

Rund um die Plastifizierschnecke

Teil 3 der Serie befasst sich mit Versuchen zur Optimierung der Schneckengeometrie

Im zweiten Teil der Serie wurden anhand einer Beispielgeometrie Berechnungen zum Durchsatzverhalten, Druckaufbauvermögen und zum Aufschmelzverlauf durchgeführt. Diese Ergebnisse sollen nun näher betrachtet und in weiterer Folge optimiert werden. Dazu gilt es die Auswirkungen bei der Anpassung einiger ausgewählter Geometrieparameter zu untersuchen und interpretieren.



Durch empirische Versuche und simulationsgestützte Versuchsreihen lässt sich eine Schnecke so auslegen, dass sie für die jeweilige Anwendung maßgeschneidert ist © Wittmann Battenfeld

Die Hauptaufgabe einer Plastifiziereinheit besteht darin, das Kunststoffgranulat aufzuschmelzen und die Formmasse zu homogenisieren. Weit verbreitet sind Plastifiziereinheiten, in denen der beheizte Massezylinder mit einer Dreizonenschnecke kombiniert wird. In der Einzugszone wird das Granulat aus dem Trichter in die Plastifiziereinheit eingezogen. In der Kompressionszone verengt sich der Schneckengang, sodass die Formmasse verdichtet wird und durch das Zu-

sammenspiel aus entstehender Reibungswärme und beheiztem Zylinder schmilzt. In der Meteringzone wird die viskose Schmelze durchmischt, um sowohl Additive und Füllstoffe als auch die Wärme gleichmäßig zu verteilen.

Ergebnisse der Erstberechnung

In den vorangegangenen Ausgaben 2/2020 und 3/2020 der **Kunststoffe** wurde über die Grundlagen der Auslegung ei-

ner Plastifiziereinheit und Schneckengeometrie berichtet. Anhand einer Beispielgeometrie wurden Berechnungen zum Durchsatzverhalten, Druckaufbauvermögen und zum Aufschmelzverlauf durchgeführt. Die mittlere Dosierleistung lag in diesem Beispiel bei etwa 12,49 g/s, bei 80 bar Staudruck und einer Schneckenumfangsgeschwindigkeit von 300 mm/s. Dieser Wert soll in nachfolgenden Versuchen zur Geometrieoptimierung verbessert werden.

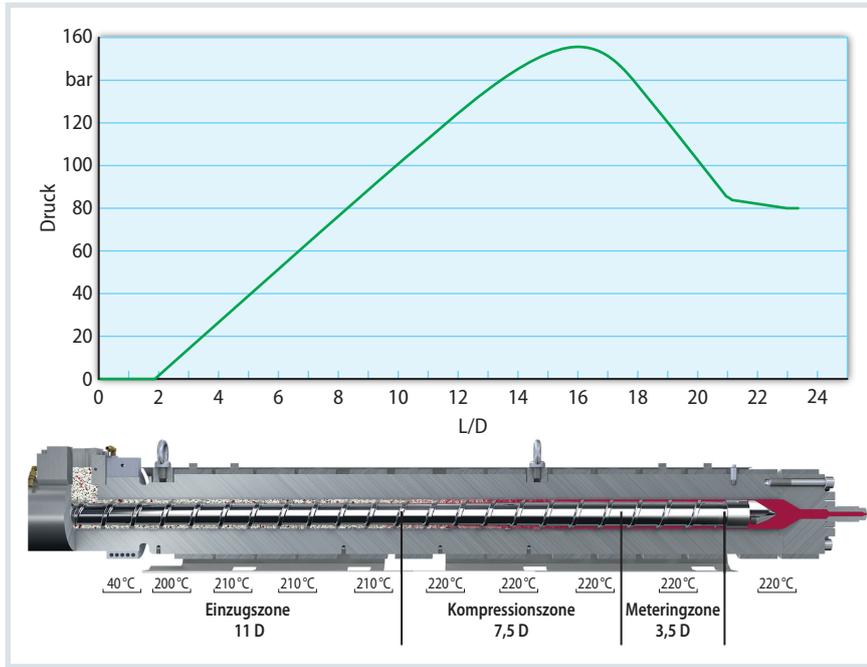


Bild 1. Erster Versuch zur Geometrieoptimierung: Druckverlauf entlang der Schnecke bei der Hubposition 50 mm Quelle: Wittmann Battenfeld, Grafik: © Hanser

Zone	Länge [D]	Gangtiefe [mm]	Gangsteigung [mm]	Gangzahl [-]
Einzugszone	11,00	6,40	50,00	1
Kompressionszone	5,50	6,40 – 3,20	50,00	1
Meteringzone	5,50	3,20	50,00	1
Ring-Rückström-sperre	1,96			

Tabelle 1. Geometrieoptimierung, Versuch 1: Die Länge der Meteringzone wird verkürzt, die der Kompressionszone verlängert Quelle: Wittmann Battenfeld

Wie in der letzten Ausgabe dargestellt, zeigte die Schnecke einen deutlichen Überschuss im Druckaufbauvermögen. Bei einem Staudruck von 80 bar erzielte die Schnecke einen Spitzendruck von knapp 160 bar. Dieser Spitzenwert soll im Sinne einer materialschonenden Plastifizierung unter 120 bar gebracht werden.

