

# Maßgeschneiderte Farbmasterbatche für hochwertige TPE-Einfärbungen

## Anwendungen der Caparol NEFA MB Masterbatche in thermoplastischen Elastomeren – Teil 2

M. Hübner

*Dispersive und distributive Mischvorgänge sind ein wesentlicher Bestandteil bei der Herstellung thermoplastischer Masterbatche und Compounds. Zur Compoundierung werden überwiegend kontinuierlich arbeitende Doppelschneckenextruder und Knetersysteme eingesetzt. Eine wesentliche Einschränkung dieser Mischaggregate ist die limitierte Verweilzeit der zu mischenden Komponenten. Hier bieten die neu entwickelten Farbmasterbatche von Caparol Industrial Solutions eine innovative Lösung.*

*In diesem Spannungsfeld entstehen die Compounds und Masterbatche der Produktgruppe NEFA MB. Durch die Kombination von diskontinuierlichen Mischern und Doppelschneckenextrudern gelingt es, auf Basis spezieller thermoplastischer Elastomere, sehr hochgefüllte und spezialisierte Produkte herzustellen.*

*Im Bereich der Farbmasterbatche zeichnen sich NEFA MB Konzentrate durch höchste Pigmentfüllgrade aus. Aufgrund des Herstellungsverfahrens kann dabei auf den Einsatz von Dispergierhilfsmitteln vollständig verzichtet werden. Dies ist insbesondere für TPE Einfärbungen vorteilhaft, bei denen es durch Dispergierhilfsmittel zur Filmbildung auf der Bauteiloberfläche kommen kann. Aufgrund der hohen Farbstärke der NEFA MB Masterbatche können bei vergleichsweise geringen Masterbatchzugaben auch TPEs mit einer starken Eigenfarbe brillant eingefärbt werden.*

*Dispersive and distributive mixing processes are major elements in the manufacture of thermoplastic masterbatches and compounds. Continuously working twin-screw extruders and kneader systems are mainly used for compounding. A crucial restriction of these mixing devices is the limited dwell time of the components to be mixed.*

*This is where the compounds and masterbatches of the NEFA MB product group come into play. The combination of discontinuous mixers and twin-screw extruders can manufacture very highly filled, specialist products on the basis of special thermoplastic elastomers. In the area of colour masterbatches, NEFA MB concentrates stand out because of their very high pigment fill levels. The manufacturing process employed makes the use of dispersion agents completely unnecessary. This can be an advantage for TPE tints in particular, since dispersion agents may lead to film formation on the component surface in some cases. Because of the colour intensity of the NEFA MB masterbatches, even TPEs with a strong colour of their own due to fillers, for example, can be tinted brilliantly with comparatively low quantities of masterbatches.*

### 1 Einleitung

Bei der Entwicklung von TPE-Compounds spielen verschiedenste Werkstoffeigenschaften eine wichtige Rolle. So sind die mechanischen oder rheologischen Eigen-

schaften, aber auch die thermische oder chemische Beständigkeit der Werkstoffe wesentliche Faktoren für deren Auslegung. Die Einfärbung der TPEs – oftmals entscheidend für die Verkaufsfähigkeit der aus dem Werkstoff produzierten Erzeugnisse – nimmt aber bei der Entwicklung der Werkstoffe eine eher untergeordnete Rolle ein. Eine Ursache hierfür mag darin liegen, dass die Einfärbung häufig über Masterbatche erst bei der finalen Formgebung der Werkstoffe erfolgt. Auch wird den geringen Zugabemengen, die typischerweise im Bereich von 0,5 Gew.-% und 5 Gew.-% liegen, meist kein signifikanter Einfluss auf die werkstoffprägenden physikalischen Eigenschaften zugerechnet.

Stand der Technik für die TPE-Einfärbung sind häufig Masterbatchsysteme, die auch zur Einfärbung klassischer thermoplastischer

