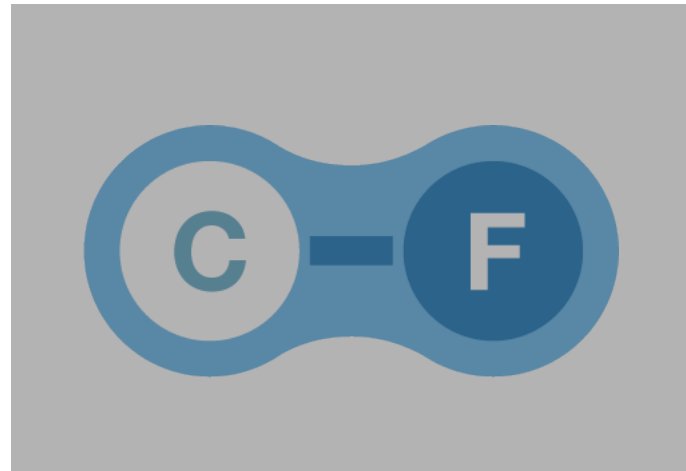
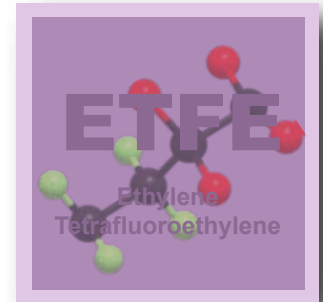
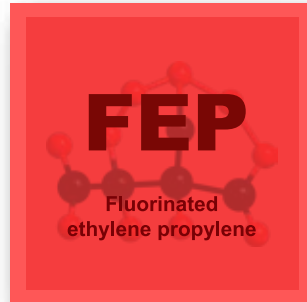
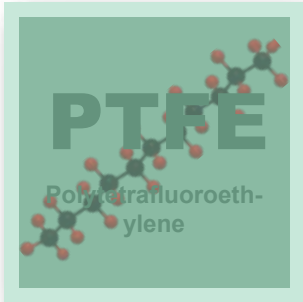




Eine Einführung in Fluorpolymere



PRODUKTFAMILIEN



PTFE-Fluorpolymere

- Everflon™ PTFE-Granulat-Formmassen
- Everflon™ PTFE-Feinpulver
- Everflon™ PTFE-Wässrige Dispersionen
- Everflon™ PTFE-Fluoradditive

Schmelzverarbeitbare Fluorpolymere

- Everflon™ FEP-Harze und -Dispersionen
- Everflon™ PFA-Harze und -Dispersionen
- Everflon™ ETFE-Harze
- Everflon+™ Fluorpolymer-Schaumharze
- Everflon+™ Fluorpolymer-Farbmasterbatch
- Everflonultra™ Hochreine Fluorpolymerharze
- Everflonultra™ Modifizierte Fluorpolymerharze

Herausragende Eigenschaften von Everflon™ Fluorpolymeren

- Chemische Inertheit
- Antihalt-/Selbstreinigungseigenschaften
- Geringe Reibung/Selbstschmierung
- Dielektrische Eigenschaften
- Witterungsbeständigkeit/Alterungsbeständigkeit
- Unempfindlich UV-beständig
- Ungiftig
- Breiter Temperaturbereich (–200 bis 260 °C)
- Nicht entflammbar

PROPRIETÀ DI EVERFLON™

FLUOROPOLIMERI

Inerzia chimica/Resistenza ai solventi



I fluoropolimeri completamente fluorurati (PTFE, FEP e PFA) sono praticamente inerti alle sostanze chimiche e ai solventi organici e inorganici più aggressivi in un ampio intervallo di temperature.

L'inerzia chimica significa che i fluoropolimeri completamente fluorurati Everflon™ possono essere a contatto continuo con altre sostanze senza che si verifichi alcuna reazione chimica o degradazione rilevabile. Tra le altre cose, sono resistenti agli acidi solforico e nitrico fumanti, alle basi, ai perossidi aggressivi, agli antiossidanti (utilizzati negli oli ad alta temperatura) e al metanolo (utilizzato nei carburanti).

Questa compatibilità chimica pressoché universale deriva da tre cause:

- Legami interatomici molto forti tra atomi di carbonio-carbonio e carbonio-fluoro
- Schermatura quasi perfetta della catena principale di carbonio del polimero da parte degli atomi di fluoro
- Peso molecolare molto elevato (o lunghezza della catena polimerica) rispetto a molti altri polimeri



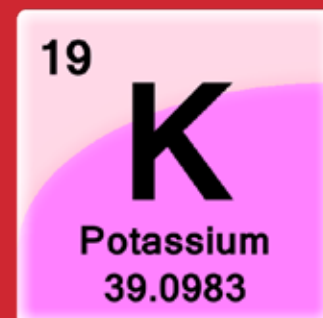
Alle normali temperature di utilizzo, le resine Everflon™ vengono attaccate chimicamente da così poche sostanze chimiche che è più pratico descrivere le eccezioni piuttosto che elencare le sostanze chimiche con cui sono compatibili.

Gli unici materiali noti per reagire con i fluoropolimeri sono:

- Metalli alcalini elementari come sodio, potassio e litio (fusi o in soluzione)
- Miscele intime di polveri metalliche finemente suddivise (ad esempio alluminio o magnesio) con fluoropolimeri in polvere possono reagire violentemente in caso di accensione, ma le temperature di accensione sono ben al di sopra della temperatura massima di esercizio raccomandata per i fluoropolimeri
- Ossidanti estremamente potenti, fluoro (F₂) e composti correlati come il trifluoruro di cloro (ClF₃)
- Soluzioni di NaOH o KOH all'80% alla temperatura di esercizio massima o prossima a quella massima

I solventi organici non attaccano né dissolvono i fluoropolimeri, sebbene possa verificarsi una certa permeazione a seguito sia di assorbimento che di diffusione.

Similmente ai polimeri completamente fluorurati, l'ETFE Everflon™ ha un'eccezionale resistenza all'attacco di sostanze chimiche e solventi che spesso causano il rapido deterioramento di altri materiali plastici. Acidi ossidanti forti, basi organiche e acidi solfonici ad alte concentrazioni e vicini al punto di ebollizione possono influire sulla resina Everflon™ ETFE.



EIGENSCHAFTEN VON EVERFLON™

FLUORPOLYMERE

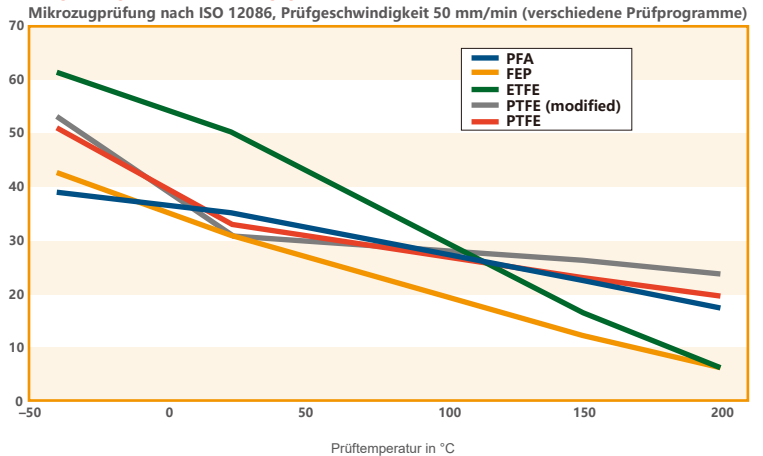
Mechanische Eigenschaften

Die Zugfestigkeitseigenschaften über einen weiten Temperaturbereich sind in der Abbildung dargestellt. Die Messungen wurden an repräsentativen Typen verschiedener Fluorpolymerfamilien durchgeführt.

Everflon™ ETFE ist bei niedrigen und Umgebungstemperaturen zäher als vollständig fluoriierte Fluorpolymere. Bei höheren Temperaturen nähern sich die Kurven an, und oberhalb von 120 °C weisen PTFE und PFA eine höhere Zugfestigkeit als ETFE und FEP auf.

Die Dauerfestigkeit ist eine wichtige Eigenschaft für Bauteile, die wiederholter Beanspruchung ausgesetzt sind. Sie korreliert gut mit der Spannungsrissbeständigkeit eines Materials. Die Dauerfestigkeit und damit die Spannungsrissbeständigkeit eines Bauteils können je nach verwendetem Harztyp, Verarbeitungsbedingungen und Belastungsniveau im Betrieb stark variieren. Molekulargewicht, Zusammensetzung, Kristallinität und Porenanteil sind die Hauptparameter, die die Biegeermüdungsfestigkeit beeinflussen. PTFE im Allgemeinen und Everflon™-Fluorpolymer im Besonderen weisen die höchste Biegeermüdungsfestigkeit aller Fluorpolymere auf und eignen sich daher hervorragend für Anwendungen mit wechselnden und/oder lang anhaltenden Belastungen.

Zugfestigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur



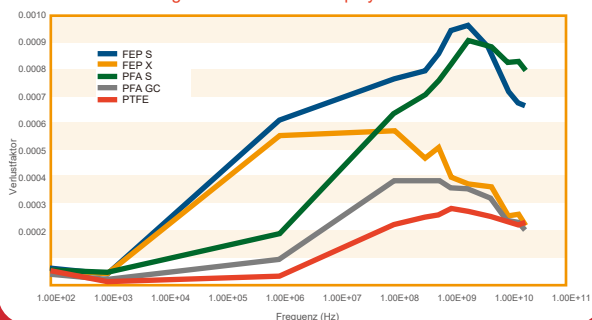
Kriechen und Kaltfließen treten auf, wenn ein Material einer kontinuierlichen Belastung ausgesetzt ist. Bei den meisten Kunststoffen kann die Verformung jedoch selbst bei Raumtemperatur oder darunter erheblich sein; daher der Name „Kaltfließen“. Everflon™ ETFE ist ein zäheres Material als Everflon™ PTFE, FEP oder PFA und kriechbeständiger als Everflon™-Fluorpolymere. Die modifizierten Typen von granuliertem PTFE wurden unter anderem entwickelt, um die Verformung unter Last zu verbessern. Auch die Verwendung eines geringen Füllstoffanteils reduziert die Verformung unter Last erheblich. Beispielsweise weist mit Everflon™-Harz verstärktes Glasfasergewebe nur ein Fünftel der Verformung unter Last von unverstärktem ETFE auf.

EIGENSCHAFTEN VON EVERFLON™

FLUORPOLYMERE

Dielektrische Eigenschaften

Dielektrische Eigenschaften von Fluorpolymeren



Der Verlustfaktor wird von der Signalfrequenz, der Betriebstemperatur sowie der chemischen Zusammensetzung, der Kristallinität und dem Porenanteil der Isolierung beeinflusst. Bei Raumtemperatur bleibt der Verlustfaktor von Everflon™ PTFE im Frequenzbereich von 100 Hz bis 10 MHz mit unter 0,0002 sehr niedrig. Bei Raumtemperatur erreicht der Verlustfaktor zwischen 100 MHz und 20 GHz ($10^8 - 20 \times 10^9$ Hz) ein Maximum von ca. 0,0003. PFA erreicht zwischen 1 GHz und 20 GHz ein Maximum von 0,0010. Modifizierte PFA-Typen wie PFA HP und HP Plus weisen einen deutlich niedrigeren maximalen Verlustfaktor von 0,0004 auf, der dem von PTFE nahekommt.

Bei FEP steigt der Verlustfaktor langsam von unter 0,0001 bei 1 kHz auf 0,0006 bei 30 MHz und erreicht zwischen 1 GHz und 5 GHz einen Maximalwert von 0,0010. Spezielle chemisch modifizierte FEP-Typen weisen einen niedrigeren Verlustfaktor auf.

Everflon™ ETFE hat eine Dielektrizitätskonstante von 2,6 und einen Verlustfaktor von 0,0006 bei niedrigen Frequenzen (<100 Hz), der bei 100 MHz auf 0,0200 ansteigt. Die Luftfeuchtigkeit hat keinen messbaren Einfluss auf die Dielektrizitätskonstante und den Verlustfaktor von ETFE.

Everflon™ PTFE-, FEP- und PFA-Fluorpolymere zeichnen sich durch einzigartige elektrische Eigenschaften aus: eine sehr niedrige Dielektrizitätskonstante (relative Permittivität) von 2,1 über einen weiten Frequenzbereich von 100 Hz bis 50 GHz. Es ist wichtig zu beachten, dass die Ausbreitungsgeschwindigkeit eines Signals in einem Kabel direkt von der Dielektrizitätskonstante und dem Verlustfaktor des Isoliermaterials beeinflusst wird. Je niedriger die Dielektrizitätskonstante, desto höher die Geschwindigkeit. Die Dielektrizitätskonstante lässt sich durch Verringerung der Isolierdichte senken. Es wurden Verfahren entwickelt, um die Dielektrizitätskonstante und den Verlustfaktor des dielektrischen Materials durch die Erzeugung von Hohlräumen zu reduzieren. Dadurch weisen Datenkabel eine geringere Kapazität, eine geringere Dämpfung, eine geringere dielektrische Erwärmung und eine höhere Ausbreitungsgeschwindigkeit auf.

Die Oberflächenlichtbogenbeständigkeit von Everflon™-Harzen ist hoch und wird durch Wärmealterung nicht beeinträchtigt. Bei einem Oberflächenlichtbogen in Luft bilden Everflon™-Harze keine Kriechströme und keine verkohlten Leiterbahnen. Gemäß ASTM D495 überstehen Everflon™ PTFE- und FEP-Harze die maximale Prüfzeit von 300 Sekunden ohne Ausfall.

Während des gesamten Tests wurde mit PFA kein Kriechstrom beobachtet (der Test wurde nach 180 Sekunden ohne Anzeichen von Kriechstrom abgebrochen). Everflon™ ETFE weist eine Trockenlichtbogenbeständigkeit von ca. 70 Sekunden auf.

Die Durchschlagsfestigkeit (geprüft in Öl) von Everflon™ ist hoch und wird durch thermische Alterung bei Temperaturen bis zu 200 °C (392 °F) nicht beeinträchtigt. Die Lebensdauer unter hoher dielektrischer Belastung hängt von der Koronaentladung ab. Der spezifische Widerstand liegt über $10^{16} \Omega \cdot m$ (für ETFE über $10^{14} \Omega \cdot m$). Der spezifische Widerstand wird weder durch thermische Alterung noch durch Temperaturen bis zu den empfohlenen Betriebsgrenzen beeinflusst. Für Anwendungen, bei denen tribostatische Aufladung (elektrostatische Aufladung) auftreten kann, sind spezielle Typen verfügbar, die statische Elektrizität ableiten.

EIGENSCHAFTEN VON EVERFLON™ FLUORPOLYMERE

Reibungs- und Antihafteigenschaften

PTFE weist einen extrem niedrigen Reibungskoeffizienten auf. Werte von 0,02 wurden berichtet. Die niedrigsten Werte werden unter hohem Druck (>3 MPa) und niedriger Geschwindigkeit (<0,1 m/min) erzielt.

Aufgrund seiner sehr niedrigen Oberflächenenergie (18,5 mN/m) besitzt PTFE ausgezeichnete Antihafteigenschaften.

Witterungs-/UV-Beständigkeit

Everflon™-Fluorpolymere sind extrem hydrophob und perlen den Boden nahezu vollständig ab. Nach 24 Stunden in Wasser bei Raumtemperatur und anschließend 2 Stunden in kochendem Wasser wurde eine Feuchtigkeitsaufnahme von <0,03 % gemessen. Sie sind zudem praktisch unempfindlich gegenüber Sauerstoff, Ozon sowie sichtbarem und UV-Licht.

Testmuster, die über viele Jahre nahezu allen klimatischen Bedingungen ausgesetzt waren, haben gezeigt, dass Everflon™ PTFE-, FEP-, PFA- und ETFE-Fluorpolymere vollständig witterungsbeständig sind. Es zeigten sich weder Alterungserscheinungen noch Versprödung. Da bei der Verarbeitung keine Weichmacher, Antioxidantien oder andere Zusatzstoffe verwendet werden, findet kein Auslaugen von Substanzen statt.

Temperaturbeständigkeit

Everflon™ Fluorpolymere sind extrem temperaturstabil. PTFE und PFA können dauerhaft bei 260 °C, FEP bei 205 °C und ETFE bei 155 °C eingesetzt werden.

Bei diesen Temperaturen behalten die Materialien nach 20.000 Stunden mindestens 50 % ihrer ursprünglichen mechanischen Eigenschaften (gemäß ISO 2578 und IEC 60216). Auch bei kryogenen Temperaturen weisen diese Produkte eine gewisse Zähigkeit und Festigkeit auf. PTFE wurde bereits sicher im Weltraum bei Temperaturen nahe dem absoluten Nullpunkt eingesetzt.

Entflammbarkeit

Everflon™ PTFE, FEP und PFA sind im Wesentlichen nicht entflammbar. Sie brennen nur in einer Umgebung mit einem Sauerstoffgehalt von über 95 % (Sauerstoffindex). Der Flammpunkt liegt bei 530 °C. Everflon™ ETFE hat einen Sauerstoffindex von 30. PTFE, FEP, PFA und ETFE sind von UL als Flammenschutzklasse UL 94V-0 eingestuft. Die Verbrennungswärme ist mit 5 kJ/g extrem niedrig (bei ETFE: 12,5 kJ/g). Dies bietet einen zusätzlichen Sicherheitsvorteil, da die „Brennstoffmenge“ bzw. die im Material enthaltene Energie, die im Brandfall freigesetzt werden könnte, sehr gering ist. Zum Vergleich: Die Verbrennungswärme von Polyethylen beträgt 46 kJ/g. Daher erzeugt PE im Brandfall mehr Wärme und breitet ein Feuer aus, im Gegensatz zu Fluorpolymeren (die selbstverlöschend sind).

Flammenausbreitung und Wärmefreisetzungsrate von Fluorpolymeren sind gering. Sie brennen bei Flammeneinwirkung, brennen aber nicht weiter, sobald die Flamme entfernt wird. Die Flammenschutzklasse nach ASTM D635 beträgt eine durchschnittliche Brenndauer (ATB) von < 5 Sekunden und eine durchschnittliche Brandausdehnung (AEB) von < 10 mm.