Der Aufschmelzverlauf hingegen war äußerst positiv, denn das Material war bereits bei einer Schneckenlänge von etwa $L/D \approx 8$ (in Förderrichtung) vollständig aufgeschmolzen. Hier gilt es bei jeglicher Änderung zu verhindern, dass Feststoff bis tief in die Meteringzone gelangt. Dies kann nämlich im Extremfall zu Verschleiß an Schnecke, Zylinder und Rückström-sperre führen. Letztlich ist dies auch ein Grund dafür, eine vom Materialhersteller empfohlene Mindestverweilzeit nicht zu unterschreiten.

Schritt 1 der Geometrieoptimierung: Meteringzone verkürzt

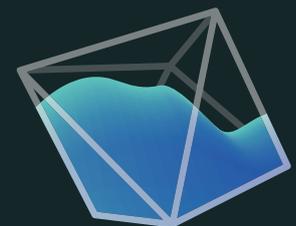
Im ersten Schritt soll die Länge der Meteringzone reduziert werden. Die Idee dahinter ist, dass die Meteringzone mit ihrer niedrigen Gangtiefe und beträchtlichen Länge eine entsprechende Stauwirkung gegenüber den rückwärtigen Schnecken-zonen aufbaut. Das lässt sich auch daran erkennen, dass die Druckspitze derzeit gegen Ende der Kompressionszone auftritt. Die Länge der Meteringzone wird für den ersten Versuch von 5,5D auf 3,5D verkürzt. Um die Gesamtlänge von 22D zu erhalten, soll die Kompressionszone entsprechend (von 5,5D auf 7,5D) verlängert werden (**Tabelle 1**).

Der Einfluss auf die Druckspitze ist vernachlässigbar. Jedoch wird nun das Druckgefälle in der Meteringzone steiler, weil der Druckpeak näher an die »



Kostenreduktion durch Simulation mit CADMOULD

Die Verwendung von Simulationssoftware vermeidet Korrekturschleifen und gestaltet somit den gesamten Projektfluss effizienter – weniger Arbeitsaufwand, mehr Produktivität.



CADMOULD

CADMOULD.COM

Rückström Sperre gerückt ist (Bild 1). Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass der Einfluss auf Aufschmelzverlauf und Durchsatz ähnlich gering ist. Das Aufschmelzen ist nun bei $L/D = 8,9$ abgeschlossen, die mittlere Dosierleistung liegt bei 13,02 g/s.

Schritt 2 der Geometrieoptimierung: Meteringzone vertieft

Da die Verkürzung der Meteringzone nur wenig brachte, soll im zweiten Schritt die Gangtiefe betrachtet werden. Dazu wird nun die Einteilung der Zonen auf die Ausgangslänge zurückgesetzt (Einzugszone 50% der Gesamtlänge, Metering- und Kompressionszone je 25%). Das Gangtiefenverhältnis von 2 soll beibehalten werden, jedoch soll die Meteringzone zwischen 25 und 30% tiefer ausgeführt werden. Durch Runden kommt man etwa auf 3,2 mm Gangtiefe in der Meteringzone (Tabelle 2).

Bei der Auswertung ist zu erkennen, dass der Druck in der Spitze von vormals 158 bar auf 129 bar sinkt (Bild 2). Interessant ist, dass eine Vergrößerung der Gangtiefe um 28% die Stauwirkung wesentlich stärker reduziert als eine Verkürzung der Meteringzone um etwa 36%.

