

Schnecken für große Schussgewichte

Barrierschnecke von KraussMaffei verkürzt die Zykluszeit und verbessert die Schmelzeshomogenität

Bei Spritzgießanwendungen mit großvolumigen Formteilen wie Flaschenkästen, Palettenboxen oder Behältern hat das Plastifiziersystem entscheidenden Einfluss auf die Produktivität. Nur wenn der Plastifizierprozess schnell und effektiv durchgeführt wird, lassen sich kurze Zykluszeiten und eine hohe Produktqualität kombinieren. Barrierschnecken können gerade bei Anwendungen mit großen Schussgewichten ihre Vorteile gegenüber konventionellen Schnecken ausspielen.



HPS-Barrierschnecke für ein Schussgewicht von 50 kg PE-HD (© KraussMaffei)

Größvolumige Behälter aus Kunststoff kommen in der Logistik zum Einsatz, um Waren und Zwischenprodukte sicher und rationell zu lagern oder zu transportieren. Zu dieser Produktgruppe gehören beispielsweise Flaschenkästen, Behälter, Paletten, Palettenboxen (**Bild 1**) und Müllgroßbehälter. Diese Kunststoffformteile lassen sich im Spritzgießverfahren kostengünstig in großen Stückzahlen fertigen.

Üblicherweise werden diese Produkte dem Anwendungsbereich Kunststoffverpackungen zugeordnet, so beispielsweise auch im Güterverzeichnis für Produktionsstatistiken des Statistischen Bundesamts. Die verfahrenstechnischen Anforderungen beim Spritzgießen von Großbehältern unterscheiden sich jedoch deutlich von denen, die bei der Produktion von dünnwandigen Behältern für Lebensmittel erfüllt werden müssen. Ein wesentlicher Unterschied ist dabei das Formteilgewicht. Dieses beträgt bei Flaschenkästen etwa 2 kg und kann bei Kunststoffpaletten über 25 kg und bei Müllbehältern mit einem Fassungsver-

mögen von 1100 l um die 35 kg liegen. In der Spritzgießfertigung werden dabei vor allem den Spritz- und Plastifiziereinheiten der Maschinen Höchstleistungen abverlangt.

Maßnahmen zur Erhöhung der Ausstoßleistung

Reicht die Plastifizierleistung einer Schnecke nicht aus, um den Plastifizierprozess innerhalb der Kühlzeit abzuschließen, so kann das beachtliche Mehrinvestitionen in die Spritzgießmaschine bedeuten, will man keine Einbußen bei der Zykluszeit hinnehmen. So kann zum Beispiel ein elektrischer Schneckenantrieb installiert werden, der das Plastifizieren gleichzeitig mit dem Öffnen und Schließen des Werkzeugs und der dazwischen liegenden Teileentnahme ermöglicht.

Das Plastifizieren bei offenem Werkzeug erfordert allerdings eine Düse mit Verschlussmechanismus, um zu verhindern, dass Kunststoffschmelze in das Werkzeug fließt. Wahlweise kann die Parallelbewegung von Schnecke und Werkzeug auch mit einem geeigneten Pumpenkonzept mit hydraulischem Schneckenantrieb umgesetzt werden.

Eine andere Möglichkeit, die Ausstoßleistung zu erhöhen, besteht darin, einen größeren Schneckendurchmesser zu verwenden. In vielen Fällen erfordert diese Entscheidung den Übergang zur nächstgrößeren Einspritzeinheit, um den nötigen Spritzdruck zu erreichen. Gerade bei Großmaschinen sind die Kostensprünge zwischen benachbarten Spritzaggregaten aber bedeutend. Im Idealfall kann auf diese kostspieligen Maßnahmen verzichtet werden, wenn der Plastifizierstrom der Schnecke ausreichend hoch ist.

Barrierschnecken auf dem Vormarsch

Anstelle von Dreizonenschnecken kommen daher bei Anwendungen, die eine hohe Plastifizierleistung erfordern, häufig Barrierschnecken (**Titelbild**) zum Einsatz. Während bei konventionellen Schnecken das Granulat bzw. die Schmelze nur durch einen Schneckengang gefördert wird, verfügt die Barrierschnecke in der Aufschmelzzone über zwei nebeneinander angeordnete

Schneckengänge. Diese Schneckengänge werden als Feststoffkanal und Schmelzekanal bezeichnet und sind durch den sogenannten Barrieresteg voneinander getrennt (**Bild 2**). Mit zunehmendem Schmelzeanteil verringert sich der Querschnitt des Feststoffkanals zugunsten des Schmelzekanals. Dadurch wird das Feststoffbett kompakt gehalten und gegen die beheizte Zylinderinnenwand gedrückt. Der Wärmeübergang vom Zylinder auf den Feststoff ist im Vergleich zu Dreizonenschnecken verbessert, was zu einem früheren vollständigen Aufschmelzen des Kunststoffs führt.

