

QUALITY SUPPORTS.

Verarbeitungsdaten für den Spritzgießer

X Durethan® X Pocan®

QUALITY **WORKS.**

LANXESS
Energizing Chemistry

INHALTSVERZEICHNIS

03	1. PRODUKTÜBERSICHT
04	2. AUSWAHL VON MASCHINE UND PERIPHERIE
04 – 05	2.1 Bestimmung der Zuhaltkraft
06	2.2 Schneckenengeometrie
07 – 11	2.3 Bestimmung von Schneckendurchmesser, Schussgewicht und Dosierweg
12	2.4 Düsen
12	2.5 Verschleißschutz
13	2.6 Dichtflächen: Düse, Düsenkopf und Rückstromsperre
14 – 16	2.7 Temperiergerät
17	3. VERARBEITUNG
17 – 18	3.1 Trocknung
19	3.2 Werkzeug- und Schmelzetemperatur, Verweilzeit
20 – 21	3.3 Schneckendrehzahl und Staudruck
22 – 25	3.4 Einspritz- und Nachdruckphase
26 – 28	3.5 Kühlzeit
29	3.6 Reinigung der Plastifiziereinheit
30	3.7 Mahlgutverarbeitung
31	3.8 Einfärben mit Masterbatch
32	4. MASSNAHMEN ZUR BESEITIGUNG VON SPRITZGIESSFEHLERN
44	4.1 Zusammenfassung: Fehler, Ursachen, Abhilfen

1. PRODUKTÜBERSICHT

Mit den Kunststoffen **Durethan®** und **Pocan®** verfügen wir über zwei Produktlinien mit großem Wachstums- und Innovationspotenzial. Basierend auf wettbewerbsfähigen Produktionsanlagen und intensiver Produkt- und Anwendungsentwicklung sind wir ein bedeutender Anbieter im jeweiligen Wettbewerbsumfeld.

Das Geschäft mit unseren Kunststoffen stützt sich darüber hinaus auf die Eigenproduktion relevanter Vorprodukte. Die Produktionsbetriebe für Cyclohexanol/-on, Caprolactam, sowie Glasfasern gehören zu den größten ihrer Art.

Hauptbranchen

Durethan® ist durch sein Eigenschaftprofil besonders für Anwendungen in der Automobil- und Elektro-/Elektronikindustrie sowie im Bauwesen geeignet.

Pocan® wird hauptsächlich in der Elektro-/Elektronikindustrie eingesetzt, aber auch in der Automobil- und Nutzfahrzeugindustrie, der Medizin, Sport und Freizeit findet man Anwendungen aus diesem vielseitigen Werkstoff.

HiAnt®

Bei der Entwicklung von innovativen Anwendungen unterstützen wir unsere Kunden mit umfangreichem technischen Service und Know-how. Der Name **HiAnt®** steht für unsere diesbezügliche Kompetenz. Er leitet sich von den Begriffen Hightech und Ant, dem englischen Wort für Ameise, ab. Ameisen stehen für gut organisierte Teamarbeit, Fleiß, Vernetzung durch effektive Kommunikation und Erfolg dank gemeinsamer Anstrengung.

Diese Broschüre gibt dem Spritzgießer einen schnellen Überblick über die Verarbeitung der Technischen Thermoplaste von LANXESS:

Durethan® PA 6, PA 66, PA 6I, Co-PA
Pocan® PBT, PBT-Blends

Sie basiert auf langjährigen Erfahrungen von LANXESS und ist als eine Empfehlung mit Richtwertcharakter zu verstehen. Im Einzelfall kann es notwendig sein, von diesen Empfehlungen abzuweichen.

2. AUSWAHL VON MASCHINE UND PERIPHERIE

2.1 Bestimmung der Zuhaltkraft

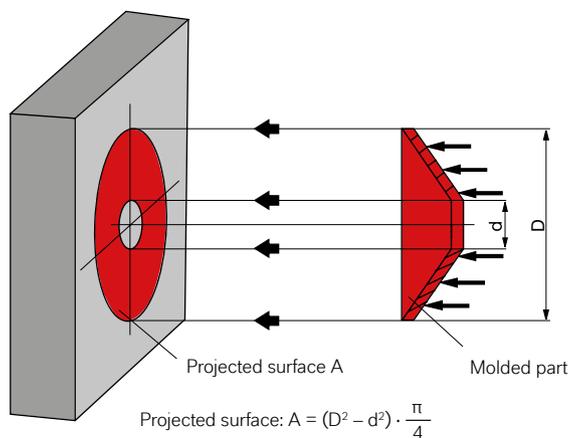
Allgemeine Formel

$$\text{Zuhaltkraft} \geq \text{WZ-Auftreibkraft in kN} = \frac{\text{projizierte Fläche in cm}^2 \times \text{mittl. WZ-Innendruck (Aufreibdruck) in bar}}{100}$$

Die tatsächlich notwendige Zuhaltkraft hängt hauptsächlich von den beiden in der Formel vorkommenden Größen ab. Darüber hinaus wird diese Zuhaltkraft auch noch von anderen Faktoren wie z. B. der Steifigkeit von Maschine und Werkzeug, der Formteilgestaltung, von der zulässigen Atmung, den Verarbeitungsparametern und von der Formmasse selbst beeinflusst.

- Projizierte Fläche = Summe aller auf die Ebene der Aufspannplatten projizierten, druckbeaufschlagten Auftriebsflächen
Beispiel: kegelstumpfförmige Scheibe

Abb. 1: Projizierte Fläche eines Formteils (schematisch)



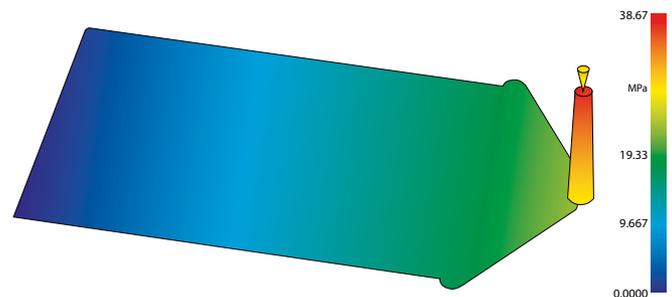
Mittlerer Werkzeuginnendruck (Aufreibdruck):

Der Druck im Werkzeug ist nicht an allen Stellen gleich: Anschnittnah treten viel höhere Drücke auf als anschnittfern.

Beim Berechnen der Zuhaltkraft wird deshalb mit dem mittleren Werkzeuginnendruck gerechnet. Dieser kann mit Hilfe von Füllsimulationen abgeschätzt werden: Bei der Auslegung von Werkzeugen für **Durethan®** und **Pocan®** wird häufig ein maximaler Fülldruck (ohne Angussystem) von 650 bar zugrunde gelegt. Beim Erreichen der vollen Füllung der Kavität liegen dann 650 bar am Anschnitt und annähernd 1 bar am Fließwegende an. Der mittlere Werkzeuginnendruck wäre in diesem Beispiel bei linearem Druckverlauf $650 : 2 = 325$ bar.

Dieser Wert muss für die Praxis jedoch meist noch deutlich erhöht werden, um z. B. der Teilegeometrie und möglichen Druckspitzen beim Umschalten von Spritzdruck auf Nachdruck gerecht zu werden. Im Extremfall kann es sogar notwendig sein, fast den gesamten Spritzdruck zu kompensieren. Häufig wird jedoch mit Werten von 250 bis 700 bar gerechnet.

Abb. 2: Beispiel für den Druckverlauf in einem Plattenwerkzeug



2. AUSWAHL VON MASCHINE UND PERIPHERIE

2.2 Schneckengeometrie

Bei der Verarbeitung der LANXESS Thermoplaste haben sich Dreizonenschnecken mit einem L:D-Verhältnis von 18:1 bis 22:1 und einem Gangtiefenverhältnis von 2:1 bis 2,5:1 bewährt.

Abb. 3: Dreizonenschnecke

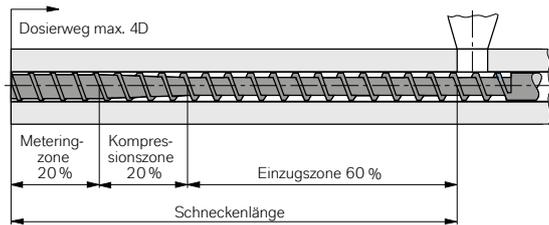
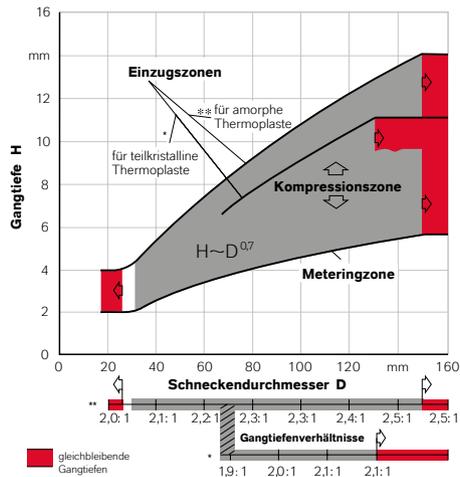


Abb. 4: Zusammenhang zwischen Schneckendurchmesser, Gangtiefe und Gangtiefenverhältnissen für Standard-Dreizonenschnecken



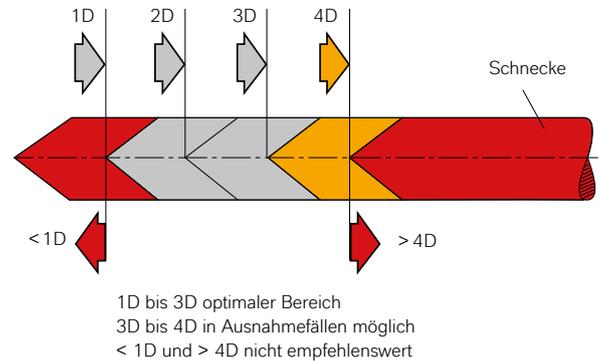
Bei Durethan® und Pocan® ist für Schneckendurchmesser > 80 mm eine verringerte Einzugszonengangtiefe vorteilhaft.

