

Strömungsverlauf in einer Ambosskühlung.

# Methodische Werkzeug- und Prozessauslegung im Druckguss mit virtueller Versuchsplanung

VON HARTMUT ROCKMANN, AACHEN

Die Realisierung innovativer Werkzeugkonzepte und gleichzeitig robuster Prozessauslegung gewinnen im Druckguss rapide an Bedeutung. Ziele sind neben Kosten- und Ressourceneffizienz insbesondere die Prozesssichere Einhaltung der Qualitätsanforderungen des Gussteils. Mit der neuen Version MagmaSoft 5.4 der MAGMA Gießereitechnologie GmbH, Aachen, wird der einzelne virtuelle Versuch um die Festlegung von quantifizierbaren Zielen und kritischen variablen Fertigungsparametern, deren Schwankungsbreiten sowie relevante Qualitätskriterien erweitert. Dies erlaubt die simultane Optimierung von modernen Druckgusskomponenten über den gesamten Entwicklungsprozess.

Die Software unterstützt die Optimierung der Gussteilqualität für alle Prozessschritte, von der Dosierung der Schmelze in die Schusskammer, dem Schussprofil, dem Sprühprozess bis hin zur Wärmebilanz des Werkzeugs. Temperierungen, Punktkühlungen oder konturnahe Kühlungen lassen sich strömungstechnisch auf ihre thermische Effizienz hin optimieren. Die Werkzeugauslegung wird durch die Berechnung von Auswerferkräften sowie durch die Möglichkeit zur Vorkompensation der Werkzeugkavität unterstützt. Die Simulation der Wärmebehandlung ist nahtlos in die virtuelle Prozesskette im Druckgießverfahren integriert und erlaubt die

Auslegung von Wärmebehandlungsgestellen zur Reduzierung des Bauteilverzugs. Mit dem vollständig in die Software integrierten MAGMA-Prinzip wird der Anwender durch eine systematische Methodik unterstützt, um die von ihm festgelegten Zielsetzungen mit Hilfe von virtuellen Versuchsplänen zu erreichen.

## Werkzeug- und Prozessauslegung

Bei der Auslegung technisch komplexer Gießwerkzeuge im Aluminium- und Magnesiumdruckgießen ist neben der Prozesssicheren Fertigung der festgelegten Qualitätsanforderungen des Gussteils insbesondere die Kosten- und Ressourceneffizienz ein entscheidender Faktor.

Viele der für Gussteilqualität und Wirtschaftlichkeit erforderlichen Prozessbedingungen stehen im Konflikt zu einem verschleißarmen Einsatz des Werkzeugs. So sind die Werkzeuge im Prozess lokal extremen thermischen Belastungen ausgesetzt. Zu ihrer Bewertung und Optimierung dient eine qualitative Wärmebilanz der Druckgießform.

Die Zuhaltezeit eines Druckgießwerkzeugs ist ein zeitbestimmender Teil des gesamten Zyklus. Sie hängt typischerweise wesentlich von der Erstarrungszeit des Pressrestes ab (Bild 1). Eine Reduzierung der Zykluszeit erhöht die Maschinenkapazität und bietet damit erhebliches wirtschaftliches Potenzial.



Bild 1: Darstellung der Erstarrungszeit des Pressrestes nach vollständiger Erstarrung des Bauteils.

