

Flammhemmende Polyamide für die Elektronik

Grau? Aber genau!

Hersteller von Elektrotechnik legen großen Wert darauf, ihre Marke durch ein spezifisches Farbdesign darzustellen. Das gilt für alle sichtbaren Bauteile. Diese müssen jedoch nicht nur optisch überzeugen, sondern vor allem hinsichtlich der mechanischen Eigenschaften und dem Brandverhalten.



Prüfung mit einem 850 °C heißen Glühdraht an einem Schaltgerät: Führt ein Fehler beim Anschluss eines Schaltgerätes dazu, dass sich zum Beispiel ein Kabel stark erhitzt, dann muss eine eventuell entstehende Flamme selbstständig verlöschen. © Ascend

Das sogenannte „Corporate Branding“ stellt die Hersteller von Formmassen für Anwendungen in der Elektrotechnik vor neue Herausforderungen. Denn neben Signaleigenschaften (wie etwa für die Schaltzustände EIN und AUS) sollen Farben auch Warnungen oder Gefahrenstellen signalisieren. So muss beispielsweise jedes Not-Aus-Befehlsymbol zuverlässig an seiner rot-gelben Farbgebung zu erkennen sein – weltweit und auch in anspruchsvoller Umgebung und nach Jahrzehnten im Einsatz.

Hinzu kommt häufig die Anforderung, Formteile mit unterschiedlichen Lasersystemen individuell zu beschriften. Das macht unter Umständen spezielle Additive erforderlich, die dann ihrerseits auf andere Eigenschaften des fertigen Compounds rückwirken können. Füll- und Verstärkungstoffe des Kunststoffes beeinflussen die Markierbarkeit zusätzlich. Die Variationsmöglichkeiten werden

von den internationalen Zulassungen der Formmassen begrenzt – die zulässige Additivbeladung und ein bei Zulassungsorganisationen hinterlegter „infrarotspektroskopischer Fingerabdruck“ eines Materials setzen enge Grenzen.

Um brandgeschützte Materialien einzufärben, ist ein fundiertes Verständnis für die wechselseitigen Einflüsse der Eigenfarben von Basispolymeren und Brandschutzmitteln einerseits und der verwendeten Farbstoffe andererseits erforderlich. Dafür steht bei Ascend Performance Materials eine breite Palette von Polyamidwerkstoffen und Farbrezepturen zur Verfügung: Vom nicht brandgeschützten, in einfachen Farben eingefärbten Standardmaterial bis hin zu hochglasfaserverstärkten, auch in geringen Wanddicken zuverlässig brandgeschützten Compounds in kundenspezifischer Einfärbung. Hinsichtlich der möglichen Flammenschutzmittel reicht die Bandbreite

von kostengünstigen Produkten mit begrenztem Leistungsspektrum bis hin zu Additiven, deren Leistungsvermögen einen höheren finanziellen Aufwand rechtfertigt.

Farbabweichungen unerwünscht

Schon lange sind Elektrogeräte nicht mehr nur hellgrau oder schwarz. „Lichtgrau“ wird von den meisten Kunden in aller Regel eng spezifiziert. Hier sind zulässige Farbabweichungen häufig auf $\Delta E \leq 1,0$ begrenzt. Die Toleranz muss über die einzelnen Lieferungen hinweg selbstverständlich eingehalten werden. Allein im Bereich der grauen Farben produziert Ascend weit über 100 verschiedene Typ-Farbkombinationen (Bild 1). Aufgrund der möglicherweise wechselnden Eigenfarbe des Basispolymers und der unterschiedlichen Eigenfarben verschiedener Flammenschutzmittelchargen ist es unabdingbar, den sogenannten Farbort über den gesamten Herstellungsprozess – je nach Produkt mehrere Stunden – nachregeln zu können. In Bild 2 sind die Farbabweichungen über mehrere Produktionskampagnen einer bestimmten Farbeinstellung über den Zeitraum von neun Monaten dargestellt. Für solche anspruchsvollen Compounds setzt Ascend auf pulverförmige Farbstoffe, die eine rasche Justierung der Farben innerhalb des kontinuierlichen Produktionsprozesses ermöglichen.

