

## Durethan® AKV 325 H2.0 für Aluminium-Fensterisolierprofile

Formmasse nach ISO 1874: PA 66, EH, 22-090, GF25

- **Verzweigtes PA 66, 25 % Glasfaser**
- **Wärmedurchgangssperre**
- **Einbrennlackierbar**

1. Einsatz und Zweck.....	1
2. Anforderungen an das Material .....	1
3. Durethan® AKV 325 H2.0 .....	2
4. Herstellung von Fensterisolierprofilen .....	2
4.1 Extrusionsanlage .....	2
4.1.1 Extruder .....	2
4.1.2 Nachfolgeeinrichtungen.....	2
4.1.3 Werkzeug.....	2
4.2 Verarbeitung .....	3
4.2.1 Materialtrocknung .....	3
4.2.2 Extrusionstemperatur .....	3
4.2.3 Kalibriertemperatur .....	4
4.2.4 Extrusionsgeschwindigkeit .....	4
4.2.5 Hinweise zur Prozessoptimierung .....	4
5. Profileigenschaften .....	4
6. Schneckengeometrien.....	5
6.1 Entgasungsschnecke .....	5
6.2 Dreizonenschnecke .....	6

### 1. Einsatz und Zweck

Heutige Fenster und Fensterrahmen aus Aluminium sind aus Gründen der Wärmedämmung zweischalige Konstruktionen. Die Aluminiumprofilhälften werden durch ein Kunststoffprofil verbunden. Das Kunststoffprofil übernimmt hierbei die Wärmedämm-

funktion durch Vermeidung von Kältebrücken (Bild 1)

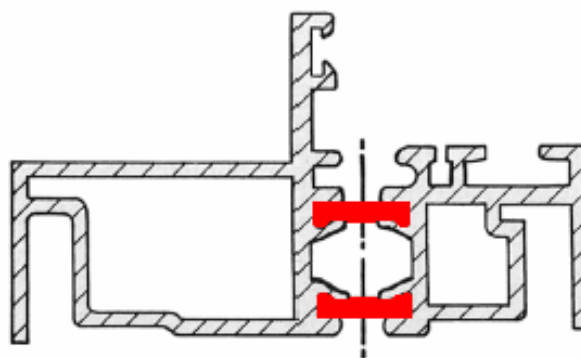


Bild 1 Verbund Aluminiumprofil - Isolierprofil

### 2. Anforderungen an das Material

Das Kunststoffprofil wird schon vor weiteren Bearbeitungsschritten wie Eloxieren und Lackieren mit dem Aluminium-Profil verbunden. Im eingebauten Zustand ist der Gesamtverbund (Aluminiumprofil - Isolierprofil) statischen Belastungen und wechselnden Temperaturen ausgesetzt. An die Auswahl des Thermoplasten für das Isolierprofil werden deshalb folgende Forderungen gestellt:

- Chemikalienbeständigkeit gegen Säuren und Laugen
- Temperaturbeständigkeit bis 230 °C für die Einbrennlackierung des Aluminium-Profiles
- Wärmeausdehnung möglichst ähnlich wie das Aluminiumprofil
- hohe mechanische Festigkeit im kraftschlüssigen Verbund mit Aluminium-Profilen.

Außerdem muss das Produkt die Eigenschaften erfüllen, die an ein Material für die Verarbeitung im Extrusionsverfahren gestellt werden. Diese sind insbesondere hohe Schmelzesteifigkeit in Verbindung mit einem breiten Verarbeitungsfenster. Die Erstarrungsgeschwindigkeit muss sowohl eine hohe Abzugsgeschwindigkeit als auch ausreichend Zeit für die Kalibrierung/Formgebung erlauben, damit eine optimale Profilqualität wirtschaftlich produziert werden kann. Die Abmessungen der Profile sind mit sehr engen Toleranzen versehen. So müssen Toleranzen von  $\pm 0,05$  mm bei den Profilwanddickenabmessungen eingehalten werden. Dies stellt hohe Anforderungen an den Extrusionsprozess und an das Material hinsichtlich Prozess-Stabilität.

Die oben angeführten Anforderungen an das Profil und die Verarbeitungseigenschaften zur Profilherstellung werden von Durethan AKV 325 H2.0 erfüllt.

