

NextGen Deep Drawing

Geregelter Tiefziehprozess auf einer 3DSP

Projektverantwortlicher	Alexander Breunig M. Sc.
Laufzeit	April 2018 – Juli 2022
Abteilung	Prozessketten und Anlagen
Förderlinie	DFG – Deutsche Forschungsgemeinschaft

Abstract

Tiefziehen ist ein industriell sehr häufig genutztes Verfahren zur Blechumformung. Durch Trends in der Automobilindustrie, wie zum Beispiel die Nutzung höherfester Bleche, ergeben sich immer kleinere Prozessfenster. Aufgrund von Schwankungen der Materialeigenschaften, tribologischer Parameter, oder Verschleiß von Werkzeugkomponenten besteht durch das reduzierte Prozessfenster die Herausforderung gleichbleibende Produktqualitäten zu gewährleisten. Um dennoch einen robusten Prozess zu gewährleisten, wird daran geforscht den Tiefziehprozess in einen geschlossenen Regelkreis einzubinden. Jedoch beruhen die bisherigen Ansätze auf einer im Werkzeug integrierten Aktorik, was den Entwicklungsaufwand und die damit verbundenen Kosten drastisch erhöht.

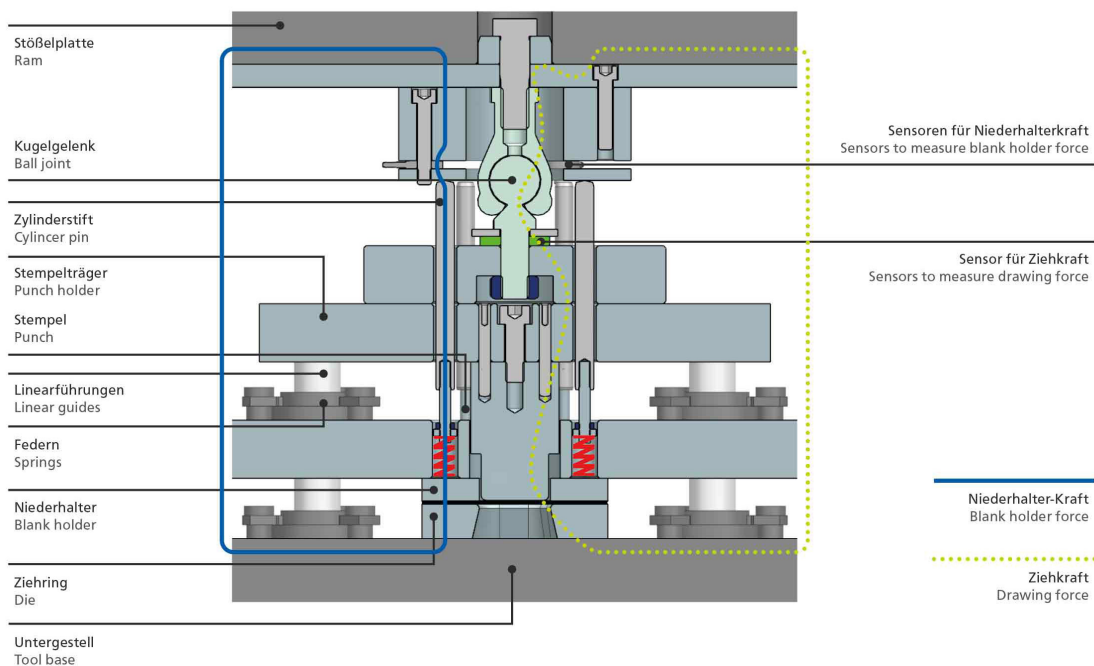
Projektbeschreibung

Die 3D-Servo-Presse bietet neben der vertikalen Stoßelbewegung, wie sie auch bei konventionellen Pressen zu finden ist, zwei Kippfreiheitsgrade. Das erarbeitete Werkzeugkonzept ist in Abbildung [1] zu sehen, und wird stetig weiterentwickelt: Durch eine Verkipfung der Stoßelplatte werden die Zylinderstifte vertikal verschoben, was zu einer Kompression der darunterliegenden Federn führt. Auf diese Weise können lokal

unterschiedliche Kräfte im Niederhalter aufgebracht werden.

