



BASF

We create chemistry

Thermoplastische Polyurethan- Elastomere (TPU)

Elastollan® – Verarbeitungshinweise

Elastollan®

Elastollan®, die Marke für thermoplastisches Polyurethan (TPU) von BASF, steht für ein Höchstmaß an Zuverlässigkeit, konstante Produktqualität und Wirtschaftlichkeit. Das Material kann sowohl zu Schläuchen, Kabelummantelungen, Riemen, Folien und Profilen extrudiert als auch im Blasform- und Spritzgussverfahren verarbeitet werden. Ob aromatisch oder aliphatisch, extrem weich oder glasfaserverstärkt, flammwidrig oder hochtransparent – Elastollan® hat seine Vielseitigkeit im Laufe der vergangenen Jahrzehnte in allen Industriebereichen erfolgreich unter Beweis gestellt.

Das umfangreiche Portfolio bildet, basierend auf einer Vielzahl an Rohstoffen und Rezepturen, den Ausgangspunkt für die erfolgreiche Umsetzung innovativer Kundenprojekte.

Kreative Ideen und anspruchsvolle Herausforderungen sind unser Ansporn – sprechen Sie uns an!

ALLGEMEINE HINWEISE			4-9
	Lagerung	4	
	Trocknung	5	
	Einfärbung	6	
	Additive	6	
	Regeneratverwertung	6	
	Nachbehandlung	7	
	Arbeitshygienischer Hinweis	9	
	Entsorgung	9	
VERARBEITUNGSVERFAHREN SPRITZGIESSEN			10-15
	Maschinenauslegung	10	
	Verarbeitungsparameter	10	
	Werkzeuggestaltung	12	
	Schwindung	14	
	Einlegeteile	14	
	Sonderverfahren	14	
	Verarbeitungsfehler	15	
VERARBEITUNGSVERFAHREN EXTRUSION			16-21
	Maschinenauslegung	16	
	Verarbeitungsparameter	17	
	Werkzeuggestaltung	18	
	Kühlung und Kalibrierung	19	
	Extrusionsverfahren	19	
	Sonderverfahren	21	
	Verarbeitungsfehler	21	
BEARBEITUNG			22-23
	Schweißen	22	
	Kleben	22	
	Oberflächenbearbeitung	22	
	Bearbeitungsparameter	22	
	Spanende Bearbeitung	22	
	Spanlose Bearbeitung	23	
QUALITÄTSMANAGEMENT			24
SACHWORTREGISTER			26-27

Allgemeine Hinweise

Lagerung

Elastollan® ist das geschützte Warenzeichen unserer thermoplastischen Polyurethan-Elastomere (TPU). Sie werden für das Spritzgieß-, Extrusions- und Blasverfahren eingesetzt.

Für die Verarbeitung von Elastollan® sind die folgenden Hinweise zu beachten: Elastollan® wird als naturfarbendes Würfel-, Zylinder- oder Linsengranulat ausgeliefert. Es ist hygroskopisch: das heißt, beim Lagern in offenen Gebinden nimmt trockenes Elastollan® schon innerhalb kurzer Zeit Feuchtigkeit aus der Umgebungsluft auf.

Abbildungen 1 und 2 zeigen den Verlauf der Feuchtigkeitsaufnahme von Elastollan® auf Polyester und Polyetherbasis. Eine Lagerung des Granulates in trockenen Räumen, möglichst bei Raumtemperatur, ist daher angeraten.

Empfohlen wird, kühl gelagertes Material vor dem Öffnen des Gebindes auf Raumtemperatur zu bringen. Hierdurch kann einer möglichen Feuchtigkeitskondensation vorgebeugt werden.

Gebinde sind nach jeder Produktentnahme wieder dicht zu verschließen. Das Granulat soll nur so lange wie unbedingt notwendig der umgebenden Luft ausgesetzt werden. Wichtig ist daher das Abdecken der Einfülltrichter an den Verarbeitungsmaschinen. Grundsätzlich ist vor der Verarbeitung eine Trocknung des Granulats auf einen Feuchtigkeitsgehalt von $<0,02\%$ zu empfehlen. Nach mehrfachem Öffnen der Gebinde ist bei den meisten Granulaten eine Trocknung erforderlich.

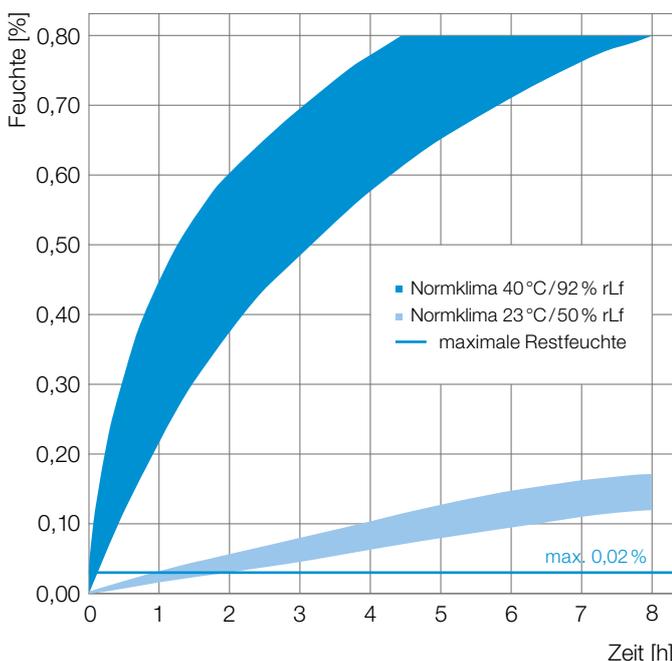


Abb. 1: Feuchtigkeitsaufnahme: Polyester-TPU
Härte 80 Shore A – 64 Shore D

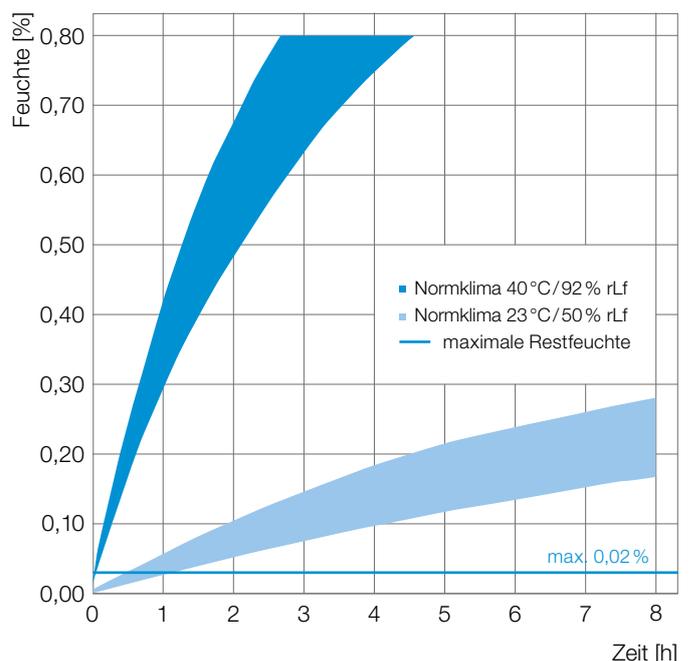


Abb. 2: Feuchtigkeitsaufnahme: Polyether-TPU
Härte 80 Shore A – 64 Shore D

Trocknung

Granulat mit zu hohem Feuchtigkeitsgehalt führt zu Verarbeitungsschwierigkeiten und zur Qualitätsminderung am Fertigteil.

Das Aufschäumen des plastifizierten Materials oder die Bildung von Gasbläschen in der Schmelze können Anzeichen dafür sein, dass der Feuchtigkeitsgehalt zu hoch ist. Bei der Extrusionsverarbeitung sind Durchsatzschwankungen oder Düsenabrieb häufig Ursache einer nicht ausreichenden Vortrocknung.

Zur Erzielung optimaler Gebrauchseigenschaften der Fertigteile aus Elastollan® ist es erforderlich, vor der Verarbeitung zu trocknen. **Der Wassergehalt des Granulates sollte unter 0,02 % liegen!**

Für die Trocknung sind handelsübliche Umlufttrockengeräte und Trockenlufttrockner geeignet. Empfohlene Trocknungsparameter siehe Tabelle 1.

Die Schichthöhe des Granulates sollte bei Umlufttrockengeräten nicht mehr als 4 cm betragen. Bei Trockenlufttrocknern kann die vorhandene Kapazität voll ausgenutzt werden.

Bei Verwendung von Farbkonzentraten und Additiven ist zu beachten, dass diese gleichermaßen trocken sein müssen. Das Aufbereiten der Granulate geschieht daher zweckmäßigerweise vor dem Trocknungsprozess. Damit ist sichergestellt, dass die gesamte Ware trocken ist.

Trocknungsempfehlungen

Elastollan® Härte	Trockenzeit	Trocknungstemperatur	
		Umluft	Trockenluft
Polyether/Polyester TPU			
Shore A 70-90	3-4 Stunden	90-110 °C	90-100 °C
härter als Shore A 90	3-4 Stunden	100-120 °C	90-120 °C
Aliphatisches TPU	3-5 Stunden	nicht geeignet	40-60 °C
HPM-Produktreihe	3-5 Stunden	nicht geeignet	60-80 °C

Tabelle 1: Trocknungsempfehlungen (Bitte beachten Sie die Produktinformationen des jeweiligen Produkts)

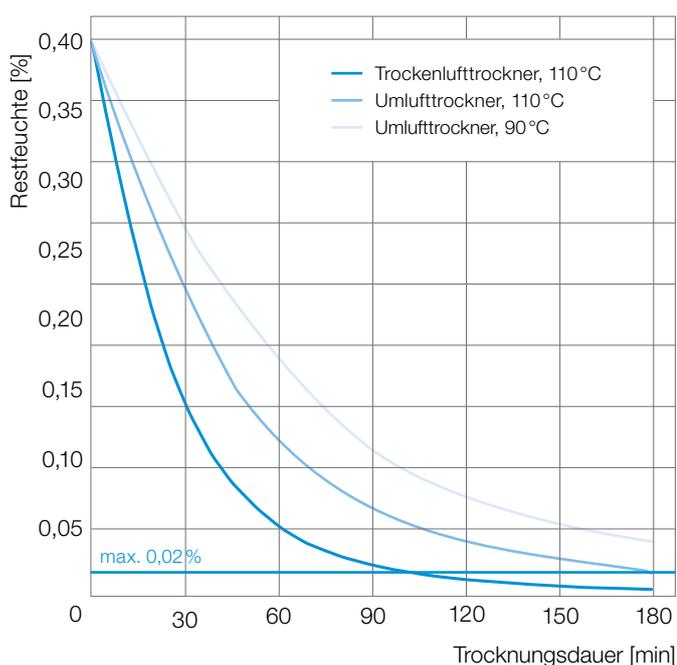


Abb. 3: Trocknungsdiagramm für Elastollan®

Einfärbung

Alle naturfarbenen Typen unseres Elastollan®-Sortiments können eingefärbt werden. Hierfür eignen sich am besten Farbkonzentrate auf TPU-Basis. Die Zugabemenge der mit Elastollan® als Basismaterial gefertigten Farbkonzentrate beträgt normalerweise 1 bis 2 %.