Auch an dieser Stelle sollen die mittlere Dosierleistung von 15,23 g/s und der Punkt der vollständigen Aufschmelzung

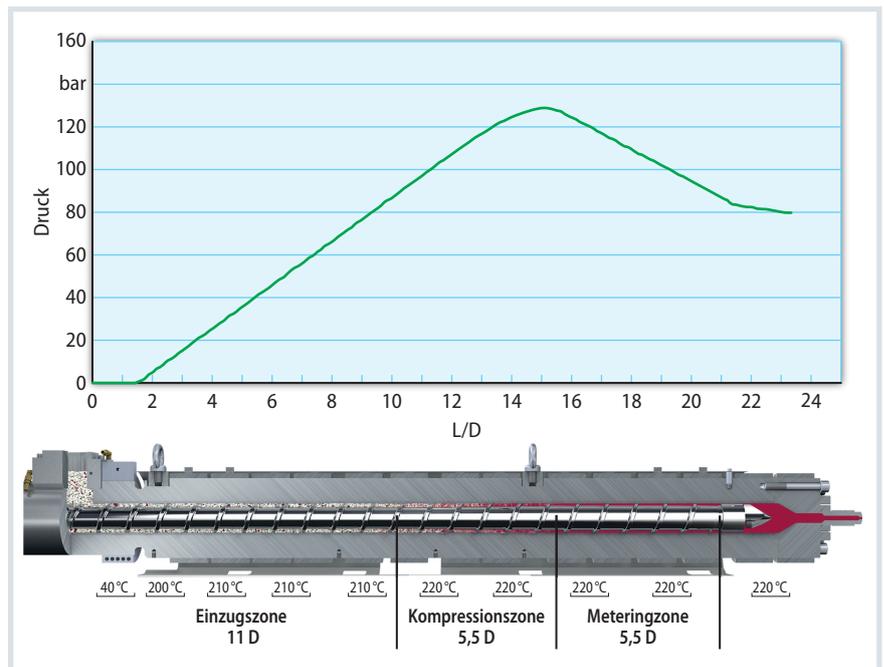


Bild 2. Zweiter Versuch zur Geometrieoptimierung: Druckverlauf nach Erhöhung der Gangtiefe um ca. 28% Quelle: Wittmann Battenfeld, Grafik: © Hanser

bei $L/D = 10,4$ erwähnt werden. Weiter können in ähnlicher Weise das Kompressionsverhältnis, die Zonenlängenverhältnisse etc. variiert und deren Einfluss auf die Verarbeitungsparameter optimiert werden.

Eine Schneckengeometrie, die universell einsetzbar ist

Werden nun die Untersuchungen für viele verschiedene Materialien durchgeführt, aufeinander abgestimmt und so auf einen Nenner gebracht, gelangt man zu einer Schneckengeometrie, die universell einsetzbar ist. Die Wittmann Battenfeld GmbH, Kottlingbrunn/Österreich, vertreibt diese Universalschnecken unter dem Namen Unimelt. Sie zeichnen sich durch ihr breites Einsetzspektrum bei der Verarbeitung von Thermoplasten aus. In Kombination mit dem entsprechenden Verschleißschutzpaket ergibt sich ein lang-

lebigeres Plastifiziersystem. Falls in diesem Rahmen eine besondere Herausforderung zu meistern ist, steht dem Anwender das Ingenieursteam von Wittmann Battenfeld zur Seite, um eine passende Plastifizierlösung zu erarbeiten.

Fazit

Durch empirische Versuche und simulationsgestützte Versuchsreihen lässt sich eine für die jeweilige Anwendung maßgeschneiderte Schnecke auslegen (zum Beispiel geringer Druckaufbau oder hoher Plastifizierstrom). Außerhalb dieser Anwendung kann eine solche Schnecke jedoch nicht ihr volles Potenzial ausschöpfen. Es ist ebenfalls möglich, durch eine umfassende Versuchsvariation eine Universalschnecke zu generieren, die bei unterschiedlichsten Materialien und Prozessparametern gute Leistungen erbringt. ■

Der Autor

Filipp Pühringer leitet die Abteilung „Verfahrenstechnische Entwicklung“ der Wittmann Battenfeld GmbH in Kottlingbrunn/Österreich.

Hinweis

Die beiden ersten Teile dieser dreiteiligen Serie widmeten sich den Grundlagen der Auslegung einer Plastifiziereinheit und ersten Schritten in Richtung einer Optimierung der Schneckengeometrie. Sie sind erschienen in *Kunststoffe*, Ausgabe 2/2020, S. 57–59, und 3/2020, S. 79–81.

Service

Digitalversion

➤ Ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/2020-04

Zone	Länge [D]	Gangtiefe [mm]	Gangsteigung [mm]	Gangzahl [-]
Einzugszone	11,00	5,00	50,00	1
Kompressionszone	7,50	5,00 – 2,50	50,00	1
Meteringzone	3,50	2,50	50,00	1
Ring-Rückström Sperre	1,96			

Tabelle 2. Geometrieoptimierung, Versuch 2: Die Schnecke wird tiefergeschnitten
Quelle: Wittmann Battenfeld