



# Sensoreinsätze zur Kontakttemperaturmessung im Querkeilwalzprozess

*Mit Dünnschichtsensorik beschichteter Sensoreinsatz.*

Bei der Untersuchung neuartiger Prozesse zur Herstellung hybrider Halbzeuge aus Stahl und Aluminium ist die Temperierung des Werkstücks für die resultierende Bauteilqualität von großer Bedeutung. Am Fraunhofer IST wurden deshalb in einem Projekt mit dem IPH – Institut für Integrierte Produktion Hannover gemeinnützige GmbH (IPH) Dünnschicht-Sensoreinsätze zur Integration in einen Querkeilwalzprozess entwickelt, um die hohen Kontakttemperaturen während des Umformens zu messen. Es zeigen sich vor allem hinsichtlich Genauigkeit und zeitlicher Auflösung deutliche Vorteile für eine In-Prozess-Messung gegenüber herkömmlichen Messmethoden wie Pyrometrie oder Thermoelementen.

## Sensorintegration

Mit dem Ziel, die Temperatur an der Werkzeugoberfläche in Kontakt mit dem Werkstück messen zu können, wurden spezielle Sensoreinsätze in Form eines sogenannten Messtrichters entwickelt, welcher in die Oberfläche eines Flachbackenwerkzeuges integriert wird. Zum Auslesen des Sensors können die Kabel rückseitig aus der Maschine herausgeführt werden.

## Dünnschichtsystem

Das Messprinzip des Sensors basiert auf einem verschleißbeständigen thermoresistiven Dünnschichtsystem, welches auf den Kopf des Messtrichters abgeschieden wird. Auf einer isolierenden Grundbeschichtung, bestehend aus einer ca. 4 µm dicken Aluminiumoxidschicht ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), wird eine 250 nm dünne Chromschicht aufgetragen.



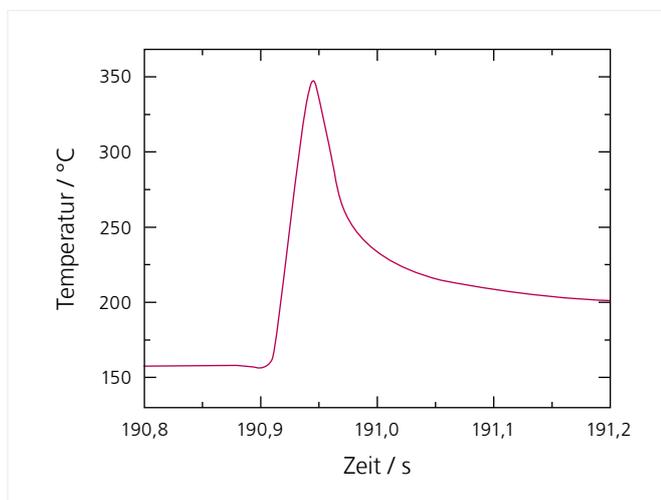


Flachbackenwerkzeug mit integriertem Sensoreinsatz.<sup>1</sup>

In einem zweiten Schritt wird mittels Fotolithografie und anschließender nasschemischer Ätzung eine mäanderförmige Sensorstruktur auf den Messtrichter angeordnet. Der Mäander liegt dabei auf der horizontalen Trichterfläche, welcher in direktem Kontakt mit dem Werkstück steht. Die Leiterbahnen zum Auslesen des Sensors in Vierleitertechnik werden über eine Krümmung in einen abgeschrägten, unbelasteten Kontaktierungsbereich geführt. Für die Kabelführung ist ein Kanal in den Trichterhals eingelassen. Schließlich wird der Dünnschichtsensor mit einer zweiten ca. 3 µm dicken Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Schicht versehen, welche den Sensor vor Verschleiß schützt.

### Kontakttemperaturmessung im Querkeilwalzprozess

Im nebenstehenden Schema sind die Sensorpositionen und die Zwischenschritte des Querkeilwalzprozesses gezeigt. Es ist zu erkennen, wie das Werkstück vor dem Prozess je nach Material unterschiedlich stark erhitzt wurde. Der Temperaturverlauf beim Überwalzen des Sensors an Position A ist in nebenstehender Grafik dargestellt. Es konnte gezeigt werden, wie der Sensor die Temperatur in der Belastungszone erfolgreich erfasst und auch die kurze Kontaktzeit mit dem Werkstück zeitlich auflösen kann.



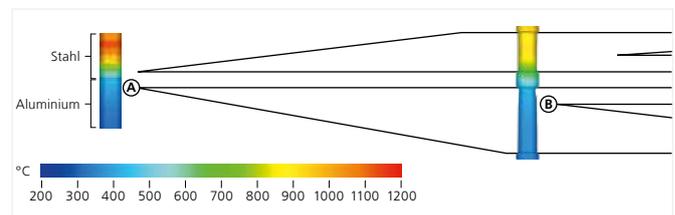
Gemessener Temperaturverlauf während eines Querkeilwalzprozesses.

### Ausblick: Digitalisierung und Überwachung von Produktionsprozessen

Die hier gezeigte Lösung zur Sensorintegration in große Maschinen oder Werkzeuge ist eine attraktive Möglichkeit, die Digitalisierung und Überwachung von Produktionsprozessen voran zu treiben. Durch die Verwendung von Sensoreinsätzen kann Dünnschichtsensorik zur In-situ-Erfassung von Temperaturen und Drücken ohne aufwändige und kostenintensive Beschichtung ganzer Werkzeuge implementiert werden. Dieser Ansatz bietet darüber hinaus die Möglichkeit, Verbesserungen und Weiterentwicklungen an der Sensorik durch einfachen Austausch umzusetzen, und lässt sich neben dem hier gezeigten Prozess auf eine Vielzahl weiterer Produktionsprozesse wie beispielsweise die Warm- und Kaltumformung oder das Kunststoffspritzgießen anwenden.

### Das Projekt

Diese Ergebnisse wurden in Zusammenarbeit mit dem IPH im Rahmen des von der Deutschen Forschungsgesellschaft geförderten Projekts »Inkrementelle Umformung hybrider Halbzeuge mittels Querkeilwalzen« (SFB 1153 – Teilprojekt B1 – Querkeilwalzen) erzielt.



Schema des Werkzeugs mit Messpositionen und Werkstücktemperaturen.<sup>1</sup>

### Kontakt

**Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST**  
 Bienroder Weg 54 E  
 38108 Braunschweig

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

Anna Schott, M.Sc.  
 Telefon +49 531 2155 674  
 anna.schott@ist.fraunhofer.de

www.ist.fraunhofer.de