Bei bereits mit Additiven (wie z. B. Flammschutzmittel) versehenen Elastollan®-Typen kann ein höherer Prozentsatz zur besseren Farbgebung erforderlich sein.

Für Farbkonzentrate, die nicht auf TPU-Basis gefertigt sind, ist das Risiko der Unverträglichkeit mit Elastollan® nicht auszuschließen. Dies äußert sich in Verarbeitungsproblemen und unzureichender Pigmentverteilung mit ungenügender Farbdeckung bis hin zu mangelhafter Oberflächenausbildung und möglichen Qualitätseinbußen.

Additive

Durch die Zugabe von Additiven können besondere Eigenschaften erreicht werden, die im Grundmaterial zunächst nicht in gewünschtem Maße vorhanden sind.

Unter anderem stehen folgende Additive als Elastollan®-Konzentrate zur Verfügung:

- Abstandshalter als Antiblockmittel
- Entformungshilfsmittel
- UV-Stabilisatoren
- Abriebverbesserer

Regeneratverwertung

Je nach Qualitätsanforderung an das Fertigteil kann dem Originalmaterial bis zu 30 % an Regenerat zugemischt werden. Materialtype und Shore-Härte müssen mit dem Original-Elastollan® übereinstimmen und frei von Fremdbestandteilen sein.

Das Regenerat soll möglichst ohne Zwischenlagerung zerkleinert und trocken dem Verarbeitungsprozess zugeführt werden.

Verunreinigtes sowie thermisch geschädigtes Material ist für die Wiederverarbeitung nicht geeignet.

Mehrfache Verarbeitung von Regenerat führt zu Qualitätseinbußen der Fertigteile. Bestimmte, durch Spezifikationen festgelegte Qualitätsanforderungen schließen die Regeneratzugabe aus.

Nachbehandlung

Zur Erzielung optimaler Gebrauchseigenschaften ist eine **Temperung** der Fertigteile erforderlich. Diese Wärmebehandlung kann in einem Umluftofen vorgenommen werden.

Abbildungen 4 bis 6 zeigen typische Werte für den Einfluss der Temperung auf die Eigenschaften von Elastollan®-Typen. Artikel mit geringer Dimensionsstabilität sollten während der Temperung so gelagert werden, dass eine Verformung vermieden wird.

Eine Temperung von Extrusionsartikeln wird nur in besonderen Fällen durchgeführt.

Temperung:

Empfohlene Dauer und Temperatur: 20h bei 100°C

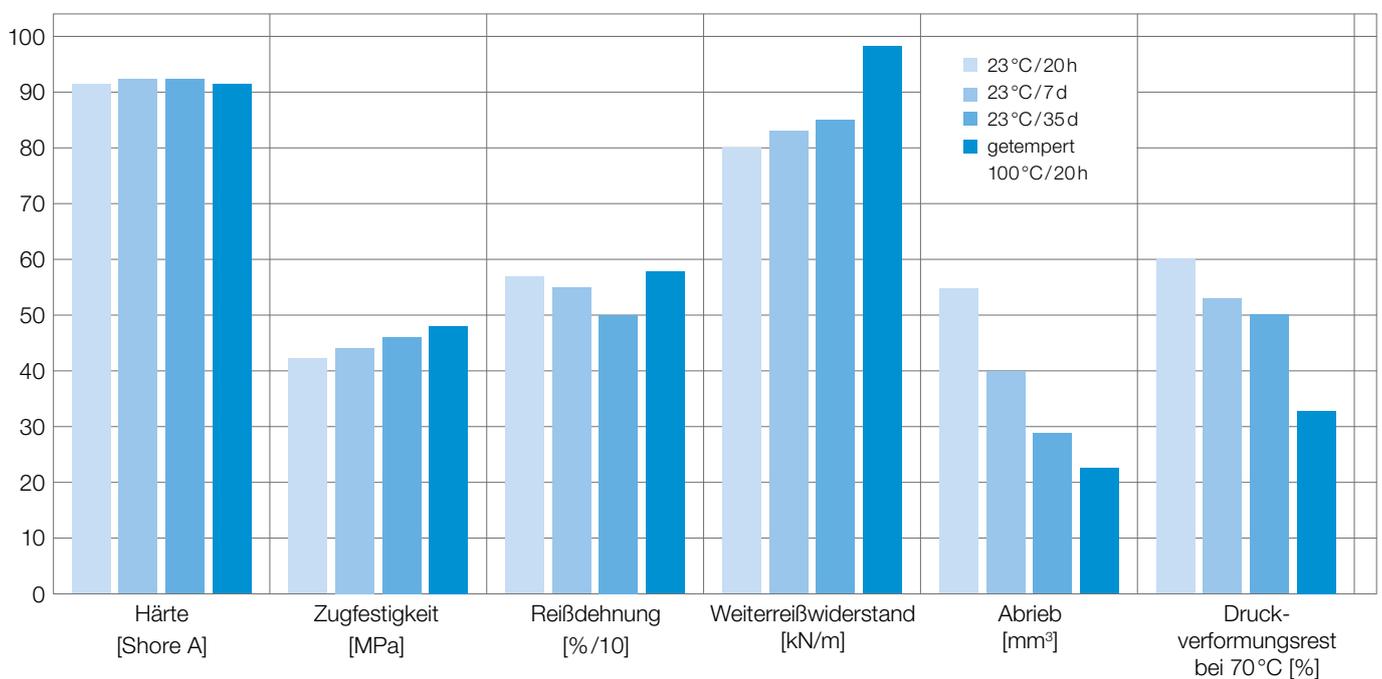


Abb. 4: Elastollan® C 90A 55

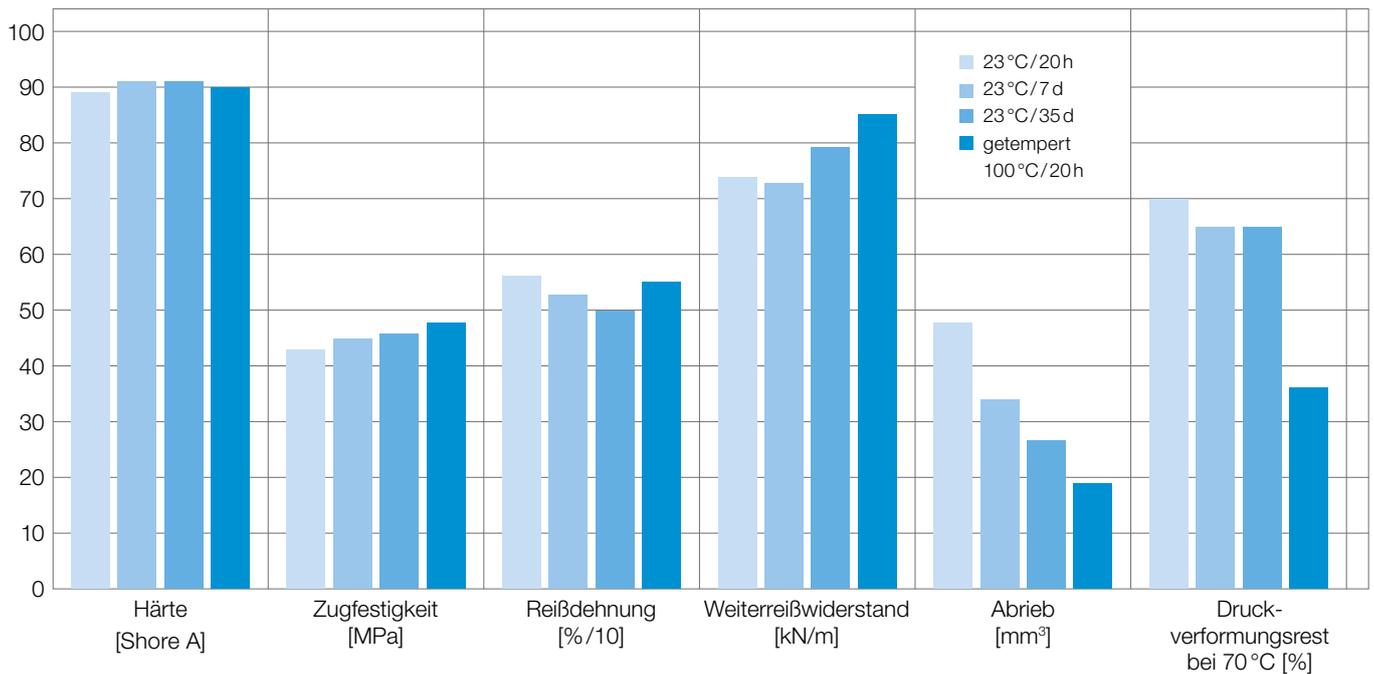


Abb.5: Elastollan® 11 90A 55

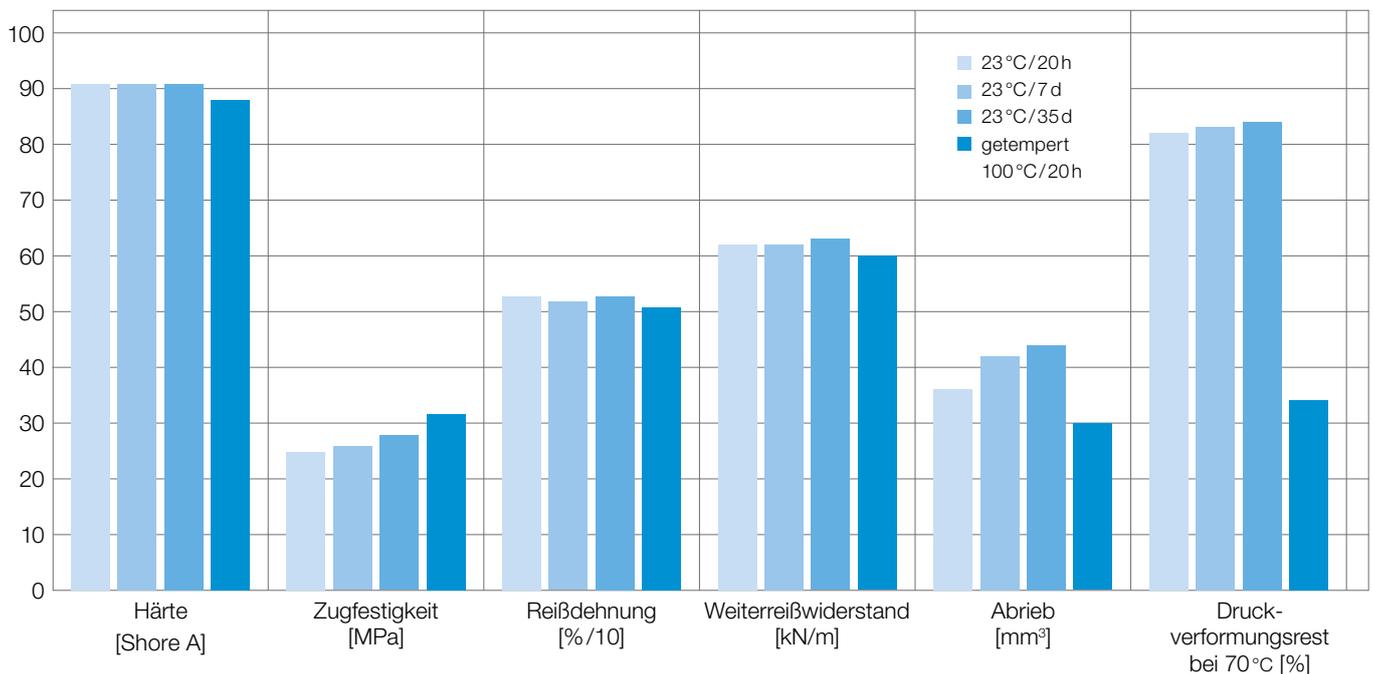


Abb.6: Elastollan® 11 85A 10 FHF

Arbeitshygienischer Hinweis

Die Be- und Verarbeitung von Elastollan® kann je nach Typ in einem weiten Temperaturbereich erfolgen.

Wie bei allen natürlichen oder synthetischen organischen Stoffen ist eine Zersetzung oberhalb bestimmter Temperaturen möglich. Der Zersetzungsgrad ist abhängig von der angewandten Temperatur und von dem verwendeten Materialtyp. Grundsätzlich ist mit beginnender Zersetzung ab einer Temperatur von ca. 230 °C zu rechnen. Belastungen des Arbeitsplatzes durch die unter diesen Bedingungen freiwerdenden Dämpfe sind insbesondere dort zu erwarten, wo Elastomerschmelzen offen ins Freie treten.

Es wird aus diesem Grund generell eine effektive Absaugung empfohlen, insbesondere im Bereich des Schmelzeaustritts.

Entsorgung

Thermoplastische Polyurethane können in der Regel umweltgerecht wieder verwertet werden (Aspekte der Ökologie, Produktsicherheit und Wirtschaftlichkeit sind dabei im Einzelfall zu prüfen):

1. Werkstoffverwertung

Bei der Werkstoffverwertung werden TPU-Abfälle oder TPU-Formteile regeneriert. Gemahlenes TPU-Regenerat kann zu maximal 30 Prozent dem Originalgranulat beigemischt werden.

2. Thermische Verwertung

Nur wenige thermoplastische Polyurethane können nicht wieder in den Verarbeitungsprozess zurückgeführt werden. Diese TPUs werden in modernen Abfallverbrennungsanlagen der Stromerzeugung zugeführt.

Verarbeitungsverfahren Spritzgießen

Maschinenauslegung

Für die Verarbeitung von Elastollan® eignen sich Schnecken-spritzgießmaschinen, ausgerüstet mit eingängigen 3-Zonen-Schnecken. Wegen der hohen Scherbeanspruchung sind Kurz-Kompressionsschnecken nicht geeignet.

Folgende Schneckenkonstruktion hat sich bewährt (siehe Abbildung 7). Um sicheres Spülen zu gewährleisten und Totzonen zu vermeiden, ist bei der Auslegung darauf zu achten, dass die nicht treibende Flanke einen im Verhältnis zur treibenden Flanke flacheren Radius aufweist.

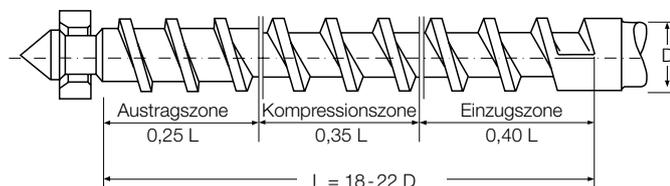


Abb. 7: Schnecken-geometrie (schematisch)

Das Kompressionsverhältnis sollte 1:2 betragen und auf keinen Fall 1:3 übersteigen. Die in Abbildung 8 aufgeführten Gangtiefen werden empfohlen.

Eine eingebaute Rückstromsperre ist notwendig. Bevorzugt sollen scherungsarme, offene und hydraulisch verschleißbare Bolzenverschlussdüsen eingesetzt werden. Es ist darauf zu achten, dass der Düsenkanal strömungsgünstig ausgelegt ist und keine schlecht durchströmten Bereiche aufweist, in denen die Schmelze verweilen und sich unter thermischer Schädigung ablagern kann.

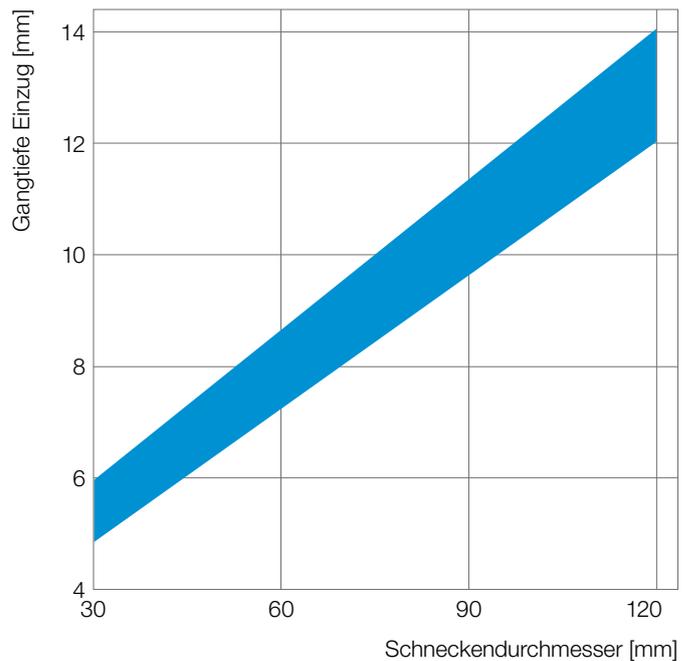


Abb. 8: Abhängigkeit: Schneckendurchmesser – Gangtiefe Einzug

Verarbeitungsparameter

Für eine störungsfreie Verarbeitung von Elastollan® zu Teilen einer gleichmäßig hohen Qualität ist die exakte und konstante Temperaturführung im Spritzgießzylinder, Adapter und der Düse erforderlich.

Die Temperatur soll von der Einzugszone zur Austragszone um etwa 10 bis 20 °C ansteigen. Die Düsentemperatur ist der Massetemperatur anzugleichen.

Tabelle 2 zeigt die empfohlenen Zylindertemperaturen für unterschiedliche Härtebereiche.

Shore-Härte	Heizzone-temperatur	Düsentemperatur
60 A - 80 A	170-210	200-210
85 A - 95 A	190-220	210-225
98 A - 74 D	210-230	220-240

Tabelle 2: Richtwerte für Zylindertemperaturen in °C (Bitte beachten Sie die Verarbeitungshinweise des jeweiligen Produktes.)

Es empfiehlt sich, eine Kontrolle der Temperaturregelung durch Messung der Massetemperatur vorzunehmen und ggf. nachzuregeln (siehe Tabelle 3).

Elastollan® Härte	Massetemperatur
60 Shore A - 80 Shore A	190-205
85 Shore A - 95 Shore A	205-220
98 Shore A - 74 Shore D	215-235

Tabelle 3: Richtwerte für Massetemperaturen in °C

Da Elastollan®-Schmelzen scherempfindlich sind, können zu hohe Schneckendrehzahlen die Produkteigenschaften beeinträchtigen.

Empfohlene Schneckendrehzahlen in Abhängigkeit vom Schneckendurchmesser siehe Abbildung 9.

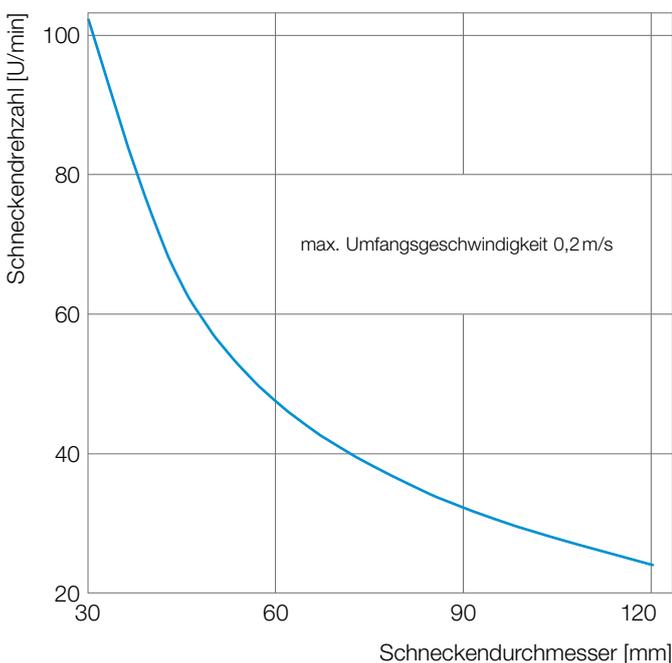


Abb. 9: Abhängigkeit: max. Schneckendrehzahl – Schneckendurchmesser

Bei längeren Arbeitsunterbrechungen wird das im Zylinder verbleibende Material thermisch geschädigt. Bei Verweilzeiten über 10 Minuten muss vor Wiederaufnahme der Produktion gespült werden.

Für die Verarbeitung von Elastollan® sind außerdem folgende Maschinenparameter von Bedeutung (siehe Abbildung 10):

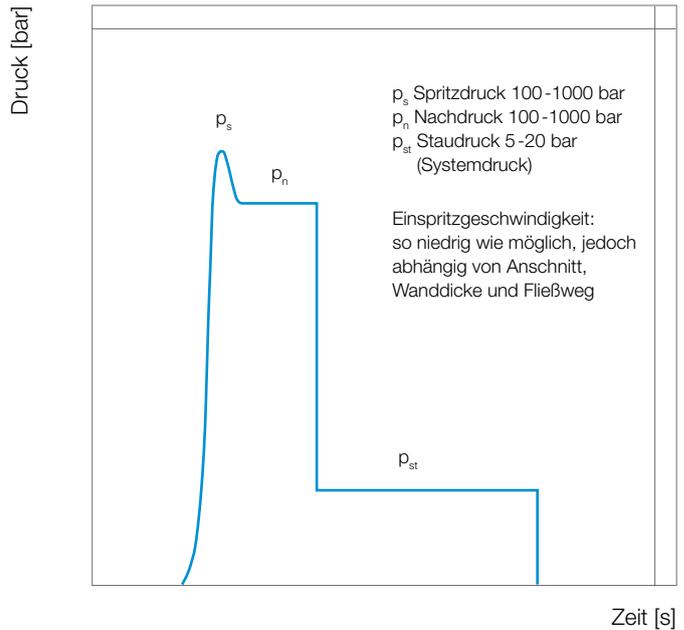


Abb. 10: Schematischer Druckverlauf während der Verarbeitung

Spritzdruck und Nachdruck

Sie beeinflussen Maßhaltigkeit und Entformbarkeit der Fertigteile. Zu niedriger Nachdruck führt zu Einfallstellen, zu hoher Spritzdruck erschwert die Entformbarkeit.

