

Duroplaste	Thermoplaste	Elastomere
Diese Gruppe beinhaltet Kunststoffe, die durch chemische Reaktion erstarren. Sie vernetzen sich zu einem räumlich engmaschigen Gitter aus Makromolekülen, das dem Duroplast eine hohe mechanische Festigkeit und Oberflächenhärte verleiht. Sie sind jedoch wenig elastisch. Das Aushärten ist nicht umkehrbar. Im Gegensatz zu Thermoplasten lassen sich Duroplaste nicht aufschmelzen, denn sie sind bis zur Zersetzungstemperatur starr. Zu den meist verwendeten Duroplasten gehören Phenolharze. Aus der molekularen Vernetzung der Duroplaste ergibt sich generell eine gute Beständigkeit gegenüber chemischen Einflüssen. Die farbliche Gestaltung von Bauteilen aus Duroplast ist eingeschränkt.	Die Gruppe der Thermoplaste zeichnet sich dadurch aus, dass diese Kunststoffe bei Erhöhung der Temperatur nach überschreiten des Erweichungspunktes schmelzen, sich warmverformen lassen und nach der Abkühlung wieder erstarren. Dieser Vorgang ist beliebig oft wiederholbar. Im Gegensatz zu Duroplasten erfolgt keinerlei chemische Reaktion beim Verarbeiten. Die Thermoplaste lassen sich in amorphe und teilkristalline Kunststoffe einteilen. Die ungeordnete Gefügebildung amorpher Werkstoffe erlaubt die Herstellung transparenter Bauteile im Spritzgießverfahren bis hin zu glasklaren Bauteilen. Teilkristalline Thermoplaste haben eine Gefügestruktur, die zu Bauteilen mit erhöhten mechanischen Eigenschaften und Einsatztemperatur führt. Aufgrund der Vielzahl von Thermoplasten und ihren Modifikationsmöglichkeiten lassen sich „maßgeschneiderte“ Konstruktionswerkstoffe erzielen. Dies im Hinblick auf ihre mechanischen Eigenschaften, ihre chemischen Beständigkeit, ihre Einsatztemperatur: und in den unterschiedlichsten Farben.	Die Gruppe der Elastomere zeichnet sich dadurch aus, dass sie sich bereits bei geringer Zug- oder Druckbelastung verformen lassen. Lässt die Krafteinwirkung nach, oder entfällt sie ganz, nehmen die Teile ohne weiteres zutun wieder ihre ursprüngliche, unverformte Gestalt an. Sie zeigen somit das typische Gummiverhalten. Chemisch gesehen, handelt es sich bei Elastomeren um Makromoleküle, welche lediglich durch wenige weitmaschige Vernetzungsbrücken miteinander unumkehrbar verbunden sind. Bei thermoplastischen Elastomeren lassen sich diese Vernetzungsbrücken unter Einfluss von Wärme aufheben, also ein thermoplastisches Verhalten zeigen. Durch Modifikation lassen sich Elastomere in verschiedenen Härtegraden herstellen. Durch Zugabe von Farbpigmenten sind sie leicht einfärbbar. Werkstoffeigenschaften von Elastomeren (Seite 2418 ff.).

Hinweis

Alle Angaben stellen nur allgemeine Richtwerte dar, bzw. gelten für typische Vertreter der jeweiligen Werkstoffgruppe ohne Anspruch auf Vollständigkeit. Die Materialeigenschaften können durch Zusätze und Modifikation sowie durch Umwelteinflüsse stark verändert werden.

Sie können keinesfalls als alleinige Grundlage für Konstruktionen herangezogen werden. Die Daten ersetzen also nicht die Prüfung, welche zur Ermittlung der Eignung eines Werkstoffes für den jeweiligen Einsatz durchzuführen sind.

Eine Garantie und Haftung für alle Angaben wird nicht übernommen.

