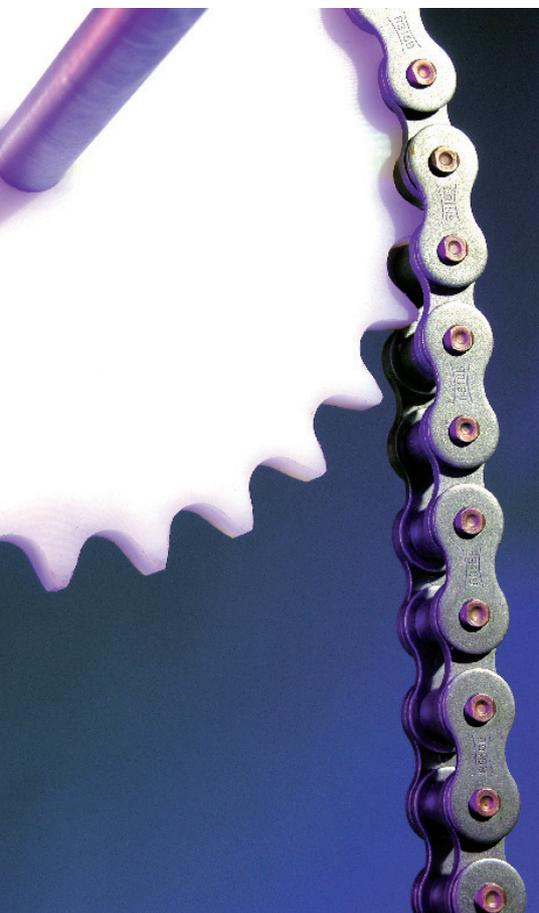


Der Werkstoffvergleich lohnt sich

Hawamid 12 Guss – Kunststoff mit besonderer Eigenschaftskombination



Bilder und Text: www.zierdesign.de

Kunststoffe bedürfen – was die Umgebungseinflüsse betrifft – einer genaueren Betrachtung. Neben PA 12G sind PA 6G und POM die bevorzugten Konstruktionswerkstoffe im Maschinenbau. In spanender Bearbeitung werden aus den Halbzeugen Bauteile wie Zahnräder und Rollen oder Gleit- und Führungseinheiten hergestellt (Bilder 1 und 3). Den besonderen Eigenschaften von PA 12G bei unterschiedlichen Umgebungseinflüssen und Belastungsarten werden im Folgenden die alternativen Werkstoffe POM und PA 6G gegenübergestellt und Abgrenzungen im Einsatz gezogen.

Doch zunächst die Kostenseite. Der Kilopreis als Halbzeug liegt bei POM bei ca. einem Drittel und bei PA 6 bei ca. einem Viertel des Kilopreises von PA 12G. Ausschlaggebend hierfür ist u.a. der aufwändige Produktionsprozess für PA 12G, um die hohe Kristallinität – Ursache für die besonderen Eigenschaften – zu erreichen. Auch vor diesem Hintergrund ist eine sorgsame Wahl des Werkstoffes Grundlage für effiziente und kostengünstige Konstruktionen.

Die Vorzüge von Bauteilen aus Kunststoffen wie geringes Gewicht, Leichtbau, Trockenlauf, Geräuschreduktion oder Dämpfungsverhalten sind mit allen drei Werkstoffen in unterschiedlicher Gewichtung realisierbar. Auch viele physikalische Parameter wie Zugfestigkeit, Biegefestigkeit oder Härte liegen meist nicht weit auseinander, oft weisen die günstigeren Werkstoffe sogar die besseren Werte auf. Aber diese unter Normbedingungen isoliert ermittelten Kennwerte als Grundlage für die Dimensionierung und Materialwahl anzusetzen, wäre zu kurz gedacht. Ändern sich die Umgebungsbedingungen, ändern sich auch meist schnell die mechanischen Eigenschaften. Nur das Zusammenspiel von geforderten mechanischen Eigenschaften unter den bestehenden Umgebungseinflüssen in der konkreten Anwendung ist entscheidend. Besonders hilfreich bei der Beurteilung sind Diagramme, aus denen der Verlauf, die Entwicklung der Parameter bei Änderung einzelner Faktoren und beim Zusammenwirken mehrerer Faktoren veranschaulicht wird. Aus dem direkten Vergleich verschiedener Werkstoffe lassen sich so leichter konkrete Entscheidungen für den speziellen Anwendungsfall treffen.

