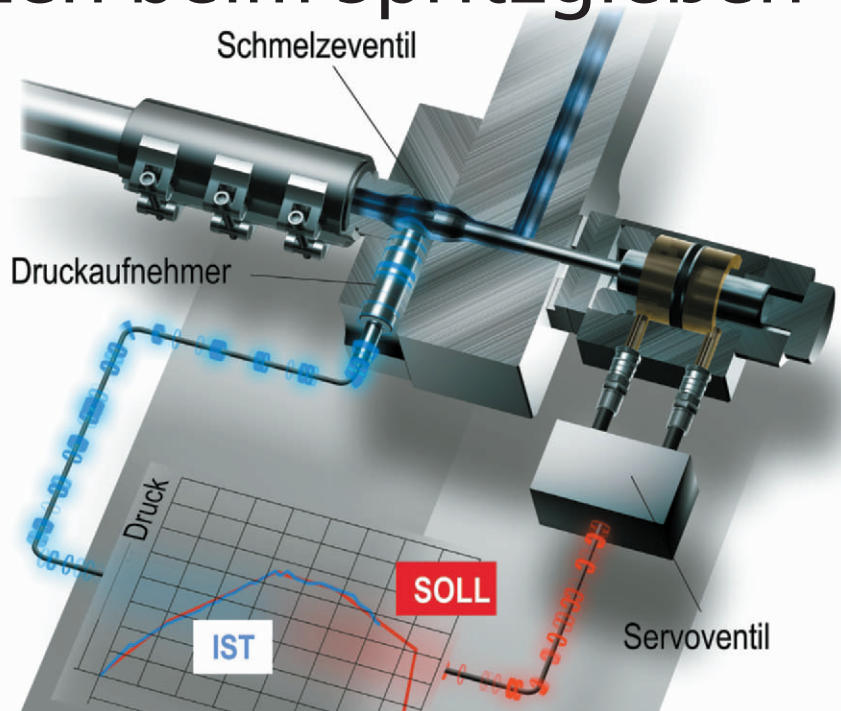


Neues Verfahren überschreitet bisherige Grenzen beim Spritzgießen

Hans Jörg Schreyer

Die Online-Regelung des Schmelzedrucks im Heißkanal bietet Produktivitäts- und Qualitätsvorteile bei zahlreichen Spritzgießanwendungen. Beispielsweise können jetzt in einem Familienwerkzeug Bauteile von sehr unterschiedlichen Abmessungen gefertigt werden, um eine kostengünstige Weiterverarbeitung sicher zu stellen. Oder beim Kaskaden-Spritzgießen bei Mehrfachanbindungen: Hier wird eine gleichmäßige Fließfrontgeschwindigkeit der Schmelze und damit eine hervorragende Qualität der Produktoberfläche erreicht.



Die Wirkung der Online-Regelung des Schmelzedrucks mit »Dynamic Feed«: als hätte jeder Abschnitt seine eigene Spritzgießeinheit.
Fotos: Synventive.

Wenn beim Kunststoffspritzgießen die Herstellung von Standardprodukten zunehmend in fernere Länder abwandert, wie es zahlreiche Unternehmer beklagen, dann geht es um die Frage: Was können der Standort Deutschland oder Europa bieten, was andere Standorte nicht bieten können?

Bei steigenden Ansprüchen an die Produktivität und an die Produktqualität hat sich die Kunststoff-Spritzgießtechnik weit entwickelt. Doch besondere Werkzeugtechniken wie das Etagenwerkzeug oder das Familienwerkzeug und spezielle Verfahren wie das sequenzielle oder das Kaskadenspritzgießen unterliegen leider Einschränkungen: Nicht jedes Produkt bzw. jede Produktgruppe, nicht jeder Werkstoff ist für alle Sonderlösungen geeignet.

Bei vielen Verfahren besteht nun die Möglichkeit, mit Hilfe einer Online-Schmelzdruckregelung im Heißkanal die Verfahrensvorteile erheblich zu steigern oder bestimmte Risiken deutlich zu minimieren. Damit werden sie einem wesentlich breiteren Anwendungsfeld zugänglich. Am Beispiel Familienwerkzeug kann das anschaulich dargestellt werden.