Staudruck

Dieser bewirkt die Homogenisierung der Schmelze, sollte aber wegen der Scherempfindlichkeit des Materials nicht zu hoch gewählt werden. Empfohlen wird ein Staudruck von 5-10 bar, bei Additiven bis 20 bar.

Einspritzgeschwindigkeit

Die richtige Einspritzgeschwindigkeit ist abhängig von Anschnitt, Wanddicke und Fließweg. Sie sollte so niedrig wie möglich gehalten werden.

In Abbildung 10 ist ein typischer Zyklusverlauf für Elastollan® schematisch dargestellt.

Zykluszeiten

Die Spritzzykluszeit wird hauptsächlich durch das Erstarrens- und Entformungsverhalten bestimmt. Sie hängt im Wesentlichen von der Härte des Materials, der Wanddicke des Teils und der Werkzeugtemperatur ab.

Abbildung 11 zeigt die Zykluszeit in Abhängigkeit von der Wanddicke für Typen unterschiedlicher Shore-Härte.

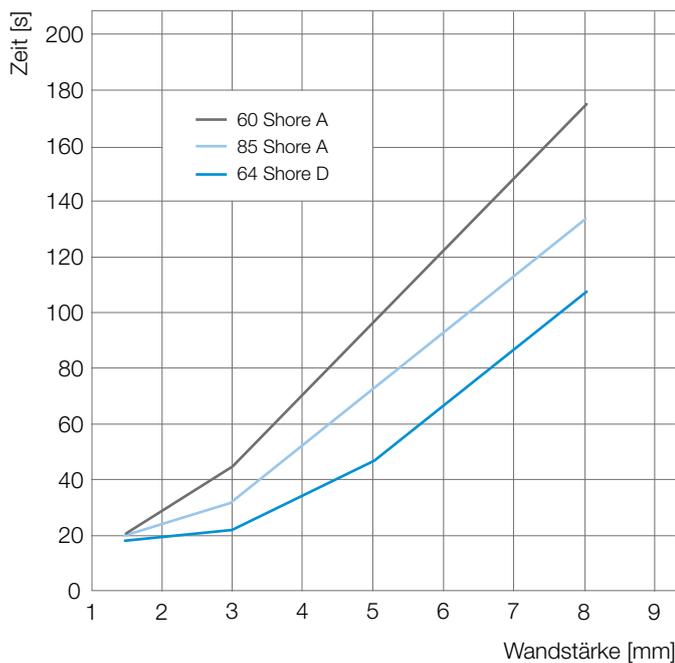


Abb. 11: Zykluszeiten in Abhängigkeit von der Wanddicke (Orientierungswerte in Abhängigkeit von Bauteilgestaltung)

Werkzeuggestaltung

Werkstoffe für den Formenbau

Die üblicherweise für die Spritzgießverarbeitung verwendeten Werkzeuge aus Stahl bzw. Stahllegierungen sind auch für die Elastollan®-Verarbeitung geeignet. Auch Werkzeuge aus Nichteisenmetallen, vorzugsweise Aluminium-Legierungen, werden mit Erfolg eingesetzt. In der Schuhindustrie finden diese kostengünstigeren Formen häufig Verwendung.

Angusskegel

Der größte Durchmesser des Angusskegels ist der größten Wanddicke der Teile anzupassen. Ebenso ist die Düsenbohrung auf den Durchmesser des Angusskegels abzustimmen. Sie muss mindestens 0,5 mm kleiner sein als der Kegel. Die Anspritzstelle sollte im Bereich der größten Wanddicke liegen. Der Angusskegel soll möglichst kurz ausgeführt sein und eine Gesamtkonizität von 3 bis 6 °C aufweisen. Eine Ausziehkralle ist für die bessere Entformung zu empfehlen.

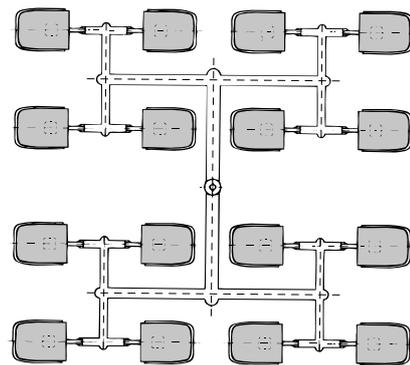


Abb. 12: Verteilersysteme

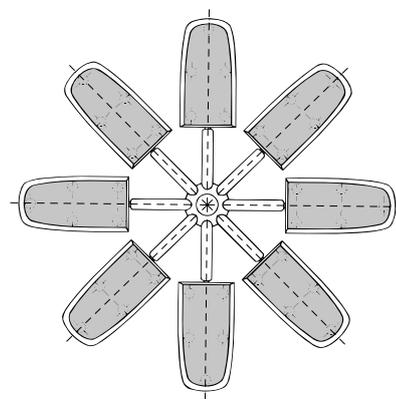


Abb. 13: Verteilersysteme

Verteilerkanäle

Die rheologischen Eigenschaften von Elastollan® erfordern eine möglichst große Dimensionierung der Verteilerkanäle. Man vermeidet dadurch lokale Scherbereiche und erzielt eine bessere Druckübertragung für die Formfüllung. Am günstigsten für das Fließverhalten von Elastollan® ist ein **kreisrunder Verteilerkanalquerschnitt** (Abbildung 14).

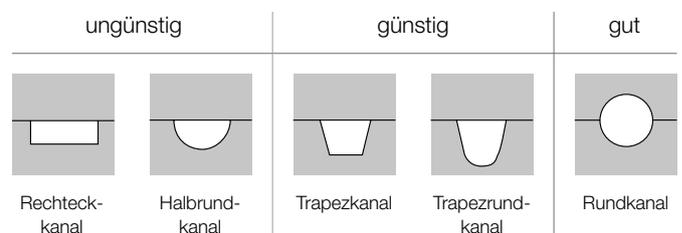


Abb. 14: Verteilerkanalquerschnitt

Beim Einsatz von **Heißkanalwerkzeugen** sollten **außenbeheizte Systeme** eingesetzt werden. Innenbeheizte Systeme sind nicht geeignet.

Sowohl bei Heiß- als auch bei Kaltkanälen gilt das Prinzip der symmetrischen Balancierung für Mehrfachwerkzeuge.

Angüsse

Für die Verarbeitung von Elastollan® sind die Angüsse groß anzulegen, damit ein ausreichender Nachdruck wirksam wird und Einfallstellen vermieden werden.

Gebräuchlich sind Kegel-, Schirm-, Ring- und Bandangüsse. Kleine Teile werden auch über Punktangüsse angespritzt.

Tunnelangüsse sind wegen der hohen Elastizität und der möglichen Scherbelastung ungünstig. Besonders die weichen Elastollan®-Typen bereiten dieser Angussart Probleme.

Entlüftung

Beim Einspritzen der Masse muss die Luft im Werkzeugraum an geeigneten Stellen leicht entweichen können, damit es nicht zu Verbrennungen durch komprimierte Luft oder zu Lufteinschlüssen kommt. Entlüftungskanäle werden zweckmäßig in der Trennebene, an Einsätzen und an Stiften mit 0,02 bis 0,05 mm Tiefe sowie einer Weite von 1-3 mm angelegt.

Werkzeugoberfläche

Für die Verarbeitung von Elastollan®, insbesondere der weicheren Typen, sind Werkzeugoberflächen mit einer gemittelten Rautiefe (R_z) von ca. 25 bis 35 µm für eine gute Entformbarkeit günstig.

Polierte und verchromte Formoberflächen sind weniger geeignet. Sie begünstigen speziell bei den weichen Typen ein Kleben der Teile an der Werkzeugoberfläche.

Entformung

Die Flexibilität von Elastollan® im unteren Härtebereich erlaubt größere Hinterschneidungen bei guter Entformbarkeit. Eine kurzzeitige Überdehnung < 5% führt erfahrungsgemäß zu keiner bleibenden Verformung.

Um gut entformen zu können, sind die Auswerfer zwei- bis dreimal so groß wie bei harten Thermoplasten auszulegen. Sie sollten mit Belüftungskanälen versehen sein, damit sich bei der Entformung kein Vakuum bildet.

Werkzeugtemperierung

Ein gutes Temperiersystem im Werkzeug ist Voraussetzung für hochwertige Spritzgussteile, da die Werkzeugtemperatur die Oberfläche, die Schwindung und den Verzug maßgeblich beeinflusst.

Formtemperaturen von 15 bis 70 °C sind je nach Formteil und Elastollan®-Typ üblich. Produktspezifische Angaben sind in den jeweiligen Produktinformationen zu finden.

Für Elastollan® empfohlene Angussarten

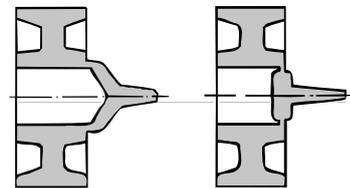


Abb. 15: Ringanguss

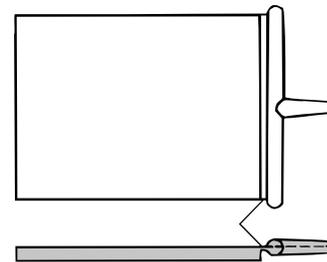


Abb. 16: Bandanguss

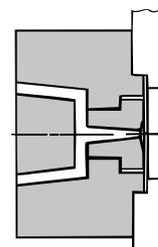


Abb. 17: Kegelanguss

Schwindung

Bei der Verarbeitung von Elastollan® wird die Schwindung von folgenden Parametern beeinflusst:

- Formgebung des Teils
- Wanddicke
- Anschnittgestaltung und -position
- Materialtyp, Verarbeitungsbedingungen (insbesondere Massetemperatur), Spritzdruck, Nachdruck, Werkzeugtemperatur.

Die Gesamtschwindung setzt sich zusammen aus einer Verarbeitungsschwindung und einer geringen Nachschwindung, welche bei der Temperung – aber auch bei einer längeren Lagerung der Teile – eintritt.