Feuchtigkeit

In feuchter Umgebung – auch bei Luftfeuchtigkeit – wird bei allen drei Kunststoffen

Wasser in das Gefüge eingelagert. POM und PA 12G haben eine sehr geringe Wasseraufnahme und die Auswirkungen auf die mechanischen Werte und die Maßhaltigkeit sind meist zu vernachlässigen. PA 6G hingegen kann bis zu >6% Wasser aufnehmen, was dann zu einer Abnahme der Zugfestigkeit bei gleichzeitiger Größenzunahme (Bild 2a) und somit zum Verlust der Maßhaltigkeit führt. Geringere Belastbarkeit (Bild 2b), erhöhte Reibung mit Wärmeentwicklung und Verschleiß sind u. a. die Folgen.

Temperatur

Temperatureinflüsse auf das Material entstehen einerseits durch die Temperatur der umgebenden Medien und andererseits durch Reibung und Walkarbeit im belasteten Werkstück. Die Vicat-B-50-Messung (Bild 2c) erlaubt Rückschlüsse auf das Werkstoffverhalten bei konstanter Erwärmung. Der Kurvenverlauf zeigt bei POM eine frühe Erweichungstemperatur von ca. 50°C und dann eine allmähliche Abnahme der Festigkeit über ein langes Intervall. PA 6G hat die höchste Temperaturbeständigkeit, zeigt aber schon wesentlich früher erste Verformungen. PA 12G behält seine mechanischen Werte konstant bis ca. 150°C.

Auch über das E-Modul (Bild 2d) lassen sich Temperatureinflüsse über ein noch breiteres Intervall auf das Materialverhalten darstellen. Bei tiefen Temperaturen ist PA 12G der Werkstoff mit der höchsten Zähigkeit und bei hohen der mit der höchsten Festigkeit.

Feuchte und Temperatur

Aus dem Zusammentreffen der Parameter Feuchte und Temperatur ergeben sich somit Ausschlusskriterien sowohl für POM als auch für PA 6G. Bei Anwendungen wie im Seilbahnbau oder in Kühlhäusern, wo sehr tiefe Temperaturen gepaart mit Feuchtigkeit auftreten, erreicht PA 6G schnell seine Belastungsgrenzen. Das aufgenommene Wasser lässt das Werkstück quellen und bei tiefen Temperaturen dadurch verspröden. POM verliert bei tiefen Temperaturen ebenfalls seine Elastizität und es gilt zu prüfen, ob die mechanischen Anforderungen bei den gegebenen Temperaturen noch erfüllt werden können. Mit umgekehrtem Vorzeichen verhält es sich bei Reinigungsanlagen, Abfüllanlagen oder Waschstraßen.

POM verliert ab 50°C zunehmend an Festigkeit und PA 6G im feuchten Milieu seine

Im Gegensatz zu metallischen Werkstoffen ist beim Einsatz von Kunststoffen im Maschinenbau die endgültige Materialwahl weitaus stärker von den direkten Umgebungseinflüssen abhängig. Die Kennwerte von Stahl sind nicht nur >10mal höher als die von Kunststoffen, Einflüsse wie Feuchtigkeit oder Temperatur haben eine weitaus geringere Veränderung der physikalischen Eigenschaften zur Folge als dies bei technischen Kunststoffen der Fall ist.

