

Technische Kunststoffe im Überblick



ThyssenKrupp

Inhalt



PVC	4
Eigenschaftsprofile.....	7
Handling- und Bearbeitungshinweise.....	8
Kurzübersicht Lieferprogramm.....	9



PE und PP	10–13
Eigenschaftsprofile.....	14
Handling- und Bearbeitungshinweise.....	14
Kurzübersicht Lieferprogramm.....	15



PA, POM und PET	16–23
Eigenschaftsprofile.....	24
Handling- und Bearbeitungshinweise.....	25
Kurzübersicht Lieferprogramm.....	25



PTFE · PVDF · ECTFE · PFA · FEP · MFA	26–28
Eigenschaftsprofile.....	29
Handling- und Bearbeitungshinweise.....	30
Kurzübersicht Lieferprogramm.....	31



PEEK · PEI · PES · PSU · PPS	32–35
Eigenschaftsprofile.....	36
Handling- und Bearbeitungshinweise.....	37
Kurzübersicht Lieferprogramm.....	37



PC	38
Eigenschaftsprofile.....	41
Handling- und Bearbeitungshinweise.....	42
Polycarbonat als Sicherheitsverglasung.....	45
Kurzübersicht Lieferprogramm.....	45



Technische Informationen	46
---------------------------------------	-----------

Polyvinylchlorid

PVC

Allgemeine Anwendungen

- Chemie- und Apparatebau
- Wasseraufbereitungsanlagen
- Galvanik, Elektrotechnik
- Schwimmbadtechnik
- Abwasseranlagen
- Abluftanlagen
- Industriependeltüren



PVC-U normal impact

ist ein normal schlagzähes Polyvinylchlorid ohne Weichmacher. Es stellt im Bereich der Polyvinylchloride den Standardwerkstoff für industrielle Anwendungen dar.

Eigenschaften

- hohe Steifigkeit und Festigkeit
- hohe chemische Widerstandsfähigkeit
- Dauertemperatureinsatzbereich von -10 bis +60 °C
- niedriger thermischer Längenausdehnungskoeffizient
- schwer entflammbar nach DIN 4102 B1 (1 bis 4 mm)
- nach Entzug der Flamme selbstverlöschend
- gute elektrische Isoliereigenschaften
- einfache und vielfältige Verarbeitungsmöglichkeiten
- gute Witterungsbeständigkeit
- geringe Feuchtigkeitsaufnahme

PVC-U kann aufgrund der mechanischen Festigkeit und chemischen Beständigkeit vielseitig im chemischen Apparate- und Behälterbau eingesetzt werden. Außerdem lässt es sich problemlos thermisch verformen.

PVC-HI high impact

ist ein hochschlagzäh modifiziertes Polyvinylchlorid. Es eröffnet ein noch breiteres Anwendungsgebiet im Minustemperaturbereich. PVC-HI ist weichmacherfrei und ohne Füllstoffe.

Eigenschaften

- hoch schlagzäh
- geringere Steifigkeit und Festigkeit als PVC-U
- beste Kälteschlagzähigkeit der PVC-Typen
- geringere chemische Widerstandsfähigkeit als PVC-U
- Dauertemperatureinsatzbereich von -40 bis +60 °C
- niedriger thermischer Längenausdehnungskoeffizient
- gute elektrische Isoliereigenschaften
- hohe Licht- und Witterungsbeständigkeit
- geringe Feuchtigkeitsaufnahme

PVC-HI wird überall dort im industriellen Bereich eingesetzt, wo eine hohe Schlagzähigkeit gefordert wird.



PVC-C (nachchloriert) ist ein normal schlagzähes, aber hoch temperaturbeständiges (bis +90 °C) Polyvinylchlorid. Des Weiteren verfügt PVC-C über eine erhöhte chemische Beständigkeit, insbesondere gegenüber chlorhaltigen Medien.

PVC-P (weich) ist ein durch Zusatz von Weichmachern wesentlich flexibleres PVC als die vorherigen Typen.

Eigenschaften

- normal schlagzäh
- höchste Steifigkeit und Festigkeit aller PVC-Typen
- sehr hohe chemische Widerstandsfähigkeit
- Dauergebrauchstemperaturbereich von -15 bis +90 °C
- niedriger thermischer Längenausdehnungskoeffizient
- schwer entflammbar nach DIN 4102 B1 (1 bis 7 mm)
- gute elektrische Isoliereigenschaften
- geringe Feuchtigkeitsaufnahme

Eigenschaften

- normal entflammbar nach DIN 4102 B2, brennt oder glimmt nicht weiter
- Kälteschlagfestigkeit bis -35 °C
- obere Dauergebrauchstemperatur bis +60 °C
- gute elektrische Isolierfähigkeit
- glatte Oberfläche
- gut schweißbar durch Warmgasschweißen und Hochfrequenzschweißen
- klebbar mit Lösungsmittelklebstoffen
- geringe Feuchtigkeitsaufnahme

PVC-C besitzt auch gegenüber stark oxidierenden Säuren eine hohe Widerstandsfähigkeit, bei denen PE und PP ungeeignet sind. Zum Einsatz kommt PVC-C bei Wasseraufbereitungs- und Kläranlagen.

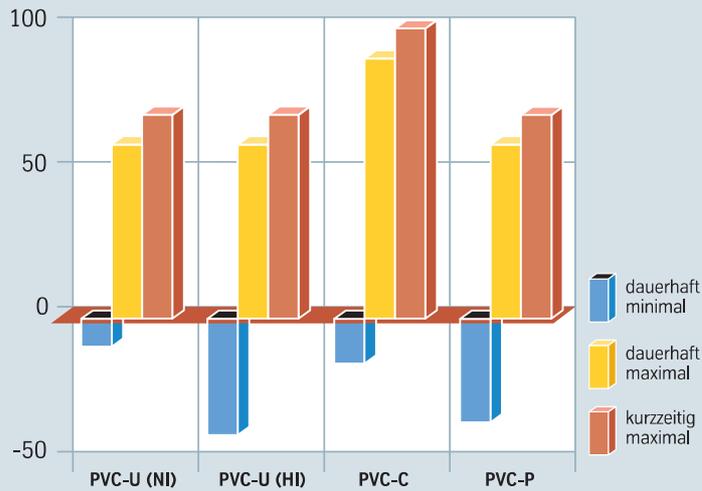
PVC-P findet Anwendung bei der Auskleidung galvanischer Bäder, aber auch als Verschleiß- und Prallschutz. Darüber hinaus können aus der technischen Qualität korrosionsbeanspruchte Dichtungen sowie Stanz- und Maschinenunterlagen hergestellt werden. In transparenter Ausführung kommt PVC-P in Form von Pendeltüren und Sichtfenstern in Schnelllaufotoren zum Einsatz.

Eigenschaftsprofile

	PVC-U	PVC-HI	PVC-C	PVC-P
Härte, Steifigkeit	+++	+	+++	-
Kriechneigung	+	+	+	+++
Feuchtigkeitsaufnahme	+	+	+	+
Kerbschlagzähigkeit	+	+++	+	-
Dimensionsstabilität	+++	+++	+++	+
Chemikalienbeständigkeit	+++	+	+++	++
Witterungsbeständigkeit	+	++	+	++

+++ = hoch, ++ = mittel, + = gering, - = nicht relevant

Anwendungstemperaturen in °C



Dauergebrauchstemperaturen sind abhängig von

- Dauer und Größe der mechanischen Belastung
- Temperatur und Dauer der Wärmeeinwirkung
- Kontaktmedien

Handling- und Bearbeitungshinweise

Thermoplaste lassen sich im Vergleich zu Metallen leichter (mit weniger Energie) spanend bearbeiten, verkleben, verschweißen und umformen. PVC bietet aufgrund seiner vielseitigen Ver- und Bearbeitungsmöglichkeiten ein breites Anwendungsfeld.

Lagerung

In Abhängigkeit von Temperatur und Feuchtigkeitsaufnahme treten Maßänderungen auf. Die Lagerung von Halbzeug bei Bearbeitungstemperatur (Wärmeausdehnung ist zu beachten) kann viele Probleme durch temperaturbedingte Formatänderungen minimieren. Es sollte mindestens bei +10 °C in trockenen Räumen liegen. Das verpackte Material sollte der Sonneneinwirkung und Bewitterung nicht ausgesetzt werden.

Spanende Bearbeitung

Die Maschinen und Werkzeuge zur Bearbeitung von PVC finden auch in der metall- und holzverarbeitenden Industrie Anwendung. Entscheidend ist hier die Wahl der richtigen Werkzeuge und der richtigen Schnittbedingungen. Bei der spanenden Bearbeitung ist es wichtig, auf eine hohe Schnittgeschwindigkeit, scharfe Schnittkanten, geringen Vorschub und eine gute Spanabführung zu achten. So vermeidet man am besten ein Ausreißen und unnötiges Splintern. Die beste Kühlung ist die Wärmeabfuhr über den Span (anders als in der Metallverarbeitung sollte der Schneidspan möglichst lang sein), da Thermoplaste schlechte Wärmeleiter sind.

Spanlose Bearbeitung

PVC-U- und PVC-HI-Platten bis zu 2 mm Dicke können ohne weiteres auch gestanzt oder auf der Schlag- schere geschnitten werden. Bei kühleren Witterungsverhältnissen ist zu beachten, dass das Material ausreichend lange bei Raumtemperatur gelagert wird.

Schweißen

PVC-Halbzeug kann mittels Wärme und Druck geschweißt werden. Wie auch bei anderen Thermoplasten ist PVC nach den in der DIN 16960 beschriebenen Verfahren schweißbar. Dies sind vor allem Warmgas- und Heizelementschweißen. Schweißverbindungen sollten so gelegt werden, dass sie nur geringen Biegebeanspruchungen ausgesetzt sind.

Kleben

Mit den geeigneten Klebstoffen ist es möglich, PVC-Halbzeug recht einfach und mit hoher Haftfestigkeit zu verbinden. Beim Kleben ist darauf zu achten, den richtigen Klebstoff zu verwenden. Werden PVC-Werkstoffe untereinander geklebt, so sind ausschließlich Lösungsmittelklebstoffe zu verwenden. Wird jedoch PVC mit einem anderen Werkstoff geklebt, so sollte ein Adhäsions-Klebstoff benutzt werden.

Oberflächenbearbeitung

Wenn das Material im Siebdruckbereich zum Einsatz kommt, müssen die Platten vor dem Druck- oder Lackier- vorgang entsprechend gereinigt und entfettet werden, um eine ausreichende Haftung der Farbe sicherzustellen.

Umformen

PVC-Platten lassen sich gut thermisch formen. Die Umformeigenschaften sind je nach PVC-Type unterschiedlich.

Kurzübersicht Lieferprogramm

Werkstoff	Polyvinylchlorid normal impact	Polyvinylchlorid high impact	Polyvinylchlorid nachchloriert	Polyvinylchlorid plasticized
Kurzzeichen	PVC-U	PVC-HI	PVC-C	PVC-P
Extrudierte Tafeln	■	■	■	■
Gepresste Tafeln	■	■	■	
Vollstäbe	■	■	■	
Schweißzusatz	■	■	■	■



Das detaillierte Lieferprogramm und weitere kaufmännische Informationen entnehmen Sie bitte unserer Preisliste „Technische Kunststoffe“.

Weitere Typen

- transparent und farbig
- mit verbesserter Tiefziehfähigkeit
- mit Trinkwasserzulassung nach KTW
- antistatisch
- elektrisch leitfähig

Abgerundet wird das Komplettsortiment durch

- Schweißdraht aus PVC
- Stahl- und Kunststoffprofile zur Verstärkung von Behältern
- Behälterecken aus PVC
- Schweißmaschinen
- Reinigungs- und Klebprodukte
- Industrielle Rohrleitungssysteme

Polyethylen

PE

Allgemeine Anwendungen PE-HD

Konstruktionsteile im chemischen
Apparate- und Anlagenbau

- Lager- und Transportbehälter
- Beizwannen
- Deponieschächte
- Tiefziehteile
- Absauganlagen
- Ventilatoren
- Ätzanlagen
- Fotoentwicklungsanlagen
- Gehäuse und Geräteteile
- Wurzelschutz

Allgemeine Anwendungen

PE-HMW und PE-UHMW

Konstruktionsteile im allgemeinen
Maschinenbau

- Kugel- und Gleitlager
- Stanzunterlagen
- Stoß- und Rammschutzleisten
- Kurvenführungen
- Transport- und Förderschnecken
- Fördersterne
- Gleitschienen
- Schneidunterlagen
- Zahnräder



PE-High Density (PE-HD) ist ein Polyethylen mit hoher Dichte, hergestellt im Niederdruckverfahren. Dieser Universalkunststoff besitzt eine ausgezeichnete Chemikalienbeständigkeit sowie eine gute Kälteschlagzähigkeit.

Eigenschaften

- höhere Kälteschlagzähigkeit als PP
- geringere Festigkeit und Steifigkeit als PP-H
- sehr hohe Chemikalienbeständigkeit
- obere Dauergebrauchstemperatur ca. +80 °C, wenn das Formteil nicht nennenswert mechanisch beansprucht wird
- dauerhafter Einsatz im Tieftemperaturbereich bis -50 °C möglich
- physiologisch unbedenklich
- sehr gute elektrische Isoliereigenschaften
- sehr geringe Wasseraufnahme

PE-High Density eignet sich aufgrund seiner herausragenden chemischen Beständigkeit gegenüber Lösungen von Salzen, Säuren, Laugen und Lösungsmitteln für eine Vielzahl von Anwendungen im chemischen Apparate-, Anlagen- und Behälterbau, auch bei niedrigen Temperaturen.

PE-High Molecular Weight (PE-HMW) besitzt ein erhöhtes Molekulargewicht und dadurch eine höhere Festigkeit. Gegenüber PE-HD weist PE-HMW eine bessere Abriebfestigkeit sowie gute Gleiteigenschaften auf.

Eigenschaften

- geringfügig höhere Festigkeit und Steifigkeit als PE-UHMW
- höhere Kerbschlagzähigkeit als PE-HD
- obere Dauergebrauchstemperatur ca. +80 °C, wenn das Formteil nicht nennenswert mechanisch beansprucht wird
- ausgezeichnete Tieftemperaturbeständigkeit bis -200 °C
- physiologisch unbedenklich
- sehr gute elektrische Isoliereigenschaften
- sehr geringe Wasseraufnahme

PE-High Molecular Weight findet insbesondere im Apparate-, Anlagen- und Maschinenbau überall dort Anwendung, wo auch eine erhöhte Festigkeit bei Chemikalienangriff im Minustemperaturbereich gefordert wird.