Das Zusammenwirken dieser Faktoren macht eine exakte Bestimmung der Schwindung nur bedingt möglich.

Abbildung 18 zeigt die Gesamtschwindung in Abhängigkeit von Wanddicke und Shore-Härte für unverstärkte Elastollan®-Typen.

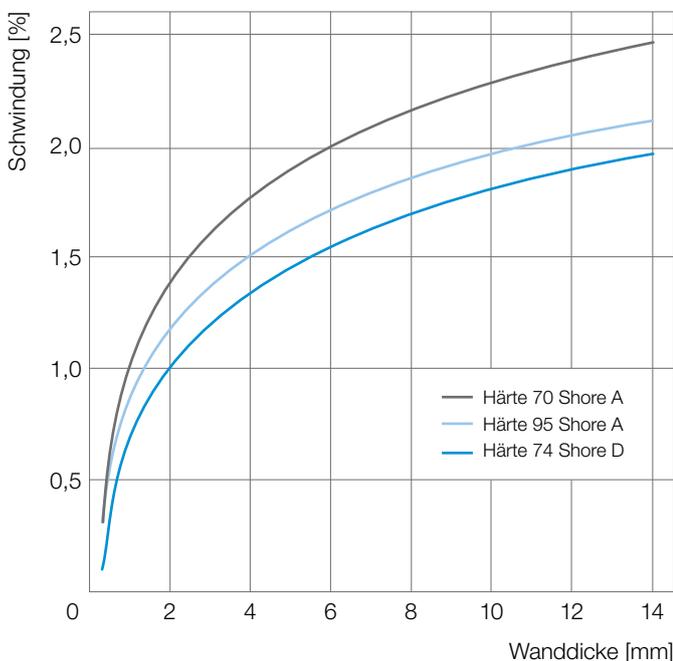


Abb. 18: Schwindung in Abhängigkeit von der Wanddicke

Bei glasfaserverstärkten Elastollan®-Typen ergibt sich abhängig vom Glasfasergehalt eine Schwindung von 0,05 bis 0,2 % in Fließrichtung und von 0,1 bis 0,5 % quer zur Fließrichtung.

Einlegeteile

Einlegeteile können einwandfrei umspritzt werden. Metallteile müssen fettfrei sein und mechanische Verankerungsmöglichkeiten haben, wie Bohrungen, Hinterschneidungen, Rändelriefen, Kerben.

Durch Verwendung von Haftvermittlern kann die Verbindung zusätzlich verbessert werden. Vorteilhaft ist eine Erwärmung der Einlegeteile.

Sonderverfahren

Eine Kombination von verschiedenen Kunststoffen mit Elastollan® kann in folgenden Sonderverfahren durchgeführt werden:

Mehrkomponentenspritzguss

Beim Verspritzen auf Mehrkomponenten-Maschinen kann zwischen Elastollan® und kompatiblen Kunststoffen ein guter Verbund ohne Zusätze und Verankerungen erreicht werden. Kunststoffe auf Polyolefinbasis sind für Kombinationen mit Elastollan® nicht geeignet.

Sandwichspritzguss

Hierbei handelt es sich um eine besondere Form des Mehrkomponentenspritzgusses, bei dem ein Material als Kernkomponente und ein zweites Material als Hauptkomponente verspritzt werden. Neben dem Kombinieren unterschiedlicher Kunststoffe ist hier die Kombination von Regenerat als Kernkomponente und Originalware als Hauptkomponente möglich.

Thermoplast-Schaumguss (TSG)

Unser Sortiment umfasst sowohl speziell für das TSG-Verfahren ausgerüstete Typen als auch TSG-Masterbatches, die für die Verwendung mit Standard Elastollan®-Typen verwendet werden können.

Verarbeitungsfehler

	Masse-temperatur	Werk-zeug-temperatur	Ein-spritz-ge-schwin-digkeit	Nach-druck/-zeit	Stau-druck	Spritz-volu-men/Masse-polster	Zuhalte-kraft	Kühlzeit	Entlüf-tung	Feuch-tigkeits-gehalt	Fremd-material	An-schnitt-größe	Gleit-mittel	Verweil-zeit
Verunreinigungen											▼			▼
Blasen/Lunker	▼		▼	▲	▲				▲	▼		▲		▼
Verbrennungen	•	•	▼						▲	▼		▲		
Verzug/Schwindung	•	•	•	●				●				▲		
Fließnahtbildung	●	•	•						▲	▼		▲		
Glanz-/Mattstellen	•	•	•	•					▲	▼		▲	•	
überspritzte Teile	▼	▼	▼	•			▲			▼		▲		
ungefüllte Teile	▲	▲	▲	▲		▲			▲			▲		
Einfallstellen	•	•	•	▲		▲			▲	▼		▲		
Schlieren	▼	•	•						▲	▼	▼	▲	▼	▼
Entformung	•	●		•				●		▼		▲	▲	
Materialabbau	▼		▼		▼					▼		▲		▼

- ▲ Erhöhen zur Lösung des Problems
- ▼ Reduzieren zur Lösung des Problems
- Erhöhen oder Reduzieren zur Lösung des Problems

Tabelle 4: Verarbeitungsfehler und mögliche Ursachen

Verarbeitungsverfahren Extrusion

Maschinenauslegung

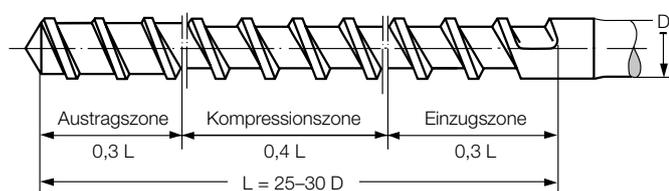


Abb. 19: Schneckenengeometrie (schematisch)

Für die Verarbeitung von Elastollan® sollten Einschneckenextruder mit einem Kompressionsverhältnis von 1:2 bis 1:3, vorzugsweise 1:2,5 eingesetzt werden.

Am besten eignen sich Dreizonenschnecken mit einem L/D-Verhältnis von 25 bis 30.

Die Dreizonenschnecken sollten eine durchgehend konstante Gangsteigung von 1 D haben.

Das Spiel zwischen Schnecke und Zylinder sollte 0,1 bis 0,2 mm betragen. Für die Verarbeitung von Elastollan® sind auch mehrgängige Schnecken, wie Barrierschnecken (Überströmspalte $\geq 1,2$ mm), geeignet. Nicht empfehlenswert sind dagegen Kurzkompressionsschnecken.

Um sicheres Spülen zu gewährleisten und Totzonen zu vermeiden, ist bei der Auslegung darauf zu achten, dass die nicht treibende Flanke einen, im Verhältnis zur treibenden Flanke, flacheren Radius aufweist.

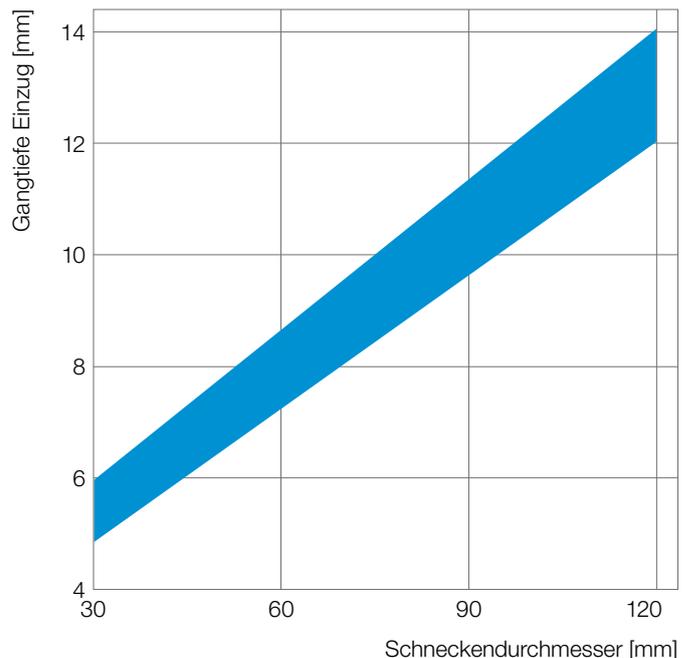


Abb. 20: Abhängigkeit: Schneckendurchmesser – Gangtiefe Einzug

In der Praxis haben sich Zylinder mit genuteter Einzugszone bewährt. Diese bieten folgende Vorteile:

- konstantes Einzugsverhalten
- besserer Druckaufbau
- erhöhte Ausstoßleistung.

Beim Einsatz genuteter Buchsen ist eine Kühlung der Einzugszone vorzusehen. Außerdem ist in diesem Fall die Verwendung von Schnecken mit Mischteilen erforderlich, um eine bessere Homogenität der Schmelze zu erzielen. Diese Mischteile dürfen jedoch nicht als Scherteile ausgelegt sein. Empfohlen wird die Verwendung von Lochscheiben mit Siebpaketen. Gute Erfahrungen liegen mit zwei Sieben à 400 Maschen/cm² als Stützsiebe und zwei Sieben à 900 Maschen/cm² als Feinsiebe vor. Je nach Anwendungsfall (wie z. B. Feinfolienherstellung) können feinere Siebe erforderlich werden.

Die Lochscheiben sollen – abhängig von Schneckendurchmesser und Werkzeug – mit Bohrungen von 1,5 bis 5mm versehen sein.

Bei der Extrusionsverarbeitung von thermoplastischem Polyurethan werden Schneckenantriebe **mit höherer Leistung** als bei anderen Kunststoffen benötigt. Die Leistungsaufnahme liegt zwischen 0,3 und 1 kWh/kg Ausstoß, je nach Zylinderausführung.

Die Verwendung von Schmelzepumpen zur Erzielung eines gleichmäßigeren Ausstoßes hat sich bewährt.

Verarbeitungsparameter

Schneckendrehzahl

Da thermoplastische Polyurethane scherempfindlich sind, verursacht eine zu hohe Schneckendrehzahl eine Beeinträchtigung der Produkteigenschaften.

Die Abhängigkeit der maximalen Schneckendrehzahl vom Schneckendurchmesser zeigt Abbildung 21.

