



**KUNSTSTOFF
INSTITUT
LÜDENSCHIED**

15. Technologienachmittag - Werkstofftechnik

17. Dezember 2013

Agenda

- ▶ Wärmeleitfähigkeit
- ▶ verbesserte Wärmestabilisierungen von PA
- ▶ Polyketon
- ▶ Leichtbau
- ▶ Naturfaserverstärktes TPU

WÄRMELEITFÄHIGKEIT

Wärmeleitfähigkeit

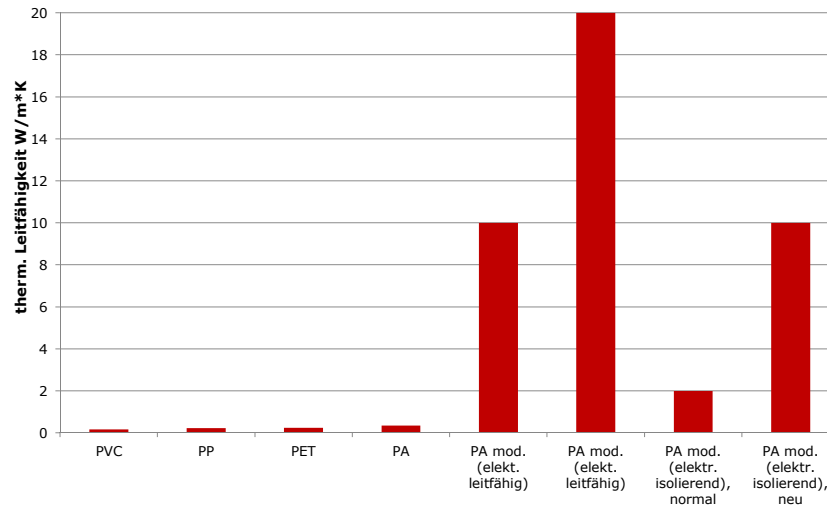
- ▶ Wärmeleitfähigkeit spielt zunehmend in elektronischen Bereichen eine Rolle, insbesondere im elektrisch isolierenden Bereich.
- ▶ Wärme soll dabei aus dem Bauteil abgeleitet und die Leistungsdichte reduziert werden.
 - Beleuchtungstechnik
 - Fahrzeugelektronik
 - Hochleistungsbatterietechnik
 - Sensoren
 - Spulenkörper
 - Infolge von Miniaturisierung elektr. Komponenten
 - etc.
- ▶ Prognosen zufolge wird sich der Markt für derartige Materialien in den nächsten 5 Jahren nahezu verzehnfachen. ^[1]

[1] Ralf Damasch ESK Ceramics GmbH & Co. KG, Kempten

Wärmeleitfähigkeit



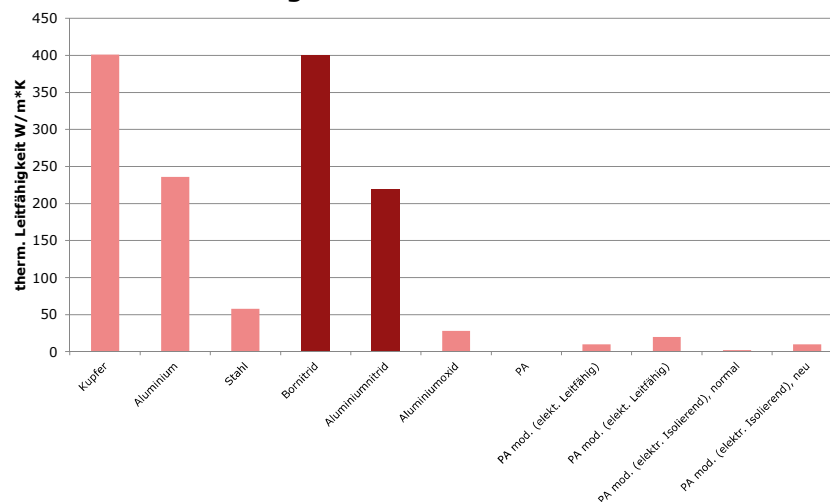
Wärmeleitfähigkeit von PA mit und ohne Modifizierung



Wärmeleitfähigkeit



Wärmeleitfähigkeit unterschiedlicher Materialien



Wärmeleitfähigkeit



Vorteile von wärmeleitfähigen Kunststoffen gegenüber Metallen

- ▶ elektrisch isolierend oder elektrisch leitfähig einstellbar
- ▶ vielfältige Formgebungsmöglichkeiten durch Verarbeitung im Spritzguss
- ▶ große Stückzahlen
- ▶ Gewichtsreduktion