Aufgrund dieser Eigenschaften eignen sich Fluorpolymere besonders für Anwendungen, bei denen Brandgefahren auf ein Minimum beschränkt werden müssen.



DIE PERFEKTE LÖSUNG FÜR IHRE DESIGNANFORDERUNGEN

Problem	Lösung:Everflon Fluorpolymere
Adhäsion, Freisetzung	Extrem niedrige Oberflächenenergie im Festkörper; somit wird eine ausgezeichnete antihaftende, nicht benetzende Kontaktoberfläche bereitgestellt. Umgekehrt werden diese Harze im geschmolzenen Zustand zu Flüssigkeiten mit niedriger Oberflächenspannung – ideal für Hochleistungs-Schmelzklebstoffe.
Atmosphärisch Altern	Extrem beständig gegen Oxidation, Oberflächenverschmutzung, Verfärbung, UV-Strahlung und Versprödung, wie Tests belegen, die in Florida über einen Zeitraum von bis zu 20 Jahren durchgeführt wurden.
Biologischer Abbau	Inert gegenüber enzymatischen und mikrobiologischen Angriffen, da das reine Polymer diesen Wucherungen keine Nahrung oder Porosität verleiht.
Kontamination	Mit Ausnahme von Spezialqualitäten sind Everflon-Fluorpolymere chemisch inert und rein. Sie enthalten im Allgemeinen keine Zusätze (Weichmacher, Stabilisatoren, Schmiermittel oder Antioxidantien), die Prozessflüssigkeiten verunreinigen könnten.
Korrosion	Beständigkeit selbst gegenüber den aggressivsten organischen und anorganischen Chemikalien und Lösungsmitteln über einen breiten Temperaturbereich.
Dielektrikum Instabilität	Hohe Durchschlagsfestigkeit, niedrige Dielektrizitätskonstante, geringe Verlustfaktoren und extrem hoher spezifischer™Widerstand. Everflon-Fluorpolymere übertreffen die meisten Materialien in Bezug auf Niveau und Stabilität der dielektrischen Eigenschaften bei einem breiten Spektrum von Umgebungsbedingungen.
Entflammbarkeit	Bemerkenswerte Beständigkeit gegen hohe Temperaturen und Flammen aufgrund sehr hoher Schmelzpunkte und Selbstentzündungstemperaturen sowie außergewöhnlicher thermischer Abbauschwellen. Die Flammenausbreitungseigenschaften, wie z. B. Wärmefreisetzungsrate und Rauchentwicklung, sind sehr gering.
Reibung und Verschleiß	Einer der niedrigsten Reibungskoeffizienten aller festen Materialien. Die Abriebfestigkeit lässt sich durch die Verwendung von anorganischen Füllstoffen wie Glasfaser, Graphit und Metallpulver an anspruchsvolle Umgebungen anpassen.
Hitze	Eigenschaftserhalt nach Temperaturbelastung jenseits der Grenze fast aller anderen Thermoplaste und Elastomere. Abhängig von den Endanwendungsanforderungen sind diese Harze häufig für den Dauerbetrieb bei Temperaturen bis zu 260 °C (500 °F) ausgelegt. In bestimmten Fällen können sie auch kurzzeitigen Ausschlägen zu höheren Temperaturen standhalten.
Feuchtigkeit	Extrem hydrophob und absolut hydrolysebeständig. Gute Barrieren gegen das Eindringen von Wasser; typische Eigenschaften und Dimensionsstabilität bleiben auch nach jahrelanger Wasserlagerung erhalten.
Leichte Instabilität	Einer der niedrigsten Brechungsindizes. Das visuelle Erscheinungsbild ändert sich nicht, nachdem es Licht im Bereich von ultraviolett bis infrarot ausgesetzt wurde.
Niedrige Temperatur	Hervorragende Beibehaltung der Eigenschaften, selbst bei kryogenen Temperaturen. Außerdem übertrifft die Beständigkeit bei diesen Temperaturen die der meisten anderen Polymere.
Lebensdauer	Hervorragende Beibehaltung der Eigenschaften nach Alterung, selbst bei hohen Temperaturen und in Gegenwart von Lösungsmitteln, Ölen, Oxidationsmitteln, UV-Licht und anderen Umwelteinflüssen. Da sie keine auslaugbaren oder abbaubaren stabilisierenden Zusatzstoffe verwenden, bieten Everflon-Luorpolymere einen wichtigen Sicherheitsvorteil bei der Entwicklung von Produkten für eine lange Lebensdauer.

EVERFLON™ PTFE

Grundlegende Informationen

Polytetrafluorethylen (PTFE) wird durch Polymerisation von Tetrafluorethylen (TFE)-Monomer hergestellt. Dabei entsteht ein perfluoriertes, geradkettiges Polymer mit hohem Molekulargewicht und einzigartigen Eigenschaften.

TFE wird mittels zweier verschiedener Verfahren polymerisiert: der granulären (auch Suspensions-)Polymerisation und der wässrigen Dispersions- (Emulsions-)Polymerisation.

Im Allgemeinen handelt es sich bei PTFE-Harzen um Homopolymere von Tetrafluorethylen oder, in einigen speziellen Fällen, um modifizierte Homopolymere, die sehr geringe Mengen (weniger als 1 %) eines zusätzlichen perfluorierten Monomers enthalten. Modifizierte Homopolymere weisen besondere Verarbeitungs- und/oder Anwendungseigenschaften auf und behalten gleichzeitig die hervorragenden Eigenschaften von PTFE bei.

Viele der einzigartigen Eigenschaften lassen sich durch die Molekularstruktur von PTFE erklären. Die Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindungen, die das Rückgrat der Polymerkette bilden, und die Kohlenstoff-Fluor-Bindungen sind extrem stark. Die Fluoratome bilden eine regelmäßige, schützende Hülle um die Kohlenstoffkette; diese Hülle schützt das Polymermolekül vor chemischen Angriffen. Es reduziert außerdem die Oberflächenenergie, was zu einem niedrigen Reibungskoeffizienten und Antihafteigenschaften führt.

Um die gewünschten Eigenschaften wie Zähigkeit und Grünfestigkeit zu erzielen, ist ein sehr hohes Molekulargewicht (im Bereich von 10^6 oder 10^7) erforderlich, was eine extrem hohe Schmelzviskosität ($1\text{--}100\text{ GPa}\cdot\text{s}$ oder $10^{10}\text{--}10^{12}\text{ P}$) zur Folge hat. Oberhalb seines Kristallisationsschmelzpunktes ist das Material nicht fließfähig. Daher kann PTFE nicht mit herkömmlichen thermoplastischen Verfahren verarbeitet werden.

Hochmolekulares Polytetrafluorethylen wird von Everflon™ in drei Haupttypen hergestellt und vertrieben: als Granulat, als Feinpulver und als wässrige Dispersion. Jeder Typ erfordert unterschiedliche Verarbeitungstechniken.

Darüber hinaus ist jeder der drei Haupttypen in verschiedene Qualitäten unterteilt, um den unterschiedlichen Anwendungsbereichen besser gerecht zu werden.

Everflon™ PT- FE-Granulat-Form- massen

PTFE-Granulat (auch Formpulver genannt) wird in verschiedenen Qualitäten hergestellt, um ein optimales Verhältnis zwischen Verarbeitbarkeit und Anwendungseigenschaften zu erzielen. Die Verarbeitung erfolgt in der Regel durch Formpressen bei Raumtemperatur, gefolgt von einem Sintern oberhalb des Kristallinitätsschmelzpunkts.

Polymerisation

Everflon™ PTFE-Granulatformmasse wird durch Polymerisation von TFE in wässrigem Medium (Suspensionspolymerisation) hergestellt. Modifiziertes PTFE-Granulat enthält Spuren von fluorierten Comonomeren. Modifiziertes PTFE-Granulat bietet die für Fluoropolymerharze typischen hervorragenden Eigenschaften; darüber hinaus zeichnet es sich durch Schweißbarkeit, verbesserte Verformungsbeständigkeit unter Last, erhöhte Permeationsbeständigkeit und eine höhere Durchschlagsfestigkeit aus.

Nach der Polymerisation wird das hochmolekulare Rohpolymer zu kleinen Partikelgrößen vermahlen. Diese fein verteilten Partikel ermöglichen die Herstellung nahezu porenfreier Teile mit hohen Materialeigenschaften und eignen sich optimal für die gleichmäßige Vermischung mit Füllstoffen. Allerdings neigen die kleinen Partikel eher zum Verklumpen, was die Verarbeitbarkeit beeinträchtigt. Ein optimales Verhältnis zwischen Verarbeitbarkeit und Formbarkeit wird durch Agglomeration (Granulierung) des fein verteilten Harzes erreicht. Verschiedene Harztypen mit unterschiedlichen Granuliergraden sind erhältlich, jeder mit spezifischen Fließ-, Füllichte- und physikalischen Eigenschaften.



