

Extrusion

Für die Extrusion wird im wesentlichen die hochmolekulare Marke Ultraform® H4320 eingesetzt. Ferner steht Ultraform® H2320 004 für kleinere Rohre und Tafeln zur Verfügung.

Die gebräuchlichste Schneckenart für POM war bis vor einigen Jahren die Kurzkompressionsschnecke.

Nach BASF-Erfahrungen kann Ultraform® besonders vorteilhaft mit Dreizonen-Schnecken mit einer Gesamtlänge L von 20 bis 25 D und einer konstanten Gangsteigung von ca. 1D verarbeitet werden. Tabelle 1 enthält Vorschläge zur Schneckenengeometrie für die am häufigsten gebrauchten Extrudergrößen. Durch eine angemessen lange Einzugszone und eine verlängerte Kompressionszone mit einem Kompressionsverhältnis von höchstens 3:1 lässt sich die Materialbeanspruchung und -schädigung infolge Friktion deutlich herabsetzen.

Länge der Funktionszonen				Gangtiefen		
Gesamtlänge	L	20-25	D	D	h_E	h_A
				mm	mm	mm
Einzugszone	L_E	8	D	45	7,7	2,8
Kompressionszone	L_K	3-5	D	60	9,3	3,3
Ausstoßzone	L_A	9-12	D	90	10,8	3,8

D = Schneckendurchmesser

h_E = Gangtiefe in der Einzugszone

h_A = Gangtiefe in der Ausstoßzone

Tabelle 1: Richtwerte für die Schneckenengeometrie (Extrusion)

Herstellung von Halbzeugen

Dickwandige Hohl- und Vollprofile werden meist nach dem Kühldüsen-Extrusionsverfahren hergestellt. Die Abmessungen für die Standardformate von solchen Profilen aus POM und die Qualitätsanforderungen hierfür sind genormt:

- Rundstäbe DIN 16980 und 16985 (Neu: DIN EN 1549)
- Platten DIN 16986
- Hohlstäbe DIN 16809, 16978 und 16983

Die Anforderungen in DIN 16985 lassen sich mit Ultraform® H4320 sehr sicher erfüllen, weil diese Marke bei materialgerechter Verarbeitung kaum zum Verfärben und zur Lunkerbildung neigt. Dieser Typ bietet gegenüber herkömmlichen Produkten eine deutlich gesteigerte Verarbeitungsgeschwindigkeit.

Kraftstofffiltergehäuse



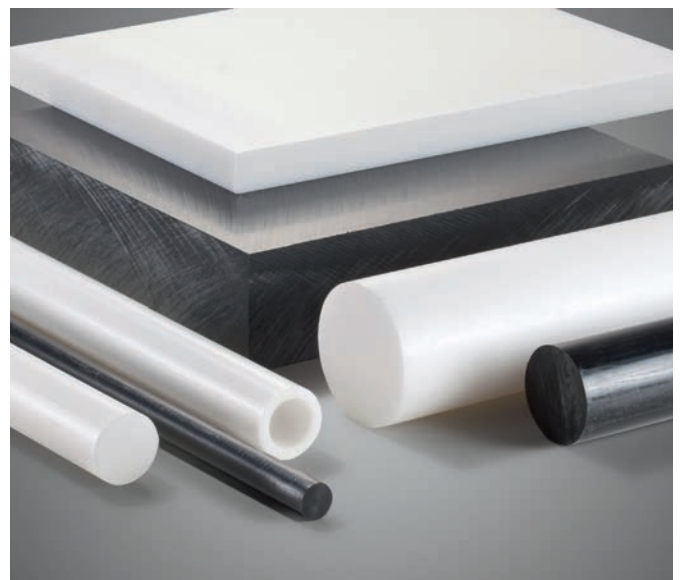
Die zwangsläufig lange Verweilzeit der Schmelze bei der Halbzeugextrusion erfordert es, die Massetemperatur möglichst niedrig zu halten. Bei dickeren Rundstäben sollte sie z. B. nicht über 175°C bis 180°C liegen.

Die Volumenschrumpfung lässt sich durch hohen Druck und eine der Wanddicke angepasste Ausstoßgeschwindigkeit ausgleichen.

Bedingt durch das zeitlich und örtlich unterschiedliche Erstarren und die Abkühlung der Schmelze können Spannungen entstehen. Sie lassen sich durch eine nachträgliche Wärmebehandlung abbauen. Bei hohen Anforderungen an die Dimensionsstabilität ist die Temperung unumgänglich. Sie kann in Luft, Flüssigwachs oder Öl bei Temperaturen von 130°C bis 150°C, meist 140°C bis 145°C vorgenommen werden; darunterliegende Temperaturen sind wenig effizient, die Dauer richtet sich nach der Wanddicke (10 Minuten pro 1 mm Wanddicke).

