

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 4):

Das Kompressionsverhältnis sollte 1:2 betragen und auf keinen Fall 1:3 übersteigen. Die in Abbildung 5 aufgeführten Gangtiefen werden empfohlen.

Eine eingebaute Rückstromsperre ist notwendig. Bevorzugt sollten offene und hydraulisch verschließbare Düsen 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.

Schneckengeometrie (schematisch)

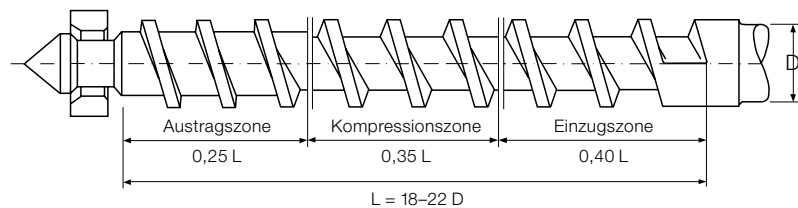


Abb. 4

Abhängigkeit: Schneckendurchmesser – Gangtiefe Einzug

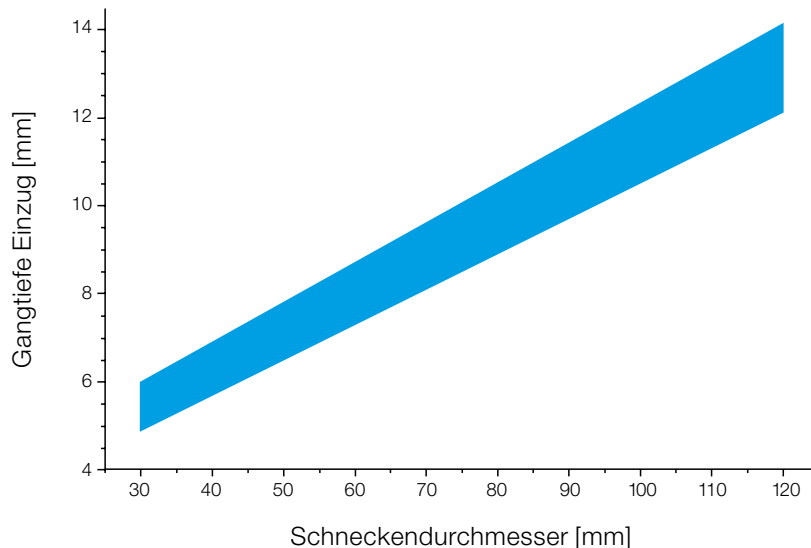


Abb. 5

Verarbeitungsverfahren

Spritzgießen

Verarbeitungsparameter

Für eine strömungsfreie Verarbeitung von Elastollan zu Teilen einer gleichmäßig hohen Qualität ist die exakte und konstante Temperaturführung im Spritzgießzylinder und in der Düse erforderlich.

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

Die Tabelle 3 zeigt die empfohlenen Zylindertemperaturen für unterschiedliche Härtebereiche.

Es empfiehlt sich, eine Kontrolle der Temperaturregelung durch Messung

der Massetemperatur vorzunehmen und ggf. nachzuregeln (siehe Tabelle 4).

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

Empfohlene Schneckendrehzahlen in Abhängigkeit vom Schneckendurchmesser siehe Abbildung 6.

Bei längeren Arbeitsunterbrechungen wird das im Zylinder verbleibende Material thermisch geschädigt. Es muss dann vor Wiederaufnahme der Produktion abgespritzt werden.