Sorten von Everflon™ PTFE-Granulatformmassen

Basic Grades	Hauptmerkmale	Hauptanwendungen
Feinverteiltes Harz (Feinschnitt) Everflon PTFE M40	Nicht freifließend, mittlere Fülldichte, hohe Eigenschaften Harz, geringer Vorformdruck	Compoundierung, hochwertige, geschälte Rohlinge
Leicht granuliertes Harz Everflon PTFE M120	Mittlere Fließfähigkeit, hohe Fülldichte, hochwertige Eigenschaften mittlerer Vorformdruck	Hochwertige geschälte Rohlinge, Kompressions- und isostatisches Formpressen, Plattenformung, Lagerpads
Frei fließendes Harz (granuliert) Everflon PTFE G401	Frei fließend, sehr hohe Fülldichte, hoher Vorformdruck	Automatisches Formen, Kompressionsformen, Ram-Extrusion bei niedrigem Gegendruck
Modified Grades	Hauptmerkmale	Hauptanwendungen
Modifiziertes, feinverteiltes Harz Everflon+ PTFE-Compound	Nicht freifließend, mittlere Fülldichte, hochfestes Harz, geringer Vorformdruck	Compoundierung, hohe Hochwertige, geschälte Bandrohlinge, Platten, Formteile
Modifiziertes, rieselfähiges Harz (granuliert) Everflon+ PTFE-Compound	Riesenfließfähig, hohe Fülldichte, hohe Druckfestigkeit	Plattenformung (Press- und isostatisches Formen), Lagerpads

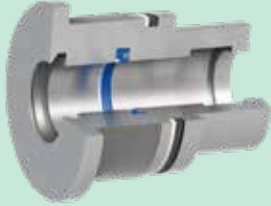
Verarbeitung

Aufgrund seiner extrem hohen Viskosität oberhalb des Schmelzpunktes lässt sich PTFE nicht mit herkömmlichen thermoplastischen Verfahren verarbeiten. PTFE-Granulatformmassen werden mit modifizierten pulvermetallurgischen Verfahren verarbeitet.

Bei diesem Verfahren, dem sogenannten Formpressen, wird das trockene Pulver bei Raumtemperatur zu einer handlichen Form (Vorformling) verpresst. Je nach Sorte werden unterschiedliche Vorformdrücke empfohlen, um optimale Eigenschaften zu erzielen. Nach dem Verpressen wird der Vorformling aus der Form entnommen und über den Schmelzpunkt erhitzt (Sintern). Dadurch verschmelzen die PTFE-Partikel zu einer festen, homogenen Struktur; durch kontrolliertes Abkühlen wird der gewünschte Kristallinitätsgrad erreicht.



Typische Anwendungen



- Dichtungen, Ventilsitze, Faltenbälge, Membranen
- Kolbenringe, Hydraulikdichtungen
- Korrosionsbeständige Auskleidungen
- Lagerplatten
- Bremsbelagsensoren, Lambdasondendichtungen
- Hochspannungsschalter, Kommutatorringe
- Leiterplatten
- Laborgeräte, Bechergläser
- Eisensohlenplatten
- Skibinder

Everflon™ PT- FE-Feinpulver

PTFE-Feinpulver werden durch Koagulation einer wässrigen PTFE-Dispersion hergestellt. Verschiedene Qualitäten sind für spezifische Anwendungen und Herstellungsverfahren erhältlich und unterscheiden sich in Molekulargewicht und Struktur. Die Verarbeitung der Feinpulver erfolgt üblicherweise durch das sogenannte Pastenextrusionsverfahren. Dabei wird das Pulver zunächst mit einem Extrusionshilfsmittel (Gleitmittel) vermischt. Diese angefeuchtete Pulverpaste wird anschließend bei Raumtemperatur durch eine Düse extrudiert. Nach diesem Formgebungsschritt wird das Gleitmittel entfernt und das Extrudat oberhalb des Kristallinitätsschmelzpunktes gesintert. Dieses Verfahren ermöglicht die Herstellung langer Produktlängen aus einem Harz, das nicht schmelzextrudiert werden kann. PTFE-Feinpulver zeichnen sich dadurch aus, dass die primären Dispersionspartikel unter Scherbeanspruchung Fibrillen bilden. Dieses Fibrillennetzwerk verleiht dem Extrudat die notwendige strukturelle Integrität und ermöglicht die Herstellung von Endprodukten mit einzigartigen Eigenschaften. Bei der Verwendung von PTFE-Feinpulver als Additiv sind die Fibrilleneigenschaften wichtig für die Tropfunterdrückung in Thermoplasten.

Polymerisation

Everflon™ Granular-PTFE-Formmasse wird durch Polymerisation von TFE in wässrigem Medium (Suspensionspolymerisation) hergestellt. Modifiziertes Granular-PTFE enthält Spuren fluorierter Comonomere. Die modifizierten Granular-PTFE-Harze bieten die für Fluoropolymerharze typischen hervorragenden Eigenschaften. Darüber hinaus zeichnen sie sich durch Schweißbarkeit, verbesserte Verformungsbeständigkeit unter Last, erhöhte Permeationsbeständigkeit und eine höhere Durchschlagsfestigkeit aus.

Nach der Polymerisation wird das hochmolekulare Rohpolymer zu kleinen Partikeln vermahlen. Diese feinen Partikel ermöglichen die Herstellung nahezu porenfreier Formteile mit hohen Eigenschaften und eignen sich optimal für die gleichmäßige Vermischung mit Füllstoffen. Allerdings neigen die kleinen Partikel eher zum Verklumpen, was die Verarbeitbarkeit beeinträchtigt. Durch Agglomeration (Granulierung) des feinen Harzes wird ein optimales Verhältnis zwischen Verarbeitbarkeit und Formbarkeit erreicht. Es sind verschiedene Harzqualitäten mit unterschiedlichem Granuliergrad erhältlich, jede mit spezifischen Fließ-, Fülllichte- und physikalischen Eigenschaften. Polymerisation



Grades of Everflon™ PTFE Fine Powders

Endprodukt	Verarbeitungskapazität	Hauptanwendungen
Draht und Kabel	Hohes Reduktionsverhältnis (1500:1–5000:1) Everflon™ PTFE F2000	Anschlussdraht, Kfz-Verkabelung
	Mittleres Reduktionsverhältnis (300:1–2000:1) Everflon™ PTFE F1000	Anschlussdraht, Kfz-Verkabelung
	Niedriges Reduktionsverhältnis (<100:1–300:1) Everflon™ PTFE F500	Koaxialkabel, Isolierband
Schläuche und Leitungen	Hohes Reduktionsverhältnis (>1000:1) Everflon™ PTFE F1000	Spaghetti-Schläuche, Katheter
	Niedriges/mittleres Reduktionsverhältnis (<100:1–1000:1) Everflon™ PTFE F500	Industrieschläuche ohne Stütze, Katheter, Wellschläuche Schrumpfschlauch
	Hohe Leistung, hohe Flexibilität, lange Lebensdauer Everflon™ PTFE F500S	Flugzeugschlauch, Generatoren-schlauch, Kfz-Schlauch, Faltenbalg
Ausgekleidete Rohre und Fittings	Großer Durchmesser (>250 mm), geringes Reduktionsverhältnis Everflon™ PTFE 500	Rohrauskleidungen, Säulenausklei-
	Kleiner bis mittlerer Durchmesser (<250 mm) Everflon™ PTFE F1000	Rohrauskleidungen, Säulenausklei-
Ungesinterte Produkte	Geringes Reduktionsverhältnis (20:1–100:1) Everflon™ PTFE 100	Gewindedichtband, Kordeln, Dichtungen

Verarbeitung

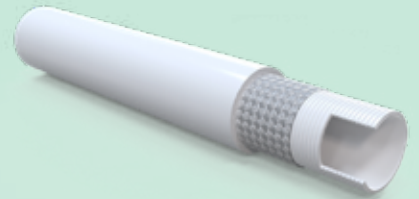
Everflon™ PTFE-Feinpulver werden im sogenannten Pastenextrusionsverfahren verarbeitet. Dabei wird das Pulver zunächst unter kontrollierten Temperaturbedingungen mit einem Schmierstoff (typischerweise einem flüssigen Kohlenwasserstoff) vermischt; Pigmente und/oder Füllstoffe können ebenfalls in diesem Stadium hinzugefügt werden. Nach dem Mischen wird die Mischung konditioniert, um eine vollständige und gleichmäßige Aufnahme des Schmierstoffs durch die Harzpartikel zu gewährleisten. Anschließend wird diese Mischung unter niedrigem Druck zu einem Vorformling verpresst, der danach in den Zylinder eines Pastenextruders eingefüllt wird. Das geschmierte Harz wird dann mit einem Kolben durch ein Werkzeug oder eine geformte Düse gepresst, um eine Beschichtung auf einem Draht, Schlauch, einer Wulst oder einem Band zu erzeugen.

Die während der Extrusion auf das geschmierte Harz wirkende Scherspannung verleiht dem Extrudat durch Fibrillierung Festigkeit. Nach der Extrusion wird der Schmierstoff durch Verdampfung vollständig entfernt (Grünfestigkeit), und das Extrudat wird gesintert – gegebenenfalls gefolgt von weiteren Nachbearbeitungsschritten. Beachten Sie, dass das Extrudat in einigen Anwendungsfällen ungesintert bleibt (z. B. Gewindedichtband, Dichtungsschnur).