Wärmeleitfähigkeit



Werkstoff	therm. Leitfähigkeit W/m*K
Kupfer	401
Aluminium	236
Stahl	58
Bornitrid	400
Aluminiumnitrid	220
Aluminiumoxid	28
PA	0,35
PA mod. (elekt. Leitfähig)	10
PA mod. (elekt. Leitfähig)	20
PA mod. (elektr. Isolierend), normal	2
PA mod. (elektr. Isolierend), neu	10

Quellen: N.N.: Wärmeleitfähigkeit; Wikipedia

N.N.: BORONID Cooling Fillers - Advanced cooling fillers for thermally conductive polymers; 3M Advanced Materials Division; Produktpräsentation; 2013

N.N.: SILATHERM zur Verbesserung der Wärmeleitfähigkeit bei Kunststoffen; Quarzwerke GmbH; Kundeninformation

Wärmeleitfähigkeit



Quarzwerte GmbH; Silatherm

- ▶ Alumosilikate
- ▶ chemisch inert
- ▶ Hitzebeständig
- ▶ faserige Partikel
- ▶ Wärmeleitfähigkeiten in PA:
 - X-Richtung bis 1,3 W/m*
 - Y-Richtung bis 2,3 W/m*K
- ▶ durch Silanisierung werden in den meisten Fällen die systemverbessernden Eigenschaften des Füllstoffes optimal ausgeschöpft

Wärmeleitfähigkeit



3M Advanced Materials Division; Boronid Cooling Fillers

- ▶ Einsatz von Bornitrid als Additiv
- ▶ „weißer“ Graphit
- ▶ Hohe Wärmeleitfähigkeit, elektrisch isolierend
- ▶ Leitfähigkeitseigenschaften je nach Füllstoffform richtungsabhängig
 - Plättchen
 - Flakes
 - Agglomerate
- ▶ BN teurer als z.B. Al_2O_3 , aber geringere Dichte
- ▶ Zykluszeit konnte gegenüber ungefülltem PA66 reduziert werden
- ▶ herkömmliche Werkzeugtechnik ohne Verschleißschutz möglich
- ▶ Wanddickenreduzierung gegenüber Compounds mit Al_2O_3 möglich

Density of thermally conductive fillers	
	Density [kg/l]
Al_2O_3	3.99
AlN	3.26
Al_2SiO_5	3.60
BN	2.22

Quelle: N.N.: BORONID Cooling Fillers – Advanced cooling fillers for thermally conductive polymers; 3M Advanced Materials Division; Produktpräsentation; 2013

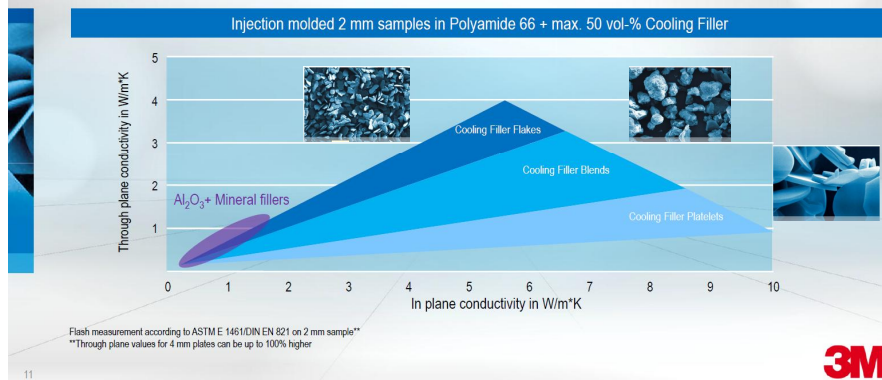
Wärmeleitfähigkeit



Richtungsabhängigkeit der Eigenschaften füllstoffformabhängig

3M Advanced Materials Division

BORONID® Cooling Fillers: balanced high thermal conductivity



Quelle: N.N.: BORONID Cooling Fillers - Advanced cooling fillers for thermally conductive polymers; 3M Advanced Materials Division; Produktpräsentation; 2013

© Kunststoff-Institut Lüdenscheld

15. Technologienachmittag

17.12.2013

11

Light Flash Apparatur (LFA 447/2-4/InSb Nano Flash)



Temperaturbereich:
RT ... 300°C

Messbereich:
0,01 bis 1000 [mm²/s]
(Temperaturleitfähigkeit)

