

Keine Gewichtsprobleme mehr

Dynamische Anpassung von Umschaltdruck und Nachdruck zur Erzielung eines konstanten Teilgewichts

HiQ Flow ist die Antwort von Wittmann Battenfeld auf das Problem, dass das Schussgewicht bzw. Formteilgewicht bei Spritzgussteilen nicht immer konstant ist. Das Assistenzsystem modifiziert die Prozessparameter innerhalb desselben Schusses, um Viskositätsschwankungen entgegenzuwirken, die durch Chargenschwankungen im Material oder durch den Einsatz von Regranulat hervorgerufen werden.

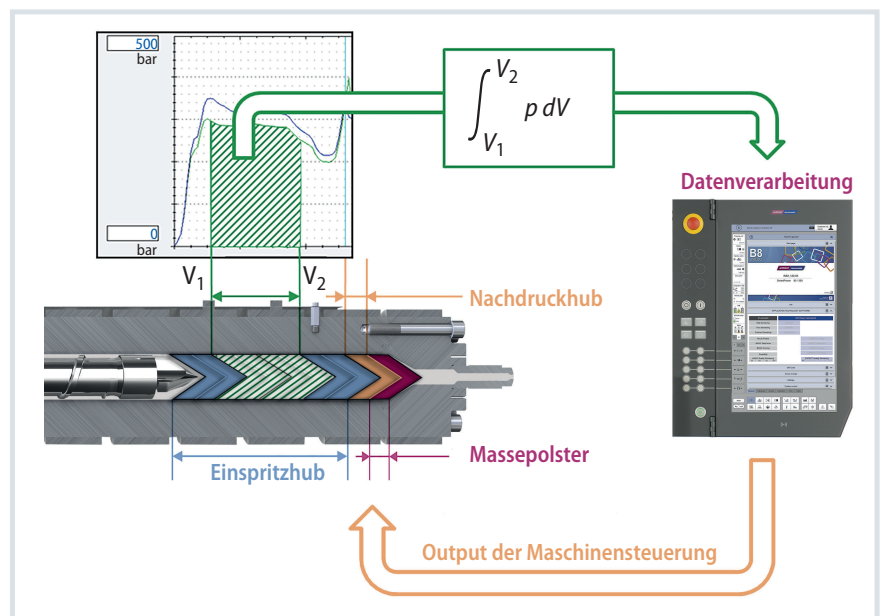
Die Viskosität der Kunststoffschmelze beeinflusst die Formteilqualität eines Spritzgussbauteils in erheblichem Maße. Viskositätsschwankungen, die zum Beispiel durch verschiedene Materialchargen oder den Einsatz von Regranulat hervorgerufen werden, können unter anderem zu Gewichtsschwankungen oder in extremeren Fällen auch zu einer nicht vollständigen Formfüllung führen.

In Zeiten von 6σ und kostenoptimierter Produktionsprozesse sind diese Abweichungen nicht akzeptabel – es gilt so frühzeitig, nachvollziehbar und reproduzierbar wie möglich einzugreifen. Eine Möglichkeit besteht darin, die Messwerte der Spritzgießmaschine heranzuziehen, um etwaige Viskositätsschwankungen zu detektieren und damit die Maschine gegebenenfalls noch im laufenden Verarbeitungszyklus der Abweichung selbstständig entgegenzuwirken.

Genau hier setzt eine verfahrenstechnische Entwicklung der Wittmann Battenfeld GmbH, Kottlingbrunn/Österreich, an. Die Software „HiQ Flow“ befasst sich mit der Überwachung, Dokumentation und Regelung von Viskositätsabweichungen während des Einspritz- und Nachdruckvorgangs, um eine gleichbleibend hohe Teilequalität zu erzielen, unabhängig von der Materialviskosität.

Wie funktioniert das Assistenzsystem?

