

CONDUCTIVE COMPOUNDS



CABOT

creating what matters

Verarbeitungsrichtlinien für CABELEC® Compounds



Inhalt	SEITE NR
Einführung	2
Verarbeitungsrichtlinien für CABELEC® Compounds	3
Verarbeitung von CABELEC Compounds	5
Spritzguss	6
Blasfolienextrusion	10
Extrusion	12
Blasformen	14



Einführung

CABELEC Compounds sind elektrisch leitfähig und reduzieren daher das Risiko elektrostatischer Entladungen. Die leitfähigen Eigenschaften der Compounds sind permanent. CABELEC Compounds basieren auf einer Vielzahl thermoplastischer Polymere und erfüllen ganz bestimmte Anforderungen in Bezug auf elektrische, rheologische und mechanische Eigenschaften. Eine Reihe von CABELEC Compounds steht für verschiedene Verarbeitungsverfahren, wie Blasfolienextrusion, Platten- und Profilextrusion, Spritzguss, Hohlkörperblasformen, usw. zur Verfügung.



CABOT

creating what matters

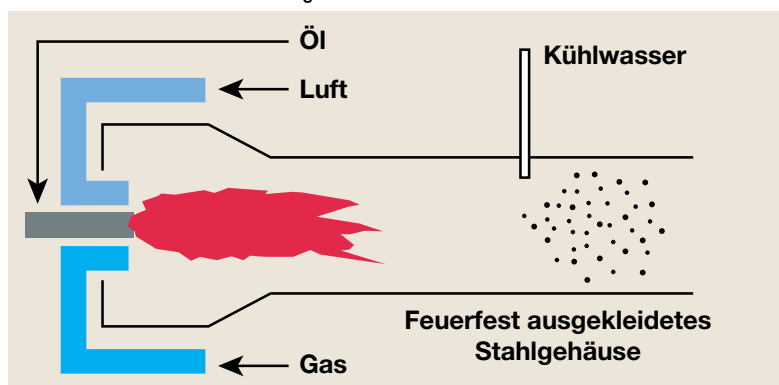
Verarbeitungsrichtlinien für CABELEC® Compounds

■ Leitfähiger Russ

CABELEC Compounds sind sorgfältig formulierte Produkte auf der Basis von leitfähigem Russ. Die Art des Russes, die Zugabemenge und die Dispersionsqualität sind wesentliche Faktoren zur Erreichung einer guten Leitfähigkeit – oder eines niedrigen elektrischen Widerstandes.

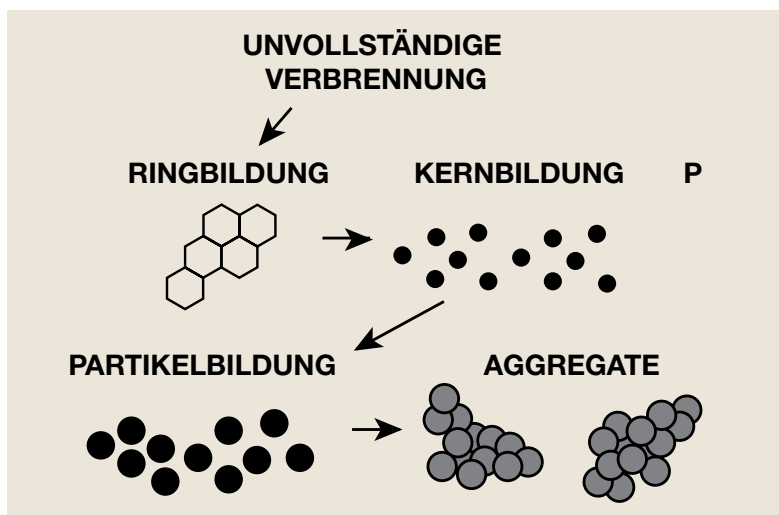
Russ ist eine besondere Form von Industrieruss, der durch thermisches Cracken oder die thermische Zersetzung eines Kohlenwasserstoff-Rohstoffes gewonnen wird. Viele Verfahren wurden bereits zur Herstellung von Russ angewandt, das Wichtigste ist jedoch das Furnace-Verfahren. Es besteht in der Zerstäubung einer schweren aromatischen Fraktion eines Erdöl-Destillats in einem vorgeheizten, geschlossenen Ofen, mit anschließendem Abkühlen und Auffangen der entstandenen Russpartikel.

Furnace-Prozess zur Gewinnung von Russ



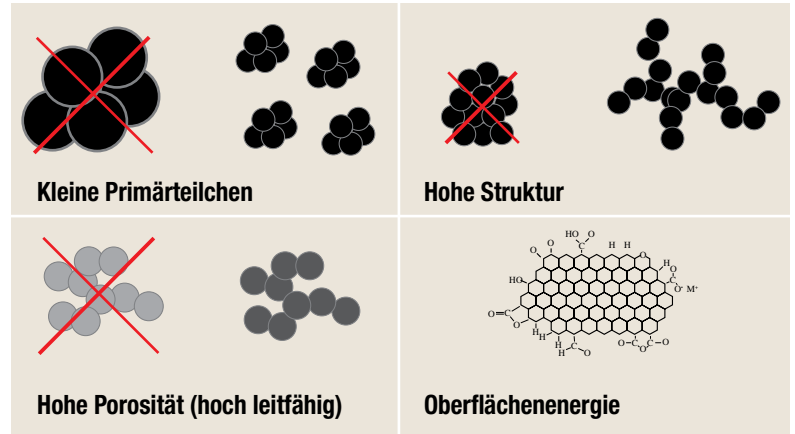
Die Untersuchung mit dem Elektronenmikroskop zeigt, dass Russ aus Aggregaten besteht, die an verschmolzene Netze kugelförmiger Primärteilchen erinnern.