Heizpulsquelle:
Xenon-Blitzlampe

Wellenlängenbereich:
150 ... 2000 [nm]

Sensortyp:
InSb, LN₂-gekühlt

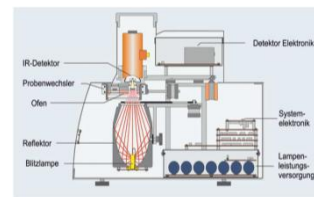
Probenabmessungen: variabel
durch austauschbare Einsätze
(von 8 mm quadratisch bis
Ø 25,4 mm rund)
Dicke bis 4 mm

Lieferant:
NETZSCH-Gerätebau
95100 Selb

➤ Messsystem für die kontaktlose, zerstörungsfreie
Messung von Temperatur- und
Wärmeleitfähigkeiten

➤ Normkonformität zu

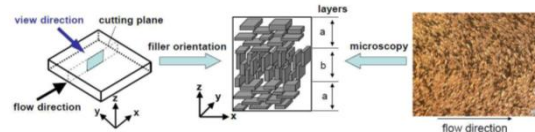
- ASTM E-1461
- ISO EN 821
- DIN 22007



Quelle: Netzsch Gerätebau GmbH

➤ Untersuchungen an Festkörpern, Laminaten oder
Flüssigkeiten

➤ Berücksichtigung von Anisotropie



Quelle: Uni Erlangen, Heine U.a., Produkt
development with thermal conductive polymers and
the need for integrated use of simulation, 2008

VERBESSERTER WÄRMESTABILISIERUNG

Verbesserte Wärmestabilisierungen für PA

LANXESS; PA XTS1 und XTS2

- ▶ XTS = Xtreme temperature stabilisation
- ▶ für PA6
- ▶ normal PA6 GF30 mit Wärmestabilisierung = 150 – 160 °C (5.000 h)
= 120 – 130 °C (20.000 h)
- ▶ PA 6 Durethan BKV 30 XTS1 bis zu 200 °C dauernd
- ▶ Produkte der XTS2-Reihe sogar bis zu 230 °C dauernd
- ▶ Erhöhung der Dauergebrauchstemperaturen um 60 °C und mehr
- ▶ XTS1: Bruchspannung nach 2000 h Heißluftlagerung bei 200 °C nur -5%
- ▶ normal stabilisiert: Bruchspannung nach 1700 h bei 200 °C ca. - 50%



Quelle: N.N.: Extreme Hitze lässt sie kalt ; LANXESS GmbH; Konzernnews 01.07.2013; www.lanxess.de

Verbesserte Wärmestabilisierungen für PA



AKRO-Plastic GmbH; Akromid[®] C3 GF 30 5 XTC

- ▶ für PA 6 und PA 66
- ▶ Downsizing – Trend in der Motorenentwicklung bedeutet stetig höhere Temperaturen unter der Haube
- ▶ neuartige Wärmestabilisierung für den Einsatz bei extremen Temperaturen von über 200 °C
- ▶ Zugfestigkeit fällt nach Lagerung bei 210 °C nach 3.000 h von 190 MPa gerade einmal um 9 MPa ab
- ▶ elektrisch neutrale Wärmestabilisierung



AKROMID[®] A3 GF 30 1 natur nach 700h bei 210°C



AKROMID[®] C3 GF 30 5 XTC natur (4499) nach 1.000h bei 210°C

Querschnitt durch einen Zugstab

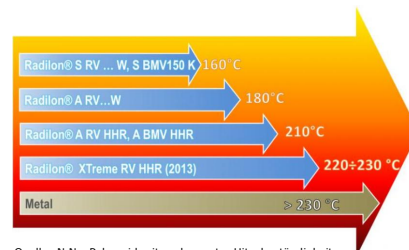
Quelle: N.N.: Compounds mit XTC Stabilisierung; AKRO-Plastic GmbH; Präsentation zur K2013

Verbesserte Wärmestabilisierungen für PA



RadiciGroup; Radilon Xtreme

- ▶ Schmelztemperatur 280 °C (+20 °C im Vergleich zu PA6.6)
- ▶ Glasübergangstemperatur 90 °C (+20 °C im Vergleich zu PA6.6)
- ▶ Reduktion der Wasseraufnahme um 25% im Vergleich zu PA6.6
- ▶ für Spritzguss und Blasformen
- ▶ mechanische Eigenschaften nach 3.000 Stunden Lagerung in 220 °C heißer Luft (Ausführung mit 35% Glasfaserverstärkung):
 - Bruch- und Zugfestigkeit > 50%
 - Charpy Kerbschlagzähigkeit > 70%