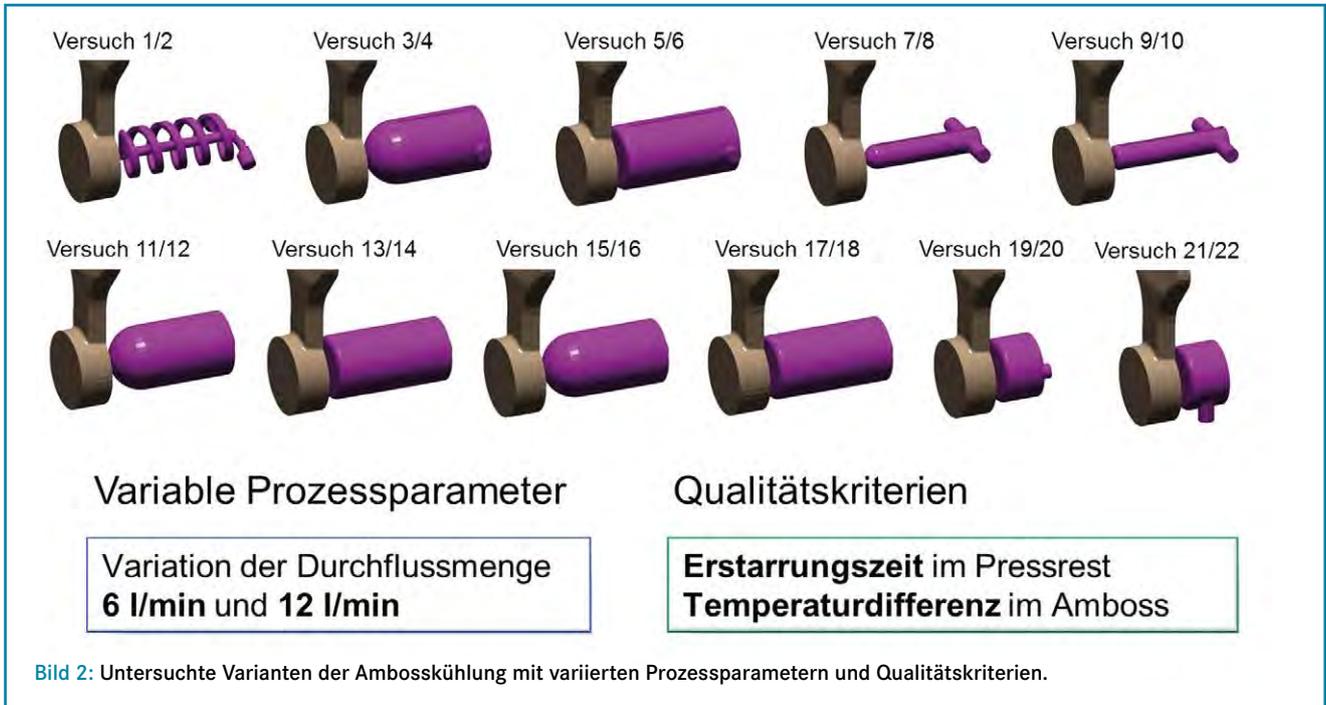


Bild 2: Untersuchte Varianten der Ambosskühlung mit variierten Prozessparametern und Qualitätskriterien.

### Vergleich der Kühlkonzepte

Hierzu werden unterschiedliche Kühlkonzepte am Beispiel eines Gehäuses aus Aluminiumdruckguss systematisch untersucht. Der methodische Einsatz der Gießprozess-Simulation unter Verwendung des MAGMA-Prinzips zeigt, wie sich die lokalen Erstarrungsbedingungen im Pressrest im Hinblick auf unterschiedliche Anforderungen durch gezielte Werkzeugtemperierung optimieren lassen.

Ziel der Optimierung ist das Verkürzen der Erstarrungszeit des Pressrestes (Wirtschaftlichkeit) bei gleichzeitigem Vermeiden eines übermäßigen Werkzeugverschleißes durch die thermische Wechselbelastung im Gießzyklus (Robustheit). Als Freiheitsgrade (Variablen) der virtuellen Prozessanalyse werden 22 unterschiedliche Temperiergeometrien im Amboss (Werkzeuggeometrie) sowie gleichzeitig die Variation der Durchflussrate mit 6 l/min und 12 l/min (Prozessparameter) systematisch untersucht (Bild 2).

Nach dem vollautomatischen Durchlauf des zuvor festgelegten virtuellen Versuchsplans liefert der quantitative Vergleich aller Varianten – unter Nutzung statistischer Auswertemethoden auf Basis objektiver Bewertungskriterien – belastbare Ergebnisse.