2.3 Bestimmung von Schneckendurchmesser, Schussgewicht und Dosierweg

Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, das Schussgewicht und den Schneckendurchmesser so aufeinander abzustimmen, dass der Dosierweg zwischen $1 \times D$ und $3 \times D$ liegt ($D =$ Durchmesser).

Bei Unter- und Überschreitung dieses Bereichs muss mit Qualitätseinbußen, wie z. B. Molekulargewichtsabbau infolge zu langer Verweilzeit oder Oberflächenstörungen an den Formteilen durch mitgeschleppte Luft, gerechnet werden.

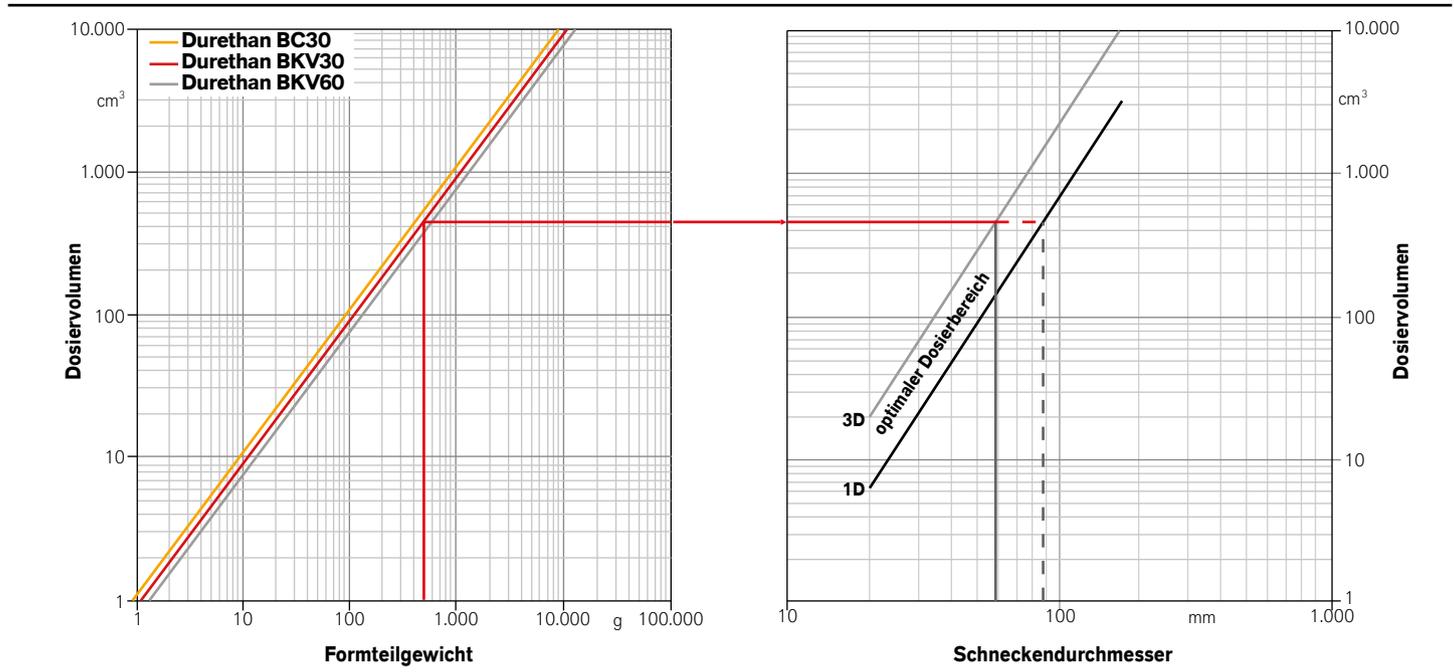
Abb. 5: Nutzbare und mögliche Dosierwege bei Spritzgießschnecken



2. AUSWAHL VON MASCHINE UND PERIPHERIE

Das folgende Diagramm zeigt den Zusammenhang zwischen Schussgewicht und sinnvollem Schneckendurchmesser:

Abb. 6a: Zusammenhang zwischen Schneckendurchmesser, Dosiervolumen und Teilgewicht beim Spritzgießen von Durethan®



Das Nomogramm (Abbildung 6a & 6b) stellt den Zusammenhang zwischen Schneckendurchmesser, Dosiervolumen und Teilgewicht bei der Verarbeitung von Thermoplasten auf Spritzgießmaschinen dar.

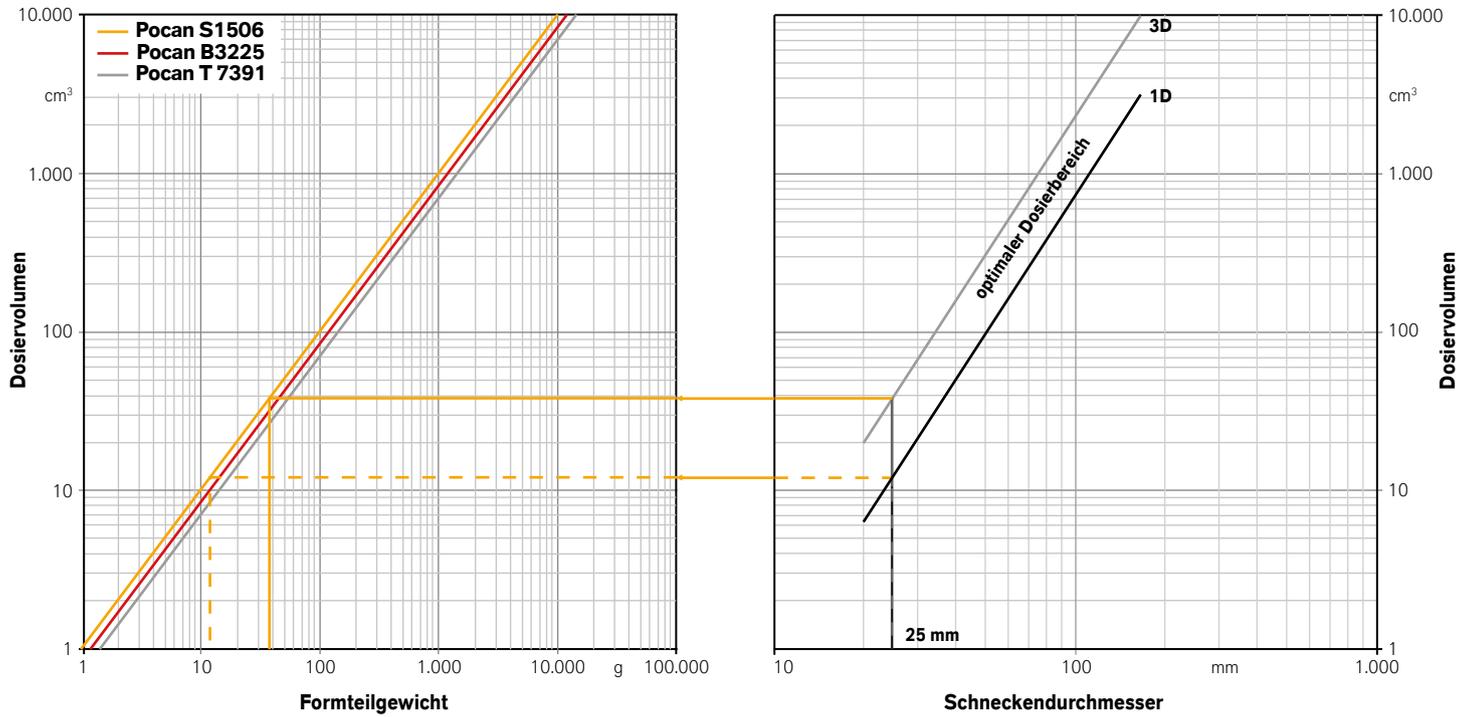
Es kann sowohl für die Auslegung des Schneckendurchmessers (Maschinengröße) anhand eines bekannten Teilgewichtes, als auch zur Abschätzung des minimalen oder maximalen Formteilgewichtes bei vorgegebenem Schneckendurchmesser verwendet werden. Dabei wird die Verwendung einer Dreizonen-Schnecke (L : D-Verhältnis von 18 : 1 bis 22 : 1) und ein optimaler Dosierhub im Bereich von 1D bis 3D vorausgesetzt.

Am Beispiel eines Formteils aus PA 6 GF30 (hier **Durethan®** BKV30) mit 500 g Gewicht incl. Anguss ist zu erkennen, dass minimal ein Schneckendurchmesser von 57 mm (Dosierweg maximal 3D) und maximal ein Schneckendurchmesser von 82 mm (Dosierweg minimal 1D) genutzt werden sollte. Umgekehrt lässt sich für eine Schnecke von z. B. 25 mm Durchmesser für ein unverstärktes PBT (hier **Pocan®** S1506 – Abb. 6b) ein minimales Teilgewicht von etwa 12 g (Dosierweg minimal 1D) und max. etwa 38 g (Dosierweg maximal 3D) ermitteln.

Die Dosierolumina hängen von der Schmelzedichte der Kunststoffe ab. Mit zunehmender Dichte verringern sich die erforderlichen Schneckendurchmesser.

2. AUSWAHL VON MASCHINE UND PERIPHERIE

Abb. 6b: Zusammenhang zwischen Schneckendurchmesser, Dosiervolumen und Teilgewicht beim Spritzgießen von Pocan® (Erläuterungen siehe vorherige Seite)



2. AUSWAHL VON MASCHINE UND PERIPHERIE

2.4 Düsen

Die Verarbeitung sollte möglichst mit offenen Düsen erfolgen. Verschlussdüsen finden bei leichtfließenden Materialien auch Anwendung; mit ihnen können jedoch – je nach Bauart – eher Probleme wie Materialzersetzung, Stippen, Funktionsstörungen usw. auftreten (siehe auch nachfolgende Stichpunkte).

