

# Kleine Werkstoffkunde

## Kunststoffe

### **An alle Anwender von Kunststoffprodukten und Interessierte**

Um Ihnen als Anwender einen konzentrierten Ueberblick über die Vielzahl zur Verfügung stehender Kunststoffe zu ermöglichen, stellen wir Ihnen in der Folge die wichtigsten für Sie relevanten Kunststoffe vor. Dabei reduzieren wir unsere Ausführungen bewusst auf die materialspezifischen Eigenheiten, welche Sie als Verarbeiter von Kunststoff im Bereich Lebens- und Nahrungsmittelindustrie vorrangig interessieren.

Neben den materialspezifischen Ausführungen im ersten Teil dieser vorliegenden Broschüre, bieten wir Ihnen im zweiten Teil eine tabellarische Gegenüberstellung der drei am meisten nachgefragten Produkte für den Einsatz als Verschalungs- und/oder Verkleidungselemente. Diese übersichtliche Darstellung soll Ihnen bei der richtigen Materialwahl hilfreich zur Seite stehen.

Wenn den Kunststoffteilen ein langes und "optisch ansprechendes" Leben beschieden werden soll, müssen die Teile materialgerecht gereinigt werden. Auf der letzten Seite geben wir Ihnen praktische Tips, wie Sie und Ihre Kunden die Kunststoffteile fachgerecht reinigen.

Wir hoffen, Ihnen mit dieser Broschüre ein Hilfsmittel geben zu können, welches Ihnen die gängigsten Fragen rund um den Einsatz von Kunststoff beantworten soll.

Selbstverständlich stehen Ihnen unsere erfahrenen Kunststoffspezialisten jederzeit persönlich oder telefonisch für weitere Auskünfte zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüssen

Team Maurer Schallschutz Beringen AG

## Polymethylmethacrylat (PMMA)

PMMA ist ein glasklarer, thermoplastischer Kunststoff. Seiner Transparenz wegen wird er häufig als „Acrylglas“ bezeichnet.

### Eigenschaften von PMMA

- **grosse Härte, Festigkeit und Steifigkeit**
- hohe Kratzfestigkeit und Polierfähigkeit
- gute Temperaturwechselbeständigkeit auch bei tiefen Temperaturen
- **ist glasklar mit hoher Brillanz, Lichtdurchlässigkeit ca. 92% (wasserhell)**
- gute elektrische und dielektrische Eigenschaften
- geringe Feuchtigkeits- und Wasseraufnahme
- **Geruchs- und Geschmacksneutralität**
- ist nach dem Bedarfsgegenstandesgesetz physiologisch unbedenklich. Für den Einsatz im Lebensmittelbereich sind die Empfehlungen und Richtlinien der Bestimmungsländer zu beachten
- ist Spannungsrissgefährdet
- hat eine gute Alterungs- und Witterungsbeständigkeit und sehr **gute Lichtbeständigkeit** (Tageslicht und alle künstlichen Lichtquellen)
- **ist bedruck-, lackier-, und metallisierbar** (die Teile dürfen keine Eigenspannung aufweisen)

Beständig gegen: schwache Säuren und Laugen  
Salzlösungen und aliphatische Kohlenwasser  
Fette, Öle, Wasser und unpolare Lösungsmittel

Unbeständig gegen: Alkohol, Benzol, Aceton, starke Säuren  
polare Lösungsmittel, Chlorkohlenwasserstoffe

### Anwendungen von PMMA

PMMA hat durch seine ausgezeichneten mechanischen und optischen Eigenschaften grosse Einsatzbereiche erschlossen.

Maschinen- und Gerätebau **Schutzverglasungen, Schutz an Maschinen**, Automaten, Eisenbahnwagen, schussichere Verglasung von Bankschaltern und Geldtransportfahrzeugen, für militärische Zwecke und für die Polizei, Flugzeugverglasungen

Elektrotechnik Schalttafeln, Sicherheitslampen, Bedienungsknöpfe, Leuchtenabdeckungen, Lampenfassungen, Lichtbänder, Schalterteile, Leuchtsäulen, Strassenleuchten.