PE-Ultra High Molecular Weight (PE-UHMW) ist der Polyethylen-Typ mit dem höchsten Molekulargewicht. Infolgedessen besitzt PE-UHMW ausgezeichnete Werte hinsichtlich der Abriebfestigkeit und des Gleitverhaltens. Wie auch PE-HMW zeichnet sich PE-UHMW durch eine außergewöhnliche Zähigkeit und Formbeständigkeit selbst bei sehr tiefen Temperaturen aus.

Eigenschaften

- hohe Schlag- und Biegefestigkeit
- höchste Kerbschlagzähigkeit der Polyethylene
- obere Dauergebrauchstemperatur ca. +80 °C, wenn das Formteil nicht nennenswert mechanisch beansprucht wird
- ausgezeichnete Tieftemperaturbeständigkeit bis -200 °C
- physiologisch unbedenklich
- sehr gute elektrische Isoliereigenschaften
- sehr geringe Wasseraufnahme

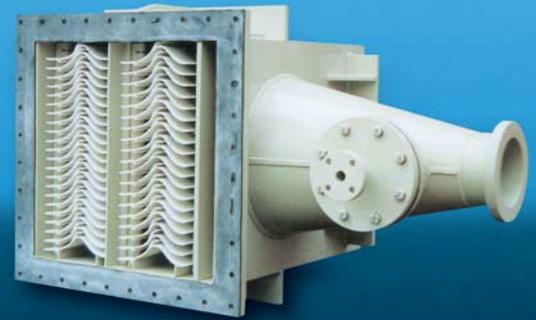
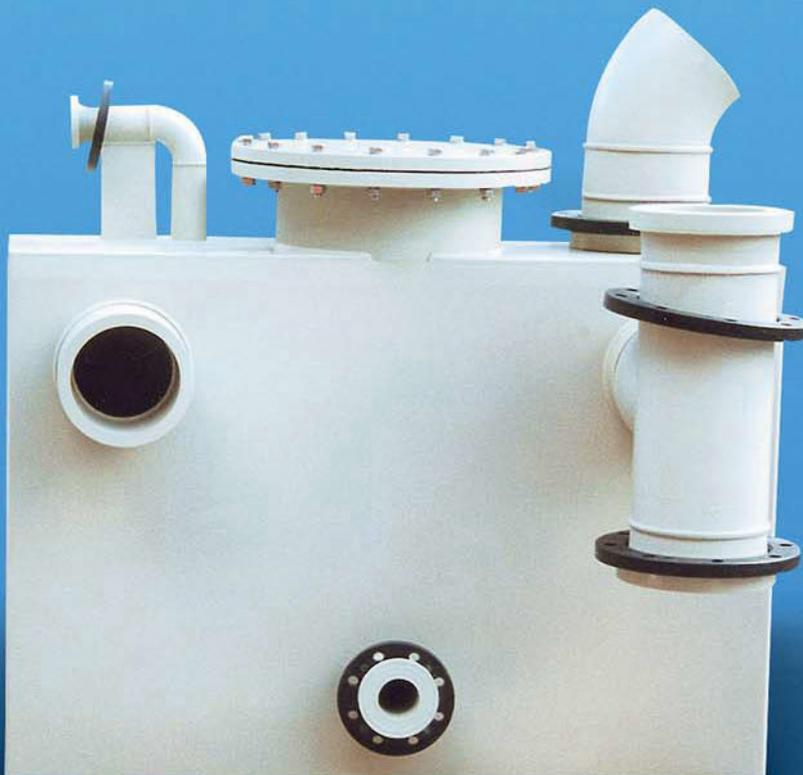
PE-Ultra High Molecular Weight ist prädestiniert für Maschinenteile und Konstruktionselemente, die durch hohen Reibverschleiß, hohe Schlagenergie und aggressive Medien starken mechanischen und korrosiven Belastungen ausgesetzt sind. Durch seine exzellenten Notlaufeigenschaften gewährleistet PE-UHMW einen sicheren Dauerbetrieb.

Polypropylen

PP

Allgemeine Anwendungen

- Lager- und Transportbehälter
- Beizwannen
- Absauganlagen
- Ventilatoren
- Konstruktionsteile im chemischen Apparate- und Anlagenbau
- Gas- und Absorbtionswäscher
- Tropfen- und Drallabscheider
- CD-Behandlungs- und Ätzanlagen
- Fotoentwicklungsanlagen
- Gehäuse und Geräteteile



PP-Homopolymer (PP-H) ist ein vielseitig einsetzbarer Kunststoff mit hoher Chemikalienbeständigkeit und ausgezeichneter Wärmebeständigkeit.

Eigenschaften

- höhere Festigkeit und Steifigkeit als PE-HD
- sehr hohe Chemikalienbeständigkeit
- niedrigere Kerbschlagzähigkeit als PE-HD
- obere Dauergebrauchstemperatur bis ca. +110 °C, wenn das Formteil nicht nennenswert mechanisch beansprucht wird
- Einsatz im Tieftemperaturbereich nur bei geringer mechanischer Beanspruchung möglich bis -10 °C
- physiologisch unbedenklich
- sehr gute elektrische Isoliereigenschaften
- sehr geringe Wasseraufnahme

PP-Homopolymer eignet sich zur Herstellung von Behältern und Konstruktionsteilen im chemischen Apparate- und Anlagenbau, die eine hohe Festigkeit und eine herausragende Chemikalienbeständigkeit erfordern.



PP-Random-Copolymer (PP-R) hat eine verbesserte Schlagzähigkeit gegenüber PP-H. Gleichzeitig nimmt jedoch die Steifig- und Festigkeit ab. Durch die Zugabe von Ethylen wird die Zähigkeit im Tieftemperaturbereich erhöht.

PP-Block-Copolymer (PP-B) besitzt eine bessere Schlagzähigkeit als PP-H, insbesondere im Minustemperaturbereich. PP-B ist steifer als PP-R.

PP-schwer entflammbar/ flame resistant (PP-F) ist ein mit Flammschutzmitteln ausgerüstetes homopolymeres Polypropylen. Bedingt durch die Zugabe von flammhemmenden Stoffen ist dieses Material physiologisch nicht unbedenklich.

Eigenschaften

- höhere Schlagzähigkeit als homopolymeres PP
- sehr hohe Chemikalienbeständigkeit
- niedrigere Festigkeit und Steifigkeit als PP-H
- obere Dauergebrauchstemperatur bis ca. +90 °C, wenn das Formteil nicht nennenswert mechanisch beansprucht wird
- erweiterte untere Dauergebrauchstemperatur bis -20 °C
- physiologisch unbedenklich
- sehr gute elektrische Isoliereigenschaften
- sehr geringe Wasseraufnahme

Eigenschaften

- höchste Schlagzähigkeit der unverstärkten Polypropylene
- sehr hohe Chemikalienbeständigkeit
- niedrigere Festigkeit und Steifigkeit als PP-H
- obere Dauergebrauchstemperatur bis ca. +80 °C, wenn das Formteil nicht nennenswert mechanisch beansprucht wird
- stark erweiterter unterer Dauergebrauchstemperaturbereich bis -30 °C
- physiologisch unbedenklich
- sehr gute elektrische Isoliereigenschaften
- sehr geringe Wasseraufnahme

Eigenschaften

- schwer entflammbar nach DIN 4102, Klassifizierung B1
- obere Dauergebrauchstemperatur bis ca. +110 °C, wenn das Formteil nicht nennenswert mechanisch beansprucht wird
- Einsatz im Tieftemperaturbereich nur bei geringer mechanischer Beanspruchung möglich bis -10 °C
- sehr gute elektrische Isoliereigenschaften

PP-Random-Copolymer wird überall dort im chemischen Apparate- und Behälterbau eingesetzt, wo eine erhöhte Schlagzähigkeit gefordert wird.

PP-Block-Copolymer wird zur Herstellung von langlebigen Konstruktionsteilen verwendet, die auch bei Minustemperaturen Schlagbelastungen ausgesetzt sind.

PP-schwer entflammbar/flame resistant eignet sich zur Herstellung von Teilen, die besonderen Auflagen hinsichtlich des Brandschutzes unterliegen, wie etwa Lüftungsanlagen.

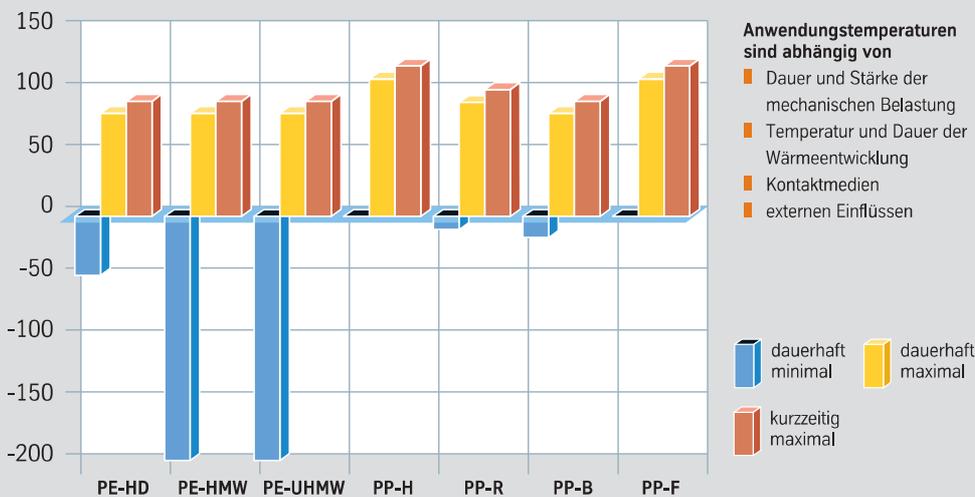
	PE-HD*	PE-HMW	PE-UHMW	PP-H*	PP-R/B*	PP-F*
Härte, Steifigkeit	+	++	+	+++	++	+++
Abriebfestigkeit	+	++	+++	+	+	+
Kriechneigung	+++	++	+++	+	++	+
Feuchtigkeitsaufnahme	+	+	+	+	+	+
Kerbschlagzähigkeit	++	+++	+++	+	++	+
Chemikalienbeständigkeit	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Gleitverhalten	++	++	+++	+	+	+
Witterungsbeständigkeit	+++	+++	+++	+	+	+

+++ = hoch, ++ = mittel, + = gering

* Tafeln dieser Gruppe erfüllen die Zeitstandsfestigkeiten nach ISO/TR 9080 und sind für den Apparate- und Behälterbau geeignet.
Vom Hersteller sind die Zeitstandsfestigkeiten zu bestätigen.

** Diese Werkstoffe sind in schwarzer Ausführung bei einem Rußanteil von >2 % witterungsbeständig.

Anwendungstemperaturen in °C



Anwendungstemperaturen sind abhängig von

- Dauer und Stärke der mechanischen Belastung
- Temperatur und Dauer der Wärmeentwicklung
- Kontaktmedien
- externen Einflüssen

- dauerhaft minimal
- dauerhaft maximal
- kurzzeitig maximal

Lagerung

In Abhängigkeit von Temperatur und Feuchtigkeitsaufnahme treten Maßänderungen auf. Die Lagerung von Kunststoff-Halbzeug bei Bearbeitungstemperatur (Wärmeausdehnung ist zu beachten) vermeidet Probleme, die durch temperaturbedingte Formatänderungen entstehen können.

Tempern

Probleme hinsichtlich der Planheit der Tafeln können infolge freiwerdender innerer Spannungen auftreten. Durch den Einsatz von konditioniertem, getempertem Halbzeug kann hier vorgebeugt werden. Gepresste Tafeln sind grundsätzlich spannungsärmer als extrudierte. Bei komplexen Konturen (Maschinenbau) kann auch Zwischentempern während des Bearbeitungsprozesses Abhilfe leisten, um Toleranzen einzuhalten.

Spanlose Formung

Die Werkstoffe PE-HD und PP werden in der Regel oberhalb des Kristallitschmelzpunktes geformt. Hierfür sind besondere Maschinen (Vakuumformtechnik) erforderlich.

Spanende Bearbeitung

Entscheidend ist hier die Wahl der richtigen Werkzeuge und der richtigen Schnittbedingungen. Bei der spanenden Bearbeitung ist es wichtig, auf eine hohe Schnittgeschwindigkeit, scharfe Werkzeugkanten, geringen Vorschub und eine gute Spanabführung zu achten. Die beste Kühlung ist die Wärmeabfuhr über den Span (anders als in der Metallverarbeitung sollte der Schneidspan möglichst lang sein), da Thermoplaste schlechte Wärmeleiter sind. Bei Flüssigkeitskühlung ist nur reines Wasser zu verwenden (sonst Spannungsrisbildung möglich).

Kurzübersicht Lieferprogramm

Schweißen

Die vorgestellten Thermoplaste sind nach den in der DIN 1910 Teil 3 beschriebenen Verfahren schweißbar. Dies sind vor allem Warmgas-schweißen, Warmgasextrusions-schweißen und Heizelementschweißen. Um sichere und langlebige Schweißverbindungen zu erhalten, ist darauf zu achten, dass Halbzeug und Schweißzusatz die gleiche Schmelzviskosität besitzen und die Richtlinien der DVS 2207 eingehalten werden. Thermoplaste sind empfindlich gegenüber Kerben. Schweißverbindungen sollten deshalb so angelegt werden, dass sie nur geringen Biegebeanspruchungen ausgesetzt sind und geringe eigene Kerben besitzen (DVS 2205 Blatt 3).

Sicherheit im Apparate- und Anlagenbau

Um die Gefahr von Spannungsris-sbildung infolge von Chemikalien-einwirkung zu reduzieren, ist beson-ders auf exakte thermische Ver-arbeitungsprozesse Wert zu legen. Sonst besteht die Möglichkeit von inneren Spannungen, die in Kombi-nation mit benetzenden und gleich-zeitig quellenden Medien Spannungs-risse hervorrufen können.

Sicherheit im Maschinenbau

Um eine hohe Sicherheit im Dauer-betrieb der Konstruktionsteile zu gewährleisten, sollte bei der Herstel-lung möglichst auf eine scharfe Kontur verzichtet werden.

*Für die einzelnen Bearbeitungs-verfahren sind die Richtlinien von DVS, DIN und VDI zu beachten.

Thermoplaste lassen sich im Vergleich zu Metallen leichter (mit weniger Energie) spanend bearbeiten, kleben, schweißen und umformen.