Die RAL-„Classic“-Farbpalette umfasst über 200 verschiedene Farben zwischen weiß und schwarz. Der Chemiekonzern stellt daher laufend etwa 100 weiße Einfärbungen her und regelmäßig kommen neue hinzu – sei es, um kundenspezifische Ausgangsfarben einzustellen oder um beispielsweise die Farbstabilität für definierte thermische Anforderungsprofile über unterschiedliche Zeithorizonte anzupassen. Diese Adaptionen

dürfen das Entzündungs- und Brandverhalten der jeweiligen Formmasse nicht beeinträchtigen. Bei Anwendungen für die Leistungselektrik von Fahrzeugen hat sich orange als Signalfarbe etabliert. Weil die Signalwirkung bis zum Ende des Fahrzeuglebens gegeben sein muss, verlangen die Hersteller den Nachweis der Farbstabilität auch nach lang andauernder Temperatureinwirkung. In **Bild 3** sind die Ergebnisse einer Temperaturlagerungsprüfung einer unverstärkten (links) und einer verstärkten (rechts) flammgeschützten Type mit unterschiedlichen Additivrezepturen abgebildet.

Die Wahl des richtigen Flammenschutzmittels

Die Palette der bei Polyamiden eingesetzten Flammenschutzmittel (FSM) reicht von Produkten auf Stickstoffbasis über organische Phosphorverbindungen bis hin zu rotem Phosphor (rP). Häufig lässt es sich nicht vermeiden, auf halogenhaltige FSM zurückzugreifen.

Das Brandverhalten fester, nicht geschäumter Kunststoffe in sogenannten Kleinanwendungen wird häufig entsprechend den Anforderungen der UL 94 in unterschiedliche Leistungsklassen gruppiert. Hier beschreibt „HB“ ein nicht brandgeschütztes Material, wohingegen ein Material, welches die Anforderungen der Klasse „V-0/5VA“ erfüllt, unter anderem eine Prüfung mit einem 500-W-Gasbrenner bestanden hat.

Während FSM auf Basis von Stickstoffverbindungen und organischen Phosphorverbindungen farbneutral sind, lassen sich Produkte mit rotem Phosphor nur in für roten Phosphor charakteristischem Dunkelrot oder in dunkelgrauen/schwarzen Einfärbungen herstellen.

Die verschiedenen Flammenschutzmittel werden in Konzentrationen zwischen etwa 5 und 25 Gew.-% ins Compound eingearbeitet, was die Eigenschaften des Werkstoffs mehr oder minder stark beeinflusst. Ein Beispiel: Die Steifigkeit eines mit 25 % Glasfasern verstärkten Polyamids verringert sich infolge von Feuchtaufnahme um über 30 %, bei einer hell eingefärbten, brandgeschützten Version dagegen nur um weniger als 20 %. Nicht ideal ausgewählte Farbformeln können hier weiteren, teilweise erheblichen Einfluss auf die

Eigenschaften des Compounds haben.

Ascend bietet die gesamte Palette der für Polyamide in technischen Anwendungen infrage kommenden Flammenschutzmittel in den verschiedenen Typen der Produktreihe „Starflam“ an (**Bild 4**). Dabei muss in enger Kommunikation zwischen Kunde und Formmassenhersteller die ideale Balance zwischen den verschiedenen Anforderungen gefunden werden. Auch hier erweitert die Verwendung pulverförmiger Einsatzstoffe die Variationsmöglichkeiten. Die Vorteile und Einschränkungen verschiedener Flammenschutzmittel sind in **Bild 5** dargestellt.

Häufig werden aus brandgeschützten Formmassen hergestellte Formteile zur Fertigung von Endgeräten eingesetzt, deren späterer Einsatz im Geltungsbereich von Regularien der Underwriters Laboratories (UL) erfolgt. In diesem Fall

sind die kennzeichnenden Eigenschaften der jeweiligen Rezeptur bei UL hinterlegt und die Variationsmöglichkeiten des Formmassenherstellers äußerst begrenzt.