### Technische Daten von PMMA

- Dichte  $\text{g/cm}^3$  1.18
- E-Modul  $\text{N/mm}^2$  3300
- Schlagzähigkeit  $\text{kJ/m}^2$  12 (bei +23°C)
- Wasseraufnahme % 0.35

### Handelsnamen

Plexiglas, Resarit, Degalan, Lucril, Drakon, Policril

## Polycarbonat (PC)

Polycarbonat ist ein transparenter, thermoplastischer Kunststoff. Dank seiner hohen Schlagfestigkeit wird er häufig im Schutz- und Sicherheitsbereich eingesetzt.

### Eigenschaften von PC

- **hohe Festigkeit, Härte und Zähigkeit**
- Temperaturbeständigkeit von  $-150$  bis  $+135^{\circ}\text{C}$
- glasklare Transparenz (Lichtdurchlässigkeit 80 bis 90%)
- gute elektrische Isoliereigenschaften
- geringe Wasseraufnahme
- ausgezeichnete Witterungsbeständigkeit  
Durch UV-Licht, das absorbiert wird, tritt im Lauf der Zeit eine Vergilbung und Verminderung der Schlagzähigkeit auf. Daher sollte PC im Ausseneinsatz mit UV-Stabilisatoren ausgerüstet sein.
- PC ist anfällig gegen Spannungsrisssbildung  
Der Abbau der Eigenspannung wird durch Tempern bis  $135^{\circ}\text{C}$  erreicht.
- PC brennt, verlöscht aber wieder beim entfernen der Zündquelle

Beständig gegen:	Benzin, Fette, Öle aliphatische gesättigte Kohlenwasserstoffe ist kurzzeitig kochfest und bei $120^{\circ}\text{C}$ sterilisierbar
Unbeständig gegen:	starke Säuren und Laugen aromatische und chlorierte Kohlenwasserstoffe langzeitige Einwirkung von heissem Wasser

### Anwendungen von PC

Maschinen- und Gerätebau	<b>Gehäuseteile</b> , Nockenscheiben, Schreib- und Nähmaschinenteile, Apparategehäuse, <b>Abdeckhauben</b> Geräte für den medizinischen Bedarf, Filtertassen, Schaugläser, Lüfterräder
Elektrotechnik	Steckkontakt- und Klemmleisten, Schaltkastengehäuse und -abdeckungen, Schutzschalter
Lichttechnik und Bauwesen	Lichtbänder, -dächer und -kuppeln, Leuchtenabdeckungen, Balkon- und Brückenbrüstungen

### Technische Daten von PC

- |                   |                 |            |
|-------------------|-----------------|------------|
| • Dichte          | $\text{g/cm}^3$ | 1.20       |
| • E-Modul         | $\text{N/mm}^2$ | 2200       |
| • Schlagzähigkeit | $\text{kJ/m}^2$ | ohne Bruch |
| • Wasseraufnahme  | %               | 0.2        |

### Handelsnamen

Makrolon, Lexan

## PET (Veralite® - APET & PETG durch Extrusion)

Veralite® ist der Handelsname eines Sortiments von hochwertigem, transparentem und vielseitig verwendbarem Plattenmaterial auf der Grundlage von thermoplastischem Polyester. Genauer gesagt, Veralite® basiert auf PET (**Polyethylenterephthalat**).

### Eigenschaften von PET

- sehr hohe Lichtdurchlässigkeit
- hohe Brillanz (Lichtdurchlässigkeit ca. 88%)
- ausgezeichnete Schlagfestigkeit
- **hoher Bruchwiderstand**
- **sehr gute chemische Resistenz**
- steht zur Verfügung mit einer UV-Garantie von 10 Jahren
- gute Recyclingsfähigkeit
- **ist frei von Halogenen, Weichmachern und Schwermetallen**
- sehr gute Bearbeitbarkeit (kalt und warm abzukanten)
- beim Verbrennen keine toxische Gas- oder Rauchentwicklung

Beständig gegen: Wasser (bei Raumtemperatur), verdünnte Säuren, neutrale und saure Salze, Alkohol, Ether, Oele, Fette, perchlorierte und aromatische Kohlenwasserstoffe

Unbeständig gegen: Alkalien, überhitzten Dampf, Ketone, Phenole, Ester, oxidierende Säuren und Kohlenwasserstoffe