Familienwerkzeuge: Ideal nur bei günstigen Voraussetzungen

Familienwerkzeuge haben in der Spritzgießlandschaft bei bestimmten Anwendungen schon seit längerem einen festen Platz erobert. Beispiel Computertastatur: Eine große Menge Formteile unterschiedlicher Größe in einem Schuss herstellen und sortiert an die Weiterverarbeitung übergeben – in diesem Fall ein Muss. Dennoch sind Familienwerkzeuge beim Kunststoffspritzguss nicht weit verbreitet. Dabei bietet dieses Verfahren eine Reihe von Vorteilen:



Alle Teile, die in einem Familienwerkzeug gespritzt werden, haben identische Materialqualität, identische Farbe, werden direkt, gleichzeitig und am selben Ort der Weiterverarbeitung zur Verfügung gestellt und können z. B. online verschweißt werden.

Obwohl das mehr als verlockend klingt, erscheint offensichtlich in vielen Fällen der Aufwand wenig attraktiv in Verbindung mit der Frage: Wie hoch ist das Investitionsrisiko? Jedes Spritzgießwerkzeug mit einem entsprechenden Angießsystem, eventuell als Heißkanal, muss sich am Ende gelohnt haben, sonst führen andere Wege zum Ziel. Welche Gründe haben nun dazu geführt, dass sich Familienwerkzeuge bei so viel Aussicht auf hohe Produktivitätssteigerung nicht adäquat durchsetzen?

Die Produktion mit Einfachwerkzeugen bietet für den Konstrukteur und den Spritzgießer sichere Bedingungen: Ein Formnest für ein Produkt, ein einfaches und – ohne Mehrfach-Anbindungen – unverzweigtes Angießsystem, das die Schmelze direkt ins Formnest leitet. Hohe Produktqualität und Prozesssicherheit sind garantiert, aber: hintenan steht die Produktivität. Doch eine höhere Fachzahl erfordert zunächst

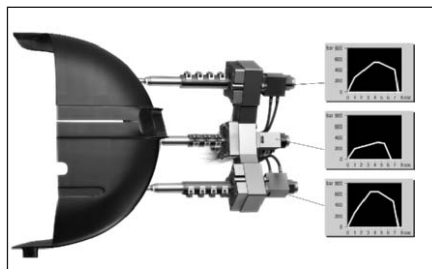
Aufwand. Der Schmelzestrom muss in einem Verteilersystem auf die Formnester verteilt werden mit dem Risiko, dass die Formnester unterschiedlich mit Schmelze versorgt werden, was zu Qualitätsschwankungen führen kann. Um eine gleichmäßige Versorgung aller Formnester im Werkzeug sicherzustellen ist eine strömungstechnische Auslegung des Angießsystems erforderlich, die »Angießbalancierung«. Besondere Ansprüche stellen an dieser Stelle die Familienwerkzeuge. Über nur ein Kanalsystem müssen unterschiedlich große Formnester mit einer entsprechenden Menge Kunststoff so gefüllt werden, dass alle Formteile die geforderte Qualität aufweisen.

Eine konstruktive Maßnahme ist die rechnerische oder rheologische Balancierung. Unterschiedliche Fließquerschnitte führen mit entsprechenden Druckverlusten zur gewünschten Verteilung der Schmelze. Der charakteristische Verlauf des Spritzprofils gilt hierbei für jede einzelne Anbindung, bildet sich jedoch entsprechend Fließweg und Druckverlust in der Druckhöhe unterschiedlich ab. Der Nachteil: Die rheologische Balancierung wird auf einen bestimmten Betriebspunkt optimiert und ist auf die Werte bestimmter Verarbeitungsparameter wie Einspritzzeit, Viskosität, Verarbeitungstemperatur etc. festgelegt. Ändert sich nur einer dieser Parameter kann das die Balancierung bis zur Unbrauchbarkeit verschlechtern. Da eine Anpassung oft nur durch Änderungen am Werkzeug möglich ist, stellt die Balancierung eine im Prozess statische und unveränderliche Maßnahme dar, auf die sich der Spritzgießer verlassen muss. Auch kann der Spritzgießer nur Änderungen des Gesamtspritzprofils vornehmen, eine Einflussmöglichkeit auf den Druckverlauf an den einzelnen Anschnitten hat er nicht.