Typische Anwendungen

- Kfz-Sensorleitungen
- Koaxialkabel für Hochfrequenztechnik
- Sitzheizungsverkabelung
- Geräteverkabelung
- Flugzeugverkabelung
- Kabelschutzrohre
- Schläuche und Leitungen für den Chemikalien-transfer
- Wellrohre
- Rohre, Schläuche mit kleinem Durchmesser, Chromatographieschläuche
- Schrumpfschläuche
- Ausgekleidete Rohre und Fittings
- Wärmetauscherrohre
- Hydraulikschläuche
- Kraftstoffleitungen – Flugzeug, Kfz
- Schnellspann-Kabelauskleidung
- Dichtungen, Dichtmittel
- Filter, Membranen
- Monofilamente, Fasern
- Profile



Everflon™ PTFE-Wasserdispersionen



PTFE-Wasserdispersionen sind milchig-weiße Dispersionen von PTFE-Partikeln in wässrigem Medium, stabilisiert durch Netzmittel. Die Dispersion enthält typischerweise 30–60 Gew.-% Polymerpartikel und ein Tensid. Die Eigenschaften der PTFE-Partikel und die Art des Tensids hängen von der Anwendung ab. Durch Zugabe weiterer fester oder flüssiger Bestandteile können sie an spezifische Anforderungen angepasst werden.

PTFE-Wasserdispersionen werden durch Sprühen, Tauchen oder Imprägnieren auf Substrate aufgebracht. Nach dem Auftragen der Dispersion auf das Substrat werden Wasser und Tenside durch Verdunstung entfernt und das PTFE gesintert. Das Substrat muss den typischen Sintertemperaturen von PTFE standhalten.

In Sonderfällen, wie z. B. bei imprägnierten Packungen, wird das PTFE nicht gesintert, um die Flexibilität zu erhalten.

PTFE-Wasserdispersionen können auch als Additiv in Thermoplasten (als Tropfstoppmittel) oder in staubigen Produkten zur Staubbindung eingesetzt werden. Wie bei PTFE-Feinpulvern fibrillieren auch wässrige Dispersionspartikel unter Scherung, und diese PTFE-Fibrillen bilden ein Netzwerk innerhalb des Wirtsmaterials, das den Staub zurückhält oder im Brandfall das Abtropfen brennender Tropfen verhindert.

Everflon™ PTFE-Dispersionen sind milchig-weiße Flüssigkeiten, die aus hydrophoben, negativ geladenen PTFE-Harzpartikeln im Submikrometerbereich in Wasser suspendiert sind. Die gängigste Dispersion weist eine durchschnittliche Partikelgröße von 0,2 µm (200 Nanometer) auf – die optimale Partikelgröße für die meisten Anwendungen. Die Rohdispersion wird üblicherweise stabilisiert, neutralisiert und konzentriert. Die Stabilisierung mit einem nichtionischen oder anionischen Tensid verbessert die Scherstabilität, die Benetzung des Substrats und fördert die Filmbildung bei Beschichtungsprozessen. Die hohe Anwendbarkeit dieser Dispersionen beruht auf ihrer flüssigen Form. Diese Eigenschaft ist besonders vorteilhaft, da Everflon™ PTFE-Harze nicht für die Verarbeitung in geschmolzener oder gelöster Form geeignet sind.

Wässrige Everflon™ PTFE-Dispersionen sind in verschiedenen Qualitäten erhältlich, die auf die jeweilige Anwendung abgestimmt sind. Jede Dispersion zeichnet sich durch ein spezifisches Molekulargewicht und eine spezifische Molekularstruktur, Partikelgröße und -form, Art und Menge des zugesetzten Tensids, pH-Wert und Feststoffgehalt aus. Zudem sind wässrige Dispersionen von Everflon™ FEP- und PFA-Fluoropolymeren (schmelzverarbeitbar) sowie Everflon™ PTFE-Fluoradditive verfügbar.

Everflon™ PTFE-Dispersionen in wässriger Form

Grades	Hauptmerkmale	Hauptanwendungen
Allzweck Everflon™ PTFE D60P	Einfache Handhabung, gute Benetzung	Imprägnierung von Garnen für Dichtungen und Packungen
Gewebebeschichtung Everflon™ PTFE D60F	Hoher Schichtaufbau, glatte Oberfläche, Schweißbarkeit, gute Benetzung, geringe Schaumbildung, scherstabil	Beschichtete Architekturgewebe, beschichtetes Glasfasergewebe für Förderbänder, flexible Leiterplatten, Gießfolie
Metallbeschichtung Everflon™ PTFE D60C	Filmbildend, gute Hochtemperatureigenschaften, undurchlässig, hohe kritische Rissdicke (CCT)	Beschichtungen für Industrie- und Kochgeschirranwendungen
Spezialanwendungen Everflon™ PTFE D60P	Gute Benetzung, gute Haftung, hohe Temperaturbeständigkeit, langlebig	Compoundierung, hochwertige geschälte Bandblöcke, Platten, Formteile
Additiv Everflon™ PTFE D60A	Homogen, einfache Handhabung	Plattenformung mit Kompressions- und isostatischer Formgebung, Lagerpads

Verarbeitung

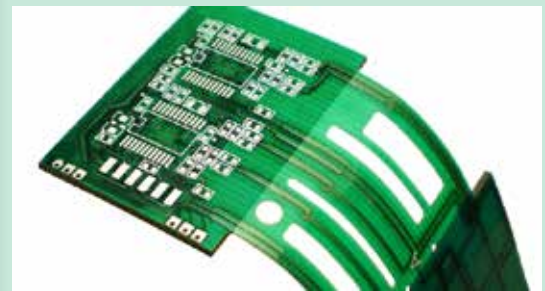
Die Anwendungsgebiete von Everflon™ PTFE-Dispersionen lassen sich in die Kategorien Beschichten, Imprägnieren, Veredeln und Mischen einteilen. Bei der Beschichtung von Glasgewebe wird die wässrige PTFE-Dispersion durch Eintauchen des Gewebes in ein Dispersionsbad aufgebracht. In einem typischen Beschichtungsprozess wird das Glasgewebe kontinuierlich von einer Rolle abgewickelt und in ein Tauchbad geführt, wo es vollständig in die wässrige Everflon™ PTFE-Dispersion eingetaucht wird. Das imprägnierte Gewebe wird aus dem Bad entnommen, überschüssige Dispersion abgewischt, das Gewebe durchläuft die Trocknungszone zur Wasserentfernung, anschließend wird es „gebacken“, um organische Netzmittel zu entfernen, und schließlich durchläuft es eine Sinterzone. Das fertige oder halbfertige Produkt wird auf eine Aufwickelrolle aufgewickelt. Dasselbe Gewebe durchläuft die Anlage so oft, bis das gewünschte Gewicht und die gewünschte Dicke erreicht sind.

Verschiedenste poröse Strukturen können mit Everflon™ PTFE-Dispersion imprägniert werden. Die Dispersion eignet sich aufgrund ihrer niedrigen Viskosität, der extrem kleinen Partikel und der Wirkung des Tensids, das die Benetzung der Oberflächen unterstützt und die Kapillarwirkung fördert, hervorragend zur Imprägnierung.



Typische Anwendungen

- Architekturmembranen (flexible Beschichtungen)
- Elektrische Isolierung in Motoren und Generatoren
- Decklack für die Luft- und Raumfahrtverkabelung
- Flexible Leiterplatten
- Antihaft-Förderbänder
- Antihaffolie für Heißsiegelgeräte
- Imprägnierte Garne für Dichtungen und Packungen
- Beschichtete Filtersäcke
- Lager
- Fasern
- Bindemittel für Einweg- und Akkumulatoren



Everflon™ PT- FE-Fluoradditive

PTFE-Fluoradditive sind fein verteilte, rieselfähige, weiße PTFE-Harzpulver. Sie bilden eine eigenständige Produktlinie und unterscheiden sich deutlich von den bekannten Everflon™ PTFE-Form- und Extrusionspulvern.

Die Unterschiede umfassen:

- Niedrigeres Molekulargewicht (im Bereich von $2,5 \times 10^4$ bis 25×10^4)
- Kleinere Partikelgröße (1–20 µm)
- Unterschiedliche Partikelform und -morphologie

Everflon™ PTFE-Fluoradditive sind primär für die Verwendung als Komponenten in geringen Mengen in Mischungen mit anderen festen oder flüssigen Materialien konzipiert. Bereits in kleinen Mengen können sie verschiedenen Materialien einige der einzigartigen Eigenschaften von PTFE verleihen, wie z. B. einen reduzierten Reibungskoeffizienten und mechanischen Verschleiß sowie eine erhöhte Abriebfestigkeit. Die Produktpalette bietet eine Auswahl an Partikelgrößen und -morphologien, um eine optimale Vermischung mit unterschiedlichen Materialien zu gewährleisten.



Everflon™ Fluoradditive gehören zur Fluoropolymerfamilie von C&F Chemicals. Es handelt sich um weiße, rieselfähige PTFE-Pulver mit niedrigem Molekulargewicht, die als Additive in anderen Materialien oder Systemen eingesetzt werden. Sie unterscheiden sich von PTFE-Granulaten und Feinpulvern durch ihre sehr geringe Partikelgröße (typischerweise 2 bis 20 µm), ihr niedriges Molekulargewicht sowie ihre Handhabung und Verarbeitung. Everflon™ MV Fluoradditive sind in einem breiten Temperaturbereich von -190 bis 250 °C (374 bis 482 °F) einsetzbar und können je nach Anwendung Antihalt-, Schmier-, Verschleißfestigkeits- und Verstärkungseigenschaften bieten.