Wie so häufig, müssen die Vorteile pulverförmiger Einsatzstoffe bei der Farbeinstellung durch Kompromisse an anderer Stelle „erkauft“ werden: Die Dosierung der relativ kleinen Mengen an benötigten Rezepturbestandteilen ist aufwendiger und die Reinigung der Anlagen arbeitsintensiver als beispielsweise bei der Verwendung von Farbkonzentraten (Batches). Es kann für Kunden attraktiver sein, sich durch den Ein- »

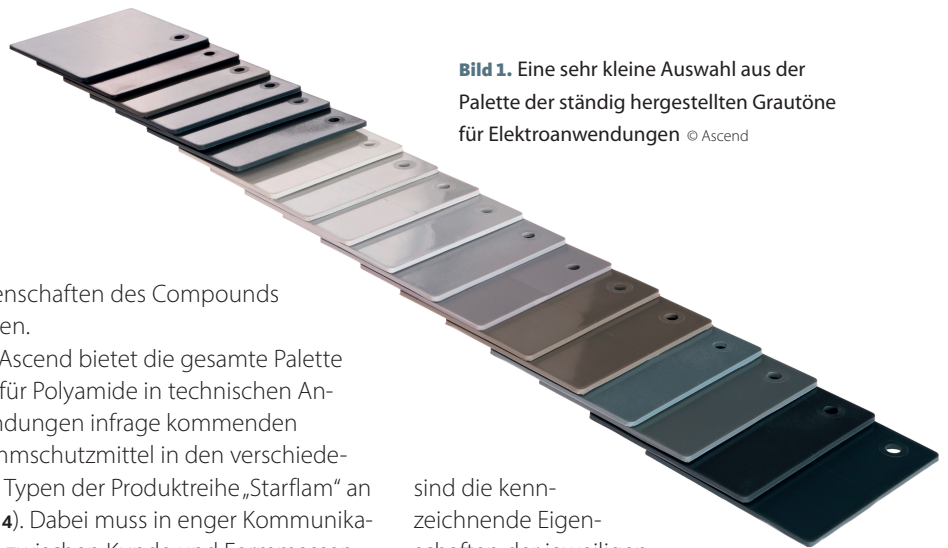


Bild 1. Eine sehr kleine Auswahl aus der Palette der ständig hergestellten Grautöne für Elektroanwendungen © Ascend

