

Keine Chance für Stäube

Besserer Schutz vor ESD für Kunststoffbauteile

Antistatikadditive verhindern elektrostatische Aufladungen und dadurch die Anhaftung von Staub bei Kunststoffprodukten. Das sorgt nicht nur für ein ansprechendes Aussehen, sondern kann auch relevant für die Sicherheit sein. Viele Antistatiksysteme entfalten allerdings nur eine unzureichende Wirkung. Der Masterbatchhersteller Grafe hat deshalb eine Antistatikausrüstung entwickelt, die einen deutlich geringeren Oberflächenwiderstand erreicht und sich zusammen mit Farbmasterbatches und verschiedenen Füllstoffen verwenden lässt.



Im Technikum von Grafe werden u.a. Antistatiksysteme für staubfreie Kunststoffbauteile entwickelt

© Grafe

Elektrostatische Aufladung und das daraus folgende Einstauben von Kunststoffen stellt für viele Anwenderbranchen ein erhebliches Problem dar. „Diese Beeinträchtigung der Oberfläche führt in der Verpackungsindustrie zu einer negativen Kaufentscheidung des Kunden. Bei Kleidung oder Spielwaren wiederum ist es für Hersteller besonders wichtig, die Staubanziehung durch die Oberflächen soweit wie möglich zu verringern, um Gesundheitsgefahren durch allergieauslösenden Stäuben zu verhindern. Daher steigt die Bedeutung einer wirksamen antistatischen Schutzausrüstung auf Kunststoffartikeln“, erklärt Lars Tonnecker, Vertriebsleiter bei dem Masterbatchproduzenten Grafe. Auch

bei Automobilherstellern sind eingestaubte Kunststoffteile im Innenraum von hochwertigen Fahrzeugen unerwünscht.

Relevant ist die Thematik ebenfalls für den Arbeitsschutz. Tonnecker verweist auf die ATEX-Betriebsrichtlinie 1999/92/EG. Diese definiert die Mindestvorschriften für den Gesundheitsschutz und die Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können. „Für den Arbeitsschutz ist die Thematik sehr relevant. Statische Elektrizität ist eine wirksame Zündquelle. Es besteht deshalb die Gefahr, dass dadurch explosionsfähige Atmosphären aus Gemischen brennbarer Gase, Dämpfe oder Stäube mit Luft entzündet werden“, erklärt der Vertriebsleiter.

Darüber hinaus können elektronische Bauteile durch ESD-Effekte (Elektrostatische Entladungen; engl. Electrostatic Discharge) geschädigt werden. „Selbst Entladungen unterhalb der Wahrnehmbarkeitsschwelle können zum Ausfall empfindlicher Bauelemente führen“, berichtet Lars Tonnecker. Auch auf Mess- und Regeltechnik haben elektrostatische Aufladungen negative Auswirkungen, denn Messgeräte könnten durch diese in ihrer Funktion gestört werden.

Um dem Problem zu begegnen, setzt die Industrie auf verschiedene antistatische Lösungen. „Grundsätzlich wird zwischen internen und externen Antistatika sowie zwischen oberflächen- und volumenaktiven Substanzen unterschieden“, erklärt Petra Henkel, Additiv-Spezialistin bei Grafe. Sie alle haben jedoch verschiedene Nachteile. Deshalb hat Grafe ein High-Performance-Antistatiksystem für Kunststoffanwendungen entwickelt. Das so genannte HPAS ist vor allem für Schläuche und Nonwovens im industriellen Bereich, Interieur-Bauteile im Automobil sowie Verpackungen für Elektronikbauteile interessant, da bei diesen seine Vorteile besonders zum Tragen kommen.

Geringerer Oberflächenwiderstand als bei bisherigen Antistatiksystemen

Bei HPAS handelt es sich um eine rein interne antistatische Ausrüstung, die mittels Extrusion und Verdünnung in einem Trägerkunststoff, meist Polypropylen (PP) aber auch Ethylenvinylacetat (EVA), erzeugt wird. „Dabei erreichen wir ohne Probleme je nach Masterbatch-Dosierung Oberflächenwiderstände von 10×10^6 bis $10 \times 10^9 \Omega$, elektrostatisch ableitend.“