Werkstoff	Polyethylen High Density	Polyethylen High Molecular Weight	Polyethylen Ultra High Molecular Weight	Polypropylen Homopolymer	Polypropylen Random Copolymer	Polypropylen Block Copolymer	Polypropylen schwer entflammbar/flame resistant
Kurzzeichen	PE-HD	PE-HMW	PE-UHMW	PP-H	PP-R	PP-B	PP-F
Tafeln	■	■	■	■	■	■	■
Vollstäbe	■	■	■	■	■	■	■
Schweißzusatz	■			■	■	■	■

Das detaillierte Lieferprogramm und weitere kaufmännische Informationen entnehmen Sie bitte unserer Preisliste „Technische Kunststoffe“.

Weitere Typen

- antistatisch
- elektrisch leitfähig
- erhöht schlagzäh
- steifer und besser wärmeformbeständig durch Talkumzugabe
- für den prüfzeichenpflichtigen Behälterbau
- mit Glasfasern bzw. -kugeln ausgerüstet

Abgerundet wird das Komplettsortiment durch

- Stahl- und Kunststoffprofile zur Verstärkung von Behältern
- Behälterecken aus PE und PP

Auf Anfrage sind auch Werkzeuge und Maschinen erhältlich.

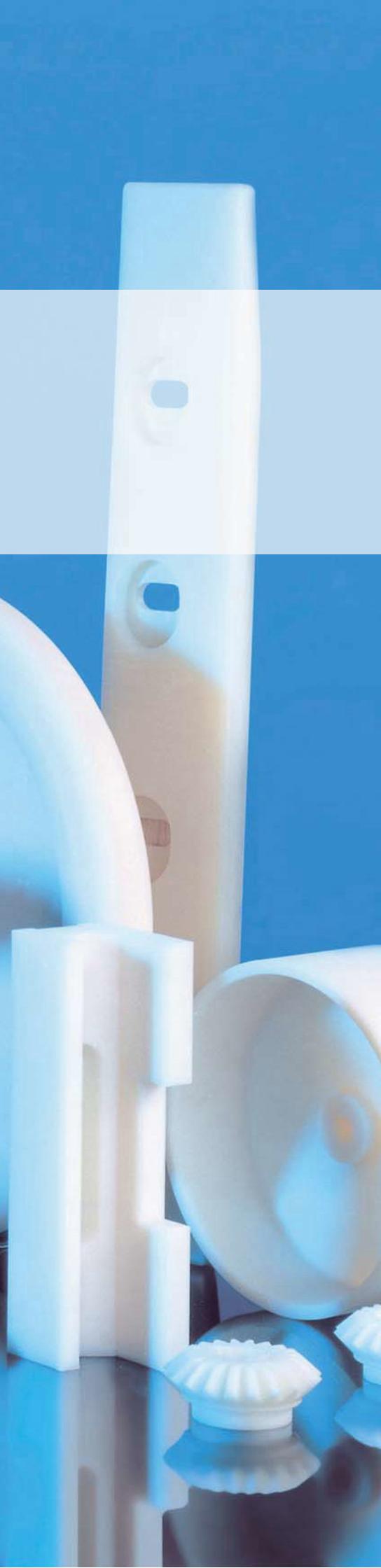
Polyamide

PA

Allgemeine Anwendungen

Teile mit einfachen Konturen

- Zahnräder
- Gleitlager
- Dichtringe
- Führungselemente
- Spulenkörper
- Riemenscheiben
- Steuerwalzen
- Pumpengehäuse
- Kugellagerkäfige



PA 6 ist ein Universalkunststoff für die Konstruktion und Instandhaltung von Maschinen.

PA 6 G (Guss) ist ein fester, homogener Werkstoff, spannungsarm, mit hohem Kristallinitätsgrad. Er weist gegenüber PA 6 eine verbesserte Abrieb- und Verschleißfestigkeit sowie eine höhere Maßbeständigkeit auf.

Eigenschaften

- hohe Zugfestigkeit
- sehr hohe Reißdehnung
- hohe Schlagzähigkeit
- größte Feuchtigkeitsaufnahme aller Polyamide
- niedrigster elektrischer Widerstand aller Polyamide

Eigenschaften

- höhere Zugfestigkeit als PA 6
- geringere Reißdehnung als PA 6
- etwas geringere Feuchtigkeitsaufnahme als PA 6
- hohe Schlagzähigkeit
- höchste Wärmestabilität aller Polyamide

PA 6 eignet sich besonders zur Herstellung von Konstruktions- und Gleitelementen, die starken dynamischen Belastungen ausgesetzt sind und einfache Profile haben.

PA 6 G kann für verschleißbeanspruchte Konstruktionsteile mit etwas aufwändigeren Profilen eingesetzt werden, bei denen Dimensionsstabilität als zusätzliche Eigenschaft notwendig ist.



PA 6.6 eignet sich aufgrund der mechanischen und thermischen Stabilität, der erhöhten Kriechfestigkeit und der guten Gleit- und Verschleißeigenschaften optimal für die automatische Zerspanung.

PA 12 ist der Polyamid-Typ mit der geringsten Feuchtigkeitsaufnahme und daraus resultierend mit der höchsten Dimensionsstabilität.

Eigenschaften

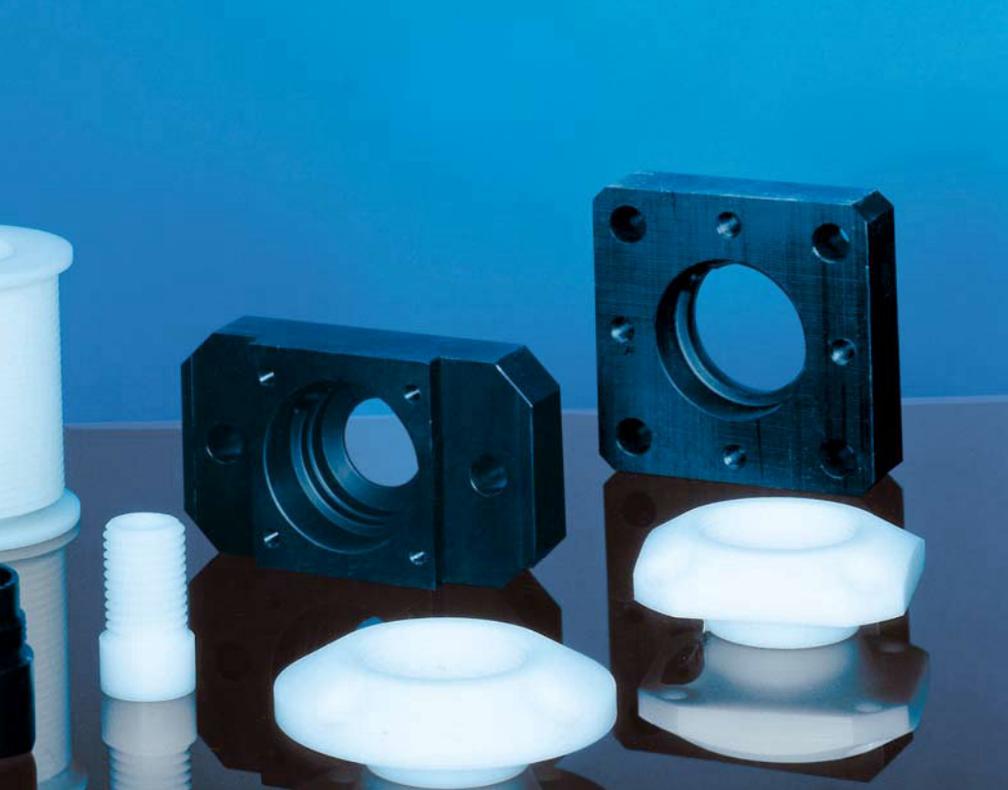
- höchste Zugfestigkeit der unverstärkten Polyamide
- höhere Reißdehnung als PA 6 G
- hohe Schlagzähigkeit
- geringere Feuchtigkeitsaufnahme als PA 6
- höchster Schmelzpunkt in der Polyamid-Familie

PA 6.6 kann insbesondere für die Herstellung von Maschinenelementen eingesetzt werden, die hohen Druckbelastungen standhalten müssen und ein etwas aufwändigeres Profil haben.

Eigenschaften

- geringste Zugfestigkeit in der Polyamid-Familie
- höchste Reißdehnung aller Polyamide
- hohe Schlagzähigkeit
- geringste Feuchtigkeitsaufnahme der Polyamide
- tiefster Schmelzpunkt unter den Polyamiden

PA 12 eignet sich zur Herstellung von form- und dimensionsstabilen Konstruktionsteilen, die auch in direktem Kontakt mit Wasser oder Chemikalien stehen können und bei tiefen Temperaturen Stoßbeanspruchungen widerstehen müssen.



PA 6 GF/PA 12 GF weist – unter Beibehaltung eines hohen Verschleißwiderstandes – eine höhere Festigkeit, Steifigkeit, Kriechfestigkeit und Dimensionsstabilität als unverstärktes PA 6 bzw. PA 12 auf. Dieser Polyamidtyp erlaubt den Einsatz bei hohen Gebrauchstemperaturen und neigt bei der Zerspanung zu geringer Gratbildung.

Eigenschaften

- höchste Zugfestigkeit unter allen Typen von PA, POM und PET
- sehr hohe Schlagzähigkeit
- niedrigste Reißdehnung der hier vorgestellten Thermoplaste
- hohe Feuchtigkeitsaufnahme wie PA 6 G
- höchste Wärmeformbeständigkeit

PA 6 GF/PA 12 GF eignet sich insbesondere zur Herstellung von Maschinenelementen, die sehr hohen mechanischen Belastungen ausgesetzt sind und auch bei hohen Temperaturen formstabil sein müssen.

PA 6 + MoS₂ weist mit dem Zusatz von Molybdänsulfid verbesserte Gleit- und Verschleißmerkmale sowie sehr gute Notlaufeigenschaften auf.

Eigenschaften

- hohe Zugfestigkeit
- sehr hohe Reißdehnung
- hohe Schlagzähigkeit
- geringfügig niedrigere Feuchtigkeitsaufnahme als PA 6
- bessere Gleiteigenschaften als PA 6

PA 6 + MoS₂ lässt sich hervorragend für die Herstellung von Lager- und Gleitelementen verwenden, die wartungsfrei auch im Trockenlauf eingesetzt werden müssen.



Polyoxymethylen

POM

Allgemeine Anwendungen

Teile mit komplexen Konturen

- Lager
- Kolbenringe
- Dichtungen
- Gleitelemente
- Führungsteile
- Ventilkörper
- Gehäuse
- Spulenkörper
- Pumpenelemente
- Getriebeteile
- Zahnräder



POM Copolymer (POM C) ist ein vielseitig einsetzbarer, technischer Kunststoff mit hoher Festigkeit und Formstabilität. Er besitzt geringe Adhäsionskräfte und weist daher gute Gleiteigenschaften auf.

POM Homopolymer (POM H) weist ähnliche Eigenschaften wie POM Copolymer auf. Im Gegensatz zu POM Copolymer verfügt der Werkstoff über geringfügig bessere mechanische Eigenschaften, insbesondere im Bereich der Zug- und Druckfestigkeit. Auch beim E-Modul weist er höhere Werte auf. Darüber hinaus ist der lineare thermische Ausdehnungskoeffizient etwas geringer und der Verschleißwiderstand höher.

POM + PE ist ein mit Polyethylen modifiziertes Polyoxymethylen. Mit der Zugabe des Festschmierstoffes PE (Polyethylen) werden die Gleiteigenschaften verbessert. Diese Beimengung wirkt wie ein Trockenschmierstoff – das Material weist deutlich bessere Trocken- und Notlaufeigenschaften auf. Hohe Betriebssicherheit bei hohen Funktionstemperaturen und Gleitgeschwindigkeiten wird durch diesen Werkstoff gewährleistet.

Eigenschaften

- hohe Zugfestigkeit
- hohe Schlagzähigkeit
- hohe Reißdehnung
- geringe Wasseraufnahme
- hydrolysebeständiger als POM H

Eigenschaften

- geringfügig höhere Zugfestigkeit als POM C
- hohe Schlagzähigkeit
- etwas geringere Reißdehnung als POM C
- geringe Wasseraufnahme
- geringere Hydrolysebeständigkeit als POM C

Eigenschaften

- geringere Zugfestigkeit als POM unmodifiziert
- niedrigere Schlagzähigkeit als POM unmodifiziert
- geringe Wasseraufnahme

POM Copolymer ist durch seine ausgezeichnete Zerspanbarkeit bei kurzer Spannbildung ein äußerst beliebter Werkstoff zur Herstellung von form- und dimensionsstabilen Konstruktions- und Gleiteilen.

POM Homopolymer zeichnet sich ähnlich wie POM Copolymer auch durch seine hervorragende Zerspanbarkeit zur Herstellung von form- und dimensionsstabilen Konstruktions- und Gleiteilen aus.

POM + PE kann in dieser Kombination zur Herstellung von langlebigen Konstruktionselementen verwendet werden, die besonders gute Gleiteigenschaften aufweisen müssen und bei denen erhöhte Pressungen an der Gleitebene auftreten.

Polyethylenterephthalat

PET

Allgemeine Anwendungen

Teile mit komplexen Konturen und engen Toleranzen

- Lager
- Zahnräder
- Kupplungen
- Pumpenteile
- Präzisionsgleitlager
- Gleit- und Verschleißleisten
- Isolierteile
- Elektro- und Feinwerktechnik



PET ist ein sehr gut zerspanbarer technischer Kunststoff, der die höchste Festigkeit sowie die niedrigste Feuchtigkeitsaufnahme unter den drei vorgestellten Werkstoffen (unverstärkte Typen) aufweist. PET isoliert elektrisch optimal und dehnt sich unter Wärmeinfluss nur geringfügig aus. Darüber hinaus verbindet PET gute Gleiteigenschaften mit sehr hoher Verschleißfestigkeit.

Eigenschaften

- höchste Zugfestigkeit aller vorgestellten Werkstoffe (unverstärkt)
- sehr hohe Schlagzähigkeit
- geringste Reißdehnung der unverstärkten, hier vorgestellten Kunststoffe
- niedrigste Wasseraufnahme im Vergleich zu PA und POM
- höchste Kriechfestigkeit der Werkstoffe PA, POM und PET (unverstärkt)

PET ist aufgrund der hohen Dimensionsstabilität und der gleichzeitig geringen Feuchtigkeitsaufnahme für Bauteile mit engsten Toleranzen geeignet.

