

Kunststoffe

WERKSTOFFE – VERARBEITUNG – ANWENDUNG

WERKZEUGBAU

Warum die Branche die Moulding Expo zu ihrem Messe-Marktplatz erkoren hat

Seite 54

SPECIAL

Farbe und Design mit Masterbatches und Effekten

Seite 24

BESCHICHTUNGEN

Schnelle und zerstörungsfreie Charakterisierung dünner Bauteiloberflächen

Seite 64



ENGEL.

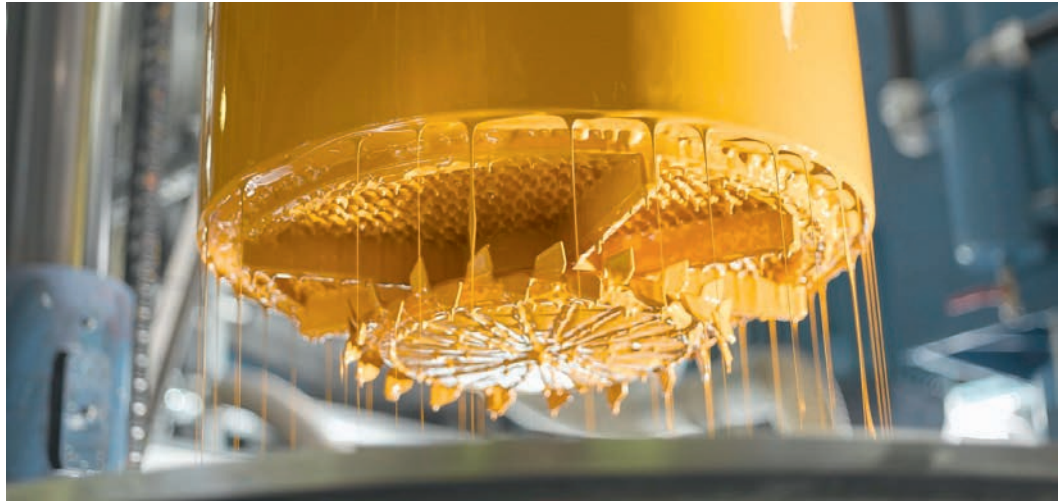
Ihr Partner für Faserverbundanlagen



www.engelglobal.com

ENGEL
be the first

Aus der Farbenindustrie bekannte mechanische Dispergierv Verfahren von festen und flüssigen Bestandteilen, wie etwa die abgebildete Korbperlmühle, können Dispergierhilfsmittel ersetzen (© CIS)



Bunte Vielfalt mit Mehrwert

Multifunktionale Farbmasterbatches ohne Dispergierhilfsmittel

Für die Herstellung ihrer multifunktionalen Masterbatches verwendet Caparol Industrial Solutions als Trägerpolymer thermoplastische Silikonelastomere sowie spezielle Dispergierv Verfahren, für die keine Dispergierhilfsmittel erforderlich sind. Die Masterbatches weisen unter anderem eine hohe Farbstärke mit sehr hohen Pigmentbelastungen sowie ein besonderes Verarbeitungsverhalten auf.

Spezialisiert auf die Herstellung von Industriefarbkonzentraten entstand bei der Caparol Industrial Solutions GmbH (CIS), Nerchau, die Überlegung, das vorhandene Know-how auf die Entwicklung und Produktion von Masterbatches für thermoplastische Polymere zu übertragen. Die Entscheidung war die Geburtsstunde der multifunktionalen Farbmasterbatches „NEFAMB“, was für „Nerchauer Farben-Masterbatches“ steht. Bisher lieferte CIS Kunststoffherstellern Farbkonzentrate für reaktive Kunststoffe (Elastomere und Duromere), allerdings noch nicht für Thermoplaste.

Üblicherweise besteht eine Masterbatchformulierung aus einem polymeren Trägersystem, dem Wirkstoff (Farbmittel und/oder Additiv) sowie aus Dispergierhilfsmitteln. Der Anteil an Dispergierhilfsmitteln liegt bei klassischen Masterbatches im Bereich von bis zu 10%. Der Wirkstoffanteil beträgt, abhängig von seiner Beschaffenheit und dem Einsatzzweck, etwa 15 bis 75%.