- Federbelastete Nadelsysteme verursachen einen höheren Spritzdruckbedarf und kurzzeitig hohe Materialschерung. Beidseitig hydraulisch oder pneumatisch betätigte Systeme wie auch die mechanisch gesteuerten Schiebeverschlussdüsen haben diesen Nachteil nicht.
- Bei allen Nadel- und Schiebeverschlusssystemen hängt die praktische Bewährung stark von einer strömungsgünstigen Gestaltung des Schmelzekanals ab (keine toten Ecken, Stromaufteilungen).
- Bei allen Verschlusssystemen sollten bewegliche Betätigungselemente »mit Spiel« so eingepasst werden, dass eine »Schmelzeschmierung« entsteht und ein geringer, gewollter Leckagestrom nach außen abgeführt werden kann.
- Aufgrund der schwierigen thermischen Trennung und erhöhter Scherung ist für halogenfreie FR-Typen eine Direktanspritzung über einen Heißkanal mit Torpedospitze nicht zu empfehlen.

Bei allen Düsen ist auf eine gute Anpassung zwischen Düsen- und Angussbohrungsdurchmesser zu achten.

Richtwerte:

Düsenbohrung = Angussbohrung minus 0,5 bis minus 1,0 mm

2.5 Verschleißschutz

Wie bei allen Arbeitsmaschinen kommt es auch bei der Verarbeitung von Thermoplasten zu Verschleiß an der Plastifiziereinheit. Man unterscheidet grundsätzlich zwischen Abrasion und Korrosion. Diese können einzeln, aber auch gemeinsam auftreten.

Verschleißvorgänge an Bauteilen werden häufig erst in einem späten Stadium durch Funktionsstörungen erkannt. Sie wirken sich an den Formteilen aber oft schon viel früher in Form von Oberflächenverfärbung oder ähnlichen Fehlern aus. Manchmal sind diese Störstellen im Formteilinneren zu finden, oberflächlich also noch nicht sichtbar. Hohe Kosten entstehen nicht nur durch verschlissene, funktionsuntüchtige Maschinenelemente wie Schnecken, Zylinder und Rückstromsperrern, sondern auch durch Ausschussproduktion und verminderte Nutzungsgrade der Maschinen wegen Stillstand- und Reparaturzeiten.

Es empfiehlt sich daher bei der Verarbeitung von **Durethan®** und **Pocan®**, in verschleiß- und korrosionsgeschützte Aggregate zu investieren. Für die Auswahl der Stahlqualität und der Oberflächenbehandlungsmethode kann es hierbei entscheidend sein, welcher der beiden Verschleißmechanismen überwiegt. Abrasionsgeschützte Maschinen sind insbesondere für glasfaserverstärkte und mineralgefüllte Kunststoffe sinnvoll, während sich ein Korrosionsschutz vor allem bei Produkten mit Flammschutzmitteln bezahlt macht.

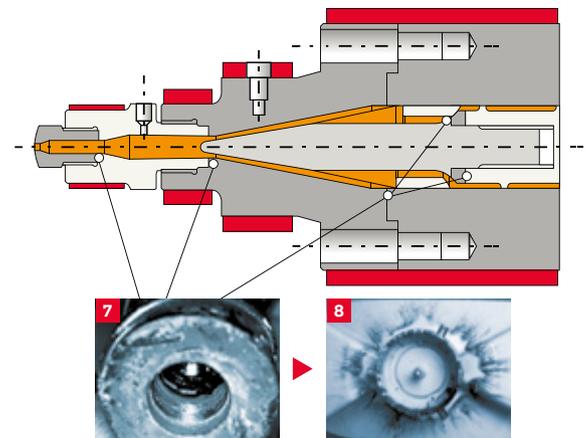
2.6 Dichtflächen: Düse, Düsenkopf und Rückstromsperr

Häufige Ursache für Qualitätsprobleme sind fehlerhafte Dichtflächen in der Plastifiziereinheit. Eindringende Schmelze wird in Spalten geschädigt (»tote« Ecken, Verweilzeit und Temperatur), von nachfolgender Schmelze wieder mitgerissen und kann dann an Formteilen dunkle Streifen, Wolken oder Stippen hervorrufen.

- Dichtflächen sollten beim Zusammenbau der Plastifiziereinheit mittels Tuschiepaste (möglichst dünner Auftrag) auf flächige Anlage geprüft werden.
- Man beachte die meist detaillierten Anweisungen der Maschinenhersteller für den korrekten Zusammenbau der einzelnen Teile wie Zylinderkopf und Düse.

Abb. 7: Fehlerhafte Dichtfläche an der Schneckenstirnseite mit verkrackter Schmelze bis zum Gewindesackloch

Abb. 8: Formteil mit starken Verfärbungen durch verkrackte Schmelze



2. AUSWAHL VON MASCHINE UND PERIPHERIE

2.7 Temperiergerät

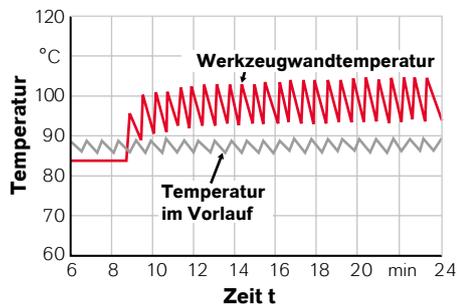
Die Temperierung des Werkzeuges hat entscheidenden Einfluss auf die Qualität der Spritzgussteile. Besonders Eigenschaften wie Oberflächenbeschaffenheit, Maßtoleranzen, Gewicht, Verzug sowie Eigenspannungen sind stark über die Werkzeugtemperierung beeinflussbar. Auch die Kühlzeit wird ganz wesentlich von der Werkzeugwandtemperatur bestimmt.

Die Einhaltung von Produktionsvorgaben, besonders von Maßtoleranzen, ist an eine definierte Werkzeugtemperatur gebunden. Die hierfür eingesetzten Temperiergeräte können Höhe und Konstanz der Werkzeugtemperatur meist nur begrenzt sichern. Zunächst wird die Formnestoberfläche bei jedem Einspritzvorgang durch den Kontakt mit der Schmelze um 5 bis 15 °C erwärmt.

Der Temperaturanstieg wird bis zum nächsten Einspritzvorgang durch Wärmeabfuhr zurückgehen. Bei stetiger Zyklusfolge ergibt sich so eine periodische Temperaturschwankung (so genannter Sägezahnverlauf). Vor allem beim Anfahren der Produktion wird aber die Temperatur des Werkzeugs über eine gewisse Zeit ansteigen, bis sich zwischen Wärmezuführung und -abfuhr ein Gleichgewichtszustand eingestellt hat. Er wird überlagert von der - gelegentlich erheblichen - Regelschwankung des Temperiergeräts und von Wärmeverlusten.

Die Werkzeugtemperatur kann also erheblich - nach oben und nach unten - von den am Temperiergerät eingestellten Werten abweichen. Es empfiehlt sich daher, die tatsächlichen Werkzeugtemperaturen durch eigene Messungen festzustellen und die Regelung entsprechend zu korrigieren.

Abb. 9: Beispiel für einen Temperaturverlauf

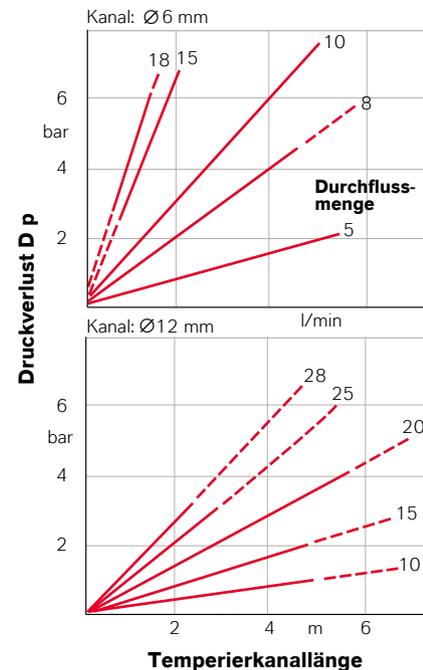


Die Gleichgewichtstemperatur und die Zeit bis zum Erreichen des thermischen Gleichgewichts hängen vom Mengendurchsatz des Temperiermittels bzw. dem Fließwiderstand ab. Letzterer wird von der Anzahl der Temperierkanäle und Umlenkungen im Werkzeug bestimmt (Hintereinanderschaltung mehrerer Temperierkreise).

Andererseits wird häufig der für einen genügenden Mengendurchsatz des Temperiermittels (10 bis 15 l/min) erforderliche Druck von der Pumpe des Temperiergerätes nicht aufgebracht. Oder die maximale Druckhöhe wird durch ein Druckbegrenzungsventil sehr niedrig vorgegeben.

Die Folge ist eine »Schleichströmung« und damit ungenügender Wärmeaustausch im Werkzeug. Ein Hinweis auf zu geringe Durchflussmenge ist die Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf des Temperiergerätes: Sie sollte kleiner als 4 °C sein.

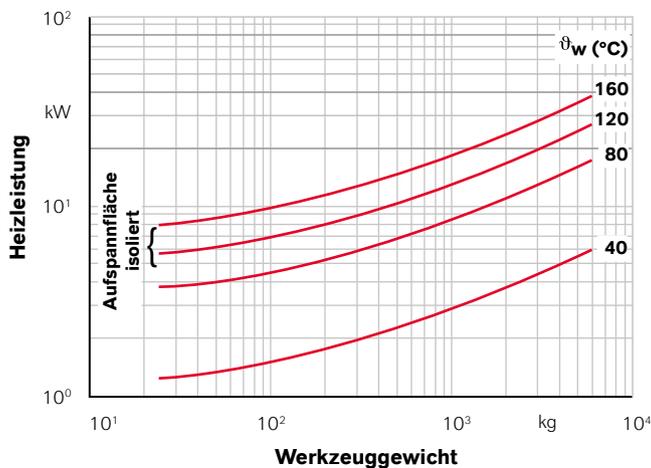
Abb. 10: Druckverluste in Temperierbohrungen unterschiedlicher Durchmesser



2. AUSWAHL VON MASCHINE UND PERIPHERIE

Eine wesentliche Voraussetzung für zügiges Erreichen und sichere Beherrschung der Werkzeugtemperatur ist eine ausreichende Heiz- und Kühlleistung der eingesetzten Temperiergeräte. Im folgenden Diagramm sind Anhaltswerte für eine von Werkzeuggröße und -temperatur abhängige Heizleistung vorgegeben.