Richtwerte für Zylindertemperaturen in °C

Shore-Härte	Heizzonentemperatur	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 3

Richtwerte für Massetemperaturen in °C

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

Tabelle 4

Abhängigkeit: max. Schneckendrehzahl – Schneckendurchmesser

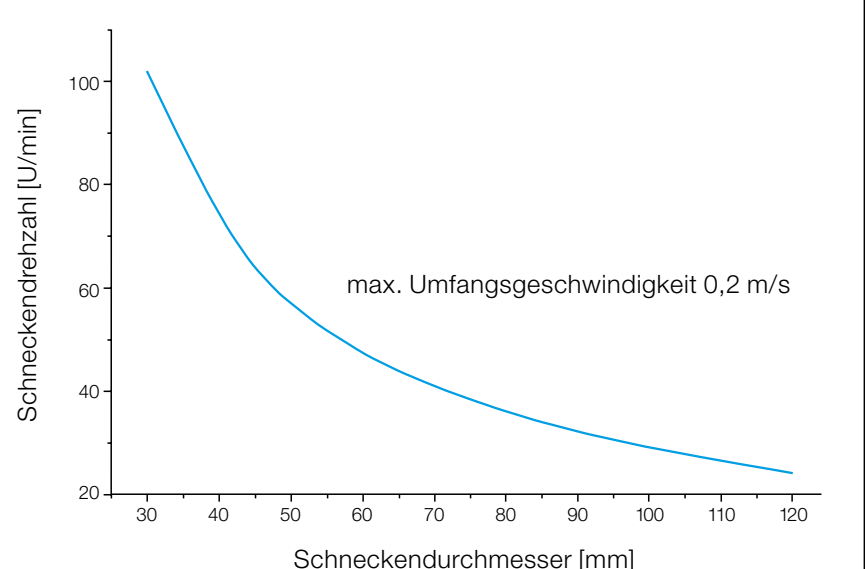


Abb. 6

Verarbeitungsverfahren

Spritzgießen

Verarbeitungsparameter

Schematischer Druckverlauf während der Verarbeitung

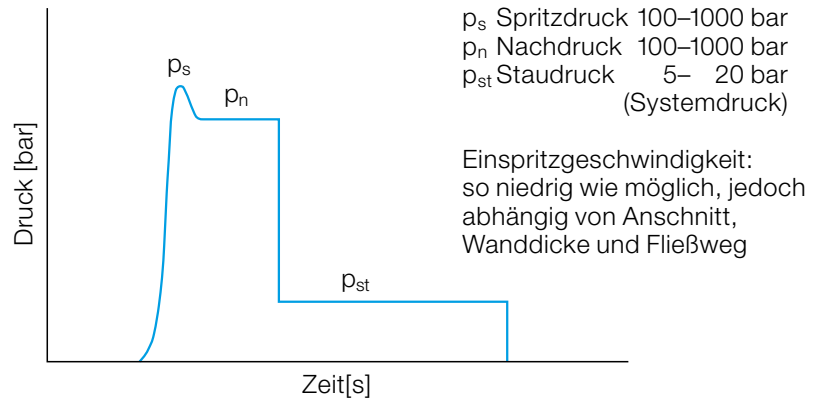


Abb. 7

Für die Verarbeitung von Elastollan sind außerdem folgende Maschinenparameter von Bedeutung (siehe Abbildung 7):

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.

Einspritzgeschwindigkeit

Die richtige Einspritzgeschwindigkeit ist abhängig von Anschnitt,

Wanddicke und Fließweg. Sie sollte so niedrig wie möglich gehalten werden.

In der Abbildung 7 ist ein typischer Zyklusverlauf für Elastollan schematisch dargestellt.

Zykluszeiten

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

Die Abbildung 8 zeigt die Zykluszeit in Abhängigkeit von der Wanddicke für Typen unterschiedlicher Shore-Härte.