### 3. Durethan® AKV 325 H2.0

Dieses Produkt ist ein verzweigtes PA 66-GF25, welches im Bereich niedriger Schergeschwindigkeit ( $< 100$  1/sec) eine wesentlich höhere Viskosität als die linearen PA 66-GF Produkte aufweist. Dadurch besitzt Durethan AKV 325 H2.0 für die Extrusionsverarbeitung eine hohe Schmelzesteifigkeit am Düsenaustritt, was für die Profilkalibrierung sehr vorteilhaft ist.

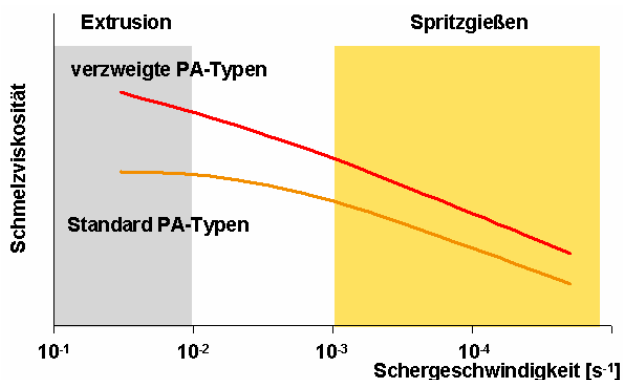


Bild 2 Hohe Schmelzeviskosität durch Verzweigung

Für den Einsatz bei erhöhten Temperaturen, z. B. bei der Einbrennlackierung von komplettierten Aluminium-Fensterprofilen, ist Durethan AKV 325 H2.0 wärmostabilisiert.

## 4. Herstellung von Fensterisolierprofilen

Im Folgenden wird die Herstellung eines Fensterisolierprofils (Bild 3) beschrieben, wie sie im Rahmen unserer Entwicklungsarbeiten optimiert worden ist.

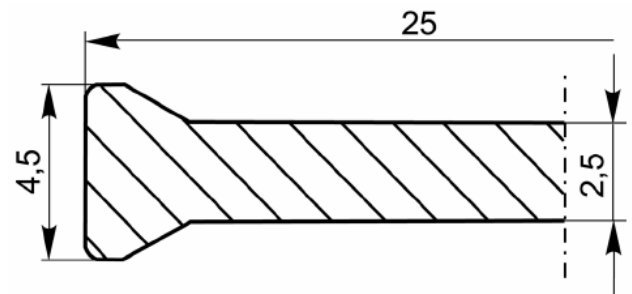


Bild 3 Fensterisolierprofil mit den Hauptabmessungen in mm

### 4.1 Extrusionsanlage

Das Fensterisolierprofil wurde mit konventioneller Profil-Extrusionstechnik hergestellt. Die Anlage besteht aus Extruder, Kalibrier- und Abkühlstrecke, Abzugseinheit und automatischer Säge.

#### 4.1.1 Extruder

- Schnecken-Ø: 48 mm
- Schneckenlänge: 33 D
- Schneckengeometrie: siehe Abschnitt 6.1 Entgasungsschnecke
- Besonderheit: Zylinder und Schnecke mit Entgasungszone

Anstatt einer Entgasungsschnecke kann auch eine konventionelle Dreizonenschnecke eingesetzt werden (Vorschlag zur Schneckengeometrie, siehe Abschnitt 6.2 Dreizonenschnecke).

#### 4.1.2 Nachfolgeeinrichtungen

- Kalibriertisch
- Abzugseinheit
- automatische Säge

#### 4.1.3 Werkzeug

Für die Extrusionsdüse und Kalibriereinheit wurden übliche korrosions- und temperaturbeständige Stähle verwendet. Die Oberfläche der Kalibriereinheit mit indirekter Kühlung ist hochglanzpoliert (Bild 4).



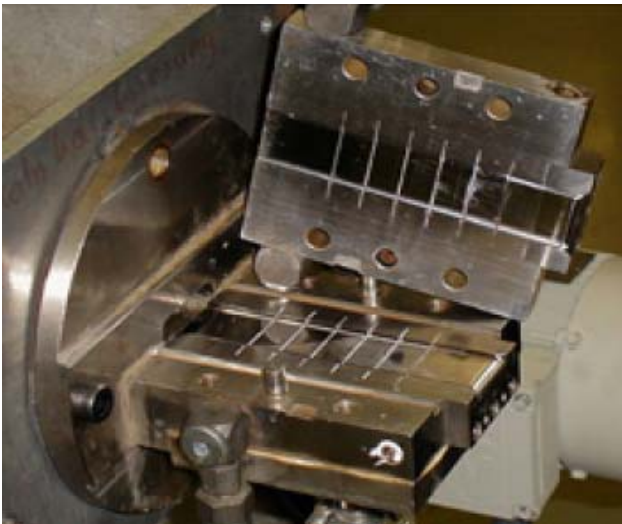


Bild 4 Kalibriereinheit, geöffnet

Die beiden Kalibrierschalen (Ober- und Unterteil) können separat temperiert werden.

