

## Verarbeitung von VESTAMID® L, D, E und Terra

VESTAMID® Formmassen werden in Granulatform verarbeitet. Dazu empfehlen wir die Einhaltung der im Folgenden aufgeführten Hinweise.

Evonik entwickelt mit seinen Kunden technisch anspruchsvolle Systemlösungen. Daher bieten wir eine umfassende anwendungstechnische Beratung an. Dazu zählt auch die Unterstützung durch Simulationsrechnungen bei der Entwicklung von Werkzeugen und Formteilen.

### Trocknung

VESTAMID® Formmassen werden in Granulatform in feuchtigkeitsdichten Gebinden mit 25 kg Fassungsvermögen geliefert, nach beidseitiger Übereinkunft auch in Oktabins zu 1000 kg. Aus einem gerade geöffneten Gebinde können die Formmassen ohne weitere Vortrocknung sofort verarbeitet werden. Die Lagerungsdauer ist bei üblichen Lagerbedingungen nahezu unbegrenzt, wenn die Verpackung nicht beschädigt ist. Eine Lagertemperatur von 45 °C sollte – vor allem bei

weichgemachten Formmassen – nicht überschritten werden.

Vor dem Öffnen eines Gebindes sollte der Inhalt Umgebungstemperatur angenommen haben, damit sich kein Kondenswasser bilden kann. Da VESTAMID® Granulat langsam Luftfeuchtigkeit aufnimmt, müssen angebrochene, nicht entleerte Säcke wieder so dicht wie möglich verschlossen werden. Der mit einem Deckel verschlossene Vorratstrichter der Verarbeitungsmaschine sollte nur mit soviel Granulat gefüllt werden, wie in etwa zwei Stunden verarbeitet werden kann.

Eine Trocknung ist nur dann erforderlich, wenn die Verpackung beschädigt ist oder für mehr als zwei Stunden geöffnet war. In diesen Fällen sollten die Formmassen so lange getrocknet werden, bis der Wassergehalt wieder unter 0,1 % gesunken ist. Ein zu hoher Feuchtigkeitsgehalt in der Formmasse führt zu Problemen in der Verarbeitung und schlechten Formteileigenschaften.

### Empfohlene Trocknungsbedingungen für VESTAMID® Formmassen

Typ	Trocknungs- temperatur [°C]	Trocknungszeit [h]		
		Trockenlufttrockner	Umlufttrockner	Frischlufttrockner
PA 12	80 – 100	2 – 4	2 – 16	2 – 10
PA 12 weichgemacht	80	2 – 4	2 – 12	2 – 8
PA 1010	80 – 100	2 – 4	2 – 16	2 – 10
PA 1010 weichgemacht	80	4	2 – 12	2 – 8
PA 612	80 – 100	2 – 4	2 – 16	2 – 10
PA 612 weichgemacht	80	4	2 – 12	2 – 8
PA 610	80 – 110	2 – 4	2 – 16	2 – 10
PA 610 weichgemacht	80	4	2 – 12	2 – 8
PA 1012	80 – 100	2 – 4	2 – 16	2 – 10
PA 1012 weichgemacht	80	4	2 – 12	2 – 8
PEBA	80	2 – 4	2 – 10	2 – 6

## Unverträglichkeit mit anderen Thermoplasten

VESTAMID ist mit den meisten anderen Kunststoffen, auch mit anderen Polyamiden, nicht verträglich. Selbst die VESTAMID® Formmassen auf Basis von PA 12 und PA 612 sind nicht miteinander verträglich. Nur zwischen den PA 12-Formmassen und den PA 12-Elastomeren besteht eine begrenzte Verträglichkeit. Formteile aus VESTAMID®, die Spuren eines fremden Kunststoffes enthalten, weisen im allgemeinen schlechtere Eigenschaften auf verglichen mit einem Formteil aus einem nicht verunreinigten VESTAMID®. Durch Verunreinigung mit Fremdmaterial vermindert sich besonders die Festigkeit von Zusammenflussstellen der Schmelze hinter Pinolen bei der Extrusion oder hinter Kernen beim Spritzgießen. Vor Produktionsbeginn muss die Verarbeitungsmaschine daher sorgfältig gereinigt werden.