Je nach Material können Everflon™ Fluoradditive die Abriebfestigkeit erhöhen, den Reibungskoeffizienten und den mechanischen Verschleiß reduzieren, Oberflächenverunreinigungen verringern und das Erscheinungsbild des Basismaterials modifizieren. Everflon™ Fluoradditive bieten zudem spezifische Vorteile für Spezialprodukte. Beispielsweise profitieren thermoplastische Bauteile wie Zahnräder von verbesserter Verschleißfestigkeit und reduzierter Reibung. Stick-Slip-Effekte lassen sich eliminieren. Elastomerdichtungen für unterschiedlichste Umgebungen weisen eine höhere Reiß- und Abriebfestigkeit auf. Lithografische, flexografische und Tiefdruckfarben können für besseren Bildschutz und höhere Produktivität formuliert werden.

Als Pulver, Paste oder Spray eingesetzt, lassen sich Everflon™-Fluoradditive zu universellen Festschmierstoffen verarbeiten. Als Paste eignen sie sich beispielsweise als Hochleistungsdichtstoffe oder als Schmierstoffe für Verschleißflächen in aggressiven Umgebungen. Das Pulver kann in Wasser oder einem organischen Lösungsmittel dispergiert werden und bietet so eine weitere Option für die direkte Anwendung oder als Additiv.

Aufgrund ihres niedrigen Molekulargewichts sind Everflon™-Fluoradditive nicht als Form- oder Extrusionspulver geeignet. Im Gegensatz zu einigen anderen Mikropulvern auf dem Markt, die auf recyceltem PTFE basieren, werden Everflon™-Fluoradditive aus neuem PTFE hergestellt oder direkt polymerisiert. Dadurch wird eine bessere Gleichmäßigkeit und eine inhärente Sauberkeit erreicht.

Sorten von Everflon™ PTFE-Additiven

Grades	Hauptmerkmale	Hauptanwendungen
Granulat auf PTFE-Basis Everflon™ PTFE MV	Geringe spezifische Oberfläche (2,3–4,5 m²/g), nicht agglomeriertes Pulver	Thermoplaste, Druckfarben, Beschichtungen
Feinpulver auf PTFE-Basis Everflon™ PTFE FV	Hohe spezifische Oberfläche (5–11 m²/g), brüchige Agglomerate aus kleinen (0,2 µm) Primärpartikeln	Thermoplaste, Elastomere, Beschichtungen, Schmierstoffe und Fette
Polymerisiertes PTFE Everflon™ PTFE TV	Hohe spezifische Oberfläche (8–12 m²/g), brüchige Agglomerate aus kleinen Primärpartikeln (0,2 µm). Geringer Gehalt an aktiven Endgruppen.	Elastomere, Druckfarben, Beschichtungen, Coil Coating, Fette
Wässrige Dispersion Everflon™ PTFE D60A	Milchig-weiße Dispersion mit 59–61 % Feststoffgehalt aus 0,2 µ m PTFE-Partikeln, stabilisiert mit einem nichtionischen Netzmittel	Additiv für Farben, Lacke und Trennmittel

Verarbeitung

Everflon™ Fluoradditive gehören zur Fluorpolymerfamilie von C&F Chemicals. Es handelt sich um weiße, rieselfähige PTFE-Pulver mit niedrigem Molekulargewicht, die als Additive in anderen Materialien oder Systemen eingesetzt werden. Sie unterscheiden sich von PTFE-Granulaten und Feinpulvern durch ihre sehr geringe Partikelgröße (typischerweise 1 bis 20 µm), ihr niedriges Molekulargewicht sowie ihre Handhabung und Verarbeitung. Everflon™ MV Fluoradditive sind in einem breiten Temperaturbereich von -190 bis 250 °C (374 bis 482 °F) einsetzbar und können je nach Anwendung Antihaft-, Schmier-, Verschleißfestigkeits- und Verstärkungseigenschaften bieten.

Je nach Material können Everflon™ Fluoradditive die Abriebfestigkeit erhöhen, den Reibungskoeffizienten und den mechanischen Verschleiß reduzieren, Oberflächenverunreinigungen verringern und das Erscheinungsbild des Basismaterials modifizieren. Everflon™ Fluoradditive bieten zudem spezifische Vorteile für Spezialprodukte. Beispielsweise profitieren thermoplastische Bauteile wie Zahnräder von verbesserter Verschleißfestigkeit und reduzierter Reibung. Stick-Slip-Effekte lassen sich eliminieren. Elastomerdichtungen für unterschiedlichste Umgebungen weisen eine höhere Reiß- und Abriebfestigkeit auf. Lithografische, flexografische und Tiefdruckfarben können für besseren Bildschutz und höhere Produktivität formuliert werden.

Als Pulver, Paste oder Spray eingesetzt, lassen sich Everflon™-Fluoradditive zu universellen Festschmierstoffen verarbeiten. Als Paste eignen sie sich beispielsweise als Hochleistungsdichtstoffe oder als Schmierstoffe für Verschleißflächen in aggressiven Umgebungen. Das Pulver kann in Wasser oder einem organischen Lösungsmittel dispergiert werden und bietet so eine weitere Option für die direkte Anwendung oder als Additiv.

Aufgrund ihres niedrigen Molekulargewichts sind Everflon™-Fluoradditive nicht als Form- oder Extrusionspulver geeignet. Im Gegensatz zu einigen anderen Mikropulvern auf dem Markt, die auf recyceltem PTFE basieren, werden Everflon™-Fluoradditive aus neuem PTFE hergestellt oder direkt polymerisiert. Dadurch wird eine bessere Gleichmäßigkeit und eine inhärente Sauberkeit erreicht.



Typische Anwendungen

- Zur Modifizierung von Thermoplasten für reduzierte Reibung und Stick-Slip-Effekte, verbesserte Verschleißfestigkeit und höhere PV-Grenzwerte.
- In Elastomeren für verbesserte Abriebfestigkeit, höheren Reibungskoeffizienten, höhere Reißfestigkeit und bessere Trenneigenschaften.
- In Lithografie-, Flexodruck- und Tiefdruckfarben für bessere Abrieb- und Scheuerfestigkeit, Gleitfähigkeit und Oberflächenglätte.
- In Beschichtungen (sowohl auf Wasser- als auch auf Kohlenwasserstoffbasis) für bessere Wasserabweisung, Flecken- und Scheuerbeständigkeit, verbesserte Antihaftwirkung und geringere Reibung.
- Zur Modifizierung von Dichtstoffen und Schmierstoffen für reduzierten Verschleiß und geringere Reibung. Im Extrusionsprozess als Verarbeitungshilfsmittel.

EVERFLON™ FEP



HINTERGRUND

FEP (perfluoriertes Ethylen-Propylen) ist ein Copolymer aus TFE und Hexafluorpropylen (HFP). Es behält die meisten der wünschenswerten Eigenschaften von PTFE bei, besitzt aber eine Schmelzviskosität, die für die konventionelle Schmelzverarbeitung ausreichend niedrig ist. Der Schmelzpunkt von FEP liegt bei etwa 260 °C, der erste Schmelzpunkt von PTFE bei etwa 340 °C. Die Dauereinsatztemperatur von FEP beträgt 205 °C, im Vergleich zu 260 °C bei PTFE.

Everflon™ FEP-Harze sind in verschiedenen Qualitäten erhältlich, um unterschiedlichen Verarbeitungs- und Anwendungsanforderungen gerecht zu werden. Die verschiedenen FEP-Qualitäten unterscheiden sich hauptsächlich im Molekulargewicht, bieten aber alle die gleiche Temperaturbeständigkeit (205 °C), elektrische Leistung und chemische Beständigkeit. Mit steigendem Molekulargewicht und der damit verbundenen höheren Schmelzviskosität verbessern sich die mechanischen Eigenschaften und die Beständigkeit gegen Spannungsrisskorrosion. Diese Verbesserungen gehen jedoch auf Kosten der Verarbeitbarkeit und insbesondere der Verarbeitungsgeschwindigkeit. Modifizierte Qualitäten sind erhältlich, die eine verbesserte Kombination aus Spannungsrissbeständigkeit und Verarbeitungsgeschwindigkeit bieten.

