

Ramon Iten

Diplomand	Ramon Iten
Examinator	Prof. Dr. Frank Ehrig
Experte	Christian Kruse, EMS-CHEMIE AG, Domat/Ems, GR
Themengebiet	Plastics Technology

Automatisierte Berechnung der optimalen Lage der Kühlkanäle in Spritzgiesswerkzeugen

$$G(x) = \int_{\Gamma_{Fo}} \int_0^{t_{Ent}} v_1(t) \cdot \left(\frac{\bar{T}(\Gamma_1) - T(x, t, \Gamma_1)}{w_{\Gamma_1}} \right)^2 dt d\Gamma_1 + \int_{\Gamma_{Fi}} \int_0^{t_{Ent}} v_2(t) \cdot \left(\frac{\rho_{Ent} - \rho(x, t, \Gamma_2)}{w_{\Gamma_2}} \right)^2 dt d\Gamma_2$$

Bild 1: Zielfunktional für die Berechnung einer optimalen Kühlkanalverteilung
Eigene Darstellung

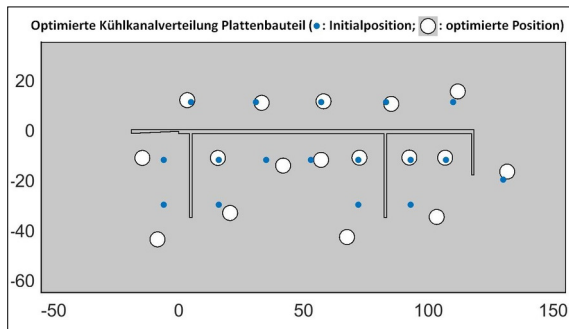


Bild 2: beispielhafte Darstellung einer optimierten Kühlkanalverteilung für ein einfaches 2D Plattenbauteil
Eigene Darstellung

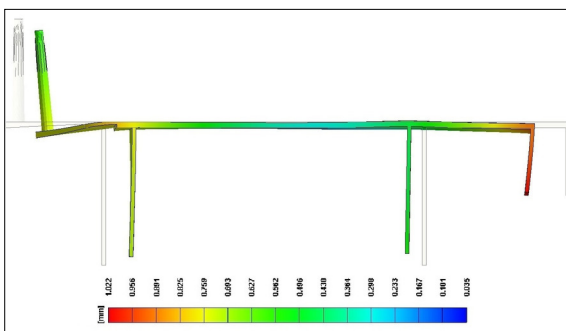


Bild 3: resultierender Bauteilverzug (inkl. Schwindung) bei Einsatz der gezeigten, optimierten Kanalverteilung
Eigene Darstellung

Ausgangslage: Im Spritzgiessprozess können Kunststoffbauteile wirtschaftlich in sehr grossen Stückzahlen hergestellt werden. Dabei wird plastifizierter, heisser Kunststoff in ein Werkzeug gespritzt und anschliessend ausgekühlt. Um den Kunststoff abzukühlen muss das Werkzeug mit einem Temperiersystem ausgestattet sein. Dieses System besteht im Regelfall aus einem oder mehreren Wasserkreisläufen, welche die durch die Kunststoffschmelze eingebrachte Wärme abführen. Um eine hohe Bauteilqualität und einen möglichst kostengünstigen Spritzgiessprozess zu erreichen, muss die Gestaltung dieses Kreislaufs im Werkzeug sehr gut auf das herzustellende Bauteil abgestimmt sein. Zurzeit wird ein solches Temperiersystem vom Werkzeugkonstrukteur mithilfe seiner Erfahrung und mit mehreren Iterationen von Füllsimulationen ausgelegt. Dieser Prozess ist sehr zeit- und kostenintensiv. Das Ergebnis ist zudem stark von der Erfahrung des Konstrukteurs abhängig.

Ziel der Arbeit: Im Rahmen der vorliegenden Masterarbeit soll eine Methode zur automatisierten Berechnung der optimalen Kühlkanalverteilung in einem Spritzgiesswerkzeug erarbeitet werden.

Ergebnis: In dieser Untersuchung konnte ein Algorithmus erarbeitet werden, welcher unter Vorgabe einer bisher noch 2-dimensionalen Bauteilgeometrie eine initiale Kühlkanalverteilung so optimiert, dass der resultierende Bauteilverzug reduziert wird. Dieser Algorithmus ist so aufgestellt, dass alle für die Optimierung benötigten Schritte von diesem beschrieben sind. Als Optimierungszielgrösse wird eine Funktion verwendet, welche aus zwei Termen besteht (Bild 1). Zum einen strebt diese eine hohe Bauteilqualität (1. Term) und zum anderen eine kurze Zykluszeit (2. Term) an. Dabei werden diese Kriterien auf zwei, separat definierten Konturen innerhalb des Bauteils ausgewertet.

In Bild 2 ist eine solche optimierte Kühlkanalverteilung beispielhaft dargestellt, wobei die blauen Markierungen die Ausgangsverteilung darstellen. In Bild 3 ist der daraus resultierende Bauteilverzug (inklusive Bauteilschwindung) mit 10-facher Überhöhung abgebildet. Es ist dabei gut zu erkennen, dass sich das Bauteil nur sehr schwach verzieht (vor allem im Bereich der langen Rippen; abgesehen von der rechten, kleineren Rippe).

Bei der Beurteilung der Optimierungsqualität zeigte sich allerdings, dass die Wahl der Einstellparameter des Algorithmus nicht trivial ist und weiterer Untersuchung bedarf. So können beispielsweise Bauteilbereiche gruppiert und lokal gewichtet werden, was bei ungeeigneter Wahl in einer Verschlechterung des Bauteilverzugs resultieren kann. Die Wahl dieser Parameter muss aktuell noch manuell auf empirische Weise ermittelt werden. Weiter muss die zeitliche Auswertung der beiden Zielfunktionsterme noch weiter geprüft werden, da diese ebenfalls einen grossen Einfluss auf die Optimierungsqualität hat. Es hat sich in dieser Beurteilung zudem gezeigt, dass die in dieser Untersuchung definierte Zielfunktion möglicherweise noch angepasst werden muss, damit die erarbeitete Methode effektiv in der Praxis eingesetzt werden kann.