Furnace-Prozess zur Gewinnung von Russ



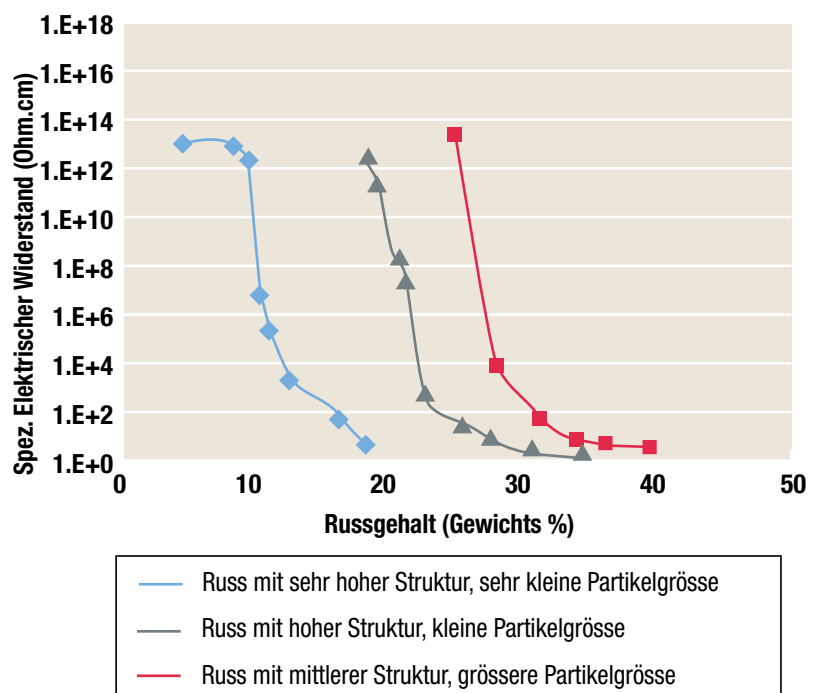
Sowohl Grösse und Form des Aggregats, als auch die Grösse der Primärteilchen sind Faktoren, die die Eigenschaften des Russes bestimmen. Folgende Merkmale sind wesentlich für einen Russ mit guter elektrischer Leitfähigkeit:

Struktur und Eigenschaften von Russ



Dem Polymer muss so viel Russ beigemischt werden, dass die Russpartikel sich berühren oder weniger als 10 nm Abstand zu einander haben. Das Verhältnis zwischen der Zugabemenge und dem erzielten elektrischen Widerstand wird in den folgenden Perkolationskurven gezeigt.

Beispiele von Perkolationskurven



Verarbeitung von CABELEC Compounds

■ Vortrocknung

Da der in den Compounds enthaltene Russ hygroskopisch ist, sollten CABELEC Compounds an einem trockenen Ort gelagert werden. Vor der Verarbeitung müssen die Compounds – sofern das Produktdatenblatt für die jeweilige Qualität keine anders lautenden Angaben enthält – vortrocknet werden. Die Verarbeitung von Compounds mit zu hohem Feuchtigkeitsgehalt führt, zum Beispiel, zu Oberflächenfehlern am spritzgussgeformten Teil, zu Löchern in der Blasfolie, usw..

■ Verarbeitung

CABELEC Compounds lassen sich in der Regel auf herkömmlichen Verarbeitungsanlagen verarbeiten. Um gute elektrische und mechanische Eigenschaften des Materials zu gewährleisten, wird dringend empfohlen, die Compounds unter geringer Scherbelastung zu verarbeiten. Leitfähige, mit Russ gefüllte Compounds sind äusserst scherempfindlich. Zu hohe Scherkräfte beeinträchtigen die Russ Struktur und führen zu einem höheren elektrischen Widerstand des fertigen Artikels.

Verarbeitungsanlagen und -parameter sollten so gewählt werden, dass die Scherbeanspruchung auf ein Minimum beschränkt bleibt. Weitere Einzelheiten finden Sie in den nachfolgenden spezifischen CABELEC Verarbeitungsempfehlungen.

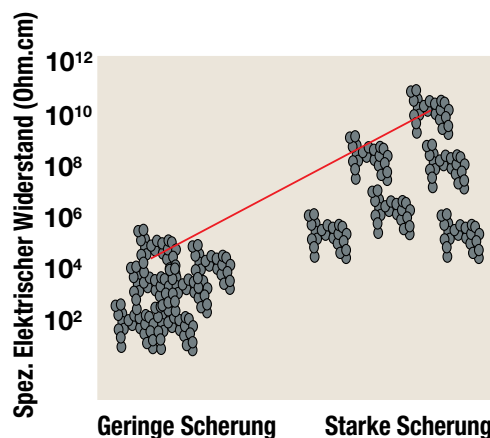
■ Abmischung

CABELEC Produkte haben ein optimales Eigenschaftsprofil, wenn sie pur d.h. nicht mit nicht-leitenden Rohstoffen abgemischt werden. Aus diesem Grund raten wir von einer Abmischung ab. Bei einigen Verarbeitungstechniken wird Recycling-Material zugegeben. Dabei ist die Tatsache zu berücksichtigen, dass das Recycling-Material zunehmend „verdünnt“ wird, sodass sich im Endprodukt immer geringere Fraktionen leitenden Materials befinden. Zur Aufrechterhaltung des gewünschten Widerstandes sind geeignete Misch- und Dosierverfahren erforderlich. Eine konsequente Prüfung des elektrischen Widerstandes wird ebenfalls dringend empfohlen.