Abb. 11: Erforderliche Heizleistung, abhängig von der Werkzeuggröße für verschiedene Temperaturen



3. VERARBEITUNG

3.1 Trocknung

Die meisten Kunststoffgranulate nehmen beim Lagern langsam Feuchtigkeit aus der Luft auf. Beim Spritzgießen kann diese Feuchtigkeit zu Problemen führen - selbst in geringen Mengen. Bei Polyamid 6 bilden sich dann z. B. sichtbare Oberflächenstörungen in Form von Schlieren (Wasserdampf). Bei PBT wird vorhandenes Wasser zunächst verbraucht und führt dabei zur Spaltung der Polymerketten. Die Folge davon sind optisch zwar einwandfreie, aber spröde Bauteile. Pocan® muss daher vor der Verarbeitung, sofern die Granulate nicht feuchtigkeitsdicht gelagert wurden, immer getrocknet werden. Durethan® und Pocan® FR-Typen müssen grundsätzlich getrocknet werden.

Insbesondere bei Durethan® darf die Trocknung aber nicht übertrieben werden, da sich sonst die Farbe verändern und die Fließfähigkeit deutlich verschlechtern kann (Abb. 12). Wir empfehlen daher, eine Trocknungstemperatur von 80 °C nicht zu überschreiten und Trockenlufttrockner zu verwenden. Frischluft- und Umlufttrockner sind bei 80 °C für Polyamid unserer Erfahrung nach ungeeignet - sie können im Extremfall sogar dazu führen, dass das Granulat nach der Trocknung feuchter ist als zuvor. Zum Abschätzen der nötigen Trocknungszeit ist es hilfreich, die Ausgangsfeuchte zu kennen. Sie kann z. B. mit Hilfe der Karl Fischer-Titration gemessen werden. In der Praxis können aber auch Feuchtigkeitswaagen trotz ihrer meist geringeren Präzision gute Dienste leisten.

Tabelle 1: Empfohlene Trocknungsbedingungen und Verarbeitungsfeuchtigkeiten (Spritzgießen)

	Trocknung				
	Temperatur	Zeit (Stunden)			Restfeuchte
		°C	Umluft	Frischluft	
Durethan®	80	nicht geeignet		2 bis 6 ¹⁾	0,03 bis 0,12
Pocan®	120	4 bis 8	2 bis 3	1 bis 4	0 bis 0,02

¹⁾ abhängig von der Ausgangsfeuchtigkeit

3. VERARBEITUNG

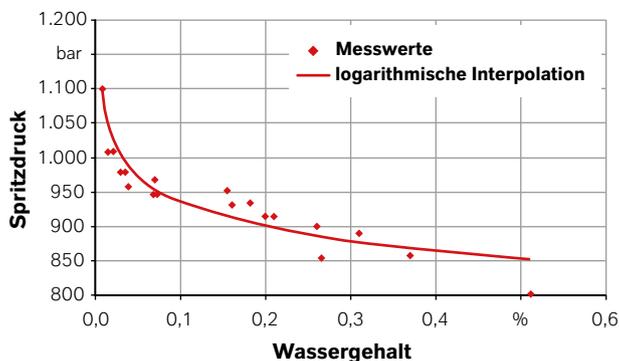
In Tabelle 1 aufgeführte Angaben beziehen sich auf Gebinde, die bei Raumtemperatur gelagert werden. Ebenfalls vorausgesetzt wird eine einwandfreie Funktion der Geräte sowie die Einhaltung der empfohlenen Temperatur.

Getrocknete Granulate sollten möglichst schnell noch heiß verarbeitet, und die Maschinentrichter mit Deckeln verschlossen werden. Angebrochene Gebinde sind möglichst dicht verschlossen zu halten und baldmöglichst zu verbrauchen. Insbesondere bei **Durethan®** kann sich ansonsten die notwendige Trocknungszeit stark verlängern.

Beim Verarbeiten von **Durethan®**-Granulat aus feuchtigkeitsdichter Verpackung kann meist auf eine Trocknung verzichtet werden. Die Gebinde müssen vor dem Öffnen aber ausreichend Zeit haben, um die Umgebungstemperatur anzunehmen. Andernfalls kann sich Kondenswasser bilden, das erst wieder durch Trocknung entfernt werden muss.

Für spezifische Typen, insbesondere z. B. aus dem Bereich Flammenschutz, sind die empfohlenen max. Feuchtegehalte dem jeweiligen Datenblatt zu entnehmen.

Abb. 12: Abhängigkeit des Spritzdruckes vom Wassergehalt des Granulats (am Beispiel von Durethan® BKV30)



3.2 Werkzeug- und Schmelzetemperatur, Verweilzeit

Die in folgender Tabelle angegebenen Bereiche für Werkzeug- und Schmelzetemperatur gelten für Spritzgieß-Standardprodukte ohne Flammenschutz und können deshalb nur Anhaltswerte sein. Bei einigen Produkten sind deutlich abweichende Einstellungen von den angegebenen Temperaturen erforderlich – bitte konsultieren Sie unsere Datenblätter und Ihren LANXESS Ansprechpartner.

Die thermische Belastung der Schmelze sollte so gering wie möglich gehalten werden, um unerwünschte Effekte, wie z. B. Eigenschaftsveränderungen des Kunststoffes, Abspalten von Zersetzungsprodukten, Zusetzen von Entlüftungen oder Werkzeugkorrosion zu minimieren. Hohe Schmelzetemperaturen und lange Verweilzeiten, z. B. durch eine für das Schussgewicht zu große Maschine oder durch lange Zykluszeiten müssen deshalb vermieden werden.

Bei längeren Produktionsunterbrechungen sollte die Schnecke aus dem gleichen Grund nach vorne gefahren und die Zylindertemperatur abgesenkt bzw. die Heizung ganz abgeschaltet werden.

Bei besonders temperaturempfindlichen Produkten ist es empfehlenswert, zuvor sowohl den Zylinder, als ggf. auch den Heißkanal mit einem Standardprodukt zu spülen. Nach der Unterbrechung sollte in jedem Fall mit frischem Granulat gespült werden.

3. VERARBEITUNG

Tabelle 2: Empfohlene Werkzeug- und Schmelzetemperaturen, Verweilzeiten in Zylinder und Heißkanal

	Werkzeugtemperatur °C	Schmelztemperatur °C	Verweilzeit min
Durethan®			
PA 66 unverstärkt	80 bis 100	275 bis 295	4 bis 10
PA 66 GF	80 bis 120	280 bis 300	4 bis 10
PA 6 unverstärkt	80 bis 100	260 bis 280	4 bis 10
PA 6 GF	80 bis 120	270 bis 290	4 bis 10
Pocan®			
PBT; PBT GF	80 bis 100	250 bis 270	4 bis 8
(PBT+PET)-Blends	80 bis 130	260 bis 290	4 bis 8
(PBT+ASA)-Blends	80 bis 100	260 bis 280	4* bis 6
(PBT+PC)-Blends	siehe Datenblatt	siehe Datenblatt	4* bis 6
(PET+PC)-Blends	70 bis 90	260 bis 280	4* bis 6

Die Schmelze muss ausreichend homogen aufgeschmolzen sein.
 * Halogenfreie FR-Typen können abweichen, bitte Verarbeitungshinweise im jeweiligen Datenblatt beachten.

Insbesondere für flammgeschützte Produkte empfehlen wir in der Regel typspezifisch niedrige Verarbeitungstemperaturen. Diese Empfehlungen können dem jeweiligen aktuellen Datenblatt in unserem TechCenter High Performance Materials entnommen werden.

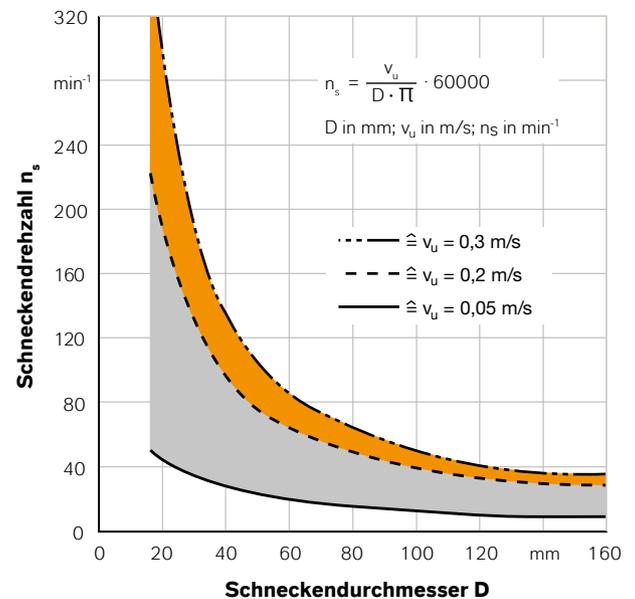
Auch bei korrekter Verarbeitung kann es zum Freisetzen von flüchtigen Bestandteilen und Zersetzungsprodukten kommen. Um Gesundheit und Wohlbefinden der Maschinenbediener nicht zu beeinträchtigen, ist deshalb die Einhaltung der im Sicherheitsdatenblatt angegebenen Arbeitsplatzgrenzwerte durch ausreichende Absaugung und Belüftung am Arbeitsplatz zu gewährleisten.

3.3 Schneckendrehzahl; Staudruck

Die Granulate im Zylinder werden durch die Drehung der Schnecke nach vorne gefördert, reiben dabei an der heißen Zylinderwand und schmelzen auf. Die Schneckendrehzahl darf bei diesem Vorgang nicht zu hoch sein, da es sonst zu einer Überhitzung der Schmelze und einer Schädigung

des Kunststoffs kommt. Flammgeschützte und andere thermisch sensible Typen sollten mit möglichst niedriger Schneckenumfangsgeschwindigkeit (v_u) in einem Bereich von 0,05 bis 0,2 m/s verarbeitet werden. Bei Standardprodukten empfiehlt sich ein Bereich von 0,05 bis 0,3 m/s. Leichtfließende EF- und XF-Typen ohne Flammschutz können zur Optimierung der Zykluszeit häufig mit Schneckendrehzahlen verarbeitet werden, die über 0,3 m/s hinausgehen.

