

Ein speziell formuliertes thermoplastisches Elastomer-Compound aus halogenfrei flammgeschütztem und elektrisch leitfähigem Material ermöglicht neue Anwendungen in der Elektronik

(Bilder: Müller Kunststoffe)



Elektrisch leitfähig und flammgeschützt

TPE-Compounds. Thermoplastische Elastomere (TPE) müssen in anspruchsvollen Anwendungen wie der Elektronik zunehmend höhere Anforderungen erfüllen. Zwei wichtige Eigenschaften, die immer häufiger von TPE verlangt werden, sind ihre halogenfrei flammgeschützte und die elektrisch leitfähige Ausrüstung. Diese zu realisieren, stellt Formulierer vor eine enorme Herausforderung.

CHRISTIAN BERG

Da Kunststoffe prinzipiell sehr gut brennen, ist es häufig notwendig, sie mit Flammschutzadditiven auszurüsten. Der Brandverlauf besteht aus der Erwärmung des Kunststoffes, der Brandentstehung, dem vollentwickelten Brand und dem verlöschenden Brand. Flammschutzmittel können physikalisch oder chemisch wirken und greifen in der Regel während der Brandentstehungsphase ein. Die physikalische Wirkung eines Flammschutzmittels kann aus einem Verdünnungseffekt, Abschirmeffekt oder kühlenden Effekt bestehen. Chemisch können Flammschutzmittel sowohl in der Gasphase – durch Verhindern von freien

Radikalen – als auch in der festen Phase – durch den Aufbau einer Barrierschicht (Carbonisierung) – wirken.

Halogenhaltige Flammschutzmittel wirken hauptsächlich in der Gasphase und werden sehr oft in Kombination mit Antimontrioxid verwendet, das ihre Effektivität steigert. Sie gehören zu den wirkungsvollsten Flammschutzmitteln mit weiteren Vorteilen, wie leichter Verarbeitbarkeit oder ein günstiger Preis. Mittlerweile werden sie jedoch immer häufiger von halogenfreien Flammschutzmitteln ersetzt. Dies liegt daran, dass die Halogenhaltigen im Brandfall schleimhautreizende und metallkorrosive Gase freisetzen. Zusätzlich wird die Rauchgasdichte deutlich erhöht. Weiterhin haben einige, vor allem die bromhaltigen Flammschutzmittel, bei Verbrennung und Recycling ein ausgeprägtes Dioxin- und

Furanbildungspotenzial. Ein weiteres Problem besteht darin, dass Elektrogeräte, die bromierte Flammschutzmittel enthalten, laut der WEEE-Richtlinie (Elektro- und Elektronikgeräte-Abfall) ausgesondert werden müssen, bevor der Elektroabfall weiter behandelt werden darf. Nach der RoHS (Richtlinie zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten) dürfen neue Elektroprodukte, die polybromierte Biphenyle und polybromierte Diphenylether enthalten, nicht mehr zugelassen werden.

Halogenfreie Flammschutzmittel können in mehrere Gruppen unterteilt werden. Anorganische Flammschutzmittel wirken physikalisch in der festen Phase und in der Gasphase. Diese sehr günstigen und in der Regel umweltfreundlichen Flammschutzmittel sind jedoch bei vie-

ARTIKEL ALS PDF unter www.kunststoffe.de
Dokumenten-Nummer KU111257

	Handelsname	Lifoflex	Lifoflex	Lifoflex	Lifoflex	Lifoflex	Lifoflex
	Type	UV FLAM 40600	UV FLAM 50600	UV FLAM 60600	UV FLAM 70600	UV FLAM 80600	UV FLAM 90600
Prüfung	Einheit						
Härte	Shore A (3 s)	40	50	60	70	80	90
Dichte	g/cm ³	1,05	1,05	1,03	1,03	1,03	1,03
Zugfestigkeit	MPa	2,7	3,9	5,5	6,6	7,5	9,0
Reißdehnung	%	650	740	835	835	770	725
Druckverformungsrest (23 °C / 72 h)	%	24	19	21	29	37	46
Druckverformungsrest (70 °C / 22 h)	%	54	51	49	55	63	72
Entflammbarkeitsklasse		V0	V0	V0	V0	V0	V0
Glühdrahtprüfung	3,0 mm; 650 °C 3,0 mm; 850 °C	bestanden bestanden	bestanden bestanden	bestanden bestanden	bestanden bestanden	bestanden bestanden	bestanden bestanden