## Einfärben von VESTAMID®

Wir liefern VESTAMID® Formmassen in einer Reihe von Standardfarben. Spezielle Farbeinstellungen sind bei einer ausreichend großen Abnahmemenge möglich.

VESTAMID® Formmassen können auch während der Verarbeitung eingefärbt werden. Hier sollten bevorzugt Masterbatches auf Basis PA 12 für PA 12- oder PEBA-Formmassen und PA 612 für PA 612-Formmassen verwendet werden. Gleiches gilt für PA 610, PA 1010 und PA 1012 Formmassen. Die Trockeneinfärbung mit fein gepulverten Farbmitteln ist ebenfalls möglich, aber unbequem; eine pneumatische Förderung des Granulats ist dann ausgeschlossen. Die Verwendung von Farbpasten auf „neutraler“ Basis (z. B. Polyethylen) kann zu Unverträglichkeiten mit der VESTAMID® Formmasse und schließlich zu schlechten Eigenschaften des Formteils führen (geringe Bindenahtfestigkeit oder Kälteschlagzähigkeit). Daher sollte die Verträglichkeit der Farbpaste unbedingt vorab geprüft werden.

## Verarbeitung von VESTAMID® Formmassen

Im Allgemeinen sollte bei der Verarbeitung von Thermoplasten auf eine ausreichende Belüftung der Fertigungshalle geachtet werden. Es empfiehlt sich, über der Maschinendüse eine zusätzliche Absaugung anzubringen. Dies gilt in erhöhtem Maße bei der Verarbeitung von weichmacher- oder flammenschutzhaltigen Formmassen.

Unter ungünstigen Bedingungen, beispielsweise der Verarbeitung bei zu hohen Temperaturen oder dem Abbrennen von Polymerresten bei der Reinigung von Schnecken, können geringe Mengen gesundheitsgefährdender flüchtiger Substanzen entstehen. Deshalb sollte das Reinigen der Schnecken durch Abbrennen immer unter einem Abzug erfolgen. Weitere Angaben sind dem jeweiligen Sicherheitsdatenblatt zu entnehmen.

## Spritzgießen

### Plastifizierereinheit

#### Schnecke und Zylinder:

- Dreizonenschnecke mit einer Länge von 18 bis 22 D
- Gangtiefenverhältnis  $\geq 2$
- Minimale Gangtiefe: Meteringzone 2 mm, im Einzugsbereich 4 mm
- Schnecken- und Zylinderdurchmesser sollten so gewählt werden, dass ein Einzugsbereich von 1 D bis 3 D realisiert werden kann.

Weitere Informationen siehe Abbildung Dreizonenschnecke auf S. 3.

#### Schneckenumfangsgeschwindigkeit:

- Optimale Einstellung im Bereich von 3 - 12 m/min
- Höhere Geschwindigkeiten (z.B. > 18 m/min) sind möglich, können aber zu Problemen bei der Verarbeitung führen.

#### Düse:

- Im Allgemeinen sind offene Düsen zu bevorzugen. Bei Formmassen mit geringer Viskosität (z.B. VESTAMID® L1670, VESTAMID® L1723) werden fremdbetätigte Verschlussdüsen (z.B. Nadelverschlussdüsen) empfohlen.
- Der Bohrungsdurchmesser sollte ca. 0.5 bis 1 mm kleiner als der Anguss sein.

#### Rückstromsperre:

- Abstand zwischen Rückstromsperre und Zylinder  $\leq 0,02$  mm

#### Reinigung:

- Bei geringen Verunreinigungen (z.B. bei Produktwechsel)
  - 1) Bereitstellen von hochviskosem PP und Reinigungsgranulat PLEXIFIX in einem Mischungsverhältnis von 2:1
  - 2) Erhöhen der Temperatureinstellungen der Heizzonen um 30 bis 40 K, aber nicht über 300 °C
  - 3) Die Mischung mit erhöhtem Dosierweg und Staudruck plastifizieren und dann

mit hoher Geschwindigkeit ins Freie spritzen.