Trägersysteme für Masterbatches

Bei universellen Masterbatches ist zu berücksichtigen, dass die Mischung chemisch unterschiedlicher Makromoleküle zu Unverträglichkeiten führen kann. Im ungünstigsten Fall verschlechtern sich die mechanischen Eigenschaften des modifizierten Polymers. Auch kann die Weiterverarbeitung (Bedrucken, Lackieren, Schweißen) der Endprodukte beeinträchtigt sein. Aus koloristi-

scher Sicht sind Universalmasterbatches ebenfalls nicht immer problemfrei.

Thermoplastische Polysiloxanelastomere als Trägermaterial

In diesem Zusammenhang sind thermoplastische Polysiloxanelastomere als Trägermaterial eine interessante Alternative. So ist Polydimethylsiloxan (PDMS) ein in der Kunststoffverarbeitung bekanntes, verträgliches Additiv zur Verbesserung der Verarbeitungs- und Oberflächeneigenschaften. Darüber hinaus wird chemisch kovalent vernetztes PDMS als eigenständiger Elastomerwerkstoff verarbeitet.

Aufgrund seiner Stoffeigenschaften ist PDMS auch mit sehr hohen molaren Massen ein Fluid und daher nicht für die Herstellung von Masterbatch-Granulaten geeignet. Seit den 80er-Jahren des vergangenen Jahrhunderts stehen allerdings mit der Entwicklung thermoplastischer Silikonelastomere (TPSE, auch „thermoplastisches Elastomer auf Polydimethylsiloxan-Basis“) Polymere zur Verfügung, welche die Eigenschaften von PDMS mit dem Vorteil der thermoplastischen Verarbeitbarkeit vereinen. Hervorzuheben ist hier besonders die Gruppe der alternierenden Polydimethylsiloxan-Polyharnstoff-Blockcopolymeren (PDHC), die hohe Siloxangehalte (PDMS-Anteile) von bis zu 98% beinhalten und somit eine geeignete Plattform für die Entwicklung von multifunktionalen Masterbatches sind.

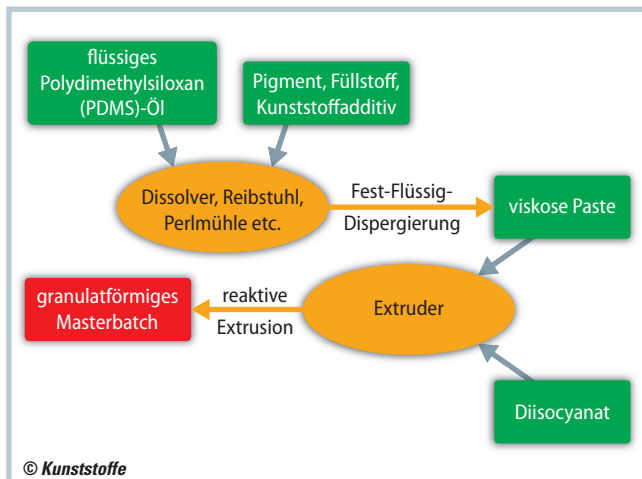


Bild 1. Die Herstellung von NEFA-MB erfolgt in zwei separaten Verfahrensschritten: zuerst die „Fest-Flüssig-Dispergierung“ der Pigmente mit dem flüssigen Silikoncopolymer, danach die Synthetisierung im Extruder mit anschließender Granulierung (Quelle: CIS)

Bei dem für NEFA-MB als Träger verwendeten Silikoncopolymer ist die Silikonstruktur in eine Copolymermatrix eingebunden. Die so gebundenen Silikone sind nicht mehr flüchtig, können demzufolge keine Benetzungstörungen verursachen. Im Gegensatz zu reinen PDMS-Additiven kommt es zu einer Verankerung der TPSE-Makromoleküle im modifizierten Polymerwerkstoff und einer daraus resultierenden permanenten Additivwirkung.

Die Aufgabe von Dispergierhilfsmitteln

Um die Zerkleinerungs- und Verteilungsprozesse von pulverförmigen Additiven und Pigmenten (Wirkstoffen) beim Einarbeiten in eine Polymermatrix zu unterstützen, sind Dispergierhilfsmittel erforderlich. Die Verträglichkeitsvermittler verbessern die Wechselwirkungen zwischen den Wirkstoffen und der Trägermatrix. In der Kunststoffverarbeitung werden als Dispergierhilfsmittel insbesondere drei Stoffklassen verwendet: Wachse, Metallseifen und organische Fettsäuren sowie deren Ester.