■ Reinigung

Nach einer Produktion mit CABELEC muss die Anlage gereinigt werden. Aufgrund des hohen Anteils an Russ im CABELEC kann die Umstellung auf ein naturfarbenes oder helles Material problematisch sein. Im Allgemeinen wird empfohlen, mit einem ungefärbten Polymer hoher Viskosität zu reinigen und die Schnecke sowie den Zylinder anschliessend mechanisch zu reinigen.

Einfluss von Scherung auf die Russ Struktur und auf den elektrischen Widerstand



Spritzguss



■ Anwendungen



Typische Spritzgussanwendungen für leitfähige Compounds sind Artikel, wie elektrisch leitende Kästen und andere Arten von Behältern zum Schutz elektronischer Komponenten vor elektrostatischer Entladung.

Wo Schutz vor elektrostatischer Entladung aus Sicherheitsgründen erforderlich ist, werden leitfähige Compounds im Spritzgussverfahren verarbeitet, um Gerätegehäuse, Ventilatorflügel, Paletten, Deckel, Ventile, usw. herzustellen.

In Automobilanwendungen kommen die im Spritzgussverfahren verarbeiteten CABELEC Compounds hauptsächlich in Teilen für Kraftstoffsysteme, wie Tankeinfüllstutzen und Tankdeckeln zum Einsatz.

■ Maschinenauslegung beim Spritzgussverfahren zur Verarbeitung von CABELEC Compounds

CABELEC Compounds lassen sich auf herkömmlichen Spritzgussanlagen verarbeiten, wobei jedoch die Auswahl der optimalen Verarbeitungsbedingungen wesentlich ist. Zur Gewährleistung guter elektrischer und mechanischer Eigenschaften der Spritzgussteile wird dringend empfohlen, die Compounds unter geringer Scherbeanspruchung zu verarbeiten.

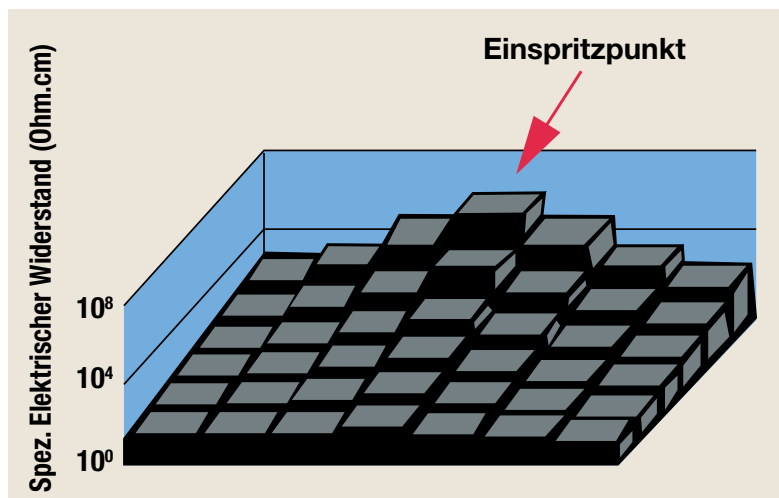
Es wird eine Allzweckschnecke mit einem Länge/Durchmesser-Verhältnis von 20-30/1 mit einer langen Einzugszone empfohlen. Die Kompressionszone sollte ein geringes Kompressionsverhältnis aufweisen. Als Düse kann eine normale bis grosse (zur Vermeidung von Durchflussproblemen) Mehrzweckdüse verwendet werden.

Die Angusskanäle können Standardtypen sein, aber ausreichend breit, um Einengungen des Materialflusses auszuschliessen. Das Lösen des Angusses ist in der Regel kein Problem. Aufgrund der geringeren Schrumpfung müssen die Kegelangüsse aber gegebenenfalls erweitert werden, um ein korrektes Entnehmen des Teils aus der Form zu



gewährleisten. Aufgrund der hohen Viskosität der CABELEC Qualitäten im Vergleich zu üblichen Polymeren muss der Fließweg relativ kurz sein, um die Form zu füllen. Daher sollten Durchmesser von Anschnitt und Angussverteiler im Optimalfall 2/3 der Wandstärke betragen.

Der Fließweg der Schmelze in der Form wirkt sich unvermeidlich auf den elektrischen Widerstand des Spritzgussteils aus. Der elektrische Widerstand ist am Einspritzpunkt am höchsten und nimmt mit zunehmender Entfernung von diesem Punkt progressiv ab, wie das folgende Diagramm verdeutlicht:



Da CABELEC Compounds in der Regel eine höhere Steifigkeit aufweisen, sind für die Ausdrückstifte geringere Kräfte erforderlich.

Es können ebenfalls Heisskanaldüsen verwendet werden. Dies setzt aber eine ausgereifte Konstruktion des Werkzeugs, eine extrem genaue Temperaturüberwachung und einheitliche Maschineneinstellungen voraus. Ebenfalls sehr wichtig ist die strikte Befolgung der Trocknungsempfehlungen, um Verstopfungen der Heisskanaldüsen zu vermeiden. Materialstagnationspunkte sollten durch Abrunden der Enden der Fließkanäle vermieden werden. Eventuell ist die Herstellung von Werkzeug-Prototypen sinnvoll.

Die Schrumpfung leitfähiger CABELEC Compounds ist aufgrund des beinhaltenden Russes bedeutend geringer als bei natürlichen Polymeren. Die Schwindungswerte der meisten CABELEC Spritzgussqualitäten sind den Produktdatenblättern zu entnehmen.