Der Barrieresteg weist zur Zylinderwand einen Spalt geringer Höhe auf, sodass nur weitgehend aufgeschmolzenes Material vom Feststoffkanal in den Schmelzekanal übertreten kann. Während des Überströmens erfährt die Schmelze kurzzeitig eine intensive Scherbeanspruchung, die zum Aufschmelzen eventuell noch vorhandener Feststoffpartikel und damit zur thermischen Homogenität der Masse beiträgt [1]. Diese Mechanismen kommen gerade bei großen Schneckendurchmessern zum Tragen, bei denen große Gangtiefen den Energieeintrag in den Feststoff erschweren. Probleme in Form von thermisch inhomogener Schmelze oder sogar Feststoff im Schneckenorraum treten bei Dreizonenschnecken mit großen Durchmessern häufiger auf.



Bild 1. Bei der Produktion von großvolumigen Spritzgussteilen wie Paletten und Palettenboxen beträgt das Schussgewicht oftmals mehr als 10 kg (© KraussMaffei)

Ermittlung der optimalen Schneckengeometrie

Bei der Auslegung von Barriereschnecken gibt es erheblich mehr Freiheitsgrade als bei Dreizonenschnecken. Auch wenn die Grundidee aller Barriereschnecken – die Unterteilung des Schneckenkanals in einen Feststoff- und einen Schmelzekanal durch einen Barrieresteg – gleich ist, haben sich im Laufe der Zeit viele unterschiedliche Ausführungen herausgebildet. So kann etwa die Zunahme des Schmelzekanalquerschnitts sowohl durch eine größere Kanaltiefe als auch durch eine größere Steigung des Barrierestegs gegenüber dem Hauptsteg erreicht werden. »

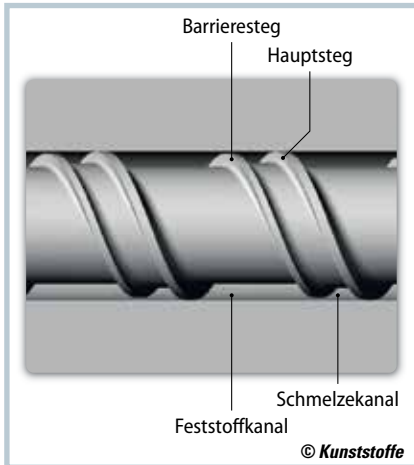


Bild 2. Prinzipieller Aufbau der Barrierezone (Quelle: KraussMaffei)

Die Autoren

Dipl.-Ing. (BA) Thomas Hungerkamp ist Gruppenleiter Entwicklung von Plastifiziersystemen bei der KraussMaffei Technologies GmbH, München; thomas.hungerkamp@kraussmaffei.com

Klaus Zeiler ist Head of Global Business Development Spritzgießtechnik bei KraussMaffei; klaus.zeiler@kraussmaffei.com

Service

Literatur & Digitalversion

Das Literaturverzeichnis und ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/2960867