Im hier vorgestellten Beispiel führen zwei der untersuchten Kühlgeometrien zu einer Verminderung der Erstarrungszeit im Pressrest von fast 3 s, was einer Reduzierung von 15 % entspricht. Die beiden Kühlungen reagieren allerdings mit unterschiedlicher Robustheit auf die untersuchten Durchflussraten von 6 l/min und

12 l/min (Prozessschwankung). Eine detaillierte Auswertung der Prozessbedingungen zeigt den Grund für die unterschiedlichen Empfindlichkeiten der Kühlungsgeometrie auf: Der hohe Druckverlust in der komplexen Spiralkühlung setzt eine Mindestleistung von 10 bar voraus, um die geforderten 12 l/min Durchflussrate zu realisieren. Hingegen reagiert die geometrisch sehr einfache Innenrohrkühlung bereits für die untersuchten Durchflussraten mit einer Schwankung der Erstarrungszeit von fast 1 s (Bild 3).

Eine optimale thermische Werkzeug- und Prozessauslegung beim Druckgießen

erfordert ein umfassendes Prozessverständnis aller Beteiligten, vom Werkzeugkonstrukteur über den Produktionsverantwortlichen bis zum Qualitätsbeauftragten in der Fertigung. Basis hierzu ist die Identifizierung signifikanter Einflussgrößen auf Gussteilqualität und Wirtschaftlichkeit. Hierfür sind die methodische Prozessanalyse und die virtuelle Versuchsplanung leistungsfähige Werkzeuge.

[www.magmaoft.de](http://www.magmaoft.de)

Dipl.-Ing. Hartmut Rockmann, Engineering, MAGMA GmbH, Aachen

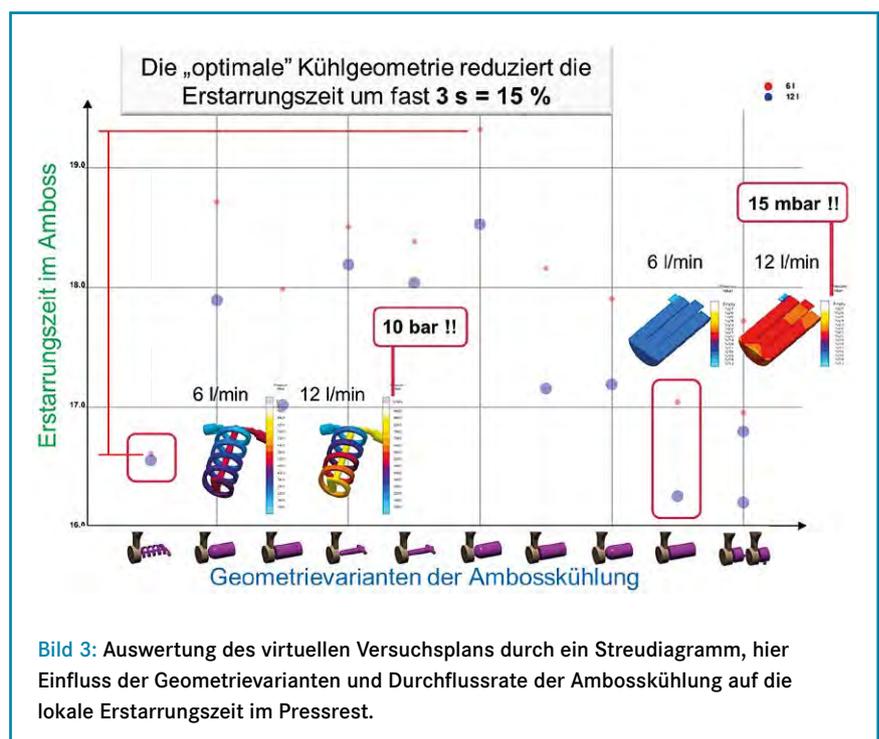


Bild 3: Auswertung des virtuellen Versuchsplans durch ein Streudiagramm, hier Einfluss der Geometrievarianten und Durchflussrate der Ambosskühlung auf die lokale Erstarrungszeit im Pressrest.