Die Länge der Kalibrierstrecke beträgt ca. 115 mm. Danach erfolgt eine weitere Abkühlung im offenen Wasserbad.

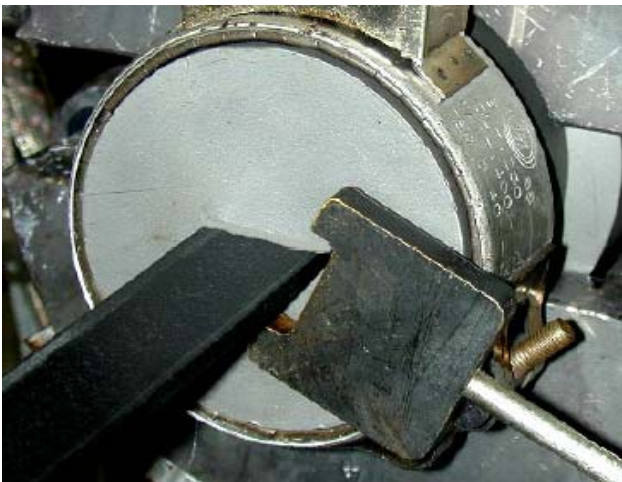


Bild 5 Kantensensor zur Regelung der Abzugsgeschwindigkeit  
Gabelsensor zwischen Düse und Kalibrierung

Mittels eines optischen Sensors, der zwischen Düse und Kalibrierung montiert ist, wird die Abzugseinheit geregelt. Der Sensor besitzt einen Infrarotsender und -empfänger. Die Kante des Schmelzestrangs taucht in diesen Infrarotstrahl ein (Bild 5).

Der Sensor wird so justiert, dass bei optimaler Füllung des Kalibers ein Teil des Infrarotstrahls von der

Schmelze absorbiert wird und ein Teil zum Empfänger gelangt. Dieses Signal wird am Steuergerät durch eine Leuchtdiodenanzeige für den Bediener als Sollwert (Zielwert) angezeigt. Wenn die Schmelze am Düsenaustritt aufgrund von Förderschwan- kungen des Extruders ausgehend von der optimier- ten Grundeinstellung - tiefer in diesen Infrarotstrahl eintaucht, wird die Geschwindigkeit der Abzugsein- heit erhöht, bzw. sie wird reduziert, wenn weniger Schmelze gefördert wird, um so eine konstante Pro- filqualität zu erreichen. Es ist erfahrungsgemäß bes- ser, den Abzug zu regeln, weil diese Änderungen rascher wirken, als den Extruder in seiner Grundein- stellung zu verändern. Die Extrusionsparameter sollten nicht ständig verändert werden, um die Extrusionseinheit in einem stabilen Betriebszustand zu halten.

## 4.2 Verarbeitung

### 4.2.1 Materialtrocknung

Für die Extrusionsverarbeitung wird dringend emp- fohlen, das Produkt in einem Trockenluft-Trockner zu trocknen, weil schon ein geringer Feuchtegehalt von mehr als 0,06 % eine Abnahme der Viskosität, Bartbildungen am Düsenaustritt und eine schlechte Oberfläche des Profils verursachen können.

Trocknungsparameter:

- Temperatur: 100 bis 110 °C
- Zeit: ca. 4 h

Wenn mit Zylinderentgasung extrudiert wird, kann Durethan AKV 325 H2.0 auch ohne Vortrocknung verarbeitet werden. Über eine gut wirksame Zylin- derentgasung wird die Feuchtigkeit aus der Schmel- ze entfernt, was für eine optimalen Gefügedichte des extrudierten Profils, ohne Mikroporen, sehr wichtig ist.

### 4.2.2 Extrusionstemperatur

Die Extruder-Heizzonen wurden vom Einzug bis zur ersten Meteringzone von 270 steigend bis 290 °C eingestellt. Zur Schnecken spitze hin wurde die Temperatur auf 265 °C abgesenkt. Bei einer Schne- kendrehzahl von 25 min<sup>-1</sup> ergab sich eine Masse- temperatur von ca. 290 °C, gemessen im Düsenaus- tritt.

