

KONSTRUIEREN MIT TECHNISCHEN

# KUNSTSTOFFEN

mit Übersichtstabellen





**LICHARZ**  
**POLYAMIDE**

*Vorsprung durch Konstruktionsteile aus Kunststoff*

## Die Werkstoffe

Polyamide werden nach verschiedenen Typen unterschieden. Für technische Anwendungen haben sich PA 6, PA 66 und PA 12 als die wichtigsten Vertreter der Polyamid-Werkstoffe etabliert. Neben den Standardeinstellungen existiert eine Vielzahl von Polyamiden, die, basierend auf den Grundtypen, durch Zusätze auf die Erfordernisse spezieller Anwendungsfälle gezielt zugeschnitten werden.

Bei den Herstellverfahren für Halbzeuge wird zwischen dem Extrusions- und dem Monomergussverfahren unterschieden. Mit Blick auf die Leistungsfähigkeit der erzeugten Polyamidhalbzeuge hat das Extrusionsverfahren jedoch verschiedene Nachteile: Schnell werden die Grenzen der herstellbaren Abmessungen erreicht. Zudem werden die Eigenschaften der verwendeten Werkstoffe negativ beeinflusst, da dieses Verfahren die Werkstoffe unter Temperatur/Druckeinwirkung umformt und Extruderschnecken sowie Werkzeuge zu Scherbelastungen und damit zu Kettenbrüchen in der Polymermatrix führen. Die im Monomergussverfahren hergestellten Polyamide weisen dagegen einen höheren Kristallinitätsgrad auf und haben damit wesentlich bessere Werkstoffeigenschaften als die extrudierten Typen.

Dennoch teilen, neben den typenspezifischen Eigenschaften, alle Polyamide, unabhängig von ihrem Herstellverfahren, eine große Anzahl von werkstoffspezifischen Haupteigenschaften.

Im Einzelnen sind das:

- eine hohe mechanische Festigkeit, Härte, Steifigkeit und Zähigkeit,
- ein hohes mechanisches Dämpfungsvermögen,
- gute Ermüdungsfestigkeit,
- sehr hohe Verschleißfestigkeit,
- gute Gleit- und Notlaufeigenschaften,
- gute Zerspanbarkeit.

## Extrudierte Polyamide

**Polyamid 6 (PA 6)** ist das bekannteste extrudierte Polyamid und bietet eine ausgewogene Kombination aller typischen Werkstoffeigenschaften der Polyamide. Im Vergleich zu gegossenen Varianten zeigt dieser Werkstoff jedoch eine höhere Feuchteaufnahme, ist weniger verschleißfest und maßstabil. Zudem sind, bedingt durch das Herstellverfahren, nur begrenzt große Halbzeugabmaße und Stückgewichte realisierbar. Dies schränkt die konstruktiven Möglichkeiten der Anwender ein.

Als Haupteigenschaften von PA 6 sind zu nennen:

- gute mechanische Festigkeit,
- hohe Schlagzähigkeit,
- gutes Dämpfungsvermögen.

Typische Anwendungsbeispiele sind:

- Zahnräder,
- Hammerköpfe,
- schlag- und schockbeanspruchte Teile.

# Polyamide (PA)

---

## **Polyamid 66 (PA 66)**

kommt im kleineren Abmessungsbereich zum Einsatz und bietet gegenüber PA 6 eine etwas höhere Härte und Verschleißfestigkeit. Im Vergleich zu den gegossenen Varianten zeigt dieser Werkstoff jedoch ebenfalls eine höhere Feuchteaufnahme. Bei den übrigen Eigenschaften ist PA 66 mit dem Standardgusstyp **LiNNOTAM** vergleichbar, ist jedoch wesentlich teurer als dieser. Wie auch bei PA 6 sind, bedingt durch das Herstellverfahren, nur begrenzt große Halbzeugabmaße und Stückgewichte realisierbar, was die konstruktiven Möglichkeiten der Anwender einschränkt. Daher wird PA 66 im praktischen Einsatz weitgehend vom preisgünstigeren und in nahezu unbegrenzten Gießgewichten und Abmessungen herstellbaren Werkstoff **LiNNOTAM** ersetzt.

Als Haupteigenschaften von PA 66 sind zu nennen:

- gute mechanische Festigkeit,
- hohe Schlagzähigkeit,
- gutes Dämpfungsvermögen,
- gute Verschleißfestigkeit.

Typische Anwendungsbeispiele sind:

- Gleitlager,
- Gleitplatten,
- Zahnräder.

## **Polyamid 66 + 30 % Glasfaser (PA 66 GF 30)**

Im Vergleich zu unverstärktem PA 66 wird durch die Glasfaser eine verbesserte Zug-/Druckfestigkeit, Steifigkeit und Dimensionsstabilität sowie eine niedrigere Wasseraufnahme erreicht. Glasfaserverstärktes Polyamid 66 eignet sich daher besonders für Bauteile, bei denen höhere Belastungen auftreten und/oder erhöhte Ansprüche an die Dimensionsstabilität gestellt werden.

## **Polyamid 12**

hat ein sehr gutes Schlagverhalten, ist zäh und aufgrund sehr geringer Wasseraufnahme maßstabstabil. Es ist als Halbzeug nur in geringem Umfang verfügbar, und scheidet meist aufgrund des hohen Preises (3-4 mal teurer als PA 6) bei Konstruktionsüberlegungen aus.



**LICHARZ**  
**POM/PET**

*Vorsprung durch Konstruktionsteile aus Kunststoff*

Polyacetal ist ein hochkristalliner, thermoplastischer Kunststoff mit hoher Festigkeit und Steifigkeit sowie guten Gleiteigenschaften und Verschleißfestigkeit bei geringer Feuchtigkeitsaufnahme. Die gute Dimensionsstabilität und besonders gute Ermüdungsfestigkeit sowie die hervorragende Spanbarkeit machen Polyacetal zu einem vielseitig einsetzbaren Konstruktionswerkstoff, auch für komplexe Bauteile. Es genügt den hohen Anforderungen an Oberflächengüten.

Festigkeit, Steifigkeit und Dimensionsstabilität lassen sich durch Zugabe von Glasfasern als Füllstoff noch verbessern, womit jedoch eine Verschlechterung der Gleiteigenschaften einhergeht.

Es wird zwischen Homopolymeren (POM-H) und Copolymeren (POM-C) unterschieden, wobei die Homopolymere aufgrund ihres höheren Kristallinitätsgrades eine etwas höhere Dichte, Härte und Festigkeit aufweisen. Copolymere besitzen jedoch eine höhere Schlagzähigkeit, größere Abriebfestigkeit und thermische/chemische Beständigkeit.

Die von uns angebotenen Polyacetal-Halbzeuge, aus denen wir ebenfalls alle Fertigteile herstellen, werden aus Copolymerisaten im Extrusionsverfahren hergestellt.

## Haupteigenschaften

- hohe Festigkeit
- hohe Steifigkeit
- hohe Härte
- gute Schlagzähigkeit auch bei niedrigen Temperaturen
- geringe Feuchtigkeitsaufnahme (bei Sättigung 0,8 %)
- gute Kriechfestigkeit
- hohe Dimensionsstabilität
- hydrolysebeständig (bis + 60 °C)
- physiologisch unbedenklich

## Farben:

POM-C: natur/schwarz,  
POM-C + GF: schwarz.

## Gleiteigenschaften

POM-C verfügt über ausgezeichnete Gleiteigenschaften bei guter Verschleißfestigkeit. Zusammen mit seinen anderen hervorragenden Eigenschaften eignet sich POM-C gut für den Einsatz bei Gleitanwendungen bei mittleren bis hohen Belastungen. Dies gilt auch für Anwendungsbereiche, in denen mit hoher Feuchte oder Nässe gerechnet werden muss.

Aufgrund der eng beieinanderliegenden statischen und dynamischen Reibungskoeffizienten lassen sich geringe Anfahrmomente realisieren.

Ausgenommen hiervon sind die mit Glas gefüllten Typen, deren Gleiteigenschaften gegenüber ungefüllten Typen erheblich schlechter sind.

## Witterungseinflüsse

POM-C ist nicht gegen UV-Strahlen beständig. Unter Einwirkung von UV-Strahlen in Verbindung mit Luftsauerstoff wird die Oberfläche oxidiert und es treten Verfärbungen auf bzw. die Oberfläche wird stumpf. Bei längerem Einwirken von UV-Strahlung neigt der Werkstoff zur Versprödung.



# Polyacetal (POM)

---

## Chemische Beständigkeit

POM ist gegen schwache Säuren, schwache und starke Laugen, organische Lösemittel sowie Benzin, Benzol, Öle und Alkohole beständig.

Gegen starke Säuren ( $\text{pH} < 4$ ) und oxidierende Medien ist POM-C unbeständig.

## Brandverhalten

POM-C ist als normal entflammbar eingestuft. Nach Entfernung der Zündquelle brennt POM-C unter Abtropfen weiter. Bei hermscher Zersetzung besteht die Möglichkeit der Bildung von Formaldehyd. Der Sauerstoffindex (= zur Verbrennung benötigte Sauerstoffkonzentration) ist mit 15 % im Vergleich zu anderen Kunststoffen sehr niedrig.

## Einsatzbereiche:

- Allgemeiner Maschinenbau,
- Fahrzeugbau,
- Feinwerktechnik,
- Elektroindustrie,
- Nachrichtentechnik.

## Anwendungsbeispiele:

- Federelemente,
- Buchsen,
- Zahnräder,
- Gleitelemente,
- Isolatoren,
- Pumpenteile,
- Gehäuseteile,
- Ventile und Ventilkörper,
- Zählwerkteile,
- Präzisionsteile.



## Bearbeitung

POM-C entwickelt einen Bruchspan und ist somit hervorragend zur Bearbeitung auf Drehautomaten geeignet. Aber auch die spangebende Bearbeitung auf Werkzeugmaschinen ist problemlos möglich. Die Halbzeuge können gebohrt, gefräst, gesägt, gehobelt und gedreht werden. Ebenso ist Gewindecneiden oder das Einbringen von Gewindeeinsätzen möglich. Die Verwendung einer Kühl-Schmier-Emulsion ist in der Regel nicht notwendig.

Zur Begrenzung des Materialverzugs, aufgrund innerer Restspannungen im Halbzeug, sollten die Teile möglichst immer von der geometrischen Mitte des Halbzeugs aus mit gleichmäßiger Spanabnahme bearbeitet werden.

Ist eine maximale Dimensionsstabilität der Fertigteile gefordert, müssen die zu fertigenden Teile grob vorgearbeitet und einer Zwischenlagerung oder Wärmebehandlung unterzogen werden. Anschließend können die Teile dann fertig bearbeitet werden. Genauere Angaben zur Vorgehensweise bezüglich Zwischenlagerung und Wärmebehandlung sowie weitere Hinweise zur spangebenden Bearbeitung werden im Kapitel „Bearbeitungsrichtlinien“ gegeben.

Polyethylenterephthalat kann in seiner Molekülstruktur entweder als amorpher oder teilkristalliner, thermoplastischer Kunststoff hergestellt werden, wobei der amorphe Typ glasklar ist und niedrigere mechanische Festigkeit sowie ein wesentlich schlechteres Gleitverhalten zeigt.

Die teilkristallinen Typen dagegen haben eine hohe Härte, Steifigkeit und Festigkeit bei hervorragendem Gleitverhalten und niedrigem Gleitverschleiß. Aufgrund der guten Kriechfestigkeit sowie der niedrigen Feuchteaufnahme und hervorragenden Dimensionsstabilität eignet sich der Werkstoff exzellent zur Anwendung bei komplexen Teilen mit höchsten Ansprüchen an die Maßhaltigkeit und Oberflächengüte. Bei Gleitanwendungen kommt aus den vorstehenden Gründen nur der teilkristalline Typ zum Einsatz.

Durch Zusatz eines speziellen, homogen verteilten Festschmierstoffes wurden beim Typ PET-GL sowohl die Gleiteigenschaften als auch die Verschleißfestigkeit gegenüber reinem PET gezielt verbessert.

Die von uns angebotenen PET-Halbzeuge, aus denen wir ebenfalls alle Fertigteile herstellen, werden aus teilkristallinen Typen im Extrusionsverfahren hergestellt.

#### **Haupteigenschaften:**

- hohe Festigkeit,
- hohe Steifigkeit,
- hohe Härte,
- geringe Feuchtigkeitsaufnahme (bei Sättigung 0,5 %),
- sehr gute Kriechfestigkeit,
- sehr hohe Dimensionsstabilität,
- konstant geringe Gleitreibung,
- sehr geringer Gleitverschleiß,
- hydrolysebeständig (bis +70 °C),
- physiologisch unbedenklich.

#### **Farben:**

PET: natur, schwarz,

PET-GL: hellgrau.

#### **Gleiteigenschaften**

PET verfügt über hervorragende Gleiteigenschaften bei sehr guter Verschleißfestigkeit und ist in Verbindung mit seinen anderen Eigenschaften ein exzellenter Werkstoff für hochbelastete Gleitanwendungen. Dies gilt auch für Anwendungsbereiche, in denen mit hoher Feuchte oder Nässe gerechnet werden muss.

Der modifizierte Typ PET-GL ist durch den integrierten Festschmierstoff speziell für hochbelastete Gleitanwendungen im Trockenlaufbereich geeignet. Der Festschmierstoff sorgt für eine „Selbstschmierung“ des PET-GL, was zu herausragenden Gleiteigenschaften und höchster Verschleißfestigkeit bei gleichzeitig weitaus höherer Tragfähigkeit (pv-Grenzwert) gegenüber reinem PET führt. Des Weiteren verhindert er den Stick-Slip-Effekt. Gegenüber reinem PET zeigen sich bezüglich der übrigen Eigenschaften keine Einbußen.



# Polyethylenterephthalat (PET)

---

## Witterungseinflüsse

PET ist nicht gegen UV-Strahlen beständig. Unter Einwirkung von UV-Strahlen in Verbindung mit Luftsauerstoff verändert sich die Werkstoffoberfläche. Bei längerem Einwirken von UV-Strahlung wird die Verwendung eines schwarz eingefärbten Typs empfohlen.

## Chemische Beständigkeit

PET ist gegen schwache Säuren und Laugen, Salzlösungen, perchlorierte und fluorierte Kohlenwasserstoffe, Öle, Kraftstoffe, Lösemittel und oberflächenaktive Stoffe beständig. Stark polare Lösemittel wirken irreversibel quellend. Gegen starke Säuren und Laugen, Ester, Ketone und Chlorkohlenwasserstoffe ist PET nicht beständig.

## Brandverhalten

PET ist als normal entflammbar eingestuft. Nach Entfernung der Zündquelle brennt PET unter Abtropfen weiter. Der Sauerstoffindex (= zur Verbrennung benötigte Sauerstoffkonzentration) ist mit 23 % im Vergleich zu anderen Kunststoffen durchschnittlich.

## Einsatzbereiche:

- Allgemeiner Maschinenbau,
- Fahrzeugbau,
- Feinwerktechnik,
- Elektroindustrie,
- Nachrichtentechnik.

## Anwendungsbeispiele:

- Schalträder,
- Buchsen,
- Zahnräder,
- Gleitelemente,
- Isolatoren,
- Gehäuseteile,
- Zählwerkteile,
- Präzisionsteile,
- Kurvenscheiben.

## Bearbeitung

PET entwickelt einen brüchigen Fließspan und ist zur Bearbeitung auf Drehautomaten geeignet. Aber auch die spangebende Bearbeitung auf Werkzeugmaschinen ist problemlos möglich. Die Halbzeuge können gebohrt, gefräst, gesägt, gehobelt und gedreht werden. Ebenso ist Gewinde-schneiden oder das Einbringen von Gewindeeinsätzen möglich. Die Verwendung einer Kühl-Schmier-Emulsion ist in der Regel nicht notwendig.



**Deutschland:** Licharz GmbH  
Industriepark Nord | D-53567 Buchholz | Germany  
Telefon: +49 (0) 2683 - 977 0 | Fax: +49 (0) 2683 - 977 111  
Internet: [www.licharz.com](http://www.licharz.com) | E-Mail: [info@licharz.com](mailto:info@licharz.com)

**Frankreich:** Licharz eurl.  
Z.I. de Leveau – Entrée G | F-38200 Vienne | France  
Téléphone: +33 (0) 4 74 31 87 08 | Fax: +33 (0) 4 74 31 87 07  
Internet: [www.licharz.fr](http://www.licharz.fr) | e-mail: [info@licharz.fr](mailto:info@licharz.fr)

**England:** Licharz Ltd  
34 Lanchester Way | Royal Oak Industrial Estate | Daventry, NN11 8PH | Great Britain  
Phone: +44 (0) 1327 877 500 | Fax: +44 (0) 1327 877 333  
Internet: [www.licharz.co.uk](http://www.licharz.co.uk) | email: [sales@licharz.co.uk](mailto:sales@licharz.co.uk)

**USA:** Timco Inc  
2 Greentown Rd | Buchanan NY 10511 | USA  
Phone: +1 914 - 736 0206 | Fax: +1 914 - 736 0395  
Internet: [www.timco-eng.com](http://www.timco-eng.com) | Email: [sales@timco-eng.com](mailto:sales@timco-eng.com)

## LICHARZ GENAU IHRE LÖSUNG

*Wir denken von Anfang an mit!*

Wir beraten Sie beim Einsatz von Kunststoffen und entwickeln Ihr Bauteil mit Ihnen gemeinsam:

- Wir prüfen Einsatzbedingungen an Ihrer Maschine vor Ort,
- wir überprüfen Ihre Konstruktionszeichnung,
- wir empfehlen den Werkstoff und das Bearbeitungsverfahren,
- wir fertigen bei Bedarf einen Prototypen für Sie.

Schnell und wirtschaftlich erhalten Sie Ihr Produkt genau so, wie Sie es brauchen!