	Duroplaste	Thermoplaste			
Kurzzeichen	PF	PA		PA-HP	PA-T
Bezeichnung	Phenolharz	Polyamid	Polyamid glasfaser- verstärkt	Hochleistungs- Polyamid	Polyamid transparent
Streckspannung in MPa	–	80 / 50	– / –	– / –	90
Zugfestigkeit in MPa	60	– / –	180 / 110	240 / 165	–
Zug-E-Modul in MPa	9000	3000 / 1500	9000 / 6500	21000 / 15500	2800
Kugeldruckhärte in MPa	250	150 / 70	220 / 150	– / –	140
Einsatztemperatur					
• max. kurzfristig	180 °C	180 °C	200 °C	215 °C	180 °C
• max. längerfristig	140 °C	80 °C	120 °C	150 °C	90 °C
• min. Anwendungstemp.	–20 °C	–40 °C	–40 °C	–40 °C	–30 °C
Beständigkeit gegen *					
• Öle / Fette	+	+	+	+	+
Lösungsmittel: Tri	o	+	+	+	+
Per	o	+	+	+	+
• Säure: schwach	+	o	o	o	–
stark	–	–	–	–	–
• Laugen: schwach	+	+	o	o	+
stark	–	o	–	–	+
• Benzin	+	+	+	+	+
• Alkohol	+	+	+	o	–
• heißes Wasser	o	o	o	o	–
• UV-Licht/Witterung	–	o	o	o	o
Brennverhalten (UL 94)	V-0	HB	HB	HB	V-2
Allgemeines	Dieses Duroplast auf Phenolharzbasis mit organischem Füllstoff zeichnet sich aus durch: hohe Steifigkeit und Härte, geringe Kriechneigung, hohe Wärmeformbeständigkeit, niedrige thermische Längenausdehnung, hohe Gleitbeständigkeit, schwere Entflammbarkeit Phenolharze gibt es nur in dunklen Farbtönen, sie sind nicht geeignet für Lebensmittelanwendungen. Eine typische Anwendung sind wärmeisolierende Bedienelemente.	Die Werkstoffgruppe Polyamid (teilkristallin) bietet universelle Werkstoffe für mechanische Funktionsteile im Maschinenbau. Polyamide sind: - kältefest - stoßbelastbar und schlagzäh - abriebfest Verstärkte Polyamide, wie z. B. PA glasfaserverstärkt oder PA-HP, vereinen eine hohe Steifigkeit und Festigkeit mit einer extremen Schlagzähigkeit. Das macht sie äußerst robust gegen mechanische Beanspruchung. Polyamid PA-T (amorph) ist durchsichtig mit einer leicht gelblichen Transparenz. Eine typische Anwendung sind Ölschaugläser.			

* + beständig, o bedingt beständig, – unbeständig



	Thermoplaste			
Kurzzeichen	PE-HD	PE-LD	POM-C	POM-H
Bezeichnung	Polyethylen hohe Dichte	Polyethylen niedrige Dichte	Polyacetal (Copolymer)	Polyacetal (Homopolymer)
Streckspannung in MPa	30	10	65	72
Zugfestigkeit in MPa	25 ... 30	8 ... 10	–	70
Zug-E-Modul in MPa	1450	200	2700	3100
Kugeldruckhärte in MPa	57 (Norm H132/30)	15 (Norm H49/30)	145	174
Einsatztemperatur				
• max. kurzfristig	100 °C	100 °C	140 °C	140 °C
• max. längerfristig	90 °C	70 °C	90 °C	80 °C
• min. Anwendungstemp.	-80 °C	-80 °C	-50 °C	-50 °C
Beständigkeit gegen *				
• Öle / Fette	+	+	+	+
Lösungsmittel: Tri	+	–	–	–
Per	+	–	+	+
• Säure: schwach	+	+	+	+
stark	+	–	–	–
• Laugen: schwach	+	+	+	+
stark	+	+	+	+
• Benzin	+	+	+	+
• Alkohol	+	+	+	+
• heißes Wasser	+	o	+	o
• UV-Licht/Witterung	o	o	o	o
Brennverhalten (UL 94)	HB	HB	HB	HB
Allgemeines	Polyethylene sind sehr vielseitige thermoplastische Kunststoffe. In ihrer Grundform sind sie farblos. Sie sind physiologisch unbedenklich, praktisch geruchlos und geschmacksneutral. Daher eignen sie sich besonders für die Lebensmittel- und Verpackungsindustrie. Sie sind stoß- und schlagfest, besitzen gute Gleiteigenschaften und nehmen nahezu keine Feuchtigkeit auf.		Polyacetale (teilkristallin) sind universelle Werkstoffe für Funktionsteile in der Feinmechanik und im Apparatebau. Sie bieten hervorragende Eigenschaften: - niedriger Reibwiderstand - gute Abriebfestigkeit - gutes Federvermögen - gute Ermüdungsfestigkeit - gute Beständigkeit gegen Chemikalien Eine typische Anwendung sind Schnappelemente (formschlüssige Verbindungen).	