Erweiterte Möglichkeiten für Familienwerkzeuge bietet die Nadelverschluss-technik. Die Heißkanaldüsen werden während des Füllvorgangs über eine Steuerung zeitversetzt geöffnet und geschlossen, um die verschiedenen Formnester unterschiedlich lange und zu verschiedenen

Der Weg: von der Nadelverschluss-technik zu »Dynamic Feed«

Zeiten zu füllen. Das Erstellen und die Synchronisation der Füllzeiten ist jedoch eine anspruchsvolle Aufgabe mit dem häufigen Ergebnis eines sehr engen Prozessfensters. Weitere Nachteile: Auch hier wirkt nur ein Spritzprofil für alle Formnester bzw. Anbindungen. Weiterhin ändert sich beim Öffnen und Schließen der Nadelverschlussdüsen der im System anstehende Schmelzedruck schlagartig. Dies führt zu unterschiedlichen Fließfrontgeschwindigkeiten, die sich auf der Produktoberfläche abbilden können.



Mehrfachanbindung beim Spritzen von Neuware und Regranulat: Viskositätsschwankungen gleicht die Online-Schmelzedruckregelung im Heißkanal aus. Fülloptimierung für jeden Anschnitt, kein Überspritzen, keine Nacharbeit.

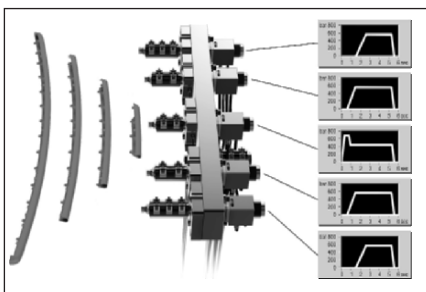
Eine individuelle, aber dynamische Regelung jeder Formnestfüllung war der Grundgedanke für das Synventive-Verfahren »Dynamic Feed«. Die Nadel – eine Verschlussdüse im obigen Sinne ist es nicht mehr – arbeitet jetzt wie ein Ventil, das nicht nur offen oder geschlossen ist, sondern auch alle Positionen dazwischen in beliebiger Richtung und Geschwindigkeit anfahren kann. Diese stufenlose Veränderung des Fließquerschnitts ermöglicht die Einstellung eines individuellen Spritzprofils für jede Heißkanaldüse und ist vergleichbar mit einer Situation, in der jede Düse von einer eigenen Einspritzzeit versorgt wird.

Das bedeutet für das Familienwerkzeug: Die Online-Schmelzedruckregelung stößt das eng gewordene Prozessfenster wieder weit auf und macht dieses Verfahren für viele Anwendungen praktikabel, die vorher unmöglich oder zu riskant waren bzw. nicht die notwendige Qualität und Prozesssicherheit bieten konnten (siehe Beispiel Balkensensor). Optimale Füllbedingungen in jedem Formnest schöpfen die Vorteile dieser Fertigung voll aus: Hohe konstante Formteilqualität aus allen Nestern, geringerer Ausschuss durch größeres Prozessfenster, Herstellung kompletter Baugruppen in einem Schritt, gesteigerte Produktivität durch günstigere logistische Abwicklung bei der Weiterverarbeitung.

Das Kaskaden-Spritzgießen kann Formteile, die lange Fließwege aufweisen, optimal füllen und bindenfreie Bauteile herstellen. Es gibt nur eine Fließfront, die von einem oft zentralen An-

schnitt ausgeht. An allen weiteren Anschnitten wird erst dann eingespritzt, wenn die Fließfront den Anschnitt passiert hat. In diesen Fällen kommt die Nadelverschluss-technik zum Einsatz, mit der das zeitlich optimale Einspritzen hinter der Fließfront sichergestellt werden kann. Der Nachteil dieser Technik liegt – wie bereits beschrieben – in den Druck- und Geschwindigkeitsschwankungen bei der Formnefüllung, die sich in einer schlechteren Qualität der Produktoberfläche niederschlagen können.