Abb. 13: Abhängigkeit zwischen Schneckendrehzahl und Schneckendurchmesser



Staudrücke zur Unterstützung einer gleichmäßigen Aufschmelzung betragen üblicherweise 100 ± 50 bar (Hydraulikdruck meist 5 bis 15 bar).

Faustregeln:

- Zur Verbesserung der Schmelzehomogenität: Staudruck erhöhen.
- Ungleichmäßiger Rücklauf (Korkenziehereffekt): Staudruck erhöhen.
- Zeitweiliger Stillstand der Förderung: Staudruck verringern.
- Dosierzeit zu lang: Staudruck verringern.

3. VERARBEITUNG

3.4 Einspritz- und Nachdruckphase

Der bei der Verarbeitung benötigte Einspritz- und Nachdruck sowie die Einspritzgeschwindigkeit sind material- und artikelabhängig. Spritz- und Nachdruck werden als Hydraulikdrücke eingestellt. Letztere müssen so hoch gewählt werden, dass der zum Füllen des Werkzeuges und zur Vermeidung von Einfallstellen erforderliche Werkzeuginnendruck erreicht wird. Sie können für ein bestimmtes Werkzeug je nach Einspritzgeschwindigkeit, Schmelzetemperatur und Düsengeometrie sehr unterschiedlich sein.

Die Einspritzgeschwindigkeit wird der Formteilgröße und -gestalt angepasst und sollte im Allgemeinen hoch sein. Durch ausreichende Höhe des Einspritzdruckes muss gewährleistet sein, dass die Einspritzgeschwindigkeit während des ganzen Einspritzvorgangs nicht unter den/die gewählten Sollwert/e abfällt. Geschwindigkeitsabfall am Ende des Einspritzens deutet auf zu niedrigen Einspritzdruck oder zu hohe Sollgeschwindigkeit hin.

Zur Vermeidung von Oberflächenfehlern in Anschnittnähe (matter Fleck, kalter Pfropfen, Delamination) kann ein starkes Absenken der Geschwindigkeit zu Beginn des Einspritzvorgangs günstig sein (Abstufung). Durch ein Geschwindigkeitsprofil über den gesamten Schneckenweg kann eine gleichbleibende Fließfrontgeschwindigkeit erzielt werden (Optimierung des Füllvorgangs). Häufig helfen empirisch ermittelte Geschwindigkeitsprofile, fließtechnische Probleme zu lösen (Lufteinschlüsse, Bindenähte, Blasen, Nasen, Schlieren, Dieseleffekt).

Eine Geschwindigkeitsreduzierung unmittelbar vor dem Umschalten auf Nachdruck kann den Druckverlauf nivellieren und hilft, ein Zurückströmen von Schmelze zu vermeiden.

Der zur kompletten Füllung notwendige Werkzeuginnendruck, der so genannte »Fülldruck«, ist ein Maß für die Viskosität der Schmelze (vorausgesetzt, die zugehörige Füllzeit ist konstant gehalten worden); er kann für Prozesskontrollmaßnahmen genutzt werden.

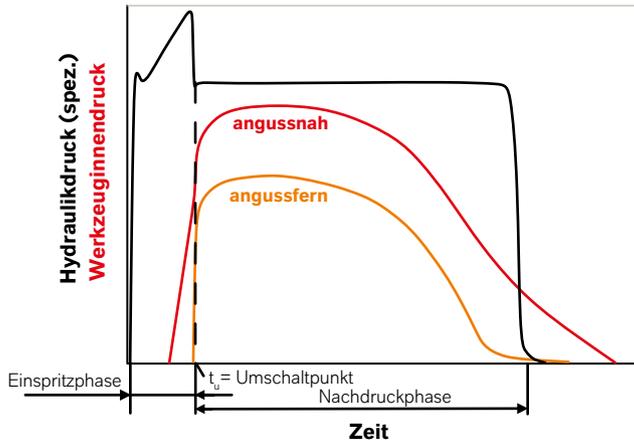
Wichtig ist auch der richtig eingestellte Zeitpunkt der Umschaltung auf Nachdruck, um Überspritzung zu vermeiden.

Der Nachdruck dient zum Volumenschwundausgleich während der Abkühlphase im Werkzeug. Seine Höhe richtet sich nach den Qualitätsanforderungen an das Formteil, wie z.B. Maßhaltigkeit, Spannungsarmut oder Oberflächenbeschaffenheit (Einfall, Abformung); er wird im Allgemeinen so niedrig wie möglich eingestellt.

Der Nachdruck soll so lange aufrechterhalten werden, bis das Anschnittsystem »eingefroren« ist (Vermeidung von Schmelzerückfluss bei Druckentspannung). Die entsprechende Mindestnachdruckzeit – auch Siegelzeit genannt – kann durch Formteilmgewichtskontrolle (Abb. 15) oder aus der Charakteristik der Werkzeuginnendruckkurve (Abb. 16) ermittelt werden.

3. VERARBEITUNG

Abb. 14: Werkzeuginnendruckverlauf für teilkristalline Thermoplaste



Die Formteileigenschaften beim Spritzgießen werden entscheidend durch die Prozessführung bestimmt.

In der Einspritzphase werden beeinflusst:

- mechanische Eigenschaften
- Oberflächenqualität
- Sichtbarkeit von Bindenähten
- Verzug
- Vollständigkeit der Ausformung
- Gratbildung

In der Nachdruckphase werden beeinflusst:

- Gewicht
- Maßhaltigkeit
- Schwindung
- Lunker
- Einfallstellen
- Entformungsverhalten
- Bindenahtfestigkeit
- Formtreue (Verzug)

Abb. 15: Bestimmung der Nachdruckzeit aus der Gewichtszunahme

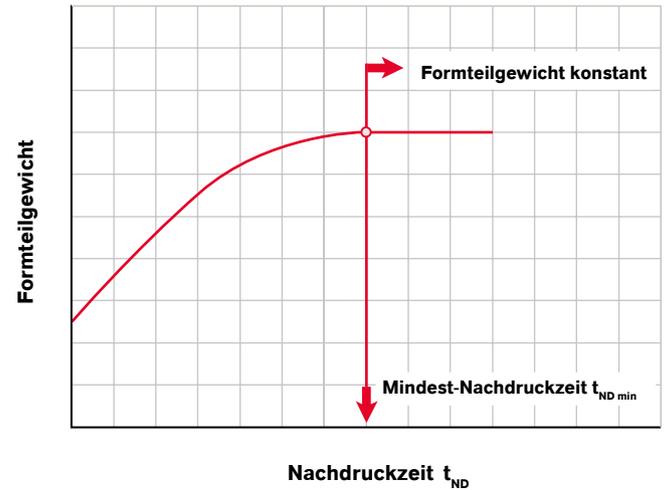
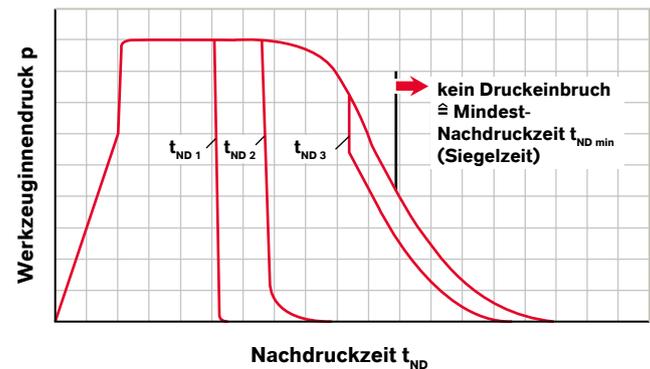


Abb. 16: Bestimmung der Nachdruckzeit aus dem Werkzeuginnendruckverlauf



3. VERARBEITUNG

3.5 Kühlzeit

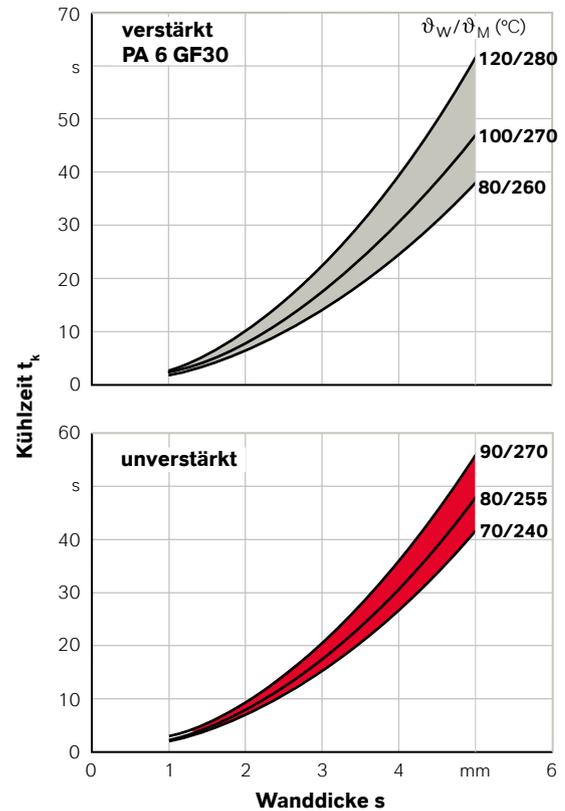
In den folgenden Diagrammen wird die berechnete Kühlzeit von Spritzgussteilen (am Beispiel von Platten) in Abhängigkeit von

- Materialtyp
- Wanddicke
- Werkzeugtemperatur (ϑ_W)
- Massetemperatur (ϑ_M)

dargestellt. Die wesentlichen kühlbestimmenden Einflüsse sind die Wanddicke und die Werkzeugtemperatur. Der Einfluss der Massetemperatur auf die Kühlzeit ist gering.