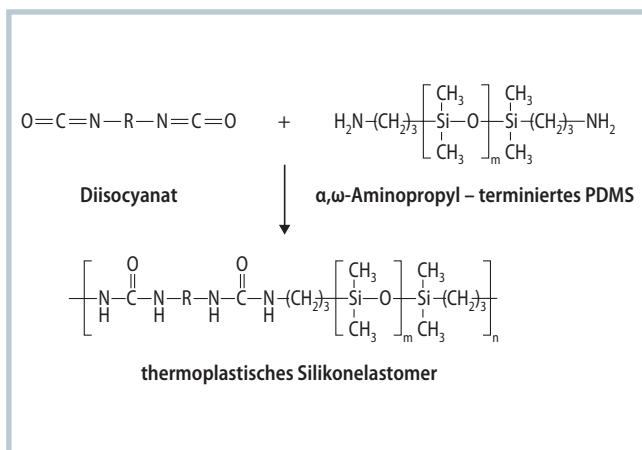


Bild 2. Bildungsreaktion: TPSE sind hochmolekulare alternierende Blockcopolymeren auf Basis von Harnstoff-Hartsegmenten und PDMS-Weichsegmenten mit Siloxangehalten von bis zu 98% (© CIS)

Abhängig von der Einsatzkonzentration eines Masterbatches können Dispergierhilfsmittel das Eigenschaftsprofil des zu modifizierenden Polymers sowohl positiv wie negativ beeinflussen. Das betrifft besonders die mechanischen Eigenschaften, die Oberflächeneigenschaften sowie das Fließverhalten.

Dispergieren – ein elementarer Prozess der Masterbatchherstellung

Üblicherweise basiert die Herstellung von Masterbatches auf dem Einarbeiten (Dispergieren) eines meist feststoffbasierten, pulverförmigen Wirkstoffsystems – im Falle von Farben Pigmente – in einen polymeren Trägerwerkstoff. Ziel ist, die Strukturen von Pigmenten oder Additiven aufzuschließen und im Kunststoff zu verteilen, ohne sie dabei zu zerstören.

Bei der klassischen Masterbatchherstellung erfolgt das Dispergieren im Aufbereitungsextruder. Zu berücksichtigen ist dabei, dass sich eine Polymerschmelze nur schwer benetzen lässt, sich umgekehrt aber auch Pigmente nur ungern von einer Schmelze benetzen lassen. Überdies ist die für das Compoundieren zur Verfügung stehende Verweilzeit vergleichsweise kurz, weshalb Dispergierhilfsmittel erforderlich sind.

Im Unterschied zur klassischen Masterbatchherstellung setzt CIS bei der Herstellung von NEFA-MB auf die aus der Farbenindustrie bekannten Dispergierverfahren. Das „Fest-Flüssig-Dispergieren“ – eine Kernkompetenz von CIS – ist eine unter anderem für die Herstellung von Dispersionsfarben und Farbkonzentraten übliche Verfahrenstechnik, bei der auf Dispergierhilfsmittel verzichtet werden kann (**Titelbild**).

„Fest-Flüssig-Dispergierung“ als separater Prozess

Anders als bei der klassischen Masterbatchherstellung erfolgt die Herstellung von NEFA-MB in zwei getrennten Prozessschritten (**Bild 1**):

- Zunächst werden das Farbpigment (oder andere Wirkstoffe) und das flüssige PDMS-Öl (ein reaktives Silikoncopolymer) in einem klassischen Dispergierprozess zu einer viskosen Paste verarbeitet. Ein Dispergierhilfsmittel ist hierfür nicht erforderlich.



Bild 3. Abhängig von Dispergierhärte und Empfindlichkeit des Wirkstoffs wird die Dispergiertechnologie, wie etwa Kneten, gewählt. So lassen sich auch Nanofüllstoffe oder empfindliche Flitterpigmente in eine Masterbatch-Präparation einarbeiten (© CIS)

- Erst wenn diese viskose Paste vollständig ausdispergiert ist, wird sie auf einem Extruder synthetisiert und daran anschließend granuliert (Bild 2). Insofern dient der Extruder lediglich dazu, ein verarbeitungsfähiges Granulat – ein thermoplastisches Silikonelastomer – herzustellen.

Dispergiert wird, solange es nötig ist, das heißt zeitlich unbeschränkt, bis das Dispergierziel erreicht ist, also die Pigmente so weit zerkleinert sind, wie es für das jeweilige Masterbatch erforderlich und gewünscht ist. Für diesen Prozess setzt CIS im einfachsten Fall Dissolver oder Butterflymischer ein; bei komplexeren Fällen Dreiwalzenreibstühle oder Perlmühlen (Bild 3).