Tabelle 1. Lifoflex UV FLAM Serie 600: Die TPE-Produkte erreichen die Brandschutznorm UL94 V0 bei 3 mm Wanddicke des Probekörpers

len Kunststoffen, vor allem aber bei TPE, nicht sehr effektiv. Phosphorhaltige Flammschutzmittel wirken unter Ausbildung einer Barrierschicht (Carbonisierung). Einige bilden zusammen mit Synergisten eine sogenannte Intumeszenzschicht. Diese ist eine Spezialform der Carbonisierung, bei der gleichzeitig nicht brennbare Gase abgespalten werden, die ein zusätzliches Aufblähen der Barrierschicht bewirken. Eine weitere Gruppe der halogenfreien Flammschutzmittel sind die stickstoffbasierten. Diese wirken meist physikalisch und finden häufig Anwendung bei Polyamid (Melamincyanurat). Ihre Flammschutzwirkung reicht bei TPE allerdings alleine nicht aus.

Normen und Prüfungen

Es gibt eine große Anzahl an verschiedenen Normen, die das Brandverhalten von Werkstoffen charakterisieren. Der Grund hierfür ist, dass in verschiedenen Branchen unterschiedliche Anforderungen an das Brandverhalten der Kunststoffe gestellt werden. Beispiele für einige Normen und Prüfungen sind:

- UL94-HB; UL94-V; UL94-5V,
- Glühdrahtprüfung IEC 60695-2-11,
- Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen DIN 4102,
- neue Europäische Norm EN 13501-1,
- vorbeugender Brandschutz in Schienenfahrzeugen DIN 5510-2 (Deutschland),
- Brandverhalten Schienenfahrzeuge NF F 16-101 (Frankreich),
- HWI (Hot wire ignition test),
- ASTM D495 (Lichtbogenbeständigkeit) sowie
- LOI (Limiting oxygen index test).

Der UL 94 Vertical Burn (V)-Test ist der üblichste für TPE-Materialien in elektrischen Geräten und ein Maß für die vertikale Flammenausbreitung sowie das

nungen (Rauchbildung, Tropfbarkeit, Rauchgastoxizität) für die beim Bau von Schienenfahrzeugen verwendeten Werkstoffe und Bauteile.

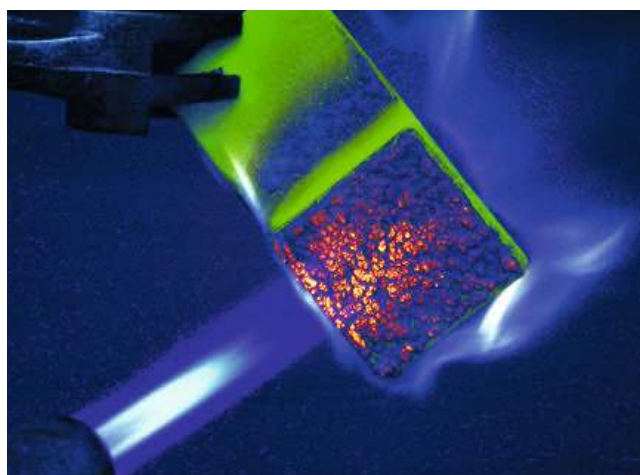


Bild 1. Der UL 94 Vertical Burn (V)-Test bestimmt die Eignung von TPE-Materialien für elektrische Geräte hinsichtlich des Brandverhaltens