* + beständig, o bedingt beständig, – unbeständig

	Thermoplaste			
Kurzzeichen	PC	PESU	PP GF20	PTFE
Bezeichnung	Polycarbonat	Polyethersulfon	Polypropylen mit 20% Glasfaser	Polytetrafluorethylen
Streckspannung in MPa	63	90	33	4
Zugfestigkeit in MPa	–	–	–	20
Zug-E-Modul in MPa	2400	2700	2900	600
Kugeldruckhärte in MPa	110	154 (H358/30)	80	26
Einsatztemperatur				
• max. kurzfristig	140 °C	220 °C	140 °C	300 °C
• max. längerfristig	125 °C	180 °C	100 °C	260 °C
• min. Anwendungstemp.	–100 °C	–100 °C	0 °C	–200 °C
Beständigkeit gegen *				
• Öle / Fette	o	+	+	+
Lösungsmittel: Tri	–	+	o	+
Per	–	+	o	+
• Säure: schwach	+	+	+	+
stark	–	+	+	+
• Laugen: schwach	–	+	+	+
stark	–	+	+	+
• Benzin	–	o	+	+
• Alkohol	o	+	+	+
• heißes Wasser	–	+	+	+
• UV-Licht/Witterung	o	–	o	+
Brennverhalten (UL 94)	V-2	V-0	–	V-0
Allgemeines	Polycarbonate (amorph) sind klarsichtige Kunststoffe mit folgenden Eigenschaften: hohe Festigkeit, insbesondere Schlagfestigkeit, gute optische Eigenschaften, selbstverlöschend jedoch: chemikalien- und spannungsrissempfindlich, nicht geeignet bei hoher dynamischer Belastung, kerbempfindlich an Kanten und Absätzen	Polyethersulfon zeichnet sich vor allem durch eine sehr hohe Wärmebeständigkeit bei guter chemischer Beständigkeit aus. Typische Anwendungsbereiche sind die Elektrotechnik, die Elektronik, der Maschinenbau und die Medizintechnik, wenn es auf hohe Wärmebeständigkeit ankommt, wobei gleichzeitig auch Transparenz möglich ist.	Propylene (teilkristallin) sind universelle Standardkunststoffe mit einem ausgeglichenen Eigenschaftsniveau: durchschnittliche Festigkeit, Steifigkeit, Schlagzähigkeit, niedrige Dichte, sehr gute Beständigkeit gegen Chemikalien jedoch sehr schlechte Kälteeigenschaften. Zusätzlich eingebettete Glasfaser, wie z. B. PP GF20, erhöhen die Steifigkeit und Festigkeit. Eine typische Anwendung für Propylen sind Armaturen.	Polytetrafluorethylen zeichnet sich vor allem durch einen sehr geringen Reibungskoeffizienten und eine hohe chemische sowie thermische Beständigkeit aus. Aus PTFE werden bevorzugt Gleitlager, Führungen, Dichtungen, Antihaftbeschichtungen und Isolatoren hergestellt.