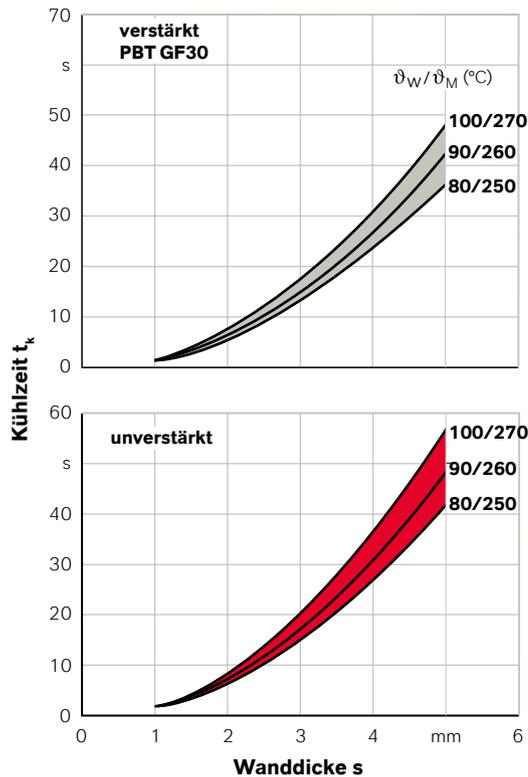
Anmerkung: Die Kühlzeit wird hier als Zeit vom Beginn des Nachdrucks bis zum Entformen verstanden.

Abb. 17: Kühlzeit-Wanddicken-Diagramme für Durethan® B (PA 6)



3. VERARBEITUNG

Abb. 18: Kühlzeit-Wanddicken-Diagramme für Pocan® (PBT)



Die dargestellten Diagramme (beispielhaft für Standard PA 6 und PBT unverstärkt, bzw. GF30) wurden mit der Kühlzeitformel

$$t_k = \frac{s^2}{\pi^2 \cdot a_{\text{eff}}} \cdot \ln \left(\frac{8}{\pi^2} \cdot \frac{\vartheta_M - \bar{\vartheta}_W}{\vartheta_E - \bar{\vartheta}_W} \right) \quad \text{bzw.} \quad t_k = \frac{s^2}{\pi^2 \cdot a_{\text{eff}}} \cdot \ln \left(\frac{4}{\pi} \cdot \frac{\vartheta_M - \bar{\vartheta}_W}{\vartheta_E - \bar{\vartheta}_W} \right)$$

berechnet und setzen ein optimales Temperiersystem voraus.

3.6 Reinigung der Plastifiziereinheit

Um Zeit- und Materialverlust zu vermeiden, sollte bei Materialwechseln möglichst von hellen Farbtönen zu dunklen und von niedrigen Viskositäten zu hohen umgestellt werden. Zum Reinigen kann der Plastifizierzylinder mit geeigneten hochviskosen Formmassen gespült werden (PE, PP, PMMA, SAN, PS).

- Bei hartnäckigen Verschmutzungen (z. B. anhaftenden Grenzschichten) Aggregat mit Zylinderreinigungsmittel vorreinigen. Ggf. zusätzlich mit hochviskosem PE oder PP spülen.
- Einheit ggf. zerlegen und Bauteile in noch heißem Zustand mit Stahlbürste reinigen sowie mit Lappen und Polierpaste nachpolieren (Sicherheitsdatenblatt beachten!). Kein Schleifpapier verwenden! Nicht mit Glas- oder Stahlkugeln strahlen!
- Alternativ können demontierte Bauteile auch in Aluminiumoxid-Wirbelbädern, Ölbadern und geeigneten Lösungsmittelbädern (teilweise mit Ultraschallunterstützung) gereinigt werden. Dabei Sicherheitsdatenblätter und Vorschriften zur Entsorgung beachten.

3. VERARBEITUNG

3.7 Mahlgutverarbeitung

Formteile aus **Durethan®** (PA 6, PA 66, Co-Polyamide) und **Pocan®** (PBT, PET und PBT-Blends) können unter Einhaltung der empfohlenen Trocknungs- und Verarbeitungsbedingungen zerkleinert und wieder aufgeschmolzen werden. Dabei kann es jedoch zu Schädigungen des Polymers und der Zusatzstoffe kommen, die sich negativ auf die Eigenschaften der Fertigteile auswirken. Dieser Effekt kann verringert werden, indem Recyclingware mit Primärware des gleichen Typs gemischt wird. Das zulässige Verhältnis muss für jede Anwendung individuell geprüft werden. Hierbei müssen auch externe Anforderungen berücksichtigt werden, die z. B. von Prüforganisationen für Elektrogeräte vorgeschrieben werden.

Was ist bei der Rezyklatverarbeitung zu beachten?

- Ausschussteile und Angüsse möglichst sortenrein sammeln, mahlen und trocknen
- Verschmutzungen mit Öl, anderen Kunststoffen, Dreck, etc. vermeiden
- Feinanteile (Staub) nach dem Schreddern möglichst entfernen
- Granulatkorngröße des Mahlguts sollte in etwa derjenigen der Neuware entsprechen
- Gleichmäßige Vermischung von Mahlgut und Neuware ist sicherzustellen
- Schmelzekuchen und Formteile mit Überhitzungserscheinungen möglichst nicht verwenden (thermischer Abbau)
- Möglichst keine Formteile mit Feuchtigkeitsschlieren verwenden

Wir empfehlen, im Einzelfall den zulässigen Mahlgutanteil durch geeignete Prüfungen (z. B. Viskositätsabfall, mechanische Eigenschaften) zu ermitteln. Hilfestellungen zu diesem Themenbereich erhalten Sie durch den für Sie zuständigen LANXESS Kundenbetreuer oder wenden Sie sich einfach per Mail an durethan-pocan@lanxess.com

3.8 Einfärben mit Masterbatch

Wie viele andere Thermoplaste können auch **Durethan®** und **Pocan®** mit Masterbatches eingefärbt werden.

Vorteile:

- Flexibilität bei der Kolorierung kleiner Serien
- Kosteneinsparung im Einkauf und bei der Lagerhaltung

Nachteile:

- Schwankungen des Naturfarbtons können unter Umständen nicht ausgeglichen werden
- Farbinhomogenitäten können an den Fertigteilen auftreten
- Produkteigenschaften können ungünstig beeinflusst werden
- UL-Konformität erlischt
- Haftung bei Reklamationsfällen kann strittig werden
- Dosiergeräte und evtl. zusätzliche Trocknungskapazitäten notwendig

Die Schmelzviskositäten von Masterbatch und einzufärbendem Kunststoff sollten möglichst ähnlich sein. Als Basismaterial des Masterbatches sollte immer das Polymer des einzufärbenden Kunststoffs verwendet werden. Andernfalls können Probleme auftreten, wie z. B. Entmischungen (Schlieren, Delaminationen), mangelnde Haftung von Tinten oder Dichtmassen, Abfall der Schlagzähigkeit oder auch unerwünschte Langzeiteffekte, wie z. B. stärkere Vergilbungsneigung in der Wärme oder schlechte Witterungsstabilität.

Bei schlechter Homogenisierung kann evtl. mit Statikmischern eine Verbesserung erzielt werden. Zeit und Materialverbrauch beim Farbwechsel sowie eine mögliche Beeinflussung der Produkteigenschaften sollten in diesem Fall aber besonders intensiv überprüft werden.

3. MASSNAHMEN ZUR BESEITIGUNG VON SPRITZGIESSFEHLERN

33	Verunreinigung des Granulats
33	Verunreinigung des Regenerats
34	Feuchtigkeitsschlieren
34	Silberschlieren
35	Schlieren
36	Verbrennungsschlieren
37	Abschieferungen oder Delaminierungen
37	Grauschlieren
37	Wolkenbildung
38	Dunkle, meist schwarz erscheinende Stippen
38	Matter Fleck
38	Kalter Pfropfen
39	Lunker und Einfallstellen
39	Blasen
39 – 40	Freier Massestrahl
40	Nicht vollständig ausgeformte Spritzlinge
41	Fließnahtfestigkeit nicht ausreichend
41	Verzogene Formteile
42	Formteil klebt im Werkzeug
42	Formteil wird nicht ausgeworfen
43	Gratbildung
43	Rauhe und matte Formteiloberflächen

Fehler	Mögliches Erscheinungsbild	Mögliche Ursachen	Vorgeschlagene Abhilfe
Verunreinigung des Granulats	graue Fremdpartikel, die je nach Lichteinfall glänzend reflektieren	Abrieb von Beschickungsrohren, Behältern und Fülltrichtern	keine Rohre, Behälter und Fülltrichter aus Aluminium oder Weißblech, sondern Stahl- oder VA-Rohre (innen gereinigt) bzw. Stahl-VA-Bleche verwenden. Förderwege sollten wenig Umlenkungen aufweisen
	dunkle Stippen, Verfärbungsschlieren	Staub oder Schmutzpartikel	Trockner sauberhalten und regelmäßig Luftfilter reinigen, angebrochene Säcke und Behälter sorgfältig schließen
Verunreinigung des Regenerats	Farbschlieren, Ablösung von Hautpartien im Angusbereich	Vermischung mit anderen Kunststoffen	verschiedene Kunststoffe trennen, niemals verschiedene Kunststoffe gemeinsam trocknen, Plastifiziereinheit reinigen, nachfolgendes Material auf Reinheit prüfen
	wie bei Granulat (s. o.)	Mühlenabrieb	Mühlen regelmäßig auf Abrieb oder Beschädigungen kontrollieren und instand halten
		Staub oder Schmutzpartikel	Abfälle staubfrei aufbewahren, verschmutzte Formteile vor dem Mahlen säubern, Formteile aus Feuchtverarbeitung sowie thermisch geschädigte Formteile verwerfen
		andere Kunststoff-Regenerate	verschiedene Kunststoff-Regenerate immer getrennt halten

Fehler	Mögliches Erscheinungsbild	Mögliche Ursachen	Vorgeschlagene Abhilfe
Feuchtkeitschlieren	U-förmig langgezogene Schlieren, welche gegen die Fließrichtung offen sind; in abgemilderter Form auch nur strichförmig	zu hohe Restfeuchtigkeit im Granulat	Trockner bzw. Trocknungsprozess kontrollieren, Temperatur im Granulat messen, Trocknungszeit einhalten
Silberschlieren	silbrig-, strichförmig langgezogene Schlieren	zu hohe thermische Belastung der Schmelze durch: zu hohe Schmelztemperatur, zu lange Schmelzeverweilzeit oder zu hohe Schnecken-drehzahl, Düse- und Fließkanalquerschnitt zu klein	Schmelztemperatur überprüfen, günstigeren Schneckendurchmesser wählen, Schnecken-drehzahl senken, Düsen- und Fließkanalquerschnitte erweitern