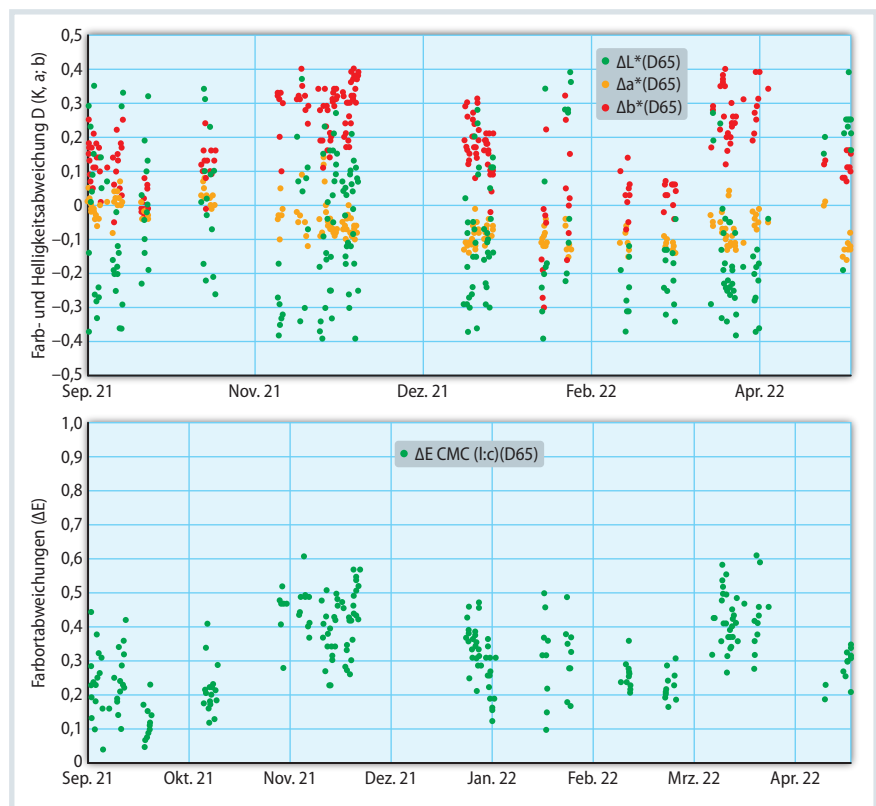


Bild 2. Farbabweichungen für verschiedene Produktionskampagnen eines flammgeschützten PA66

© Ascend

satz von Batches preisgünstigere Lösungen mit Kompromissen bei der Farbkonstanz zu sichern.

Einfluss funktionaler Additive

Funktionale Additive und Farbstoffe können die elektrischen Eigenschaften einer Formmasse stark beeinflussen. So ist zum Beispiel die Kriechstromfestigkeit (IEC 60 112) eine wesentliche Kenngröße zur Dimensionierung geometrischer Abstände in Elektrogeräten. Die Verwendung ungeeigneter Additive kann die Kriechstromfestigkeit und damit die Vergleichszahl der Kriechwegbildung einer Formmasse unter Umständen so weit herabsetzen, dass eine gegebene Konstruktion den einschlägigen Normen



Bild 3. Probekörper in oranger Farbgebung nach Temperaturlagerungsprüfung © Ascend

nicht mehr genügt. In einem solchen Fall können erhebliche Haftungsrisiken auf den Hersteller eines Geräts zukommen. Additive mit negativem Einfluss auf die Kriechstromfestigkeit können beispielsweise Flammschutzmittel beziehungsweise deren Synergisten sein oder auch Verbindungen, die zur Kontrasterhöhung bei der Laserbeschriftung von Kunststoffen eingesetzt werden.

Die Herstellung flammgeschützter Formmassen konzentriert sich im Werk in Fosses (Frankreich). Dort ermöglicht unter anderem ein eigenes Laserlabor die gezielte Optimierung der Laserbeschriftbarkeit kundenspezifischer Farben,

während die gleichzeitige Überwachung der übrigen, für die jeweilige Anwendung kritischen Eigenschaften das erforderliche Leistungsvermögen sichert. Darunter versteht man beispielsweise eingearbeitete Schmiermittel, um Reibung und darauf zurückzuführenden Verschleiß zu minimieren. Ascend nutzt die gesamte Palette der von der vorgelagerten Industrie bereitgestellten Additive, um seinen Kunden Formmassen mit den gewünschten Eigenschaftsprofilen anzubieten. Mit der Akquisition von Poliblend (Mozzate, Italien) hat man Kompetenz und Kapazität erworben, um solche – teilweise kundenindividuellen – Formulierungen in kleinen und großen Mengen liefern zu können.

Der Einsatz von strahlenvernetzbar Materialien

Formmassen, die mit einer speziellen Chemikalie zur Vernetzungsbeschleunigung hergestellt werden, lassen sich durch Bestrahlung mittels Elektronen (Betastrahlung) oder elektromagnetischen Wellen (Gammastrahlung) molekular vernetzen. Damit lassen sich die Eigenschaften der Polymere ebenfalls erheblich beeinflussen.

Im Spritzgießverfahren gefertigte Formteile aus strahlenvernetzbar Materialien sind nach der Strahlenvernetzung nicht mehr aufschmelzbar. Während die für Polyamid typische Festigkeit und Zähigkeit erhalten bleibt, wird der ursprüngliche Schmelzpunkt eliminiert. Während Polyamid 66 bei 260 °C auf-

Info

Text

Thilo Hindert ist seit 2020 bei Ascend Performance Materials als Anwendungsentwickler für Elektro-Anwendungen zuständig.