- 4) Anschließend mit der neuen Formmasse solange spülen, bis in der Schmelze keine Verunreinigungen mehr zu erkennen sind.
- Hartnäckige Verunreinigungen
    - können zumeist nur durch eine mechanische Reinigung von Schnecke, Zylinder, Rückstromsperre etc. beseitigt werden.
    - In einigen Fällen führt schon die Verwendung spezieller Reinigungsmittel wie RAPID PURGE, SUPERNOVA oder ASACLEAN zum Erfolg.

### Schließenheit

#### Zuhaltekraft:

- Richtgröße für den Forminnendruck bei der Verarbeitung von VESTAMID® ist 200 – 600 bar.

### Werkzeug

#### Anguss:

- Alle herkömmlichen Anguss-Anschnittsysteme sind möglich.
- Durchmesser bzw. Dicke des Nadel-, Tunnel- und Filmangusses  $\geq 0,6$  mm

#### Heißkanal:

- Empfohlen werden von außen beheizte Heißkanalsysteme mit offenen Angussdüsen, Durchmesser  $\leq 0,6$  mm

#### Entlüftung

- Entlüftungsschlitze in der Werkzeugtrennebene 0,01 – 0,03 mm tief, 4 – 5 mm breit

#### Werkzeugstahl:

- Geeignete Stahlsorten sind 1.2767 (X45NiCrMo4), 1.2379 (X155CrVMo121), 1.2312 (40CrMnMo58) und 1.2343 (X38CrMo V 51).

### Druckaufnehmer:

- Die Verwendung eines Forminnendruckaufnehmers zur genauen Einstellung des Umschaltpunktes ist zu empfehlen.

### Entformen:

- Im Allgemeinen ist ein zusätzliches Entformungshilfsmittel nicht notwendig.
- Das Absenken der Werkzeugtemperatur erleichtert sehr häufig das Entformen.
- In der Praxis haben sich Ni-P-PTFE oder TiAlOx als Beschichtungsflächen bewährt.

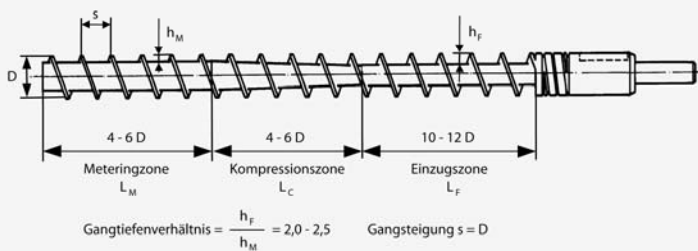
### Verarbeitungsbedingungen

#### Temperaturen:

- Allgemeine Hinweise zu Temperatureinstellungen siehe nachfolgende Tabellen
- Werkzeugtemperaturen für PA 12 und PA 612: 30 – 100 °C, für PEBA: 15 – 40 °C, für PA610, PA 1010 und PA 1012: 60 – 100°C.
- Temperatureinstellungen an der Düse und den düsennahen Heizzonen auf Schmelzetemperaturniveau, bei unverstärkten Formmassen und der Verwendung von offenen Düsen können etwa 10 K tiefere Temperaturen vorteilhaft sein
- Empfohlen wird ein zum Trichter hin abnehmendes Temperaturprofil, in Stufen von 10 K
- Die Temperatur in der Einzugszone sollte zwischen 40 und 80 °C liegen.

### Produktionsunterbrechungen

- Bei kürzeren Produktionsunterbrechungen (bis zu einer Stunde) sollte die Plastifiziereinheit entleert, die Schnecke soweit wie möglich in eine vordere Position gefahren und die Temperaturen auf 150 °C abgesenkt werden.
- Bei längeren Produktionsunterbrechungen sollte zunächst mit PP oder PMMA gespült werden, anschließend die Plastifiziereinheit entleert und die Schnecke soweit wie möglich in eine vordere Position gefahren werden. Zylinderbeheizung ausschalten und das im Trichter verbliebene Material unter Ausschluss von Feuchtigkeit aufbewahren.