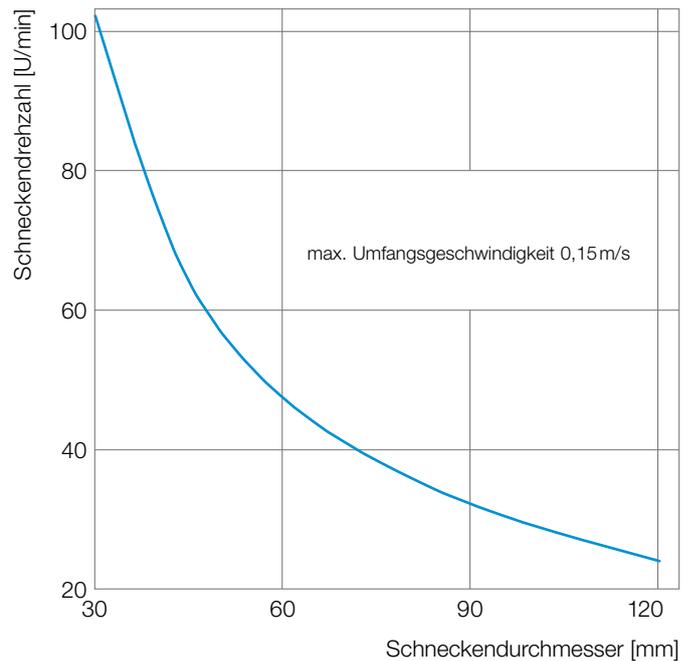


Abb. 21: Abhängigkeit: max. Schneckendrehzahl – Schneckendurchmesser

Verarbeitungstemperatur

Abhängig von der Härte der einzelnen Produkte werden die folgenden Temperaturbereiche empfohlen:

Shore-Härte	Heizzonen			
	Zylinder	Adapter	Kopf	Düse
60-70 A	140-175	160-175	165-170	160-165
75-85 A	160-200	175-200	175-205	170-205
90-98 A	170-210	200-220	195-215	190-210
>98 A	200-220	220-240	210-230	200-230

Tabelle 5: Richtwerte für Verarbeitungstemperaturen in °C

Massedruck

Der Massedruck ist vom Querschnitt und der Spaltweite der verwendeten Werkzeuge sowie von der Massetemperatur abhängig. Der Druckbereich liegt zwischen 20 und 300 bar am Adapter. Bei Inbetriebnahme der Extrusionsanlage können Druckspitzen bis zu 1000bar auftreten. Daher ist für die Elastollan®-Verarbeitung ein stufenlos regelbarer Schneckenantrieb empfehlenswert (gegebenenfalls kann „unterfüttert“ angefahren werden).

Reinigung der Extrusionsanlage

Bei Materialwechsel und nach mehrtägiger Betriebsdauer empfiehlt sich eine Reinigung der Extrusionsanlage. Hierfür eignen sich Polypropylen oder HDPE, welche mit erhöhten Temperaturen verarbeitet werden müssen. Bei Bedarf kann eine Reinigungspaste verwendet werden.

Werkzeuggestaltung

Um einen gleichmäßigen Massefluss zu garantieren, ist es wichtig, mit engen Querschnitten, die einen gleichmäßigen Schmelzfluss gewährleisten, und ohne tote Zonen im Werkzeug zu arbeiten. Damit wird eine automatische Spülung des Werkzeuges sichergestellt.

Im Übrigen können die Erfahrungen bei der Herstellung von Werkzeugen für die Extrusion von Thermoplasten übertragen werden.

Abbildung 22 zeigt Beispiele üblicher Extrusionswerkzeuge.

Bei der Extrusion von Schläuchen und Profilen sind die Werkzeuge mit einer „Bügelzone“ auszustatten (Abbildung 23). Diese bewirkt einen Abbau der Scherspannungen und dadurch einen gleichmäßigen Austrag. Die Länge der Bügelzone sollte das zwei- bis vierfache des Düsendurchmessers betragen.

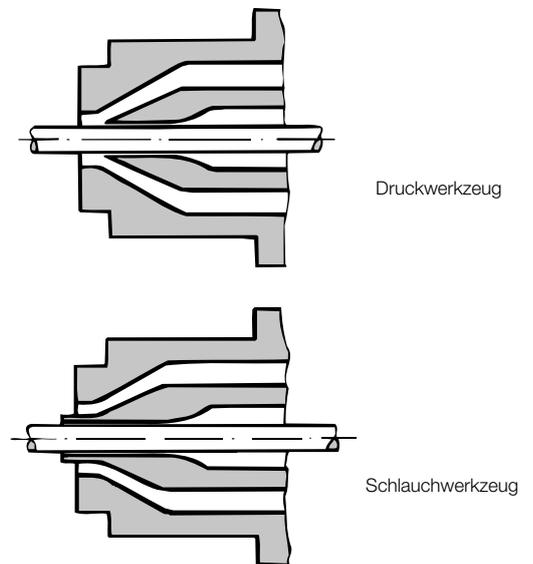


Abb. 22: Draht- und Kabelummantelungswerkzeuge

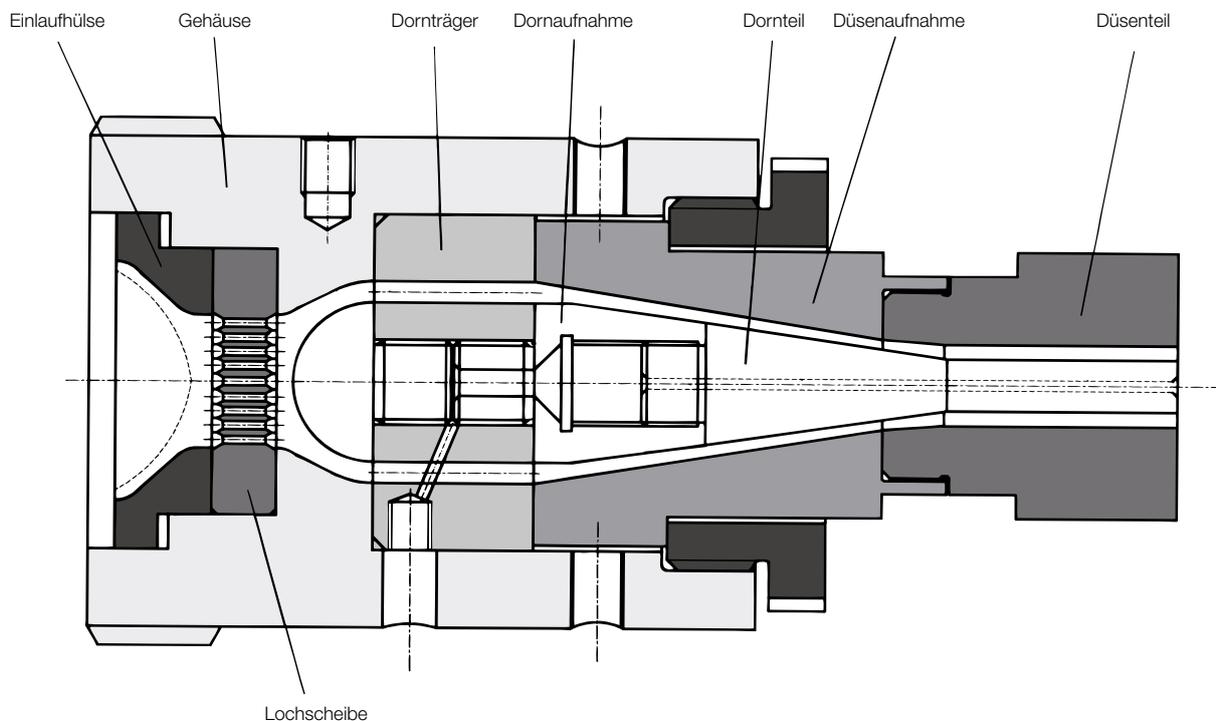


Abb. 23: Werkzeug für die Schlauchextrusion

Kühlung und Kalibrierung

Aufgrund der relativ geringen Formstabilität des Extrudats beim Austritt aus der Düse ist eine intensive Kühlung erforderlich und das Kühlbad unmittelbar an das Werkzeug heranzuführen. Zum Kühlen wird üblicherweise Wasser mit einer möglichst niedrigen Temperatur verwendet. Geeignet sind Wasserbäder oder Kühlstrecken mit Sprühdüsen.

Die Länge der Bäder ist größer zu wählen als bei anderen Thermoplasten. Sie richtet sich nach Härte, Wandstärke, Geometrie und Abzugsgeschwindigkeit des Extrudats.

In jedem Fall muss ein Wasserfilm zwischen Extrudatoberfläche und Kalibriervorrichtung als Schmierfilm vorhanden sein. Die Benetzung des Extrudats mit Wasser wird vor Einführung in das Wasserbad durch eine dort installierte Ringdüse vorgenommen.

Eine typische Anordnung einer Anlage für die Schlauchextrusion von Elastollan® ist in Abbildung 26 dargestellt.

Extrusionsverfahren

Schläuche und Profile

Üblicherweise wird die Extrusion von Schläuchen und Profilen horizontal durchgeführt. Dünnwandige Schläuche und Manchons werden überwiegend vertikal extrudiert und im Kühlbad umgelenkt.

Um ein Zusammenfallen der Schläuche zu vermeiden, ist die Zuführung von Stützluft erforderlich.

Zur Unterstützung der Formstabilität von Hohlprofilen wird das Arbeiten mit Vakuum empfohlen.

Die Führungsrollen im Kühlbad sollten der Form des Extrudats angepasst sein.

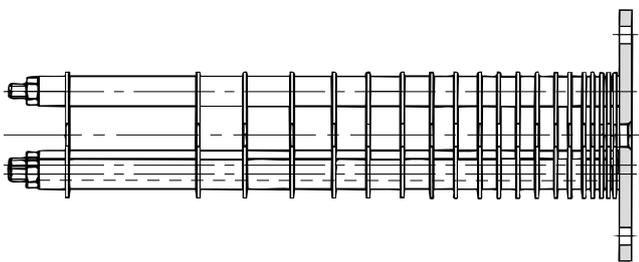


Abb. 24: Scheibenkalibrierung

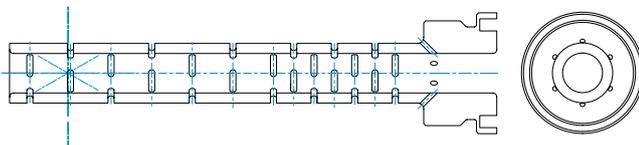


Abb. 25: Röhrenkalibrierung

Eine aktive Kalibrierung ist im Gegensatz zur üblichen Thermoplastverarbeitung aufgrund des hohen Reibungskoeffizienten von thermoplastischem Polyurethan nicht möglich. Kalibriervorrichtungen, wie die in Abbildung 24 schematisch dargestellte Scheibenkalibrierung und in Abbildung 25 dargestellte Röhrenkalibrierung, haben sich zur Führung und Stützung des Extrudats bewährt.

