



Diplomand Willimann Colin
Dozent Prof. Kirchhofer Pierre
Projektpartner VICI AG International
Expertin B. Sc. ME Janssen Stephanie
Themengebiet Produktentwicklung & Mechatronik

Rotor eines Hochdruck-Schaltventils: Analyse und Optimierung des Herstellprozesses

Ausgangslage

Die VICI AG International produziert Schaltventile für Gas- und Flüssigkeitschromatografie, darunter Flachdichtungsventile mit einem Kunststoffrotor als zentrales Bauteil, welches in Abb. 1 in der Mitte dargestellt ist.



Abb. 1: Explosionsansicht des Flachdichtungsventil

Die Dichtheit der Ventile ist von entscheidender Bedeutung. Bisher bezog das Mutterhaus die Halbzeuge für die Rotorproduktion von verschiedenen Lieferanten, ohne klare Spezifikationen für Herstellverfahren und Geometrie. Ein Qualitätsmangel liegt vor, insbesondere in Bezug auf die wiederholbaren Materialeigenschaften des Rotors. Um die Qualität zu verbessern, homogene Materialeigenschaften zu gewährleisten und Kosten zu senken, soll das Spritzgiessverfahren als alternative Herstellmethode für die Rotoren untersucht werden. In Abb. 2 werden verschiedene Anspritzkonzepte miteinander verglichen. Die spritzgegossenen Muster werden mit verschiedenen Prüfverfahren analysiert und basierend auf statistischer Datenanalyse soll ein Entscheid für die zukünftige Produktion dieses Bauteils getroffen werden.

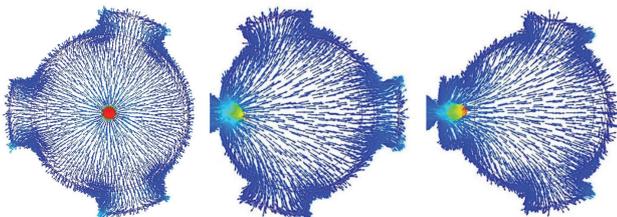


Abb. 2: Moldflow-Analyse mit Vektorfeld. Zentrale Anspritzung (links), seitliche Anspritzung an Aussendurchmesser (mittig) und seitliche Anspritzung an Flügel (rechts)

Vorgehen

Zuerst werden konzeptionelle Lösungen für das Bauteil gemäss neuem Herstellverfahren gesucht. Mithilfe vom CAD wird auf Basis des aktuellen Modells ein spritzgussoptimiertes Modell mit Zeichnung erstellt. Die Zusammenarbeit mit dem Spritzgusspartner ist intensiv, bevor ein Spritzgusswerkzeug erstellt wird. Danach wird definiert, wie die Bauteile getestet werden und welche Daten erfasst werden sollen. In Abb. 3 ist ein Vergleich der Gravur basierend auf der digitalen Mikroskopie zu sehen. In einem weiteren Schritt erfolgt die Auswahl einer geeigneten statistischen Analysemethode anhand der gegebenen Bedingungen und Testdaten. Zuletzt wird mit Python die Datenanalyse durchgeführt, um schlussendlich einen Vergleich der Herstellverfahren zu ermöglichen.



Abb. 3: Vergleich der Gravur hinsichtlich Herstellverfahren. Formgepresster Rotor (links) und spritzgegossener Rotor (rechts)

Ergebnis

Basierend auf dem Welch's t-Test ist der arithmetische Mittelwert der Anzahl Schaltzyklen bis zum Leckagelimit von $1 \mu\text{l}/\text{min}$ der spritzgegossenen Rotoren von 5'500 statistisch signifikant schlechter als der arithmetische Mittelwert der formgepressten originalen Rotoren von 31'375. Denn der p-Wert mit 0.01 liegt deutlich unter dem Signifikanzniveau von 0.05. Als positive Beobachtung konnte jedoch zusätzlich erkannt werden, dass die Varianz der spritzgegossenen Rotoren geringer ist als diejenige der originalen Rotoren. Aufgrund des erkannten Potenzials wird das Projekt bei VICI AG International weitergeführt und eine zweite Iteration wird durchgeführt.