

# Technische Eigenschaften von Kunststoffen

## Gleitfähige Kunststoffe

### TECHNISCHE DOKUMENTATION

Technische Kunststoffe werden bei Gleitanwendungen immer häufiger eingesetzt. Ihre herausragenden Merkmale sind:

- Sehr gute Gleit- und Notlaufeigenschaften
- Trockenlauf möglich
- Wartungsarmut
- Sehr gutes Schwingungs- und Geräushdämpfungsverhalten
- Keine oder nur geringe Stick-Slip-Effekte, kein Rattern oder Quietschen (Geräuscharm)
- Geringe Kantenpressungsempfindlichkeit
- Schmierstoffarmer oder schmierstoffreicher Betrieb
- Schmierung durch Wasser oder durch flüssige Chemikalien wie Säuren und Laugen etc. möglich
- Gute chemische Beständigkeit
- Gewichtsreduzierung
- Elektrische Isolation möglich
- Arbeitstemperaturen bis zu 300°C möglich
- Gleitwerkstoffe für die Lebensmittel- und Medizinaltechnik sind verfügbar
- UV-geschützte Gleittypen sind ab Lager lieferbar
- Kostengünstige Alternative zu metallischen Gleitlagern und Gleitteilen
- Oft die einzige technische Lösung für neue Entwicklungen

Bei Gleitanwendungen muss immer das Gleitsystem betrachtet werden, d.h. die Materialpaarungen sowie die Umgebungseinflüsse müssen zusammen betrachtet werden. Zu beachten sind:

- Mögliche Dimensionierung (geometrische Randbedingungen, geforderte Genauigkeit und Toleranzen)
- Gleitgeschwindigkeit
- Umgebungstemperatur und zulässige Maximal- oder Minimaltemperaturen
- Statische Lagerlast und Flächenpressung
- Zulässiger Verschleiss, geforderte Lebensdauer
- Möglichkeit der Schmierung
- Elektrische Isolation oder elektrische Leitfähigkeit, UV-Beständigkeit
- Gegenlaufwerkstoff weich oder hart, Oberfläche rau oder glatt
- Besondere Betriebsbedingungen wie in Chemikalien, geforderte physiologische Unbedenklichkeit oder Sterilisierbarkeit (Medizinaltechnik, Kontakt mit Lebensmittel), Einsatz in Reinraum oder Hochvakuum, energiereiche Strahlung, Nichtentflammbarkeit usw.

Die oberste Grenzbelastung eines Lagers oder Gleitteils ist normalerweise durch die Streckgrenze oder Festigkeit bzw. durch die zulässigen Temperaturgrenzen des eingesetzten Kunststoffs

vorgegeben (Die Werte der einzelnen Kunststoffe finden Sie auf unserer CD-ROM; die Vergleichswerte befinden sich im Anhang des Registers Kunststoff-Halbzeug).

Folgende Kunststoffe eignen sich besonders gut für **Gleitanwendungen**:

### Hochtemperatur-Thermoplaste (140 °C bis 350°C)

Werkstoff	Zusätze
PI	div., PTFE, Graphit, CF, MoS <sub>2</sub>
PEEK	
PEEK PVX	CF, PTFE, Graphit
PPS PVX	CF, PTFE, Graphit
PTFE	
PVDF	

Wenn hohe Gleitgeschwindigkeiten, Flächenpressungen und Umgebungstemperaturen einzeln oder kombiniert auftreten, sind Hochtemperaturkunststoffe erforderlich. Gerade für trockenlaufende Gleitlager, in denen wegen des vergleichsweise hohen Reibfaktors und der relativ

schlechten Wärmeableitung hohe Gleitflächentemperaturen entstehen, sind sie aufgrund ihrer hohen Formbeständigkeitstemperaturen sehr gut geeignet (Siehe dazu Vergleichstabellen im Anhang des Registers Kunststoff-Halbzeug).

### Konstruktions-Thermoplaste (100°C bis 140°C)

Werkstoff	Zusätze
PA 46	
PA 6	
PA 66 Mo	MoS <sub>2</sub>
PA 66	
PA 66 CF	CF
PA 66 SF20	Aramidfaser
PA 66 LA	Gleitmittel
PA 66 HI	Wärmestabilisator
PA 66 MH	CF, PTFE, Graphit, div.
PA 11	
PA 12	
PA 6 Guss	ÖL

Werkstoff	Zusätze
PA 6 Guss	
PA 6 Guss	MoS <sub>2</sub>
TECAGLIDE	Gleitzusätze
TECALUBE	Gleitzusätze Brennkategorie UL V0
POM H	
POM H AF	PTFE
POM H CL	Gleitmittel
POM C	
POM C TF	PTFE
POM C LA	Gleitmittel
PBT	
PET	
PET TF	

