

Vergleich von PA66 und PPA für Elektrofahrzeuge

Mehr Leistung im Wasser

Die erforderliche Spitztemperatur für Hybrid- und Elektrofahrzeuge ist im Vergleich zu aktuellen Verbrennungsmotoren von derzeit 135 auf 110 °C gesunken. Gleichzeitig haben sich aber die Betriebszeiten im Vergleich zu Verbrennungsmotoren verneunfacht. Das hat Auswirkungen auf die Materialauswahl. Ob sich künftig Hochleistungspolymere durch günstigere Alternativen ersetzen lassen, hat EMS am Beispiel eines Polyamid 66 und eines Polyphthalamids untersucht.

Das Ziel der meisten Entwicklungsprojekte ist es, aus allen möglichen Lösungsvarianten diejenige mit der höchsten technischen und wirtschaftlichen Wertigkeit zu finden. Die technische Wertigkeit ergibt sich aus dem Erfüllungsgrad der Fest-, Mindest- und unter Umständen der zusätzlichen Wunschanforderungen, wie beispielsweise aus den wirtschaftlichen Einsparungen, dem höheren Wirkungsgrad oder der verlängerten Lebensdauer. Für die wirtschaftliche Wertigkeit werden hauptsächlich die Herstellungskosten, also die Material- und Fertigungskosten, berücksichtigt.

Mögliche technische Schlüsselfaktoren sind beispielsweise begrenzter Bauraum, die Forderung nach Bauraumverkleinerung etwa aufgrund von Miniaturisierung oder begrenzte Wanddicken zum Beispiel bei Sensorik. Darüber hinaus schränken die steigenden Anforderungen, beispielsweise die höhere Lebensdauer, die Sicherheit gegenüber Unbekanntem und die Risikominimierung die technischen Alternativen ein. Automobilhersteller und -zulieferer stellt außerdem der Wechsel vom Verbrennungs- zum Elektromotor vor große Herausforderungen, da sich die notwendigen Materialeigenschaften bei beiden Technologien teilweise deutlich unterscheiden (Tabelle). Unter anderem stellt sich die Frage, ob sich bisher verwendete Hochleistungspolymere nicht durch günstigere Alternativen ersetzen lassen. Der Kunststoffhersteller EMS-Grivory hat das am Beispiel eines hydrolysestabilisierten Polyamid 66 (PA66) und eines hoch hydrolysebestän-

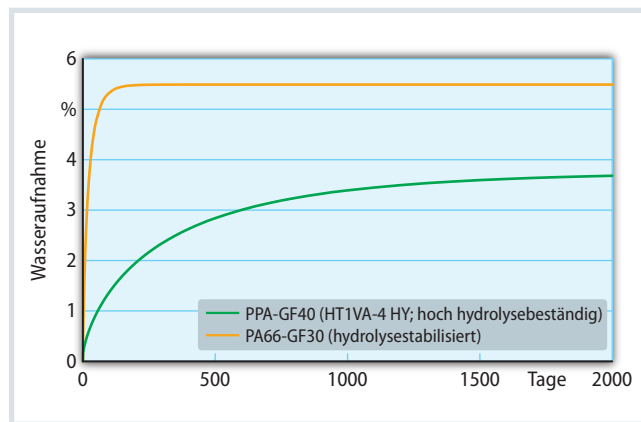


Bild 1. Im Vergleich zu dem PPA Grivory HT1VA-4 HY nimmt selbst hydrolysestabilisiertes PA66 deutlich mehr und schneller Wasser auf (Ergebnisse gemessen an Platten von 100 mm x 100 mm x 3 mm nach ISO 62 bei 23 °C). Quelle: EMS-Grivory; Grafik: © Hanser

Tabelle. Anforderung an die Betriebstemperaturen und -dauer unterschiedlicher Fahrzeugtypen.

Quelle: EMS-Grivory

digen Polyphthalamids (PPA) untersucht. Es wurden zurzeit typische Vertreter ausgewählt, für PA66 eine Type mit 30 % Glasfasern (PA66-GF30) und für PPA eine Type mit 40 % Glasfasern (PPA-GF40).

