

Teilprojekt B02

Titel

Numerische Modellierung und Kompensation des
Schwindungs- und Verzugsverhaltens bei Spritzgussverfahren

Projektleitung/-bearbeitung

Behr, Marek (Teilprojektleiter)

Lehrstuhl für computergestützte Analyse technischer Systeme
RWTH Aachen

Elgeti, Stefanie (assoziierte Teilprojektleiterin)

Institut für Leichtbau und Struktur-Biomechanik
Technische Universität Wien

Hube, Sebastian (Mitarbeiter)

Lehrstuhl für computergestützte Analyse technischer Systeme
RWTH Aachen

Aufgabenstellung

Ziel des Projekts ist die Vermeidung von Formfehlern welche bei der Fertigung von Kunststoffbauteilen mit Spritzgussverfahren vorkommen können. Während des Prozesses wird flüssiger Kunststoff abgekühlt, so dass er innerhalb einer Kavitätsform erstarrt. Bei dieser Erstarrung kommt es zur Ausbildung von Residualspannungen im Material. Weiterhin führt die ungleichmäßige Abkühlung zu lokalen Unterschieden bei der Schwindung. Diese Phänomene können gemeinsam zu Verformungen im Material nach dem Auswurf führen, sodass die entstehende Bauteilform nicht der Kavitätsform bzw. nicht den Vorstellungen entspricht. Es bestehen unterschiedliche Möglichkeiten, Einfluss auf das Erstarrungs- und Abkühlverhalten zu nehmen, um diese Formfehler zu reduzieren. Unser Ansatz beruht auf einer gezielten Anpassung der Kavitätsform zur Kompensation der Verformungen. Konkret führen wir die Gestaltung der Kavitätsform auf Basis einer numerischen Simulation und darauf basierten Optimierungsmethoden bzw. inversen Verfahren durch. Im laufenden Jahr lag der Fokus der Arbeiten auf einer Anwendung der Methoden auf reelle Bauteilgeometrien. Weiterhin sollte durch die Implementierung der

erarbeiteten Modelle in eine geeignete Simulationsumgebung die Verwendung von effizienzsteigernden Methoden vorbereitet werden.

Vorgehensweise

Um die Methode anhand realistischer Testfälle und Bauteilgeometrien einzuschätzen wurde mit mehreren Teilprojekten kooperiert. In Zusammenarbeit mit Teilprojekt B01 konnte hier eine vereinfachte inverse Kavitätsgestaltung für ein Kunststoffbauteil durchgeführt werden. Zusätzlich war es auch möglich, die Methode in Kooperation mit Teilprojekt B09 auf den Aluminium-Kokillenguss anzuwenden. Material- und Prozesseigenschaften sorgen zwar für erhebliche Unterschiede zwischen den Verfahren, aber die grundsätzliche Herangehensweise lässt sich auch bei Metallgussverfahren anwenden.

Zur Steigerung der Effizienz des Optimierungsverfahrens sollen unter anderem Modellreduktionsmethoden zum Einsatz kommen. Hierfür steht bereits eine geeignete Simulationsumgebung zur Verfügung. Um die Modellreduktionsmethoden für die Verfahren zur Kompensation im Spritzguss verfügbar zu machen, wurden nun die Simulationsmodelle an passender Stelle implementiert.

Ergebnisse

Bei den ersten Simulationen mit realen Spritzgussbauteilen konnten sich bereits gute qualitative Übereinstimmungen mit Experimenten feststellen lassen. Die inverse Methode liefert hierbei erste Ansätze für die Anpassung der verwendeten Kavitätsgeometrie. Auch bei der Verwendung von Aluminiumbauteilen konnten vielversprechende Ergebnisse erzielt werden. Hier zeigt sich jedoch, dass auf lange Sicht eine Verwendung von mathematischen Optimierungsmethoden sinnvoll sein wird, um so das komplexe Materialverhalten besser abzubilden, als es die inverse Auslegungsmethode ermöglicht.

Weiterhin konnten die Modelle zur Simulation der Nachdruckphase erfolgreich implementiert werden, so dass sie für die Verwendung mit Modellreduktionsmethoden zur Verfügung stehen.

Zusammenfassung und Ausblick

Durch die Schnittstellen, welche mit den Teilprojekten B01 und B09 geschaffen wurden, lassen sich nun weitere Vergleiche und Tests der Auslegungsmethode durchführen. Langfristig kann somit eine Kombination des thermischen Auslegungsansatzes aus Teilprojekt B01 mit dem geometrischen Ansatz aus B02 vorgenommen werden. Durch die Verwendung von Modellreduktionsmethoden können außerdem nun Anteile der Vorwärtssimulation effizienter gestaltet werden, sodass zukünftig auch komplexere Optimierungsmethoden verwendet werden können.

Veröffentlichungen

ZWICKE, F., T. HOHLWECK, C. HOPMANN und S. ELGETI. Inverse Design Based on Nonlinear Thermoelastic Material Models [online]. PAMM, 2021, 20(1). ISSN 1617-7061. Verfügbar unter: doi:10.1002/pamm.202000130

ZWICKE, F. und S. ELGETI. Inverse Design Method for Injection Molding Cavity Shapes. In: *Reisgen U., Drummer D., Marschall H. (eds) Enhanced Material, Parts Optimization and Process Intensification. EMPORIA 2020*. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. Verfügbar unter: doi:10.1007/978-3-030-70332-5_23