Welche Dispergiertechnologie gewählt wird, hängt von der Dispergierhärte und der Empfindlichkeit eines Wirkstoffs ab. Dispergierhärte beschreibt in diesem Zusammenhang, wie leicht oder schwer sich ein Wirkstoff dispergieren lässt. Dadurch werden sehr dispergierharte (Nanofüllstoffe), aber auch schersensible Füllstoffe (Flitterpigmente) für die Masterbatchherstellung zugänglich, deren konventionelle Verarbeitung vielfach

problematisch ist. Denkbar sind aber auch Additive für UV-Beständigkeit, Flammschutzmittel oder Nukleierungsmittel. Voraussetzung ist: Es muss sich um einen Feststoff handeln, der sich eindispersieren lässt.

Allgemein findet das Dispergieren bei Raumtemperatur statt. Weil dabei Energie in das Material eingetragen wird, was zu dessen Erwärmung und schlimmstenfalls zu einer thermischen Schädigung führen kann, sind alle Systeme gekühlt. Mit der Fest-Flüssig-Dispergierung lassen sich sehr hohe Füllgrade erreichen, bei anorganischen Pigmenten beispielsweise bis zu 80%. Bei organischen Pigmenten ist der zu erzielende Füllgrad von Pigment zu Pigment unterschiedlich.

Ausdispergiertes Masterbatch für brillante Farben

Auf Pigmente bezogen, ist eine optimale Ausdispergierung gleichbedeutend mit einer optimalen Farbstärke, weil die Pigmente sehr gleichmäßig im Endprodukt beziehungsweise Kunststoffbauteil verteilt sind. Farbstärke bezieht sich in die-

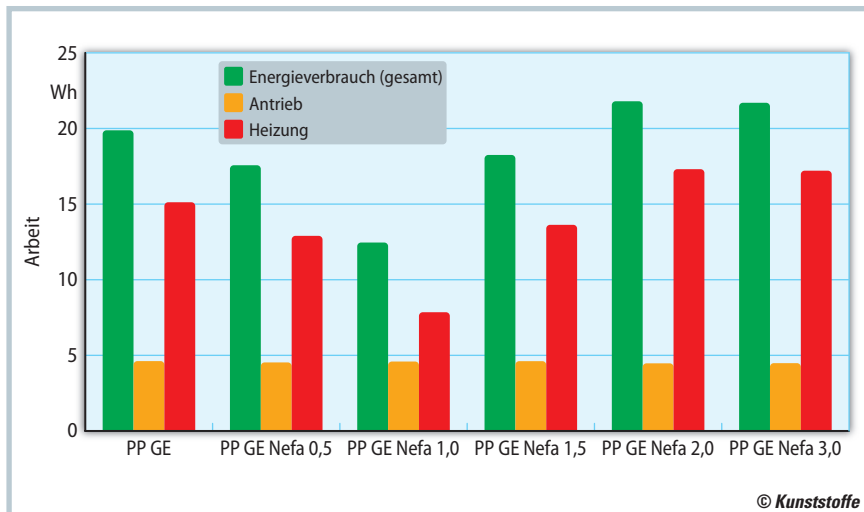


Bild 4. Der hier abgebildete Energieverbrauch wurde an einer Spritzgießmaschine (PP und NEFA-MB natur) ermittelt; die Sättigungskonzentration beträgt hier ca. 1% (Quelle: CIS)