Abtropfverhalten einer Probe mit einer bestimmten Materialdicke (Bild 1). Die Glühdrahtprüfung gemäß IEC 60695-2-11 soll den Effekt von Wärme in defekten elektrischen Geräten simulieren, z. B. bei überladenen oder glühenden Komponenten. Die DIN 5510-2 zum vorbeugenden Brandschutz in Schienenfahrzeugen regelt die Anforderungen an das Brennverhalten und die Brandnebenerscheinungen

Frei von Halogenen

Ziel der Müller Kunststoffe GmbH, Lichtenfels, war es, flammgeschützte TPE-Compounds zu entwickeln, bei denen komplett auf halogenhaltige Flammschutzmittel und Antimontrioxid verzichtet wird. Diese sollen aber gleichzeitig den hohen brandtechnischen Anforderungen entsprechen und die Eigenschaften von →

Standard-TPE möglichst beibehalten. Aufgrund der unterschiedlichen Anforderungen an flammgeschützte Kunststoffe wurden zwei flammgeschützte Serien (Serie 600 und Serie 700) in den Markt eingeführt. Die Lifoflex UV FLAM Serie 600 erreicht bei UL94 die Einstufung V0 bei 3 mm Wanddicke und besteht die Glühdrahtprüfung nach IEC 60695-2-11 (Tabelle 1). Die Serie 600 ist in den Härten von 40 bis 90 Shore A standardmäßig verfügbar. Das TPE ist in allen gedeckten Farben von weiß bis schwarz einfärbbar und haftet sowohl auf Polypropylen (PP) als auch auf Polyethylen (PE).

Für Anwendungen mit sehr hohen Anforderungen an die Flammsehenschaften wurde die Lifoflex UV FLAM Serie 700 entwickelt. Mit dieser wird UL94 V0 bei einer Wanddicke von 1,5 mm erreicht (Tabelle 2). Die Materialien der Serie 700 können in der Bahnindustrie (Bild 2) eingesetzt werden. Der Test an einem Profil mit den Maßen (500 x 10 x 6) mm³ der Type Lifoflex UV FLAM 70700 nach DIN 5510-2 schnitt mit der Brennbarkeitsklasse S3, der Rauchentwicklungsklasse SR2 und der Tropfbarkeitsklasse ST2 ab. Darüber ergab das Material bei der dazugehörigen Untersuchung der Rauchgastoxizität sehr gute Werte. Die Type Lifoflex UV FLAM 60700 ist offiziell von der UL gelistet und nach der UL94 mit V0 bei 1,5 mm eingestuft worden.

Mit den verwendeten Flammenschutzmitteln entsprechen die Lifoflex UV FLAM-Materialien den Anforderungen der Richtlinie zur Beschränkung der Verwendung gefährlicher Stoffe (RoHS). Zudem sind sie auch konform mit der europäischen Richtlinie 2003/11/EG.

Mit Ruß füllen

Kunststoffe im Allgemeinen sowie auch thermoplastische Elastomere sind meist sehr gute Isolierstoffe und weisen deshalb eine geringe elektrische Leitfähigkeit auf. Daher werden sie im elektrotechnischen Bereich normalerweise als elektrisch isolierende Bauelemente verwendet. Für viele Anwendungen sind die hohen elektrischen Widerstände von Kunststoffen ein Vorteil, jedoch ist diese Eigenschaft in einigen Bereichen ein Problem. Da z. B. in der Elektro- und Elektronikindustrie Kunststoffe gegenüber anderen Werkstoffen viele Vorteile haben, wie Verarbeitbarkeit, mechanische Eigenschaften, Gewicht oder Preis, ist es wünschenswert, diese



Bild 2. Thermoplastische Elastomere, die die Brandschutznorm UL94 V0 erfüllen, können in der Bahnindustrie eingesetzt werden

leitfähig auszurüsten. Früher spielten mehr ästhetische und hygienische Gründe, wie Vermeidung von Staubanziehung, eine Rolle. Heute werden Kunststoffe immer mehr auch in sensiblen Bereichen, die z. B. ex-geschützt sind, eingesetzt.