PET GF ist ein mit Glasfasern verstärktes Polyethylenterephthalat und weist verbesserte Eigenschaften im Bereich der mechanischen Festigkeit, der Dimensionsstabilität sowie der Temperaturbeständigkeit auf.

Eigenschaften

- höchste Zugfestigkeit aller vorgestellten Werkstoffe
- sehr hohe Schlagzähigkeit
- geringste Reißdehnung der hier vorgestellten Kunststoffe
- niedrigste Wasseraufnahme im Vergleich zu PA und POM
- höchste Kriechfestigkeit der Werkstoffe PA, POM und PET

PET GF ist aufgrund der hohen Dimensionsstabilität und der gleichzeitig geringen Feuchtigkeitsaufnahme für Bauteile mit engsten Toleranzen geeignet, die sowohl hohen Temperaturen als auch hohen mechanischen Belastungen ausgesetzt sind.

Eigenschaftsprofile

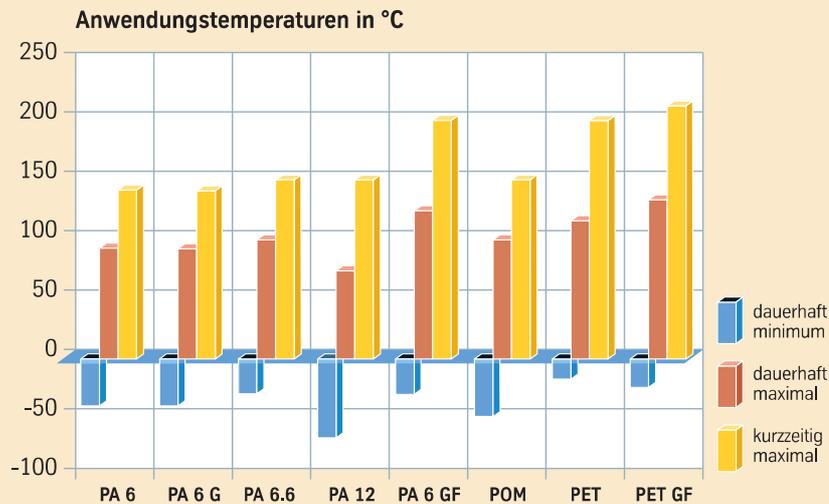
	PA	POM	PET
Härte, Festigkeit	++	++	+++
Steifigkeit	++	++	+++
Kriechneigung	+++	++	+
Feuchtigkeitsaufnahme	+++	++	+
Schlagzähigkeit	+++	++	++
Dimensionsstabilität	+	++	+++
Zerspanbarkeit	++	+++	++

+++ = hoch
 ++ = mittel
 + = gering

Alle drei Werkstoffe zeichnen sich durch ein gutes Gleit-/Reibungsverhältnis aus und sind daher in den klassischen Anwendungen wie Gleitschienen, Gleitlagern und Zahnrädern zu finden.

Technische Eigenschaften variieren in Abhängigkeit von

- dem Grad der Kristallinität
- der Feuchtigkeit
- der Temperatur
- der Dauer der dynamischen Belastung



Handling- und Bearbeitungshinweise

Lagerung

In Abhängigkeit von Temperatur und Feuchtigkeitsaufnahme können Maßänderungen auftreten. Um dem vorzubeugen, sollte Halbzeug bei Bearbeitungstemperatur gelagert werden (Wärmeausdehnung ist zu beachten).

Vorwärmen

Beim Bohren von Vollstäben aus PA und PET mit Durchmessern >100 mm und größeren Bohrlöchern (ca. >15 mm) sollte das zu bearbeitende Teil auf mindestens +70 °C vorgewärmt werden (Wärmeausdehnung ist zu beachten).

Anpressdruck

Bedingt durch die geringe Oberflächenhärte und dem insgesamt zähelastischen Verhalten kann es an der Bearbeitungsstelle nach Abzug des Werkzeugs zu Rückfederungen kommen. Deshalb sollte der Anpressdruck gering gehalten werden.

Tempern

Infolge frei werdender innerer Spannungen durch mechanische Bearbeitung können Risse auftreten. Durch den Einsatz von getempertem Halbzeug kann dies verhindert werden. Trotzdem entstehen bei der mechanischen Bearbeitung

Wärmespannungen an den Spanflächen. Bei komplexen Konturen kann infolgedessen ein Zwischentempern erforderlich werden.

Spanabfuhr

An der Bearbeitungsstelle entsteht Wärme, die nur schlecht über den Werkstoff abgeleitet wird. Ausreichend Platz für die Spanabfuhr und eine gute Kühlung sind deshalb unerlässlich.

Sicherheit im Dauerbetrieb

Um eine hohe Sicherheit der Konstruktionsteile im Dauerbetrieb zu gewährleisten, sollte bei der Herstellung auf scharfe Konturen verzichtet werden.

Bei der Herstellung von Konstruktionsteilen aus Kunststoff müssen besonders die mechanischen Eigenschaften der einzelnen Werkstoffe berücksichtigt werden. Kunststoffe sind mittlerweile mit den engen Fertigungstoleranzen von Metallen vergleichbar. Zu beachten ist die um ein Vielfaches größere Wärmeausdehnung im Gegensatz zu Metallen.

Kurzübersicht Lieferprogramm

Werkstoff	Polyamid 6	Polyamid 6 G	Polyamid 6.6	Polyamid 12	Polyamid 6 GF	Polyamid 12 GF	Polyamid 6 + MoS ₂	Polyoxymethylen Copolymer	Polyoxymethylen Homopolymer	Polyoxymethylen + PE	Polyethylenterephthalat (teilkristallin)	Polyethylenterephthalat GF (teilkristallin)
Kurzzeichen	PA 6	PA 6 G	PA 6.6	PA 12	PA 6 GF	PA 12 GF	PA 6 + MoS ₂	POM C	POM H	POM + PE	PET	PET GF
Tafeln	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Vollstäbe	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Hohlstäbe	■	■	■	■			■	■	■	■	■	

Fluorkunststoffe

PTFE · PVDF · ECTFE
PFA · FEP · MFA

Allgemeine Anwendungen

- Maschinenbau
- Halbleiterindustrie
- Medizinischer Apparatebau
- Elektrotechnik
- Chemische Industrie
- Biotechnologie
- Lebensmitteltechnik
- Medizintechnik
- Pharmazeutische Industrie
- Transport- und Fördertechnik
- Pumpen- und Armaturentechnik
- Laborbau

Polytetrafluorethylen (PTFE) ist ein teilkristalliner Fluorkunststoff und zählt zu der Gruppe der Thermoplaste. Die außergewöhnliche Kombination von überragenden Eigenschaften resultiert im Wesentlichen aus der Molekularstruktur. Das Fluoratom in Verbindung mit Kohlenstoff sowie die nahezu vollständige Abschirmung der unverzweigten Kohlenstoff-Kette durch Fluoratome bewirken eine außerordentliche Beständigkeit in chemischer und thermischer (-200 °C bis +260 °C) Hinsicht.

Polytetrafluorethylen zeichnet sich besonders durch den niedrigsten Reibungskoeffizienten aller Feststoffe und höchste Chemikalienwiderstandsfähigkeit aus. PTFE eignet sich aufgrund seiner ungewöhnlichen Eigenschaften als Spezialkunststoff für viele Einsatzgebiete. Der Einsatz von PTFE bringt bei kritischen Anwendungen höhere Standzeiten, mehr Sicherheit, verbesserte Funktionen und bietet damit Wettbewerbsvorteile bei schwierigen Anwendungen.

Eigenschaften	Anwendungen
<ul style="list-style-type: none"> ■ sehr gute Gleiteigenschaften – Selbstschmiereffekt ■ keine Wasseraufnahme, wasserabstoßend ■ antihaftend ■ außergewöhnlich breiter thermischer Anwendungsbereich von -200 °C bis +260 °C ■ nahezu universelle chemische Widerstandsfähigkeit ■ gute elektrische und dielektrische Eigenschaften ■ beständig gegen Heißwasserdampf ■ licht-, witterungs- und strahlenbeständig ■ selbstverlöschend gem. UL 94-VO ■ physiologisch unbedenklich 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Dichtungs- und Gleitelemente ■ Korrosionsschutz ■ Isolierteile ■ Ummantelungen und Beschichtungen von Kolben, Heizelementen, Walzen, Membranen etc. ■ Implantate ■ Konstruktionsteile im medizinischen Apparatebau ■ Bauteile für die Lebensmittelindustrie ■ Schläuche

Polyvinylidenfluorid (PVDF) ist ein thermoplastischer Fluorkunststoff. Er weist eine gute bis sehr gute chemische Widerstandsfähigkeit auf und ist gegenüber PTFE wesentlich härter und steifer. Gegenüber anderen Fluorkunststoffen bietet PVDF in vielen Anwendungsfällen Vorteile: Er lässt sich leicht verarbeiten und hat gute mechanische Eigenschaften.

Polyvinylidenfluorid empfiehlt sich aufgrund seiner hohen Reinheit für den Kontakt mit Reinstwasser und hochreinen Chemikalien. Außerdem ist PVDF speziell für den Korrosionsschutz in der chemischen Industrie geeignet. Weitere Anwendungen liegen wegen der physiologischen Unbedenklichkeit im Pharmabereich.

Eigenschaften	Anwendungen
<ul style="list-style-type: none"> ■ verfügt über die besten mechanischen Eigenschaften aller ungefüllten Fluorkunststoffe ■ sehr gut zerspanbar ■ gute Schweißbarkeit ■ erfüllt höchste Ansprüche an Reinheit ■ zugelassen nach FM 4910 ■ hohe thermische Belastbarkeit ■ sehr widerstandsfähig gegen Chemikalien ■ sehr gut elektrisch isolierend ■ heißwasserbeständig ■ sehr gute Strahlenbeständigkeit ■ selbstverlöschend gem. UL 94-VO ■ physiologisch unbedenklich 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Drehteile für industrielle Anwendungen ■ Auskleidungen von GFK- und Stahlbehältern ■ Betonschutzplatten ■ Pumpengehäuse ■ Filterplatten, Filterglocken ■ Ventilgehäuse ■ Stecker ■ Isolatoren ■ Flansche ■ Rühr- und Knetelemente ■ Walzen ■ Dichtungen ■ Gleitteile ■ Rohrleitungsbauteile

Ethylen Chlortrifluorethylen (ECTFE) ist ein teilkristalliner Hochleistungsthermoplast mit sehr guter chemischer Beständigkeit für höchste Anforderungen.

Ethylen Chlortrifluorethylen erweist sich durch seine antiadhäsive und leicht zu säubernde Oberfläche als sehr wirtschaftlich und eignet sich besonders für den Einsatz im alkalischen Bereich. Dieser Werkstoff ist die optimale Ergänzung zum bewährten PVDF im Korrosionsschutz.

Perfluor Alkoxyalkan Copolymer (PFA), Tetrafluorethylen-Hexafluorpropylen (FEP) und Tetrafluorethylen-Perfluor-Methylvinylether (MFA) sind thermoplastisch verarbeitbare Fluorkunststoffe, die in ihren Eigenschaften, chemisch und thermisch, dem PTFE ähnlich sind. Sie vereinen alle herausragenden Eigenschaften von PTFE, lediglich die Dauergebrauchstemperatur liegt bei diesen Werkstoffen niedriger. Sie unterscheiden sich untereinander nur geringfügig, so haben z. B. PFA (+260 °C) und MFA (+250 °C) eine höhere Dauergebrauchstemperatur als FEP (+205 °C), weisen dafür ein etwas geringeres E-Modul (Steifigkeit, Festigkeit) auf. Bauteile aus PFA, FEP und MFA sind durchscheinend bis transparent, porenfrei und kommen vorwiegend zum Einsatz, wenn mit ultrareinen Stoffen gearbeitet wird. Sie sind gut schweißbar und besonders geeignet für Auskleidungen und Duallaminatkonstruktionen im Hochtemperaturbereich, die zusätzlich extreme chemische Belastungen aufweisen.

Eigenschaften	Anwendungen
<ul style="list-style-type: none"> ■ sehr zäh ■ gute Spannungsrissfestigkeit im alkalischen Bereich ■ gut schweißbar ■ thermisch hoch belastbar ■ beständig gegen hochkonzentrierte Chemikalien ■ gut elektrisch isolierend ■ sehr hoher Sauerstoffindex ■ hydrolyse- und heißdampfbeständig ■ ausgezeichnete Witterungs- und Strahlenbeständigkeit ■ selbstverlöschend gem. UL 94-VO ■ physiologisch unbedenklich 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Rohrleitungsbauteile ■ Behälterauskleidungen ■ Dichtungen ■ Drehteile ■ Gleitlager ■ Walzen ■ Halbleiterbauteile

Eigenschaften allgemein	Anwendungen
<ul style="list-style-type: none"> ■ gute Spannungsrissbeständigkeit ■ gut schweißbar ■ hohe Reinheit ■ hervorragende thermische Belastbarkeit ■ sehr hohe Chemikalienwiderstandsfähigkeit ■ hohe elektrische Widerstandsfähigkeit ■ sehr hoher Sauerstoffindex ■ selbstverlöschend gem. UL 94-VO ■ physiologisch unbedenklich 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Auskleidungen von GFK- und Stahlbehältern ■ Duallaminatkonstruktionen ■ Rohrleitungsbauteile ■ Dichtungen ■ Gleitlager ■ Walzen ■ Fadenführer

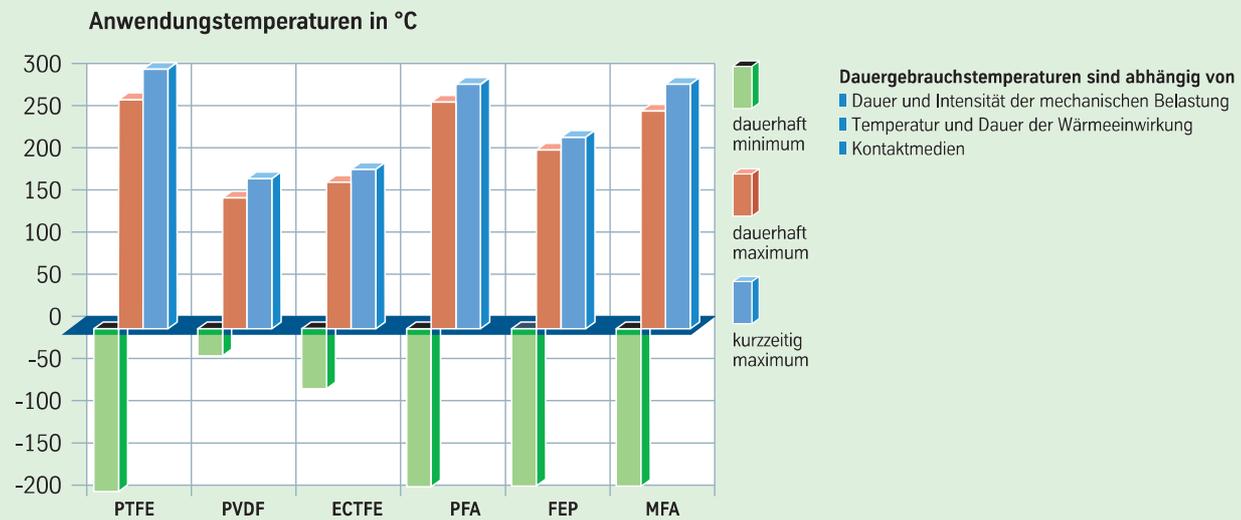
Eigenschaftsprofile

	PTFE	PVDF	ECTFE	PFA	FEP	MFA
Härte	+	++	++	+	+	+
Reißfestigkeit	++	+++	+++	++	+	++
Reißdehnung	++	+	++	+++	+++	+++
Chemische Widerstandsfähigkeit	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Kriechneigung	+++	+	+	++	++	++
Dauergebrauchstemperatur	+++	++	++	+++	++	+++
Zerspanbarkeit	++	++	++	+	+	+
Reinheit	++	+++	+++	+++	+++	+++

+++ = hoch, ++ = mittel, + = gering

Mechanische Eigenschaften variieren in Abhängigkeit von

- Chemikalieneinwirkung
- Anwendungstemperatur
- Dauer der dynamischen Belastung



Handling- und Bearbeitungshinweise

Lagerung

In Abhängigkeit von Temperatur und Feuchtigkeitsaufnahme treten Maßänderungen auf. Die Lagerung von Halbzeug bei Bearbeitungstemperatur (Wärmeausdehnung ist zu beachten) kann viele Probleme durch temperaturbedingte Formatänderungen minimieren.