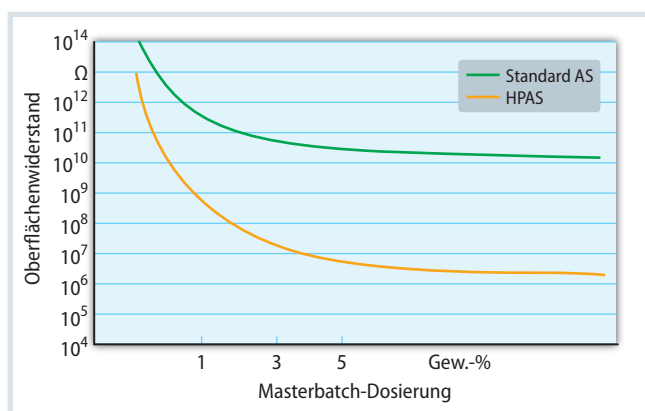


Bild 1. Oberflächenwiderstände von PP-Cast-Folien in Abhängigkeit der Masterbatchdosierung: HPAS erreicht erkennbar bessere Werte als vergleichbare Systeme

Quelle: Grafe;

Grafik: © Hanser

Und das nach kurzer Zeit, oft sofort nach Produktion des Bauteils, und unabhängig von den im Betrieb herrschenden Umgebungsbedingungen“, berichtet Petra Henkel.

Der Effekt beruht ihr zufolge rein auf der Migration von oberflächenaktiven Substanzen, die einen Feuchtfilm auf der Oberfläche bilden. Jedoch ist diese Schicht zum Teil dicker und mit mehr Ladungsträgern versehen, als bei den als Standard verwendeten Materialien. „Durch wird ein über Jahre hinweg langanhaltender Effekt erreicht. Zudem ist eine Kombination mit Farbmasterbatches und Füllstoffen wie Kreide oder Talkum möglich. Durch die sehr gute Wirkung bei niedriger Dosierung erreicht man eine deutlich bessere Performance und Kosteneffizienz“, führt Henkel weiter aus.

Viele Antistatika mit ungenügender Leistung

Herkömmliche interne Antistatika werden meist in Form eines Masterbatches eingesetzt und finden sich bei der Herstellung von vielen Arten von Polyolefinfolien, wie Stretch-, orientierten PP- (OPP), biaxial orientierten PP- (BOPP), Blas- und Castfolien, wieder. Sie kommen beim Spritzgießen und in der Extrusion häufig zum Einsatz. Bei der Produktion von Spinnfasern und Nonwovens werden sie ebenfalls verwendet. Als antistatisch-aktive Substanzen werden Glycerolmonostearat (GMS) und ein ethoxyliertes Alkylamin als synergistische Mischung im Verhältnis 2:1 meist in Polyethylen (PE) extrudiert und später mit einer Dosierung von 2-3 % im Endprodukt eingesetzt. GMS dient dabei als schnell wirkendes Antistatikum, das ethoxylierte Alkylamin als länger wirkendes Antistatikum. Der Vorteil dieser Kom-

bination besteht im Verhältnis von Preis und Performance.

Jedoch kann der niedrige Preis, an den sich viele Anwender seit Jahren und Jahrzehnten gewöhnt haben, nicht darüber hinwegtäuschen, dass sehr oft die Dosierung und die Leistung nicht im Einklang stehen. Häufig ist eine höhere Dosierung notwendig, als vorgeschlagen oder erwartet. Auch hält in vielen Fällen der antistatische Effekt nur kürzer an, als gewünscht, der Widerstand ist höher als angenommen und die Leitfähigkeit ist schlechter als erwartet, oft nicht besser als $10 \times 10^{10} \Omega$. Je nach Produktionsprozess stellen sich weitere negative Bedingungen ein. Zu solchen Effekten kommt es teilweise etwa beim Spritzgießen bei der Zugabe von Füllstoffen wie Glasfasern, beim Übergang zu Extrusionsteilen oder nach dem Tiefziehen (Thermoforming) sowie unter Umgebungsbedingungen mit hoher Luftfeuchtigkeit.

Gründe für diesen Umstand liegen vor allem in der Wechselwirkung, Kompa-

tilibilität und Affinität zwischen den primären Kunststoffen und der jeweiligen Antistatikmischung. Sehr oft sind auch die Bedingungen bei den Verarbeitern dafür verantwortlich – nämlich spezielle Produktionsverfahren – die bewusst auf die schnelle Optimierung des Endprodukts zielen. Oder es liegt an hausgemachten Fehlern, z.B. wenn das Test- und Mess-equipment im Labor oder in der Qualitätssicherung den gestellten Anforderungen nicht entspricht. Beispielsweise werden die Oberflächenwiderstände sehr oft unmittelbar nach Herstellung des Bauteils gemessen, statt nach einer gewissen Warte- und Ruhezeit, in der der Kunststoff langsam abkühlt, damit die Kristallisation des Polymers aus der Schmelze in Ruhe stattfinden kann.

Unzureichende Antistatiksysteme

Weitere Gründe für die unzureichende Wirkung von üblichen Antistatik-Masterbatch-Systemen liegen in der komplexen Struktur des Endprodukts, etwa bei Mehrschicht-Folien mit zum Teil entgegengesetzten oder sich verstärkenden Oberflächeneffekten. Diese ergeben sich etwa durch Füllstoffe, Farben, Glasfasern und andere oberflächenaktive Substanzen wie Antifog-, Dispergierhilfs- und Gleitmittel.