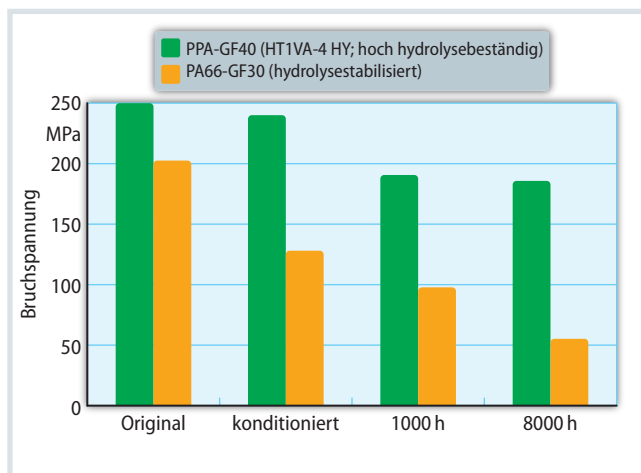
PPA: Geringere Wasseraufnahme als PA66

Die wichtigsten physikalischen Unterscheidungsmerkmale des verwendeten PPA (Produktname: Grivory HT1VA-4HY, Hersteller: EMS-Grivory) gegenüber dem PA66 sind eine um 55 °C höhere Glasübergangstemperatur sowie eine markant geringere und langsamere Wasseraufnahme (Bild 1). In vielen Fällen ist bereits die geringere Feuchtigkeitsaufnahme und die damit verbun-

dene bessere Dimensionsstabilität Grund genug, das PPA dem PA66 vorzuziehen. HT1VA-4 HY besitzt außerdem eine deutliche höhere Steifigkeit, Festigkeit und Kriechbeständigkeit über einen weiten Temperaturbereich, der im Gegensatz zu PA66 weitgehend unabhängig vom Feuchtegehalt ist. Darüber hinaus weist PPA eine bessere Hydrolyse- und Chemikalienbeständigkeit auf.

Für die Verarbeitung des PPA sind im Vergleich zu PA66 höhere Verarbeitungstemperaturen in der Spritzgießereinheit und im Werkzeug (Öltemperierung) erforderlich. Die Schwindung der Werkstoffe ist unterschiedlich, was einen Einfluss auf die Massetoleranzen haben kann. Ein direkter Wechsel von PA66 zu

Bild 2. Nach 8000 Stunden Lagerung in einem Wasser-Glykol-Gemisch bei 110 °C reduziert sich die Bruchspannung bei hydrolysestabilisiertem PA66-GF30 von 202 auf 55 MPa (-73 %). PPA (Grivory HT1VA-4 HY) weist nur eine Reduktion von 249 auf 186 MPa (-25 %) auf. Quelle: EMS-Grivory; Grafik: © Hanser



PPA in einem bestehenden Werkzeug ist daher in der Regel nicht ohne Anpassung möglich.

Für den Eignungstest von PA66 gegenüber PPA im Kühlsystem von Elektrofahrzeugen wurden DIN-Zugstäben mit 4 mm Wanddicke in einem Wasser-Glykol-Gemisch auf Basis von Ethylenglykol und einem Mischverhältnis von 1:1 bei 110 °C in einem Autoklaven über einen Zeitraum von 8000 Stunden gelagert.

Nach der Konditionierung unter den oben beschriebenen Bedingungen sinkt die Bruchspannung von PA66-GF30 um mehr als 40 % auf 127 MPa (**Bild 2**). Nach 8000 Stunden beträgt sie noch 55 MPa, was einem Abbau von 73 % des ursprünglichen Werts im trockenen Zustand entspricht. Bei dem PPA-GF40 liegt die Bruchspannung nach der Konditionierung bei 240 MPa (-4 %) und nach 8000 Stunden bei 186 MPa (-25 %). Nach 8000 Stunden Wasser-Glykol-Lagerung bei 110 °C weist das PPA-GF40 somit eine mehr als dreifach höhere Bruchspannung auf, als das untersuchte PA66-GF30. Das bedeutet beim Einsatz des PPA eine um 240 % höhere Leistung.

Im Falle von PA66-GF30 zeigen die Schlibbilder der 8000 Stunden gelagerten Zugstäbe Mikrorisse auf der Oberfläche (**Bild 3**). Das ist ein deutlicher Hinweis auf eine Schädigung des Materials nach weniger als der Hälfte der erforderlichen Mindestbetriebszeit von 20000 Stunden. Dickwandigere Konstruktionen können das Risiko eines Versagens aufgrund von Medien- und Temperaturangriffen verringern. Das macht die Bauteile schwerer und erfor-

dert längere Kühlzeiten im Spritzgießprozess, was sich negativ auf die Bauteilkosten auswirkt. Die Aufnahmen von Grivory HT1VA-4 HY zeigen hingegen eine einwandfreie Oberfläche. Mit dem Material sind folglich dünnwandigere und damit leichtere Teile realisierbar.