Im Profil

Ascend Performance Materials ist einer der weltweit größten, vollständig rückintegrierten Hersteller von Polyamid 66. Mit drei Produktionsstätten in Europa (Niederlande, Frankreich und Italien) können Kunden unterschiedlichster Industriezweige sowohl mit großvolumigen Standardwerkstoffen als auch mit kundenindividuell eingefärbten Compounds auf Basis von PA6 und PA66 bedient werden. Unter der Marke HiDura stellt das Unternehmen PA6.10- und PA6.12-Compounds her. Mit mehreren Akquisitionen während der vergangenen beiden Jahre hält das Unternehmen trotz weltweiter Krisen an seinem starken Wachstumskurs fest. Die beiden jüngsten Firmenkäufe in Mexiko und Indien unterstreichen den Anspruch, globaler Partner mit Fertigungsstätten in allen Weltregionen zu sein.

www.ascendmaterials.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

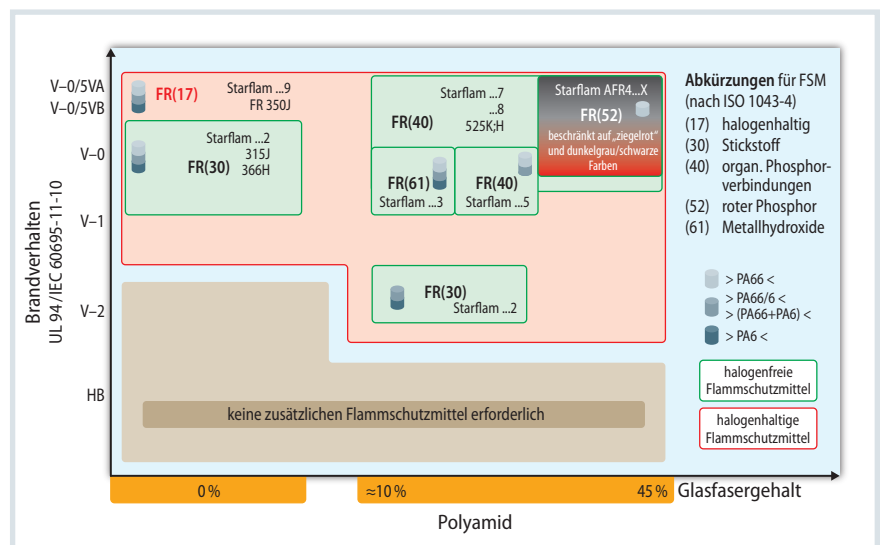


Bild 4. Übersicht Flammschutzmittel in Polyamid-Formmassen © Ascend

	empfohlen	geeignet		
UL 94 V-0/0,8 mm	●	●	●	●
V-0/5VA/1,5 mm	●		●	●
GWIT 775°C/1,5 mm	●		●	
Kriechstromfestigkeit		●	●	●
RTI elektr.		●	●	
Dichte		●	●	●
Bruchdehnung	●		●	●
Schlagzähigkeit	●	●		●
Einfärbbarkeit	●	●	●	
	halogenhaltige FSM	Stickstoff- verbindungen	organ. Phosphor- verbindungen	roter Phosphor

Bild 5. Vorteile und Einschränkungen verschiedener Flammschutzmittel © Ascend

schmilzt, behalten vernetzte Polyamide ihre Form auch bei Temperaturen weit oberhalb von 300 °C für mehrere Minuten bei. Solche Temperaturspitzen treten zum Beispiel in elektrischen Schaltgeräten auf. Beim Abschalten von Strömen entstehen Lichtbögen, deren Temperaturen mehrere 1000 K betragen können. Solche Lichtbögen sind in Industrie-Schaltgeräten sowie in Gleichstrom-Leis-

tungskreisen von elektrisch angetriebenen Kraftfahrzeugen zu beobachten.