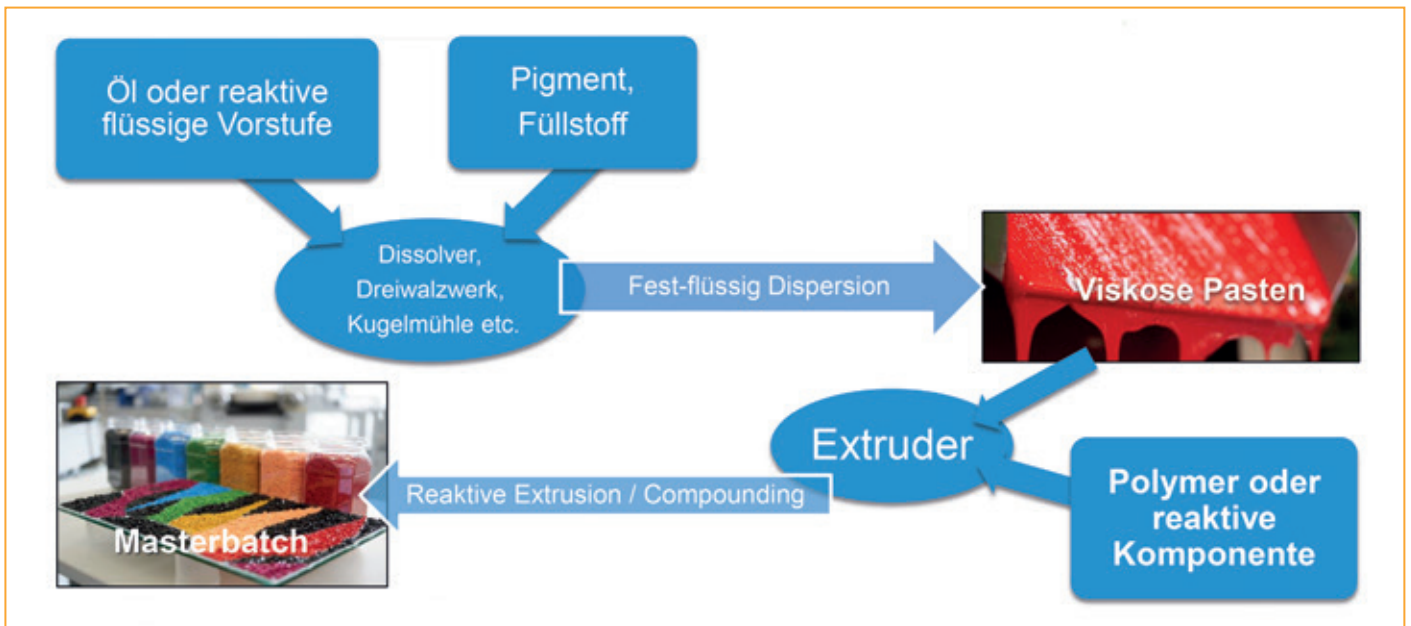
Werkstoffe zum Einsatz kommen. Sehr gebräuchlich für viele TPE-Einfärbungen sind Masterbatche auf Basis von Polyethylen oder Polypropylen. Zur Herstellung dieser Masterbatche werden üblicherweise Dispergierhilfsmittel verwendet, damit die Pigmente im Herstellungsprozess ausreichend zer- und verteilt, sowie benetzt werden können. Konventionelle Thermoplaste, die nicht zu den TPEs zählen, verfügen bei Anwendungstemperatur aber über eine deutlich reduzierte makromolekulare Beweglichkeit. Dadurch findet der Transport von niedermolekularen Substanzen, wie beispielsweise von Dispergierhilfsmitteln, in konventionellen Thermoplasten nur sehr eingeschränkt statt. Das ist bei thermoplastischen Elastomeren anders. Deren Eigenschaften basieren auf dem Prinzip, dass die Makromoleküle der elastischen Phase im Anwendungstemperaturbereich über eine sehr hohe Beweglichkeit

Dr.-Ing. Matthias Hübner  
Produkt Manager Masterbatches  
matthias.huebner@caparol-cis.de

Caparol Industrial Solutions GmbH,  
Grimma-Nerchau  
www.caparol-cis.de

Alle Abbildungen und Tabellen wurden, sofern nicht anders angegeben, freundlicherweise von den Autoren zur Verfügung gestellt.

Abb. 1: Prozessschema zur Herstellung von NEFA MB F Masterbatches



verfügen. Aus diesem Grund können Dispergierhilfsmittel oder auch andere Substanzen leichter aus dem Werkstoff heraus migrieren. Dies kann zu einer ungewollten Belagbildung auf dem TPE-Bauteil führen. Andere Verunreinigungen in Pigmenten oder Füllstoffen, wie beispielsweise Schwefel, können zu einer unangenehmen Geruchsbildung beitragen. Die Einfärbung von TPE-Werkstoffen mit TPE-unspezifischen Masterbatches sind nicht risikofrei.

