

Schlagzäh und flexibel auch bei tiefen Temperaturen

Neue glasfaserverstärkte Polyether-TPU

Eine hohe Steifigkeit sowie eine sehr gute Schlagzähigkeit und Flexibilität auch bei tiefen Temperaturen – das sind die Stärken von neuen glasfaserverstärkten, auf Polyetherdiolen basierenden thermoplastischen Polyurethanen (TPU). Sie wurden von Bayer MaterialScience und der geba Kunststoffcompounds GmbH entwickelt und ergänzen die kürzlich in den Markt eingeführten, glasfaserverstärkten Polyester-TPU derselben Produktfamilie.

In den letzten Jahren ist der Bedarf an glasfaserverstärkten TPU-Typen spürbar gestiegen. Nachgefragt werden sie z. B. vermehrt vom Maschinenbau, der Automobil- und Sportindustrie, der Sicherheitstechnik, von Werkzeug- und Haushaltsgeräteherstellern und Produzenten von technischem Off Shore Equipment. Das Einsatzspektrum für glasfaserverstärkte TPU hat sich dadurch sehr differenziert. Die teilweise sehr unterschiedlichen und spezifisch anwendungstechnischen Anforderungen, die die verschiedenen Abnehmerbranchen stellen, können daher nicht mehr mit wenigen Universal-Materialtypen abgedeckt werden.

Die Bayer MaterialScience AG und die geba Kunststoffcompounds GmbH haben diesen Trend zum Anlass genommen, gemeinsam eine Palette an verstärkten und additivierten TPU zu entwickeln. Der Handelsname dieser Compounds ist Desmovit R (R = reinforced). Sie basieren alle auf dem TPU Desmopan der Bayer MaterialScience. Sie hat geba eine

Markenrechtslizenz erteilt, um die verstärkten Compounds aus dem TPU herzustellen und unter dem Markennamen Desmovit R zu vertreiben. Deren Nomenklatur ähnelt derjenigen der TPU-Produkte von Bayer MaterialScience, nur dass die beiden Ziffern am Ende des Produktcodes nicht die Härte, sondern den für verstärkte Produkte wesentlich wichtigeren Biege-E-Modul bei Raumtemperatur angeben.

Schlagzähigkeit bei -30 °C höher als bei Raumtemperatur

Jüngste Vertreter der Produktfamilie sind die Typen Desmovit DP R 9918, 9920, 9924, 9929 und 9930. Diese Polyether-TPU haben einen Glasfasergehalt von 20 Gew.-% und decken einen breiten Biege-E-Modulbereich von 1 800 MPa bis 3 000 MPa (Raumtemperatur) ab. Sie ergänzen bereits im Markt vertriebene, glasfaserverstärkte Polyester-TPU, die Biege-E-Module von 1 400 MPa bis

3 200 MPa aufweisen. Die neuen Ether-TPU sind verschleißfest und dabei sehr flexibel. Eine besondere Stärke ist ihre ebenfalls bei tiefen Temperaturen sehr gute Schlagzähigkeit in einem Biege-E-Modulbereich zwischen 1 800 MPa und 3 000 MPa. So sind die Kälteschlagzähigkeiten bei -30 °C mit denen bei Raumtemperatur vergleichbar und teilweise sogar besser (**Tab. 1**). Zum Beispiel hat Desmovit DP R 9929 bei Raumtemperatur eine Charpy-Schlagzähigkeit (ISO 179/1eU) von 75 kJ/m² und bei -30 °C von 82 kJ/m². Prüfkörper aus Desmovit DP R 9918, 9920 und 9924 überstehen diese Prüfung bei -30 °C sogar ohne zu brechen.

Geringe Versteifungsfaktoren

Die Steifigkeiten der neuen Werkstoffe erhöhen sich hin zu kalten Temperaturen vergleichsweise wenig. Die jeweiligen Versteifungsfaktoren, die den Quotienten aus Biege-E-Modul bei -30 und +23 °C darstellen, sind daher relativ klein und liegen zwischen 1,5 und 1,8. Das mechanische Eigenschaftsprofil der Materialien verändert sich deshalb über ein breites Temperaturintervall nur sehr geringfügig und ist bis hin zu tiefen Temperaturen weitgehend konstant und nutzbar. Dies eröffnet den Polyether-TPU ein breites Einsatzfenster. Außerdem haben kleine Versteifungsfaktoren hohe Rückprallelastizitäten zur Folge, was mit ein Grund für die hohe Stoßfestigkeit der Werkstoffe ist. Diese zeigen generell bei Temperaturen unter -30 °C noch ein elastisches Verhalten. Dagegen sind ihre esterbasierenden „Geschwister“ bei -30 °C fest und spröde (**Tab. 2**).