Nachdem die grundsätzliche Prozessbeeinflussbarkeit dargestellt war, wurden verschiedene modellbasierte Regelstrategien entwickelt und untersucht. Die erste Regelung macht sich die drei Kraftsensoren im Niederhalter zu Nutze: Aus drei Einzelkräften wird die Lage des resultierenden Kraftangriffspunktes in der Ebene („Center of Pressure“- CoP) berechnet. Für die untersuchten rotationssymmetrischen Bauteile sollte eine gleichmäßige Druckverteilung auf dem Bauteilflansch vorliegen, was einer mittigen Lage des CoP entspricht. Eine außermittige Lage wie sie z.B. durch den Bruch einer Feder entstehen könnte, kann durch die entwickelte Regelung zuverlässig detektiert und kompensiert werden.

Die zweite modellbasierte Regelung misst die Verkipfung des Niederhalters relativ zum Ziehring. Um einen gleichmäßigen Kontakt zu gewährleisten, sollte der Niederhalter stets gleichmäßig aufliegen. Dies kann durch die Verkipfung des Stoßels gewährleistet werden, womit unmittelbar Produkteigenschaften (Faltenbildung) über die Presse geregelt werden können.



[1] Aufbau des kardanischen Tiefziehwerkzeugs für die 3D-Servo-Presse

Ergebnisse

Im Rahmen des Projekts wurde ein neuartiges Umformwerkzeug mit kardanischem Niederhalter entwickelt, das die zusätzlichen Freiheitsgrade der 3D-Servopresse nutzen kann. Es wurde gezeigt, dass die passive Verwendung eines kardanischen Niederhalters die lokale Verteilung der Niederhalterkraft unterstützen kann. Um eine Regelung des Prozesses zu ermöglichen, wurden zwei Beobachter entwickelt und erfolgreich in die Maschinensteuerung implementiert. Der erste basiert auf der Lage der resultierenden Niederhalterkräfte und kann ein Indikator für einen Versatz in der Maschine sein, während der zweite die auftretenden Falten während des Prozesses überwacht.

Durch die aktive Betätigung des Niederhalters mittels nichtlinearer Stößelbewegungen gelingt es den entwickelten Regelstrategien, den Prozess zu stabilisieren und damit die Robustheit zu erhöhen. Um die gewählten Beobachter und Regler vor der Durchführung der experimentellen Arbeiten besser beurteilen zu können, wurde ein numerisches Modell implementiert. Dieses Modell enthält das Werkzeug, einschließlich des kardanischen Niederhalters, sowie die entwickelten Beobachter und Regelstrategien. Auf diese Weise konnte der Prozess numerisch untersucht werden, bevor die experimentellen Arbeiten durchgeführt werden. Schließlich wird ein vielversprechender Schritt in Bezug auf die Fehlerlokalisierung mit Hilfe von Schallemissionssensoren unternommen. Es konnte gezeigt werden, dass drei Schallemissionssensoren, die auf dem Stempel eines Marciniak-Tests angebracht sind, den Ort eines Fehlers ex-situ lokalisieren können, kurz bevor der Fehler in den optischen Systemen sichtbar wird. Obwohl dies derzeit nur ex-situ möglich ist, ist der Ansatz an sich vielversprechend und könnte bei weiterer Forschung zu einem in-situ-Beobachter führen.

Danksagung

Dieses Projekt war ein Kooperationsprojekt mit der amerikanischen University of New Hampshire und der Ohio State University. Es wurde auf deutscher Seite von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) innerhalb des Projektes „NSF-Antrag/Nächste Generation von Tiefziehprozessen durch Nutzung smarter Beobachter, geschlossener Regelkreise und einer 3D-Servo-Presse“ (Projektnummer: 386415239) gefördert. Auf amerikanischer Seite erfolgte eine Förderung durch die National Science Foundation (NSF – Award Number: 1727490).

Gefördert durch