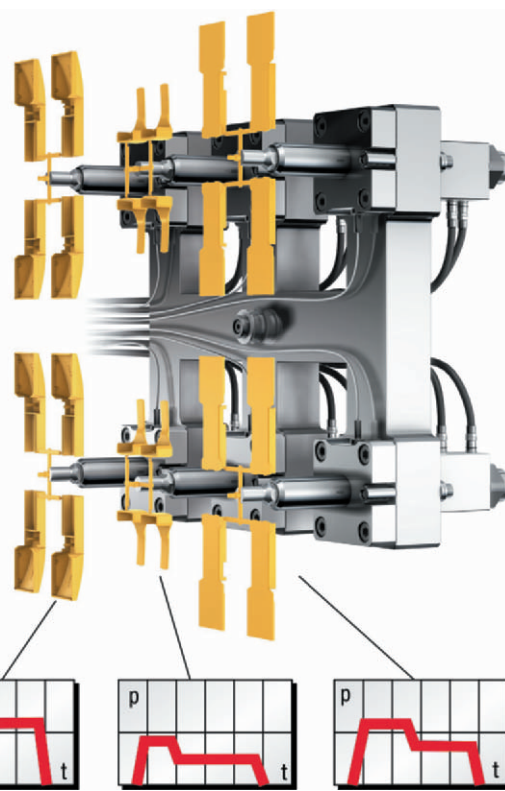
Oberflächenfehler können durch eine Nachbehandlung wie Lackieren oder Verchromen noch verstärkt werden. Hier sind in den letzten Jahren die Qualitätsansprüche bei exklusiven Bauteilen, die besonders auffällig im Blickfeld liegen, erheblich gestiegen, z. B. in der Automobilindustrie. Kein Problem für »Dynamic Feed«. Das geregelte sanfte Öffnen und Schließen der Düsenadeln stellt eine nahezu gleichmäßige Fließfrontgeschwindigkeit beim Füllen der Kavität sicher. Zusätzlich hat der Spritzgießer nun die Möglichkeit, für jeden Anschnitt individuelle Spritzprofile umzusetzen und zu optimieren, auch für die Nachdruckphase. Somit bietet die Heißkanal-Schmel-



Fließschatten auf der Oberfläche können mit »Dynamic Feed« vermieden werden: Die Zierleiste dieses Sondermodells des Ford Galaxy, hergestellt im Kaskadenspritzguss, zeichnet sich durch eine völlig gleichmäßige Optik aus.

zedruckregelung ein individuelles Feintuning der Spritzbedingungen für jeden Anschnitt mit besseren Ergebnissen bei Oberflächenqualität, Maßhaltigkeit und Homogenität der Produkte.

Der Einsatz von Regranulaten wird weiterhin an Bedeutung gewinnen. Beschränkt wird der Einsatz durch die schwankenden Materialeigenschaften, die oft eine ständige Anpassung der Verarbeitungsparameter erfordern, wenn man eine gleichmäßige Qualität erzielen will. Hier kann die Regelung des Schmelzedruckes im Angießkanal entscheidende Wettbewerbsvorteile bieten, denn sie ist der Lage, Einflüsse von Materialänderungen in einem bestimmten Rahmen auszugleichen. Eindrucksvolles Beispiel ist die Radhausschale des VW-Golf IV, die unter anderem auch aus Regranulat hergestellt wurde. Das Synventive-Verfahren »Dynamic Feed«

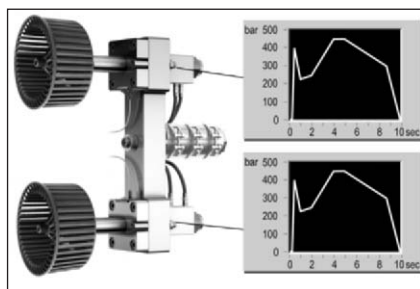


Kostengünstige Weiterverarbeitung mit Familienwerkzeugen: Mit »Dynamic Feed« sind auch erhebliche Größen- und Gewichtsunterschiede der verschiedenen Bauteile kein Problem.

konnte sich problemlos und zuverlässig auf die schwankenden Materialviskositäten einstellen und den Aufwand für Kontrolle und Nacharbeit erheblich einschränken.

Weitere Aussichten: Spiel ohne Grenzen?

Obige Beispiele könnten den Eindruck erwecken, die Online-Schmelzedruckregelung sei ein Alleskönner, eine Regelung, die beliebige und beliebig viele Formnester gestattet bei stets freier Materialwahl. Dem ist sicher nicht so. Ist zum Beispiel die Zeit zwischen Einspritzbeginn und dem Nachdruckende sehr kurz, kann die Regelung nicht wirksam werden. Auch Hochtemperatur-Kunststoffe und hoch abrasive Materialien können wegen der Sensortechnik innerhalb des Heißkanalsystems zur Zeit noch nicht verarbeitet werden. Sicher ist aber, dass »Dynamic Feed« neue Möglichkeiten eröffnet und die bisher geltenden Grenzen des Spritzgießverfahrens bei Qualität, Produktivität und Wirtschaftlichkeit deutlich überschritten werden können. Drei wichtige Faktoren für die Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens, nicht zuletzt vor dem Hintergrund des globalen Wettbewerbs und der heiß diskutierten Standortfrage.



Präzisionsbauteile kostengünstig im Mehrfachwerkzeug fertigen mit »Dynamic Feed«: Bei Lüfterradern ist die gleichmäßige Masseverteilung entscheidend.