Niederviskose Materialien benötigen zum Füllen der Kavität weniger Druck als höherviskose Schmelzen (gilt ebenfalls umgekehrt). Wird der Umschaltzeitpunkt wie auch der Nachdruck bei einem Viskositätsabfall nicht korrigiert, ist eine Gewichtszunahme zu erwarten. Die Gewichtszunahme



Die Software HiQ Flow korrigiert Viskositätsabweichungen während des Einspritz- und Nachdruckvorgangs im selben Schuss. Dazu greift sie auf die Messwerte der Spritzgießmaschine zurück. Quelle: Wittmann Battenfeld; Grafik: © Hanser

resultiert aus der geringeren Kompression der Restmasse im Zylinder und der besseren Druckleitfähigkeit bei niederviskosen Schmelzen. Die Druckleitfähigkeit bis zum Fließwegende ist relevant für die Nachdruckphase bzw. die hier gewählte Druckhöhe.

Mit HiQ Flow werden, während der Einspritzphase, detektierte Viskositätsänderungen im selben Schuss aktiv korrigiert (Bild 1). Dazu wird das Integral der Einspritzarbeit in einem gewissen Bereich der Einspritzkurve bestimmt. Die Einspritzarbeit ist ein Produkt des Einspritzdrucks, der Zylinderfläche und der Position des Spritzkolbens (Hub). Auf Basis eines Referenzschusses werden der Umschaltzeitpunkt und die Nachdruckhöhe in

Abhängigkeit der Einspritzarbeit des aktuellen Schusses korrigiert.

Benchmark-Test mit Automobilbauteilen

Die Software HiQ Flow wurde unter der Prämisse entwickelt, so bedienerfreundlich wie möglich zu sein. Mit einem Klick auf die Schaltfläche werden die Referenzwerte der Einspritzarbeit aufgerufen. Für erfahrene Bediener besteht daneben die Möglichkeit, den Referenzwert der Einspritzarbeit manuell einzugeben. Der Bediener braucht das System anschließend im gewünschten Modus nur noch zu aktivieren. Die Visualisierung erlaubt es dem Bediener auch, die Software auf Si-

tuationen einzustellen, bei der eine Feineinstellung erforderlich ist.

Mit der Nutzung von HiQ Flow ergeben sich für den Anwender mehrere Vorteile. Das System

- stellt ein konstantes Teilgewicht sicher, auch ohne Werkzeuginnendruck-Sensoren;
- verhindert Ausschuss, bevor er entsteht;
- benötigt, wenn überhaupt, nur eine geringfügige manuelle Nachjustierung des Fertigungsprozesses;
- ermöglicht einen schnelleren Wiederanlauf nach einer Produktionsunterbrechung.

In einem Benchmark-Test wurden sicherheitsrelevante Teile für eine Anwendung aus der Automobilindustrie untersucht. Das Partner-Unternehmen verzeichnete nicht vernachlässigbare Viskositätsschwankungen aufgrund chargenbedingter Abweichungen der Glasfaseranteile. Ausgangsmaterial ist ein Polyamid (PA) mit einem gewünschten Gewichtsanteil von 40% Glas. Durch den Einsatz des Assistenzsystems wurde dieses Problem gelöst.

Es wurden drei Chargen desselben Materials getestet. Diese werden in den Ergebnissen mit Material 1, 2 und 3 angesprochen. Von jeder Charge wurden 500 g abgewogen und in den Trichter eingefüllt, sobald die vorhergehende Charge in die Einzugsöffnung des Schneckenzyinders entleert war. Der Materialwechsel wurde registriert, sobald die neue Charge den Trichterauslauf erreichte.

Die Materialwechsel wurden anschließend bei eingeschaltetem HiQ Flow wiederholt.