Ultraform® H4320	
Stabdurchmesser	60 mm (4fach)
Extruder	45 mm Ø, 22 D
Schnecke – Zoneneinteilung – Gangtiefen	$L_A = 9 D, L_E = 9 D, L_K = 4 D$ $h_E/h_A = 7,5/2,5 \text{ mm}$
Temperaturführung – Extruder – Adapter – Werkzeug beheizt – Werkzeug gekühlt	200/180/170°C 175°C 175°C 20°C
Schneckendrehzahl	42 min ⁻¹
Abzugsgeschwindigkeit	20 mm/min (je Stab)
Durchsatz	17 kg/h

Tabelle 2: Verarbeitungsbeispiel für die Herstellung von Rundstäben



Halbzeuge

Herstellung von Rohren

Kleinere Rohre aus Ultraform® werden hauptsächlich als Schutz- und Führungsrohre für Bowdenzüge eingesetzt. Ihr Außendurchmesser liegt zwischen 3 und 10 mm, die Wanddicke beträgt 0,4 - 1,0 mm.

Für die Herstellung der Rohre ist das Vakuum-Wasserbad-Verfahren zu empfehlen. Zur Kalibrierung eignen sich hintereinander angeordnete Blenden (Paket) oder auch radial geschlitzte oder gebohrte Kalibrierhülsen. In beiden Fällen ist der Innendurchmesser der Kalibrierung etwa 2,5 Prozent größer zu wählen als der gewünschte Außendurchmesser des herzustellenden Rohres. Diese Differenz entspricht erfahrungsgemäß der Verarbeitungsschrumpfung. Um die mit diesem Produkt möglichen Abzugsgeschwindigkeiten ausnutzen zu können, muss das Verhältnis von Düsendurchmesser des Rohrkopfes zu Innendurchmesser des Kalibrierrohres je nach Rohrabmessung etwa 2:1 bis 4:1 betragen. Der Düsenpalt des Rohrkopfes soll 3 bis 4mal so groß sein wie die gewünschte Wanddicke des Rohres.

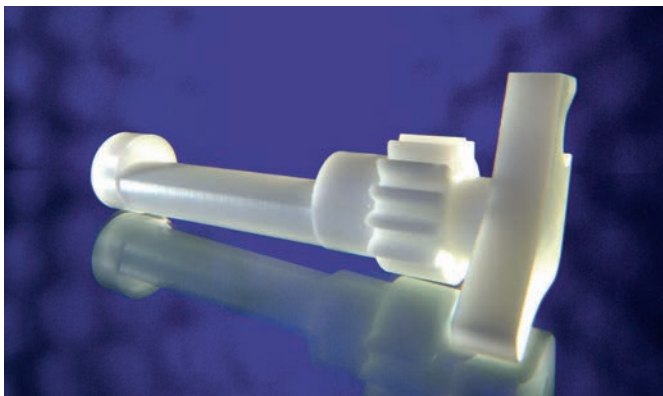
Die schnelle Erstarrung erfordert es, den Abstand zwischen dem Rohrkopf und der Kalibrierung möglichst kurz zu halten. Ist der Abstand zu lang, hat sich die Außenhaut des Schmelzschlauchs beim Einlauf so weit verfestigt, dass das Rohr nicht mehr einwandfrei kalibriert werden kann.

Großformatige, dickwandige Rohre werden vorzugsweise nach dem Vakuum-Wasserbad-Verfahren hergestellt.

Standard-Einrichtungen und -Extrusionsmarken wie Ultraform® H4320 lassen Wanddicken bis maximal 8 mm zu. Bei darüber hinausgehenden Dicken tritt in zunehmendem Maße ein Schmelzefluss in Schwerkraftrichtung auf, der größer werdende Dickendifferenzen zwischen Rohroberseite und -unterseite verursacht.

Rohrabmessungen (Außendurchmesser x Wanddicke)	3,5 · 0,9 mm
Extruder Ø	45 mm, 20 D
Schnecke – Zoneneinteilung: $L_E / L_K / L_A$ – Gangtiefen: h_E / h_A	8D/3D/9D 7,7/2,7 mm
Temperaturführung – Extruder – Adapter – Werkzeug/Düse	180...180°C 180°C 170/170°C
Rohrkopf – Düse Ø – Dorn Ø – Spalt	12 mm 6 mm 3 mm
Vakuum-Wasserbad – Blende Ø – Wassertemperatur	3,6 mm 18°C
Abstand zwischen Rohrkopf und Kalibrierung	ca. 3 cm
Schneckendrehzahl	26 min ⁻¹
Abzugsgeschwindigkeit	16 m/min
Durchsatz	ca. 10 kg/h

Tabelle 3: Verarbeitungsbeispiel für die Herstellung von Rohren aus Ultraform® H2320 004



Halbzeug

Herstellung von Tafeln

Ultraform® H2320 004 eignet sich ausgezeichnet zur Herstellung von Tafeln mit Dicken von 1 bis 6 mm. Die Abmessungen für die Standardformate sind in DIN 16977 genormt, die Qualitätsanforderungen in DIN 16985.