English Version

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

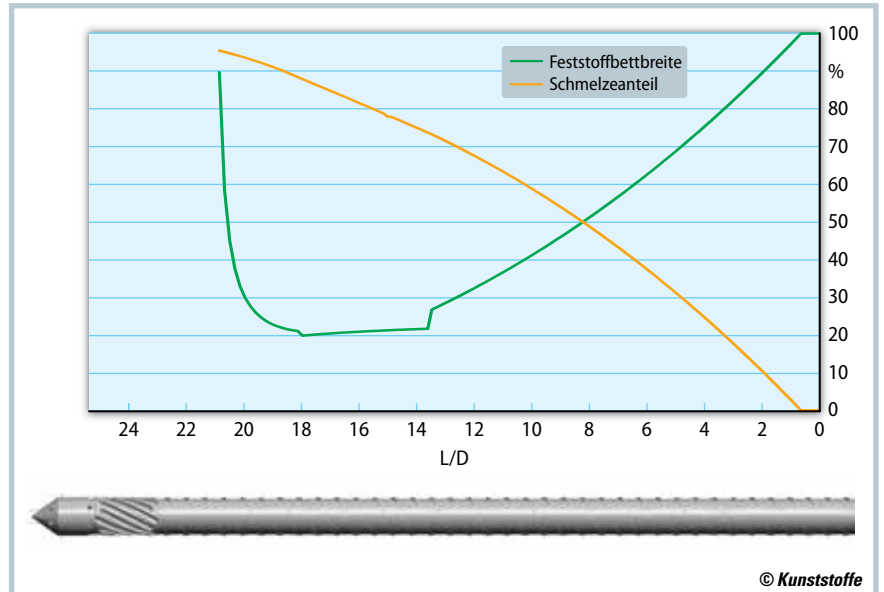


Bild 3. Errechneter Aufschmelzverlauf bei ungünstiger Schneckenauflage: Die Förderleistung der Schnecke ist höher als ihre Aufschmelzleistung (Quelle: KraussMaffei)

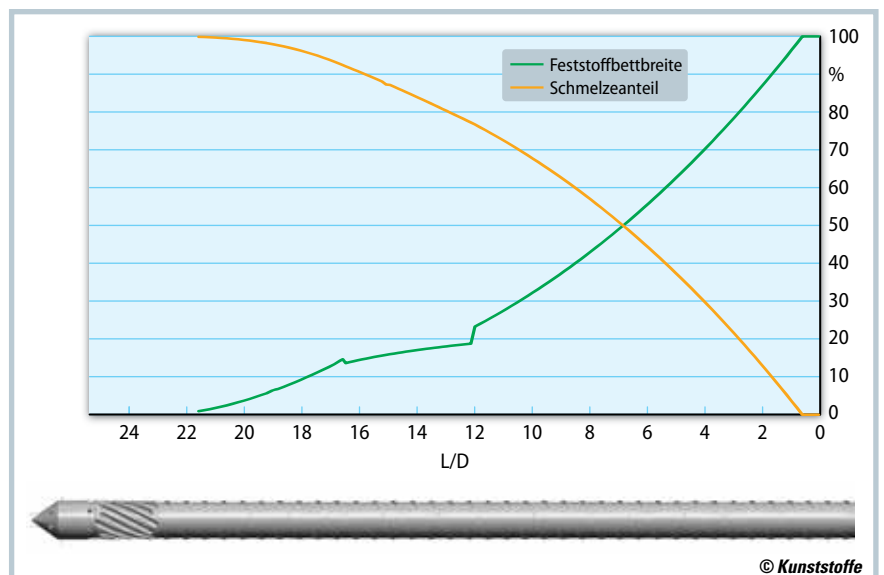


Bild 4. Errechneter Aufschmelzverlauf bei günstiger Schneckenauflage: Der Schmelzeanteil erreicht schon vor dem Ende der Barrierezone einen Anteil von 100% (Quelle: KraussMaffei)

Voraussetzung für eine hohe Plastifizierleistung ist in jedem Fall, dass die einzelnen Zonen der Barrierschnecke sorgfältig aufeinander abgestimmt werden. Die Ermittlung der optimalen Schneckenengeometrie erfolgt anhand von Erfahrungswerten, Modellrechnungen und Versuchsreihen. Unterstützend wird eine spezielle Simulationssoftware auf Basis physikalisch-mathematischer Berechnungsmodelle eingesetzt. Der errechnete Aufschmelzverlauf bei nicht materialgerechter Auslegung der Schnecke zeigt, wie sich der Querschnitt des Feststoffkanals in stärkerem Maße verringert als der Feststoff abschmilzt (**Bild 3**). Dies bewirkt, dass die Schnecke vor dem Ende des Barriereabschnitts „verstopft“.

Mit anderen Worten: Die Förderleistung der Schnecke ist höher als ihre Aufschmelzleistung. Ein verringerter Durchsatz und ein erhöhter Verschleiß von Schnecke und Schneckenzyliner

sind die Folge. Hingegen erreicht bei einem günstigen Aufschmelzverlauf der Schmelzeanteil schon vor dem Ende der Barrierezone einen Anteil von 100%; die Feststoffbettbreite nimmt kontinuierlich auf Null ab (**Bild 4**).