Verarbeitungsparameter	Einstellungen im Vergleich zu nicht leitfähigen Polymeren
Zylindertemperaturen	10-20°C höher
Schmelztemperaturen	10-20°C höher
Einspritzdruck	Niedriger
Gegendruck	Niedriger
Einspritzgeschwindigkeit	Niedriger
Zykluszeit	Sollte optimiert werden, wenn andere Parameter eingestellt sind und die erforderliche Leitfähigkeit erreicht ist

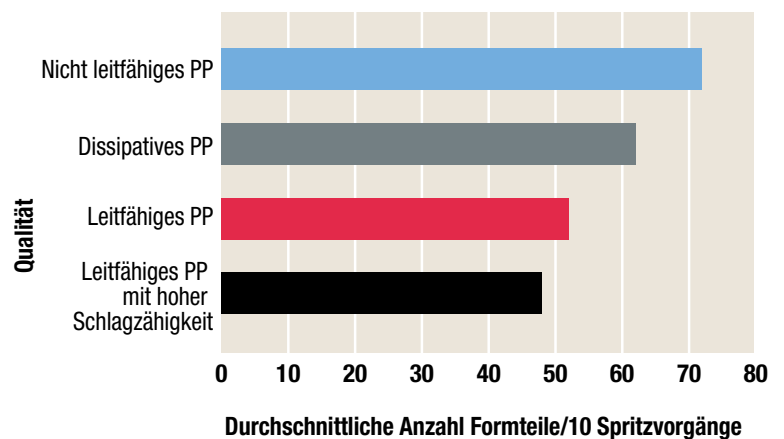
Polymerbasis	Empfohlene Formtemperatur (°C)
Polyacetal	60
Polycarbonat	80-100
Polyethylen	40-50
Polypropylen	30-40
Polystyrol	30
Polyurethan	30

■ Optimale Richtlinien zur Verarbeitung von CABELECCompounds

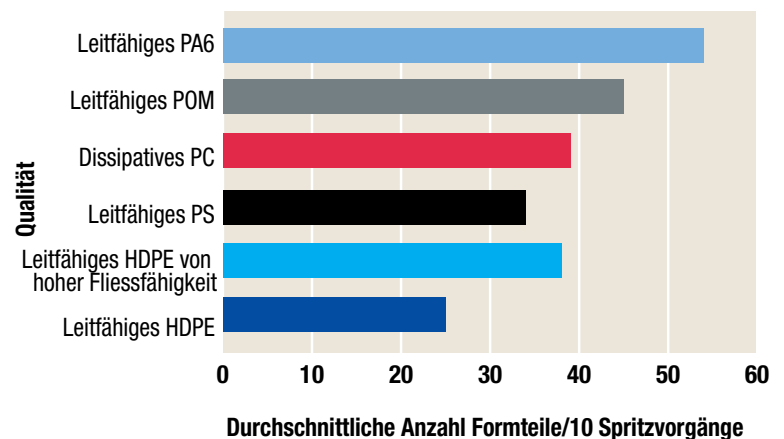
Beachten Sie, dass die Zykluszeiten wahrscheinlich ähnlich wie bei nicht leitfähigen Polymeren sind, da die höheren Verarbeitungstemperaturen und das schnellere Abkühlen einander ausgleichen.

In den folgenden Diagrammen wird i) das Fließverhalten von 3 CABELECC Spritzgussqualitäten auf PP-Basis bei ihrer empfohlenen Schmelztemperatur mit einem nicht leitfähigem PP bei dessen empfohlener Schmelztemperatur und ii) das Fließverhalten anderer CABELECC Spritzgussqualitäten auf Basis verschiedener Polymere verglichen:

i) Vergleich des Fließverhaltens von PP-Qualitäten mit dem von nicht leitfähigem PP