* + beständig, o bedingt beständig, – unbeständig



	Elastomere		
Kurzzeichen	NR	CR	FKM, FPM
Handelsname		Neoprene®	Viton®
Chemische Bezeichnung	Naturkautschuk	Chloropren-Kautschuk	Fluor-Kautschuk Fluorelastomer
Härten (Shore A)	30 ... 90	30 ... 90	65 ... 90
Einsatztemperatur			
• kurzfristig	-60° ... +130 °C	-30° ... +150 °C	-
• längerfristig	-40° ... + 80 °C	-25° ... +100 °C	-5° ... +200 °C
Zugfestigkeit in N/mm²	-	25	17
Verschleiß- / Abriebwiderstand	gut	gut	sehr gut
Beständigkeit gegen *			
• Öle, Fette	-	+	+
• Lösungsmittel	o	o	+
• Säuren	o	+	+
• Laugen	o	+	+
• Kraftstoff	-	-	+
• UV-Licht/Witterung	-	+	+
Allgemeines	NR ist ein Werkstoff mit sehr guten physikalischen Eigenschaften und hervorragender mechanischer Festigkeit. Einsatz z. B. für Federelemente.	CR ist eine der meistverwendeten Synthesekautschuktypen mit breitem Anwendungsbereich und guter Alterungsbeständigkeit.	FKM vereint die sehr guten Eigenschaften von EPDM und HNBR und besitzt eine hervorragende chemische und thermische Beständigkeit, z. B. beim Sterilisieren. Viton® ist ein eingetragenes Warenzeichen von DuPont Performance Elastomers.

* + beständig, o bedingt beständig, - unbeständig

Hinweis zu Härteangaben bei Elastomeren

Die Härte von vulkanisierten oder thermoplastischen Elastomeren wird in Shore angegeben. Dieser Wert wird ermittelt, indem die Eindringtiefe eines federbelasteten Stiftes in den Werkstoff gemessen wird. Eine geringe Eindringtiefe ergibt einen hohen, eine große Eindringtiefe einen niedrigen Shore-Wert.

In Abhängigkeit vom Werkstoff werden zur Shore-Härteprüfung unterschiedliche Formen der Eindringkörper vorgeschrieben. Prüfplatten aus den im Ganter-Programm verwendeten Elastomer-Werkstoffen werden nach „Shore A“ mit einer Nadel mit stumpfer 35°-Spitze gemessen. Prüfungen am Produkt müssen bei Bedarf einer IRHD-Messung unterzogen werden. Die Ergebnisse dieser Messung sind mit der Shore-Härte gut vergleichbar.

Durch Umwelteinflüsse wie Kontakt mit Sauerstoff oder Ozon, hohe Temperatureinwirkung oder die Zugabe von Weichmachern erhöht sich die Shore-Härte.

	Elastomere		
Kurzzeichen	NBR	HNBR	EPDM
Handelsname	Perbunan®	-	-
Chemische Bezeichnung	Acrylnitril-Butadien-Kautschuk	Hydrierter Acrylnitril-Butadien-Kautschuk	Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk
Härten (Shore A)	25 ... 95	85	70 ... 85
Einsatztemperatur			
• kurzfristig	-40° ... +150 °C	-	-40° ... +150 °C
• längerfristig	-30° ... +120 °C	-25° ... +150 °C	-40° ... +120 °C
Zugfestigkeit in N/mm²	25	11	14
Verschleiß- / Abriebwiderstand	gut	gut	sehr gut
Beständigkeit gegen *			
• Öle, Fette	+	+	-
• Lösungsmittel	o	+	o
• Säuren	o	o	+
• Laugen	+	+	+
• Kraftstoff	+	+	-
• UV-Licht/Witterung	-	+	+
Allgemeines	NBR ist ein synthetischer Spezialkautschuk für Gummitteile mit hohen Anforderungen an die Quellfestigkeit gegenüber Ölen und Treibstoffen. Standardwerkstoff für O-Ringe	HNBR wird durch Voll- oder Teilhydrierung des NBR gewonnen. Dadurch werden die Hitze-, Ozon- und Alterungsbeständigkeit wesentlich verbessert. Hohe mechanische Festigkeit und eine hohe Abriebbeständigkeit zeichnen die daraus hergestellten Werkstoffe aus. Medienbeständigkeit ist vergleichbar mit NBR.	EPDM ist ein synthetischer Allzweck-Kautschuk der sich durch seine hohe Dampf- und Heißwasserbeständigkeit auszeichnet. Zu erwähnen ist zudem die hervorragende Beständigkeit gegen Alterung, Witterungs- und Umwelteinflüsse, sowie Säuren und Laugen. Einsatz findet der Werkstoff z. B. bei Dichtungen und Schläuchen.