Typische Werte für die Spritzgussverarbeitung von VESTAMID:

$L_F$	$L_C$	$L_M$	$h_F^*$	$h_M^*$	$h_F/h_M$
10 D	5 D	5 D	5 mm	2 mm	2,5

\* für 30 mm-Schnecken

### Empfohlene Verarbeitungstemperatur für PA 12

VESTAMID®	Verarb. temperatur [°C]
L1600	190 - 230
L1670	180 - 220
L1700	190 - 230
L1723	190 - 230
L1833	240 - 280
L1901	200 - 240
L1930	240 - 280
L1940	200 - 240
L1950 sw	200 - 240
L2128	200 - 240
L-CF15 sw	230 - 270
L-GB30	230 - 270
L-GF15	230 - 270
L-GF30	240 - 280
L-R1-MHI sw	240 - 280
L-R2-GF25 sw	230 - 270
L-R3-MHI sw	230 - 270
L-R4-MHI sw	230 - 270
L-R7-MHI sw	230 - 270
L-R9-MHI sw	230 - 270
LX9012	200 - 240
X3500 sw	240 - 280
X7000	210 - 250
X7166	200 - 240
X7373	200 - 240+
X7380 sw	240 - 280

(sw = schwarz)

### Empfohlene Verarbeitungstemperatur für PA 612

VESTAMID®	Verarb. temperatur [°C]
D16	230 - 270
D18	230 - 270
D22	250 - 290
DX9300	230 - 270
DX 9323	240 - 280 (GF35)
DX9321	240 - 280
DX9322	240 - 280
X7094	230 - 270
X7099	230 - 270

### Empfohlene Verarbeitungstemperatur für PEBA

VESTAMID®	Verarb. temperatur [°C]
E40-S1	180 - 220
E40-S3	180 - 220
E47-S1	180 - 220
E47-S3	180 - 220
E55-S1	200 - 240
E55-S3	200 - 240
E58-S4	200 - 240
E62-S1	200 - 240
E62-S3	200 - 240
EX9200	200 - 240

### Empfohlene Verarbeitungstemperatur für PA 1010, PA 610 und PA 1012

VESTAMID® Terra	Verarb. temperatur [°C]
DS 16	220 - 250
DS 18	220 - 250
DS 22	230 - 260
DS 18-GF30	230 - 260
HS 16	240 - 270
HS 18	240 - 270
HS 22	240 - 270
HS 18-GF30	240 - 270
DD 16	210 - 240

## Extrusion

### Allgemeine Hinweise

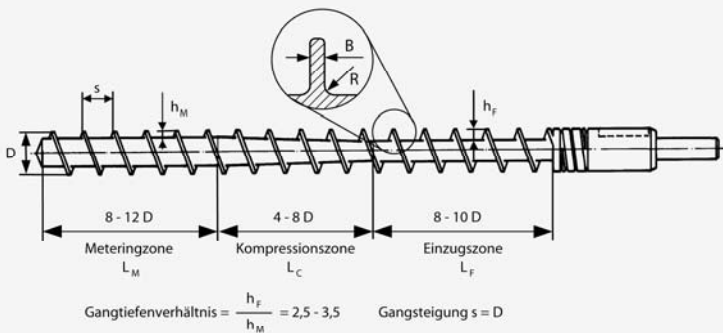
#### Schnecken- und Extruderauslegung:

- Konventionelle Dreizonenschnecken mit einer Länge von  $\geq 24 D$
- Gangtiefenverhältnis von 2,5 bis 3,5:1
- Mögliche Verhältnisse zwischen Einzugs- / Kompressions- / Meteringzone: 2:1:3, 1:1:1
- Radialspiel zwischen Schnecke und Zylinder: 0,1 - 0,2 mm
- Misch- und Scherelemente können die Schmelzehomogenität verbessern (z.B. bei Selbsteinfärbung mit Farbpulvern oder Farbkonzentraten).

Weitere Informationen siehe Abbildung Dreizonenschnecke

Anmerkung: Andere Schneckenkonzepte, z.B. Barrierschnecken, können ebenfalls zu guten Verarbeitungsergebnissen führen.