### Anwendungen von PET

Maschinen- und Gerätebau **Maschinenschutz, Sicherheitsanwendungen mit Nahrungskontakt, Innenverglasung**

Bau Aussenverglasung, Staubfreie Räume  
Sicherheitsverglasung

Werbung / Kommunikation Display, Posterschutz, Leuchtreklame, Werbeschirme

### Technische Daten von PMMA

- |                   |                   |            |
|-------------------|-------------------|------------|
| • Dichte          | g/cm <sup>3</sup> | 1.27       |
| • E-Modul         | N/mm <sup>2</sup> | 2200       |
| • Schlagzähigkeit | kJ/m <sup>2</sup> | kein Bruch |
| • Wasseraufnahme  | %                 | 0.20       |

### Handelsnamen

Veralite® 100: APET, Veralite® 200: PETG

## Polyacetal (POM)

Polyacetal wird auch als *Polyoxymethylen* bezeichnet, worauf das Kurzzeichen POM zurückzuführen ist.

POM ist ein teilkristalliner, thermoplastischer Kunststoff. Er zeichnet sich durch hohe Festigkeit, Härte und Steifigkeit in einem breiten Temperaturbereich aus.

### Eigenschaften von POM

- hohe Zähigkeit bis  $-40^{\circ}\text{C}$
- **hohe Abriebfestigkeit**
- **niedriger Reibungskoeffizient**
- hohe Wärmeformbeständigkeit
- gute elektrische und dielektrische Eigenschaften
- geringe Wasseraufnahme

Beständig gegen: organische Lösungsmittel wie Alkohol, Ester, Ketone sowie Öle, Fette, Benzin, wässrige Basen und Säuren.

Unbeständig gegen: starke Säuren und Oxidationsmittel

Die Witterungsbeständigkeit von POM ist nicht gut. Durch einwirken von Sonnenlicht verspröden die Teile. Stabilisatoren verzögern den Abbau der Polymerkette. Bester Schutz vor UV-Strahlen ist die Einfärbung mit Russ.

### Anwendung von POM

Maschinen- und Gerätebau **Zahnräder, Lager, Gleit- und Führungselemente**, Gehäuseteile, Federelemente, Ketten, Kurvenscheiben, **Laufrollen**, Schrauben, Muttern, Lüfterräder, Pumpenteile, Ventilkörper, Steuerelemente.

### Technische Daten von POM

		Homopolymerisat	Copolymerisat
• Dichte	$\text{g/cm}^3$	1.42	1.41
• E-Modul	$\text{N/mm}^2$	2800	3200
• Schlagzähigkeit	$\text{kJ/m}^2$	--	--
• Wasseraufnahme	%	0.8	0.8

### Handelsnamen

Delrin, Hostaform, Ultraform.

## Polyamide (PA)

Polyamide sind überwiegend teilkristalline Thermoplaste. Ihre Kennzeichnung erfolgt durch Zahlenangabe, die sich auf die Anzahl der Kohlenstoffatome zwischen den Fremdatomen (Stickstoff) im Kettenverband ergibt. Dadurch ergeben sich die Typen:

**PA6, PA66, PA610, PA11 und PA 12.**

### Eigenschaften von PA

Durch die Häufigkeit der Amidengruppe im Kettenverband werden bestimmte Eigenschaftsmerkmale in gewissen Grenzen verändert. Je öfter die Amidengruppe auftritt, desto grösser sind die zwischenmolekularen Bindungskräfte und desto mehr Wasser kann vom PA aufgenommen werden. **Die Wasseraufnahme verleiht dem PA den zähartigen Zustand, was sich durch hohe Schlagzähigkeit, hohe Abriebfestigkeit, und gute Gleiteigenschaften bemerkbar macht.** Nachteilig für PA ist die Abhängigkeit der mechanischen Eigenschaften und der Masshaltigkeit vom Feuchtigkeitsgehalt. Polyamide können dynamisch hoch beansprucht werden und zeigen auch bei Langzeitbeanspruchung kaum Ermüdungserscheinungen. Die hohe Festigkeit der PA nimmt bei langer Belastungsdauer ab.