Werkzeuginnendruck als maßgebliche Bezugsgröße für die Qualität

Das Formteilgewicht konnte bei dieser Anwendung nicht als Bezugsgröße für die Qualitätsbewertung verwendet werden. Der Grund hierfür ist, dass der unterschiedliche Glasfasergehalt nicht nur zu Schwankungen in der Schmelzeviskosität, sondern auch in der Materialdichte führt. Deshalb wird das Teilgewicht nicht nur vom Füllstand des Werkzeugs bestimmt, sondern auch von der jeweiligen Materialdichte. »

Die Autoren

Benjamin Pearson arbeitet in der verfahrenstechnischen Entwicklung der Wittmann Battenfeld GmbH, Köttingbrunn/Österreich; benjamin.pearson@wittmann-group.com

Patrick Pazour arbeitet in derselben Abteilung bei Wittmann Battenfeld; patrick.pazour@wittmann-group.com

Service

Digitalversion

- » Ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/2020-09

English Version

- » Read the English version of the article in our magazine *Kunststoffe international* or at www.kunststoffe-international.com

Real Recycling Once is Never Enough

Mit unseren innovativen Recyclingtechnologien und Aufbereitungsprozessen können Sie selbst hochverschmutztes Kunststoffrezylat wiederverwerten. Und das für Produkte und Anwendungen mit höchsten Anforderungen, bei gleichbleibender Qualität auch bei mehrfachen Recyclingzyklen.

Das ist gut für die Umwelt und gut für Ihr Unternehmen.

Wir kümmern uns von A-Z um das Umrüsten Ihrer Maschinen und Anlagen oder liefern Ihnen schlüsselfertige Anlagen für Ihre Recyclinganwendungen. **Detaillierte Informationen unter www.gneuss.com.**



gneuß

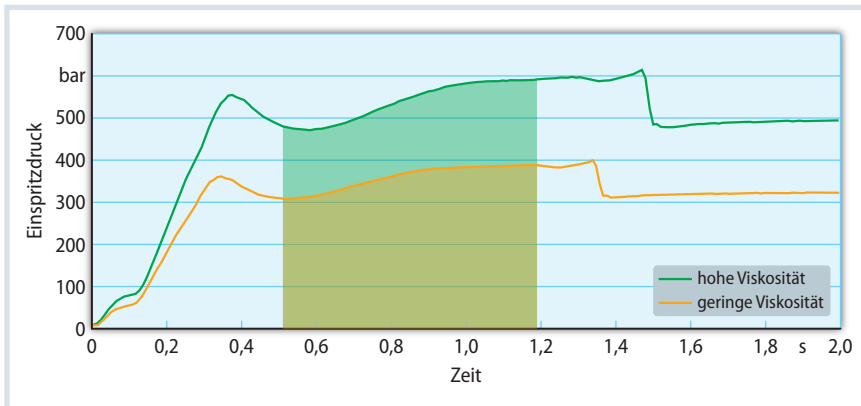


Bild 1. Einspritzprofil über der Zeit für zwei Materialien unterschiedlicher Viskosität, mit aktiver Unterstützung von HiQ Flow: Die hervorgehobene Fläche stellt den Zeitraum dar, für den die Einspritzarbeit berechnet wird. HiQ Flow verschiebt Umschaltzeitpunkt und Nachdruckhöhe innerhalb des gleichen Schusses auf Basis von Referenzwerten Quelle: Wittmann Battenfeld; Grafik: © Hanser