Fehler	Mögliches Erscheinungsbild	Mögliche Ursachen	Vorgeschlagene Abhilfe
Schlieren (mitgeschleppte bzw. eingeschlossene Luft)	strichförmig langgezogene Schlieren mit großflächiger Ausbreitung und meistens auf einzelne Stellen begrenzt, bei transparenten Kunststoffen manchmal auch zusätzlich Blasenbildung sichtbar, strich- und nasenförmig ausgebildet, konzentrierte Schwarzfärbung (Diseleffekt) an Zusammenflussstellen	Einspritzgeschwindigkeit zu hoch, Luft eingezogen durch falsches Dosieren, Staudruck zu gering eingeschlossene Luft im Spritzgießwerkzeug	Einspritzgeschwindigkeit verringern; Staudruck im zulässigen Rahmen erhöhen, optimalen Dosierbereich nutzen (> 1D bis 3D) Werkzeugentlüftung verbessern, besonders im Bereich des Schmelzezusammenflusses und bei Vertiefungen (Stege, Zapfen und Schriftzüge), Fließfrontverlauf korrigieren (Wanddicken, Anschnittlage, Fließhilfen)

Fehler	Mögliches Erscheinungsbild	Mögliche Ursachen	Vorgeschlagene Abhilfe
Verbrennungsschlieren	bräunliche Verfärbung mit Schlierenbildung	Schmelztemperatur zu hoch	Schmelztemperatur kontrollieren und absenken, Regler überprüfen
		Schmelzeverweilzeit zu lang	Zykluszeit verkürzen, kleinere Plastifiziereinheit einsetzen
		Temperaturführung im Heißkanal ungünstig	Heißkanaltemperatur kontrollieren, Regler und Thermofühler überprüfen
	periodisch auftretende, bräunliche Verfärbung mit Schlierenbildung	Plastifiziereinheit verschlissen oder „tote Ecken“ an Dichtflächen	Kontrolle der Bauelemente wie Zylinder, Schnecke, Rückströmperre und Dichtflächen auf Verschleiß und tote Ecken
		strömungsungünstige Bereiche in Plastifiziereinheit und Heißkanälen	ungünstige Strömungsübergänge beseitigen
		Einspritzgeschwindigkeit zu hoch	Einspritzgeschwindigkeit reduzieren

Fehler	Mögliches Erscheinungsbild	Mögliche Ursachen	Vorgeschlagene Abhilfe
Abschieferungen oder Delaminierungen	Ablösungen von Hautpartien im Angussbereich (besonders bei Blends)	Verunreinigung durch andere, unverträgliche Kunststoffe	Plastifiziereinheit reinigen, nachfolgendes Material auf Reinheit prüfen
Grauschlieren	graue oder dunkel-farbige Streifen, ungleichmäßig verteilt	Verschleißeffekte an der Plastifiziereinheit	Austausch der gesamten Einheit oder einzelner Bauteile, Einsatz von korrosions- und abrasionsgeschützter Plastifiziereinheit
		verschmutzte Plastifiziereinheit	Plastifiziereinheit reinigen
Wolkenbildung	feinste Stippen oder Metallpartikel, wolkenartig ausgebildet	Verschleißeffekte an der Plastifiziereinheit	wie oben aufgeführt
		verschmutzte Plastifiziereinheit	Plastifiziereinheit reinigen
	wolkenartig ausgebildete, dunkle Verfärbung	zu hohe Schnecken-drehzahl	Schneckendrehzahl absenken

Fehler	Mögliches Erscheinungsbild	Mögliche Ursachen	Vorgeschlagene Abhilfe
dunkle, meist schwarz erscheinende Stippen	Größe unter 1 mm ² bis mikroskopisch klein	Verschleißeffekte an der Plastifiziereinheit	wie oben aufgeführt
	Größe über 1 mm ²	Aufreißen und Ablättern der an Schnecken- und Zylinderoberfläche gebildeten Grenzschichten	Plastifiziereinheit reinigen und Einsatz von korrosions- und abrasionsgeschützter Plastifiziereinheit
matter Fleck	samtmatte Flecken um den Anschnitt, an scharfen Kanten und Wanddickensprüngen	gestörter Schmelzefluss im Angussystem, an Übergängen und Umlenkungen (Scherung, Aufreißen schon erstarrter Oberflächenhaut)	Anschnitt optimieren, scharfe Kanten besonders beim Übergang vom Anschnitt in die Formhöhlung vermeiden, Übergänge an Angusskanälen und Wanddickensprüngen abrunden und polieren, gestuftes Einspritzen: langsam – schnell
kalter Pfropfen	oberflächlich eingeschlossene, kalte Schmelzpartikel	Düsentemperatur zu niedrig, Düsenbohrung zu klein	ausreichendes Heizband mit höherer Leistung wählen, Düse mit Thermofühler und Regler ausstatten, Düsenbohrung vergrößern. Kühlung der Angussbuchse vermindern. Düse früher von Angussbuchse abheben

Fehler	Mögliches Erscheinungsbild	Mögliche Ursachen	Vorgeschlagene Abhilfe
Lunker und Einfallstellen	luftleere Hohlräume in Form von runden oder langgezogenen Blasen, nur bei transparenten Kunststoffen sichtbar, Vertiefungen in der Oberfläche	Volumenkontraktion in der Abkühlphase wird nicht ausgeglichen	Nachdruckzeit verlängern, Nachdruck erhöhen, Schmelztemperatur absenken und Werkzeugtemperatur ändern (bei Lunkern erhöhen und bei Einfall absenken), Massepolster kontrollieren, Düsenbohrung vergrößern
		nicht „kunststoffgerechte“ Form des Spritzlings (z.B. große Wanddickenunterschiede)	kunststoffgerecht konstruieren, z.B. Wanddickensprünge und Masseanhäufungen vermeiden, Fließkanäle und Angussquerschnitte dem Formteil anpassen
Blasen	ähnlich wie bei Lunker, aber im Durchmesser wesentlich kleiner und vermehrt vorhanden	zu hoher Feuchtigkeitsgehalt in der Schmelze, zu hohe Restfeuchtigkeit im Granulat	Trocknung optimieren, ggf. Entgasungsschnecke durch Normalschnecke ersetzen und mit Vortrocknung arbeiten, Trockner und Trocknungsprozess kontrollieren, evtl. Trockenlufttrockner einsetzen
freier Massestrahl	sichtbare Strangbildung der zuerst eingeflossenen Masse auf der Formteilerfläche	ungünstige Angusslage und -dimensionierung	Freistrahlbildung durch Verlegen des Anschnittes vermeiden (gegen eine Wand einspritzen), Anschnittquerschnitt vergrößern

Fehler	Mögliches Erscheinungsbild	Mögliche Ursachen	Vorgeschlagene Abhilfe
nicht vollständig ausgeformte Spritzlinge	unvollständige Füllung, insbesondere am Fließwegende oder an dünnwandigen Stellen	Einspritzgeschwindigkeit zu hoch	Einspritzgeschwindigkeit reduzieren bzw. gestuft einspritzen: langsam – schnell
		Schmelzetemperatur zu niedrig	Schmelzetemperatur anheben
		Fließeigenschaften des Kunststoffs nicht ausreichend	Schmelze- und Werkzeugtemperatur erhöhen
		Einspritzgeschwindigkeit zu niedrig	Einspritzgeschwindigkeit und / oder Einspritzdruck erhöhen
		Wanddicke des Formteils zu gering	Wanddicke des Formteils erhöhen
		Düse dichtet nicht gegen das Werkzeug	Düsenanpressdruck erhöhen, Radien von Düse und Angussbuchse überprüfen, Zentrierung kontrollieren
		Angusssystem mit zu kleinem Querschnitt	Anguss, Fließkanal und Anbindung zum Formteil vergrößern
Werkzeugentlüftung nicht ausreichend	Werkzeugentlüftung optimieren		

Fehler	Mögliches Erscheinungsbild	Mögliche Ursachen	Vorgeschlagene Abhilfe
Fließnahtfestigkeit nicht ausreichend	deutlich sichtbare Kerben entlang der Fließnaht	Fließeigenschaften des Kunststoffs nicht ausreichend	Schmelze- und Werkzeugtemperatur erhöhen, ggf. Anschnitt verlegen, um die Fließverhältnisse zu verbessern
		Einspritzgeschwindigkeit zu niedrig	Einspritzgeschwindigkeit vergrößern
		Wanddicke zu gering	Wanddicken angleichen
		Werkzeugentlüftung nicht ausreichend	Werkzeugentlüftung verbessern
verzogene Formteile	Formteile sind nicht plan, Teile weisen Winkelverzug auf, Teile passen nicht zueinander	zu große Wanddickenunterschiede, unterschiedliche Fließgeschwindigkeiten im Werkzeug, Glasfaserorientierungen	Formteil „kunststoffgerecht“ konstruieren, Änderung der Anschnittlage
		Werkzeugtemperaturen ungünstig	Werkzeughälften unterschiedlich temperieren
		Umschaltplatz von Einspritz- auf Nachdruck ungünstig	Umschaltplatz verlegen

Fehler	Mögliches Erscheinungsbild	Mögliche Ursachen	Vorgeschlagene Abhilfe
Formteil klebt im Werkzeug	matte Flecken bzw. fingerförmige oder kleeblattartige, glänzende Vertiefungen auf der Oberfläche der Formteile (meist angussnah)	örtlich zu hohe Werkzeugwandtemperatur	Werkzeugtemperatur reduzieren
		zu frühes Entformen	Kühlzeit verlängern
Formteil wird nicht ausgeworfen bzw. wird deformiert	Formteil klemmt. Auswerfstifte deformieren das Formteil oder durchstoßen es	Werkzeug überladen, zu starke Hinterschneidungen, unzureichende Werkzeugpolitur an Stegen, Rippen und Zapfen	Einspritzgeschwindigkeit und Nachdruck reduzieren, Hinterschneidungen beseitigen, Werkzeugoberflächen nacharbeiten und in Längsrichtung polieren
		beim Entformen entsteht zwischen Formteil und Werkzeug Unterdruck	Werkzeugentlüftung verbessern
		elastische Werkzeugdeformation und Kernversatz durch Einspritzdruck	Steifigkeit des Werkzeugs erhöhen, Kerne abfangen
		zu frühes Entformen	Zykluszeit verlängern

