

Entwicklung einer physikalischen Geometrieanalyse zur prozessgerechten Topologieoptimierung

Abschluss

Motivation

Topologieoptimierte Bauteile bieten den Vorteil zur Verringerung des Bauteilgewichts bei gleichbleibend hoher Steifigkeit und hohen Bauteilfestigkeiten. Aktuelle Optimierungssoftware berücksichtigt den Gießprozess jedoch momentan nur durch grundlegende Fertigungsrestriktionen, wie etwa minimale Wandstärken, Vermeiden von Hinterschneidungen oder Entformungsschrägen.

Vorgehen

In diesem Projekt wurde die Entwicklung datengetriebener Modelle untersucht, die eine Bewertung des Gießprozesses für beliebige Geometrien ermöglichen, ohne aufwändige Simulation durchführen zu müssen. Hierzu wurden geeignete Modelle für die Formfüllung im Druckguss sowie für die Erstarrung im Schwerkraftguss entwickelt. Diese Modelle wurden hinsichtlich ihrer Vorhersagegenauigkeit, Modellgrenzen und erforderliche Rechenaufwand untersucht. Die Validierung der Modelle erfolgte durch Experimente an einer Druckgussanlage und schwerkraftgetriebene Versuche mit 3D-gedruckten Sandformen.

Ergebnis und Ausblick

Für schwerkraftgetriebene Prozesse wurde ein Ersatzmodell entwickelt, das auf der Medialen Achsen Transformation basiert. Dieses Modell nutzt die triangulierte Bauteiloberfläche als Grundlage, um Materialanhäufungen im Bauteil zu identifizieren. Durch eine automatisierte Anpassung der Geometrie werden Defekte durch Lunkerbildung reduziert. Es wurde gezeigt, dass mit diesem Vorgehen für beliebige Geometrien und auch bei verrauschten Oberflächen eine robuste und reproduzierbare Bestimmung der Medialen Achse möglich ist. Die Ergebnisse wurden in [1] veröffentlicht.

Die Bestimmung der Erstarrungszeit beim Modell der Medialen Achse beruht auf dem lokalen Querschnitt eines Bauteils. Um die Erstarrungszeit für komplexe

Geometrien zu ermöglichen, wurde ein datengetriebenes Ersatzmodell entwickelt. Dieses Modell, das auf vorhandenen Simulationsergebnissen trainiert wird, ermöglicht die lokale Beurteilung der Erstarrungszeit ohne eine Vernetzung oder Simulation durchführen zu müssen [2]. Es wurde durch Messungen der Erstarrungszeit in Gießversuchen mit 3D-gedruckten Sandformen validiert.

Die Kombination des Metamodells mit der Topologieoptimierung zeigte, dass eine einmalige Prozessabsicherung am Ende des Optimierungsprozesses mit angepassten Post-Processing sowohl bei schwerkraft- als auch bei impulsgetriebenen Prozessen zu besseren Ergebnissen führt. Dies betrifft insbesondere die Fertigbarkeit und die volumenbezogene Steifigkeit [3].

Publikationen

- [1] <https://doi.org/10.1016/j.cad.2022.103394>
- [2] <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1281/1/012037>
- [3] <https://doi.org/10.3390/ma14133715>
- [4] <https://doi.org/10.1016/j.pro-cir.2023.06.189>

Laufzeit

07/2020 bis 06/2023

Finanzierung

DFG - 434348474

Partnerschaften

Lehrstuhl für Konstruktionslehre und CAD, Universität Bayreuth

Bearbeitet von
Maximilian Erber