



# Die Mischung macht's

*Flachbandleitungen mit der Performance eines Rundkabels*

Als hochwertige Alternative zum Standard-Flachbandkabel setzen sich rundgeformte Flachleitungen heute mehr und mehr durch. Schließlich spielen sie gerade im Einsatz für High-Tech-Applikationen mit hohen mechanischen Anforderungen ihre Vorteile gegenüber dem flachem Pendant voll aus. Der schwäbische Spezialkabelhersteller Hradil skizziert die Möglichkeiten, wie sich die jeweils positiven Eigenschaften einer Rund- bzw. Flachleitung kombinieren lassen.

(Ethylen-Tetrafluorethylen) sind die Einsatztemperaturen gegenüber PVDF weiter verbessert und liegen zwischen -65 und +180 °C. FEP (Tetrafluorethylen-Hexafluorpropylen) bietet von allen Fluorpolymeren in seiner Gesamtheit die besten Eigenschaften, ist aber auch am teuersten. PFA (Tetrafluorethylen-Perfluorpropylvinylether) ist in einigen spezifischen Eigenschaftswerten noch extremer einsetzbar als FEP.

## Vernetzte Thermoplaste

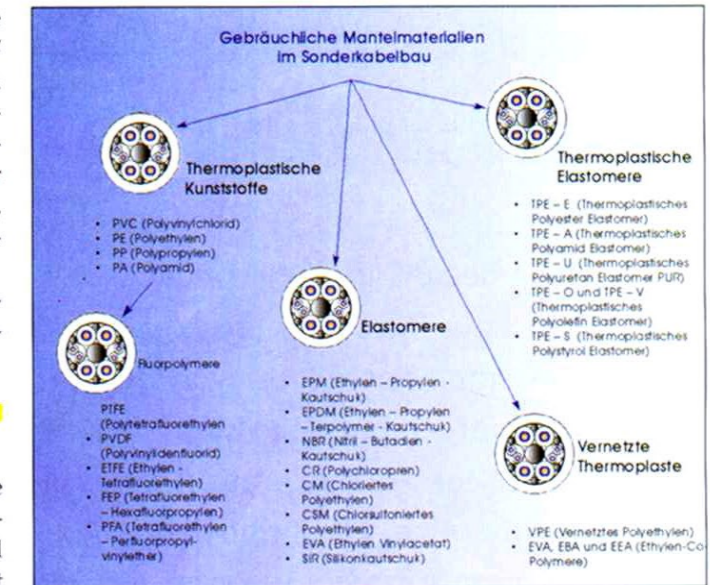
Bei vernetzten Thermoplasten sind die thermoplastischen Kettenmoleküle dreidimensional verknüpft. Dadurch wird eine höhere Wärmeformbeständigkeit des Materials erzielt. Die chemische Vernetzung wird durch Wärme und Feuchtigkeit hergestellt. Je nach Anwendungsgebiet erfolgt die chemische Vernetzung durch Peroxide, in den letzten Jahren bevorzugt durch Silanvernetzung. Zu den vernetzten Thermoplasten für den Kabelbau zählt man VPE (vernetztes Polyethylen) sowie EVA, EBA und EEA (Ethylen-Co-Polymere).

## Elastomere

Zu den bekannten Vertretern der Elastomere gehört der Natur-Kautschuk, der in der Kabelindustrie jedoch so gut wie keine Rolle mehr spielt. Elastomere sind grundsätzlich vernetzt – bei Gummi spricht man auch von Vulkanisation. Allen Elastomeren werden weitere Zusatzstoffe beigemischt, um die spezifischen Anforderungen des Sonderkabelbaus erfüllen zu können.

Statt Natur-Kautschuk werden in der Kabelindustrie in erster Linie synthetische Kautschuke, oft auf der Basis von Ethylen und Propylen, eingesetzt. So bieten EPM (Ethylen-Propylen-Kautschuk) und EPDM (Ethylen-Propylen-Terpolymer-Kautschuk) aufgrund ihrer breit angelegten Eigenschaften sehr weite Anwendungsfelder insbesondere bei flexiblen Leitungen. Sie zeichnen sich u.a. durch eine gute bis sehr gute Kälteresistenz aus und sind einsetzbar bis zu einer Betriebstemperatur von 90 °C. NBR (Nitril-Butadien-Kautschuk) ist zudem ein guter Mantelwerkstoff, wenn es um Ölbeständigkeit geht.

