

Werkstoffe für elastische Dichtungen

Emil Brändli und Hans Beat Christen *)

Der Volksmund unterscheidet, wenn's hoch geht zwischen Gummi und Plastik. Wobei alles was beweglich ist unter Gummi fällt, der Rest ist Plastik. Wir wollen hier auf die vielfältige Welt der Polymere, wie die Werkstoffe zur Herstellung von elastischen Dichtungen in der Fachsprache heissen, näher eingehen. Ausgangsstoff für ein Polymer ist fast immer ein organisches Monomer, also ein Stoff der sich durch eine chemische Reaktion zu Kettenmolekülen verbinden lässt. Man nennt diesen Vorgang, bei dem mehrere Stoffe miteinander verbunden werden Polymerisation oder Copolymerisation. Der Ausdruck Polymer stammt aus dem griechischen und bedeutet: POLY = viel, MERE = teil

Geschichte

In der Natur existieren natürliche Kettenmoleküle, Naturkautschuk (NR) ist das bekannteste. Dieser wird aus dem Saft (Latex) des Kautschukbaums gewonnen. Durch Zuschlagstoffe wie Russ, Weichmacher, Beschleuniger und Schwefel entsteht eine Kautschukmischung die zum Endprodukt verarbeitet werden kann. Seine elastischen Eigenschaften entstehen durch Vulkanisation, der chemischen Vernetzung der einzelnen Molekülketten untereinander.

NR hat hervorragende mechanische und dynamische Eigenschaften, seine Witterungs- und Oelbeständigkeit ist jedoch beschränkt.

Ab 1906 setzt die Entwicklung von synthetisch hergestelltem Kautschuk ein. Durch spezielle Katalysatorsysteme kann 1959 erstmals Ethylen-Propylen-Kautschuk (EPDM), der heute meist verwendete Universalkautschuk hergestellt werden.

Ab 1960 wurden die ersten Thermoplastischen Elastomere (TPE) eingesetzt. In Europa setzte die Kommerzialisierung erst viel später ein. Heute beträgt der Anteil ca. 15%, wobei seine Zuwachsraten unter den Polymeren am höchsten sind. Dies beruht vorwiegend aus der Substitution herkömmlicher Werkstoffe wie zum Beispiel Thermoplaste und Elastomere.

Was sind TPE's?

In Struktur und Verhalten stehen TPE's zwischen Thermoplasten und Elastomeren. Wie Thermoplaste werden TPE's durch Wärmezufuhr plastisch und zeigen bei Abkühlung wieder elastisches Verhalten. Im Gegensatz zur chemischen Vernetzung bei den Elastomeren handelt es sich bei TPE aber um eine physikalische Vernetzung, die durch erneuten Wärmeeintrag wieder reversibel ist. Innerhalb der Werkstoffgruppe der TPE's gibt es unterschiedliche Klassen. Ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal ist der chemisch-morphologische Aufbau; einerseits die Klasse der Block-Copolymere, andererseits die Elastomerlegierungen. Je nach chemischer Basis weisen die einzelnen Klassen unterschiedliche Eigenschaften auf.

Vorteile des TPE gegenüber Elastomeren:

- Thermoplastische Verarbeitbarkeit
- Hohe Designerfreiheit
- Für Mehrkomponententechnik geeignet (Hart/Weich-Teile)
- 100% Wiederverwertbarkeit
- Niedriger Energieverbrauch
- Keine Nacharbeit nötig
- Keine Vulkanisation nötig
- Einfache Maschinenteknik
- Geringes Bauteilegewicht
- Vielfältige, dauerhaltbare Farbtechnik
- Keine Chargenabweichungen

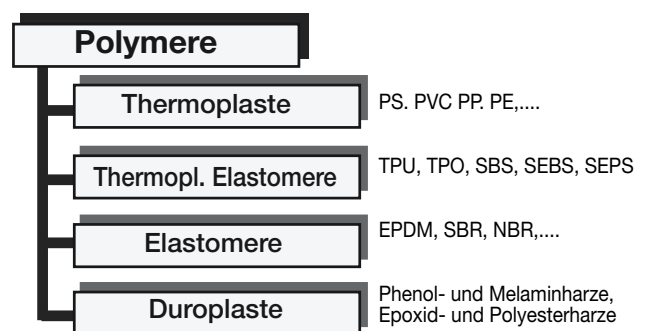
Nachteile des TPE gegenüber Elastomeren:

- Hohe Materialkosten (zur Zeit)
- Keine Temperaturüberlastung möglich (schmilzt)
- Zusätzlicher Compounder in der Wertschöpfungskette. (kann auch Vorteil sein)
- Geringer Know-how-Schutz für Bauteile- und Materialentwickler

Wie reihen sich TPE's in die Familie der der Polymere ein?