## 2 Spezialisierte Farbmaterbatche zugeschnitten für TPE-Werkstoffe

In diesem Kontext bilden die Masterbatche der Caparol Industrial Solutions GmbH eine interessante Neuheit zur Einfärbung von TPE-Werkstoffen. Die Farbmaterbatche der Produktgruppe NEFA MB F (NEFA steht für „Nerchauer Farben“) beruhen auf TPE-basierten Trägersystemen und können anwendungsspezifisch auf TPE-Anwendungen zugeschnitten werden. Bereits in einem früheren Beitrag wurde über rußbasierte Masterbatche und Compounds der Caparol Industrial Solutions GmbH berichtet [1]. Als Schlüssel zu den speziellen Eigenschaften der Compounds wurde eine mehrstufige Herstellungstechnologie an der Schnittstelle der Farben- und Kunststoffindustrie vorgestellt. Die Masterbatche der Produktgruppe



Abb. 2: Dissolver

NEFA MB F basieren ebenfalls auf dieser Herstellungstechnologie (Abb. 1).

Im Unterschied zur klassischen Farbmaterbatchherstellung über Doppelschneckenextruder oder andere kontinuierlich arbeitende Dispergiersysteme erfolgt die Herstellung der NEFA MB Farbmaterbatche über ein zweistufiges Verfahren. Der Kernprozess der Masterbatchherstellung, das Dispergieren der Pigmente, wird dabei mit Hilfe von in der Farbenindustrie etablierten fest-flüssig-Mischtechnologien realisiert. Bekannte Beispiele für diese Technologien sind Dissolver (Abb. 2), Dreiwalzwerke oder Perlmühlen. Der Vorteil dieser Mischmethoden liegt darin, dass die Pigmente in einer Flüssigkeit, unabhängig von den Verweilzeitbeschränkungen kon-

tinuierlicher Verfahren, optimal dispergiert werden können. Anders als bei Doppelschneckenextrudern wird auf ein bestimmtes Dispergierziel des Pigmentes, z. B. eine definierte Kornfeinheit, durch Variation der Mischzeit hingearbeitet. Auch schwer zu dispergierende Pigmente können ohne den Einsatz von Netz- und Dispergierhilfsmitteln fein in einer flüssigen Basis verteilt werden. Ein weiterer Vorteil dieser Verfahrensweise wurde bereits im ersten Teil dieser Veröffentlichung beschrieben. Durch die längeren Prozesszeiten und die damit einhergehende, bessere Benetzung von Pigmentoberflächen, ermöglicht dieses Verfahren auch Masterbatche mit sehr hohen Pigmentbeladungen. So sind Füllgrade bis 80 Gew.-% bei anorganischen und 50 Gew.-% bei organischen Pigmenten realisierbar.

Abb. 3: Reaktionsgleichung zur Herstellung von Polydimethylsiloxan-Polyharnstoff-Copolymeren