Quelle: N.N.: Polyamid mit verbesserter Hitzebeständigkeit; RadiciGroup; Plastics-News vom 15.10.2013

Verbesserte Wärmestabilisierungen für PPA



EMS-Chemie AG; Grivory HT2VS-HH (Basis Grivory HT2)

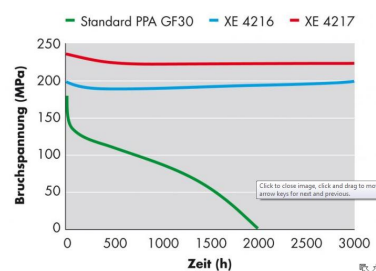
- ▶ aktuell im Motorraum Dauer- bzw. Spitzentemperaturen von 210°C - 230°C
- ▶ zukünftig (im Zuge der Anpassung der Antriebe an die kommende Euro 6-Norm) sollen Spitzentemperaturen bis zu 250°C eher die Regel als die Ausnahme bilden
- ▶ Bemerkenswert am Material
 - Alterungsbeständigkeit soll mit steigenden Temperaturen sogar zunehmen
 - im obersten Bereich von 230 bis 250°C sollen die Produkte einen außergewöhnlich hohen Eigenschaftserhalt besitzen
 - Grivory HT2VS-HH zeigen z.B. bei 250°C über 3000 Stunden eine nahezu konstante Bruchspannung

Verbesserte Wärmestabilisierungen für PPA



EMS-Chemie AG; Grivory HT2VS-HH (Basis Grivory HT2)

- ▶ zukünftig (im Zuge der Anpassung der Antriebe an die kommende Euro 6-Norm) sollen Spitzentemperaturen bis zu 250°C eher die Regel als die Ausnahme bilden
- ▶ Grivory HT2VS-HH wurde bereits bei zahlreichen OEM und TIER 1 mit positivem Feedback validiert
 - z.B. wurden die Produkte im Zentrallabor von VW mit der Labornote 1 für 230°C, und darüber hinaus auch für 250°C freigeprüft



Hitzelagerung bei 250°C: Getestet wurde der Eigenschaftserhalt der Bruchspannung bei

- 30% GF Grivory HT2VS-HH (XE 4216)
- 45% GF Grivory HT2VS-HH (XE 4217)
- Standard PPA mit 30% GF-verstärkung.

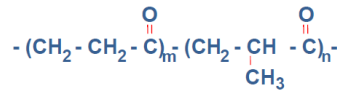
Quelle: EMS-Chemie AG

Polyketon



AKRO-Plastic GmbH; Akrotek PK

- ▶ aliphatisches Polyketon (PEEK dagegen sind aromatische Polyetherketone)
- ▶ mech. Eigenschaften nahe am PA 12
 - allerdings Schmelztemperatur 40 °C höher (220°C)
 - extrem hohe Reißdehnung
 - gutes Rückstellvermögen und geringes Kriechen
- ▶ Chemikalienbeständigkeit / gute Barriereigenschaften
- ▶ geringe Feuchtigkeitsaufnahme von 0,4%
- ▶ tribologische Eigenschaften / gute Gleiteigenschaften bei geringem Verschleiß
- ▶ sehr kurze Zykluszeiten
- ▶ Eigenfarbe bei Einfärbung beachten



Terpolymer:

Quelle: N.N.: Produktpräsentation AKROTEK PK; AKRO-Plastic GmbH

Polyketon



AKRO-Plastic GmbH; Akrotek PK

	Einheit	PA12	PK-VM	PK-HM	PK-HM GF15	PK-HM GF30	PK-HM GF50
E-Modul	MPa	1400	1500	1400	4400	7500	11500
Streckspannung	MPa	55	60	60			
Bruchspannung	MPa				91	130	160
Streckdehnung	%	5	29	32			
Bruchdehnung	%	>50	>250	>350	4,1	2,9	2,3
Charpy ungekerbt	kJ/m²	NB	NB	NB	56	60	76
Charpy gekerbt	kJ/m²	6	10	17	10	15	24