ii) Vergleich des Fließverhaltens von CABELECC Qualitäten



■ Fehlerbehebung

Problem	Mögliche Ursachen	Mögliche Abhilfen
Mangelnde Leitfähigkeit	Zu hohe Scherung Zu viel Recycling-Material Zu stark abgemischt	Temperatur erhöhen, Einspritzgeschwindigkeit und Gegendruck verringern Recycling-Material verringern oder weglassen Nicht leitfähiges Polymer verringern oder weglassen
Ungleichmässiger Oberflächenwiderstand	Mangelnde Homogenität auf Konstruktion der Form zurückzuführen	Konstruktion der Form überarbeiten
Formnest nicht gefüllt	Viskosität zu hoch Anguss, Angussverteiler, oder Anschnitt zu eng Schussgewicht zu niedrig Schmelztemperatur zu niedrig Formtemperatur zu niedrig Einspritzdauer zu kurz	Schmelztemperatur allmählich um jeweils 5-10°C erhöhen Durchmesser von Anguss, Angussverteiler und Anschnitt vergrössern Schussgewicht erhöhen Schmelztemperatur erhöhen Formtemperatur erhöhen Einspritzdauer erhöhen
Teil haftet in Form	Zu geringe Schwindung	Einspritzgeschwindigkeit, sowie Einspritz- und Nachdruck verringern
Schweissnaht	Fliessweg zu kurz	Zylinder- und Formtemperatur erhöhen
Mangelhafte Oberflächenbeschaffenheit	Feuchtigkeit Gaseinschlüsse Verschmutzung auf Formoberfläche	CABELEC Compound entsprechend den Empfehlungen im Produktdatenblatt trocknen Form entlüften Formoberfläche reinigen
Schlierenbildung	Formtemperatur zu niedrig Schneckendrehzahl zu hoch Feuchtigkeit Schmelztemperatur zu niedrig	Formtemperatur erhöhen Schneckendrehzahl verringern CABELEC Compound entsprechend den Empfehlungen im Produktdatenblatt trocknen Schmelztemperatur erhöhen
Sprödigkeit des Teils	Gegendruck zu niedrig Schneckendrehzahl zu hoch Feuchtigkeit Verunreinigungen	Gegendruck erhöhen Schneckendrehzahl verringern CABELEC Compound entsprechend den Empfehlungen im Produktdatenblatt trocknen Auf Verunreinigungen überprüfen
Blasenbildung	Feuchtigkeit Schneckendrehzahl zu hoch	CABELEC Compound entsprechend den Empfehlungen im Produktdatenblatt trocknen Schneckendrehzahl verringern
Abquetschgrat	Einspritzdruck zu hoch Zuhaltdruck zu niedrig Schmutz auf Formoberflächen Form schliesst nicht korrekt	Einspritzdruck verringern Zuhaltdruck erhöhen Formoberflächen reinigen Formhälften auf korrekte Passung überprüfen
Verbrannte Oberfläche	Unzureichende Entlüftung der Form Einspritzgeschwindigkeit zu hoch Schneckendrehzahl zu hoch Gegendruck zu hoch Zuhaltdruck zu hoch	Sicherstellen, dass die Entlüftungsöffnungen frei sind, bei Bedarf weitere Entlüftungsöffnungen hinzufügen Einspritzgeschwindigkeit reduzieren Schneckendrehzahl verringern Gegendruck verringern Zuhaltdruck verringern, bei Bedarf Schmelztemperatur erhöhen
Teil zu gross	Formtemperatur zu niedrig Zykluszeit zu lang Einspritzgeschwindigkeit zu hoch Einspritz- und Nachdruck zu hoch	Formtemperatur erhöhen Gesamtzykluszeit reduzieren Einspritzgeschwindigkeit reduzieren Einspritz- und Nachdruck reduzieren
Teil zu klein	Verweilzeit zu kurz Schmelztemperatur zu niedrig Anschnitt zu eng Formtemperatur zu hoch	Verweilzeit erhöhen Schmelztemperatur erhöhen Querschnitt des Anschnitts erhöhen Formtemperatur senken
Einfallstellen	Verweilzeit und Nachdruck zu niedrig Formtemperatur zu hoch Anschnitt zu eng Anschnitt falsch positioniert	Verweilzeit und Nachdruck erhöhen Formtemperatur senken Querschnitt des Anschnitts erhöhen Anschnitt in der Nähe grosser Querschnitte positionieren
Verzug	Unter Spannung gespritzt Ungleichmässige Formtemperatur Ausgeworfenes Teil nicht ausreichend abgekühlt Ausdrücker falsch konstruiert	Schmelztemperatur erhöhen, Einspritzgeschwindigkeit verringern, Anschnitt eventuell verlegen Formtemperatur überprüfen Abkühlzeit verlängern, Formtemperatur senken Ausdrücker ändern
Lunker	Feuchtigkeit Formtemperatur zu niedrig	CABELEC Compound entsprechend den Empfehlungen im Produktdatenblatt trocknen Formtemperatur erhöhen

Blasfolienextrusion

■ Anwendungen

- Folie zum Verpacken elektronischer Komponenten
- Folie für fotografische Verpackungen
- Auskleidungen für Big Bags für Sprengstoffpulver
- Verpackungsmaterialien für Sprengstoffpulver oder andere Substanzen, die in einer explosionsgefährdeter Umgebung verwendet werden (wie durch die ATEX Normen vorgeschrieben)

■ Maschinenauslegung bei der Blasfolienextrusion zur Verarbeitung von CABELEC Compounds

CABELEC Compounds lassen sich auf herkömmlichen Blasfolienanlagen verarbeiten, wobei jedoch die Auswahl der optimalen Verarbeitungsbedingungen wesentlich ist. Um gute elektrische und mechanische Eigenschaften der Folie zu gewährleisten, wird dringend empfohlen, die Compounds unter geringer Scherbeanspruchung zu verarbeiten.

Es wird eine Allzweckschnecke mit einem Länge/Durchmesser-Verhältnis von 20-30/1 mit einer langen Einzugszone empfohlen. Die Kompressionszone sollte ein geringes Kompressionsverhältnis aufweisen. Die Düsenkopfgeometrie sollte so beschaffen sein, dass Fliesseinengungen vermieden oder minimiert werden.

■ Optimale Richtlinien zur Verarbeitung von CABELEC Compounds

Verarbeitungsparameter	Einstellungen im Vergleich zu nicht leitfähigem Polymer
Zylindertemperaturen	10-20°C höher
Schmelztemperaturen	10-20°C höher
Düsentemperaturen	20°C höher
Extrusionsgeschwindigkeit	Niedriger

Leitfähige Folien kühlen aufgrund des hohen Russgehalts, der die Wärmeleitfähigkeit erhöht, normalerweise schneller ab als transparente, nicht leitfähige Folien. Dieser Faktor sollte bei der Festlegung der Verarbeitungsbedingungen berücksichtigt werden.

Der Oberflächenwiderstand der Folie steht im Verhältnis zur Dicke der Folie: je dünner die Folie, desto höher der Widerstand.

Ausserdem ist ein hohes Aufblasverhältnis zu vermeiden, da hierdurch die Trennung der Russ Strukturen verstärkt und somit die Leitfähigkeit der Folie vermindert wird.



■ Koextrusion

Für leitfähige Folien kann das Verfahren der Koextrusion angewandt werden, vorausgesetzt, ein hoher Durchgangswiderstand ist akzeptabel. Die äusseren, leitfähigen Schichten können mit einer nicht leitenden mittleren Schicht koextrudiert werden, wobei preisgünstigere Polymere oder Recycling-Material verwendet werden, die in den Folienaufbau eingekapselt werden („Sandwich-Struktur“).

■ Bedrucken

Leitfähige Folien sollten KEINER Corona-Behandlung unterzogen werden. Druckverfahren, die keine Corona-Behandlung erfordern, zum Beispiel Laser-Druck, können jedoch angewandt werden.

