

# **Selbständige rechnerische Optimierung von Druckgussteilen und –werkzeugen**

Die zweite Generation der Gießprozesssimulation

Dr.-Ing. Götz Hartmann, Dr.-Ing. Ingo Hahn, MAGMA Giessereitechnologie GmbH

Mit der Entwicklung der 3D – CAD Systeme in den letzten zwanzig Jahren hat sich die Konstruktion von Gussteilen stark verändert. Sie wurden komplexer, leichter und die Integration verschiedener Funktionen stieg und steigt immer weiter. Die Wirkung auf Fertigungsverfahren wie z.B. den Druckguss bleibt bei dieser Entwicklung natürlich nicht aus: Die anspruchsvoller gewordenen Designs erweisen sich oft als nicht tauglich für eine robuste Serienfertigung. Dadurch steigen die Risiken für den Serienstart, die damit verbundenen Kosten und der Zeitverlust sind bei dem heutigen Wettbewerbsdruck nicht tragbar.

In der Phase der Gussteilkonstruktion wäre ein Blick in die Zukunft auf den Start der Serienfertigung also höchst wertvoll. Diesen Blick in die Zukunft erlaubt nun die rechnerische Simulation des Gießprozesses. Die Folge ist eine Verlagerung der meisten zu Beginn der Serienfertigung üblicherweise auftauchenden Probleme in den „virtuellen Versuchsraum“ der Simulation.

Seit den ersten Anfängen vor über zwanzig Jahren hat sich die rechnerische Simulation von Gießprozessen enorm entwickelt. Das gilt ebenso für die Technologie wie für die Breite der Anwendung. Fast jede Gießerei, viele Werkzeugbauer und eine stark zunehmende Zahl von Gussabnehmern beschäftigen sich heute mit der Voraussage der Gussteilqualität mittels gießtechnischer Simulation.

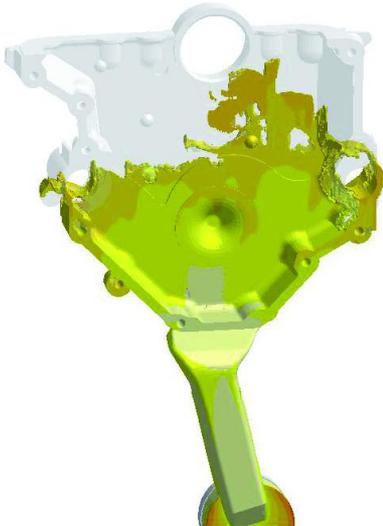
Dabei wird die Suche nach optimierten Gussteil- und Werkzeugkonstruktionen nach wie vor mit einer „Try and Error – Methode“ voran getrieben. Üblicherweise werden so drei bis vier Varianten geprüft, wobei unklar bleibt wie weit die erarbeitete Lösung von einem möglichen Optimum liegt.

In Zukunft wird sich dagegen die Methode der selbständigen rechnerischen Optimierung im Zusammenhang mit der Gießsimulation etablieren. Bei diesem Verfahren sucht ein Optimierungsalgorithmus auf der Grundlage genetischer Regeln eine optimale Lösung für verschiedene Fragestellungen über Gießlauf- und Anschnittausage, Werkzeugtemperierung, Schusskurve oder Entlüftung. Im Unterschied zur „klassischen“ oben beschriebenen Methode werden hier zum Teil hunderte Varianten simuliert, automatisch auf die Erfüllung vorgegebener Kriterien hin untersucht und ebenfalls automatisch in den Grenzen vorgegebener Prozessbedingungen zum Optimum hin modifiziert.

Das Ergebnis einer solchen Simulationsrechnung ist also nicht mehr nur die Beantwortung der Frage, wie sich ein bestimmtes Gussteildesign bzw. ein vom Werkzeugmacher oder Gießer ausgelegter Gießprozess auf das Gießergebnis auswirkt sondern welches Design, welche Werkzeug- oder Fertigungsparameter zur Realisierung des gewünschten Gießergebnisses geeignet sind.