Polyketon



Potentielle Märkte / Anwendungen

Elektronik/Elektronik

- ▶ Steckverbinder
- ▶ Sicherungshalter
- ▶ Schalter

Automobil

- ▶ Zahnräder
- ▶ Kraftstofftank
- ▶ Kraftstoffleitung
- ▶ Kraftstofffilter

Industrie

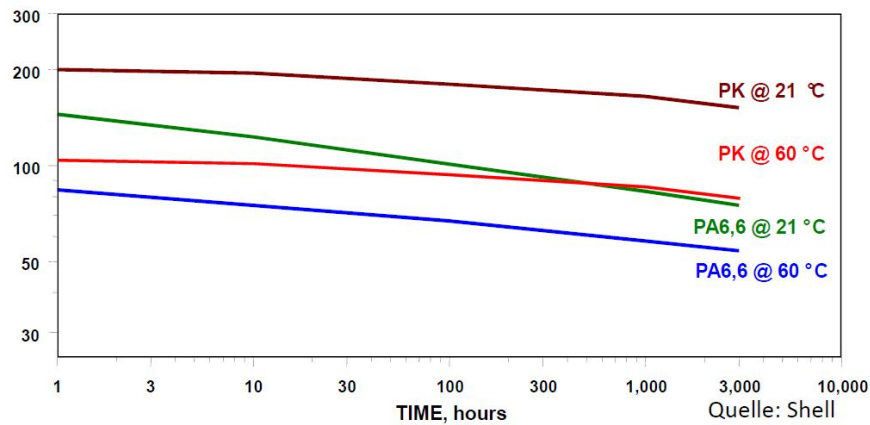
- ▶ Ventile
- ▶ Zahnräder
- ▶ Verteiler
- ▶ Clips

Polyketon



AKRO-Plastic GmbH; Akrotek PK

Kriechmodul, kpsi



Quelle: N.N.: Produktpräsentation AKROTEK PK; AKRO-Plastic GmbH



Leichtbau

Motivationen zum Leichtbau

- ▶ Gewichtsreduzierung
- ▶ höhere Effizienz im Mobilitätsbereich
 - Reduzierung von Emissionen
- ▶ Kostenreduzierung -> Sanktionsstrafen
- ▶ Wirtschaftlichkeit
- ▶ Reduzierung von Materialpreisen und Verarbeitungstemperaturen
 - Metall auf Kunststoff
 - Kunststoff auf Kunststoff

© Kunststoff-Institut Lüdenscheld I 15. Technologienachmittag I 17.12.2013 I 24

Mega-Trend: Leichtbau



ALBIS Group; Altech NXT PP

- ▶ PP-basierte Alternative zu PP LGF und PA6 GF30
- ▶ neue innovative Technologie
- ▶ schließt die Lücke zwischen Massen- und technischen Kunststoffen

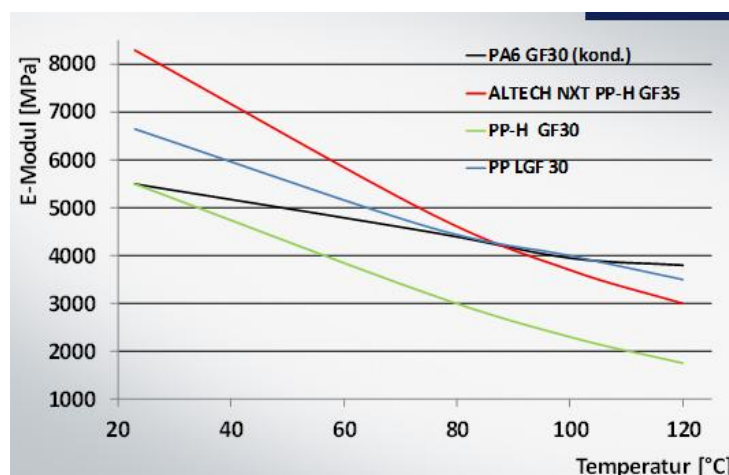
- ▶ Gewichtsreduzierung um ca. 18% va. PA
- ▶ fast ähnliche Wärmeformbeständigkeit
- ▶ sehr gute Oberflächen
- ▶ ähnliche Schwindungswerte im Vgl. zu PA6 GF30
 - geringerer Verzug, durch kleinerer Differenz zwischen Längs- u. Querschwindung

- ▶ Zielindustrien:
 - Automotive (unter der Motorhaube)
 - E&E (Elektrowerkzeugen (Gehäuse), Kleingeräte)
 - Industrieanwendungen (Möbel, technische Teile)