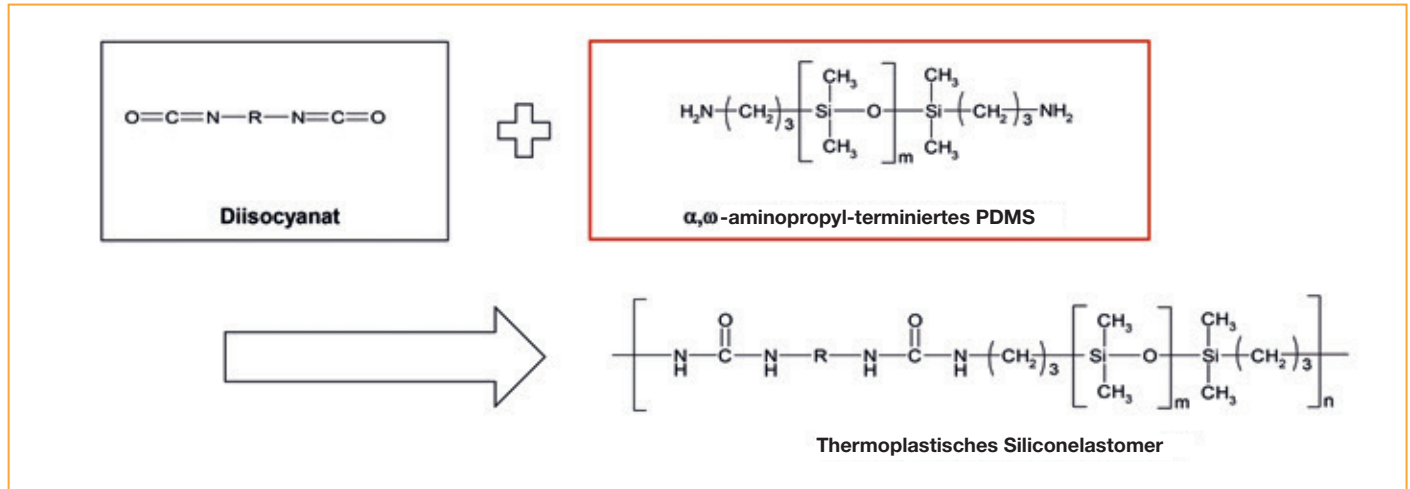
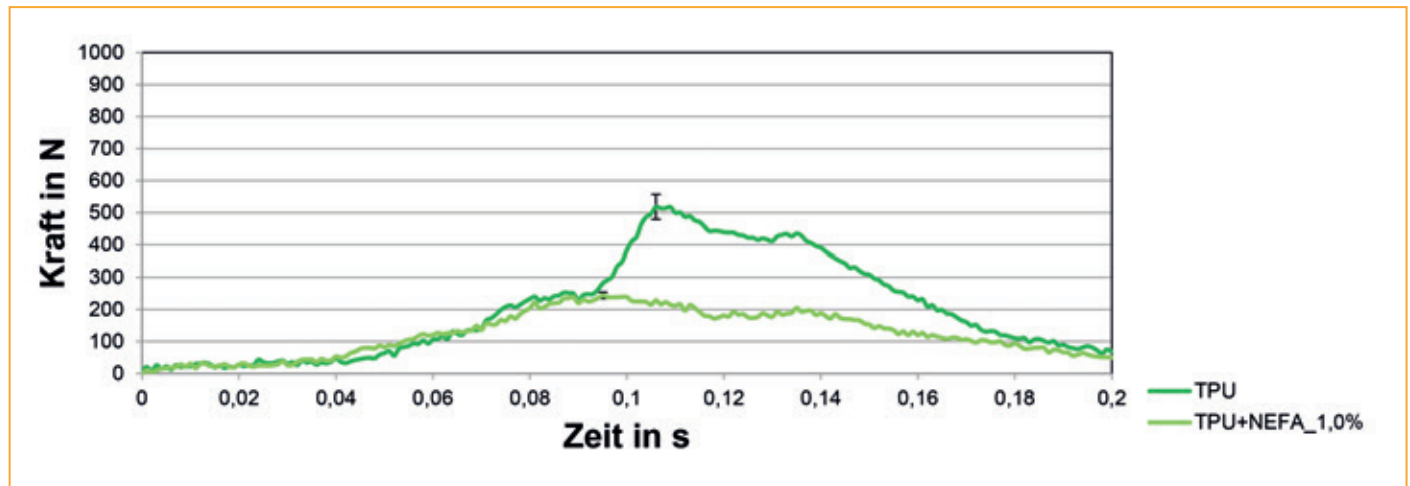


Abb. 4: Entformungsverhalten von TPU im Spritzgießprozess mit NEFA MB A



Unabhängig vom ersten Prozessschritt ist für die Herstellung von NEFA MB F Masterbatchen eine Compoundierstufe erforderlich, die in Doppelschneckenextrudern erfolgt. Dieser Verfahrensschritt dient der Ausbildung und Homogenisierung einer polymeren Matrix sowie der Granulierung, also der Formgebung der Produkte.