### Design einer Dreizonenschnecke



Typische Werte für die Extrusionsverarbeitung von VESTAMID:

$L_F$	$L_C$	$L_M$	$h_F^*$	$h_M^*$	$h_F/h_M$	$B^*$	$R^*$
8 D	4 D	12 D	8,4 mm	2,8 mm	3	4,5	3

\* für 45 mm-Schnecken

### Lochplatte

- Bei der Verarbeitung von Originalware nicht nötig; erforderlich bei Einsatz von Siebpaketten, z.B. der Verarbeitung von Regranulat

### Schmelzepumpe

- Empfohlen bei der Verarbeitung von Regranulat oder für den Fall, dass absolut enge Toleranzen im Extrudat eingehalten werden müssen (z.B. bei Barrierschichten in Mehrschichtrohren)
- Im Allgemeinen bei gut ausgelegten Schnecken nicht notwendig

### Temperatureinstellungen

- Der Einzugsbereich muss gekühlt werden.
- Die genauen Temperatureinstellungen hängen sowohl stark von der Art des Extrudats (Folie, Profil, Rohr, u.a.) als auch von der verwendeten Formmasse ab. Daher ist die Angabe exakter Temperatureinstellungen nicht mög-

lich. Die Temperaturen in den ersten Heizzonen des Extruders sollten jedoch ca. 20 K oberhalb der Schmelztemperatur der Formmasse eingestellt werden, danach sollte mit einem ansteigenden Temperaturprofil bis zur Schneckenspitze gearbeitet werden. In manchen Fällen ist es vorteilhaft, die Temperaturen in den Adapter-, Werkzeug- und Düsenheizzonen zu reduzieren, um die Steifigkeit der Schmelze zu erhöhen (z.B. bei der Herstellung von Rohren).

- Optimierungen können durch die Überwachung der Temperatureinstellungen von Heizbändern und der Schmelztemperaturen sowie anhand der Schmelzekonsistenz erfolgen:
  - hoher Druckaufbau und matte Oberflächen der Schmelze: Anheben des Temperaturprofils
  - geringe Schmelzestabilität: Absenken des Temperaturprofils

Liegen größere Abweichungen zwischen den eingestellten und den gemessenen Temperaturen vor, so weist dies auf eine für die VESTAMID® Verarbeitung nicht optimal ausgelegte Schnecke hin.

Die Temperatureinstellungen sollten in allen Heizzonen stets 10 K oberhalb der Schmelztemperatur liegen.

### Reinigung

- 1) Temperaturerhöhung aller Heizzonen um 20 K und Spülen mit PP (MFI 230/5  $\approx$  12 g/10 min)
- 2) Demontieren des Werkzeugs
- 3) Erneutes Spülen mit PP und Absenken der Temperaturen auf ca. 170 °C
- 4) Wechsel auf Reinigungsmischung aus wärmestabilisiertem PVC / Reinigungsflüssigkeit / Glasfaser (Mischungsverhältnis 98:1:1). Sollte das PVC nicht ausreichend stabilisiert sein, so sind Abbaureaktionen sehr leicht möglich.
- 5) Schnecke ziehen und entfernen von anhaftenden Rückständen auf Schnecke und Zylinder
- 6) Entfernen von Kunststoffrückständen vom Werkzeug, anschließend Polieren des Werkzeugs

### Störungssuche, -abhilfe

- Pulsierende Schmelze verursacht durch den Extruder
  - Nicht ausreichende Kühlung des Einzugsbereichs
  - Nicht ausreichende Schmierung des Granulats
  - Inhomogene Granulatform (z.B. bei Verwendung von Regranulat)
  - Druckaufbau im Werkzeug zu niedrig
  - Ungeeigneter Einzugsbereich (genutet/glatt)

- Ungeeignete Schneckenauslegung
- Probleme mit Motor/Getriebe

Anmerkung: Ein Pulsieren der Schmelze kann auch durch eine oder mehrere Komponenten der Nachfolgeeinheit verursacht werden (siehe auch Störungssuche /–abhilfe bei der Rohrextrusion).

- Unstimmigkeiten in der Temperaturmessung
  - Bohrung des Temperaturfühlers verschmutzt
  - Kein Kontakt der Thermofühlerspitze mit dem Metall
- Probleme bei der Übertragung der Messwerte (z.B. durch einen defekten Thermofühler)

## Rohrextrusion

Typische Außendurchmesser liegen im Bereich von 6 bis 16 mm. Für größere Durchmesser sprechen Sie uns an.