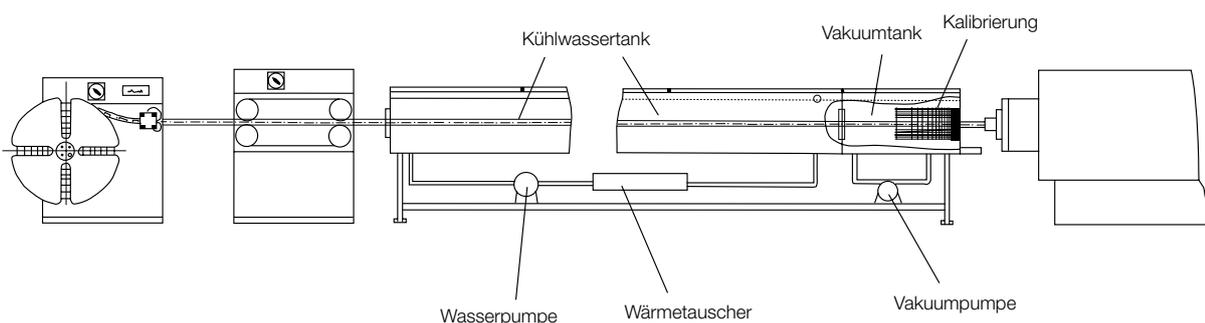


Abb. 26: Kühlbad für Schlauchextrusion

Ummantelungen

Normalerweise erfolgt die Ummantelung von Kabeln, Schläuchen usw. mit einem Querspritzkopf (siehe Abbildung 27), versehen mit einem Druck- oder Schlauchwerkzeug (siehe Abbildung 22). Der zu ummantelnde Unterbau muss trocken und fettfrei sein, um Blasenbildung nach der Extrusion zu vermeiden und eine gute Haftung zu gewährleisten.

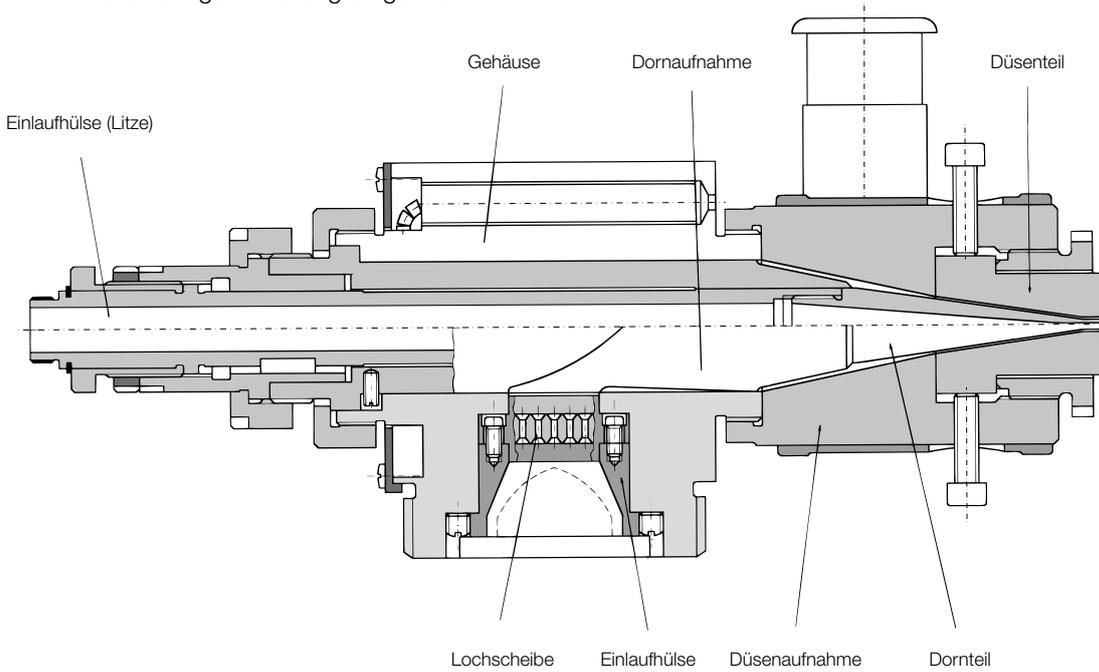


Abb. 27: Schematische Darstellung eines Querspritzkopfes

Folien

Spezielle Elastollan®-Typen eignen sich für die Herstellung von Blasfolien. Abbildung 29 zeigt schematisch einen Folienblaskopf.

Folien größerer Wanddicke können nach dem Flachfolienverfahren mit der Breitschlitzdüse (siehe Abbildung 28) hergestellt werden; dafür eignen sich normale Extrusionstypen.

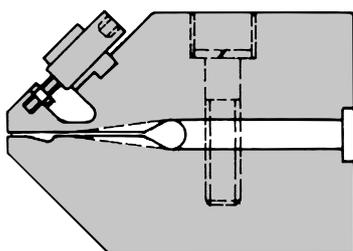


Abb. 28: Schematische Darstellung einer Breitschlitzdüse

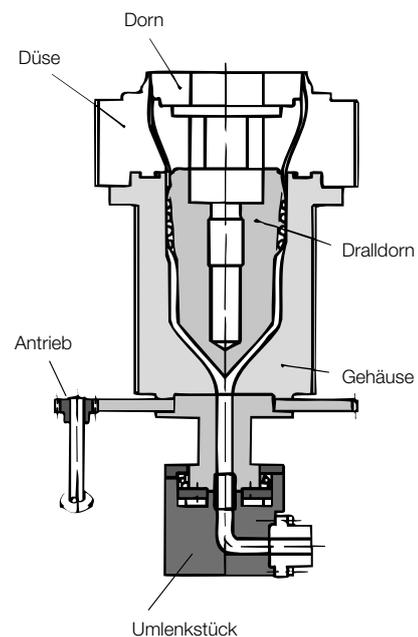


Abb. 29: Schematische Darstellung eines Folienblaskopfes

Hohlkörper

Die Herstellung von Hohlkörpern ist aus bestimmten Elastollan®-Typen mit den handelsüblichen Blasmaschinen möglich. Zur besseren Entformbarkeit empfiehlt sich der Einsatz von Werkzeugen mit einer gemittelten Rautiefe (R_z) von ca. 25-35 μm . Zum Ausgleich der Längung des Vorformlings ist eine Wandstärkenregulierung erforderlich. Abbildung 30 zeigt einen für das Blasformen verwendeten Pinolenblaskopf.

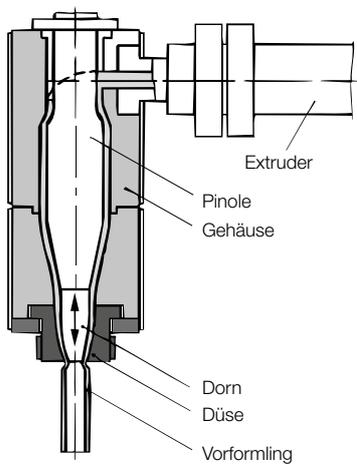


Abb. 30: Schematische Darstellung eines Pinolenblaskopfes

Sonderverfahren

Elastollan® ist für die Verarbeitung in folgenden Sonderverfahren geeignet:

Coextrusion

zur Kombination der Eigenschaften mehrerer Kunststoffe in einem Verarbeitungsschritt.

Voraussetzung zur Erzielung eines guten Verbundes ist die Verträglichkeit der Materialpaarung, wobei Unterschiede zwischen Ester- und Ethertypen (Elastollan®) auftreten können.

Thermoplast-Schaum-Extrusion (TSE)

zur Gewichtsreduzierung und Erzielung spezieller Eigenschaften.

Prinzipiell unterscheidet man zwei Verfahren:

- Chemisches Auftreiben der Schmelze durch Zugabe von Treibmittelsystemen auf konventionellen Extrudern; Schaumdichten zwischen 0,4 und 1,0 g/cm^3 sind erreichbar.
- Physikalisches Auftreiben der Schmelze durch eine Gasinjektionsstelle im Extruder. Hier sind Schaumdichten unter 0,4 g/cm^3 erreichbar; die Schaumstruktur kann über ein Nukleierungsmittel gesteuert werden.

Verarbeitungsfehler

	Masse-/Zylinder-temperatur	Düsen-temperatur	Masse-druck	Schne-ckendreh-zahl/Ausstoß	Länge Bügel-zone	Homo-geni-sierung	Feuch-tigkeits-gehalt	Fremd-material	Kühlung Einzugs-zone	Gleit-mittel
Pumpen	●		•	▼		•	▼		●	▼
raue Oberfläche	▲	▲		•	•	▲				▲
schlierige Oberfläche	▼	▼			•	▲	▼			•
Lunker und/oder Blasen	▼	▼	▲	▲			▼		▼	▼
Fließlinien/ Stegmarkierungen	•		•	▼		▲	▼			
starkes Blocken	▼	▼	▲	▼			▼			▲
unaufgeschlossenes Material	▲	▲		▼		▲		▼		
Maßschwankungen	•	•	•	•	●	•	▼		•	▼
ungenügende Form-stabilität des Extrudates	▼	▼	▲	▼	•		▼			
Schmelzebruch	▲	▲	▼	•	•	•				▲
Materialabbau	▼			•		▼	▼			

▲ Erhöhen zur Lösung des Problems | ▼ Reduzieren zur Lösung des Problems | • Erhöhen oder Reduzieren zur Lösung des Problems

Tabelle 6: Verarbeitungsfehler und mögliche Ursachen

Bearbeitung

Schweißen

Für das Verschweißen von Teilen und Halbzeugen aus Elastollan® eignen sich unterschiedliche Schweißverfahren.

Spritzgussformteile werden in der Praxis meist mit dem **Heizelement-, Ultraschall-** (härtere Typen), **Hochfrequenz-** oder **Reibschweißverfahren** verbunden.

Für Halbzeuge und Profile setzt man neben dem **Heizelement-** und **Reibschweißen** auch das **Wärmegas-Extrusionsschweißen** ein.

Für Folien eignen sich am besten das **Wärmekontakt-, Wärmeimpuls** und das **Hochfrequenzschweißen**.

Ausschlaggebend für die **Schweißnahtfestigkeit** sind: die **Temperatur**, die unterhalb der Zersetzungstemperatur ein ausreichend plastisches Fließen des Elastollan®s ermöglicht, und der **Druck**, der den Schmelzfluss erzeugt und das Ineinanderfließen bzw. -diffundieren der Materialgrenzschichten bewirkt. Außerdem dient der aufgebrauchte Druck zur Festigung der Schweißverbindung während der Erstarrungsphase.

Bei allen Schweißvorgängen muss für eine ausreichende Absaugung der ggf. entstehenden Dämpfe gesorgt werden (siehe Seite 9 – Arbeitshygienischer Hinweis).

Kleben

Zum Verkleben von Elastollan®-Teilen miteinander haben sich elastische Klebstoffe auf Polyurethanbasis bewährt. Für die Verbindung mit Metallen und anderen harten Werkstoffen werden Epoxidharzkleber eingesetzt.

Die Klebstoffindustrie bietet hierfür entsprechende Systeme an.

Die für Verklebungen üblichen Vorbehandlungen sind durchzuführen.

