

CBS-LSA-VP5: Untersuchung zur Eigenschaftsverbesserung von Polyamid-Bauteilen durch den Einsatz vorvernetzter PA-Granulate



Dr. Michael Busch
wiss. Mitarbeiter

Herr Dr. Michael Busch studierte Physik an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg und arbeitete danach als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Festkörperphysik und Elektronenmikroskopie der Akademie der Wissenschaften der DDR. Sein Arbeitsschwerpunkt war die Entwicklung numerischer Methoden zur bruchmechanischer Bewertung von Materialien und Anlagenkomponenten, auf diesem Gebiet promovierte er im Jahr 1991. Seit 1992 ist er Mitarbeiter am Fraunhofer-Institut in Halle, wo er seit fast 20 Jahren im Bereich Polymerverarbeitung tätig ist.

Fraunhofer PAZ
Value Park A 70
06258 Schkopau

Telefon +49 345 5589-111
Fax +49 345 5589-101

michael.busch@imws.fraunhofer.de

Ziel des Vorhabens ist, ein grundlegendes Verständnis des Vernetzungsprozesses von Polyamid-Granulaten für die weitere Verarbeitung zu Formteilen mit signifikant erhöhten Eigenschaften zu erhalten.

Die Eigenschaften von thermoplastischen Kunststoff-Formteilen können durch eine der Formgebung nachgelagerte Elektronenbestrahlung erheblich verbessert werden. Auf diese Weise lassen sich mit vergleichsweise preiswerten Kunststoffen wie Polyethylen (PE) Eigenschaften erzielen, die an die von teuren Hochleistungskunststoffen heranreichen.

Für die Vernetzung werden unter anderem aus Gründen der Wirtschaftlichkeit bevorzugt Elektronenstrahlen eingesetzt. Die Dosisenergie, der Energieeintrag bezogen auf die Masse, ist ein entscheidender Parameter des Bestrahlungsvorgangs bei der Materialbehandlung.

Die Herotron-E-Beam-Service GmbH betreibt in Bitterfeld-Wolfen einen 10 MeV-Beschleuniger zur Sterilisation von Medizinprodukten und zur Modifizierung von Polymerwerkstoffen vorrangig aus PVC, PP, PE und PA 6. Herotron setzt als einziges Unternehmen in Europa einen 20 MeV-Beschleuniger vor allem für quasi-stationäre Prozessabläufe mit hohen Dosisleistungen an Materialien mit hoher Dichte (Edelsteine, Halbleiter) ein. Bei der Einwirkung des Elektronenstrahls auf die Polymermatrix kommt es neben einer Wärmetönung unter anderem zur Bildung freier Radikale durch Bindungsaufspaltung. Diese können mit benachbarten Radikalen unter Vernetzung reagieren.

Üblich ist eine Strahlenvernetzung des mit einem Vernetzungsadditiv versehenen Polymers im Anschluss an die Formgebung, die z. B. durch Spritzgießen erfolgt. Nach der

Formgebung und Verpackung werden die Teile zu einem Bestrahlungsunternehmen geschickt. Auf diese Weise kann die Fertigung der Formteile mit vorhandenen Werkzeugen und Maschinen erfolgen, so dass keine zusätzlichen Kosten für neue Werkzeuge oder Maschinen anfallen.

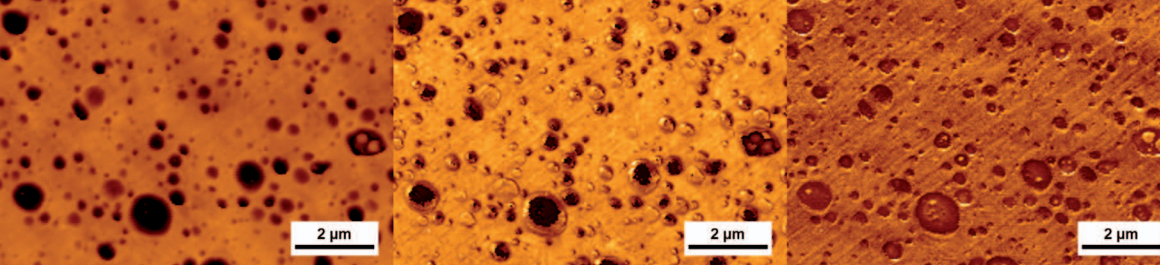
Der mit der nachträglichen Bestrahlung verbundene Mehraufwand stellt für viele Formteil-Hersteller eine erhebliche Hürde dar. Eine wesentlich effizientere Variante wäre, die Granulate vor ihrer Verarbeitung so zu vernetzen, dass sie danach einerseits noch wie gewohnt zu Formteilen verarbeitet werden können, andererseits aber bereits die genannten typischen Merkmale vernetzter Thermoplaste aufweisen. Die daraus hergestellten Formteile müssten dann nach der Formgebung nicht noch separat vernetzt werden.