■ Schweißen

Leitfähige Folien können mit normalen Schweissanlagen geschweisst werden. Aufgrund der hohen Wärmeleitfähigkeit des CABELEC Compounds können Probleme auftreten, in welchem Fall eventuell eine Erhöhung der Schweisstemperatur empfohlen ist.

■ Fehlerbehebung

Einige potentielle Probleme, die mit CABELEC Compounds auftreten können, sind:



Problem	Mögliche Ursachen	Mögliche Abhilfen
Mangelnde Leitfähigkeit	Zu hohe Scherung Zu viel Recycling-Material Zu sehr abgemischt Zu starkes Recken Folie zu dünn	Temperatur erhöhen, Geschwindigkeit reduzieren Recycling-Material verringern oder nicht mehr einsetzen Nicht leitfähiges Polymer verringern oder nicht mehr einsetzen Aufblasverhältnis reduzieren Foliendicke erhöhen
Schlechte Schweissnaht	Wärmeleitfähigkeit	Schweisstemperatur und -druck erhöhen
Folie kräuselt sich	Ungleichmässiges Abkühlen Unterschiedliche Schrumpfung der Schichten einer koextrudierten Folie	Anlagengeschwindigkeit reduzieren Wandstärke anpassen
Haften der Folie beim Wickeln	Folie beim Wickeln zu heiss	Geschwindigkeit reduzieren und/oder Luftkühlung verstärken
Düsenablagerungen	Feuchtigkeit	CABELEC Compound entsprechend den Empfehlungen im Produktdatenblatt trocknen
Lunker und Löcher	Feuchtigkeit	CABELEC Compound entsprechend den Empfehlungen im Produktdatenblatt trocknen

Extrusion



■ Anwendungen

Leitfähige Compounds werden in der Elektronikindustrie vielfältig eingesetzt. Anwendungsbeispiele sind:

- Blistergurtverpackungen aus Polystyrol
- Tiefgezogene Polystyrol -Schalen
- Polypropylen-Doppelstegplatten
- Polyethylen/EVA Schaum

Leitfähige Compounds werden auch in Industrieanwendungen benutzt, z.B.:

- Rohre, Leitungen, Wellschläuche für explosionsgefährdete Bereiche (Bergwerke, Pulver- oder Chemiefabriken)
- Polyolefin-Monofilamentfasern für antistatische Big Bags zur Handhabung von Gefahrgütern
- Förderbänder

Zur Erfüllung der ATEX Normen bieten leitfähige CABELEC Compounds Herstellern, die auf der Suche nach permanent leitfähigen Materialien mit einem Oberflächenwiderstand von weniger als 10^6 Ohms/sq sind, eine wertvolle Lösung.

■ Maschinenauslegung bei der Extrusion von CABELEC Compounds

CABELEC Compounds lassen sich auf herkömmlichen Extrusionsanlagen verarbeiten, wobei jedoch die Auswahl der optimalen Verarbeitungsbedingungen von grosser Bedeutung ist. Um gute elektrische und mechanische Eigenschaften des extrudierten Teils zu gewährleisten, wird dringend empfohlen, die Compounds unter geringer Scherbeanspruchung zu verarbeiten.

Es wird eine Allzweckschnecke mit einem Länge/Durchmesser-Verhältnis von 20-30/1 mit einer langen Einzugszone empfohlen. Die Kompressionszone sollte ein geringes Kompressionsverhältnis aufweisen. Als Düse kann eine normale bis grosse (zur Vermeidung von Einengungen des Schmelzflusses) Mehrzweckdüse verwendet werden.

Extruder mit Mischelementen, Verengungen im Zylinder, hohe Kompressionsverhältnisse, Schmelzepumpen oder zu engmaschige Siebe sollten vermieden werden. Niedrige Schneckendrehzahlen sind zu empfehlen. Es sollte ebenfalls darauf geachtet werden, Wulste an der Kalandrierwalze zu vermeiden, die Abzugwalzentemperatur zu optimieren, und die Extrusions- und Abzugsgeschwindigkeit anzupassen.

■ Optimale Richtlinien zur Verarbeitung von CABELEC Compounds

Verarbeitungsparameter	Einstellungen im Vergleich zu nichtleitfähigem Polymer
Zylindertemperaturen	10-20°C höher
Schmelztemperaturen	10-20°C höher
Düsentemperaturen	20°C höher
Extrusionsgeschwindigkeit	Niedriger

■ Thermoformen

Beim Thermoform-Prozess ist aufgrund der unterschiedlichen Scherbeanspruchung, der die verschiedenen Teile der Platte ausgesetzt sind, besondere Sorgfalt erforderlich. In vertikalen Abschnitten kann die Leitfähigkeit aufgrund der Trennung der Russ Strukturen verloren gehen. Mit anderen Worten, an den dünnsten Stellen des warmgeformten Artikels ist der Oberflächenwiderstand am höchsten, wie nebenstehend verdeutlicht:

■ Düsen

Beim Extrudieren leitfähiger Platten ist manchmal ein Temperaturausgleich zwischen dem Aussen- und dem Innenteil der Düse erforderlich: der äussere Teil sollte heisser sein. Dadurch soll der längere Fließweg zu den Plattenkanten gegenüber der Mitte ausgeglichen werden. Ein Temperaturgefälle in der Platte kann jedoch zusätzliche Scherbeanspruchung hervorrufen und die Leitfähigkeit negativ beeinflussen.

