

# Entwicklung eines Cyber-physischen Umformwerkzeuges

Zielstellung

Aufgrund der steigenden Bauteilkomplexität beim Tiefziehen von Karosseriebauteilen und der Vielzahl von Einflussgrößen stößt die manuelle und erfahrungsbasierte Prozesssteuerung an ihre Grenzen. Ziel ist die Entwicklung und Konstruktion eines Tiefziehwerkzeuges, das neben Sensoren auch aktorische Komponenten besitzt, um alle notwendigen Funktionen für eine Prozessregelung bereitzustellen (Abbildung 1). Dabei gilt es eine Kombination von Sensoren zu finden, mit denen Rückschlüsse auf die Bauteilqualität gezogen werden können.

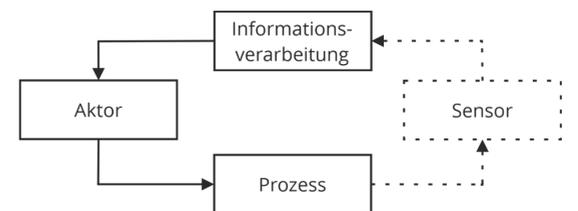


Abb. 1: Kombination von Sensorik und Aktorik (Wolfgang Boos, 2018, S. 22)

Vorgehen



Anhand einer Bauteilklassifizierung und den im Lastenheft definierten Randbedingungen erfolgte die Entwicklung einer sensiblen Bauteilgeometrie, die einem Kotflügel ähnelt (Abbildung 2). Nach der Bildung des Simulationsmodells wurden die Messgrößen des Materialeinzuges, der Stempelkraft und der Knotenkontaktkräfte im Stempelradius auf ihre Eignung zur Beurteilung der Bauteilqualität untersucht (Abbildungen 3 und 4). Anhand des ermittelten Prozessfensters in Abhängigkeit der Niederhalterkraft und Blechdicke wurden Soll-Verläufe für die Messgrößen definiert und anschließend bei schwankenden Prozessbedingungen (Reibwert, Materialkennwerte der Platine) untersucht.

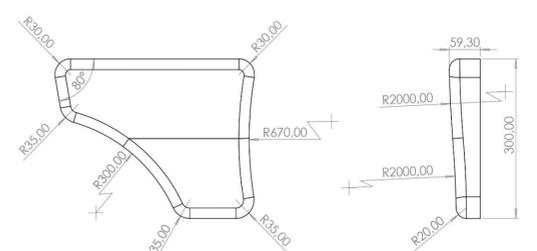


Abb. 2: Definierte Bauteilgeometrie

Ergebnisse

| Messgröße                                 | Materialeinzug            | Stempelkraft                    | Knotenkontaktkräfte              |
|---|---------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| <b>Korrelation zu Bauteilfehlern</b>      | Ja                        | Ja                              | Nein                             |
| <b>Korrelation zu Prozessschwankungen</b> | Ja                        | Ja                              | Nein                             |
| <b>Ausgewählte Sensorik</b>               | Lasertriangulationssensor | Piezoelektrischer Kraftmessring | Sensorschraube mit Piezo-Element |

In dem entwickelten Werkzeugkonzept (Abbildung 5) sind fünf Lasertriangulationssensoren an den Seiten des Niederhalters angebracht, um den Materialeinzug der Platine während der Umformung zu erfassen. Zwischen dem Stempel und der Grundplatte, die auf dem Pressentisch befestigt wird, befinden sich drei Kraftmessringe, die zur Aufzeichnung der im Stempel wirkenden Kräfte dienen. Das entwickelte Werkzeugkonzept stellt eine Vielzahl an unterschiedlichen Messgrößen bereit, die auf der Basis von maschinellen Lernalgorithmen im Hinblick auf Prozessregelungsansätze untersucht werden können. Möglicherweise können mithilfe der Daten Aussagen zu weiteren Qualitätsmerkmalen getroffen werden.

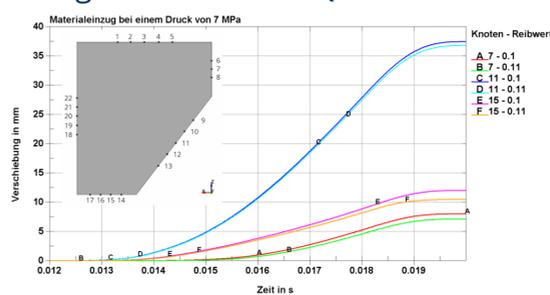
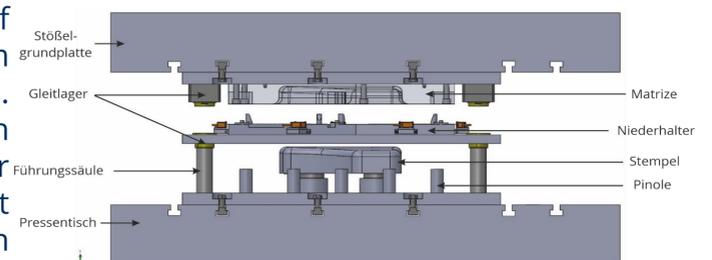


Abb. 3: Materialeinzug in Abhängigkeit des Reibwertes an der oberen Prozessgrenze

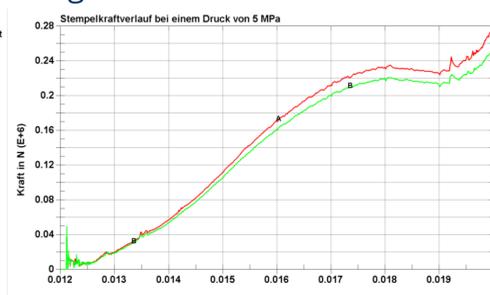


Abb. 4: Stempelkraft in Abhängigkeit der Materialkennwerte der Platine

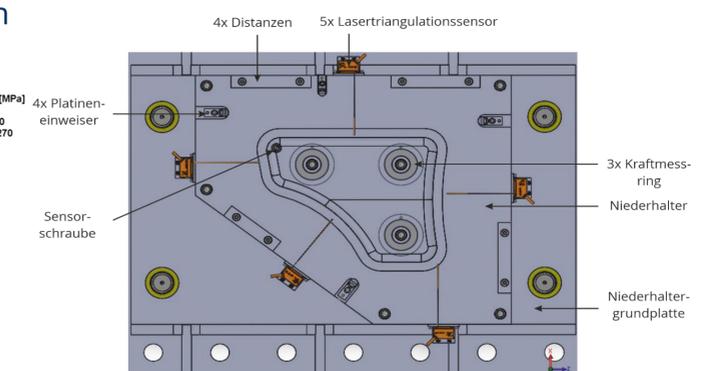


Abb. 5: Werkzeugkonstruktion