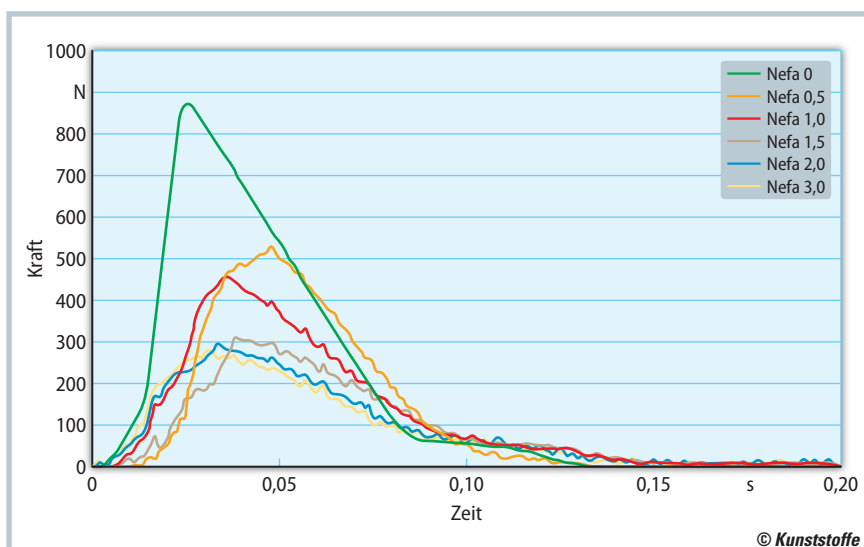


Bild 5. Je nach Einsatzkonzentration reduzieren sich mit NEFA-MB die Entformungskräfte beim Spritzgießen deutlich; die Sättigungskonzentration liegt bei ca. 1,5% (Quelle: CIS)

Der Autor

Dr.-Ing. Matthias Hübner ist Produktmanager Masterbatches bei der Caparol Industrial Solutions GmbH, Grimma-Nerchau.

Im Profil

Die **Caparol Industrial Solutions GmbH** (CIS), Produktionsstandort Grimma-Nerchau, ist ein Unternehmen der DAW SE, Ober-Ramstadt. CIS entwickelt und produziert hochwertige Farb- und Additivkonzentrate wie Tintings, Pasten und Masterbatches für die verschiedensten Anwendungen.

Die **DAW SE** ist der drittgrößte Hersteller von Baufarben in Europa. Im Jahr 2015 erzielte das mittelständisch geprägte Familienunternehmen mit über 5600 Mitarbeitern, davon etwa 3500 in Deutschland, einen Gesamtumsatz von 1,3 Mrd. EUR. International ist das Unternehmen in mehr als 40 Ländern sowie mit 29 Produktionsstandorten vertreten. Die DAW SE ist Marktführer in Deutschland, Österreich und der Türkei.

➤ www.caparol-cis.de

Service

Digitalversion

➤ Ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/3669983

sem Fall auf die Brillanz einer Farbe. Grundsätzlich ermöglicht es die beschriebene Verfahrenstechnik, aus einem Prozent Pigment etwa 20–30% mehr Wirksamkeit zu erzielen. Zugleich kann das Trägerpolymer deutlich höher gefüllt werden. Erste Versuche mit einem Wood-Plastic-Composite (WPC) ergaben beispielsweise, dass sich mit NEFA-MB auch ein grau-braunes Material mit 60–70% Holzfaserteil durch die hohe Pigmentbeladung sehr gut einfärben lässt.

Hohe Füllgrade sind dann interessant, wenn die Dosierkonzentration reduziert werden soll, ohne das Ergebnis zu beeinträchtigen. Das gilt beispielsweise für das Überfärben von stark gefüllten Polymeren. Abhängig vom Einzelfall sind hier Einsparungen von bis zu 40% und mehr gegenüber konventionellem Masterbatch denkbar. Zu berücksichtigen ist in diesem Zusammenhang aber immer, dass jeder Farbfall einzigartig ist. Einfluss haben unter anderem das Basismaterial für das Bauteil, die Füllstoffe und nicht zuletzt die für eine bestimmte Farbe benötigten Farbstoffe.

Einfluss auf das Verarbeitungsverhalten

Aufgrund des Trägermaterials und abhängig von seiner Einsatzkonzentration unterstützt NEFA-MB als Funktionsmasterbatch auch die Verarbeitung. Das Masterbatch wirkt dabei als äußeres Gleitmittel, indem es in der Grenzfläche von Schmelze und Zylinderwand bzw. Werkzeugwand den Reibungskoeffizient verringert. Wichtig ist hierbei, dass nicht die Viskosität des zu verarbeitenden Materials beeinflusst wird; anders als es etwa bei Dispergierhilfsmitteln wie Wachsen der Fall ist, die die Viskosität von innen verändern.

Grundsätzlich kommt es in diesem Zusammenhang auf eine geeignete Dosierung an. So kann beim Extrudieren das Verarbeitungsdruckmoment reduziert und zugleich der Durchsatz einer Anlage erhöht werden. Eine Überdosierung kann hingegen das Gegenteil bewirken, weil das Material dann auf der Schnecke gleitet und nicht mehr gefördert wird (Bild 4). Ein vergleichbarer Effekt lässt sich beim Spritzgießen von Formteilen mit sehr langen Fließwegen beobachten. So konnten bei der Herstellung von Mülltonnen die üblicherweise sehr hohen Einspritzdrücke mit NEFA-MB deutlich verringert werden. Zugleich verbessert das Masterbatch das Formfüllverhalten sowie die Entformbarkeit.