Eine Besonderheit großvolumiger Teile für Transport und Verpackung besteht darin, dass als Material überwiegend PE-HD zum Einsatz kommt. Dies beruht u. a. auf dem günstigen Materialpreis und auf den guten mechanischen und chemischen Eigenschaften von PE-HD. Der Schmelzindex als Maß für die Fließfähigkeit der Schmelze liegt bei den verwendeten Materialtypen üblicherweise im Bereich von 4 bis 8 g/10 min (ermittelt bei einer Temperatur von 190 °C und einer Last von 2,16 kg). Der Einsatz von Universal-Dreizonenschnecken, die in der Lage sind, verschiedene Kunststoffe mit stark unterschiedlichem Aufschmelz- und Fließverhalten zu verarbeiten, ist daher bei der Herstellung solcher

Formteile in der Regel nicht erforderlich. Vielmehr kann die Geometrie der Barrierschnecke sehr genau an die thermodynamischen und rheologischen Eigenschaften von PE-HD angepasst und dadurch eine Plastifizierleistung erreicht werden, die 20 bis 50% über dem Niveau von Dreizonenschnecken liegt.

Vorteile für den Verarbeiter

KraussMaffei bietet die so optimierte Barrierschnecke unter der Bezeichnung HPS (High Performance System) für Spritzaggregat von SP6100 bis SP101000 an und deckt damit Schussgewichte bis zu 52 kg ab. Für die ausschließliche Eigenfertigung dieser Schnecken bis zu einem Durchmesser D250 steht ein Maschinenpark mit neuester Dreh-, Fräs- und Wirbeltechnik zur Verfügung. Eine Anlage für das Plasma-Pulver-Auftragsschweißen ermöglicht es, im Hause entwickelte Verschleißschutzschichten auf die Schneckenstege aufzubringen.

Die HPS-Barrierschnecke liefert eine höhere Plastifizierleistung als konventionelle Schnecken. Das bedeutet, dass der Plastifiziervorgang weniger Zeit in Anspruch nimmt und sich auch bei relativ kurzen Kühlzeiten gut in den Gesamtzyklus integrieren lässt. Zusatzeinrichtungen wie ein elektrischer Schneckenantrieb sind daher seltener erforderlich, sodass die Anschaffungskosten der Maschine sinken.

Auch auf die Gesamtbetriebskosten einer Maschine kann sich der Einsatz einer Barrierschnecke günstig auswirken. Im Allgemeinen nimmt die Plastifizierleistung einer Schnecke verschleißbedingt mit der Zeit ab. Dies gilt umso mehr, wenn Rezyklate mit korrosiven oder abrasiven Verunreinigungen verarbeitet werden. Bei einem hohen Ausgangswert der Plastifizierleistung wird der Zeitpunkt, zu dem die Schnecke verschleißbedingt ausgetauscht werden muss, später oder im besten Fall gar nicht erreicht. Die Standzeiten einer materialgerecht ausgelegten Barrierschnecke sind länger als die Standzeit einer konventionellen Dreizonenschnecke.

Ein weiterer Vorteil der Barrierschnecke besteht darin, dass sie durch die Scherung der Schmelze über dem Barrieresteg eine homogenere Schmelze erzeugt. Die thermische Homogenität der Schmelze führt dazu, dass in der Spritzgießfertigung mit niedrigeren Massetemperaturen und dementsprechend kürzeren Kühlzeiten gearbeitet werden kann. Farbpigmente werden gleichmäßig in der Schmelze verteilt. Dadurch verbessert sich die optische Qualität des Endprodukts bei geringstmöglichem Einsatz von Masterbatch.

Fazit

Die Vorteile der Barrierschnecken kommen bei Anwendungen mit großen Schussgewichten besonders klar zur Geltung. Einerseits liegen die Plastifizierleistungen deutlich über dem Niveau herkömmlicher Schnecken ohne Barrierezone. Andererseits lassen sich durch die präzise Anpassung der Schneckengeometrie an das Aufschmelz- und Fließverhalten des verarbeiteten Kunststoffes zahlreiche zusätzliche verfahrenstechnische Vorteile erreichen. Dazu gehören eine bessere Schmelzhomogenität, niedrigere Massetemperaturen und weniger Schneckenverschleiß. In der Praxis heißt das für den Verarbeiter, dass er die Gesamtbetriebskosten verringern und eine höhere Produktqualität erzielen kann. ■