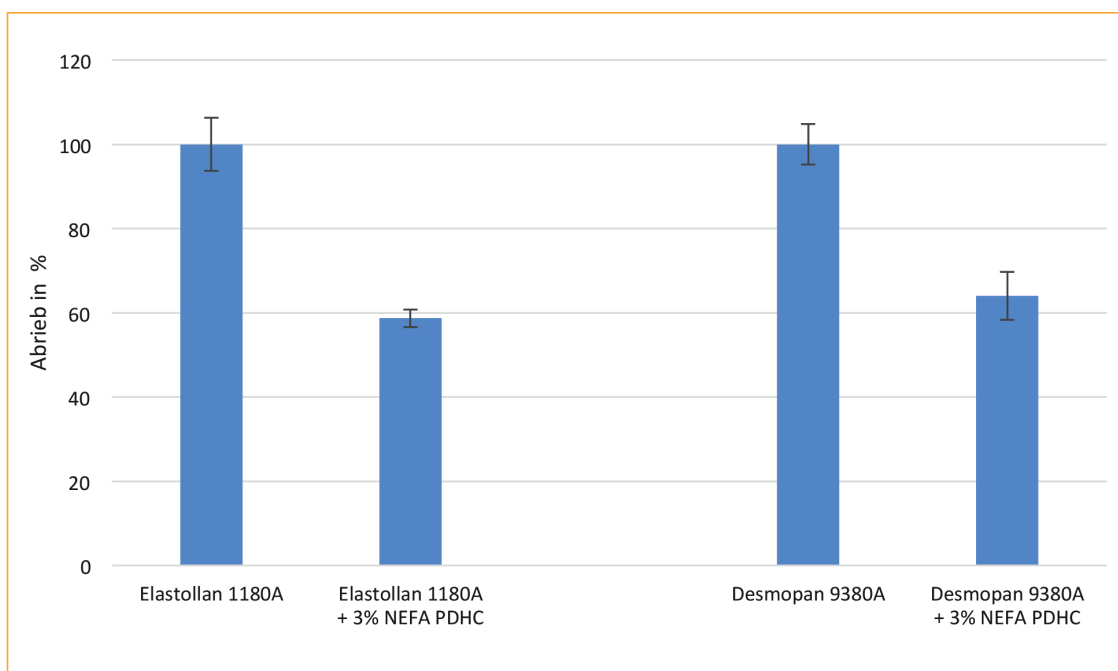
Damit die vorgestellte Verfahrensweise zur Herstellung von Masterbatchen überhaupt technologisch zugänglich wird, benötigt man im ausreichenden Maße eine flüssige Vorstufe des polymeren Trägersystems oder eine flüssige Rezepturkomponente, in der die Einarbeitung der Pigmente erfolgen kann. Caparol Industrial Solutions GmbH arbeitet dabei mit zwei unterschiedlichen Trägerpolymersystemen, die beide aus dem Spektrum der thermoplastischen Elastomere stammen.

Zum einen werden als Masterbatchträger thermoplastische Polydimethylsiloxan-Polyharnstoff-Copolymere (PDHC) verwendet. Zum anderen kommen Styrol-Ethenbuten-Styrol Block-Copolymere (SEBS) zum Einsatz. Im Falle der PDHCs erfolgt die Pigmenteinbringung in reaktive, flüssige Vorstufen der Trägerpolymere, den aminopropyl-terminierten Polydimethylsiloxanölen. Die Matrix- und Masterbatchbildung erfolgt durch reaktive Extrusion, wobei die Pigmentpaste zusammen mit einem Diisocyanat im Doppelschneckenextruder verarbeitet wird. Die Reaktionsgleichung hierfür ist in **Abbildung 3** dargestellt. Bei den SEBS-Copolymeren macht man sich deren Vermögen zu Nutzen, Weißöl in sehr großen Mengen als Weichmacheröl zu binden. Die Bildung der polymeren Matrix erfolgt durch Compoundierung der pigmentierten Weißölpaste zusammen mit anderen Rezepturbestandteilen

konventioneller SEBS-Compounds. Beide Polymersysteme haben unterschiedliche, sehr vorteilhafte Eigenschaften für die Einfärbung von TPEs.

### 3 Siliconadditiv trifft Farbe

PDHC sind thermoplastische Copolymere auf Basis von Harnstoff-Hartsegmenten und Silicon-Weichsegmenten mit Silicongehalten von ca. 98 %. Aufgrund der blockförmigen Kettenstruktur der PDHCs mit sehr unterschiedlichen Polaritäten eignen sich diese Trägersysteme für den Einsatz im gesamten Spektrum der TPE-Werkstoffe. Für die Anwendung in TPE-Werkstoffen ergeben sich neben den beschriebenen spezifischen Einfärbervorteilen zusätzliche Nutzen. PDHC wirken während der Verarbeitung des Masterbatches beim Kunden als effektives Prozesshilfsmittel