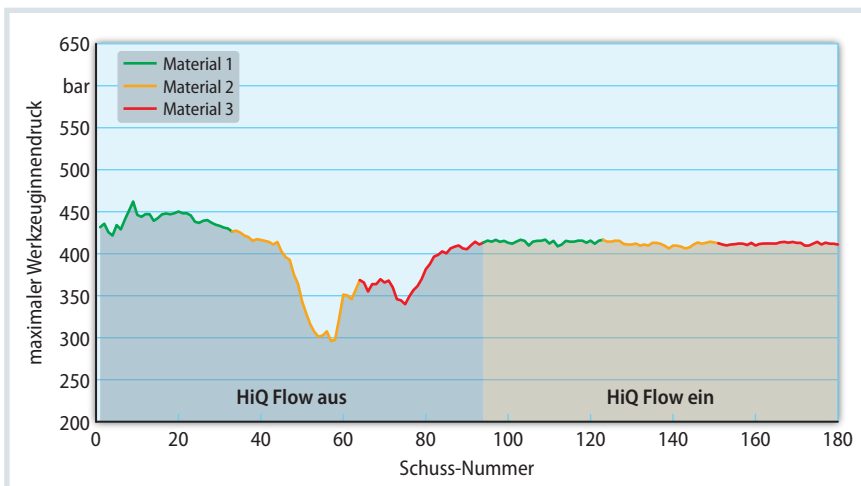


Bild 2. Maximaler Werkzeuginnendruck pro Schuss für drei unterschiedliche Materialien: Im ersten Abschnitt ist HiQ Flow deaktiviert, im zweiten Abschnitt eingeschaltet. Es zeigt sich, dass im aktivierten Zustand ein stationärer Werkzeuginnendruck und somit Teilfüllung erreicht werden konnte Quelle: Wittmann Battenfeld; Grafik: © Hanser

Es standen vielmehr die maßlichen Abweichungen der Spritzlinge im Vordergrund. Aus Vorversuchen war bekannt, dass eine exakte Reproduzierung des Werkzeuginnendrucks zu hoher maßlicher Stabilität führt, das Teilgewicht hingegen nicht in direktem Bezug zu den korrekten Abmessungen des Teils steht. Aus diesem Grund wurde der maximale Werkzeuginnendruck als maßgebliche Bezugsgröße für die Qualität festgelegt.

Ein Werkzeuginnendruck-Sensor ist ein im Werkzeug installierter Druckmesser, der den Massedruck innerhalb einer bestimmten Kavität messen kann. Der Spitzenwert des Werkzeuginnendrucks steht in direktem Zusammenhang zum Formteilgewicht und zur Materialdichte, und diese wiederum zu den endgültigen Abmessungen des Spritzgussteils.

Während des Füllvorgangs wird das Material durch kleine Öffnungen in der Düse und im Werkzeug in die Kavität gedrückt. Durch diese geometrischen Hindernisse entsteht ein gewisser Druckverlust in der Kunststoffschmelze. Das Aufrechterhalten eines konstanten Werkzeuginnendrucks innerhalb der Kavitäten zwischen den einzelnen Einspritzvorgängen stellt sicher, dass die Schmelze jeweils das gleiche Füllprofil erfährt.

Abweichungen in der Materialviskosität haben erheblichen Einfluss auf den endgültigen Werkzeuginnendruck. Die Viskositätsschwankungen treten immer dann auf, wenn ein Füllmaterial wie zum Beispiel Glasfasern in schwankenden Mengen oder Recycling-Granulat verwendet wird. Auch ein Chargenwechsel beim gleichen Material kann zu Viskosi-

tätsschwankungen führen. Der maximale Werkzeuginnendruck wird normalerweise in der Nachdruckphase erreicht, wenn die vollständige Füllung abgeschlossen und der Druck der Schnecke auf die Kavität gleichmäßiger wird.

Während die bessere Kontrolle des Einspritzvorgangs und der Umstand, dass detaillierte Prozessinformation über die jeweilige Kavität vorliegen, für den Einsatz von Werkzeuginnendruck-Sensoren sprechen, stehen den Vorteilen die Kosten gegenüber – es wird für jede einzelne Kavität ein Sensor gebraucht. Dabei ist zu beachten, dass der Werkzeuginnendruck-Sensor nur so lange genaue Daten liefert, wie der ihn umgebende Kunststoff in einem schmelzeförmigen Zustand vorliegt. Die richtige Platzierung der Sensoren ist deshalb ein entscheidender Faktor, weil die komplexen Fließwege der Schmelze innerhalb der Kavität berücksichtigt werden müssen. Nicht immer ist eine optimale Positionierung möglich, da entsprechender Bauraum vorhanden sein muss.