Wie in der Graphik «Polymer-Stammbau» ersichtlich ist befinden sich die TPE's zwischen den Thermoplasten und den Elastomeren.

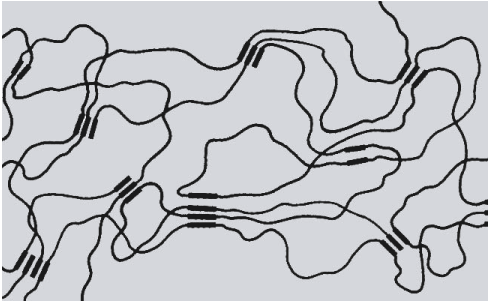
Polymerstammbaum



Chemische und physikalische Eigenschaften von TPE's, Elastomeren und Thermoplasten

Um die verschiedenen Materialien und Mischungen miteinander zu vergleichen und den optimalen Einsatz gewährleisten zu können werden die Mischungen nach genormten Verfahren geprüft. Die wichtigsten Kriterien sind Härte, DVR (Compressions Set),

Reissdehnung und Reissfestigkeit und Weiterreisswiderstand auf der physikalischen Seite. Die wichtigsten chemischen Eigenschaften sind: UV- und Ozonbeständigkeit, Beständigkeit gegen Medien. Ein weiterer Punkt ist die Wärme- und Kältebeständigkeit.



Struktur der Styrol-Block-Copolymere

Die Prüfungen dienen den Compoundern auch zur Qualitätssicherung. Sie können damit Abweichungen bei der Herstellung der Mischungen feststellen und gegebenenfalls korrigieren, oder die Charge nicht für die Produktion freigeben.



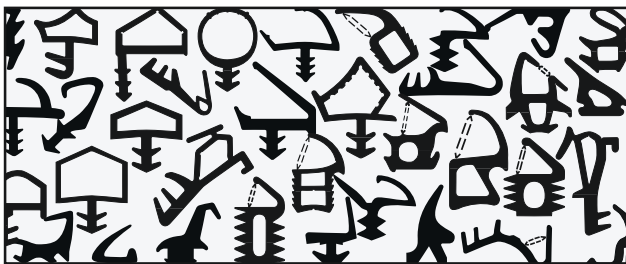
Struktur der Elastomerlegierungen

Verwendete TPEs bei PBC Polymerverarbeitings AG:

Gruppe	Preis:	Chemische Bezeichnung:	Hersteller:	Eingesetzte Härten:	Einsatzgebiete:
Eco	Tief	SBS	Pongs+Zahn	55 Sh	Zargendichtungen im Innenbereich.
Opti	Mittel	SEBS / SEPS	Kraiburg / Pongs+Zahn / Elastron	20 bis 70 Sh	Alle Einsätze mit erhöhten Anforderungen. Ausseneinsatz
Star	Hoch	TPE-V	AES / Santoprene	55 bis 80 Sh	Erhöhte Anforderungen an DVR und mechanische Eigenschaften.

Einsatzgebiet von TPE-Werkstoffen

Der moderne Werkstoff ist in technischen, wie allgemeinen Produkten des täglichen Bedarfs bis zu solchen im High-Tech-Bereich weit verbreitet. Also vom Kugelschreiber, über das Auto bis zum Flugzeug.



Das Bild zeigt eine Auswahl von Dichtungsprofilen für den Fenster-, Türen- und Fassadenbau.



Hier ein kleiner Ausschnitt von Gegenständen, die ganz oder teilweise aus TPE bestehen.

Zukunft aus unserer Sicht

Generell werden Dichtungen neue Funktionen wie Dampfentspannung, Schall- und Wärmedämmung übernehmen müssen. Diese Funktionen erfüllen gut ausgewählte TPE Materialien wesentlich besser als z.B. EPDM. Z.B. dünnwandige Profilquerschnitte, eine fast unbegrenzte Farbvielfalt und eine problemlose Verklebbarkeit.