Weitere Eigenschaften von PA sind:

- hohes Dämpfungsvermögen
- hohe Formbeständigkeit in der Wärme
- die elektrischen Eigenschaften werden von der Wasseraufnahme beeinflusst. Im allgemeinen sind sie aber ausreichend kriechnestromfest.
- Die verschiedenen PA Typen nehmen unterschiedliche Mengen von etwa 1 bis maximal 3.5 % Wasser auf; PA66 am meisten und PA12 am wenigsten.

Beständig gegen: Benzin, Öle und Fette, Ester, Alkohole, Ketone, Ether, Chlorkohlenwasserstoffe, Laugen und verdünnte Säuren.

Unbeständig gegen: Mineralsäuren sowie konzentrierte Ameisensäure (PA6 und PA66)

PA ist nicht besonders witterungs- und lichtstabil. Es ist deshalb angebracht, für den Ausseneinsatz entsprechende Stabilisatoren einzuarbeiten. Bester Schutz vor UV-Strahlen ist die Einfärbung mit Russ.

### Anwendung von PA

Maschinen- und Gerätebau **Zahnräder, Laufrollen, Schrauben, Muttern, Gleitlager, Kupplungsteile, Kugellagerkäfige, glasfaserverstärkte Typen für Gehäuseteile. Typen mit Graphit für wartungsfreie Lager- und Gleitelemente.**

### Technische Daten

		PA6	PA66	PA610	PA11	PA12	PA6 mit 30% GF
• Dichte	g/cm <sup>3</sup>	1.13	1.14	1.08	1.04	1.02	1.36
• E-Modul	N/mm <sup>2</sup>	1400	2000	1500	1000	1600	5000
• Schlagzähigk.	mJ/mm <sup>2</sup>	--	--	--	--	--	40
• Wasseraufn.	%	2.5 – 3.5	2.5 – 3.1	1.2 – 1.6	0.8 – 1.2	0.7 – 1.1	1.6 – 2.2

### Handelsnamen

Durethan, Trogamid T, Ultramid, Vestamid, Rilsan, Stanyl

## Polyvinylchlorid (PVC)

PVC ist ein vorwiegend amorpher, thermoplastischer Kunststoff. Je nach Herstellart unterscheidet man verschiedene Typen von Polymerisaten. Nicht modifiziertes PVC ist ein harter und spröder Werkstoff. Durch die Zugabe von Weichmachern wird der Kunststoff weich und flexibel. Auf Grund der grossen Variationsbreite von PVC-Modifikationen kann kein allgemein gültiges Eigenschaftsbild von PVC beschrieben werden. Die mechanischen Eigenschaften variieren von sehr hart und spröde über schlagzäh, steif bis gummiartig, weich und dehnbar.

### Eigenschaften

#### PVC hart (PVC-U)

- Hohe mechanische Festigkeit, Steifigkeit und Härte
- Schlagempfindlich in der Kälte
- hohe chemische Beständigkeit
- gute Witterungsbeständigkeit
- selbstlöschend nach entfernen der Flamme

#### PVC weich (PVC-P)

"einstellbare" Flexibilität

Zähigkeit je nach Weichmachergehalt (temperaturabhängig)

Chemikalienbeständigkeit ist rezept- und temperaturabhängig

weniger Witterungsbeständig (Weichmacher)

nicht selbstlöschend wegen des Weichmachers

für beide gilt

- gute elektrische Eigenschaften bei niedrigen Spannungen und Frequenzen
- unempfindlich gegen Spannungsrissbildung

Beständig gegen:

Säuren, Laugen, Alkohole, Fette, aliphatische Kohlenwasserstoffe, Benzin (nur PVC-U), Waschmittel

Unbeständig gegen:

aromatische und chlorierte Kohlenwasserstoffe, Ketone, Ester.