Hergestellt werden Tafeln auf handelsüblichen, horizontal gerichteten Anlagen mit Breitschlitzdüsen, Dreiwalzenglätzwerk und anschließendem Abzug. Die Lippen der Breitschlitzdüsen sollten möglichst nah an den Walzenspalt reichen. Die Temperaturen der Walzen richten sich nach der Tafeldicke und bewegen sich zwischen 130°C und 170°C.

Durchsatz und Abzugsgeschwindigkeit sind so aufeinander abzustimmen, dass sich vor dem Walzenspalt ein kleiner, über die Walzenbreite gleichmäßiger Wulst bildet. Dadurch können Toleranz und Oberflächenqualität der Tafeln günstig beeinflusst werden. Durch Verwendung von Entgasungsextrudern lässt sich die Oberflächenqualität noch weiter verbessern. Ansonsten ist eine Granulatvortrocknung empfehlenswert (etwa drei Stunden, ca. 100°C bis 110°C).

Tafelquerschnitt	770 mm · 1,6 mm		
Extruder	90 mm Ø, 30 D		
Schnecke	$L_E = 9D, L_K = 1,5D, L_A = 6D$ $0,5D$ $L_{E1} = 4,5D, L_{K1} = 1D, L_{A1} = 7,5D$ $h_E/h_A = 10,8/4 \text{ mm}$ $h_{E1}/h_{A1} = 16,8/5,6 \text{ mm}$ 800 mm breit		
– Zoneneinteilung			
– Entgasung			
– Gangtiefen			
– Düse			
Temperaturführung	150/160/160/170/170/155/155/155 °C (während laufender Extrusion)		
– Zylinder			
– Adapter			
– Düse	durchgehend 185 °C		
Dreiwalzenglätzwerk	300 mm Walzendurchmesser		
	Temperatur	oben	170 °C
	(eingestellt)	mitte	145 °C
		unten	140 °C
Schneckendrehzahl	25 min ⁻¹		
Massetemperatur	200 °C		
Abzugsgeschwindigkeit	0,63 m/min		
Durchsatz	68 kg/h		

Tabelle 4: Verarbeitungsbeispiel für die Herstellung von Tafeln aus Ultraform® H2320 004

Herstellung von Monofilien

Ultraform® H2320 004 und H2320 006 eignen sich zur Herstellung von steifen Borsten und technischen Monofilien mit einem Durchmesser bis zu etwa 0,5 mm. Wichtig ist eine sehr rasche Abkühlung und Verstreckung.

Blasformen

Mit Ultraform® E3320 ist die Herstellung von anspruchsvollen Hohlkörpern im Extrusionsblasformen möglich.

Generell ist beim Blasformen von Ultraform® auf eine gute und homogene Aufbereitung der Schmelze zu achten. Es wird empfohlen, eine Schnecke mit wirksamer Schneckenlänge ab 20 D und einer geringen Gangtiefe einzusetzen, damit die Schmelze homogen aufbereitet werden kann. Maddock-, Rautenmischeile, Barrierestege und andere geeignete Schneckenelemente können die Aufbereitung weiter verbessern.

Auch ist eine entsprechende Temperierung, die sich vom klassischen Blasformen unterscheidet, anzustreben. Die Temperierung der Einzugszone auf 100°C bis 230°C unterstützt das Aufschmelzen des Granulats. Die Zonen, die sich an die Einzugszone anschließen, sollten auf eine Temperatur von 180°C bis 230°C aufgeheizt werden. Eine konstante Temperierung oder ein leicht fallendes Temperaturprofil zur Extruderspitze hin mit Schmelzetemperaturen um 200°C begünstigen einen stabilen Schmelzeschlauch und Bauteile mit guten mechanischen Eigenschaften.

Das Blasformwerkzeug sollte vorzugsweise eine Temperatur über 90°C aufweisen. Durch die Temperierung des Werkzeugs wird eine gute Abformung der Werkzeugkavität unterstützt. Der zu wählende Blasdruck ist bauteilabhängig, wird in den meisten Fällen aber zwischen 4 bar und 10 bar liegen.