Um einen Vergleich zwischen einem Standard-Antistatik-Masterbatch und dem HPAS zu erhalten, wurden bei Grafe u.a. Versuche an damit ausgerüsteten dünnen PP-Cast-Folien durchgeführt (Bild 1). In Abhängigkeit von der Masterbatchdosierung erreicht das HPAS Werte unterhalb von $10 \times 10^{10} \Omega$. Das stellt eine »

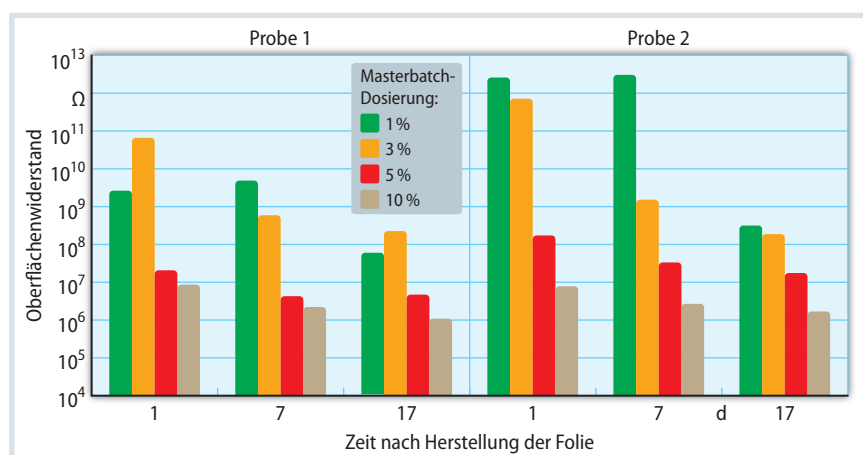


Bild 2. Elektrostatische Ableitung an zwei PP-Folien (30 µm): Bereits bei Zugabe von 1 % HPAS ist eine deutliche Wirkung schon am ersten Tag der Folienproduktion festzustellen

Quelle: Grafe; Grafik: © Hanser

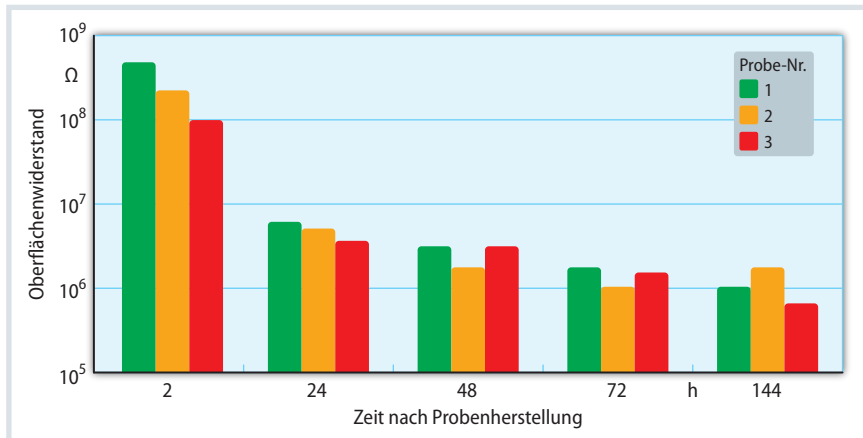


Bild 3. Kombination von HPAS mit Farbmasterbatches an PP-Spritzgussproben: Die antistatische Wirkung verringert sich nach Farbzugabe nicht Quelle: Grafe; Grafik: © Hanser

deutliche Verbesserung gegenüber sonstigen bestehenden Systeme dar. Das optimale Verhältnis zwischen Kosten (Masterbatch-Dosierung) und Leistung (Oberflächenwiderstand) wird dabei bei Dosierungen von 1–5 % erreicht.

Als Basis für die Entwicklung diente die Kombination von Synergisten wie GMS und ethoxylierten Alkylaminen. Jedoch ist dabei ein Blick auf die Reinheit (Bezugsquelle) und auf die Partikelgröße aller eingesetzten Chemikalien notwendig. Darüber hinaus muss das Verhältnis zwischen Masterbatch und Performance im Endprodukt genau beobachtet und optimiert werden, um die besten Ergebnisse zu erhalten. Da hier mit Substanzen gearbeitet wird, die sehr stark zur Feuchteaufnahme neigen, spielt das Handling unter Produktionsbedingungen eine zentrale Rolle. Es ist deshalb bewusst auf die Vermeidung von Feuchteaufnahme vor der Verarbeitung

zu achten. Schonende Extrusionsbedingungen helfen zusätzlich, das beste Ergebnis im Endprodukt zu erhalten.