Untersucht wurde in einem weiteren Projekt die Möglichkeit, mit NEFA-MB die Schmelzetemperatur soweit zu senken, bis der ursprüngliche Einspritzdruck (ohne NEFA-MB) erreicht wurde. Bei einer PP-Schmelze ließ sich die Schmelzetemperatur um bis zu 30°C reduzieren, was wegen der deutlich kürzeren Abkühlzeit bis zur Entformungstemperatur zu einer kürzeren Zykluszeit führte.

Ein geringerer Einspritzdruck kann erforderlich sein, wenn sich die Maschine im Bereich ihrer Belastungsgrenzen befindet. Die Maßnahme trägt dazu bei, Maschine und Werkzeug zu schonen, um längere Standzeiten zu ermöglichen. Denkbar ist dann auch, mit dem Werkzeug auf eine kleinere Maschine zu wechseln. Die Untersuchung der Entformungskräfte an einem Becherwerkzeug (Material PP) ergab ohne NEFA-MB eine erforderliche Kraft von 900 N. Mit NEFA-MB (in diesem Fall wurde das reine Trägerpolymer als Additiv ohne Pigmente, aber mit unter-

schiedlichen Anteilen untersucht) halbierte sich die erforderliche Entformungskraft bereits bei 1% auf 450 N (Bild 5).

Andere Untersuchungen betrafen den Einfluss von NEFA-MB auf die Oberflächenqualität von hochgefüllten Compounds. Sowohl bei einer wärmeleitfähigen Mischung, einer elektrisch leitfähigen Ausrüstung mit hohem Rußanteil und bei einer hochtalkumgefüllten Type bewirkte NEFA-MB eine bessere Oberflächenqualität, d.h. eine besonders glatte, glänzende Oberfläche. Als Trägerpolymer eignet sich TPSE für die Verarbeitung mit vielen Polymeren, etwa mit Polyolefinen, Polyamiden, styrolbasierten Polymeren, Polyestern und natürlich TPEs. NEFA-MB kann überdies auch bei TPUs eingesetzt werden, unabhängig davon, ob es sich um ein TPU auf aliphatischer oder aromatischer Basis handelt.

Fazit

NEFA-MB sind multifunktionale Kombinations-Farbmasterbatches, deren Trägerpolymer thermoplastische Silikonelastomere (TPSE) sind. Das Herstellverfahren der NEFA-MB basiert auf einer speziellen „Fest-Flüssig-Dispergierung“, bei der keine Dispergier- oder Benetzungshilfsmittel erforderlich sind. Entsprechend können keine Dispergierhilfsmittel aus dem Polymer migrieren. Überdies ist die Silikonstruktur bei dem als Träger verwendeten Silikoncopolymer in eine Copolymermatrix eingebunden. Daher sind die so gebundenen Silikone nicht mehr flüchtig und können demzufolge keine Benetzungsstörungen verursachen. Als Trägerpolymer eignet sich TPSE für die Verarbeitung mit vielen thermoplastischen Kunststoffen.

Die Masterbatches sind einerseits farbstarke Farbkonzentrate mit hohen Füllgraden, zugleich aber auch effektive Verarbeitungshilfsmittel. Die Wirkung des Trägermaterials als äußeres Gleitmittel trägt etwa beim Spritzgießen dazu bei, die Einspritzdrücke zu senken, zugleich das Formfüllverhalten zu verbessern und die Entformung zu erleichtern. In der Extrusion sorgen reduzierte Verarbeitungsdruckmomente für geringere Belastungen und damit längere Standzeiten von Anlagen und Aggregaten, während zugleich der Durchsatz erhöht werden kann. ■

Sonderdruck aus Kunststoffe 7/2017



Impressum

Verlag:
Carl Hanser Verlag GmbH & Co.
KG, Kolbergerstraße 22, 81679
München

Druck: Digital Print Group O.
Schimek GmbH, Meglingerstr.
11, 81477 München

© Carl Hanser Verlag, München.
Alle Rechte, auch die des Nachdrucks, der photomechanischen und elektronischen Wiedergabe sowie der Übersetzung dieses Sonderdrucks, behält sich der Verlag vor.

www.kunststoffe.de