PPA reduziert die Herstellkosten um 44 %

Aufgrund seiner großen Festigkeit und Steifigkeit bei hohen Temperaturen ist PPA besonders gut für den Leichtbau geeignet. Mit dem Werkstoff kann die Wanddicke eines Bauteils auf ein Minimum reduziert werden. Damit lässt sich nicht nur das Gewicht des Bauteils herabsetzen, sondern auch die Zykluszeit und dadurch die Herstellungskosten.

Als Beispiel wird ein U-Profil mit Kreuzverrippung unter Biegebelastung aus PA66-GF30 und PPA-GF40 verglichen. PPA hat nach Wasser-Glykol-Lagerung »

Info

Text

Albert Flepp ist Product Manager Grivory HT bei EMS-Grivory.

Service

Weitere Informationen unter:

www.emsgrivory.com

Digitalversion

Ein PDF des Artikels finden Sie unter

www.kunststoffe.de/onlinearchiv

English Version

Read the English version of the article in our magazine *Kunststoffe international* or at www.kunststoffe-international.com

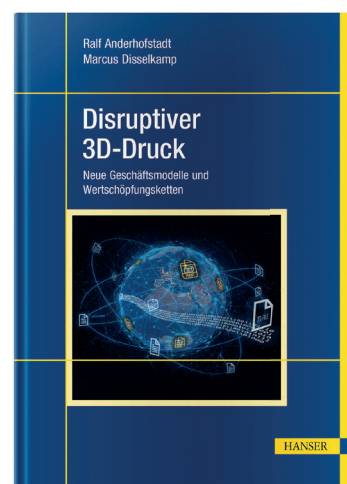
Fachwissen für jedes Feld



ISBN 978-3-446-45817-8 | € 129,99



ISBN 978-3-446-46514-5 | € 69,99



ISBN 978-3-446-47020-0 | € 79,99

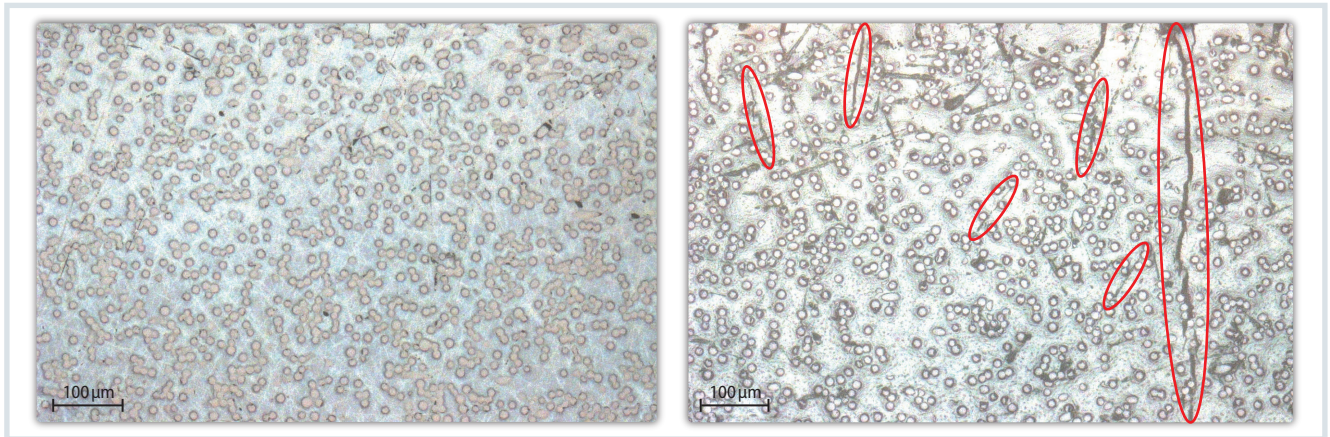


Bild 3. Schliffbilder nach 8000 Stunden Lagerung in einem Wasser-Glykol-Gemisch (auf Basis von Ethylenglykol, Mischverhältnis 1:1) bei 110 °C: Bei Grivory HT1VA-4HY (links) zeigen sich keine Schädigungen. Das PA66-GF30 (rechts) weist hingegen einige Mikrorisse an der Oberfläche (rote Markierungen) auf. Sie zeigen eine starke Schädigung des Werkstoffs. © EMS-Grivory

bei 110 °C eine 3,4-fach höhere Bruchspannung (**Bild 2**) und bietet dadurch eine 240 % höhere Leistung. Die höhere Festigkeit von PPA-GF40 im Vergleich zu PA66-GF30 ermöglicht in diesem Beispiel eine Wanddickenreduktion von 5 auf 2,5 mm, bei einer gleichzeitigen Bauhöhenreduktion um 36 %. Das ergibt eine Volumenreduktion von 62 % (**Bild 4**). Der Wanddickenreduktion sind jedoch Grenzen durch die Fließfähigkeit des Materials gesetzt. Die theoretisch berechnete Zykluszeit reduziert sich auf diese Weise