* Jürgen Hättig
Jürgen Winkler
TPUemea@bayer.com

Business Development TPU-Resins, Region Europa, Mittlerer Osten, Afrika und Lateinamerika (EMEA/LA) im Bereich Polyurethane, Bayer MaterialScience AG, Dormagen

Peter Kläne
Marketingleiter, geba Kunststoffcompounds GmbH, Ennigerloh

Abb. 1: Mit ihren sehr guten Kälteschlagzähigkeiten eignen sich die neuen Ether-TPU sehr gut zur Fertigung von Skispitzen. Diese Teile werden von der Arwö-Plast, Neumarkt am Wallersee, Österreich, hergestellt. (Quelle: Völkl, Fisher)



Wärmeausdehnung mit Metallen vergleichbar

Die neuen TPU zeigen neben einer guten UV-Stabilität hohe Wärmeformbeständigkeiten. So erreichen die Werte der Heat-Distortion-Temperature-(HDT)-Prüfung nach DIN EN ISO 75/1 – 3 teilweise 126 °C (Methode A, 1,8 MPa) bzw. 174 °C (Methode B, 0,45 MPa) (**Tab. 1**). Die Wärmeausdehnung fällt deutlich geringer aus als die von vielen anderen Kunststoffen und reicht an die von Metallen heran. Die thermischen Ausdehnungskoeffizienten sind mit denen von Aluminium vergleichbar. Deshalb ist es mit den neuen Ether-TPU leichter möglich, die Abstände benachbarter Komponenten von Baugruppen sehr knapp in engen Toleranzen zu gestalten (Nullfugenoptik). Dies ist etwa bei Anwendungen im Automobilbau oder bei High-End-Geräten mit anspruchsvollem Design wichtig.

Weil die neuen TPU u. a. aus Polyetherdiolen aufgebaut werden, sind sie im Vergleich zu ihren polyesterbasierenden „Geschwistern“ sehr beständig gegen Mikroben und den Abbau durch Hydrolyse. Das gilt auch für den Dauerkontakt mit Seewasser. Ihre Fließfähigkeit und Abblödegenauigkeit sind auf hohem Niveau. Sie lassen sich problemlos lackieren und bedrucken. Im Vergleich zu anderen Kunststoffen dämmen sie effektiv Geräusche. Ihre vergleichsweise niedrige Dichte von 1,3 g/cm³ erleichtert eine wirtschaftliche Fertigung von Bauteilen bei geringem Materialverbrauch.

Hoch belastbar

Anwendungspotenzial haben die Polyether-TPU v. a. bei Bauteilen, die starken mechanischen Belastungen ausgesetzt sind und auch bei tiefen Temperaturen viel „einstecken“

müssen. Das gilt z. B. für Funktionsteile von Sportartikeln wie Skispitzen, -endschoner, -bindungen, -brillen und -kantenschützer (**Abb. 1**) Funktionsteile im Skischuh, technische Funktionsteile und Abdeckungen für Land- und Baumaschinen. Große Chancen bestehen außerdem bei Protektoren für den Reit- und Motorsport, Schutzhelmen sowie Gehäusen und Schaltern für Haushaltsgeräte und Elektrowerkzeuge. Die große Seewasserbeständigkeit, Kälteschlagzähigkeit und Stoßfestigkeit prädestinieren die neuen TPU ebenfalls für den Einsatz in der Schiffsausrüstung und im Fischereiwesen – so etwa für Beschwerer von Fischernetzen.