Für den Massenkunststoff Polypropylen (PP) konnte diese Variante bereits erfolgreich erprobt werden. Anknüpfend an diese Ergebnisse soll im Vorhaben untersucht werden, ob dieser Weg auch auf den technischen Kunststoff Polyamid (PA) übertragen werden kann.



Granulate

Ziel des Vorhabens ist, ein grundlegendes Verständnis des Vernetzungsprozesses von Polyamid-Granulaten für die weitere Verarbeitung



AFM Force Mapping, Verteilung Polyamid (Matrix) und Schlagzähmodifikator – vl. Topographie, E-Modul und Adhäsion

zu Formteilen mit signifikant erhöhten Eigenschaften zu erhalten.

Mit den aufbereiteten Polyamid-Granulaten erfolgen systematische Untersuchungen zur Vernetzung und zur anschließenden Verarbeitbarkeit sowie dem Einfluss auf die Formteileigenschaften in Abhängigkeit vom Kunststoff-Compound, den Bestrahlungsparametern und den Prozessparametern bei der Formteilherstellung.

Die Untersuchungen am Fraunhofer PAZ und am Fraunhofer IMWS eröffnen die Möglichkeit, maßgeschneiderte Produkte mit Eigenschaften herzustellen, die mit den klassischen Polyamiden nicht erreicht werden können.

Das Fraunhofer PAZ beschäftigt sich mit der Auswahl von geeigneten Polyamid-Typen, Vernetzungsadditiven und weiteren Additiven für das Erreichen maßgeschneiderter, anwendungsspezifischer Eigenschaften. Es erfolgen Untersuchungen zur Compoundierung der Materialien, zum Einfluss der Bestrahlungsbedingungen und zum Verarbeitungsverhalten im Spritzguss- und Spritzgießcompoundierverfahren.

Der Einfluss der Rezeptur der Compounds auf deren Weiterverarbeitungsverhalten wird systematisch erprobt. Neben dem konventionellen Spritzguss soll auch die neue DCIM-Spritzgießcompoundiertechnologie erprobt werden, um den Einfluss einer einstufigen Verarbeitung „Compoundierung + Spritzguss“ und einer zweistufigen Verarbeitung mit einer Compoundierung im ersten Schritt und dem Spritzguss im zweiten, separaten Schritt bewerten zu können. Für ausgewählte Compounds werden Demonstrator-Formteile aus dem neuen Material hergestellt.

Am Fraunhofer IMWS sollen für die neuen vielversprechenden Materialien PA-X umfangreiche Materialkennwerte für abgesicherte Zuverlässigkeitstests bestimmt werden. Es erfolgt die Bestimmung thermophysikalischer und mechanischer Eigenschaften als auch die Kennwertermittlung für die Verarbeitbarkeit im Spritzguss. Dazu werden Basisdaten für computergestützte numerische Spritzgussimulationen (z.B. für Mold Flow) ermittelt. Für ein fundiertes Verständnis zur Korrelation von Fertigung, Mikrostruktur-Eigenschaftsbeziehungen und mechanischem Versagensverhalten wird eine umfangreiche Datenbasis aufgebaut.

Basierend auf den in Belastungstests der Demonstrator-Teile bestimmten Kenndaten wird mittels eines einfachen isotropen Finite-Elemente-Modells das Deformationsverhalten prognostiziert und im Experiment validiert. Damit steht für potentielle Endanwender ein Baukasten zur Verfügung, welcher auch für andere Geometrien eine Vorhersage des Bauteilverhaltens ermöglichen kann.

Herotron realisiert die Bestrahlung der am Fraunhofer PAZ entwickelten Granulat-Muster. Die Bewertung der Granulate und Prüfkörper erfolgt am IMWS. Exipnos erprobt die Verarbeitung der Compounds mit seiner innovativen DCIM-Technologie. Der Kooperationspartner qtec Kunststofftechnik erprobt die Eignung des entwickelten Materials für spritzgegossene PKW-Kühlwasserrohre. Diese prototypischen Bauteile werden im Abschluss durch das IMWS bewertet.



Torsten Theumer
wiss. Mitarbeiter

Dipl.-Ing. (FH) Torsten Theumer absolvierte von 2000 bis 2005 ein Maschinenbaustudium an der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur in Leipzig. Seit dem Abschluss des Studiums arbeitet Herr Theumer als graduiertes Mitarbeiter am Fraunhofer-Institut in Halle (Saale) im Bereich Polymere mit den Schwerpunkten Konstruktion und Simulation. In der Gruppe Naturstoffkomposite leitet er mehrere Projekte zum Thema Polymere oder polymere Verbundwerkstoffe. Herr Theumer ist Ausbilder im Bereich des Werkstoffprüfers und wirkt im Prüfungsausschuss der IHK mit.

Fraunhofer IMWS
Walter-Hülse-Str. 1
06120 Halle (Saale)

Telefon +49 345 5589-437
Fax +49 345 5589-101

torsten.theumer@imws.
fraunhofer.de