■ Strecken

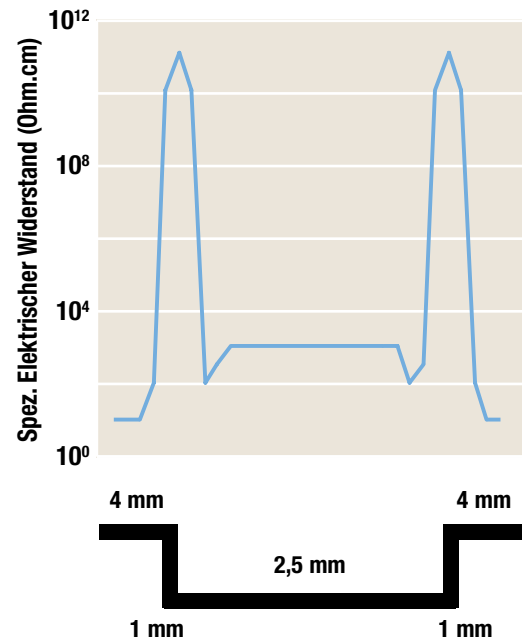
Nach der Extrusion sollte das Strecken nur in sehr begrenztem Masse erfolgen, da hierdurch der Abstand zwischen den Russ Strukturen vergrössert und die Leitfähigkeit negativ beeinflusst wird. Im Idealfall sollte der Düsenpalt der Plattendicke entsprechen. Dies ist beim Extrudieren von Monofilament-Fasern besonders wichtig.

■ Kalandrieren

Wenn die extrudierte Platte zum Abkühlen zwischen zwei Kalandern (Walzenspalt) hindurch geführt werden muss, wird empfohlen, die obere Walze auf 6-10° C über der Temperatur der unteren Walze einzustellen. Ein anderer wichtiger Punkt ist, den Wulst an den Kalandrier-Rollen so klein wie möglich zu halten. In diesem Wulst bildet sich eine sehr hohe Scherung, die eine drastische Verschlechterung der Leitfähigkeit verursacht. Wenn der Wulst für das Einhalten einer guten Stärkenverteilung notwendig ist, sollte er auf ein Minimum reduziert werden.

■ Koextrusion

Für leitfähige Platten kann das Verfahren der Koextrusion angewandt werden, vorausgesetzt, ein hoher Durchgangswiderstand ist akzeptabel. Die äusseren, leitfähigen Schichten können mit einer nicht leitenden mittleren Schicht koextrudiert werden, wobei preisgünstigere Polymere oder Recycling-Material verwendet werden, die in den Plattenaufbau eingekapselt werden („Sandwich-Struktur“).



■ Fehlerbehebung

Problem	Mögliche Ursachen	Mögliche Abhilfen
Mangelnde Leitfähigkeit	Zu hohe Scherung	Temperatur erhöhen, Geschwindigkeit reduzieren
	Zu viel Recycling-Material	Recycling-Material verringern oder weglassen
	Zu stark abgemischt	Nicht leitfähiges Polymer verringern oder weglassen
	Material zu stark gestreckt	Strecken nach der Extrusion vermeiden Wulst am Walzenspalt vermeiden Gleichmässige Abkühlung durch optimale Temperatureinstellung an Kalandern und Düse gewährleisten
Ungleichmässiger Oberflächenwiderstand	Mangelnde Homogenität auf Grund des Thermoform-Prozesses	Dicke erhöhen, Aufbau des Thermoform-Prozesses überprüfen, um übermässiges Strecken zu vermeiden
Mangelhafte Oberflächenbeschaffenheit	Feuchtigkeit	CABELEC Compound entsprechend den Empfehlungen im Produktdatenblatt trocknen
Ablagerungen an der Düse	Feuchtigkeit	CABELEC Compound entsprechend den Empfehlungen im Produktdatenblatt trocknen
Lunker	Feuchtigkeit	CABELEC Compound entsprechend den Empfehlungen im Produktdatenblatt trocknen

Blasformen

■ Anwendungen



Leitfähige CABELEC Compounds werden in einer Vielzahl von Blasformanwendungen eingesetzt, von grossen Behältern, wie Industrial Bulk Containern (IBC), Fässern und Kanistern, bis hin zu technischen Teilen, wie leitfähige Tankeinfüllrohre für Automobile. Viele Behälter aus CABELEC Compounds für den Transport von Gefahrgütern wurden den UN-Testverfahren erfolgreich unterzogen und werden als BAM zugelassene Verpackung aufgeführt.

Im Vergleich zu nicht leitfähigem Polyethylen weisen leitfähige Compounds eine höhere Scherempfindlichkeit, eine schnellere Abkühlrate (aufgrund der besseren Wärmeleitfähigkeit) und eine etwas höhere Viskosität auf.

Die wichtigsten Parameter zur Verarbeitung von CABELEC Qualitäten sind in den nachfolgenden Empfehlungen zusammengefasst.

■ Maschinenauslegung zur Verarbeitung von CABELEC Compounds im Blasformverfahren

CABELEC Compounds können auf den meisten herkömmlichen kontinuierlichen Extrusions- sowie auf Speicherkopf-Anlagen verarbeitet werden. Es werden Schnecken mit genuteten Einzugszonen und einem Länge/Durchmesser-Verhältnis zwischen 20 und 30 empfohlen. Trotz der Scherempfindlichkeit leitfähiger Materialien sind die üblichen Scher- und Mischelemente von HDPE-Schnecken für die Verarbeitung von Cabellec geeignet, sofern die Verarbeitungsparameter sorgfältig ausgewählt werden.

Bei Auswahl der entsprechenden Qualitäten lassen sich koextrudierte Teile und Behälter erfolgreich aus CABELEC Produkten herstellen.

Herkömmliche Formwerkzeuge sind in der Regel für die Herstellung von CABELEC Teilen geeignet.