„Klassisch“ lassen sich solche Temperaturen nur mit duroplastischen Materialien handhaben, die aber wiederum zahlreiche Kompromisse erfordern. Die Aufzählung ist mit hohen Wanddicken, langen Aushärtungs- und damit Zykluszeiten, Entgratung, stark begrenzter Duktilität und hohem Verschleiß bei

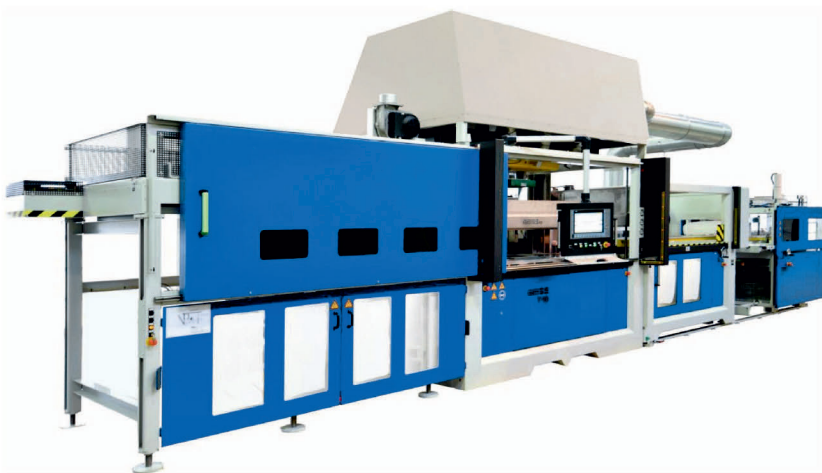
bewegten Teilen keineswegs vollständig. Auch für Anwendungen in Metall-Schweißanlagen können strahlenvernetzte Polyamide Duroplaste substituieren. Speziell bei relativ kleinen Formteilen mit wiederholt auftretenden Temperaturspitzen – dies können zum Beispiel glühende Metallpartikel sein – können strahlenvernetztere Thermoplaste (gemäß ISO 1043 durch ein der Formmassenbezeichnung nachgestelltes „-X“ gekennzeichnet) ihre Vorteile ausspielen.

Neben der Erhöhung der Spitzentemperaturbeständigkeit bringt die Strahlenvernetzung auch deutliche Verbesserungen beim Kriech- und Reibverhalten. Die Palette vernetzungsfähiger Compounds reicht hier vom unverstärkten Material bis zur hoch glasfaserverstärkten, halogenfrei brandgeschützten Formmasse. Auch diese Produkte lassen sich kundenspezifisch einfärben. Von der „stabilen“ Farbe, die sich durch die Bestrahlung nicht verändert, bis zur Rezeptur mit gezielter Farbveränderung sind unterschiedliche Kundenwünsche realisierbar; die UL-Zulassung bleibt nach dem Vernetzungsvorgang erhalten. ■



Innovationen

Thermoformen von UV-Lack-beschichteten Materialien und Aushärtung in einem Prozess



Für hochwertige Dekorteile werden thermoplastische Folien oder auch Platten mit speziellen Beschichtungen für besondere Eigenschaften wie z.B. Kratzfestigkeiten eingesetzt. Dafür müssen diese Beschichtungen zunächst die Formgebung unbeschadet überstehen, um dann mittels UV-Licht aktiviert zu werden. Die dabei entstehenden Temperaturen dürfen aber die Formgebung nicht negativ beeinflussen. Deshalb wurde bei GEISS auf Basis der aktuellen Thermoformmaschinenreihe eine Anlage für die Verarbeitung von unbeschichteten oder beschichteten dünnwandigen Folien oder dickeren Platten entwickelt, um in einem Zyklus sowohl das thermoplastische Bauteil herzustellen als auch gegebenenfalls die UV-Aushärtungen zu realisieren.



D-96145-Sesslach • Tel.: (+49) 9569 9221 0 • Fax: (+49) 9569 9221 810 • www.geiss-ttt.com