Tempern

Hinsichtlich der Planheit der Tafeln können Probleme infolge frei werdender innerer Spannungen auftreten. Durch den Einsatz von konditioniertem, getempertem Halbzeug kann hier vorgebeugt werden. Gepresste Tafeln sind grundsätzlich spannungsärmer als extrudierte. Bei komplexen Konturen (Maschinenbau) kann auch Zwischentempn während des Bearbeitungsprozesses Abhilfe leisten, um Toleranzen einzuhalten.

Spanende Bearbeitung

Entscheidend ist hier die Wahl der richtigen Werkzeuge und der richtigen Schnittbedingungen. Bei der spanenden Bearbeitung ist es wichtig, auf eine hohe Schnittgeschwindigkeit, scharfe Werkzeuge, geringen Vorschub und eine gute Spanabführung zu achten. Die beste Kühlung ist die Wärmeabfuhr über den Span, da Thermoplaste schlechte Wärmeleiter sind. Bei Flüssigkeitskühlung nur reines Wasser verwenden (sonst ist Spannungsrissbildung möglich).

Schweißen

Die vorgestellten Thermoplaste sind nach den in der DIN 1910 Teil 3 beschriebenen Verfahren schweißbar. Dies sind vor allem Warmgasschweißen, Warmgasextrusionsschweißen und Heizelementschweißen. Um sichere und langlebige Schweißverbindungen zu erhalten, ist darauf zu achten, dass Halbzeug und Schweißzusatz die gleiche Schmelzviskosität besitzen und die Richtlinien der DVS 2207 eingehalten werden. Thermoplaste sind empfindlich gegenüber Kerben. Schweißverbindungen sollten deshalb so angelegt werden, dass sie nur geringen Biegebeanspruchungen ausgesetzt sind und geringe eigene Kerben besitzen (DVS 2205 Blatt 3). Auf Sauberkeit ist besonders zu achten. Für die Behälterauskleidung kann farbiger Schweißdraht angeboten werden.

Tiefziehen/Tiefpressen

Platten aus Fluorkunststoff und Auskleidungslamine lassen sich durch geeignete Verarbeitungsmethoden und Parameter tiefziehen und tiefpressen.

Sicherheit im Apparate- und Anlagenbau

Um die Gefahr von Spannungsrissbildung infolge von Chemikalieneinwirkung zu reduzieren, ist besonders auf exakte thermische Verarbeitungsprozesse Wert zu legen. Sonst besteht die Möglichkeit von inneren Spannungen, die in Kombination mit benetzenden und gleichzeitig quellenden Medien Spannungsrisse hervorrufen können. Beim Erwärmen der Fluorkunststoffe treten gesundheitsschädigende Substanzen auf. Geeignete Sicherheitsmaßnahmen (z. B. Atemschutz) sind zu ergreifen.

Kurzübersicht Lieferprogramm

Werkstoff	Polytetrafluorethylen	Polyvinylidenfluorid	Ethylen Chlortrifluorethylen	Perfluor Alkoxyalkan Copolymer	Tetrafluorethylen-Hexafluorpropylen	Tetrafluorethylen-Perfluor-Methylvinylether
Kurzzeichen	PTFE	PVDF	ECTFE	PFA	FEP	MFA
Tafeln	■	■	■			
Vollstäbe	■	■	■			
Folien	■	■		■	■	■
Schweißzusatz	■	■	■	■	■	■
Rohre/Schläuche	■	■	■	■	■	■

Das detaillierte Lieferprogramm und weitere kaufmännische Informationen entnehmen Sie bitte unserer Preisliste „Technische Kunststoffe“.

Wir bieten auch glas- und polyesterwebekaschierte Tafeln für die Behälterauskleidung an.

Im Bereich PVDF haben wir außerdem ein umfangreiches Sortiment rund um den Rohrleitungsbau.

Hochleistungskunststoffe

PEEK · PEI · PES PSU · PPS

Allgemeine Anwendungen

- Maschinenbau
- Gerätebau
- Anlagenbau
- Pumpen- und Armaturenbau
- Transport- und Fördertechnik
- Elektrotechnik
- Chemietechnik
- Feinwerktechnik
- Lebensmitteltechnik
- Medizintechnik
- Textilverarbeitung
- Verpackungs- und Papiermaschinen
- Automobilindustrie
- Luft- und Raumfahrt
- Nuklear- und Vakuumtechnik

Polyetheretherketon (PEEK) besitzt eine im Vergleich zu den meisten anderen Thermoplasten höhere mechanische Festigkeit, Steifigkeit und Temperaturbeständigkeit. Gegenüber Säuren, Lösungsmitteln und Schmierstoffen weisen Polyetheretherketone exzellente chemische Widerstandsfähigkeiten, auch bei hohen Temperaturen, auf. Eine Dampfsterilisation ist bei allen PEEK-Typen nahezu unbegrenzt wiederholbar.

PEEK zeigt aufgrund seiner chemischen Reinheit in der unmodifizierten Form bei kritischen Medien Vorteile gegenüber den modifizierten Typen.

PEEK mod. erzielt durch den Zusatz von PTFE, Kohlefasern und Graphit neben der erhöhten mechanischen Festigkeit auch eine hervorragende Gleiteigenschaft sowie ein verbessertes Verschleißverhalten.

PEEK GF 30 erreicht durch die 30%ige Glasfaserverstärkung die höchste mechanische Festigkeit aller PEEK-Typen.

Eigenschaften

- höchste mechanische Festigkeit und Steifigkeit aller Hochleistungskunststoffe
- hohe Schlagzähigkeit
- außergewöhnlich hohe Oberflächenhärte
- gute Kriechfestigkeit
- exzellente Verschleißfestigkeit
- höchste Wärmeformbeständigkeit
- höchste thermische Belastbarkeit (Dauergebrauchstemperatur +250 °C, PEEK GF 30 bis +300 °C)
- sehr widerstandsfähig gegen Chemikalien
- höchste Strahlenbeständigkeit
- hydrolyse- und heißdampfbeständig
- physiologisch unbedenklich

Typische Anwendungen

Hauptanwendungsgebiete liegen im Maschinenbau, in der Elektrotechnik, in der Luft-, Raumfahrt- und Automobilindustrie sowie im militärischen Bereich. Anwendungsbeispiele sind Zahnräder, Gleitlager, Buchsen, Pumpengehäuse und Wafer-Carrier.

Polyetherimid (PEI) ist ein amorpher Hochleistungskunststoff, der die hohen Leistungswerte von Spezialkunststoffen mit den ausgezeichneten Verarbeitungseigenschaften technischer Kunststoffe verbindet. PEI ist durchsichtig mit bernsteinähnlicher Transparenz.

PEI zeichnet die einzigartige Kombination von ungewöhnlicher Zugfestigkeit und hohem Biegemodul – auch bei maximalen Temperaturen – aus. Dieser Hochleistungskunststoff ist extrem flammwidrig, raucharm im Brandfall und erreicht nach allen gängigen Normen die jeweils höchste Schwerentflammbarkeitsstufe. Dies wird belegt durch einen enorm hohen Sauerstoffindex (47 %).

PEI GF 20 und GF 30 sind glasfaserverstärkte Typen, bei denen die ausgezeichneten Eigenschaften von PEI im Hinblick auf noch höhere Steifigkeit, Dimensionsstabilität und Wärmeformbeständigkeit verbessert werden.

Eigenschaften

- sehr hohe mechanische Festigkeit und Steifigkeit
- bei Raumtemperatur höchste Zugfestigkeit aller unmodifizierten Hochleistungskunststoffe
- hohe Zähigkeit
- geringe Kriechneigung
- hohe Wärmeformbeständigkeit
- Dauergebrauchstemperatur bis +170 °C
- widerstandsfähig gegen zahlreiche Chemikalien
- außerordentlich hoch flammwidrig
- widerstandsfähig gegen UV- und Gammastrahlung
- geringe Absorption von Mikrowellen
- hydrolyse- und heißdampfbeständig
- physiologisch unbedenklich

Typische Anwendungen

Die hohe Flammwidrigkeit in Kombination mit einer geringen Rauchgasdichte prädestiniert PEI für Anwendungen in der Elektronik, dem Flugzeugbau, der Medizintechnik und der Raumfahrtindustrie. Anwendungsbeispiele sind Steckeranschlüsse, Zahnräder, Lagerkäfige und Getriebeteile.

Polyethersulfon (PES) ist ein amorpher Hochleistungskunststoff mit leicht bräunlicher Transparenz. Aufgrund der chemischen Verwandtschaft zu PSU zeigt PES ein ähnliches Eigenschaftsbild.

PES weist wie PSU eine im Vergleich zu anderen transparenten Thermoplasten deutlich höhere Steifigkeit und Festigkeit auf, vor allem bei erhöhten Temperaturen. PES verfügt über ein besseres Brandverhalten als das verwandte PSU. Die Klasse „schwer entflammbar VO“ wird bereits bei geringerer Probendicke erreicht.

PES GF 30 ist ein glasfaserverstärktes PES für den Einsatz bei höheren Temperaturen. Durch die Verstärkung kann die Steifigkeit und Wärmeformbeständigkeit sowie die Chemikalienbeständigkeit gesteigert werden.

Eigenschaften

- sehr gute Steifigkeit und Festigkeit (etwas höherer E-Modul als PSU)
- hohe Maßhaltigkeit
- hohe Zähigkeit
- etwas höhere Dauergebrauchstemperatur als PSU (+180 °C)
- günstigeres Brandverhalten als PSU
- gute chemische Widerstandsfähigkeit
- gute Widerstandsfähigkeit gegenüber energiereicher Strahlung
- hydrolyse- und heißdampfbeständig
- physiologisch unbedenklich

Typische Anwendungen

PES ist für hochbelastete Bauteile geeignet, von denen über einen weiten Temperaturbereich Dimensionsstabilität, gutes elektrisches Isoliervermögen, ausgezeichnetes Verhalten bei Flammeinwirkung und gute Widerstandsfähigkeit gegen Chemikalien gefordert werden. Anwendungsbeispiele sind thermisch belastete Isolierteile im Fahrzeugbau, Konstruktionsteile im Flugzeugbau, in der lichttechnischen und optischen Industrie sowie dampfsterilisierbare Teile.

Polysulfon (PSU) ist ein amorpher Werkstoff mit bernsteinfarbener Transparenz, der in seinem Eigenschaftsbild dem PES ähnelt. Dieser Typ der Hochleistungskunststoffe besitzt ein ausgewogenes Verhältnis zwischen hoher Thermoplastizität, Steifigkeit, Zähigkeit und hoher Kriechfestigkeit.

PSU ist durch seine hohe Zeitstandfestigkeit und die geringe Kriechneigung prädestiniert für den Einsatz unter Langzeitbelastungen. Die mechanischen Eigenschaften behält PSU über einen weiten Temperaturbereich bei.

PSU GF 30 ist in der glasfaserverstärkten Ausführung ein opaker Werkstoff mit verbesserten Langzeitfestigkeiten bei erhöhten Einsatztemperaturen.

Eigenschaften

- hohe Langzeitfestigkeit
- hohe Zähigkeit auch bei tiefen Temperaturen (geringfügig höher als PES)
- geringe Kriechneigung
- Dauergebrauchstemperatur bis +160 °C
- gute chemische Widerstandsfähigkeit
- widerstandsfähig gegen UV-, Gamma- und Röntgenstrahlung
- hydrolyse- und heißdampfbeständig
- physiologisch unbedenklich

Typische Anwendungen

Einsatzgebiete für PSU befinden sich im Apparate-, Labor- und Gerätebau sowie in der Medizintechnik und im Nahrungsmittelbereich. Anwendungsbeispiele sind Pumpen, Filterrahmen, Filterplatten, Computerteile, Batteriegehäuse, medizinische Geräte, Ölstandsanzeiger, elektronische Bauteile sowie sterilisierbare Teile in der Lebensmitteltechnik (z. B. bei der Milchproduktion).

Polyphenylsulfid (PPS) ist ein thermoplastischer Kunststoff mit ausgezeichneter chemischer Widerstandsfähigkeit – sogar bis +200 °C Anwendungstemperatur.

PPS nimmt aufgrund seiner Flammwidrigkeit, seiner guten mechanischen Eigenschaften, der geringen Kriechneigung sowie der hohen Witterungs- und Strahlenbeständigkeit einen wichtigen Platz im Bereich der Hochleistungskunststoffe ein.

PPS GF 40 hebt durch den Zusatz von 40 % Glasfasern die Reißfestigkeit des Werkstoffes deutlich an.

Eigenschaften

- hohe Festigkeit, auch bei hohen Temperaturen
- hohe Maßbeständigkeit
- geringe Kriechneigung
- sehr niedrige Schmelzviskosität
- hohe Dauereinsatztemperatur (bis +230 °C)
- sehr gute Widerstandsfähigkeit gegen Chemikalien
- sehr hohe Flammwidrigkeit
- heißwasser- und dampfsterilisierbar
- physiologisch unbedenklich

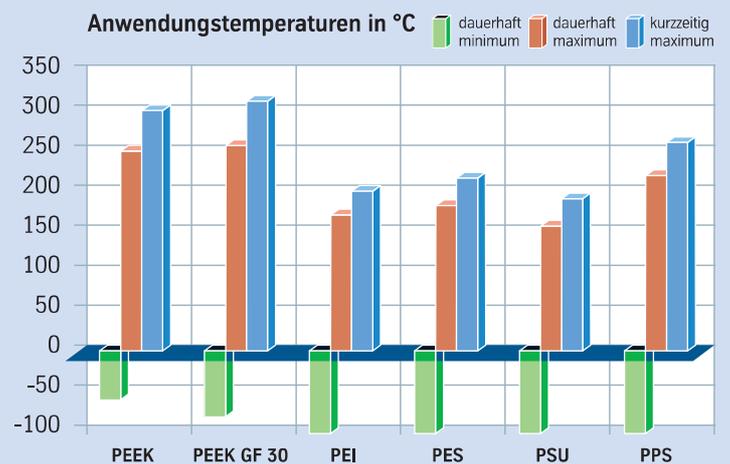
Typische Anwendungen

PPS ist besonders gut geeignet für technische Teile in der Automobil- und Elektroindustrie sowie im Apparatebau mit hoher Formstabilität bei hohen Temperaturen und Einwirkung von Öl, Benzin und Kühlflüssigkeiten. Anwendungsbeispiele sind Pumpen, Vergaserteile, Einspritzanlagen, Pumpenlaufräder, Bauteile für Durchflussmessgeräte, Konstruktionsteile in der Automobilindustrie, Isolationsteile, Lampenfassungen, Wafer-Halteringe, Kontaktträger, Sterilisationsbehälter, Chip-Carrier, Isolatoren, Flansche, Sensorenhäuser und Schalterteile.

Eigenschaftsprofile

	PEEK	PEEK GF 30	PEI	PES	PSU	PPS
Härte, Festigkeit, Steifigkeit	+++(+)	++++	+++(+)	+++	+++	+++
Schlagzähigkeit	+++(+)	++	+++	+++	+++(+)	++
Kriechneigung	+	+	+	+	+	+
Dimensionsstabilität	+++	++++	+++	+++	+++	+++
Temperaturbelastbarkeit	+++(+)	++++	+++	+++	+++	+++(+)
Chemikalienbeständigkeit	+++	++++	+++	+++	+++	++++
Feuchtigkeitsaufnahme	+	+	+	+	+	+

++++ = sehr hoch, +++ = hoch, ++ = mittel, + = gering



Dauergebrauchstemperaturen sind abhängig von

- Dauer und Größe der mechanischen Belastung
- Temperatur und Dauer der Wärmeeinwirkung
- Kontaktmedien

Handling- und Bearbeitungshinweise

Thermoplaste lassen sich im Vergleich zu Metallen leichter (mit weniger Energie) spanend bearbeiten, verkleben, verschweißen und umformen.

Lagerung

In Abhängigkeit von Temperatur und Feuchtigkeitsaufnahme treten Maßänderungen auf. Die Lagerung von Halbzeug bei Bearbeitungstemperatur (Wärmeausdehnung ist zu beachten) kann viele Probleme durch temperaturbedingte Formatänderungen minimieren.

Tempern

Probleme hinsichtlich der Planheit der Tafeln können infolge frei werdender innerer Spannungen auftreten. Durch den Einsatz von konditioniertem, getempertem Halbzeug kann hier vorgebeugt werden. Bei komplexen Konturen (Maschinenbau) kann auch Zwischentempn während des Bearbeitungsprozesses Abhilfe leisten, um Toleranzen einzuhalten. Mit dem Tempn erreicht man eine Reduzierung von Eigen- und Bearbeitungsspannungen und eine Verbesserung mechanischer Gebrauchseigenschaften.

Spanende Bearbeitung

Entscheidend ist hier die Wahl der richtigen Werkzeuge und der richtigen Schnittbedingungen. Bei der spanenden Bearbeitung ist es wichtig, auf eine hohe Schnittgeschwindigkeit, scharfe Werkzeuge, geringen Vorschub und eine gute Spanabführung zu achten. Die beste Kühlung ist die Wärmeabfuhr über den Span, da Thermoplaste schlechte Wärmeleiter sind. Bei Flüssigkeitskühlung nur reines Wasser verwenden (sonst ist Spannungsrisbildung möglich). Um eine hohe Sicherheit im Dauerbetrieb der Konstruktionsteile zu gewährleisten, sollte bei der Herstellung möglichst auf scharfe Konturen verzichtet werden.

Kurzübersicht Lieferprogramm

Werkstoff	Polyetheretherketon	Polyetherimid	Polyethersulfon	Polysulfon	Polyphenylsulfon
Kurzzeichen	PEEK	PEI	PES	PSU	PPS
Tafeln	■	■	■	■	■
Vollstäbe	■	■	■	■	■

Das detaillierte Lieferprogramm und weitere kaufmännische Informationen entnehmen Sie bitte unserer Preisliste „Technische Kunststoffe“.

Weitere Typen

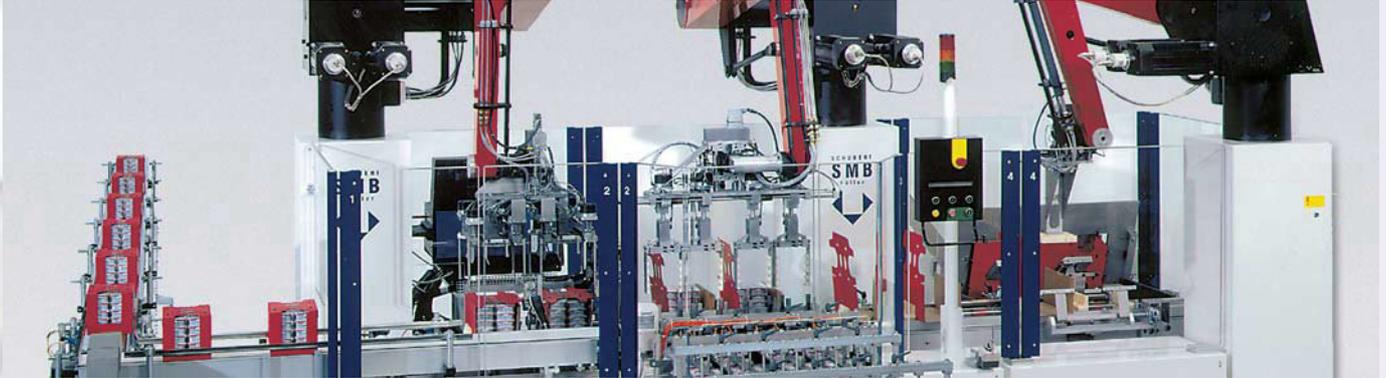
- glasfaserverstärkt
- kohlefaserverstärkt
- modifiziert
- carbonfaser- und festschmierstoffverstärkt
- weitere spezielle Werkstoffverstärkungen bzw. -typen
- Typen mit speziellen Zulassungen (z. B. Medizintechnik, Luftfahrt)

Polycarbonat

PC

Allgemeine Anwendungen

- Maschinenschutzverglasungen
- Fahrzeugverglasungen
- Visiere
- Schutzschilde
- Geräteverblendungen
- Lärmschutzsysteme
- Balkonverglasungen
- Überdachungen
- Tonnengewölbe
- Windabweiser



Polycarbonat (PC) ist ein äußerst schlagzäher Kunststoff mit einem breiten thermischen Einsatzbereich und sehr guten optischen Eigenschaften.

Polycarbonat UV-geschützt (PC-UVP) ist ein für den Außen-einsatz ausgerüstetes Polycarbonat, das in seinem sonstigen Eigenschaftsprofil identisch mit unmodifiziertem PC ist. Dieses Material hat eine lange Lebensdauer bei hoher und dauerhafter Farbechtheit.

Eigenschaften

- sehr hohe Schlagfestigkeit
- hohe Zähigkeit (Reißdehnung >80 %)
- oberer Dauergebrauchstemperaturbereich bis +115 °C
- dauerhafter Einsatz im Tieftemperaturbereich bis -40 °C möglich
- gute elektrische Isoliereigenschaften
- beständig gegen Benzin, Öle und Fette (aromatenfrei)
- lässt sich kalt biegen und warmformen
- zugelassen für den Einsatz in Kraftfahrzeugen als Seiten- und Heckscheiben

Eigenschaften

- sehr hohe Schlagfestigkeit
- hohe Zähigkeit (Reißdehnung >80 %)
- beidseitig UV-geschützt
- oberer Dauergebrauchstemperaturbereich bis +115 °C
- dauerhafter Einsatz im Tieftemperaturbereich bis -40 °C möglich
- gute elektrische Isoliereigenschaften
- beständig gegen Benzin, Öle und Fette (aromatenfrei)
- zugelassen für den Einsatz in Kraftfahrzeugen als Seiten- und Heckscheiben

Polycarbonat eignet sich durch die Kombination von höchster Schlagzähigkeit, hoher Flexibilität und optischer Transparenz hervorragend für Sichtschutzverkleidungen im industriellen Umfeld. Eine problemlose Bearbeitung wird durch gute Kalt- und Warmformbarkeit gewährleistet.

PC-UVP findet überall dort Anwendung, wo eine hohe Schlagzähigkeit und Festigkeit bei andauernder Bewitterung und Sonneneinstrahlung gefordert wird. Es lässt sich kalt biegen und warmformen.

Polycarbonat abriebfest wird mit einer ein- oder zweiseitigen Beschichtung für extreme Anforderungen an Abriebfestigkeit und Chemikalienbeständigkeit versehen. Das Plattenmaterial ist mit einer dünnen, spannungsfrei aufgetragenen, äußerst widerstandsfähigen und hochtransparenten Schutzschicht veredelt.

Polycarbonat antistatisch ist mit einer Antistatik-Beschichtung versehenes Plattenmaterial, das Schutz vor elektrostatischer Aufladung bietet und die Anziehung von Staub und Schmutz verhindert. Die positiven Eigenschaften des Grundmaterials PC, wie etwa eine hohe Schlagzähigkeit und Bruchsicherheit, bleiben vollständig erhalten.

Eigenschaften

- sehr hohe Schlagfestigkeit
- hohe Zähigkeit (Reißdehnung >80 %)
- sehr hohe Abriebfestigkeit
- oberer Dauergebrauchstemperaturbereich bis +115 °C
- dauerhafter Einsatz im Tieftemperaturbereich bis -40 °C möglich
- gute elektrische Isoliereigenschaften
- beständig gegen Benzin, Öle und Fette (aromatenfrei)
- zugelassen für den Einsatz in Kraftfahrzeugen als Seiten- und Heckscheiben

Platten aus **abriebfestem Polycarbonat** eignen sich als plane Sicherheitsverglasung überall dort im industriellen Umfeld, wo erhöhter Abrieb durch anfallende Späne sowie erhöhte chemische Belastung durch Öle, Kühlflüssigkeiten, Reinigungsmittel etc. auftreten.

Eigenschaften

- sehr hohe Schlagfestigkeit
- hohe Zähigkeit (Reißdehnung >80 %)
- Oberflächenwiderstand 10^4 – $10^8 \Omega$
- oberer Dauergebrauchstemperaturbereich bis +135 °C
- dauerhafter Einsatz im Tieftemperaturbereich möglich
- äußerst geringe Feuchtigkeitsaufnahme
- beständig gegen Benzin, Öle und Fette (aromatenfrei)
- geeignet für Verglasungen in Reinräumen

Platten aus **antistatischem Polycarbonat** werden überall dort eingesetzt, wo hochempfindliche Bauteile vor elektrostatischer Aufladung und Verunreinigung durch Schmutz- und Staubpartikel geschützt werden müssen. Typische Anwendungsbeispiele sind ESD-geschützte Maschinenabdeckungen, Reinraumverglasungen sowie Bauteile in der Mikroelektronik und im Prüfadapterbau.

Eigenschaftsprofile

	PC	PC-UVP	PC vergütet	PC-AS
Schlagzähigkeit	+++	+++	+++	+++
Abriebfestigkeit	+	+	+++	++
Kriechneigung	++	++	++	++
Feuchtigkeitsaufnahme	+	+	++	++
Kerbschlagzähigkeit	+++	+++	+++	+++
Dimensionsstabilität	++	++	++	++
Chemikalienbeständigkeit	++	++	+++	++
Witterungsbeständigkeit	+	+++	++	+

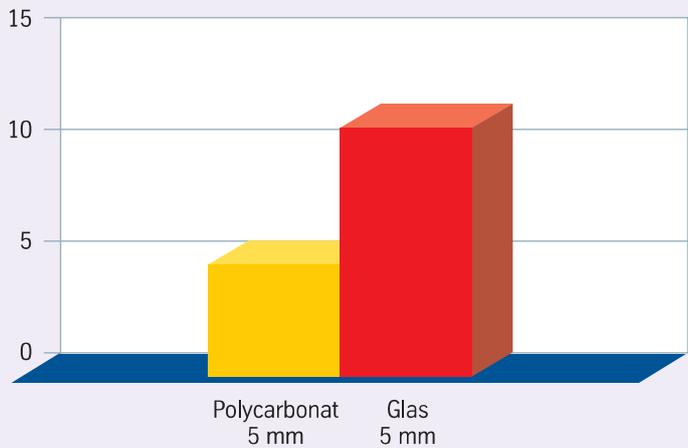
+++ = hoch, ++ = mittel, + = gering

Brandschutzklassifizierung

Polycarbonat 1–4 mm: schwer entflammbar gemäß DIN 4102 B1 (nur für Innenanwendungen)

Polycarbonat >4 mm: normal entflammbar gemäß DIN 4102 B2

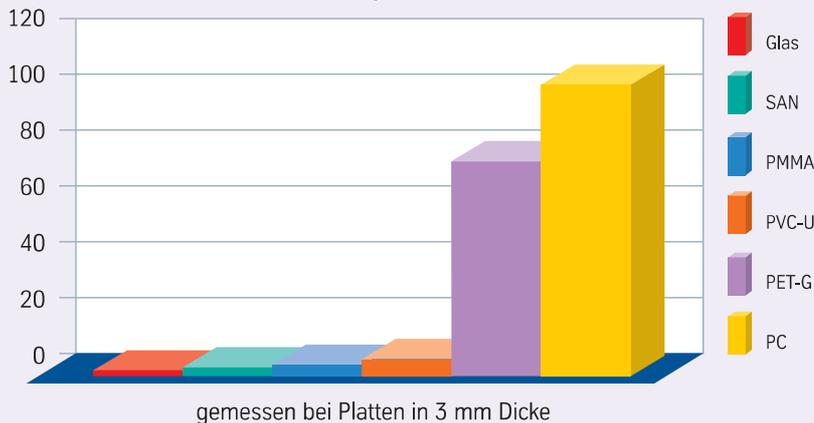
Gewicht bei Einfachverglasung mit gleicher Dicke in kg



Vorteile von PC und PC-UVP gegenüber Glas mit der gleichen Dicke

- Bruchsicherheit
- Gewichtersparnis

Bruchsicherheit (Reißdehnung in %)



Handling- und Bearbeitungshinweise

Polycarbonat bietet im Vergleich zu Glas viele Vorteile bei der Bearbeitung: Es ist kalt einbiegbar, warmverformbar, 250fach schlagzäher als Glas und lässt sich aufgrund des um 50 % niedrigeren Gewichts leichter handhaben.

1. Lagern

In Abhängigkeit von Temperatur und Feuchtigkeitsaufnahme treten Maßänderungen auf. Die Lagerung von Kunststoff-Halbzeug bei Bearbeitungstemperatur vermeidet Probleme, die durch temperaturbedingte Formatänderungen entstehen können.

2. Trocknen

Polycarbonat-Platten müssen vor der Warm- oder Kaltverformung getrocknet werden. Die Trockenzeiten sind stark dickenabhängig und können der Tabelle unter 4.1 entnommen werden. Wenn beim Warmabkanten eine Temperatur von +160 °C nicht überschritten wird, kann eine Vortrocknung entfallen.

2.1 Tempern

Innere Zugspannungen im Polycarbonat, hervorgerufen durch mechanische Bearbeitung, örtliches Erwärmen oder behinderte Längenausdehnung rufen Spannungsrisse hervor. Der Kontakt mit korrosiven Medien verstärkt diesen Effekt.

Durch Tempern bei +135 bis +140 °C kann die Spannungsrissempfindlichkeit vermindert werden. Bei Polycarbonat beträgt die Temperzeit eine Stunde pro 3 mm Materialdicke, die maximale Ofentemperatur sollte +80 °C nicht überschreiten. Bei komplexen Konturen (Maschinenbau) kann auch Zwischentempere während des Bearbeitungsprozesses Abhilfe leisten, um Spannungen abzubauen und Toleranzen einzuhalten.

3. Richtlinien für die maschinelle Bearbeitung

PC-Platten können mit den meisten Maschinen bearbeitet werden, die auch für Holz und Metall verwendet werden. Bei der Bearbeitung ist auf scharfe Werkzeuge und eine gute Spanabführung zu achten.

Um Kratzer auf der Plattenoberfläche zu vermeiden, darf die Folie während der maschinellen Bearbeitung nicht entfernt werden.

3.1 Sägen

Polycarbonat-Tafeln lassen sich gut mit Kreis-, Band-, Stich- und Handsäge bearbeiten. Wichtig ist auch hier, gut geschärfte Werkzeuge zu verwenden.

Beim Kreissägen haben sich Werkzeuge mit HM-bestückten Wechselzähnen besonders bewährt.

Bei hohen Schnittgeschwindigkeiten sollte das Sägeblatt mit Druckluft gekühlt werden. Kühlung mit Wasser oder Kühlemulsionen schädigt das Material. Auftretendes Schwingen und Flattern kann durch Einspannen des Werkstückes vermieden werden.

Polycarbonat-Platten sollten nicht mit einem Laserstrahl geschnitten werden. Der Laserschnitt erzeugt schwarze Schnittkanten, die optischen Ansprüchen nicht genügen.

Empfohlene Maschinenparameter

Kreissäge		Bandsäge	
Freiwinkel	15–20°	Freiwinkel	30–40°
Spanwinkel	5°	Spanwinkel	0–8°
Schnittgeschwindigkeit	2500–4000 m/min.	Schnittgeschwindigkeit	1000–3000 m/min.
Zahnabstand	10–20 mm	Zahnabstand:	
Vorschub	20 m/min.	Plattendicke unter 3 mm:	1–2 mm
		Plattendicke 3 bis 12 mm:	2–3 mm

3.2 Fräsen

Polycarbonat-Platten können mit hartmetallbestückten Standardfräsworkzeugen für Metall bearbeitet werden. Insbesondere bei kleinen Werkzeugdurchmessern sollten ein- oder zweischneidige Fräser verwendet werden.

Einschneidige Fräser sind sorgfältig auszuwuchten. Vielschneidige Fräser führen zu verstärkter Wärmeentwicklung, so dass eine Kühlung vorteilhaft ist. Auf keinen Fall darf mit Bohremulsion, -öl oder Wasser gekühlt werden.

Bei Polycarbonat ist, wenn notwendig, eine Kühlung mit Druckluft durchzuführen.

Langlochfräsen ist unter Beachtung der folgenden Hinweise möglich

Durchmesser des Langlochfräsers	4–6 mm
Vorschub	ca. 1,5 m/min.
Umdrehungen/min.	18000–24000

3.3 Bohren

Bohren ist mit handelsüblichen Spiralbohrern, wie sie für Metall im Einsatz sind, möglich. Es sollten Bohrer mit zwei Spannuten und einem Spitzenwinkel von 90° bis 120° verwendet werden. Breite, hochpolierte Spannuten sind am besten geeignet, da sie die Späne mit geringer Hitze abführen und somit eine Überhitzung mit nachfolgendem Anschmelzen des Materials vermeiden.

Besonders bei tiefen Bohrungen verhindert häufiges Lüften des Bohrers eine örtliche Überhitzung. Beim Bohren muss das zu bearbeitende Teil unbedingt eingespannt und gesichert werden, um Rissbildung oder Abrutschen zu verhindern.

Empfohlene Maschinenparameter

Schnittgeschwindigkeit	40 m/min.
Freiwinkel	15°
Spanwinkel	0–5°
Spitzenwinkel	90–120°
Vorschub	0,1–0,5 mm/U

4. Formen

4.1 Warmbiegen

Polycarbonat-Platten sind zum Biegen mit kleinem Biegeradius auf beiden Seiten an der entsprechenden Stelle vorzuwärmen. Das Abkanten sollte bei einer Temperatur von +145 bis +160°C erfolgen. Wird Polycarbonat zu kalt abgekantet, entstehen sichtbare Fließzonen.

Vortrocknen ist ab einer gewünschten Formungstemperatur von +160°C notwendig. Die übliche Trockentemperatur beträgt +110 bis +120°C im Frischluftumwälzofen. Nach dem Trocknen sind die Platten ca. 12 Stunden lang für die Weiterverarbeitung geeignet.

Die Trockenzeiten hängen von der Dicke der Platten ab

Plattendicke (mm)	Trockenzeit (Std.)
1	2
2	4
3	7
4	12
5	18
6	24

4.2 Kaltbiegen

Die PC-Platten können im kalten Zustand eingebogen werden. Der kleinstmögliche Biegeradius ergibt sich aus der Faustformel: $150 \times$ Plattendicke.

Bei kleinen Biegeradien empfehlen wir Warmformen.

4.3 Warm abkanten

Es wird empfohlen, entlang der Abkantlinie beidseitig einen Bereich in der Breite von 3–5 x Materialdicke zu erwärmen. Dabei sollte die Temperatur +160 °C nicht übersteigen, da sonst ein erneutes Vortrocknen der Platte notwendig wird.

Der minimale Biegeradius „2 x Plattenstärke“ ist zu beachten.

4.4 Kalt abkanten

Kalt abkanten ist mit Hilfe der üblichen Abkantbänke für Metall und unter Beachtung nachfolgender Hinweise durchführbar.

Plattendicke in mm	Biegeradius in mm	max. Biegewinkel
1, 2 und 2,5	2	90°
3 und 4	3	90°
5 und 6	5	90°

4.5 Thermoformen

Zum Thermoformen werden alle üblichen Verfahren angewendet. Polycarbonat ist vor dem Thermoformen grundsätzlich vorzutrocknen. Temperierte Spannrahmen verhindern Wärmeverluste im Randbereich des zu verformenden Zuschnittes.

Das Durchhängen der Platte bei Temperaturen zwischen +175 und +200 °C kann als Indikator der optimalen Plattentemperatur gesehen werden. Ab einer Plattenstärke von 3 mm sollte beidseitig erwärmt werden. Das Tiefziehteil ist bei ca. +135 °C bereits formstabil.

5. Montage

Zur Befestigung von PC-Platten sollten Aluminiumnieten mit großen Nietköpfen oder Edelstahlschrauben (keine Senkkopfschrauben) verwendet werden.

Falls die Konstruktion mehrfach montiert und demontiert wird, empfiehlt sich der Einsatz von Metallgewinden.

Die Schraublöcher sollten ausreichend groß dimensioniert sein (1,5 x Schraubendurchmesser). Dadurch wird genügend Platz um die Schraubverbindung herum sichergestellt, so dass sich die Polycarbonat-Platten bei Temperaturschwankungen ausdehnen können und keine Spannungsrisse entstehen.

Um ein Ausreißen der Schrauben am Rand zu vermeiden, beachten Sie bitte, dass der Abstand der Befestigungslöcher vom Plattenrand mindestens das 1,5fache des Lochdurchmessers beträgt.

Polycarbonat als Sicherheitsverglasung

Trennende Schutzeinrichtungen an Werkzeugmaschinen sollen u.a. das Herausschleudern von Werkzeugen und Bruchstücken aus dem Arbeitsraum verhindern und so Personen vor Verletzungen schützen. Eine wesentliche Grundlage hierfür stellt die Verwendung ausreichend schlagzäher Werkstoffe dar.

Das hohe Gefährdungspotenzial gerade an Drehmaschinen, bei denen rund 20 % der jährlich meldepflichtigen Arbeitsunfälle auf das unkontrollierte Wegfliegen von Teilen zurückzuführen sind, zeigt die Notwendigkeit geeigneter Schutzmaterialien auf.

Polycarbonat ist nach DIN EN 12415 als Material für Sicherheitsverglasungen in Werkzeugmaschinen geprüft worden:

Dem Prüfverfahren nach CEN/TC 143 liegt die Erkenntnis zu Grunde, dass für die maximale Stoßbeanspruchung trennender Schutzvorrichtungen an Drehmaschinen vornehmlich die Energie wegfligender Futterbacken maßgeblich ist.

Für die Beschussprüfung werden zylindrische Projektile mit quadratischer Stirnfläche aus Stahl verwendet.

		Widerstandsklassen*								
		A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
Masse des Geschosses in kg		0,625	0,625	0,625	1,25	1,25	1,25	2,5	2,5	2,5
Aufschlagenergie in J		320	781	2000	1562	2480	4000	3124	4960	8000
Dicke	6 mm	+	+	-	+	-	-	-	-	-
	8 mm	+	+	-	+	+	-	+	-	-
	10 mm	+	+	+	+	+	-	+	+	-
	12 mm	+	+	+	+	+	-	+	+	-

- * + Anforderungen der jeweiligen Widerstandsklasse erfüllt
- Anforderungen der jeweiligen Widerstandsklasse nicht erfüllt

Quelle: BIA-Handbuch (Bundesgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit)

Kurzübersicht Lieferprogramm

Werkstoff	Polycarbonat	Polycarbonat UV-geschützt (UVP)	Polycarbonat abriebfest	Polycarbonat antistatisch
Kurzzeichen	PC	PC + UVP	PC vergütet	PC-AS
Tafeln	■	■	■	■
Vollstäbe	■			
Schweißzusatz	■			

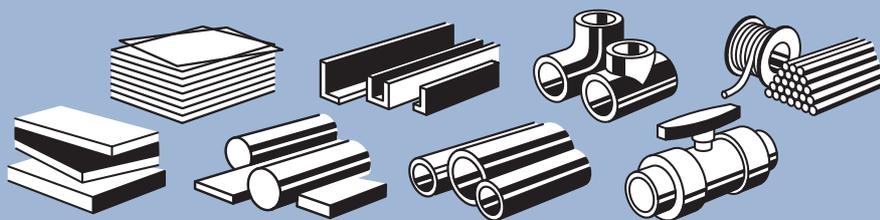
Weitere Typen

- elektrisch leitfähig
- „anti-Beschlag“-beschichtet
- farbig beschichtet

Das detaillierte Lieferprogramm und weitere kaufmännische Informationen entnehmen Sie bitte unserer Preisliste „Technische Kunststoffe“.

Werkstoffe

Lieferformen



Name	Kurzzeichen	Tafeln	Folien	Stäbe	Profile	Rohre	Fittings	Armaturen	Schweißdraht
1	Polyvinylchlorid-hart	PVC-U	■	■	■	■	■	■	■
2	Polyvinylchlorid-hochschlagzäh	PVC-HI	■				■		■
3	Polyvinylchlorid-nachchloriert	PVC-C	■		■		■	■	■
4	Polyvinylchlorid-weich	PVC-P	■						■
5	Polyethylen-hart	PE-HD	■		■	■	■	■	■
6	Polyethylen 500	PE-HMW	■		■				
7	Polyethylen 1000	PE-UHMW	■		■				
8	Polypropylen-homopolymer	PP-H	■	■	■	■	■	■	■
9	Polypropylen-flammwidrig	PP-F	■				■		■
10	Polymethylmethacrylat extrudiert	PMMA-XT	■		■		■		
11	Polymethylmethacrylat gegossen	PMMA-GS	■		■		■		
12	Polycarbonat	PC	■	■	■		■		
13	Polycarbonat glasfaserverstärkt	PC+20%GF	■		■				
14	Polystyrol	PS	■	■	■				
15	Acrylnitril-Butadien-Styrol	ABS	■		■		■	■	
16	Styrol-Acrylnitril	SAN	■						
17	Polyamid PA 6	PA 6	■	■	■				
18	Polyamid PA 6.6	PA 6.6	■		■				
19	Polyoxymethylen	POM	■	■	■				
20	Polyethylenterephthalat (kristallin)	PET	■		■				
21	Polyvinylidenfluorid	PVDF	■		■		■	■	■
22	Polytetrafluorethylen	PTFE	■		■				
23	Polyetheretherketon	PEEK	■		■				
24	Polyethersulfon	PES	■		■				
25	Polysulfon	PSU	■		■				
26	Polyetherimid	PEI	■		■				
27	Polyphenyloxid	PPO	■		■				
28	Polyphenylsulfid	PPS	■		■				

Alle Beschreibungen der Materialeigenschaften beziehen sich auf trockene und spritzgegossene Probekörper.