Zu beachten ist, dass nur gleitmittelfreie Elastollan®-Typen gut verklebt werden können.

Oberflächenbearbeitung

Bei der Verwendung von gleitmittelfreien Elastollan®-Typen ist eine Bedruckung bzw. Lackierung möglich.

Hierfür geeignete Druck- und Lacksysteme werden von der Industrie angeboten.

Bearbeitungsparameter

Wegen der außerordentlichen Zähigkeit und Weiterreißfestigkeit von Elastollan® ist die mechanische Bearbeitung nicht unproblematisch. Im Einzelfall ist dies jedoch sehr stark von der Härte des zu bearbeitenden Materials abhängig. Bei allen zur Zerspanung von Elastogran eingesetzten Werkzeugen ist daher darauf zu achten, dass sich nur arbeitsscharfe Schneiden im Einsatz befinden.

Während der Bearbeitung von Elastollan® muss eine hohe Wärmeentwicklung vermieden werden. Daher sollte stets eine Kühlung mit Pressluft bzw. Emulsionen erfolgen.

Spanende Bearbeitung

Tabelle 7 auf der Folgeseite zeigt einige Richtwerte für die spanende Bearbeitung von Elastollan®.

		Drehen	Fräsen	Bohren	Schleifen
Freiwinkel	α [°]	6-15	~10	12-16	–
Spanwinkel	γ	bis 25	15-25	10	–
Einstellwinkel	χ [°]	45-60	–	–	–
Spitzenwinkel	δ [°]	–	–	80	–
Schnittgeschwindigkeit	v [m/min.]	100-200	200-500	40-50	30-50m/s
Vorschub	s	0,1-0,4mm/U	20-200mm/min.	0,01-0,04mm/U	max. 2/3 Schleifscheibenbreite
Spantiefe	a [mm]	bis 15	2-8	–	0,1-3
Spitzenradius	r [mm]	~ 0,5	–	–	–
Werkzeug		HSS, SS, HM	HSS, SS, HM		

Bohren: Hohlbohrer, Spiralbohrer, Messerkopf

Schleifen: Schleifscheiben mit offener Struktur und weicher Härte in hochporöser Ausführung (Körnung 60-80)

Tabelle 7: Bearbeitungsparameter für spanende Bearbeitung von Elastollan®

Bohren

Die Bohrung fällt allgemein kleiner aus als der Nenn-Ø des Bohrers angibt. Bei Qualitäten bis 80 Shore A beträgt die Ø-Verringerung etwa 4–5 %. Hohlbohrer ergeben maßgenauere Bohrungen.

Während des Bohrvorganges sollte gut gekühlt und der Bohrer öfter angehoben werden.

Drehen

Die zum Drehen eingesetzten Werkzeuge sollten schlankere Schneiden haben als die für Metalle, um die Schnittkräfte und die Schnittwärme zu verringern.

Fräsen

Zum Fräsen von Elastollan® können die üblichen Fräsmaschinen sowie Handfräsen verwendet werden. Bei Verwendung von Messerköpfen sind nur wenige Messer einzusetzen, damit eine gute Spanbildung gewährleistet ist.

Sägen

Sägeblätter mit einer kleinen Zahnteilung und weiter Schränkung sind geeignet.

Schleifen

Elastollan®-Typen können geschliffen werden.

Die Schleifscheiben sollten nicht zu breit sein, da es an der Schleifstelle leicht zu Überhitzung kommen kann (max. 20mm). Kühlen ist daher von Vorteil und ermöglicht eine höhere Schleifleistung.

Spanlose Bearbeitung

Stanzen

Die Form der gestanzten Fläche ist von der Materialhärte abhängig. Abbildung 31 zeigt das Stanzergebnis bei weichen und harten Elastollan®-Typen.

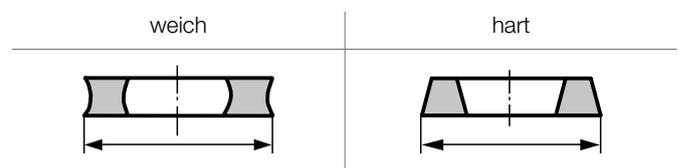


Abb. 31: Stanzergebnisse

Qualitätsmanagement

Leitlinien zur Qualität

- Wesentliche Elemente des Qualitätsmanagements sind die Kundenorientierung, die Prozessorientierung und die Mitarbeiterorientierung.
- Die Kundenanforderungen werden regelmäßig ermittelt und mit dem Ziel der Erhöhung der Kundenzufriedenheit erfüllt.
- In allen Funktionsbereichen werden mit den Prozessverantwortlichen Ziele vereinbart und die Realisierung regelmäßig verfolgt
- Ziele, Methoden und Ergebnisse des Qualitätsmanagements werden fortlaufend vermittelt, um das Bewusstsein und die Mitwirkung aller Mitarbeiter am Prozess der ständigen Qualitätsverbesserung zu fördern.
- Anstelle der nachträglichen Fehlerbehebung wird das Prinzip der Fehlervermeidung verwirklicht.
- Organisatorische und personelle Maßnahmen werden durch wirksames Qualitätsmanagement so ausgerichtet, dass die Verwirklichung der Qualitätsziele sichergestellt ist.

Management-Systeme/Zertifikate

Die Zufriedenheit der Kunden ist die Grundlage eines nachhaltigen Geschäftserfolges. Wir wollen daher den Erwartungen der Kunden an unsere Produkte und sonstigen Leistungen dauerhaft gerecht werden. Um dies zuverlässig gewährleisten zu können, wurde bei BASF Polyurethanes GmbH bereits vor mehreren Jahren ein integriertes Qualitäts- und Umweltmanagementsystem eingeführt, das alle Bereiche des Unternehmens umfasst. Jeder Geschäftsprozess wird regelmäßig anhand aussagefähiger Leistungsindikatoren bewertet und weiterentwickelt. Ziel ist eine optimale Effizienz und das nahezu fehlerfreie Ineinandergreifen aller Tätigkeiten und Abläufe. Jeder Mitarbeiter ist auf seinem Platz aufgefordert, mit seinen Fähigkeiten und Ideen zur Sicherung und zur kontinuierlichen Verbesserung der Qualität beizutragen.

Basis unseres integrierten Qualitäts- und Umweltmanagementsystems sind die Anforderungen der folgenden Regelwerke:

DIN EN ISO 9001:2015

DIN EN ISO 14001:2015

DIN EN ISO 50001:2015

IATF 16949:2016

DIN EN ISO 45001:2018

Für Ihre Notizen

Sachwortregister

Sachwortregister

Additive 6
Angüsse 13
Arbeitshygiene 9

Bandanguss 13
Bearbeitung
– Oberflächen 22
– spanlose 23
– spanende 22
Blasformen 21
Bohren 23

Coextrusion 21

Drehen 23

Einfärbung 6
Einlegeteile 14
Einspritzgeschwindigkeit 11
Entformung 13
Entlüftung 13
Entsorgung 9
Extrusion
– Kalibrierung 19
– Kühlung 19
– Maschinenauslegung 16
– Verarbeitung 17
– Werkzeuggestaltung 18
Extrusionsverfahren
– Blasformen 21
– Folien 20
– Profile 19
– Schläuche 19
– Ummantelungen 20

Feuchtigkeitsaufnahme 4
Folienherstellung 20
Fräsen 23

Hohlkörper 21
Hygroskopie 4

Kalibrierung 19
Kegelanguss 13
Kleben 22
Kühlung 19

Lagerung 4

Maschinenauslegung
– Extrusion 16
– Spritzguss 10
Massetemperaturen
– Extrusion 17
– Spritzguss 10
Mehrkomponentenspritzguss 14

Nachbehandlung 7

Oberflächenbearbeitung 22

Profilherstellung 19

Qualitätsmanagement 24

Regeneratverwertung 6
Ringanguss 13

Sägen 23

Sandwichspritzguss 14

Schlauchherstellung 19

Schleifen 23

Schneckengeometrie

– Extrusion 16

– Spritzguss 10

Schneckendrehzahl

– Extrusion 17

– Spritzguss 11

Schneckengangtiefe

– Extrusion 16

– Spritzguss 10

Schweißen 22

Schwindung 14

Sonderverfahren

– Extrusion 21

– Spritzguss 14

Spritzdruck 11

Spritzgießen

– Einlegeteile 14

– Maschinenauslegung 10

– Schwindung 14

– Verarbeitung 10, 11

– Werkzeuggestaltung 12, 13

Spritzzyklus 12

Stanzen 23

Staudruck 11

Trocknung

– Trockner 5

– Trocknungsparameter 5

– Wassergehalt 5

Temperung 7

Temperaturen

– Extrusion 17

– Spritzguss 10

– Trocknung 5

Thermoplast-Schaum-Extrusion 21

Thermoplast-Schaumguss (TSG) 14

Umlufttrockner 5

Ummantelung 20

Verarbeitung

– Extrusion 17

– Spritzguss 10

Verarbeitungsfehler

– Extrusion 21

– Spritzguss 15

Verteilerkanäle 12

Wassergehalt 5

Werkzeuggestaltung

– Extrusion 18

– Spritzguss 12

Werkzeugoberfläche 13

Werkzeugtemperierung 13

Zykluszeiten 12

Zylindertemperaturen

– Extrusion 17

– Spritzguss 11

Ausgewählte Produktliteratur:

- Thermoplastische Polyurethan-Elastomere (TPU) – Think, create, Elastollan®
- Elastollan® – Sortimentsübersicht
- Elastollan® – Materialeigenschaften

Zur Beachtung

Die Angaben in dieser Druckschrift basieren auf unseren derzeitigen Kenntnissen und Erfahrungen. Sie befreien den Verarbeiter wegen der Fülle möglicher Einflüsse bei Verarbeitung und Anwendung unseres Produktes nicht von eigenen Prüfungen und Versuchen. Eine Garantie bestimmter Eigenschaften oder die Eignung des Produktes für einen konkreten Einsatzzweck kann aus unseren Angaben nicht abgeleitet werden. Alle hierin vorliegenden Beschreibungen, Zeichnungen, Fotografien, Daten, Verhältnisse, Gewichte u. Ä. können sich ohne Vorankündigung ändern und stellen nicht die vertraglich vereinbarte Beschaffenheit des Produktes dar. Etwaige Schutzrechte sowie bestehende Gesetze und Bestimmungen sind vom Empfänger unseres Produktes in eigener Verantwortung zu beachten. (September 2019)

Weitere Informationen zu Thermoplastische Polyurethan-Elastomere (TPU) finden Sie im Internet unter:

www.elastollan.basf.de

Besuchen Sie auch unsere Internetseiten:

www.plastics.basf.com

www.plastics.basf.de

Broschürenanforderung:

plas.com@basf.com

Bei technischen Fragen zu den Produkten wenden

Sie sich bitte an den Elastollan®-Infopoint:

