

## VESTAMID® E

### Polyamid 12-Elastomere

Die PA 12-Elastomere gehören als wichtigste Untergruppe der Polyamid-Elastomere zu der immer bedeutender werdenden Werkstoffklasse der thermoplastischen Elastomere (TPE). Auf Grund ihrer herausragenden Eigenschaften sind sie in vielen Anwendungen unverzichtbar. Evonik vermarktet seine PA 12-Elastomere unter der Marke VESTAMID® E.

#### Hohe Elastizität und Rückstellfähigkeit

Die PA 12-Elastomere sind Blockcopolymerer aus PA 12-Segmenten und Polyether-Segmenten. PA 12-reiche Produkte zeigen die wesentlichen Eigenschaften von PA 12, während sich mit zunehmendem Polyether-Gehalt der Elastomercharakter ausprägt: Die Polymere werden biegsamer und kalteschlagzäher.

Gegenüber konkurrierenden thermoplastischen Elastomeren zeichnen sich die PA 12-Elastomere durch folgende Eigenschaften besonders aus:

- niedrige Dichte
- gut chemikalien- und lösemittelbeständig
- leicht zu verarbeiten, einzufärben und zu überspritzen
- durch Thermodiffusionsdruck exzellent dekorierbar
- exzellent kalteschlagzäh
- Härte und Flexibilität in weitem Bereich variierbar
- hohe Elastizität und gutes Rückstellverhalten
- mechanische Eigenschaften wenig temperaturabhängig
- frei von flüchtigen oder migrierenden Weichmachern



Da muss etwas darunter sein! Vielleicht VESTAMID®E?

#### Maßgeschneiderte Produktpalette

Die angebotenen PA 12-Elastomer-Formmassen sind sowohl für Präzisions-spritzguss geeignet als auch für anspruchsvolle Extrusionsverarbeitung einsetzbar, beispielsweise zur Fertigung von Rohren und Folien. Je nach Anforderungen liefern wir sie unstabilisiert oder wärme- und lichtstabilisiert.

Die Bezeichnung der PA 12-Elastomer-Verkaufsprodukte beginnt mit der Marke VESTAMID® gefolgt von dem Großbuchstaben E für Elastomere und einer zweistelligen Zahl, die die Shore-Härte D des Produkts angibt. Beispiel: VESTAMID® E47.

Auf weitere Rezepturbestandteile und Eigenschaften wird durch Großbuchstaben und Ziffern hingewiesen, die mit Bindestrich angehängt sind:

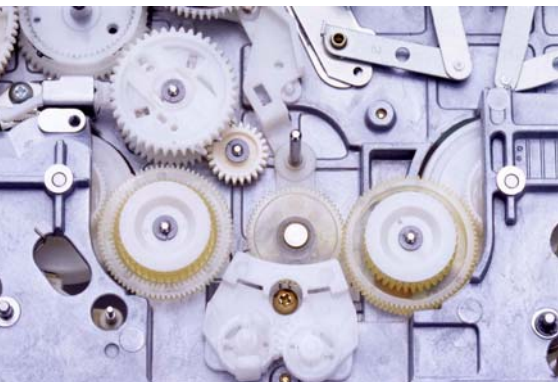
- S1 Formmasse ist stabilisiert gegen Hitze.
- S3 Formmasse ist stabilisiert gegen Hitze und Licht (UV).
- S4 Formmasse ist stabilisiert gegen Hitze und Licht (UV).

Entwicklungsprodukte sind gekennzeichnet durch den Markennamen VESTAMID® und ein X oder EX gefolgt von einer vierstelligen Zahl, die keinerlei Hinweise auf die Modifizierung der Formmasse zulässt. Beispiel VESTAMID® EX9200.

## VESTAMID® E-Formmassen und ihre typischen Eigenschaften

VESTAMID®	Stabilisiert gegen	Shore-Härte D*	Typische Anwendungen
E40-S1	Hitze	40	geräuschfreie Getriebe, Dichtungen, Funktionselemente von Sportschuhen, Verarbeitungshilfsmittel bei der Extrusion von thermoplastischen Polyurethanen, Folien
E40-S3	Hitze und Licht		
E47-S1	Hitze	47	Sportschuhsohlen, Verpackungsfolien, griffige Oberflächen, Sportbrillen, Schutzbrillen
E47-S3	Hitze und Licht		
E55-S1	Hitze	55	Skischuhteile, Sportschuhsohlen, Pneumatikleitungen, Rollen, technische Folien
E55-S3	Hitze und Licht		
E58-S4	Hitze und Licht	59	Transparente Sportschuhsohlen
E62-S1	Hitze	62	Skistiefel, geräuschlose Getriebe, Förderbänder
E62-S3	Hitze und Licht		
EX9200	Hitze und Licht	68	Dekorations- und Schutzfolien

\* gemäß ISO 868



## Mechanische Eigenschaften

PA 12 hat unter den Polyamiden die geringste Wasseraufnahme und zeichnet sich deshalb durch besonders gute Dimensionsstabilität und geringen Einfluss von Feuchtigkeit auf die mechanischen Eigenschaften aus. Diese Vorteile werden auf die PA 12-Elastomere übertragen. Daher unterscheiden sich mechanische Daten von spritzfrischen und konditionierten Produkten kaum.

### Härte und Festigkeiten

Bei Kautschuken ist es üblich, die Produkte nach ihrer Shore-Härte zu klassifizieren. Zum direkten Vergleich hat man auch die thermoplastischen Elastomere entsprechend eingeteilt. Für die härteren Typen wird die Shore-Härte D verwendet, für die weicheren die Shore-Härte A. Grundsätzlich lässt sich mit Polyamid-Elastomeren durch Variation der Blockzusammensetzung der Bereich von harten Thermoplasten mit Shore-Härte D 72 bis zu weichen Kautschuken mit Shore-Härte A 70 abdecken. Kein anderes thermoplastisches Elastomer umfasst einen solch großen Bereich. Evonik verkauft derzeit VESTAMID® E-Produkte von Shore-Härte D 68 bis D 40.

### Temperaturabhängigkeit

In zahlreichen Anwendungen für PA 12-Elastomere ist die relativ geringe Temperaturabhängigkeit der mechanischen Eigenschaften von ausschlaggebender Bedeutung.

## Druckverformungsrest

PA 12-Elastomere zeichnen sich unter den thermoplastischen Elastomeren durch eine hohe Rückstellfähigkeit nach Verformung aus. Für den Druckverformungsrest nach ISO 815 wurden beispielsweise folgende Daten ermittelt:

### Druckverformungsrest nach ISO 815

VESTAMID®	23 °C	70 °C	100 °C
E40-S3	32 %	47 %	84 %
E62-S3	34 %	48 %	85 %

### Abriebverhalten

Die VESTAMID® Elastomere weisen auch bei sehr abrasiven Reibpartnern ein günstiges Abriebverhalten auf. Diese Eigenschaft wird bei vielen Anwendungen mit rauen Einsatzbedingungen wie etwa bei Sportartikeln geschätzt. Die hohe Elastizität der VESTAMID® Elastomere sorgt darüber hinaus dafür, dass sich Oberflächen-deformationen, die nicht zu einer tieferen Schädigung geführt haben, wieder zurückstellen. Man spricht dann von einem Selbstheilungseffekt.

### Abriebverhalten von PA 12-Elastomeren

VESTAMID®	Shore-Härte D	DIN 53754 mg/100 Umdrehungen	DIN 53516 mm/40 m Reibweg
E40-S3	40	20	105
E47-S3	47	-	63
E55-S3	55	8 - 9	50
E62-S3	62	9 - 10	47

## Wichtige Eigenschaften von PA 12-Elastomeren verschiedener Härte verglichen mit PA 12

Eigenschaften	Test-methode	Einheit	VESTAMID® E mit Shore-Härte D						PA 12
			30*	40	47	55	62	68*	
Dichte bei 23°C	ISO 1183	g/cm <sup>3</sup>	1,01	1,01	1,02	1,03	1,03	1,03	1,01
Zugmodul	ISO 527 - 1/-2	MPa	45	85	115	240	360	500	1500
IZOD Kerbschlag-zähigkeit bei -30° C	ISO 180/1A	kJ/mm <sup>2</sup>	N	N	N	N	N	N	N
Vicat-Erweichungs-temperatur	ISO 306	°C	90	125	140	160	165	170	174

## Wichtige Eigenschaften von PA 12-Elastomeren

Eigenschaft	Testmethode	Einheit	VESTAMID® E40-S3	VESTAMID® E47-S3	VESTAMID® E55-S3
<b>Physikalische, thermische und mechanische Eigenschaften und Brennbarkeit</b>					
Shore-Härte D	ISO 868		40	47	55
Dichte	ISO 1183	g/cm <sup>3</sup>	1,01	1,02	1,03
Viskositätszahl	ISO 307		190	190	190
Formbeständigkeit in der Wärme Verfahren A Verfahren B	1,8 MPa 0,45 MPa ISO 75	°C °C	55	45 65	45 90
VICAT-Erweichungstemperatur Verfahren A Verfahren B	10 N 50 N ISO 306	°C °C	125 60	140 70	160 100
Therm. Längenausdehnungskoeffizient 23-55°C längs quer	ISO 11359	10 <sup>-4</sup> K <sup>-1</sup> 10 <sup>-4</sup> K <sup>-1</sup>	2,4 2,1	2,3 2,1	2,0 2,0
Brennbarkeit nach UL94 1,6 mm	IEC 60695		HB	HB	HB
Wasserabsorption 23 °C, Sättigung	ISO 62	%	1,0	1,0	1,1
Verarbeitungsschwindung in Spritzrichtung senkrecht zur Spritzrichtung	3 mm Prüfplatten mit seitlichem Filmanguss, Formtemp. 80 °C	% %	0,6 - 0,9 0,7 - 1,3	0,6 - 1,0 0,9 - 1,5	0,6 - 1,1 0,9 - 1,5
Zugversuch Streckspannung Streckdehnung Spannung bei 50 % Dehnung Zugfestigkeit Bruchdehnung	ISO 527-1/-2	MPa % MPa MPa %	9,5 17 >200	12 23 >200	17 38 >200
Zugmodul	ISO 527-1/-2	MPa	80	120	220
Zug-Kriechmodul 1000 h	ISO 899-1	MPa	60	90	100
CHARPY-Schlagzähigkeit 23 °C -30 °C	ISO 179/1eU	kJ/m <sup>2</sup> kJ/m <sup>2</sup>	N N	N N	N N
CHARPY-Kerbschlagzähigkeit 23 °C -30 °C	ISO 179/1eA	kJ/m <sup>2</sup> kJ/m <sup>2</sup>	N N	N N	N 22 C

## Elektrische Eigenschaften

Dielektrizitätszahl 23°C, 100 Hz 23 °C, 1 MHz	IEC 60250		7,5 4,9	8,5 4,7	9,5 4,3
Dielekt. Verlustfaktor 23°C, 100 Hz 23 °C, 1 MHz	IEC 60250	10 <sup>-4</sup> 10 <sup>-4</sup>	700 1200	1200 1300	950 1100
Elektr. Durchschlagfestigkeit K20/P50	IEC 60243-1	kV/mm	35	37	38
Vergleichszahl der Kriechwegbildung Prüflösung A CTI	IEC 60112		600	600	600
Spez. Durchgangswiderstand	IEC 60093	Ω cm	10 <sup>11</sup>	10 <sup>11</sup>	10 <sup>11</sup>
Spez. Oberflächenwiderstand	IEC 60093	Ω	10 <sup>13</sup>	10 <sup>13</sup>	10 <sup>13</sup>

N = kein Bruch, P = Teilbruch, C = vollständiger Bruch

HB = horizontal brennend

VESTAMID® E58-S4	VESTAMID® E62-S3	VESTAMID® EX9200
58	62	68
1,02	1,03	1,01
180	190	190
35 55	45 100	45 100
	165 110	170 130
	2,0 2,0	1,6 1,6
HB	HB	HB
	1.1	1.5
	0,6 - 1,1 0,9 - 1,4	
39 >200	23 42 >200	31 19 27 >200
185	370	700
	200	
N N	N N	N N
N 5 C	120 P 8 C	33 P 6 C