### Werkzeug:

- Zur Herstellung von Monorohren sind konventionelle Werkzeugkonzepte (z.B. Stegdornhalterwerkzeug) ausreichend.
- Bügelzonenlänge zwischen 20 und 50 mm
- Abzugsverhältnis (entspricht dem mittleren Werkzeugdurchmesser geteilt durch den mittleren Rohrdurchmesser): 2:1 bis 1,7:1
- Wandstärkenverhältnis (entspricht dem Spalt am Werkzeugaustritt geteilt durch die Wandstärke des Rohres): in etwa gleich dem Abzugsverhältnis zu wählen.
- Die Extrusionslinie sollte mit einem Abzug am Werkzeug ausgerüstet sein, um Dämpfe abzusaugen, die von der Schmelze emittiert werden.

### Kalibrierung

- Rohr- und Scheibenkalibrierungen geeignet
- Einlaufradius der Kalibrierung: 5 bis 6 mm
- Der Einlauf der Kalibrierung sollte gleichmäßig mit einem Wasserfilm bedeckt sein, um die in der Kalibrierung einlaufende Schmelze vorzukühlen. Dies verhindert das Festkleben der Schmelze auf der Oberfläche der Kalibrierung. Sandstrahlen der Oberfläche im Einlauf der Kalibrierung begünstigt die gleichmäßige Verteilung des Wasserfilms.
- Schwankungen im Wasserlauf müssen möglichst klein gehalten werden, Druckschwankungen in der Wasserversorgung können z.B. durch ein Wasserreservoir vermieden werden, das in einer gewissen Höhe oberhalb der Anlage einen statischen Wasserdruck erzeugt.
- Der Innendurchmesser der Kalibrierung sollte ca. 3 bis 6 % größer gewählt werden als der Nenndurchmesser des Rohres.
- Vakuum im Vakuumtank ca. 0,1 bis 0,3 bar; das Vakuum sollte nur für die Feineinstellung des Rohraußendurchmessers gewählt werden. Wird z.B. ein höheres Vakuum benötigt, um

den Nenndurchmesser einzustellen, sollte eine Kalibrierung mit etwas größerem Durchmesser verwendet werden.

### Abzug

- Bandabzüge sind gegenüber Blockabzügen zu bevorzugen.

### Beflammung

- Anzuwenden, um die Haftung der Bedruckung und auch die mechanischen Eigenschaften zu verbessern.
- Die Positionierung der Brenner sollte gleichmäßig um den Umfang des Rohres und nicht nur auf einer Seite des Rohres erfolgen.
- Ein zusätzliches Kühlbad hinter der Beflammung ist notwendig.

### Störungssuche, –abhilfe

Viele Probleme bei der Herstellung von PA 12-Rohren resultieren aus einem falsch eingestellten Wasserlauf beim Einlauf der Schmelze in die Kalibrierung. D.h., die korrekte Einstellung des Wasserlaufs ist von entscheidender Bedeutung für die Qualität des extrudierten Rohres.

### Oberflächenqualität

- Matte Oberfläche
  - Schmelzetemperatur zu gering
  - Ungleichmäßiger Wasserlauf vor der Kalibrierung
  - Verschmutzung der Schmelze mit Fremdmaterial
- Streifen auf der Außenoberfläche
  - Bohrungen in den Führungsscheiben des Vakuumtanks zu klein
  - Ungleichmäßiger Wasserlauf vor der Kalibrierung
  - Werkzeug beschädigt
  - Kalibrierung beschädigt
  - Verschmutzung der Schmelze mit Fremdmaterial
- Blasen auf der Außenoberfläche
  - Feuchtigkeitsgehalt des Granulates zu hoch
  - Vakuum zu hoch
  - Spritzwasser auf der Oberfläche der Schmelze verursacht durch einen zu großen Wasserlauf vor der Kalibrierung
  - Wassertropfen auf der Rohroberfläche vor dem Einlauf in eine Beflammung
  - Große Luftblasen auf der Rohroberfläche im Vakuumtank
- Wellenartige Struktur auf der äußeren und/oder inneren Oberfläche des Rohres
  - Vibration von Komponenten der Extrusionslinie (z.B. Abzug, Ablängeinheit, ...)
  - Bohrungen in den Führungsscheiben zu klein
  - Abzugsgeschwindigkeit bei der Verwendung von Scheibenkalibrierungen zu gering