Ruß hat als Füllstoff für elektrisch leitfähige TPE in der Praxis die größte Bedeutung. Dieser hebt sich gegenüber anderen Additiven (z. B. Graphit, Carbon-Nanotubes, metallische Plättchen oder Fasern) durch eine oft bessere Verträglichkeit mit dem Basispolymer, eine leichtere Verarbeitbarkeit, eine höhere Effizienz und einen günstigeren Preis hervor. Zur Wirkungsweise des Leitrußes wird angenommen, dass dieser homogen in der Polymermatrix verteilt ist. Die Leitfähigkeit des mit Ruß gefüllten Kunststoffs nimmt nicht proportional

i Kontakt
Müller Kunststoffe GmbH
D-96215 Lichtenfels
TEL +49 9571 94894-0
→ www.mueller-kunststoffe.com

	Handelsname	Lifoflex	Lifoflex	Lifoflex	Lifoflex	Lifoflex	Lifoflex	Lifoflex
	Type	UV FLAM 40700	UV FLAM 50700	UV FLAM 60700	UV FLAM 70700	UV FLAM 80700	UV FLAM 90700	UV FLAM 90700
Prüfung	Einheit							
Härte	Shore A (3 s)	40	50	60	70	80	90	
Dichte	g/cm ³	1,10	1,10	1,07	1,07	1,06	1,05	
Zugfestigkeit	MPa	1,4	2,2	3,6	4,2	5,3	6,4	
Reißdehnung	%	460	525	700	730	680	625	
Druckverformungsrest (23 °C / 72 h)	%	12	13	16	19	31	42	
Druckverformungsrest (70 °C / 22 h)	%	39	39	36	40	48	58	
Entflammbarkeitsklasse		V0	V0	V0	V0	V0	V0	
Glühdrahtprüfung								
1,6 mm; 650 °C		bestanden	bestanden	bestanden	bestanden	bestanden	bestanden	
1,6 mm; 850 °C		bestanden	bestanden	bestanden	bestanden	bestanden	bestanden	
Prüfung zum vorbeugenden Brandschutz in Schienenfahrzeugen	Brennbarkeitsklasse Tropfbarkeitsklasse Rauchentwicklungsklasse					S3 ST2 SR2		

Tabelle 2. Lifoflex UV FLAM Serie 700: Mit diesen Produkten wird die Brandschutznorm UL94 V0 bei einer Wanddicke des Probekörpers von 1,5 mm erreicht

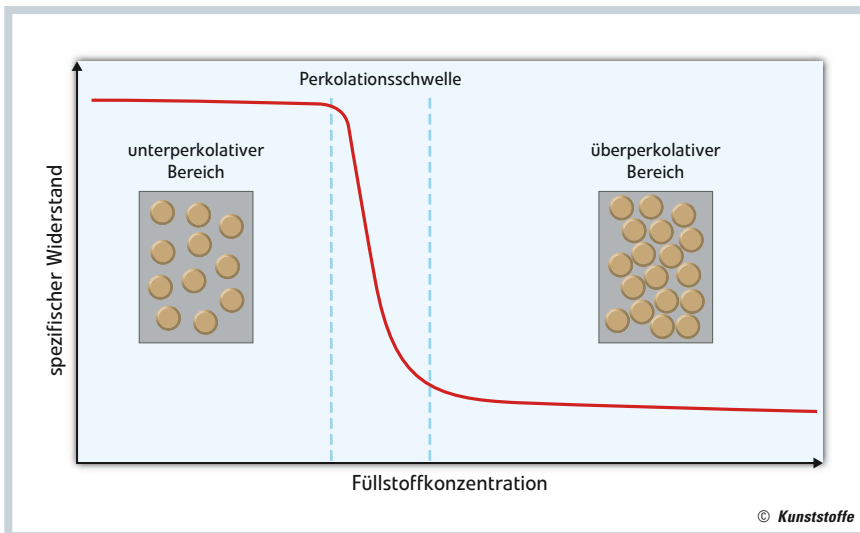


Bild 3. Spezifischer Widerstand als Funktion der Rußkonzentration: Die Leitfähigkeit des mit Ruß gefüllten Kunststoffs nimmt nicht proportional zur Rußkonzentration zu

zur Rußkonzentration zu. Bis zu einem bestimmten Füllgrad verringert sich der Widerstand nur wenig, bis die sogenannte Perkolationschwelle erreicht wird. In diesem Bereich nimmt der Widerstand bei sehr geringen Konzentrationserhöhungen sehr stark ab. Bei Konzentrationen über der Perkolationschwelle nähert sich der Widerstand asymptotisch an den Widerstand des reinen Additivs an (**Bild 3**).

