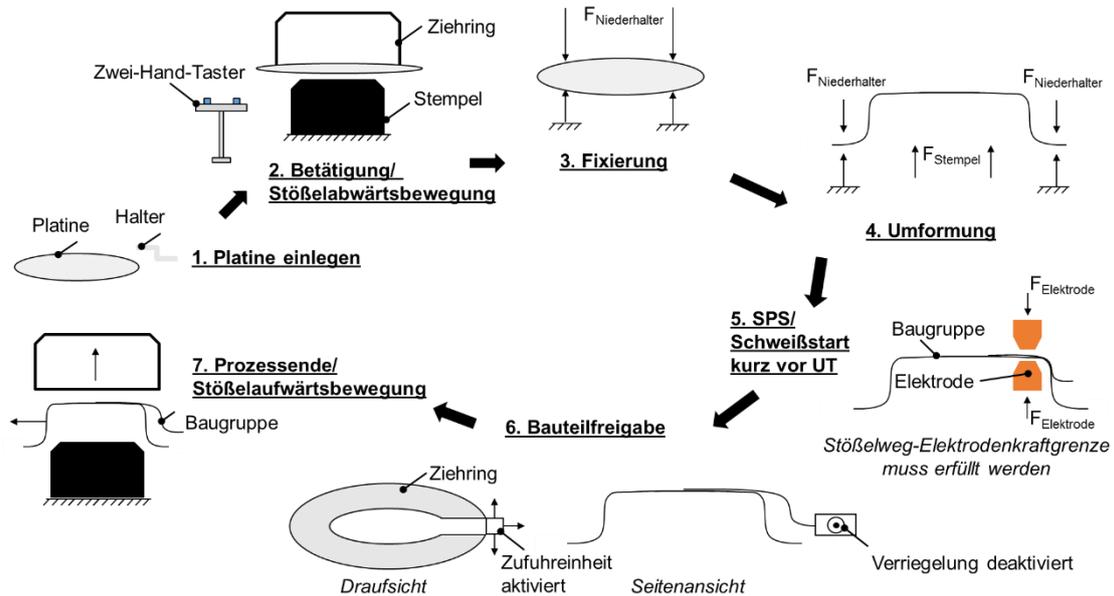


Abbildung 1: Schematischer Gesamtprozess des verwendeten Werkzeugsystems

Für die Untersuchungen wurden ca. 50 mm x 50 mm dimensionierte Edelstahlbleche (1.4509 mit  $s_0 = 1$  mm) mit drei Buckeln geprägt. Die für die SE-Analyse relevante Hardware Peripherie der Firma Vallen Systeme GmbH des Versuchsaufbaus ist in der folgenden Tabelle 1 aufgelistet:

Tabelle 1: Eingesetzte Mess- und Filtersysteme

Hardware	
SE-Sensor	VS900-M
SE-Messsystem	AMSY-6
Vorverstärker	AEP4 (34 dB)
1. Filter	Bandpassfilter (95-850 kHz)
Software	
2. Filter	Hochpassfilter (500 kHz)

Ziel war es, unabhängig von optimal eingestellten Schweißparametern, Schallemissionen der alleinigen Schweißoperation zu detektieren. Dementsprechend wurden Schweißpunkte, welche optisch und prozesstechnisch betrachtet generell als i. O. bewertet wurden, zur Lokalisierung untersucht.

Unter Verwendung der hier aufgeführten Mess- und Filtersysteme aus der Tabelle 1 konnte trotz der komplexen Bedingungen Schallemissionen der Buckelschweißoperation detektiert werden. Die Abbildung 2 zeigt zum einen die für einen gesamten Stößelhub aufgezeichnete Schallemission, deren Intensität über den Amplituden-Zeitverlauf aufgezeichnet wurde. Zum anderen wird der für

die Auswertung relevante Bereich aufgeführt, welcher gefiltert und über den Frequenzbereich aufgetragen wurde.