Mega-Trend: Leichtbau



ALBIS Group; Altech NXT PP



Quelle: N.N.: Produkt Info Paket Altech NXT PP; Präsentation; ALBIS Group

Mega-Trend: Leichtbau



ALBIS Group; Altech NXT PP

Eigenschaften	PP-H GF30	PA6 GF30	PP LGF 30	ALTECH NXT PP-H GF 35
Dichte [g/cm³]	1,12	1,36	1,12	1,18
Zugfestigkeit [MPa] 23°C	55	110*	110	100
E-Modul [MPa] 23°C	5500	5500*	6300	8300
Bruchdehnung [%] 23°C	2	5*	2,3	3
E-Modul [MPa] 75°C	3200	4500*	4600	4900
E-Modul [MPa] 120°C	1750	3800*	3500	3000
HDT A [°C]	138	>200	156	154
Biegefestigkeit [MPa]	75	175*	147	140
Charpy-Schlagzähigkeit [kJ/m²] 23°C	12	70	52	50
Charpy-Kerbschlagzähigkeit [kJ/m²] 23°C	5	11	19	10
Fließspirale [mm]	750	650	550	940

* konditioniert

Quelle: N.N.: Produkt Info Paket Altech NXT PP; Präsentation; ALBIS Group

Leichtbau



AKRO-Plastic GmbH; Akromid Lite und XtraLite

- ▶ PA-Blend mit PP auf Basis PA6.6 und PA6 mit bis zu 40% GF
- ▶ senkt das Gewicht des fertigen Bauteils um bis zu 10 %
- ▶ Gewichtsreduzierung unter Beibehaltung der Festigkeiten
- ▶ verbesserte Fließfähigkeit gegenüber Standard-Polyamid
- ▶ Typen mit 30 und 40% GF bestehen sowohl den Calciumchlorid (CaCl_2) Test als auch den Zinkchlorid (ZnCl_2) Test in Anlehnung an die SAE-Norm J204



PA6.6-GF30 versagt bereits nach wenigen Stunden Kontakt mit ZnCl_2 -Lösung



AKROMID® A3 GF 30 1 L zeigt selbst nach 200 h unter mech. Belastung einer ZnCl_2 -Lösung ausgesetzt, noch keine Schädigung

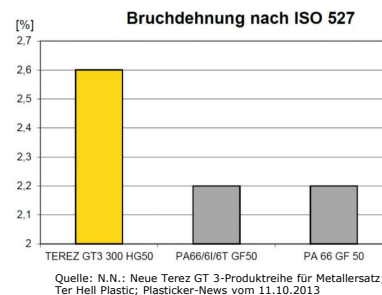
Quelle: N.N.: AKROMID Lite und AKROMID XtraLite – Polyamidwerkstoffe mit geringer Dichte; Broschüre; AKRO-Plastic GmbH

Leichtbau



Ter Hell Plastic; Terez GT 3

- ▶ Ergänzung zu hochglasfaserverstärkten PA 6 und PA 66 Typen
- ▶ basiert auf einem PA6T/6I/66 mit partiell aromatischen Anteilen
- ▶ Metallersatzmaterial
- ▶ möglicher Glasfasergehalte von bis zu 60 Prozent
- ▶ behalten Festigkeitsniveau auch nach Feuchtigkeitsaufnahme bei
- ▶ 50% GF-Variante zeichnet sich durch deutlich verbesserte Bruchdehnung und Zähigkeit im Vergleich zu anderen Produkten dieser Zusammensetzung aus



Naturfaserverstärktes TPU



Geba Kunststoffcompounds GmbH; Desmivit DP R Eco NF

- ▶ Material mit 10 und 15 % Naturfaser-
verstärkung
- ▶ gemeinsam mit Bayer MaterialScience
entwickelt



Quelle: N.N.: Gewichtsoptimierte, naturfaserverstärkte thermoplastische Polyurethane; Geba Kunststoffcompounds; Plasticker-News vom 30.09.2013

- ▶ zukünftig sei auch eine weitere Desmivit DP R Eco Serie vorstellbar, bei der nicht nur die Verstärkung, sondern auch das TPU eine Biobasis besitzt
- ▶ Gewichtsvorteil von rund 8 % gegenüber glasfaserverstärktem TPU
- ▶ Vorteil Bruchverhalten
- ▶ bei Bruch bilden sich keine scharfen Kanten und die Verletzungsgefahr durch das Produkt wird minimiert



**KUNSTSTOFF
INSTITUT
LÜDENSCHIED**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Kontakt:
Dipl.-Ing. Michael Tesch
Werkstofftechnik | Neue Materialien

+49.2351 1064-160
+49.171.1214863
tesch@kunststoff-institut.de