Bei dieser Massetemperatur ist die Schmelze ausreichend standfest. Selbst bei noch höheren Temperaturen bis zu 300 °C ist die Schmelze noch steif genug und kalibrierfähig. Die niedrigste Verarbeitungstemperatur liegt bei ca. 270 °C, also etwa 10 K oberhalb des Schmelzpunktes.

#### 4.2.3 Kalibriertemperatur

Die Temperatur der Kalibriereinheit wurde auf 80 bis 90 °C eingestellt. Bei dieser Kalibriertemperatur wird ein spontanes Einfrieren der Schmelze vermieden. Somit bleibt innerhalb der Kalibrierstrecke mehr Zeit für den Kalibriervorgang und es wird eine bessere Oberflächenqualität erreicht, als mit kalter Kalibrierung.

#### 4.2.4 Extrusionsgeschwindigkeit

Bei einer Abzugsgeschwindigkeit von 2 m/min konnte eine gleichmäßige und stabile Profilextrusion gefahren werden; der Massedurchsatz lag bei ca. 10 kg/h.

#### 4.2.5 Hinweise zur Prozessoptimierung

Durethan AKV 325 H2.0 ist für die Extrusionsverarbeitung auf eine langsame Kristallisationsgeschwindigkeit eingestellt. Damit bleibt ausreichend Zeit zur Ausformung der Schmelze in der Kalibrierstrecke.

Sollte die Oberflächenqualität dennoch nicht den Anforderungen entsprechen, so kann dem begegnet werden durch

- Erhöhung der Massetemperatur, erforderlichenfalls auch deutlich über 300 °C
- Erhöhung der Kalibratortemperatur

Beide Maßnahmen verlängern die Kalibrierzeit bis zum Einfrieren der Schmelze. Die höhere Massetemperatur reduziert gleichzeitig die erforderlichen Kräfte, um die Schmelze zu kalibrieren und führt zu einer besseren Oberflächenglätte.

Es sollte vermieden werden, dass Wasser in die Kalibrierung gesaugt wird, da dieses sofort zu Störungen im Kalibrierprozess führt. Eine entsprechende Trennung zwischen Wasserbad und Kalibrierung sollte deshalb vorgesehen werden.

Zu feucht verarbeitetes Material führt zu einer rauen Oberfläche mit einer reduzierten Dichte. Außerdem können sich Ablagerungen (Bartbildung) an der Düsenaustrittskante bilden. In diesem Fall ist der Trocknungsprozess zu überprüfen. Bei Einsatz einer Zylinderentgasung ist auf freien Durchgang im Entgasungsstutzen zu achten.

Im Falle von Förderschwankungen des Extruders führt in vielen Fällen eine Erhöhung der Zylindertemperaturen im Einzugsbereich bis zu 290 °C zu einem gleichmäßigeren Förderverhalten.

## 5. Profileigenschaften

Die aufgeführten Werte wurden am extrudierten Profil ermittelt:

Eigenschaften	Norm	AKV 325
Dichte	ISO 1183	1320
Wasseraufnahme <sup>1</sup>	ISO 1110	2,57
E-Modul <sup>2</sup>	ISO 178	3869
Biegefestigkeit <sup>2</sup>	ISO 178	146
Randfaserdehnung bei Höchstkraft <sup>2</sup>	ISO 178	7,4
Biegefestigkeit bei 3,5 % Randfaserdehnung <sup>2</sup>	ISO 178	110

<sup>1</sup> ISO 1110 , 70 °C / 62 % relative Feuchte

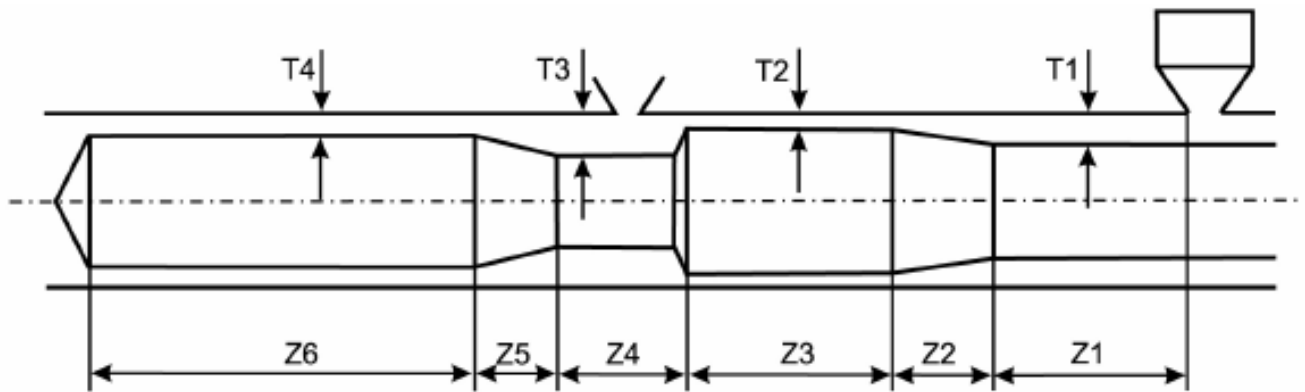
<sup>2</sup> Biegeversuch nach ISO 178 am konditionierten Profil (2,57 % H<sub>2</sub>O)