Eine Frage der Streuung

Als Ergebnis des Versuchslaufs wird der maximale Werkzeuginnendruck über der Zykluszahl dargestellt. Ohne Anpassung des Umschaltzeitpunktes (HiQ Flow aus) zeigen Material 1 und 3 ähnliche Drücke, sprich ähnliche Glasfaseranteile. Material 2 weist niedrigere Drücke auf. Der Prozess war nicht stabil. Bei Material 2 erreicht weniger Kunststoffmasse die Kavität als bei Material 1 oder 3. Erst bei Aktivierung von HiQ Flow stellt sich ein stationärer Innendruck bei allen drei Materialien ein (**Bild 2**).

Mit einem kombinierten Box-Plot lässt sich auch die Wahrscheinlichkeitsverteilung der einzelnen Werkzeuginnendrucke je Schuss schätzen. Vereinfacht gesagt: Je schärfer der Peak bzw. die Peaks der Verteilung, desto mehr Messpunkte befinden sich in diesem Bereich. Die Punkte neben dem kombinierten Boxplot stehen für die gemessenen Werkzeuginnendrucke der einzelnen Einspritzvorgänge. Jedes Material ist durch einen eigenen Farbcode gekennzeichnet. Insgesamt wurden sechs Tests durchgeführt, jeweils drei bei aktiviertem und deaktiviertem HiQ Flow (**Bild 3**).

Ab Test 4 ist das Assistenzsystem aktiviert, und die Streuung der Werte geht drastisch zurück. Aus den Daten geht hervor, dass vor dem Einschalten von HiQ

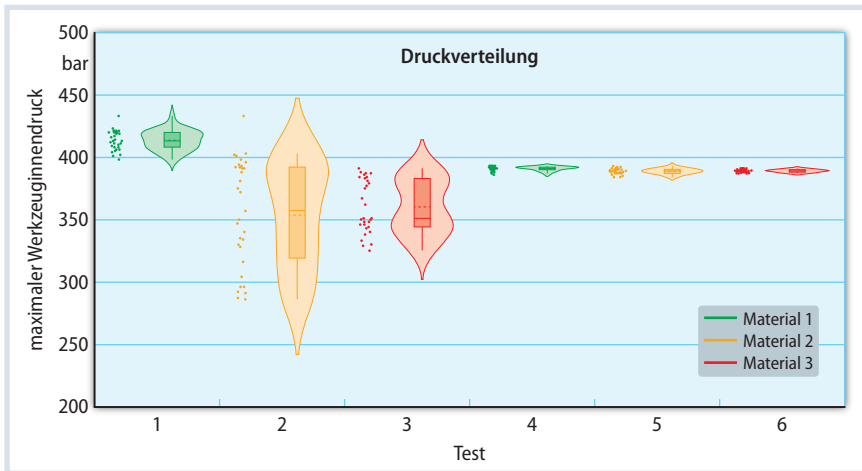


Bild 3. Kombiniertes Boxplot zur Gegenüberstellung des maximalen Werkzeuginnendrucks pro Material und Versuchsreihe Quelle: Wittmann Battenfeld; Grafik: © Hanser