Besonders attraktiv ist ihre Verwendung im Off-Shore-Bereich. Sie bieten sich bspw. als Gehäusematerial für geophysikalische Messsonden an. Solche Bauteile befinden sich teilweise über ein Jahr im Meerwasser – oft in polaren Regionen – und dürfen wegen der

▼ **Tab. 1:** Eigenschaften der glasfaserverstärkten Polyether-TPU Desmovit R (o. Br. = ohne Bruch) (Quelle: geba)

Eigenschaft	Prüfbedingung	Einheit	Norm	DP R 9918	DP R 9920	DP R 9924	DP R 9929	DP R 9930
Mechanische Eigenschaften								
Reißfestigkeit	200 mm/min	MPa	ISO 527	59	59	67	71	73
Reißdehnung	200 mm/min	%	ISO 527	17	14,5	10	8	6
Biegemodul	1 mm/min 23 °C	MPa	ISO 178	1 800	2 000	2 400	2 900	3 000
Biegemodul	1 mm/min –30 °C	MPa	ISO 178	3 000	3 500	3 900	4 300	4 600
Biegefestigkeit	2 mm/min 23 °C	MPa	ISO 178	54	60	68	78	87,2
Biegefestigkeit	2 mm/min –30 °C	MPa	ISO 178	118	131	142	154	161
Charpy-Schlagzähigkeit	23 °C	kJ/m ²	ISO 179/1eU	o. Br.	o. Br.	o. Br.	75	60
Charpy-Schlagzähigkeit	–30 °C	kJ/m ²	ISO 179/1eU	o. Br.	o. Br.	o. Br.	82	70
Charpy-Kerbschlagzähigkeit	23 °C	kJ/m ²	ISO 179/1eA	45	40	33	26	18
Charpy-Kerbschlagzähigkeit	–30 °C	kJ/m ²	ISO 179/1eA	22	20	15	14	8,5
Shore-Härte		Shore D	ISO 868 D	64	67	68	68	71
Thermische Eigenschaften								
Wärmeformbeständigkeit Methode A	1,8 MPa		ISO 75/1-3	126	119	126	122	121
Wärmeformbeständigkeit Methode B	0,45 MPa		ISO 75/1-3	167	156	172	161	174
Vicat-Erweichungstemperatur	50 N, 50 °C/h		ISO 306 B	92	94	105	104	115
Sonstige Eigenschaften								
Dichte		g/cm ³	ISO 1183-1-A	1,29	1,3	1,31	1,32	1,31
Abrasion		mm ³	ISO 4649	80	78	82	83	102
Längenausdehnungskoeffizient	längs	ppm/K	DIN 53752-A	10,3	10,3	7,2	9,6	13,7
Längenausdehnungskoeffizient	quer	ppm/K	DIN 53752-A	114	114	120	117	123
Schwindung nach Tempern	längs	%		0,1	0,12	0,12	0,13	0,2
Schwindung nach Tempern	quer	%		0,32	0,51	0,36	0,38	0,58
Verarbeitungshinweise								
Spritzgießen-Massetemperatur		°C		200–230				
Spritzgießen-Werkzeugtemperatur		°C		40–80				
Trocknungstemperatur (Trockenlufttrockner)		°C		120–130 (2 h Restfeuchte < 0,03 %)				

enormen Kosten für Reparatur oder Ersatz nicht versagen. Mit ihrer Verschleißfestigkeit, Flexibilität und Seewasserbeständigkeit eignen sich die neuen TPU weiterhin als Material zur Herstellung von Reißverschlüssen für Taucheranzüge. Wegen ihrer lärm-dämmenden Eigenschaften sind sie außerdem eine interessante Werkstoffalternative in der Herstellung von Geräuschdämpfungselementen für die Karosserie von Fahrzeugen oder von lärm-dämpfenden Komponenten für den Automobilbau wie Teilen des Heizungs-/ Lüftungssystems.

Glasfaserverstärkung von Ether-TPU

Das bisher im Markt vergleichsweise kleine Angebot an Ether-TPU mit Glasfaserverstärkung hat seinen Grund. So reagieren sie empfindlich auf die hohen Temperaturen, die

zwangsläufig beim Einarbeiten der Glasfasern durch die starke Scherung entstehen. Im Rahmen ihrer Kooperation zur Entwicklung von Desmovit R mussten geba und Bayer MaterialScience daher ein breites verfahrenstechnisches Know-how aufbauen. Dazu hat geba verschiedene Versuchsreihen mit unterschiedlichsten Glasfaserarten unter Variation u. a. der Verarbeitungsparameter, Schnecken-geometrien und -besätze „gefahren“. Das Ergebnis ist ein Prozess, der ein vergleichsweise schonendes, aber effektives Einarbeiten spezieller Glasfasern unter immer noch hohen Temperaturen erlaubt. Das erarbeitete Know-how floss auch in die Optimierung der bereits kommerzialisierten Polyester-TPU ein.