Tabelle 1 Profileigenschaften von Durethan® AKV 325



## 6. Schneckengeometrien

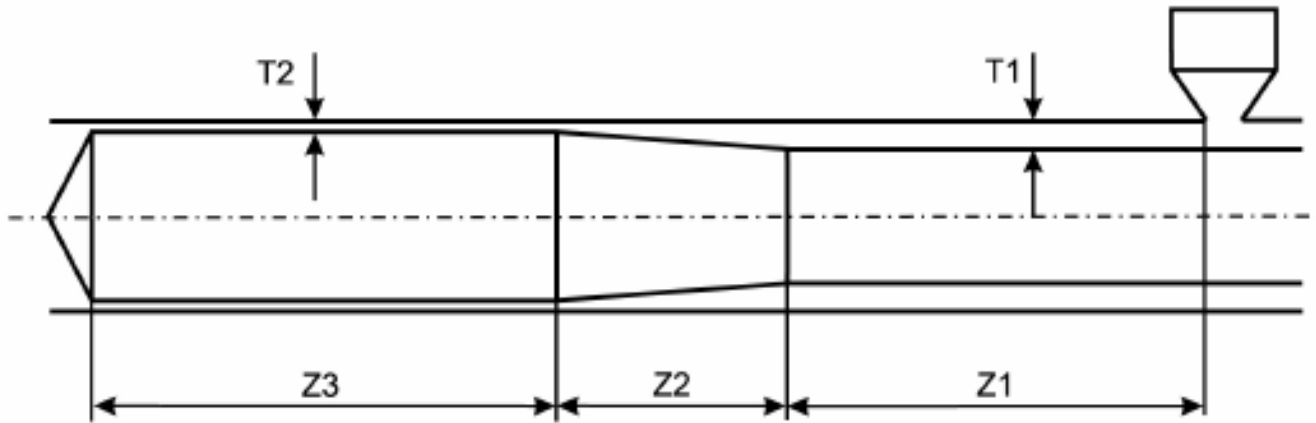
### 6.1 Entgasungsschnecke



Schneckendurchmesser			48 mm
Zonenlänge	Z1	Einzugszone	5,7 D
	Z2	1. Kompressionszone	3 D
	Z3	1. Meteringzone	6 D
	Z4	Entgasungszone	4 D
	Z5	2. Kompressionszone	2,5 D
	Z6	2. Meteringzone	11,7 D
Gangtiefen	T1	Einzugszone	7 mm
	T2	1. Meteringzone	3 mm
	T3	Entgasungszone	10 mm
	T4	2. Meteringzone	4,3 mm
Gangsteigung			1 D

Tabelle 2 Entgasungsschnecke (Schema)

## 6.2 Dreizonenschnecke



Schneckendurchmesser		45 mm	60 mm
Zonenlänge	Z1	Einzugszone	8 - 10 D
	Z2	Kompressionszone	4 - 6 D
	Z3	Meteringzone	10 - 12 D
Schneckenlänge		≥ 25 D	
Gangtiefe	T1	Einzugszone	5 - 7 mm      8 - 10 mm
	T2	Kompressionszone	2 - 3 mm      2,5 - 3,5 mm
Gangsteigung		1 D	

Tabelle 3 Empfohlene Geometrie für Dreizonenschnecken mit 45 bzw. 60 mm Durchmesser

Durethan® ist eine eingetragene Marke der LANXESS Deutschland GmbH

### Haftungsklausel für Verkaufsprodukte

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

LANXESS Deutschland GmbH, Business Unit SCP

[www.durethan.de](http://www.durethan.de)

Seite 6 von 6, Ausgabe 08.06.2007, TI 2006-023 DE