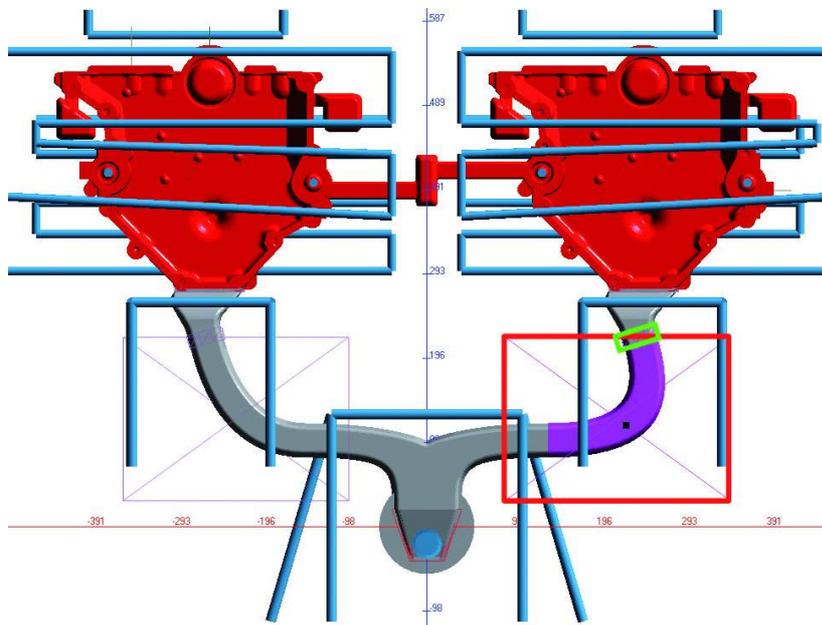
Als Beispiel für die Nutzung dieser Technologie zur Optimierung der Konstruktion eines Druckgusswerkzeugs dient hier ein Projekt, bei dem der stabil und mit sehr niedrigem Ausschuss laufende Gießprozess von einem Einfachwerkzeug auf ein Zweifachwerkzeug umgestellt werden sollte.

In einem ersten Schritt wurde der Gießprozess mit Hilfe der Simulation exakt nachgebildet und alle relevanten Parameter bestimmt (Bild 1). Es stellte sich bei dieser Analyse heraus, dass Richtung und Geschwindigkeit der Schmelzeströmung durch den Anschnitt in sehr engen Toleranzen gehalten werden muss, um das gute Gießergebnis zu erhalten. Die Aufgabe für die automatische rechnerische Auslegung des Gießlaufsystems und der Schusskurve war damit definiert: beide Formnester im neuen Zweifachwerkzeug müssen gleich und unter den gleichen Bedingungen wie bei dem Einfachwerkzeug gefüllt werden. Die variablen vom Programm zu optimierenden Prozessgrößen waren die Parameter der beiden Gießlaufgeometrien und der Schusskurve.



*Bild 1: Die Analyse des Seriengießprozesses mit MAGMASOFT® gibt detaillierten Aufschluss über alle qualitäts-relevanten Werkzeug- und Gießparameter.*

Das Simulations- und Optimierungsprogramm MAGMAfrontier berechnete automatisch mehrere hundert Varianten, unter denen die beste ausgesucht und im Werkzeugbau umgesetzt wurde (Bild2). Die zunächst überraschende Lösung, die bei konservativem Vorgehen wohl nicht in Erwägung gezogen worden wäre, funktionierte auf Antrieb reibungslos und führte zu drastischen Kosteneinsparungen bei der Serienfertigung (R. Seefeldt et al., Giesserei 94 (2007) Heft 4, Seite 34 – 42).



*Bild 2: Details der Geometrie der mit MAGMAfrontier® automatisch optimierten Zweifachform mit dem variablen, parametrisiertem Laufabschnitt (violett).*