* + beständig, o bedingt beständig, - unbeständig



	Elastomere		
Kurzzeichen	MVQ, VMQ	PUR	TPE
Handelsname	Elastosil®	Bayflex®	Santoprene®
Chemische Bezeichnung	Silikonkautschuk	Polyurethan	Thermoplastisches Elastomer
Härten (Shore A)	3 ... 90	65 ... 90	55 ... 87
Einsatztemperatur: • kurzfristig • längerfristig	-50° ... +250 °C ** -30° ... +200 °C **	-40° ... +130 °C -25° ... +100 °C	-40° ... +150 °C -30° ... +125 °C
Zugfestigkeit in N/mm²	12	20	8,5
Verschleiß- / Abriebwiderstand	gut	hervorragend	gut
Beständigkeit gegen * • Öle, Fette • Lösungsmittel • Säuren • Laugen • Kraftstoff • UV-Licht/Witterung	o o o o - +	+ o - - + +	+ + + + + +
Allgemeines	MVQ bietet sehr gute mechanische Eigenschaften über einen sehr weiten Temperaturbereich bei ausreichender Ölbeständigkeit. Im Vergleich zu anderen Elastomeren zeigt MVQ eine außergewöhnlich hohe Reinheit und ist deshalb unter anderem besonders für den Einsatz im Lebensmittel- und Medizinbereich geeignet.	PUR ist bekannt für außergewöhnlich gute mechanische Eigenschaften. Zu erwähnen sind zudem die extreme Zerreiß- und Verschleißfestigkeit.	TPE ist ein thermoplastisches Elastomer welches hinsichtlich seiner Leistungseigenschaften vergleichbar ist mit vielen herkömmlichen vulkanisierten Spezialkautschuken. TPE ist ein Vielzweckmaterial mit ausgezeichnete dynamischer Ermüdungsfestigkeit

* + beständig, o bedingt beständig, – unbeständig ** nicht bei Heißwasser und Dampf

	Elastomere
Kurzzeichen	TPU
Handelsname	Desmopan® / Elastollan®
Chemische Bezeichnung	Thermoplastisches Polyurethan
Härten (Shore A)	55 ... 85
Einsatztemperatur • kurzfristig • längerfristig	-50° ... +120 °C -30° ... + 90 °C
Zugfestigkeit in N/mm ²	50
Verschleiß- / Abriebwiderstand	sehr gut
Beständigkeit gegen * • Öle, Fette • Lösungsmittel • Säuren • Laugen • Kraftstoff • UV-Licht/Witterung	+ - - o o +
Allgemeines	TPU zeichnet sich generell durch gute physikalische Eigenschaften aus und eignet sich dadurch für anspruchsvolle Anwendungen in nahezu allen industriellen Bereichen. Neben der sehr hohen Verschleiß- und Abriebfestigkeit des Werkstoffes ist der ausgezeichnete Weiterreißwiderstand zu erwähnen, sowie die Kälteflexibilität bei niedrigen Temperaturen. TPU lässt sich für einen großen Härtebereich herstellen und ist auch in ergonomischer Hinsicht durch gute Haptik (Softline!) vorteilhaft einzusetzen.

* + beständig, o bedingt beständig, - unbeständig