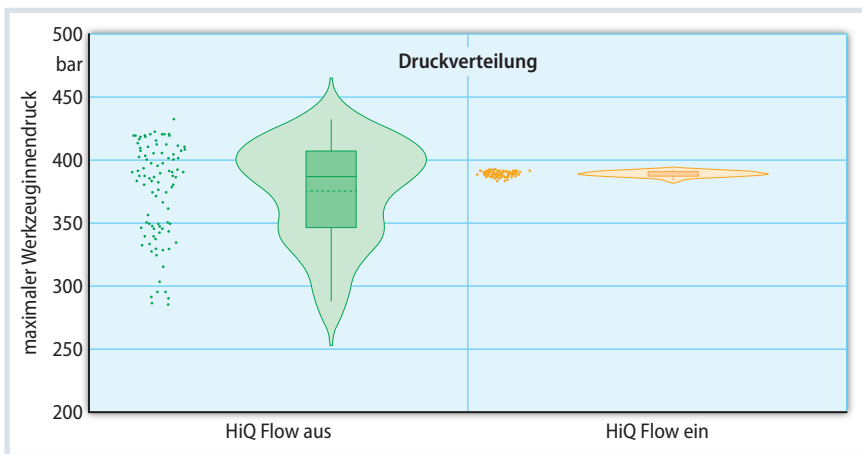


Bild 4. Kombiniertes Boxplot zur Gegenüberstellung des maximalen Werkzeuginnendrucks bei deaktiviertem bzw. aktiviertem HiQ Flow Quelle: Wittmann Battenfeld; Grafik: © Hanser

Flow die Werte des Werkzeuginnendrucks relativ breit gestreut waren und dass die einzelnen Messwerte ziemlich großflächig über den gesamten Streubereich verteilt waren. Das bedeutet, dass jeder weitere Einspritzvorgang mit großer Wahrscheinlichkeit irgendwo innerhalb des gesamten Bereichs angesiedelt sein kann. Sobald dagegen HiQ Flow aktiviert

ist, wird nicht nur der Streubereich kleiner, sondern die Einspritzvorgänge innerhalb dieses Bereichs konzentrieren sich auch stärker in der Nähe des Mittelwerts, sodass der Wert für den nächsten Einspritzvorgang auch mit größerer Wahrscheinlichkeit nah am Mittelwert und nicht im Randbereich der Streuung zu liegen kommt (vergleiche Test 3 und Test 6).

Um den gesamten Prozess vor und nach der Aktivierung von HiQ Flow abzubilden, wurden die Tests 1, 2 und 3 zu der Gruppe „Off“ zusammengefasst, die restlichen Tests (4, 5 und 6) zu der Gruppe „On“. Dies zeigt anhand eines praktischen Beispiels die Fähigkeit der Software, die Teilequalität konstant zu halten. Mit der Aktivierung von HiQ Flow wurde die Standardabweichung des maximalen Werkzeuginnendrucks um mehr als 85 % reduziert, der Streubereich der Werte um fast 75 % (**Bild 4**).

Fazit

HiQ Flow hält die Formteilqualität, selbst bei einem Materialwechsel, innerhalb der Zielvorgaben. Es berechnet die Werte für den Umschalt- und Nachdruck des aktuellen Einspritzvorgangs. Daraus resultiert eine höhere Effizienz der Produktionszelle durch Reduzierung der erforderlichen Arbeitsstunden und der Ausschussrate. Somit steigt die Wirtschaftlichkeit der Produktion. Beim Benchmark-Test waren die unter normalen Verarbeitungsbedingungen produzierten Teile außerhalb des Toleranzbereichs; durch die Verwendung von HiQ Flow wurde der Prozess stabilisiert und der Ausschussanteil auf Null reduziert. Die Fähigkeit des Assistenzsystems, einen reproduzierbaren maximalen Werkzeuginnendruck zu generieren, macht es zu einer möglichen Alternative für Werkzeuginnendruck-Sensoren. Im Gegensatz zu den Sensoren, die in jedem Werkzeug (und ggf. in jeder einzelnen Kavität) installiert sein müssen, steht HiQ Flow für jedes beliebige Werkzeug zur Verfügung, nachdem es einmal in der Wittmann-Battenfeld-Spritzgieß-Produktionszelle freigeschaltet worden ist. Die Software steigert die Produktivität und bietet dadurch eine hohe Investitionsrentabilität. ■

Die Computertomografie bietet höchste Datenqualität, kurze Durchlaufzeiten, zerstörungsfreies Erfassen und 100%ige Bauteileinformationen: Die Grundlage für Korrekturen, schnelle Messprozesse und Optimierung.

SIMULATION

ENGINEERING

INDUSTRIELLE MESSTECHNIK

www.units.ch

units[®]
DIE EINHEIT FÜR IHREN ERFOLG