Fehler	Mögliches Erscheinungsbild	Mögliche Ursachen	Vorgeschlagene Abhilfe
Gratbildung (Schwimmhaut)	Bildung von Kunststoffhäutchen an Werkzeugspalten (z. B. Trennebene)	zu hoher Werkzeuginnendruck	Einspritzgeschwindigkeit und Nachdruck reduzieren, Umschaltpunkt von Einspritz- auf Nachdruck vorverlegen
		Werkzeugtrennflächen durch Überspritzung beschädigt	Werkzeug im Bereich Trennflächen oder Konturen nachbearbeiten
		Schließkraft bzw. Zuhaltkraft nicht ausreichend	Schließkraft erhöhen, ggf. Maschine mit größerer Schließkraft einsetzen
raue und matte Formteiloberflächen (bei GF-verstärkten Thermoplasten)	rauh, matt, schuppenförmig, Glasfasern sichtbar	Schmelzetemperatur zu niedrig	Schmelzetemperatur erhöhen
		Werkzeug zu kalt	Werkzeugtemperatur erhöhen, Werkzeug mit Wärmedämmplatten ausstatten, leistungsfähigeres Temperiergerät einsetzen
		Einspritzgeschwindigkeit zu gering	Einspritzgeschwindigkeit erhöhen

**4.1 Zusammenfassung:
Fehler, Ursachen, Abhilfen**

- ▲ erhöhen, früher
 - ▼ verringern, später
 - optimieren (z. B. Lage)
 - ◄ variieren
- 1–7 Reihenfolge der Änderung

Masstemperatur	Werkzeugtemperatur	Einspritzgeschwindigkeit	Einspritzgeschw. (gestuft)	Schneckenrückzug	Schneckenrehzahl	Umschaltung Spritz-/Nachdruck	Nachdruck	Nachdruckzeit	Staudruck	Zuhaltkraft	Entlüftung	Anguss optimieren	Kühlzeit	Trocknung überprüfen
----------------	--------------------	--------------------------	----------------------------	------------------	------------------	-------------------------------	-----------	---------------	-----------	-------------	------------	-------------------	----------	----------------------

Schlieren, Streifen, Stippen, Punkte															
Schlieren gegen die Fließrichtung offen															►
Großflächige silbrige Schlieren				▼ 2	▼ 3				▲ 1						Polster
Überhitzungsschlieren, Nadelschlieren	▼ 1		▼ 3			▼ 2						▲ 4			
Krater	▼ 1														Rußsorte, -menge
Weißflecken						▼ 3			▼ 4					► 1	(PA-GF)
Schwarze oder braune Punkte	Plastifiziereinheit reinigen, verschmutztes Granulat														
Graue Punkte	Plastifiziereinheit verschlissen														
Freistrah			▼ 1									▲ 2			Prallfläche

Farbe															
Ringe	▲ 1	▲ 2	▲ 3												
Homogene Verfärbungen	▼ 1					▼ 2									Verweilzeit
Schwarzverfärbung	Tote Ecken beseitigen														
Farbvertiefung an der Bindaht	▼ 2		▲ 1			▼ 3					▲ 4				
Partielle Farbänderung			▼ 3			▼ 1			▲ 2			▲ 4			
Brenner (Schwarzverfärbung)				▲ 1						▼ 3	▲ 2				
Wolken						▼ 1									Plastifiziereinheit

Glanz															
Matte Flecken				▼ 1								▲ 2			
Matte Oberflächenstörungen an Heißkanalelementen		▼ 2											▲ 1		
Kalter Pfropfen												▲			Auswerferkralle
Narbung auf dem Formteil beschädigt	▲ 4			▲ 3			▲ 2	▼ 1							Entformung opt.
Glanzunterschiede auf der Formteioberfläche		► 2	▲ 1												
Glanzgrad bei polierter Oberfläche nicht erfüllt	► 3	▲ 1					▲ 4	▲ 5			▲ 2			► 6	
Mattigkeit bei strukturierter Oberfläche nicht erfüllt	▲ 2	▲ 1				▼ 3	▲ 4								
Eisblume	▲ 2	▲ 1													

Entformungsverhalten															
Anguss bleibt hängen							▲ 1	▼ 2	▼ 3			▼ 5	▲ 4		
Riefen, Kratzer	▲ 3		► 4				▲ 1	▼ 2							
Geräusche beim Werkzeugöffnen							▲ 1	▼ 2							Entformung opt.
Werkzeug öffnet nicht	▲ 3						▲ 2	▼ 1							
Weißbruch				▲ 2				▼ 1							Entformung opt.
Hängenbleiben im Formnest		▲ 6	▼ 1	▲ 3				▼ 2			▲ 4		▲ 5		
Teil wird bei der Entformung deformiert		► 4		► 1			▲ 3	▼ 2							Ausw., Oberfl. opt.
Auswerfermarkierung		► 4		► 1			▲ 3	▼ 2			▲ 5		▲ 6		Ausw., Oberfl. opt.
Teil bricht bei der Entformung		► 4		► 1			▲ 3	▼ 2			▲ 5		▲ 6	► 7	Ausw., Oberfl. opt.
Risse, mikroskopisch	▲ 1	▲ 2													Medienkontakt pr.
Risse, makroskopisch				▼ 1			▲ 3	▼ 2							Entformung opt.

Unebenheit															
Einfall, örtlich begrenzt	▼ 3	▼ 4					▲ 1	▲ 2				▲ 5			Wandd.-Rippenverh.
Flächeneinfall						▼ 1	▲ 2	▲ 3							
Kerbe entlang der Bindaht	▲ 1	▲ 2	▲ 3								▲ 5	► 4			
Rillen	▲ 2	▲ 3	▲ 1												
Lokale, glänzende, fingerförmige Vertiefungen							▼ 3	▲ 1	▲ 2				▲ 4		
Schuppen	▲ 2	▲ 3		▼ 1											besonders bei Mineral
Luftnasen				▲ 1							▲ 2				
Delamination			▼ 2									▲ 1			Fremdmaterial
Beulen	▲ 3					▼ 2			▲ 1						

Dimensionen															
Schwimmhaut	▼ 5		▼ 4				▲ 2	▼ 3			▲ 1				Dichtflächen
Maßabweichungen												►		►	
Wanddickenabweichung							▲ 1	▼ 2			▲ 3				
Formteil nicht voll	▲ 1	▲ 2	▲ 3				▼ 4					▲ 5			
Gewichtsabweichung											▲ 1			► 2	Rückströmsperre

Mechanische Eigenschaften															
Teil mechanisch nicht in Ordnung, Risse	▲ 1	▲ 2						▼ 3						► 4	
Bindahtfestigkeit nicht ausreichend	▲ 2	▲ 3	▲ 1									▲ 4	► 5		

Verarbeitung/Plastifizierung															
Lunker								▲ 1	▲ 2			▲ 3			
Große Blasen				▼ 2					▲ 1						hohes Polster
Kleine Blasen														►	
Zyklus zu lang			▼ 4			▲ 2			▼ 1				▼ 3		
Außergewöhnlicher Geruch	▼ 1					▼ 2			▼ 3						Verweilzeit
Verzug			▲ 3				▼ 1	▲ 2				► 4			GF-Orientierung
Fadenziehen			► 1		▲ 2							▼ 3			
Werkzeugkorrosion	▼ 2					▼ 3			▼ 4		▲ 1				Geeig. Stahlsorten

Die vorstehenden Informationen und unsere anwendungstechnische Beratung in Wort, Schrift und durch Versuche erfolgen nach bestem Wissen, gelten jedoch nur als unverbindliche Hinweise, auch in Bezug auf etwaige Schutzrechte Dritter. Die Beratung befreit Sie nicht von einer eigenen Prüfung unserer aktuellen Beratungshinweise – insbesondere unserer Sicherheitsdatenblätter und technischen Informationen – und unserer Produkte im Hinblick auf ihre Eignung für die beabsichtigten Verfahren und Zwecke. Anwendung, Verwendung und Verarbeitung unserer Produkte und der aufgrund unserer anwendungstechnischen Beratung von Ihnen hergestellten Produkte erfolgen außerhalb unserer Kontrollmöglichkeiten und liegen daher ausschließlich in Ihrem Verantwortungsbereich.

Bei Versuchsprodukten (Typbezeichnung beginnend TP) handelt es sich um Verkaufsprodukte im Versuchsstadium, deren Entwicklung noch nicht abgeschlossen ist. Endgültige Aussagen über Typkonformität, Verarbeitungsfähigkeit, Langzeiterprobung unter verschiedenen Bedingungen oder sonstige produktions- und anwendungstechnische Parameter können daher nicht gemacht werden. Eine endgültige Aussage über das Produktverhalten bei Einsatz und Verarbeitung kann nicht getroffen werden. Jegliche Verwendung des Versuchsprodukts erfolgt außerhalb unserer Verantwortung. Die Vermarktung und dauerhafte Belieferung mit diesem Material ist nicht gewährleistet und kann jederzeit eingestellt werden.

Der Verkauf unserer Produkte erfolgt nach Maßgabe unserer jeweils aktuellen Allgemeinen Verkaufs- und Lieferbedingungen.

Durethan®, Pocan®, Tepex® und HiAnt® sind eingetragene Marken der LANXESS Gruppe

Bestell-Nr.: LXS-HPM-006DE, Ausgabe: 2017-10

© LANXESS Deutschland GmbH 2017 | Alle Rechte vorbehalten



LANXESS Deutschland GmbH
High Performance Materials
50569 Köln

www.durethan.de

www.pocan.de

durethan-pocan@lanxess.com