Sorten von Everflon™ FEP-Harz

Grades	Haupteigenschaften	Hauptanwendungen
Allgemeine Anwendungen	Hohe Produktivität, Schmelzflussrate (MFR) 5–7 g/10 min Everflon™ FEP T4608 & 4610	Drahtisolierung, Schläuche (≤ 2 mm Durchmesser), Spritzgussteile
Optimale Ausbeute	Optimales Verhältnis von Produktivität und Spannungsrissbeständigkeit, Schmelzflussrate (MFR) 4–10 g/10 min Everflon™ FEP 4610	Drahtisolierung und -ummantelung
Hohe Produktivität	Höchste Spannungsrissbeständigkeit, Schmelzflussrate (MFR) ≤ 5 g/10 minEverflon™ FEP 4603 & 4601	Schläuche (≥ 2 mm Durchmesser)
Hohe Ausbeute	Maximale Produktivität, Schmelzrate (MFR) > 30 g/10 min Everflon™ FEP 4630	Folien, chemische Auskleidungen, Anwendungen mit hoher Beanspruchung, Draht- und Kabelanwendungen
	Geringe Wärmeverluste Faktor, MFR >20 g/10 min Everflon™ FEP 4622	Isolierung kleiner Drähte und Kabel (≤1,0 mm Durchmesser), Spritzgussteile
Schaumharze	Verbundharze für physikalische und chemische Systeme Everflon+™ FEP CF&PF	Geschäumte Kabelisolierungen, Hochfrequenz-Datenkabel mit minimaler Verformung
Farbige Harze	Vorgefärbte Harze und Farbmasterbatch-Harze Everflon+™ FEP CC&PC	Farbige Kabel und Mäntel, Schläuche
Wässrige Dispersion	Einfache Handhabung, Benetzbarkeit Everflon™ FEP D50	Decklack für Kabel oder Architekturtextilien
Modifiziertes Harz	Verbesserte Rissbeständigkeit und Verarbeitungstemperatur Everflon ^{ultra} ™ FEP X Grade	Draht- und Kabelisolierung sowie

Verarbeitung

Everflon™ FEP-Fluorpolymerharze werden mit konventionellen Schmelzextrusionsverfahren sowie durch Spritzgießen, Pressen, Transfergießen und Blasformen verarbeitet.

Die hohe Schmelzfestigkeit und das gute Abzugsvermögen dieser Harze ermöglichen den Einsatz großer Düsen und Abzugswerkzeuge zur Steigerung der Produktionsrate. Anlagen, die mit geschmolzenem Harz in Berührung kommen, sollten aus korrosionsbeständigen Metallen gefertigt sein. Extruderzylinder mit größerem Längen-Durchmesser-Verhältnis gewährleisten bei hohen Produktionsraten eine ausreichende Verweilzeit zum Schmelzen dieser Hochtemperaturpolymere. Für das Spritzgießen werden Schneckenextruder empfohlen.

Typische Anwendungen

- Ummantelung und Primärleitungen von Datenkommunikationskabeln
- Geräteverdrahtung
- Heizkabel
- Motorverdrahtung für Kraftfahrzeuge
- Verdrahtung für die Luft- und Raumfahrt
- Isolierung von Elektromotoren für Tauchpumpen
- Schutzhüllen für Elektromotoren
- Chemikalienauskleidung
- Ausgekleidete Ventile
- Wärmeschrumpfschläuche
- Schläuche, Schläuche mit kleinem Durchmesser, Chromatographieschläuche
- Bruchsichere Lampenabdeckung
- Architekturgewebe (Deckschicht)



HINTERGRUND

Everflon™ PFA-Harz ist ein Copolymer aus TFE und Perfluorvinylether. PFA ist schmelzverarbeitbar und hat einen Schmelzpunkt von ca. 305 °C. Die Dauereinsatztemperatur entspricht der von PTFE, d. h. 260 °C.

Everflon™ PFA bietet die hervorragende Kombination der für Everflon™-Fluorpolymere charakteristischen Eigenschaften: Alterungsbeständigkeit, chemische Inertheit, außergewöhnliche dielektrische Eigenschaften, Zähigkeit und Flexibilität, niedriger Reibungskoeffizient, Antihafteigenschaften, vernachlässigbare Feuchtigkeitsaufnahme sowie ausgezeichnete Witterungs- und UV-Beständigkeit. Everflon™ PFA C bietet elektrische Leitfähigkeit zur Ableitung statischer Elektrizität.

Everflon™ PFA ist auch als wässrige Dispersion für Beschichtungs- und Imprägnierzwecke erhältlich.



Sorten von Everflon™ PFA-Harz

Grades	Haupteigenschaften	Hauptanwendungen
Allgemeine Anwendung	Höchste Beständigkeit gegen Spannungsrissskorrosion, hohes Molekulargewicht Schmelzrate (MFR) 1,6–2,3 g/10 min Everflon™ PFA 403	Auskleidung von Bauteilen für die chemische Industrie, Transferformteile, Rohrextrusion
	Extrusions- und Spritzgussharz, mittleres Molekulargewicht, hohe Beständigkeit gegen Spannungsrissskorrosion MFR 6–14 g/10 min Everflon™ PFA 410	Rohrextrusion, Spritzguss- oder Blasformteile, chemische Auskleidungen
	Extrusions- und Spritzgussharz, mittleres Molekulargewicht MFR 20–30 g/10 min Everflon™ PFA 420	Draht- und Kabelisolierung und -ummantelung, Spritzguss- oder Blasformteile, Schlauchextrusion
	Hochgeschwindigkeitsextrusion, hohe Produktivität, niedriges Molekulargewicht MFR 35–45 g/10 min Everflon™ PFA 430	Beschichtung dünner Drähte, Spritzguss
Hohe Reinheit	Premium-Harz mit minimalem Anteil an extrahierbaren Bestandteilen, hohem Molekulargewicht und hoher Beständigkeit gegen SpannungsrisseSchmelzrate (MFR): 1,7–2,3 g/10 min Everflon™ PFA GC403	Komponenten für die Flüssigkeitsförderung in kritischen Prozessen mit hohen Reinheitsanforderungen, z. B. in der Halbleiter-, Pharma- und Biotechnologieindustrie
	Premium-Harz mit minimalem Anteil an extrahierbaren Bestandteilen, mittlerem Molekulargewicht und hoher Spannungsrisssbeständigkeit MFR 6–14 g/10 min Everflon™ PFA GC410	Komponenten für die Flüssigkeitsförderung in kritischen Prozessen mit hohen Reinheitsanforderungen, z. B. in der Halbleiter-, Pharma- und Biotechnologieindustrie
	Premium-Harz mit minimalem Gehalt an extrahierbaren Bestandteilen, niedrigem Molekulargewicht MFR 20–30 g/10 min Everflon™ PFA GC420	Komponenten für die Flüssigkeitsförderung in kritischen Reinstoffprozessen wie Halbleiter-, Pharma- und Biotechnologie
	Premium-Harz mit Niedrigster Gehalt an extrahierbaren Stoffen, niedriges Molekulargewicht, maximale Produktivität MFR 35–45 g/10 min Everflon™ PFA GC430	Verlustarme, kleine Datenkabel, kleine Spritzgussteile für hochreine Anwendungen
Rotationsformharz	Hochwertiges Harz in Pulverform mit minimalem Anteil an extrahierbaren Bestandteilen, verbesserter Biegefestigkeit und Spannungsrisssbeständigkeit Everflon™ PFA GS04	Pumpengehäuse, Behälter, Armaturen mit Sonderformen für die Handhabung hochreiner Chemikalien
Antistatisch	Antistatisches, halbleitendes Harz Everflon™ PFA C-Qualität	Ausgekleidete Bauteile für CPI
Wässrige Dispersion	Einfache Handhabung, gute Benetzbarkeit Everflon™ PFA D450	Decklack für Kabel und Architekturtextilien

Verarbeitung

Everflon™ PFA-Fluoropolymerharze werden mit herkömmlichen Schmelzextrusionsverfahren sowie durch Spritzgießen, Pressen, Rotationsformen, Transferformen und Blasformen verarbeitet. Die hohe Schmelzfestigkeit und Wärmebeständigkeit dieser Kunststoffe ermöglichen den Einsatz relativ großer Düsenöffnungen und Hochtemperatur-Abziehverfahren, wodurch die Verarbeitungsgeschwindigkeit erhöht wird. Für das Spritzgießen werden Schneckenextruder mit hin- und hergehender Bewegung empfohlen. Korrosionsbeständige Metalle sollten im Kontakt mit dem geschmolzenen Kunststoff verwendet werden. Lange Extruderzylinder im Verhältnis zum Durchmesser gewährleisten die Verweilzeit, die zum Erhitzen des Kunststoffs auf die erforderlichen Verarbeitungstemperaturen benötigt wird.

Typische Anwendungen

- Ausgekleidete Ventile, Armaturen und Pumpen
- Chemische Auskleidungen
- Behälter
- Waferträger
- Laborgeräte
- Heizkabel
- Geräteverkabelung
- Protokollierungskabel
- Steckverbinder
- Kabelschutzrohre
- Schläuche
- Well- und Wellschläuche
- Schrumpfschläuche
- Architekturtextilien



EVERFLON™ ETFE



HINTERGRUND

Everflon™ ETFE-Harz ist ein modifiziertes Copolymer aus TFE und Ethylen. ETFE ist schmelzverarbeitbar und mechanisch zäher und steifer als PTFE-, FEP- oder PFA-Harze. Es weist eine höhere Durchschnits-, Abrieb- und Kriechfestigkeit auf.

Die chemischen, dielektrischen und thermischen Eigenschaften von ETFE ähneln denen der vollständig fluorierten Everflon™-Typen PTFE, FEP und PFA. Allerdings wird ETFE durch starke oxidierende Säuren, organische Basen (wie Amine) und Sulfonsäuren in hohen Konzentrationen und nahe ihrem Siedepunkt unterschiedlich stark beeinträchtigt. Zu seinen weiteren Hauptmerkmalen zählen die einfache Verarbeitung, die geringere Dichte (1,7) im Vergleich zu Everflon™ FEP, PFA und PTFE sowie die verbesserte Strahlungsbeständigkeit.

Everflon™ ETFE ist gemäß dem Standardkriterium von 20.000 Stunden für den Dauerbetrieb bis 155 °C geeignet.

