

Auszug aus dem Jahresbericht 2019  
Zur aktuellen Website: [www.ist.fraunhofer.de](http://www.ist.fraunhofer.de)

## ROBUSTE THERMORESISTIVE SENSORIK FÜR DIE HALBWARMUMFORMUNG

Für ein besseres Verständnis von Werkzeugverschleißprozessen in der Halbwarmumformung müssen die realen Temperaturverteilungen auf der Werkzeugoberfläche während des Umformprozesses erfasst werden. Um diese zu ermitteln, wird am Fraunhofer IST ein Schmiedegesenk mit einem thermoresistiven und zugleich verschleißbeständigen Dünnschichtsystem beschichtet (vgl. Abb. 1), das in direktem Kontakt mit dem glühenden Stahlrohling die Temperaturverteilung in der Form misst.

### Aufbau des Schichtsystems

Das sensorische Schichtsystem wird auf eine Werkzeughälfte abgeschieden (vgl. Abb. 1–3). Vor der Grundbeschichtung mit einer ca. 4,5 µm dicken Aluminiumoxidschicht ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) wird die Werkzeugoberfläche poliert, sodass sie eine gemittelte Rautiefe im Bereich von 0,1 µm aufweist. Darauf wird eine 0,2 µm dünne Chromschicht homogen abgeschieden. Mittels Photolithographie und anschließender nasschemischer Ätzung werden die mäanderförmigen Sensorstrukturen in unterschiedlichen Bereichen des Werkzeugs angeordnet (vgl. Abb. 4). Diese Dünnschichtsensoren, deren Leiterbahnen vom Umformbereich über komplexe Konturen in den unbelasteten Kontaktierungsbereich verlaufen, werden mit einer zweiten 3 µm dicken elektrisch isolierenden und vor Verschleiß schützenden  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Schicht versehen.

### Messungen im Halbwarmprozess

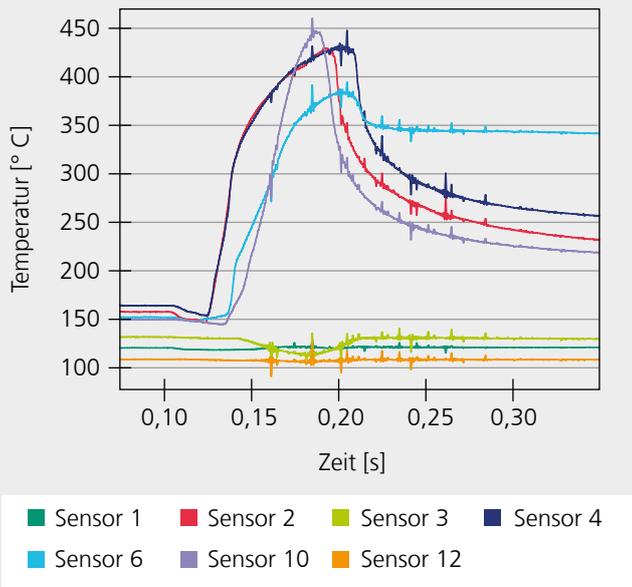
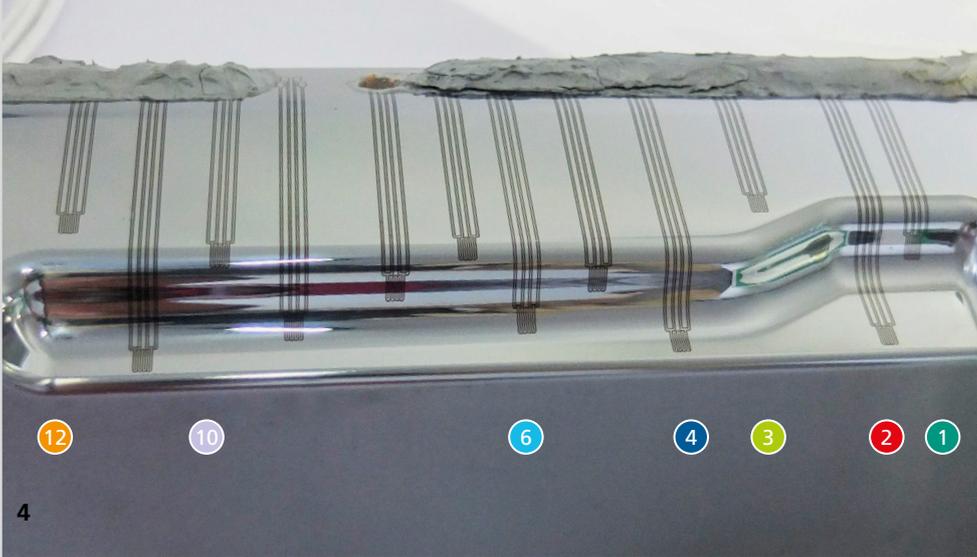
Abbildung 2 zeigt das in eine Presse eingebaute sensorische Schmiedegesenk mit dem glühenden Stahlrohling für die Halbwarmumformung. In Abbildung 3 wird die Position

des umgeformten Werkstücks in dem Gesenk nachgestellt. Die einzelnen Sensorstrukturen messen in Vierleitertechnik orts aufgelöst die Temperaturverteilung. Ein entsprechender Messverlauf ist in nebenstehender Grafik dargestellt. Dabei wurden als Prozessparameter eine Kraft von 2600 kN und eine Anschlaghöhe von 32,5 mm gewählt.

### Das Projekt

Diese Ergebnisse wurden innerhalb des von der Deutschen Forschungsgesellschaft geförderten Projekts »Untersuchungen zur Vorformung von Stahl im Halbwarmtemperaturbereich mit modifizierten kohlenstoffbasierten Schichtsystemen« (Fördernummer BR 2178/42-1) in Zusammenarbeit mit dem Institut für Integrierte Produktion Hannover gemeinnützige GmbH (IPH) und dem Institut für Oberflächentechnik IOT in Braunschweig erzielt.





Charakteristische Temperaturverläufe der einzelnen Sensorstrukturen für einen Umformprozess (vgl. Abb.4).

1 Zweiteiliges Umformwerkzeug, welches auf der oberen Hälfte mit dem thermoresistiven Dünnschichtsystem beschichtet ist.

2 Presse mit eingebautem sensorischen Schmiedegesenk. Ein glühender Stahlrohling liegt bereits in direktem Kontakt mit der Dünnschichtsensorik.

3 Nachgestellte Kontaktsituation nach dem Umformprozess.

4 Anordnung der mäanderförmigen Sensorstrukturen auf dem Schmiedegesenk.

## KONTAKT

Marcel Plogmeyer, M.Sc.  
 Telefon +49 531 2155-661  
 marcel.plogmeyer@ist.fraunhofer.de