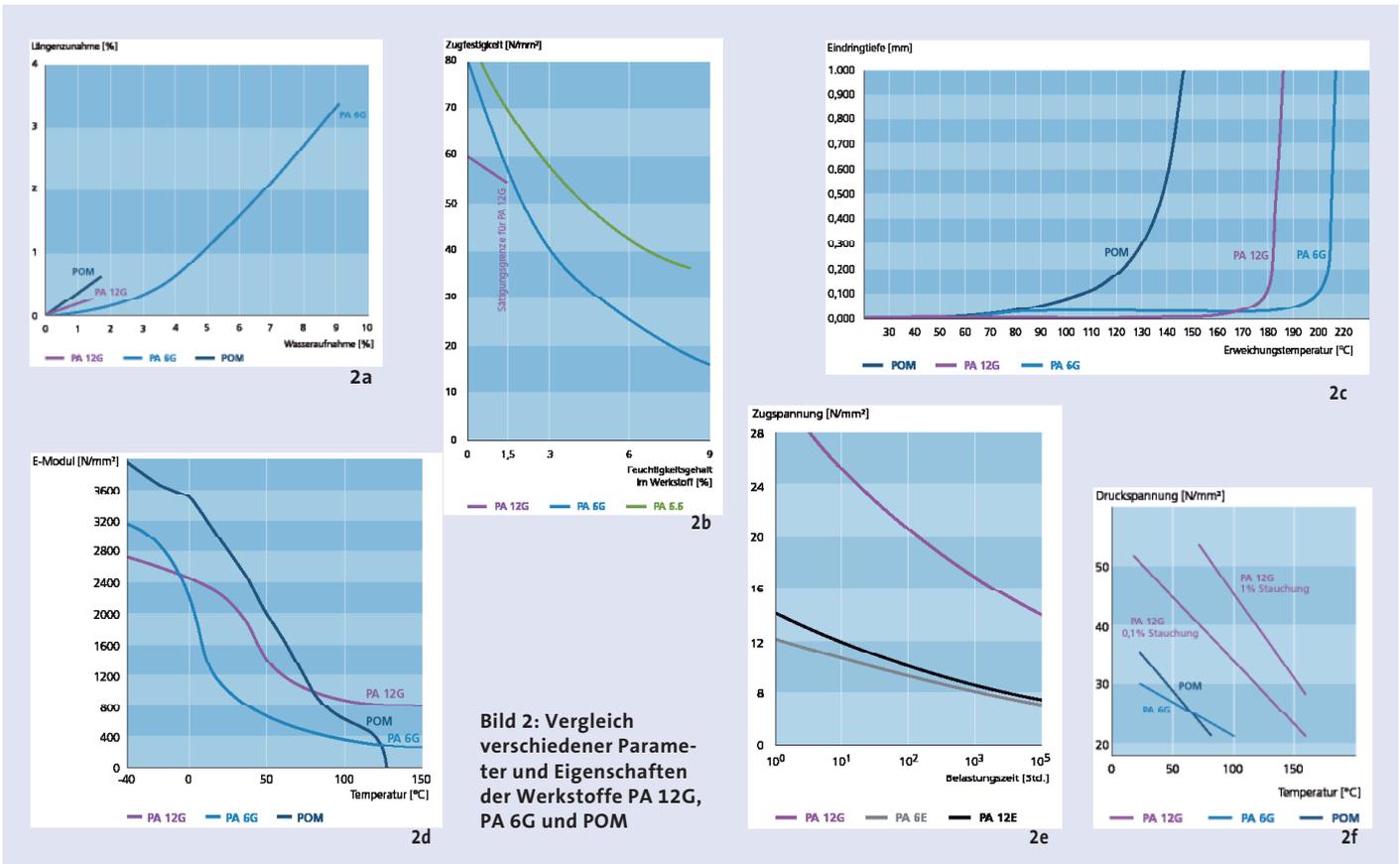


Bild 2: Vergleich verschiedener Parameter und Eigenschaften der Werkstoffe PA 12G, PA 6G und POM

Maßhaltigkeit und Festigkeit. In diesen Umgebungsbedingungen ist PA 12G der Werkstoff, der sowohl Feuchtigkeit als auch ein breites Temperaturintervall mit guten mechanischen Werten abdeckt. Hier zahlen sich die höheren Investitionen in den Werkstoff aus.