Kurzzzeichen	Allgemeine Eigenschaften			Mechanische Eigenschaften						
	physiologische Unbedenklichkeit	Dichte	Wasseraufnahme	Streckspannung bzw. Zugfestigkeit	Reißdehnung	Elastizitätsmodul	Schlagzähigkeit	Kerbschlagzähigkeit	Kugeldruckhärte	Vicat-Erweichungstemperatur B/50N
	ISO 1183 g/cm ³	EN ISO 62 %	ISO 527 N/mm ²	ISO 527 %	ISO 527 N/mm ²	ISO 179 kJ/m ²	ISO 179 kJ/m ²	ISO 2039 N/mm ²	ISO 306 °C	
PVC-U	A/B	1,40	0,20	55	≥15	3000	o. Bruch	5	120	75
PVC-HI	C	1,40	0,20	45	≥25	2500	o. Bruch	10	100	75
PVC-C	C	1,55	0,20	57	15	3000	o. Bruch	4	150	105
PVC-P	C	1,30	0,10	26	>50	-	o. Bruch	o. Bruch	-	-
PE-HD	A	0,95	0,01	23	>50	1000	o. Bruch	≥30	41	75
PE-HMW	A	0,94	0,01	22	>50	1000	o. Bruch	o. Bruch	38	79
PE-UHMW	A	0,95	0,01	17	>50	3300	o. Bruch	o. Bruch	51	130
PP-H	A	0,92	0,01	33	>50	1200	o. Bruch	≥9	70	90
PP-F	C	0,95	0,15	34	75	1400	o. Bruch	4,5	60	90
PMMA-XT	A	1,19	0,30	70	4	3300	10	2	190	105
PMMA-GS	A/B	1,19	0,30	75	5	3200	12	2	200	110
PC	B	1,20	0,15	65	80	2300	o. Bruch	20	130	145
PC+20%GF	C	1,35	0,10	100	3,5	5500	30	6	180	150
PS	A	1,06	0,10	26	50	1700	140	10	80	90
ABS	A	1,06	0,40	44	>15	2400	150	18	110	99
SAN	B	1,08	-	70	3	3700	17	2	175	101
PA 6	A/B	1,14	3,00*	80	>50	3200	o. Bruch	>3	170	180
PA 6.6	A/B	1,14	2,80*	85	>50	3300	o. Bruch	>3	180	200
POM	A/B	1,41	0,20	70	30	3000	o. Bruch	9	170	165
PET	B	1,39	0,25	85	>15	3000	o. Bruch	3,5	170	200
PVDF	A/B	1,78	0,04	55	≥30	2100	o. Bruch	≥12	130	132
PTFE	A	2,20	-	20	>250	750	o. Bruch	16	22	110
PEEK	C	1,32	0,18	100	25	3900	o. Bruch	7	230	250
PES	C	1,37	0,70	85	15	2700	-	7	150	222
PSU	C	1,24	0,25	80	15	2600	o. Bruch	5,5	155	195
PEI	A	1,27	0,25	105	60	2900	o. Bruch	4	165	219
PPO	A	1,06	0,10	45	50	2400	o. Bruch	>15	85	145
PPS	A	1,34	0,20	75	3	3300	15	27	-	-

A = physiologisch unbedenklich
B = mit gewissen Einschränkungen
C = physiologisch bedenklich

* DIN 53714

Thermische Eigenschaften				Elektrische Eigenschaften							
Dauergebrauchstemperatur		Längenausdehnungskoeffizient	Wärmeleitfähigkeit bei 20 °C	Spezifischer Durchgangswiderstand	Oberflächenwiderstand	Durchschlagfestigkeit	Dielektrizitätszahl 106 Hz	Dielekt. Verlustfaktor 106 Hz	Kurzzeichen		
oberer Bereich	unterer Bereich										
°C	°C	gemessen zw. +20 °C u. +60 °C K-1 · 10-4	DIN 52612-1 W/mK	IEC 60093 Ω · cm	IEC 60093 Ω	IEC 60243-1 kV/mm	IEC 250 -	IEC 250 -			
+60	-15	0,80	0,14	10 ¹⁵	10 ¹³	20-40	3,3	0,02-0,05	PVC-U	1	
+60	-40	0,80	0,17	10 ¹⁵	10 ¹³	20-40	2,9	0,022	PVC-HI	2	
+90	-15	0,80	0,14	10 ¹⁵	10 ¹³	20-40	3,0	0,0015	PVC-C	3	
+60	-20	1,50	0,15	10 ¹⁴	10 ¹¹	20-25	3,6-7,5	0,02-0,11	PVC-P	4	
+90	-50	2,00	0,43	>10 ¹⁵	>10 ¹⁶	17 ¹⁾	2,35	0,0003	PE-HD	5	
+80	-200	2,00	0,42	10 ¹⁸	10 ¹³	17 ¹⁾	2,3	0,00025	PE-HMW	6	
+80	-200	2,00	0,43	>10 ¹⁵	10 ¹⁴	45 ¹⁾	2,3	0,0002	PE-UHMW	7	
+100	0	1,60	0,22	>10 ¹⁵	>10 ¹⁴	70 ¹⁾	2,3	0,00035	PP-H	8	
+90	0	1,60	0,23	>10 ¹⁶	>10 ¹¹	45 ¹⁾	2,4	0,0003	PP-F	9	
+70	-20	0,70	0,19	10 ¹⁵	10 ¹⁴	20-25	2,8	0,025	PMMA-XT	10	
+80	-20	0,70	0,19	10 ¹⁵	10 ¹⁴	20-25	2,7	0,02	PMMA-GS	11	
+115	-40	0,67	0,21	10 ¹⁵	10 ¹⁵	35	2,92	0,009	PC	12	
+130	-30	0,27	0,24	10 ¹⁵	10 ¹⁴	35	3,3	0,001	PC+20%GF	13	
+70	-10	0,80	0,17	10 ¹⁶	10 ¹⁴	40 ¹⁾	2,5	0,0003	PS	14	
+80	-40	0,90	0,16	10 ¹⁵	10 ¹⁵	34	2,9	0,015	ABS	15	
+90	-20	0,50	0,17	10 ¹⁶	10 ¹⁵	18	3,0	0,007	SAN	16	
+90	-40	0,90	0,23	10 ¹⁵	10 ¹³	20 ²⁾	3,9	0,027	PA 6	17	
+100	-30	0,80	0,23	10 ¹⁵	10 ¹³	25 ²⁾	3,8	0,026	PA 6.6	18	
+100	-50	1,10	0,30	10 ¹⁵	10 ¹³	25 ²⁾	3,7	0,003	POM	19	
+115	-20	0,60	0,29	10 ¹⁶	10 ¹⁶	22 ²⁾	3,4	0,001	PET	20	
+120	-50	1,40	0,13	10 ¹⁴	10 ¹⁴	21 ²⁾	9,0	0,02	PVDF	21	
+250	-200	1,60	0,25	10 ¹⁸	10 ¹⁷	20	2,1	0,0003	PTFE	22	
+250	-60	0,45	0,21	10 ¹⁶	10 ¹⁶	20 ²⁾	3,2	0,003	PEEK	23	
+180	-100	0,56	0,18	10 ¹⁶	10 ¹⁴	25 ²⁾	3,5	0,002	PES	24	
+160	-100	0,56	0,26	10 ¹⁶	10 ¹⁴	30 ²⁾	3,14	0,001	PSU	25	
+170	-100	0,56	0,22	10 ¹⁷	10 ¹³	60	3,15	0,0013	PEI	26	
+105	-30	0,70	0,16	10 ¹⁷	10 ¹⁷	50 ¹⁾	2,6	0,0009	PPO	27	
+220	-100	0,54	0,25	10 ¹⁶	10 ¹⁶	23	3,05	0,00076	PPS	28	

Die in diesem Prospekt angegebenen Werte sind nicht nur material-, sondern auch herstellungs-, konstruktions- und verarbeitungsabhängig. Wir bitten Sie, die Verwendung der Materialien den jeweiligen besonderen Verhältnissen anzupassen und sie vor der Anwendung zu testen. Die Angaben, mit denen wir Sie beraten, entsprechen den Erfahrungen und Messwerten des Herstellers. Eine Gewähr für die Richtigkeit und für die Ergebnisse bei der Anwendung der Materialien können wir nicht übernehmen.

Technische Änderungen vorbehalten.

1) = 0,2 mm Folien
2) = 1 mm Platte

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers.

Besondere Merkmale

Typische Anwendungen

Kurzzeichen*

PVC-U	ohne Weichmacher, gute mechanische Festigkeit, beständig gegen Säuren und Laugen	Chemie-Apparatebau, Wasseraufbereitungsanlagen, Trinkwasserleitungen, Entsorgung, Schwimmbäder	1
PVC-HI	schlagzäh, kaltebeständig	wie PVC-U, nur bei tieferen Temperaturen und verminderter Chemikalieneinwirkung	2
PVC-C	verbesserte chemische Beständigkeit und höhere Wärmebeständigkeit	chemische Industrie, Galvanik, Elektrotechnik, Abwasser	3
PVC-P	abriebfest, weich	Pendeltüren, Handläufe, Bodenbeläge, Dämpfungselemente	4
PE-HD	gute Chemikalienbeständigkeit, geringes Gewicht, kaltebeständig, gute Schlagzähigkeit	Wasser- und Gasversorgung, Druckluftförderung, Getränkeindustrie, Apparate- und Anlagenbau	5
PE-HMW	gute Schlag- und Kerbschlagzähigkeit sowie Abriebfestigkeit, gute Gleiteigenschaften, geringe Eigenspannung	Rollen, Räder, Buchsen, Gleitprofile, Gleitlager, Bunker- und Rutschenauskleidungen	6
PE-UHMW	wie PE-HMW, jedoch etwas höhere Abriebfestigkeit	wie PE-HMW	7
PP-H	gute Chemikalienbeständigkeit und noch besser wärmebeständig als PVC-U und PE-HD	chemische Industrie, Rohrleitungssysteme, Apparate- und Anlagenbau	8
PP-F	wie PP-H, jedoch schwer entflammbar	Lüftungsbau	9
PMMA-XT	hoch transparent, viele Farben, hohe Härte, Steifigkeit und Festigkeit	Messe- und Ladenbau, Lichtwerbeanlagen, Geländer und Überdachungen	10
PMMA-GS	bessere optische Eigenschaften als PMMA-XT, gut polierbar	Verglasung, Lichtwerbung, Möbelbau, Modellbau	11
PC	transparent, sehr schlagfest, gutes Hoch- und Tieftemperaturverhalten	Sicherheitsverglasung, Hochbau, Überdachungen	12
PC+20%GF	noch fester durch 20%ige Glasfaserverstärkung	Maschinenbau	13
PS	hochschlagfest, viele Farben, leicht, gut tiefziehfähig	Messe- und Ladenbau, Displays, Schildermacher und Siebdrucker, Verspiegelung	14
ABS	leicht, zäh, hart, kratzfest, hohe Maßbeständigkeit, gut tiefziehfähig	Kfz-Industrie, Maschinenbau, Innenausbau, Messe- und Ladenbau, Displays, Rohrleitungen	15
SAN	transparent, hohe Steifigkeit, leicht, kurze Aufheiz- und Kühlzeiten	Industrieverglasungen, Werbeschilder, Messe- und Ladenbau	16
PA 6	zäh, abriebfest, gute Schwingungsdämpfung, beständig gegen Lösemittel, Kraft- und Schmierstoffe	Buchsen, Zahnräder, Gleitlager und andere technische Teile	17
PA 6.6	hart, steif, abriebfest und sehr formbeständig bei Wärme	wie PA 6, jedoch für Einsatzgebiete bei höheren Temperaturen und größerem Härtebedarf	18
POM	hohe Festigkeit, gute Bearbeitung, jedoch geringere Wasseraufnahme	Präzisionsteile im Maschinenbau und der Elektro- und Feinwerktechnik	19
PET	hohe Festigkeit und Härte, hohe Chemikalienbeständigkeit, gute Maßbeständigkeit	Anlagen- und Apparatebau, Konstruktionselemente, Ventile- und Gehäusebau	20
PVDF	thermisch stabil, hohe chemische Beständigkeit, hohe Warmformbeständigkeit, tiefziehfähig, UV-stabil	Rohrleitungsbau, Anlagen- und Apparatebau	21
PTFE	höchst wärme- und chemikalienbeständig, geringer Reibungswiderstand	Gleitlager, Rollen, Behälterauskleidungen, Abstreifer, Dichtungen	22
PEEK	sehr hohe mechanische Festigkeit, Steifigkeit, Zähigkeit, Temperatur-, Chemikalien- und Strahlenbeständigkeit	dampfsterilisierbare medizinische Apparate und Geräte, mechanisch/thermisch beanspruchbare brandsichere Bauteile	23
PES	fest, steif, zäh, hohe Wärme- und Formbeständigkeit, gute Chemikalien- und Hydrolysebeständigkeit	korrosiv und mechanisch hoch beanspruchte Pumpen, Ventile, Gehäuse, Leiterplatten u.a. Elektronikbauteile	24
PSU	hohe Festigkeit, gute dielektrische Eigenschaften, zäh, hohe Chemikalien- und Hydrolysebeständigkeit	wie PES, jedoch etwas geringere Temperaturstandfestigkeit und schlechtere Resistenz gegen Treib- und Schmierstoffe	25
PEI	sehr hohe Wärmeformbeständigkeit, sehr hohe Flammwiderstandsfähigkeit, sehr hohe Festigkeit, steif, zäh	technische Teile für Elektrotechnik, Chemieanlagen, Fahrzeugbau	26
PPO	dimensionsstabil, geringe Feuchtigkeitsaufnahme	Elektrotechnik/Elektronik, Fahrzeug- und Flugzeugbau	27
PPS	hohe chemische Beständigkeit, hohe Maßbeständigkeit	für technische Teile, wenn gute chemische Beständigkeit und dielektrische Eigenschaften gefordert werden	28