	9,0 4,0	7,4 4,6
	1000 1200	1500 760
	39	30
	600	600
	10 <sup>12</sup>	10 <sup>11</sup>
	10 <sup>14</sup>	10 <sup>13</sup>

## Chemikalien- und Lösemittelbeständigkeit

VESTAMID® Elastomere sind wegen ihrer Polyamid-Verwandtschaft im Vergleich zu anderen thermoplastischen Elastomeren relativ stabil gegen eine Vielzahl von Chemikalien. Hervorzuheben ist die gute Stabilität gegenüber verdünnter Salz- und Schwefelsäure und Laugen sowie die geringe Quellung vor allem der härteren Produkte gegen ASTM Öl, sogar noch bei 100 °C. Ähnliches gilt für Hydraulikflüssigkeiten. Die Quellung in aliphatischen Lösemitteln und Alkoholen ist gering. In aromatischen Lösemitteln quellen die weicheren VESTAMID® Elastomere zwar deutlich, die mechanischen Eigenschaften gehen aber nicht dramatisch verloren.

## Überspritzen und Verkleben

Alle VESTAMID® Elastomere sind miteinander und mit VESTAMID® L (PA 12) verschweißbar. Das gilt insbesondere für das Überspritzen verschieden harter oder verschieden eingefärbter Formmassen. Diese Eigenschaft wird besonders häufig bei der Herstellung von mehrkomponentigen und mehrfarbigen Teilen von Sportartikeln wie Spezialsportschuhsohlen oder Skistiefeln genutzt.

Für das Überspritzen empfiehlt sich eine höhere Massetemperatur von bis zu 300 °C, eine hohe Einspritzgeschwindigkeit und hoher Nachdruck. Noch bessere Verbundhaftung lässt sich erzielen, wenn man die Formtemperatur auf bis zu 100 °C anhebt. Dagegen kann für transparentere Überspritzungen eine niedrigere Verarbeitungstemperatur hilfreich sein.

VESTAMID® Elastomere lassen sich auch mit vielen anderen Polymeren durch Überspritzen verbinden. Bei Haftungstests wurden die in der Tabelle aufgeführten Resultate erzielt.

## Verbundhaftung beim Überspritzen von VESTAMID® E mit verschiedenen Polymeren

Polymer	PP	PE	PA 6	PA 66- GF30	PA 12	PA 12- PEBA	PBT	POM	PET/ PBT	TPU	PS
Haftung	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+/-

## Bedruckbarkeit

In den vergangenen Jahren hat die Dekoration von Spritzgussteilen und Folien für die Oberflächenveredlung von hochwertigen Gebrauchsartikeln erheblich an Bedeutung gewonnen. VESTAMID® Elastomere sind hervorragend mit Thermodiffusionsdruckverfahren zu dekorieren. Insbesondere lassen sich durch Sublimationsbedruckung und modernste Digitaldruckverfahren brillante Dekorfolien herstellen, die als sehr attraktive Schutzfolien unter anderem Einzug in den Sportartikelbereich gefunden haben.

Folien von einigen zehntel Millimeter Dicke aus VESTAMID® EX9200 sind hinreichend transparent und werden häufig auf der Unterseite sublimationsbedruckt, wobei die Farben bis zu 200 Mikrometer in die Folie eindringen. Die Folie selbst wirkt dann als Schutzschicht und die Druckmotive sind beinahe unverwundlich. Häufig werden die Dekorfolien mehrschichtig – auch aus verschiedenen VESTAMID® Formmassen – in Coextrusion hergestellt, um ein Optimum zwischen Oberflächenschutz, Dekoreffekt und Verklebbarkeit mit Substraten einzustellen.

## Zulassungen

S1-stabilisierte VESTAMID® E-Formmassen können unter Beachtung von Migrationsgrenzwerten im Kontakt mit Lebensmitteln eingesetzt werden. Sie erfüllen die Anforderungen der Kunststoffrichtlinie 2002/72/EG und ihrer Ergänzungen. Verarbeiter von S1-stabilisierten VESTAMID® E-Formmassen haben Zulassungen für Anwendungen in der Medizintechnik, beispielsweise die Herstellung von Kathetern.