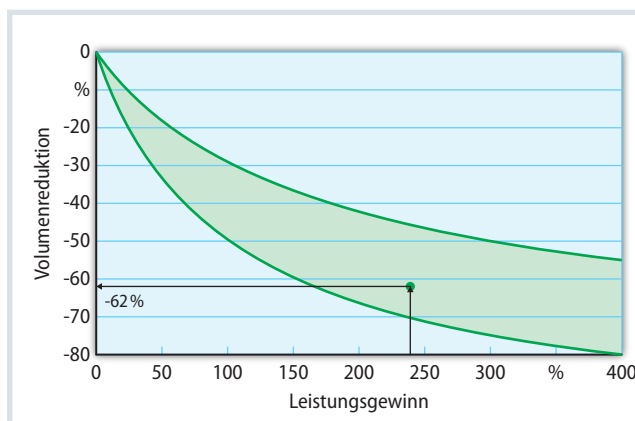
um 66 % und die gesamten Herstellkosten sinken dadurch um 44 %. Für die Berechnung der Kostenreduktion wurde von einem durchschnittlichen Maschinenstundensatz von 150 EUR pro Stunde ausgegangen. Wegen der niedrigeren Dichte von PA66-GF30 im Vergleich zu Grivory HT1VA-4 HY ergibt sich beim Einsatz von PPA im Vergleich zu PA66 eine Gewichtsreduktion von 58 % und eine Kostenreduktion von 38 %. Die gesamte Kostenreduktion aus Volumenreduktion und Zykluszeit beträgt 44 % (**Bild 4**).

Der Leistungsgewinn mit PPA im Vergleich zu Werkstoffen mit einer geringeren Festigkeit wie beispielsweise PA66 hängt vom Belastungsfall und der Bauteilgeometrie ab. PPA-Polymere bieten dem Konstrukteur die Möglichkeit, Bauteile mit optimaler technischer und wirtschaftlicher Wertigkeit zu konstruieren. Mit PPA-Werkstoffen wie dem hochhydrolysebeständigen Grivory HT1VA-4HY lassen sich für Bauteile, die eine Kombination von großer Festigkeit mit sehr hoher Hydrolysebeständigkeit erfordern, technische und wirtschaftliche Verbesserungen erzielen.

Bild 4. Durch die Wahl eines PPA anstatt eines PA66 ist eine deutliche Volumenreduktion bei Bauteilen möglich. Allerdings setzt die Fließfähigkeit des Materials der Wanddickenreduktion bestimmte Grenzen.

Quelle: EMS-Grivory;

Grafik: © Hanser



Die Antwort auf die Frage

Das Produktportfolio von EMS beinhaltet Produkte für Anwendungen im Automobilbau sowie für Bauteile im Lebensmittel- oder Trinkwasserkontakt mit Glasfaserverstärkungen zwischen 30 und 60 %. Typen für Konstruktionen mit schwieriger Entformung, wie bei komplexen Geometrien oder Hinterschnitten sowie bei Lasertransparenz mit optischer Schwarzeinfärbung, runden das Sortiment ab.

Hochleistungspolymere wie PPA werden auch weiterhin nicht nur für Anwendung in Hybrid- und Elektrofahrzeugen benötigt, sondern überall dort, wo maximale Leistung bei gleichzeitig verringertem Bauteilgewicht notwendig ist. Mit Produkten aus der Grivory-HT1VA-Reihe sind robuste, leichte und sichere Bauteile mit einer lange Lebensdauer möglich. ■

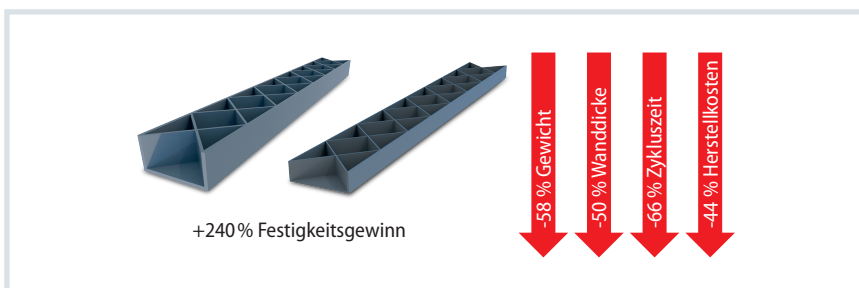


Bild 5. PPA-GF40 bietet im Vergleich zu PA66-GF30 eine große Anzahl an Vorteilen.

Quelle: EMS-Grivory; Grafik: © Hanser