- Ungleichmäßige Rohroberfläche
  - Abzugs- und/oder Wandstärkenverhältnis zu klein oder zu groß
  - Wasser schwappt im Vakuumtank

#### **Rohrgeometrie**

- Ovale Rohr
  - Vakuum zu gering
  - Abstand zwischen den Bändern des Abzuges zu gering
  - Rohr zu heiß beim Aufwickeln
- Ungleichmäßige Wandstärke
  - Dezentrierung des Werkzeugs
  - Ungleichmäßiger Wasserlauf vor der Kalibrierung
- Rohr verdreht sich bei der Fertigung
  - Ungleichmäßiger Wasserlauf vor der Kalibrierung
  - Abzug im Vergleich zu den anderen Anlagenkomponenten nicht richtig ausgerichtet
- Gekrümmtes Rohr
  - Ungleichmäßige Wandstärkenverteilung
  - Ungleichmäßiger Wasserlauf vor der Kalibrierung
  - Beflammung nur von einer Seite
  - Mangelhafte Ausrichtung von Werkzeug und Kalibrierung
  - Rohr zu heiß beim Aufwickeln

#### **Mechanische Eigenschaften des Rohres**

- Reißdehnung zu gering
  - Vakuum zu hoch
  - Scharfe Kanten in der Kalibrierung
  - Einlaufradius der Kalibrierung zu klein
  - Ungleichmäßiger Wasserlauf vor der Kalibrierung
  - Schmelzetemperatur zu gering
  - Beflammung nur von einer Seite oder auch keine Beflammung
  - Mangelhafte Ausrichtung von Werkzeug und Kalibrierung
  - Verschmutzung der Schmelze mit Fremdmaterial, Dreck, Staub usw.
  - Abbau der Formmasse
- Kälteschlagzähigkeit nicht ausreichend
  - Verschmutzung der Schmelze mit Fremdmaterial, Dreck, Staub usw.
  - Schmelzetemperatur zu gering
- Aufspießen des Rohres
  - Schmelzetemperatur zu gering
  - Verschmutzungen in den Bindenähten

## **Kabelummantelungen**

Maximale Anlagengeschwindigkeiten bis zu 2000 m/min

#### **Werkzeug**

- Schlauchummantelungswerkzeug
- Abzugsverhältnis (entspricht dem Querschnitt des Werkzeugaustritts bezogen auf den Querschnitt der Ummantelung): 15 – 20:1
- Vakuum ca.: 0,2 bar

#### **Kalibrierung**

- Verwendung von vorgekühltem Wasser wird empfohlen

## **Lichtwellenleiterhüllen**

#### **Werkzeug**

- Schlauchummantelungswerkzeug
- Abzugsverhältnis (entspricht dem Querschnitt des Werkzeugaustritts bezogen auf den Querschnitt der Ummantelung): 9:1  
bei Abzugsgeschwindigkeiten > 200 m/min: 12:1 – 15:1
- Balance im Abzugsverhältnis (entspricht dem Verhältnis von Düsen- zu Dorndurchmesser geteilt durch das Verhältnis von Außen- zu Innendurchmesser der Lichtwellenleiterhülle): 1:1
- bei Abzugsgeschwindigkeiten > 200 m/min: 1,2 – 1,3

#### **Kalibrierung**

- Verwendung von vorgekühltem Wasser wird empfohlen

## **Flachfolien und Tafeln**

#### **Walzen**

- Temperatureinstellung im Bereich zwischen 45 und 110 °C

## Bearbeitungsverfahren und Nachbehandlung von Formteilen bzw. Halbzeugen

### Verkleben

Klebflächen sollten sauber und fettfrei sein. Bei der Fertigung von Formteilen, die verklebt werden sollen, wird der Einsatz von Entformungshilfsmitteln nicht empfohlen. Maximale Anlagengeschwindigkeiten bis zu 2000 m/min.