Ausblick

Desmovit R ist ein Produktsortiment, das ständig erweitert werden soll. Über die der-

zeit erhältlichen Materialtypen hinaus können auf Kundenwunsch steifere oder „weichere“ Werkstofftypen mit höheren oder niedrigeren Glasfasergehalten compoundingiert werden. Voraussetzung ist die Abnahme wirtschaftlicher Mengen. Außerdem bietet geba mit Glaskugeln gefüllte Werkstoffvarianten an. Sie sind Material der Wahl, wenn Bauteile besonders dimensionsstabil bei geringer Schwindung sein müssen. Für Bauteile mit erhöhter Festigkeit bei geringem Gewicht ist eine Verstärkung der Ether-TPU mit Kohlenfasern möglich.

Mittelfristig planen die Kooperationspartner, die Produktpalette nicht nur um langglasfaserverstärkte Typen, sondern auch um Polyether- und Polyester-TPU auf Biobasis zu erweitern, die mit Naturfasern verstärkt sind.

▼ **Tab. 2:** Eigenschaften der glasfaserverstärkten Polyester-TPU Desmovit R (o. Br. = ohne Bruch) (Quelle: geba)

Eigenschaft	Prüfbedingung	Einheit	Norm	3914	3918	3922	3926	3932
Mechanische Eigenschaften								
Reißfestigkeit	200 mm/min	MPa	ISO 527	58	64	67	76	83
Reißdehnung	200 mm/min	%	ISO 527	23,4	22	18,1	14,6	11,4
Biegemodul	1 mm/min 23 °C	MPa	ISO 178	1 365	1 785	2 160	2 610	3 195
Biegemodul	1 mm/min -30 °C	MPa	ISO 178	3 620	4 690	5 350	5 860	6 220
Biegefestigkeit	2 mm/min 23 °C	MPa	ISO 178	43	56	66	81	99
Biegefestigkeit	2 mm/min -30 °C	MPa	ISO 178	129	163	191	209	227
Charpy-Schlagzähigkeit	23 °C	kJ/m ²	ISO 179/1eU	o. Br.	142	117	104	92
Charpy-Schlagzähigkeit	-30 °C	kJ/m ²	ISO 179/1eU	100	91	86	75	60
Charpy-Kerbschlagzähigkeit	23 °C	kJ/m ²	ISO 179/1eA	70	60	52	40	24
Charpy-Kerbschlagzähigkeit	-30 °C	kJ/m ²	ISO 179/1eA	20	14	11	10	9
Shore-Härte		Shore D	ISO 868 D	62	67	70	72	72
Thermische Eigenschaften								
Wärmeformbeständigkeit Methode A	1,8 MPa		ISO 75/1-3	130	127	127	130	130
Wärmeformbeständigkeit Methode B	0,45 MPa		ISO 75/1-3	162	155	157	162	159
Vicat-Erweichungstemperatur	50 N, 50 °C/h		ISO 306 B	125	125	131	139	146
Sonstige Eigenschaften								
Dichte		g/cm ³	ISO 1183-1-A	1,36	1,36	1,35	1,36	1,38
Abrasion		mm ³	ISO 4649	65	64	64	58	61
Längenausdehnungskoeffizient	längs	ppm/K	DIN 53752-A	9	7	11	16	21
Längenausdehnungskoeffizient	quer	ppm/K	DIN 53752-A	139	131	140	130	131
Schwindung nach Tempern	längs	%		0,36	0,49	0,45	0,49	0,58
Schwindung nach Tempern	quer	%		0,11	0,11	0,14	0,12	0,16
Verarbeitungshinweise								
Spritzgießen-Massetemperatur		°C		220–245				
Spritzgießen-Werkzeugtemperatur		°C		40–80				
Trocknungstemperatur (Trockenlufttrockner)		°C		120 (4 h Restfeuchte < 0,03 %)				