Allgemeine Verarbeitungsempfehlungen für nicht leitfähige Polyolefine gelten nach wie vor.



■ **Verarbeitungsparameter**

Nachfolgend finden Sie eine Aufstellung der wichtigsten Verarbeitungsparameter mit den entsprechenden Empfehlungen/Erläuterungen:

Verarbeitungsparameter	Bemerkungen/Empfehlungen
Temperaturen	Schmelztemperaturen: typischer Bereich: 200-240°C Düsenlippentemperatur: typischer Bereich: 210-240°C Eine zu niedrige Düsenlippentemperatur kann den Widerstand auch bei höheren Schmelztemperaturen beeinflussen. Sie kann ausserdem zu Schwankungen der Leitfähigkeit an der Aussenseite des Vorformlings führen
Kolbengeschwindigkeit	Aufgrund der hohen Scherkräfte, die bei der Herstellung des Vorformlings erzeugt werden, sollte die Kolbengeschwindigkeit bei Speicherkopfanlagen möglichst niedrig gehalten werden
Schneckendrehzahl	Herkömmliche Schneckendrehzahlen für nicht leitfähige Polymere können angewandt werden
Formschliessgeschwindigkeit	Wie bei nicht leitfähigem HDPE muss das geeignete Gleichgewicht gefunden werden, um eine gute Schweissqualität zu erreichen. Eine zu hohe Geschwindigkeit (oder ein zu später Übergang zu verminderter Geschwindigkeit) kann zu einer unakzeptablen Schweissnaht führen
Abkühlen des Vorformlings/Abkühlen der Form	CABELEC Compounds weisen eine weitaus höhere Wärmeleitfähigkeit auf als nicht leitfähige Polymere. Der Vorformling kühlt daher schneller ab. Dies führt zu kürzeren Abkühlzeiten, muss aber auch hinsichtlich der Qualität der Schweissnaht berücksichtigt werden
Festigkeit der Schmelze	Dank des Russnetzwerks zeichnen sich CABELEC Produkte durch eine hohe Festigkeit der Schmelze aus, die zur Erzielung eines engen Dickenverteilungsprofils hilfreich ist.
Formtemperaturen	Wie bei nicht leitfähigem Polyethylen sollten zur Minimierung der Zykluszeit vorzugsweise niedrige Formtemperaturen gewählt werden (typische Kühlwassertemperaturen: 10-25°C)

■ **Fehlerbehebung**

Problem	Mögliche Ursachen	Mögliche Abhilfen
Raue Oberfläche	Schmelztemperatur zu niedrig Düsentemperatur zu niedrig Kolbengeschwindigkeit zu hoch	Schmelz- und Düsentemperaturen erhöhen Kolbengeschwindigkeit reduzieren
Schlieren/ Oberflächenfehler	Reinigungseffekt aufgrund der hohen Viskosität von CABELEC	Komplette Reinigung der Anlage
Blasen	Lufteinschluss, zu hohe Feuchtigkeit	Anlage entlüften, Material vortrocknen
Schweissnaht zu schwach	Schmelztemperatur zu niedrig	Schmelztemperaturen angleichen Kolbengeschwindigkeit erhöhen Formschliessgeschwindigkeit angleichen
Unebenheiten an der Formoberfläche	Unzureichende oder ungleichmässige Entlüftung	Entlüftung verbessern
Oberflächenwiderstand zu hoch	Düsenlippentemperatur zu niedrig Schmelztemperatur zu niedrig	Düsenlippen- und Schmelztemperatur (beträchtlich) erhöhen Kolbengeschwindigkeit reduzieren
Ungleichmässiger Widerstand	Ungleichmässiger Widerstand des Vorformlings Ungleichmässiges Streck-/Aufblasverhältnis	Kopf-/Düsentemperatur erhöhen Dickenverteilung überprüfen

Adressen

EMEA

Cabot
Interleuvenlaan 15 i
B - 3001 Leuven
BELGIUM
Tel.: +32 16 39 24 00
Fax: +32 16 39 24 44

ASIEN-PAZIFIK

Cabot (China) Limited
558 Shuangbai Lu
Wujing, Shanghai 201108
CHINA
Tel: +86 21 6434 6025
Fax: +86 21 6434 5532

SÜDAMERIKA

Cabot Latin America Division
Rua do Paraíso, 148 - 5th floor
Paraíso CEP 04103-000 São Paulo SP
BRAZIL
Tel.: +55 11 2144 6400
Fax: +55 11 3253-0051
Tel.: 0800-195959 (*Customer Service*)

Diese Angaben dienen ausschließlich Informationszwecken. Hinsichtlich dieser Informationen oder irgendwelcher Produkte, auf die sie sich beziehen, wird keine Garantie gegeben oder impliziert. Diese Information können Ungenauigkeiten, Fehler oder Auslassungen enthalten und CABOT GIBT HINSICHTLICH (i) SOLCHER INFORMATIONEN, (ii) IRGENDWELCHER PRODUKTE ODER (iii) VERLETZUNGEN VON GEISTIGEM EIGENTUM KEINERLEI AUSDRÜCKLICHE ODER IMPLIZITE GARANTIEN, AUCH NICHT SOLCHE DER HANDELSFÄHIGKEIT ODER DER EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK. Cabot haftet auf keinen Fall für Schäden, die sich durch die Verwendung dieser Informationen oder das Vertrauen auf die Richtigkeit dieser Informationen oder irgendwelcher Produkte, auf welche sie sich beziehen, ergeben.

(c) Cabot Corporation, M.A., U.S.A. All rights reserved 2010.



CABOT

creating what matters

<http://www.cabot-corp.com/Conductive-Compounds>

CABOT® ist ein eingetragenes Warenzeichen der Cabot Corporation.