### Kleber

Herkömmliche Kleber auf Basis von

- Epoxid: Ein- oder Zweikomponentenkleber (fugenfüllend); geeignet für größere Klebeflächen; häufig bessere Resultate bei höheren Temperaturen
- Polyurethan: Reaktive Ein- oder Zweikomponentenkleber sowie Schmelzkleber (fugenfüllende, flexible Kleber, oft mit einer längeren Topf- und Aushärtezeit); geeignet für größere Klebeflächen.
- Cyanacrylat: Einkomponentenkleber (sehr kurze Aushärtezeiten); geeignet für dünne Klebefugen und kleinere Klebeflächen

### Vorbehandlung

Eine Verbesserung der Klebekraft kann durch Vorbehandlung der Oberflächen wie Aufrauen, Primern, Coronabehandlung oder Beflammen erreicht werden. Die einschlägigen Sicherheitsvorschriften sind zu beachten.

### Mechanische Bearbeitung

Formteile aus VESTAMID® können durch Sägen, Drehen, Bohren und Fräsen bearbeitet werden. Um Aneinanderkleben oder Aufheizen des Formteils zu verhindern, wird eine zusätzliche Kühlung bei der mechanischen Bearbeitung empfohlen.

### Bedrucken und Lackieren

#### Laserbeschriftung

- Laserbeschriftbare VESTAMID® Formmassen sind verfügbar.

#### Lacke und Druckfarben

- Für den Sublimationsdruck sind die meisten Druckfarben zulässig.
- Siebdruckfarben müssen an den Einsatz von VESTAMID® Formmassen angepasst werden.

### Vor- und Nachbehandlung

- Die Oberflächenvorbehandlung durch Beflammen, Aufrauen oder Coronabehandlung führt normalerweise zu einer verbesserten Haftung der Druckfarben.
- Nach der Bedruckung kann die Haftung in der Regel durch Beflammen oder Tempern verbessert werden.

### Thermoformen von PA 12-Rohren

Die folgenden Angaben beziehen sich weitgehend auf Monorohre, für Mehrschichtrohre können die Thermoformbedingungen unterschiedlich sein.

- Polyethylenglykol: Thermoformtemperatur: 150 – 155 °C, Thermoformdauer: < 5 min
- Heißluft: Thermoformtemperatur: 150 – 170°C, Thermoformdauer: 15 – 30 min
- Dampf: Thermoformtemperatur: 130 – 145 °C (3 – 5 bar Druck), Thermoformdauer: < 1 min
- Andere Thermoformverfahren, z.B. über Infrarotstrahlung oder in einem Hochfrequenzfeld, sind möglich.

### Schweißen

Alle herkömmlichen Verfahren zum Schweißen können angewendet werden; typischerweise sind dies:

- Heizelement-Stumpfschweißen: Die Verwendung von Heizelementen, die mit PTFE beschichtet sind, verhindert ein Ankleben der Formmasse an das Heizelement (Heizelementtemperaturen bis zu 270 °C).
- Ultraschallschweißen: Eine Schweißnahtkontur, z.B. ein Energierichtungsgeber oder eine Quetschnaht, sollte verwendet werden. Die Verschweißung von Formmassen mit niedrigem E-Modul im Fernfeld ist kaum möglich.
- Reibschweißen: möglich durch Rotation oder Vibration
- Hochfrequenzschweißen

### Kontakte

**Dr. Karl Kuhmann;** karl.kuhmann@evonik.com

### Guenter Schulz (Injection molding)

guenter.schulz@evonik.com

### Rainer Göring (Extrusion)

rainer.goering@evonik.com

® = eingetragene Marke

August 2011

Unsere Informationen entsprechen unseren heutigen Kenntnissen und Erfahrungen nach unserem besten Wissen. Wir geben sie jedoch ohne Verbindlichkeit weiter. Änderungen im Rahmen des technischen Fortschritts und der betrieblichen Weiterentwicklung bleiben vorbehalten. Unsere Informationen beschreiben lediglich die Beschaffenheit unserer Produkte und Leistungen und stellen keine Garantien dar. Der Abnehmer ist von einer sorgfältigen Prüfung der Funktionen bzw. Anwendungsmöglichkeiten der Produkte durch dafür qualifiziertes Personal nicht befreit. Dies gilt auch hinsichtlich der Wahrung von Schutzrechten Dritter. Die Erwähnung von Handelsnamen anderer Unternehmen ist keine Empfehlung und schließt die Verwendung anderer gleichartiger Produkte nicht aus.