Zykluszeiten in Abhängigkeit von der Wanddicke

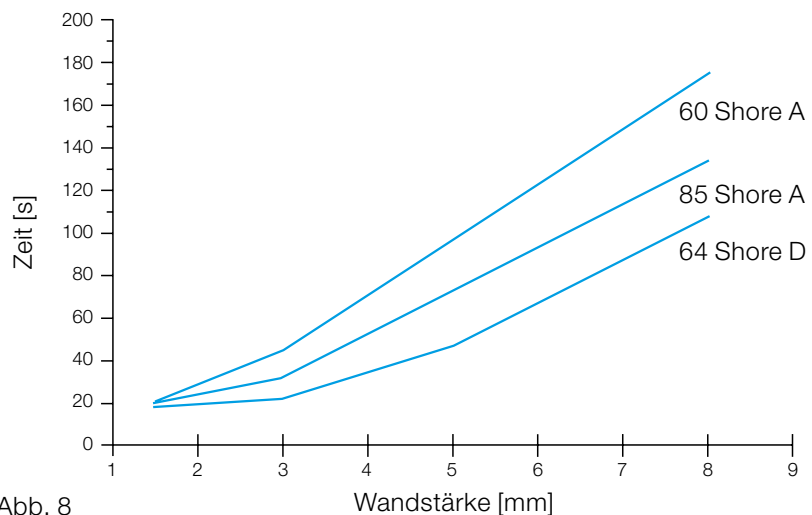


Abb. 8

Verarbeitungsverfahren

Spritzgießen

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 mindestens 6° aufweisen. Eine Ausziehkralle ist für die bessere Entformung zu empfehlen.

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 11).

Beim Einsatz von **Heißkanalwerkzeugen** sollten **außenbeheizte**

Verteilersysteme

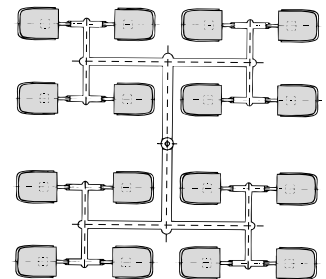


Abb. 9

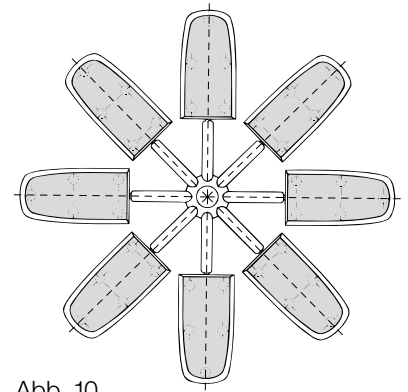


Abb. 10

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. Die kritische Scher rate beträgt $25\,000\text{ s}^{-1}$.

Verteilerkanalquerschnitt

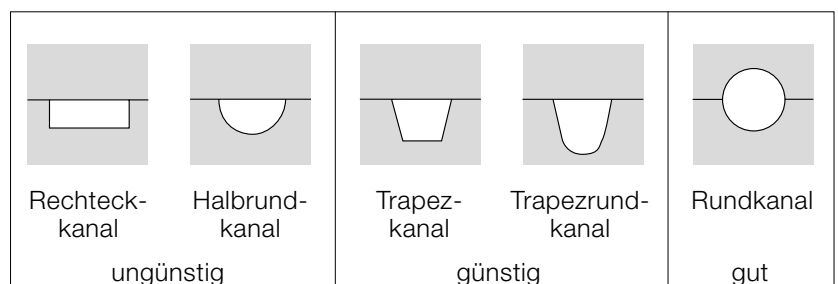


Abb. 11

Verarbeitungsverfahren

Spritzgießen

Werkzeuggestaltung

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 kommt. Entlüftungskanäle werden zweckmäßig in der Trennebene, an Einsätzen und an Stiften mit 0,02 bis 0,05 mm Tiefe angelegt.

Werkzeugoberfläche

Für die Verarbeitung von Elastollan, insbesondere der weicheren Typen, sind Werkzeugoberflächen mit einer Rautiefe 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

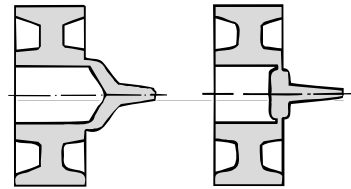
Die Flexibilität von Elastollan im unteren Härtebereich erlaubt größere Hinterschneidungen bei guter Entformbarkeit. Eine kurzzeitige Überdehnung $< 5\%$ führt erfahrungsgemäß zu keiner bleibenden Verformung.

