

Verkettung von Optimierungsprozessen zur nachhaltigen Produktentwicklung im Extrusionsblasformen

Kooperationspartner: Dr. Reinold Hagen Stiftung

Motivation/Projektziel

Die Entwicklung nachhaltiger Produkte stellt einen großen Hebel dar, um zu der Einhaltung von Emissionsreduktionszielen in der Blasformbranche beitragen zu können. Bereits während der Definition der Produktgeometrie im Produktentwicklungsprozess werden Designentscheidungen getroffen, welche sich positiv oder negativ auf die nachhaltige Fertigbarkeit des Produkts auswirken.

Ziel: Im Rahmen des TreeOpt-Projekts [1,2] soll eine Optimierungskette entwickelt werden. Hiermit werden im Entwicklungsprozess früh Produktvarianten bezüglich ihrer Ressourceneffizienz bewertet. Zusätzlich erhalten Entwickler automatisiert Verbesserungsvorschläge, um ein möglichst nachhaltiges Produkt entwickeln zu können.

Die Optimierungskette ist aus mehreren hintereinandergeschalteten Optimierungsprozessen aufgebaut.

Optimierungsprozess 1: Strukturoptimierung

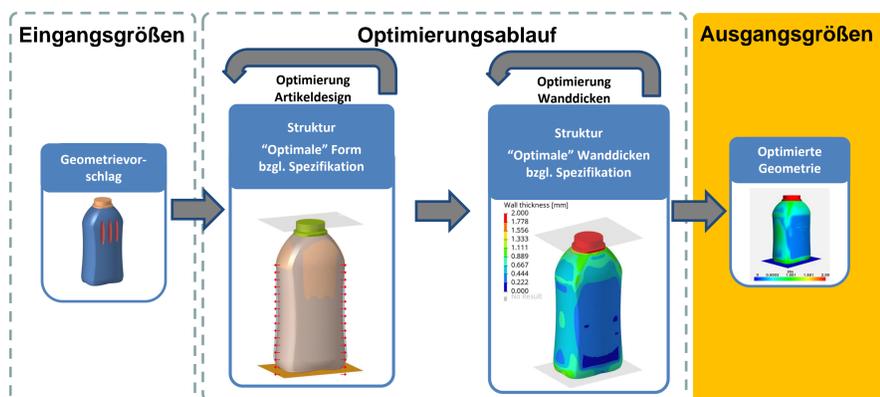


Abb. 1: Ablauf Strukturoptimierungsglied „TreeOpt“ (nach [1])

Im Strukturoptimierungsglied der Optimierungskette wird die Produktgeometrie betrachtet. Im ersten Schritt wird die äußere Geometrie des Produkts optimiert. Hier wird die Produktgestalt an ausgewählten Stellen, wie z.B. an Radien oder an Versteifungssicken angepasst, sodass ein Produkt erzeugt wird, welches ein Simulationsexperiment mit dem besten Ergebnis abschließt. [2]

Danach wird die Wandstärkenverteilung des Produkts angepasst. Die Wandstärken werden an stärker belasteten Bereichen verstärkt. Je nach Parametrisierung kann hier ein besonders stabiles oder ein besonders nachhaltiges (ressourcensparendes) Produkt erzeugt werden.

Optimierungsprozess 2: Optimierung Vorformling

Im zweiten Optimierungsschritt wird die Wandstärkenverteilung ermittelt, die ein Vorformling haben muss, um im aufgeblasenen Zustand die vorher ermittelte „ideale Wandstärkenverteilung“ zu erreichen. Hierfür wird der Vorformling mit zunächst gleichmäßiger Wandstärkenverteilung in einer Blasformsimulation aufgeblasen. Das Resultat wird dann mit dem Ergebnis aus der Strukturoptimierung verglichen und ausgehend davon die Parameter des Vorformlings angepasst. Da diese Anpassung den Blasformprozess verändert, wird die optimale Vorformlingsgeometrie über mehrere Iterationen ermittelt. [1]

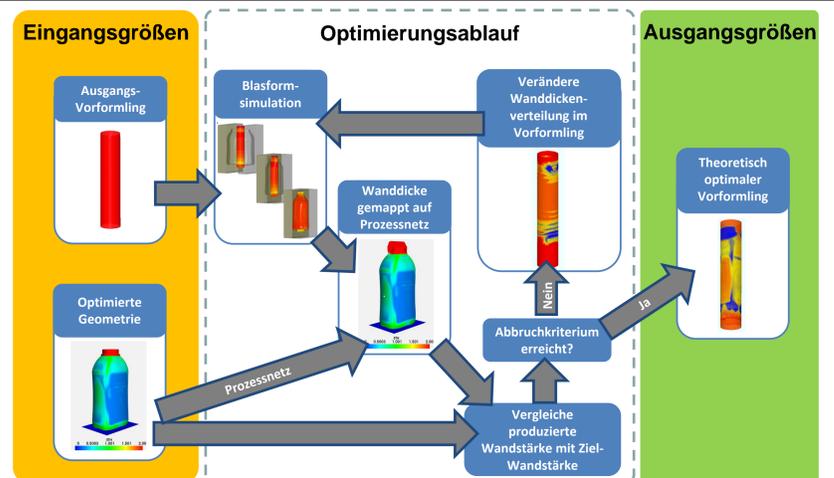


Abb. 2: Ablauf Optimierung idealer Vorformling „TreeOpt“ (nach [1])

Optimierungsprozess 3: Fertigungstechnische Optimierung Vorformling

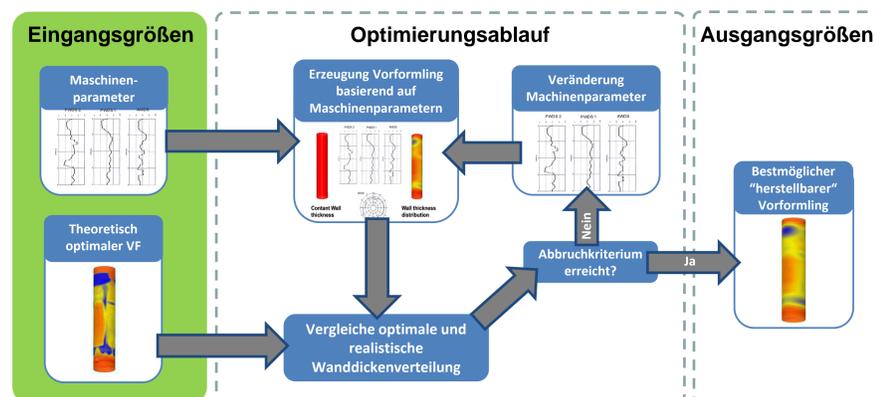


Abb. 3: Ablauf fertigungstechnische Anpassung „TreeOpt“ (nach [1])

Im letzten Schritt wird eine Optimierung durchgeführt, bei der ein herstellbarer Vorformling mithilfe von Maschinenparametern erzeugt und mit dem idealen Vorformling verglichen wird. Über mehrere Iterationen werden die Maschinenparameter angepasst, um einen fertigen Vorformling zu erhalten, welcher möglichst ähnlich zu dem idealen Vorformling ist. [1]

Quellen:

[1] Bruch, O., Grommes, D., Michels, P., Busch, A., Ouali, A.: An integrative optimization concept for extrusion blow molded parts. Proceedings of NAFEMS World Congress 2021, 25-29.10.2021

[2] Busch, A.: Entwicklung eines Python-Workflows zur netzbasierten Formoptimierung. Masterarbeit HBRS, 2022