Es dominieren heute im Kabelbau vor allem CR (Polychloropren), CSM (chlorosulfoniertes Polyethylen) und CM (chlorier-



2 Das breite Spektrum der Mantelmaterialien bildet eine gute Grundlage zur Erfüllung der vielfältigen Anforderungen im Sonderkabelbau

tes Polyethylen), insbesondere als Leitungen für Bergbau und Schiffskabel. Der Vorteil dieser Elastomere liegt in ihrer Witterungs- und Chemikalienbeständigkeit, ihrer Widerstandsfähigkeit gegen Kälte, Wärme und Flammen-Einwirkung sowie der guten Abrieb- und Reißfestigkeit. EVA (Ethylen-Vinylacetat) lässt darüber hinaus Temperaturen von bis zu 110 °C zu. Das breiteste Temperaturspektrum (-60 bis +180 °C) toleriert jedoch Silikonkautschuk (SiR), das daher im Sonderkabelbau oft verwendet wird.

## Thermoplastische Elastomere

Die thermoplastischen Elastomere (TPE) sind aus dem Bemühen entstanden, die guten Gebrauchseigenschaften der Elastomere mit den bequemen Verarbeitungseigenschaften der Thermoplaste zu verknüpfen. Die Kombination dieser so genannter Block-Copolymere, durch Polyblends oder Block-Polymere erzielt. Eine weitere gebräuchliche Bezeichnung für die thermoplastischen Elastomere ist TPR (Thermoplast Rubber).

Zu den bekannten thermoplastischen Elastomeren gehört das TPE-E (thermoplastisches Polyester-Elastomer). TPE besitzt einen Gebrauchstemperaturbereich von -40 bis +120 °C. Vorteilhaft sind der sehr flexibel einstellbare Härtebereich von Shore D 38 bis 74, das ausgezeichnete Biegeermüdungsverhalten bei dynamischen Belastungen sowie die sehr gute Abriebfestigkeit. TPE-A (ther-

moplastisches Polyamid-Elastomer) verfügt über die gleichen guten mechanischen und chemischen Eigenschaften wie TPE-E, zusätzlich jedoch mit verbessertem Verhalten gegenüber Säuren und Laugen. Das bekannte thermoplastische Polyurethan (TPE-U oder PUR) wird angesichts seiner leichten Verarbeitung sowie den hervorragenden mechanischen und chemischen Eigenschaften bevorzugt für flexible Leitungen eingesetzt.

Für TPE-V (thermoplastisches Polyolefin-Elastomer) spricht hingegen sein ausgezeichnetes elektrisches Verhalten; die mechanischen Werte sind breit gestreut und lassen sich individuell einstellen. Jedoch sind bei hohen Temperaturen Leistungseinbußen zu verzeichnen. Im Wesentlichen erzielt TPE-S T (thermoplastisches Polystyrol-Elastomer) das gleiche Eigenschaftsniveau wie die thermoplastischen Polyolefin-Elastomere, zum Teil jedoch mit größerer Flexibilität bzw. besserem Biegeverhalten.

## Alte Weisheiten neu kombiniert

Viele der beschriebenen Materialien sind „alte Bekannte“, aber gerade in ihrer Kombination und anwendungsgenauen Ausrichtung je nach Einsatzzweck entfalten sie im Spezialkabelbau ihre volle Leistungsfähigkeit. So werden heute Kabellösungen möglich, die den gehobenen Ansprüchen der Anwender gerecht werden. Aufgrund der hervorragenden elektrischen und mechanischen Eigenschaften vieler Materialien können Leiter mit minimalen Wanddicken gefertigt werden. Selbst bei Vielfachkabeln und Hybridkonstruktionen sind Spezialkabel mit geringen Außendurchmessern und sehr kleinen Kabelgewichten an der Tagesordnung.

Weitere Informationen ► eA 508