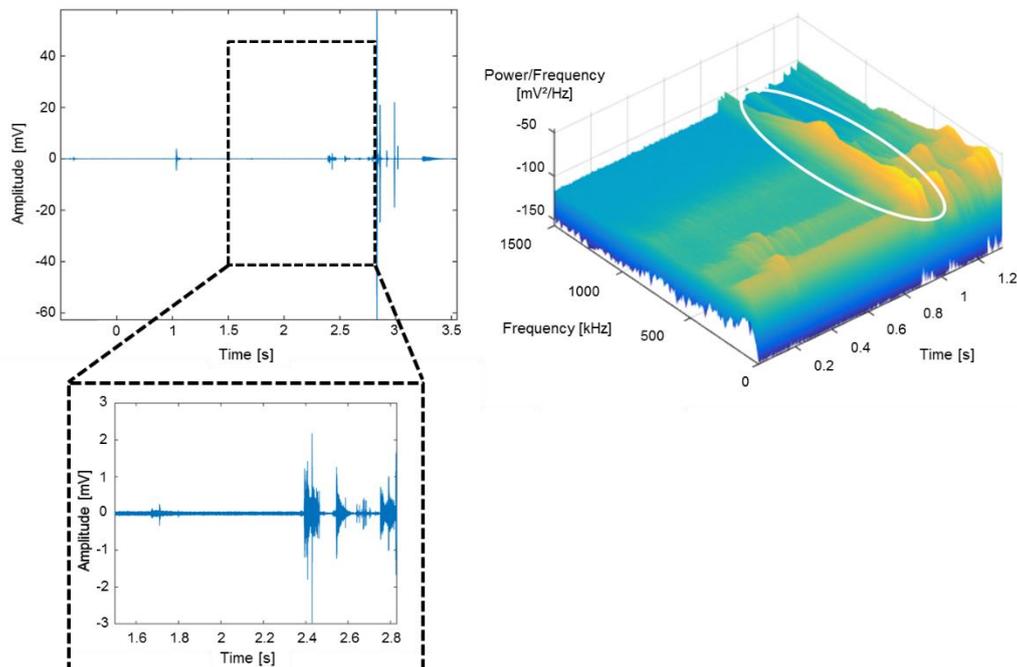


Abbildung 2: Schallemissionsanalyse des Schweißprozesses innerhalb der Umformpresse

Anhand dieser verwendeten Filter-Methoden wird die Intensität des erzeugten Schallmusters lokalisierbar und ist in der Abbildung zwei eingekreist. Bei weitergehenden Untersuchungen mittels dieses Werkzeugsystems wäre es denkbar, die Möglichkeit der Schallemissionsdetektion bei der Prozessvereinigung von Schweiß- und Tiefziehooperation zu untersuchen, wobei die Schallemissionserzeugung und somit auch die -zuordnung komplexer sein wird.

#### Literaturverzeichnis

- [BHW17] Behrens, B.-A., Hübner, S. und Wölki, K.: Acoustic emission - A promising and challenging technique for process monitoring in sheet metal forming. In: Journal of Manufacturing Processes, Volume 29 (2017), S. 281-288.
- [BSB13] Behrens, B.-A., Santangelo, A. und Buse, C.: Acoustic emission technique for online monitoring during cold forging of steel components: a promising approach for online crack detection in metal forming processes. In: German Academic Society for Production Engineering (WGP): Production Engineering. Research and Development, Volume 7, Issue 4 (2013), S. 423-432.
- [CAA15] Charde, N., Ahmad, R. und Zainal Aidin, N. I.: Interpreting the weld formations using acoustic emission for the carbon steels and stainless steels welds in servo-based resistance spot welding. In: Springer Science+Business Media: The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Volume 86, Issue 1-4 (2015), S. 1-8.

- [JMH+16] Jalanesh, M., Miller, A., Hehmann, M., Spiekermeier, A., Hübner, S. und Behrens, B.-A.: Process-integrated projection welding during deep drawing. In: Advanced Materials Research. WGP Congress, Volume 1140 (2016), S. 59-66.
- [PGE08] Polajnar, I., Grum, J. und Esmail, E. A.: Sources of acoustic emission in resistance spot welding. In: 38. mezinárodní konference Defektoskopie (2008), S. 187-194.