Kleinste Dosierung, große Wirkung

Bei den Untersuchungen wurde die Entwicklung des Oberflächenwiderstands an PP-Cast-Folien von 30 µm Dicke bei verschiedenen Dosierungen von HPAS über mehrere Tage hinweg verfolgt (**Bild 2**). Die Folien wurden bei 23 °C und 50 % Luftfeuchtigkeit gelagert, um eine weitgehende Anlehnung an DIN-Prüfbedingungen zu erzielen. Bereits bei 1 % – also der kleinsten empfohlenen Dosierung – wird eine signifikante Wirkung schon am ersten Tag der Folienproduktion erreicht.

Üblicherweise wird das HPAS-Masterbatch mit 2–3 % verwendet. Dabei konnten in der Regel Werte von 10×10^7 bis $10 \times 10^8 \Omega$ Oberflächenwiderstand erreicht werden. Eine weitere Zugabe des Masterbatches erzeugt Werte bis $10 \times 10^6 \Omega$. Jedoch ist dann die Oberfläche der Folie stark mit Additiv gesättigt, was zu Trübung, verringerter Transluzenz und schlechterer Haptik, die Folie fühlt sich schmierig an, führt.

Das HPAS kann außerdem in Kombination mit Farbmasterbatches eingesetzt werden. Untersucht wurden etwa die Widerstände von jeweils drei PP-Spritzgussteilen, die vorher mit 3 % HPAS und 5 % eines Farbmasterbatches hergestellt wurden (**Bild 3**). Anders als bei vergleichbaren Produkten verringert sich dabei die antistatische Wirkung nach der Farbzugabe nicht.

In Farbmasterbatches werden üblicherweise verschiedene Füllstoffe wie Kreide, Talkum, Bariumsulfat, Titandioxid und Ruß

verwendet. Es konnten keine Nachteile in Kombinationen mit diesen Substanzen festgestellt werden. Allerdings ergaben sich Farbabweichungen in der Helligkeit (L-Achse). Grund dafür ist der erhöhte Glanzgrad durch den leitenden Feuchtfilm auf der Oberfläche. Die anderen Farbachsen (a und b) bleiben hingegen fast unverändert.

Das High-Performance-Antistatiksyste ist in erster Linie für industrielle Anwendungen gedacht. Nicht geeignet ist es für Lebensmittelverpackungen, Medizintechnikprodukte sowie technische Kunststoffe. Bei diesen erweisen sich die relativ hohen Verarbeitungstemperaturen gepaart mit der Empfindlichkeit solcher Polymere gegenüber Feuchtigkeit als problematisch. Da die Herstellung solcher Produkte oft einen zweiten Prozess wie Streckung, Thermoforming oder Coextrusion beinhaltet, sind migrierender Masterbatches für diese nicht geeignet. Stattdessen kommen Sprays, Lackierungen, Coatings und ein Mehrschichtaufbau in Frage.

Wo sich der Einsatz lohnt

Der Einsatz des HPAS erfordert mehr Aufwand bei Rohstoffbereitstellung, Prozess und Produktion. Deshalb müssen Verarbeiter einige Besonderheiten beachten, um gute Ergebnisse zu erzielen. Beispielsweise muss bei dem Masterbatch eine Feuchteaufnahme vermieden werden, weshalb es nicht vorgetrocknet werden darf und luftdicht verpackt und gelagert sein muss. Die Wirkung des HPAS ist zudem nicht permanent leitfähig. Zudem beeinflusst die veränderte Oberfläche das Bedrucken und Lackieren. Der antistatische Effekt wiederum wird durch direkten oder ständigen Kontakt mit Waschflüssigkeiten reduziert.

Das Antistatiksyste bietet im Gegenzug allerdings zahlreiche Vorteile. Bereits eine geringe Masterbatch-Dosierung von 1–3 % zeigt eine signifikante Wirkung. Diese liegt außerdem sofort nach Produktion des Bauteils vor. Darüber hinaus ist der gewünschte Effekt auch bei der Zugabe von Farbmasterbatches und Füllstoffen vorhanden und diese führen nicht zu einer Verringerung der antistatischen Wirkung. Das HPAS lässt sich zudem sowohl für dünn- als auch für dickwandige Artikel einsetzen und zeichnet sich durch eine Langzeitwirkung von mindestens einem Jahr aus. ■

Der Autor

Dr. Juan Carlos Caro ist seit 2002 bei Grafe tätig, gegenwärtig in der Business Unit elektrisch leitfähige Compounds; carlos.caro@grafe.com

Service

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