### Anwendungen von PVC-U

Maschinen- und Gerätebau Apparate für die chemische Industrie, Behälter, Auskleidungen, Druckrohre, Lüftungssysteme, Beschichtungen

Bauwesen

Rohre, Fittings, Fensterrahmen, Fassadenelemente, Rolladenprofile

### Anwendung von PVC-P

Apparatebau

Auskleidungen, Beschichtungen, Schläuche, Dichtungen

Bauwesen

Pendeltüren, Fussbodenbeläge, Abdichtungen, Schläuche, Dachfolien, Schutzfolien, Bahnen im Erd- und Wasserbau

### Technische Daten

		PVC-U	PVC-P
• Dichte (ca.)	g/cm <sup>3</sup>	1.40	1.30
• E-Modul	N/mm <sup>2</sup>	variabel, je nach Typ	
• Schlagzähigkeit	mJ/mm <sup>2</sup>	variabel, je nach Typ	

### Handelsnamen

Hostalit, Vestolit, Solvic, Vinoflex, Vinnol,

## Polyethylen ( PE ) / Polypropylen ( PP )

Die zur Gruppe der Polyolefine zählenden teilkristallinen Thermoplaste PE und PP weisen ähnliche Eigenschaften und Anwendungen auf. Beim PE unterscheiden wir zwischen HDPE (vielfach als "Hart-PE" bezeichnet) und zwischen LDPE ("Weich-PE")

### Eigenschaften von PE / PP

- niedrige Dichte
- **hohe Zähigkeit und Reissdehnung** (PE), hohe Steifigkeit , Härte und Festigkeit (PP)
- **sehr gutes elektrisches Isolierverhalten**
- gute Ver- und Bearbeitbarkeit.

Beständig gegen: Säuren, Laugen, Salzlösungen, Wasser, Alkohole, Öle (PP teilweise), HDPE auch gegen Benzin. PE ist unterhalb 60°C in fast allen organischen Lösungsmitteln praktisch unlöslich.

Unbeständig gegen: starke Oxidationsmittel, Halogenkohlenwasserstoffe (PP), PP und LDPE quillt in aliphatischen und aromatischen Kohlenwasserstoffen.

### PE Sondertyp: **Ultrahochmolekulares PE (PE-HMG, Polydur)**

Höchstmolekulares PE wird vor allem als technischer Kunststoff verwendet. Die hervorstechendste Eigenschaft dieses Materials ist eine, im Vergleich mit **Kunststoffen gleicher Steifigkeit kaum zu übertreffende Schlagzähigkeit und Verschleissfestigkeit.**

### Anwendungen

<b>LDPE.</b>	Draht- und Kabelisolationen, Behälter, Folien, Verpackungen
<b>HDPE</b>	<b>Behälter, Tanks, Druck- und Abwasserrohre</b>
<b>PE-HMG</b>	<b>Führungsschienen und -rollen</b> , Medizinische Anwendungen
<b>PP</b>	Maschinen- und Fahrzeugbau (Lüfterflügel, Stossstangen, Maschinenteile), Chemische Industrie

### Technische Daten

		<b>LDPE</b>	<b>HDPE</b>	<b>PE-HMG</b>	<b>PP</b>
• Dichte (ca.)	g/cm <sup>3</sup>	0.92	0.955	0.94	0.91
• E-Modul	N/mm <sup>2</sup>	200	1000	800	1400
• Schlagzähigk.	mJ/mm <sup>2</sup>	o. Br.	o. Br.	o. Br.	5 – o.Br.
• Wasseraufn.	%	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1

### Handelsnamen

<b>PE:</b>	Hostalen, Lupolen, Vestolen, Alathon, Stamyran
<b>PE-HMG</b>	Polydur, Hostalen GUR, RCH 1000
<b>PP:</b>	Hostalen PP, Novolen, Vestolen P, Propathene

## Reinigen von Kunststoffen

Werkstoff	Reinigungsmittel
PMMA	Waschbenzin, Aceton, Isopropanol
PC	Waschbenzin, Isopropanol
PET	Waschbenzin, Isopropanol
PVC	Waschbenzin, Isopropanol
PE PP PA POM Polydur	Leicht zu reinigen mit Methylenchlorid

Kunststoffe laden sich statisch auf und ziehen den Staub an. Sie dürfen daher nie trocken abgerieben werden. Die einfachste Reinigung erfolgt mit Wasser und ein wenig Abwaschmittel.

Bei Unklarheit ist an einer nicht sichtbaren Stelle zuerst eine Probereinigung vorzunehmen.