**Abb. 5:** Einfluss von Polydimethylsiloxan-Polyurethan-Copolymeren auf die Abriebfestigkeit von TPU

tel. So werden bei der Extrusion auftretende Verarbeitungsdrehmomente durch PDHC-basierte Masterbatche deutlich reduziert. Im Spritzgießprozess haben die Additive sowohl einen positiven Einfluss auf den Einspritzvorgang als auch auf das Entformen der fertigen Bauteile. Insbesondere der bei weichen TPE-Werkstoffen manchmal problematische Entformungsschritt kann durch die Verwendung von NEFA MB F Masterbatchen signifikant optimiert werden. **Abbildung 4** zeigt den Kraftverlauf eines Auswerferstiftes bei der Entformung eines konischen, becherförmigen Bauteiles aus einem TPU-Werkstoff mit und ohne PDHC-basiertem Masterbatch. Das PDHC reduziert die zur Entformung notwendigen Kräfte sehr deutlich und trägt damit zur Verbesserung der Entformbarkeit bei.

Auch auf die Werkstoffeigenschaften verschiedener TPEs können die siliconbasierten Trägersysteme der NEFA MB F Masterbatche einen positiven Einfluss haben, insbesondere auf die Oberflächeneigenschaften. So lassen sich Glanz, Oberflächengüte oder auch der Oberflächenreibungskoeffizient von Bauteilen durch PDHC-Trägersysteme verbessern. Zusätzlich beeinflussen die Additive die Abriebfestigkeit von TPEs sehr positiv. Der Einfluss auf die Abriebfestigkeit zweier TPU-Werkstoffe durch drei Gewichtsprozent PDHC-Zugabe ist in **Abbildung 5** dargestellt. Es ist ersichtlich, dass es zu einer erheblichen Reduktion des gemessenen Abriebs kommt,

wenn PDHC-Trägerpolymere zur Modifizierung der TPUs eingesetzt wurden. Obwohl die siliconbasierten Trägersysteme spezifische stoffliche Eigenschaften von TPEs auch bei den typischen Zugabekonzentrationen im Bereich von 0,5 Gew.-% bis 3 Gew.-% verändern, zeigen die Systeme keinen signifikanten Einfluss auf das Spannungs-Dehnungs-Verhalten oder die Härte der modifizierten TPEs.

#### 4 Universelle SEBS-Masterbatche für brillante Einfärbungen

Das zweite Masterbatchsystem, die SEBS-basierten Farbkonzentrate, haben keinen zusätzlich additiverenden Effekt bei der Einfärbung von TPE-Werkstoffen. Durch die Struktur der polymeren Träger sind die SEBS-basierten Masterbatche aber ebenfalls im gesamten Spektrum der TPE-Werkstoffe problemlos einsetzbar und sehr gut verträglich. Neben den bereits diskutierten Vorteilen der Masterbatche lassen sich diese Systeme trotz hoher Füllgrade auch in sehr weichen Qualitäten herstellen. Insbesondere, wenn eine negative Beeinflussung der Härte durch Masterbatche zu erwarten ist, sind diese Systeme daher sehr gut geeignet. Weiterhin ist es aufgrund der breiten Rohstoffbasis von SEBS-Compounds möglich, diese Masterbatche entsprechend aller kundenspezifischen und regulatorischen Vorgaben einzustellen.

## 5 Fazit

Die Einfärbung von TPE-Werkstoffen mit konventionellen Masterbatchen kann Probleme mit sich bringen. Niedermolekulare Bestandteile von Masterbatchen, wie Dispergierhilfsmittel oder auch Verunreinigungen von Rohstoffen migrieren aus TPE-Werkstoffen deutlich schneller heraus, als aus konventionellen Thermoplasten und können so die Produkteigenschaften negativ beeinflussen. Masterbatche von Caparol Industrial Solutions GmbH sind speziell auf TPE-Werkstoffe zugeschnittene Produkte, die aufgrund des Herstellungsprozesses an der Schnittstelle von Farben- und Kunststoffindustrie ohne den Einsatz von Dispergierhilfsmitteln auskommen. Im Fokus der Masterbatche steht stets die mehrstufige Fertigungstechnologie, die eine besonders effiziente Füllstoffdispergierung und sehr hohe Pigmentbeladung ermöglicht. Damit eignen sich diese Masterbatche ideal für die Einfärbung und Modifizierung von TPE-Werkstoffen.

## 6 Literatur

- [1] M. Hübner, I. Schaar, Innovative, rußgefüllte Compounds und Masterbatche an der Schnittstelle zwischen Kunststoff- und Farbenindustrie – Teil 1, GAK Gummi Fasern Kunststoffe, 74(01 02) 2021, 38-41.