Everflon™ zeichnet sich durch gute Verarbeitbarkeit, eine Dichte von 1,7 und hohe Strahlungsbeständigkeit aus. Die meisten Typen sind für die Dauerexposition bei 150 °C gemäß dem 20.000-Stunden-Kriterium ausgelegt und erfüllen die Anforderungen der internationalen Norm ISO 6722 Klasse F (-40 bis 200 °C – Straßenfahrzeuge – 60-V- und 600-V-Einleiterkabel).

Everflon™ ETFE ist auch mit 25 % Glasfaserverstärkung und als antistatische Variante sowie in funktionalisierten Typen für Anwendungen erhältlich, die eine Verklebung mit anderen Polymeren erfordern.

Everflon™ ETFE-Harztypen

Grades	Hauptmerkmale	Hauptanwendungen
Universalharz	Universalharz mit mittlerem Molekulargewicht. Everflon™ ETFE 4003, Schmelzflussrate 2–4 g/10 min	Draht- und Kabelisolierung und -ummantelung, Spritzgussteile, Folien, Schläuche
	Universalharz mit mittlerem Molekulargewicht und verbesserter Spannungsrisssbeständigkeit Everflon™ ETFE 4010, Schmelzflussrate 6–14 g/10 min	Folien, Schläuche, Spritzgussteile, Draht- und Kabelisolierung und -ummantelung, Bohrlochmesskabel, Komponenten für die chemische Industrie
	Extrusions- und Spritzgussharz mit mittlerem Molekulargewicht Everflon™ ETFE 4020, Schmelzflussrate 20–30 g/10 min	Isolierung kleiner Drähte und Kabel (0,5 mm und kleiner), dünnwandige Extrusion, Spritzgussteile
Qualität für Geräteverdrahtung	Höhere Temperaturbeständigkeit, flexibler, Schmelzflussrate 5–10 g/10 min	Geräteverdrahtung UL Style 10412-600 V 200 °C
Rotationsformharz	Hochwertiges Harz in Pulverform, entwickelt für den Einsatz im Rotationsformen Everflon™ ETFE GS40	Pumpengehäuse, Behälter, Fittings, Rohrab-schnitte mit Sonderformen für den Umgang mit Chemikalien
Antistatisch	Statisch ableitendes, halbleitendes Harz Everflon™ ETFE C	Ausgekleidete Bauteile für CPI, extrudierte Schläuche und Rohre

Verarbeitung

Everflon™ ETFE-Fluorpolymerharze werden mit konventionellen Schmelzextrusionsverfahren sowie durch Spritzgießen, Verpressen, Transfergießen, Rotationsformen und Blasformen verarbeitet. Die relativ hohe Fließfähigkeit dieser Harze ermöglicht im Vergleich zu Everflon™ FEP und PFA höhere Verarbeitungsgeschwindigkeiten bei geringerem Materialabzug.

Schneckenspritzgießmaschinen mit Hubkolbenfunktion sind bevorzugt. Für den Langzeiteinsatz sollten korrosionsbeständige Metalle verwendet werden, die mit dem geschmolzenen Harz in Kontakt kommen. Um eine ausreichende Verweilzeit zum Schmelzen dieser Hochtemperaturharze zu gewährleisten, sollten im Verhältnis zum Durchmesser lange Extruderzylinder verwendet werden.

Typische Anwendungen

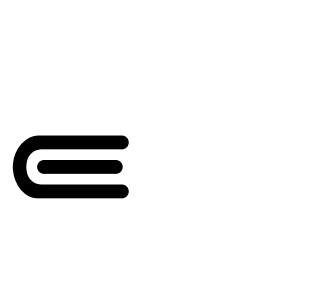
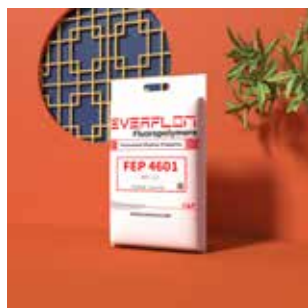
- Kfz-Verkabelung
- Luft- und Raumfahrtverkabelung
- Heizkabel
- Geräteverkabelung
- Bohrlochkabel und -schläuche
- Ventile, Ventilsitze
- Dichtungen
- Pumpen
- Rohrpackungen
- Durchflussmesser
- Rohrleitungen
- Architekturfolien
- Trennfolien



Haupttypische Eigenschaften von Everflon™ Fluorpolymeren

Typische Eigenschaften	Prüfverfahren	Einheit	Everflon™ PTFE	Everflon™ FEP	Everflon™ PFA	Everflon™ ETFE
Mechanisch						
Spezifisches Gewicht	ISO 1183		2.16	2.15	2.15	1.71
Zugfestigkeit	ISO 12086	MPa				
-40 °C			52	43	39	61
23 °C			26–36	20–34	25–35	45–51
150 °C			25	12	23	17
200 °C			22	6.3	17	6.5
Dehnung	ISO 12086	%				
-40 °C			115	235	250	180
23 °C			325	325	350	200–375
150 °C			540	375	515	740
200 °C			560	395	535	630
Streckgrenze	ISO 12086	MPa				
-40 °C			28.2	26.4	26.5	41.7
23 °C			13.7	13.1	14.5	22.9
150 °C			6.2	5.5	8.3	6.0
200 °C			4.6	3.4	5.9	3.8
Zugmodul	ISO 12086	MPa				
-40 °C			795	465	520	880
23 °C			480	520	435	840
150 °C			60	34	57	53
200 °C			60	20	46	30
Biegemodul (23 °C)	ISO 178	MPa	490	550–655	520–690	1,000–1,380
Biegefestigkeit (MIT, 0,2 mm, 270° Biegung)	ASTM D2176	Cycles	885,000–>90 x 10 ⁶	5,000–1 x 10 ⁶	7,000–2 x 10 ⁶	1,500–60,000
Schlagzähigkeit	ASTM D256	J/m				
23 °C			185	No break	No break	No break
-54 °C			107	158	155	>1,100
Härte	ISO 868	Shore	D-55	D-55	D-56	D-67
Reibungskoeffizient	ASTM D3702		0.1	0.3	0.2	0.4

Typische Eigenschaften	Prüfverfahren	Einheit	Everflon™ PTFE	Everflon™ FEP	Everflon™ PFA	Everflon™ ETFE
Thermal						
Maximale Schmelztemperatur	ASTM D4591	°C (°F)	327 (621)	260 (500)	305 (581)	265 (509)
Betriebstemperatur (20.000 h)	ISO 2578	°C (°F)	260 (500)	205 (401)	260 (500)	155 (311)
Flammklasse	UL94		94V-0	94V-0	94V-0	94V-0
Sauerstoffindex	ISO 4589	%	>95	>95	>95	30–32
Temperaturindex	NES 715	°C (°F)	>400 (>752)	>400 (>752)	>400 (>752)	ca 290 (554)
Verbrennungswärme	ISO 1716 (NFPA-259)	kJ/g	4.9–5.0	4.8–5.1	4.7–4.9	12.4–12.6
Elektrische Eigenschaften						
Durchschlagsfestigkeit	IEC 60243	kV/mm				
Folie 0,25 mm			85	78	74	62
Folie 1,00 mm			35	35	33	30
Relative Permittivität (Dielektrizitätskonstante)	ASTM D150		2.05	2.03	2.03	2.47
		1 GHz	1.99	2.02	2.02	2.29
Verlustfaktor	ASTM D150	1 MHz	0.00003	0.00061	0.00019	0,00550
		1 GHz	0.00028	0.00094	0.00082	0,01430
Lichtbogenwiderstand	ASTM D495	sec	>300	>300	>180	>72
Volumenwiderstand	ASTM D257	$\Omega\cdot m$	>10 ¹⁶	>10 ¹⁶	>10 ¹⁶	>10 ¹⁴
Oberflächenwiderstand	ASTM D257		>10 ¹⁶	>10 ¹⁶	>10 ¹⁷	>10 ¹⁴
Allgemein						
Witterungsbeständigkeit	"Weather-O-Meter" (2,000 hr)		No effect	No effect	No effect	No effect
Lösungsmittelbeständigkeit	ASTM D543		Excellent	Excellent	Excellent	Very good
Chemikalienbeständigkeit	ASTM D543		Excellent	Excellent	Excellent	Very good
Wasseraufnahme	ASTM D570	%	0.00	0.01	0.03	0.03



FAMILIE



VERBESSERUNGEN UND INNOVATIONEN ERMÖGLICHEN

Seit über 20 Jahren bieten Everflon™ Fluorpolymere in kritischen Anwendungen unübertroffene Leistung und Langlebigkeit. Das Everflon™ Portfolio bietet heute zukunftsweisende Lösungen, die Produktions- und Prozessverbesserungen ermöglichen, höchste Leistungsstandards gewährleisten und Herstellern die Erschließung neuer Märkte eröffnen.





AKADEMIE

DRIVING INNOVATION

BUILDING A BETTER WORLD



Everflon Akademisches Zentrum

Tel: +86-185-7168-9228

info@everflon.com

www.everflon.com

Weitere Informationen zu unserem Unternehmen, unseren Produkten und Dienstleistungen finden Sie auf unserer Website unter www.everflon.com oder www.everflonultra.com.