Es ist sehr schwierig, ein Material mit einem Widerstand im Bereich der Perkolationschwelle (10^6 bis 10^{14} Ωm) durch ein leitfähiges Additiv einzustellen, da der Widerstand äußerst empfindlich auf Konzentrationsschwankungen und Inhomogenitäten des Rußes reagiert. Daher werden in der Praxis die leitfähig ausgerüsteten Compounds in der Regel im überperkolativen Bereich angepasst.

Bei TPE-Compounds sowie auch bei anderen Kunststoffen bringt Leitruß neben seinen gewünschten Eigenschaften noch einige Probleme mit sich. Allgemein erhöht Ruß deutlich die Viskosität und verringert die Flexibilität. Der Verlust an Flexibilität ist speziell für thermoplastische Elastomere problematisch, da eben diese sie u. a. auszeichnet. Zusätzlich ist es schwierig, weiche TPE-Formulierungen zu realisieren (niedrige Shore A-Bereiche), da Leitruße die Härte deutlich erhöhen.

Die Durchgangswiderstände der leitfähigen Lifoflex TPE-Compounds können in einem Bereich von 10^1 bis ca. 10^5 Ωm maßgeschneidert werden. Trotz der Eigenschaft des Rußes die Shorehärte zu erhöhen, ist es gelungen, sehr niedrige Shorehärten mit gleichbleibend guter Leitfähigkeit zu realisieren. Daher kön-

nen Härteeinstellungen vom niedrigen Shore A-Bereich bis zu hohen Shore D-Werten vorgenommen werden. Die geschickte Additivierung der leitfähigen TPE-Compounds führt nicht nur zur Umsetzung sehr weicher Einstellungen, sondern ermöglicht auch eine hohe Flexibilität sowie ein gutes Rückstellverhalten.

Auch das Fließverhalten lässt sich auf gewünschte Werte einstellen, sodass ein sehr breites Spektrum der Materialien sowohl im Spritzgießen als auch in der Extrusion verarbeitet werden kann.

Ausblick

Mit den bisherigen halogenfrei flammgeschützten und den elektrisch leitfähigen TPE-Compounds kann derzeit eine Vielzahl von Anwendungen realisiert werden. Weitere Entwicklungen sollen das Anwendungsspektrum erweitern. Beispielsweise wurden einige Modifizierungen der flammgeschützten und elektrisch leitfähigen TPE-Compounds verwendet, um die Haftung zu bestimmten techni-

schen Kunststoffen im 2K-Spritzgießverfahren zu realisieren.

Eine neue Formulierung aus einem halogenfrei flammgeschützten und elektrisch leitfähigen Material könnte beispielsweise im Bereich der Elektronik (**Titelbild**) neue Anwendungsbereiche ermöglichen. ■

DER AUTOR

CHRISTIAN BERG, geb. 1981, ist in der Entwicklung im Bereich TPE bei der Müller Kunststoffe GmbH, Lichtenfels, tätig; technik1@mueller-kunststoffe.com

SUMMARY

ELECTRICALLY CONDUCTING AND FLAME RETARDED

TPE COMPOUNDS. In demanding applications such as electronics, thermoplastic elastomers (TPEs) have to meet increasingly stringent requirements. Growing importance is being placed on halogen free flame retardancy and electrical conductivity properties. Formulators face enormous challenges in delivering these.

Read the complete article in our magazine

Kunststoffe international and on

www.kunststoffe-international.com