Unsere Experten beantworten gerne Ihre speziellen Fragen.



## Lieferform und Einfärbung

VESTAMID® E-Formmassen werden als trockenes, verarbeitungsfertiges Granulat in feuchtigkeitsdichten Säcken mit 25 kg Füllung geliefert. Nach beidseitiger Übereinkunft liefern wir VESTAMID® E auch in Oktabins mit 1000 kg Fassungsvermögen. Aus einem gerade geöffneten Gebinde können die Formmassen ohne weitere Vortrocknung sofort verarbeitet werden. Die Lagerungsdauer von ungeöffneten Gebinden ist bei üblichen Lagerbedingungen nahezu unbegrenzt, wenn die Verpackung nicht beschädigt ist.

Wie alle teilkristallinen Polyamide ist auch VESTAMID® farblos in der Schmelze und weißlich-opak im festen Zustand (naturfarben). Das gleiche gilt für die PA 12-Elastomere. Folien bis einige hundert Mikrometer Dicke sind allerdings noch so transparent, dass sie beispielsweise für rückseitig bedruckte Dekorfolien zum Einsatz kommen.

Die meisten Formmassen werden entweder naturfarben oder schwarz geliefert. Andere zeigen eine durch die verwendeten Additive hervorgerufene spezifische Farbe. Bei entsprechenden Auftragsgrößen sind speziell eingefärbte Formmassen lieferbar. Blei und Cadmium enthaltende Farbstoffe werden grundsätzlich nicht eingesetzt.

VESTAMID® E-Formmassen können auch während der Verarbeitung eingefärbt werden. Hier sollten bevorzugt Masterbatches auf Basis PA 12 verwendet werden. Die Trockeneinfärbung mit feingepulverten Farbstoffen ist ebenfalls möglich, aber unbequem; eine pneumatische Förderung des Granulats ist dann ausgeschlossen. Die Verwendung von Farbpasten auf "neutraler" Basis (z. B. Polyethylen) kann zu Unverträglichkeiten mit der VESTAMID® E-Formmasse und schließlich zu Fehlstellen und Inhomogenitäten führen. Daher sollte die Verträglichkeit der Farbpaste unbedingt vorab geprüft werden.

## Verarbeitung von VESTAMID® E

VESTAMID® E-Formmassen können auf allen für Polyamide geeigneten Spritzgieß- und Extrusionsmaschinen verarbeitet werden. Bei sachgemäßer Verarbeitung entstehen keine gesundheitsgefährdenden Nebenprodukte. Wie bei der Verarbeitung von Thermoplasten allgemein üblich sollte auf eine ausreichende Belüftung der Fertigungshalle geachtet werden.

### Empfehlungen für Verarbeitungs- und Formtemperaturen

VESTAMID®	Schmelztemp. [°C]	Formtemp. [°C]
E40-S1, S3	170 - 210	20 - 40
E47-S1, S3	180 - 220	
E55-S1, S3	190 - 230	
E62-S1, S3		
E58-S4	190 - 230	
EX9200	200 - 240	

Bei der Verarbeitung von VESTAMID® E-Formmassen muss der Feuchtigkeitsgehalt unter 0,1 Gewichtsprozent liegen. Die Trocknung des Granulats ist nur dann erforderlich, wenn die Verpackung beschädigt ist oder für länger als zwei Stunden geöffnet war. In diesen Fällen sollten die Formmassen vier bis zwölf Stunden bei 80 bis 100 °C, vorzugsweise in einem Trockenlufttrockner, getrocknet werden. Die Säcke sollten vor der Verarbeitung etwa einen Tag bei Umgebungstemperatur der Maschine lagern, um Kondensation von Feuchtigkeit auf dem Granulat zu vermeiden.

VESTAMID® E ist wie die meisten Polymere nur mit sehr wenigen anderen Kunststoffen mischbar. Deshalb sind alle Maschinen vor der Verarbeitung grundsätzlich zu reinigen. Für die Reinigung wird HDPE oder PP empfohlen. Besonders geeignet ist Talkum-gefülltes PP.



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

