

Abweichungskompensation in der Massivumformung

Entwicklung einer numerischen Kompensationsmethodik für deterministische Maßabweichungen

Motivation

In der Massivumformung kommt es in der Regel zu Abweichungen von der gewünschten Bauteilgeometrie. Eine präzise Auslegung der Werkzeuge ist entscheidend, um die Annäherung der IST- an die SOLL-Geometrie des Bauteils zu erreichen. Die Kompensation von deterministischen Maßabweichungen besteht derzeit aus einem sehr zeitaufwendigen iterativen Prozess, bei dem für eine Modifizierung des FE-Netzes eine Anpassung der CAD-Geometrie des Werkzeugs durchgeführt wird. Um diesen Prozess effizienter zu gestalten, ist es erforderlich, eine numerische Kompensation an einem auf Referenzpunkten basierendem Ersatzmodell des Bauteils durchzuführen.

Lösungsansatz

Zunächst wird das Ersatzmodell aus der SOLL-Geometrie abgeleitet. Dafür werden vom Benutzer die wichtigsten Punkte identifiziert, die die Geometrie eindeutig beschreiben, und als Referenzpunkte gewählt. Die Abweichungen der IST-Geometrie von der SOLL-Geometrie werden dann nur an den Referenzpunkten vermessen.

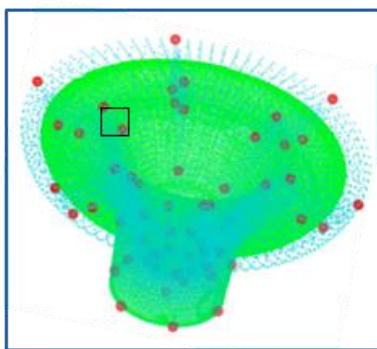


Fig. 1: Vergleich von IST-SOLL Geometrie und Referenzpunkten

Nachdem das Ersatzmodell entworfen wurde, darf die Kompensation durchgeführt werden. Der innovative Ansatz dieses Projekts ist eine spannungsbasierte Methodik, die die angepasste Werkzeuggeometrie nur basierend auf der Bauteilgeometrie wiedergeben kann. In einer ersten linear-elastischen Finite-Elemente-Methode-Analyse wird die SOLL-Geometrie zu der gemessenen IST-Geometrie deformiert. Dafür

werden Verschiebungsrandbedingungen auf die Knoten angewandt, welche aus den Werten der Abweichungen an den Referenzpunkten abgeleitet werden. In dieser deformierten Konfiguration, die der gemessenen Geometrie entspricht, wird dann der Spannungszustand aufgenommen. In einer darauffolgenden erneuten linear-elastischen FE-Berechnung wird dieser Spannungszustand auf die ursprüngliche SOLL-Geometrie angewandt. Infolge der Spannungsrelaxierung wird eine neue Konfiguration erhalten, die die angepasste SOLL-Geometrie darstellt. Unter der Annahme, dass die Werkzeuggeometrie während der Umformung der SOLL-Geometrie des Bauteils entspricht, erhält man die angepasste Werkzeuggeometrie. Diese ermöglicht die Fertigung von deutlich geringfügiger abweichenden Endbauteilen.

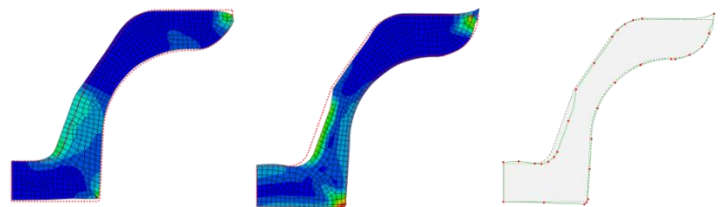


Fig. 2: Erste und zweite FEM-Analyse sowie die Kontur der resultierenden Werkzeuggeometrie

Fazit

Eine innovative auf Eigenspannungen basierte Kompensationsmethodik zur Reduzierung von Maßabweichungen in der Massivumformung wird entwickelt. Entscheidend dafür sind die Beschreibung der Geometrie anhand eines auf Referenzpunkten basierendem Ersatzmodells und die Umwandlung von der CAD- zur FEM-Welt.



Fig. 3: Angepasste Werkzeuge