Poesia-Gruppe gibt Know-how weiter

Die Firmen der Poesia-Gruppe bieten ihren Kunden anwendungsbezogene Lösungsvorschläge inklusive Tipps für die Konstruktion, Farb- und Materialwahl an.

Einerseits die MK-Dichtungs AG, mit einem Lager von mehr als 800 Dichtungsprofilen - viele davon auf Kundenwunsch neu produziert, weil auf dem Markt nicht mehr erhältlich - andererseits die PBC Polymerverarbeitungs AG, das Extrudierwerk der Poesia-Gruppe, welches schon ab 500 m neue Dichtungsprofile aus Thermoplastischen Elastomeren (TPE) herstellt: Entwicklung, Werkzeugbau, Werkstoffabstimmung, Farbwahl, Extrusion, Beschriftung, Weiterverarbeitung und Versand inbegriffen.

^{*)} Die Autoren: Emil Brändli ist Geschäftsführer der MK-Dichtungs AG, Unterkulm und Verwaltungsratspräsident der Poesia-Gruppe. www.poesia-seals.ch. Hans Beat Christen ist Geschäftsführer und VR-Mitglied der PBC Polymerverarbeitungs AG, Schönenwerd.

Werkstoffeigenschaften

Bei den angegebenen Werten handelt es sich um Durchschnittswerte. Genaue Angaben erhalten Sie von den Herstellern und Produzenten.

	Methode	Einheit	TPO/TPV	SEBS/SEPS	SBS	EPDM	PVC	VMQ
Mechanik								
Härte im Dichtungsbereich	DIN 53505	Sh A	45 - 90	45 - 80	45 - 80	45 - 85		40 - 70
Dichte	DIN 53479	g/cm ³	ca. 0.98	0.9 - 1.2	0.9 - 1.2	1.15 - 1.5	ca. 1.4	1.1 - 1.4
Zugfestigkeit	DIN 53504	N/mm ²	3.5 - 15.0	3.0 - 12.0	3.5 - 10.5	4.8 - 14.1	25 - 70	4.0 - 10
Bruchdehnung	DIN 53504	%	300 - 560	690 - 830	400 - 700	300 - 899	ca. 60	100 - 600%
Druckverformungsrest	DIN 53517	%		35 - 60	15 - 35	12.7 - 58		
	1 Tag 70 °C	%	16 - 45	10 - 40				
	3 Tag 23 °C	%						
	70 h 200 °C	5						
Witterungsbeständigkeit								
Ozonresistenz schwarz	96h 40C 100pphm		keine Risse	keine Risse	keine Risse	keine Risse	keine Risse	keine Risse
Ozonresistenz farbig			hervorragend	aussen + innen	bedingt	aussen + innen	gut	hervorragend
UV-Beständigkeit			bis 110 °C	bis 100 °C	bis 50 °C	bis 110 °C	bis 75 °C	bis 180 °C
Dauererteinsatztemperatur			bis -63 °C	bis -55 °C	bis -40 °C	bis -30 °C	bis -30 °C	bis -70 °C
Kälteflexibilität	ASTM	D-746						
Versprödungspunkt								
Besondere Merkmale								
Einfärbbarkeit			sehr gut	sehr gut	sehr gut	möglich	sehr gut	sehr gut
Recyklierbarkeit			ja	ja	ja	nein	ja	nein
Verschweisbarkeit			ja	gut	gut	gut	gut	nein
Acrylglasbeständigkeit			ja	ja	nein	spez. Typen	nein	spez. Typen
RAL GZ 716/1			nein	ja	nein	nein	alle Farben	alle Farben
Farbpalette			alle Farben	alle Farben	alle Farben	beschränkt		
Kurzübersicht								
Mechanik			●	●	●	●	●	●
Wetter			●	●	●	●	●	●
Beständigkeiten			●	●	●	●	●	●
Einsatzgebiete			Apparatebau Industrie Aussen	Bau Fahrzeugbau Aussen/Innen	Bau Innenausbau Innen	Apparatebau Bau Fahrzeugbau Industrie	Rohrleitungsbau Industrieleitungen Behälterbau Apparatebau Lüftungsbau Laboreinrichtungen	Dichtungen für Tiefkühlgeräte, Herde, usw. Fenster und Kabinentüren von Fahrzeugen

- sehr gut
- gut
- genügend