Statische Belastung

Auch unter statischen Belastungen, wie sie bei stehenden Rollen oder auch bei Presspassungen auftreten, verhalten sich die drei Kunststoffe sehr unterschiedlich. POM zeigt ein deutliches Kriechverhalten, das Material weicht der Belastung aus und das Gefüge wird dabei dauerhaft verändert. Die Folge sind Lagersitze mit Spiel oder holpernde

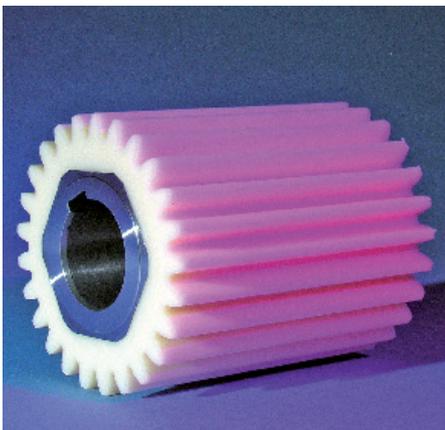


Bild 3: Durch die Stahl/ PA 12G- anstelle einer Stahl/Stahl-Paarung wurde eine dreifache Lebensdauer der Baugruppe erreicht

Rollen mit Abplattungen. Bleiben die Polyamide 6 und 12 – und hier ist der Grad an Kristallinität für das Belastungs- und Rückstellverhalten ausschlaggebend.

Wie das Diagramm (Bild 2e) zeigt, verformen sich die niederkristallinen, extrudierten Polyamide 6E (6G liegt im vergleichbaren Bereich) und 12E unter deutlich geringerer Last als das hochkristalline, sphärolithische PA 12G, das hier seine zäh-elastischen Eigenschaften zeigt. Kommen niederkristalline Polyamide zum Einsatz, ist die Konstruktion entsprechend größer zu dimensionieren.

Einbringen hoher Lasten

Das Einbringen hoher Lasten auf das Werkstück stellt bei Bauteilen aus Kunststoffen oft eine konstruktive Schwierigkeit dar. Schwachpunkt ist die Übertragung großer Kräfte zwischen Welle oder Achse auf der einen und Zahnrad, Kettenrad oder Rolle auf der anderen Seite. Eine Lösung bietet hier die Hybridverbindung von PA 12G+FE. Hierbei wird eine gerändelte Metallnabe kraft- und formschlüssig mit PA 12G umgossen. Das Werkstück vereint dadurch die Vorzüge beider Materialien: Nabenkonstruktion und Passungen können nach Stahl-Normen ausgeführt werden – die Bandage aus PA 12G verfügt über die angestrebten Eigenschaften wie Dämpfung, Trockenlauf, Gewicht etc. Im Ergebnis entsteht ein axial und radial hoch belastbarer Werkstoffverbund, der so mit anderen Kunststoffen nicht herstellbar ist.

Lastspitzen und Dämpfung

PA 12G ist hart und zäh – PA 6G und POM haben bei Normbedingungen eine höhere Zugfestigkeit und Härte, aber nicht diese Zähigkeit. Durch die hohe Elastizität und das gute Rückstellverhalten kann PA 12G Kraftspitzen innerhalb der Belastungsgrenzen abfedern und Schläge abdämpfen, ohne zu verschleifen. Bild 2f zeigt den Verlauf im Vergleich zu POM und PA 6G. Die zu berücksichtigenden Temperaturen entstehen in diesem Falle hauptsächlich durch die Walkarbeit im Werkstoff selbst.

Eine Vervielfachung der Standzeiten kann durch die Paarung von PA 12G mit Metall, wie z. B. bei Zahnrad/Zahnrad, Laufrad/Laufbahn, Rolle/Seil oder Gleitbuchse/Welle erreicht werden. Im konkreten Einsatz wird das Stirnzahnrad (Bild 3) mit Polygonstahlnabe mit bis zu 550 Nm stoßbelastet. Durch den Ersatz einer Stahl/Stahl- durch eine Stahl/Kunststoff-Paarung mit PA 12G wurde eine 3-fache Lebensdauer der Baugruppe erreicht.

Richtig eingesetzt führt die Anwendung von Hawacast PA 12G zu hohen Kostenersparnissen. Das Bauteil selbst ist eventuell teurer, aber eine geringer dimensionierte Konstruktion, längere Wartungsintervalle, weniger Reklamationen und Reparaturen, weniger Ausfallzeiten und höhere Produktsicherheit gleichen die anfänglichen Investitionen mehr als aus.

HAWACAST
20749650

www
www.vfv1.de/#20749650