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

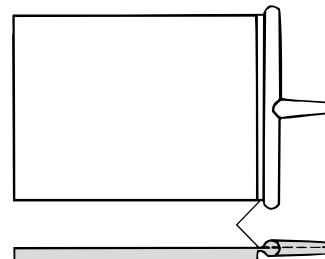
Ein gutes Temperiersystem im Werkzeug ist Voraussetzung für hochwertige Spritzgussteile, da die Werkzeugtemperatur die Oberfläche, die Schwindung und den Verzug maßgeblich beeinflusst.

Für Elastollan empfohlene Angussarten



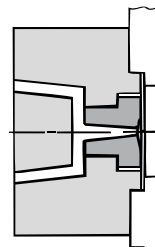
Ringanguss

Abb. 12



Bandanguss

Abb. 13



Kegelanguss

Abb. 14

Formtemperaturen von 15 bis 70 °C sind je nach Formteil und Elastollan-Typ üblich.

Durch unterschiedliche Temperierung der beiden Werkzeughälften kann einem möglichen Verzug der Formteile vorgebeugt werden.

Verarbeitungsverfahren

Spritzgießen

Schwindung

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

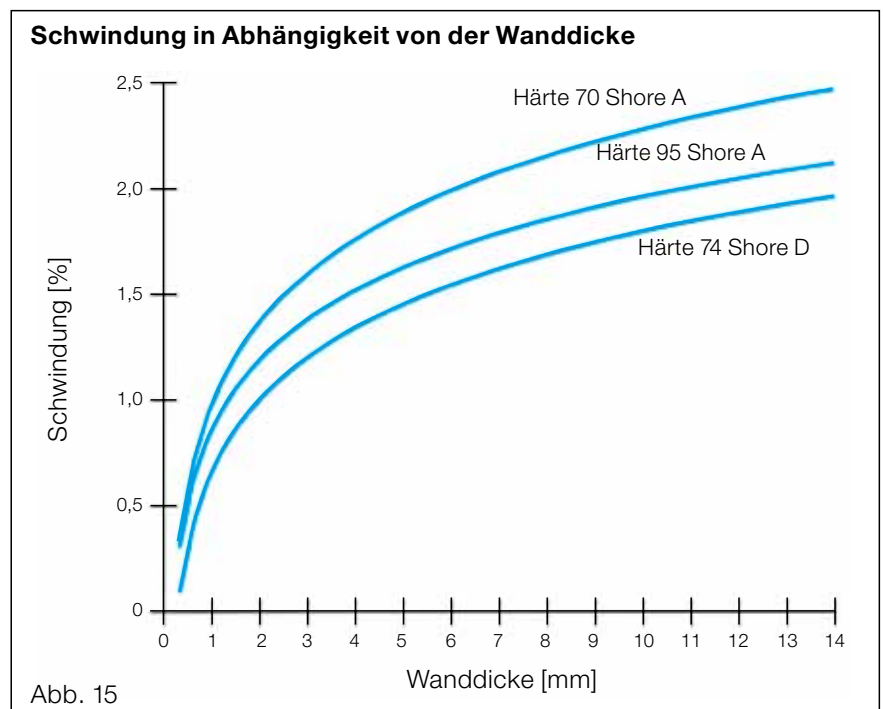
- Formgebung des Teils
- Wanddicke
- Anschnittgestaltung
- Verarbeitungsbedingungen, insbesondere Masstemperatur, Spritzdruck, Nachdruck, Werkzeugtemperatur.

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

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. Hierfür sind gleitmittelfreie Elastollan-Typen einzusetzen.

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.

Verarbeitungsverfahren

Spritzgießen

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.

Gasinnendruckverfahren

Prinzipiell eine Art Sandwichverfahren, bei welchem als Kernkomponente Gas zur Gewichtsreduzierung eingesetzt wird.

Verarbeitungsfehler

Verarbeitungsfehler und mögliche Ursachen														
	Masstemperatur	Werkzeugtemperatur	Einspritzgeschwindigkeit	Nachdruck/-zeit	Staudruck	Spritzvolumen/Massepolster	Zuhaltekraft	Kühlzeit	Entlüftung	Feuchtigkeitsgehalt	Fremdmaterial	Anschnittgröße	Gleitmittel	Verweilzeit
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 5