### Standard-Thermoplaste (65°C bis 100°C)

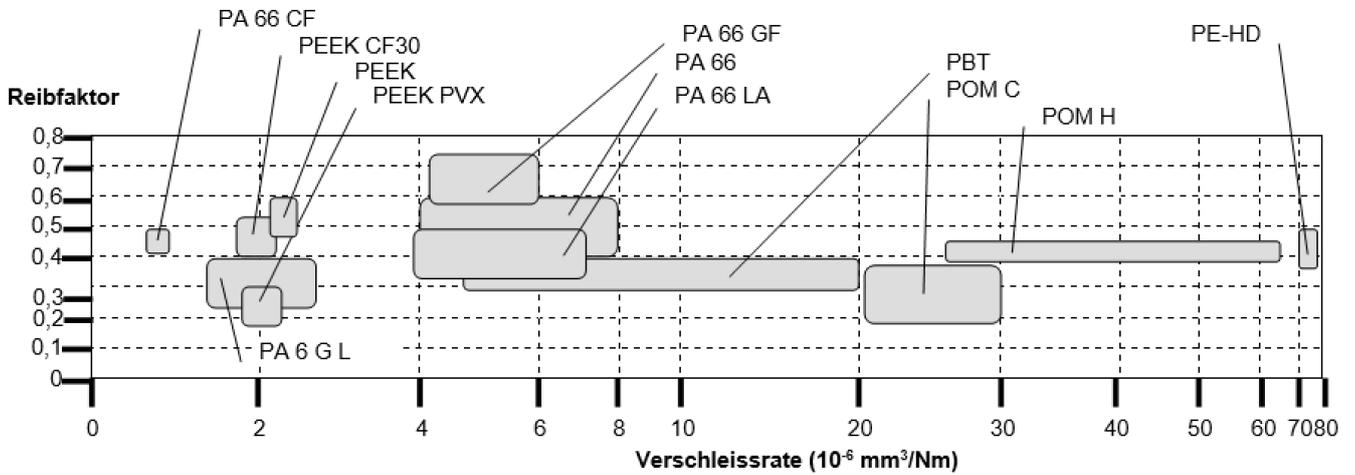
Werkstoff	Zusätze
PE-UHMW	
PE-HMW	

Bei moderaten Belastungskombinationen genügen die Konstruktions- und Standard-Thermoplaste mit Dauergebrauchstemperaturen bis ca. 100°C. Wegen des geringeren Reibfaktors und des besseren Verschleisswiderstandes werden im Bereich der Konstruktions- und Standard-Thermoplaste vor allem teilkristalline und sehr selten amorphe Thermoplaste eingesetzt.

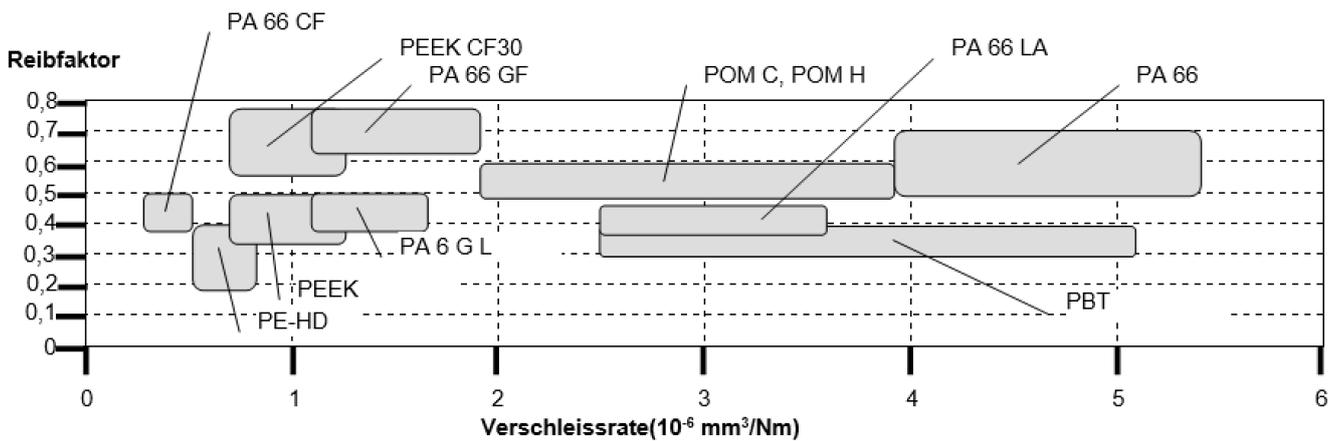
In den folgenden Graphiken werden Reibfaktor und Verschleissrate bei zwei Rauigkeitsstufen für folgendes Tribosystem dargestellt:

- Stift/Scheibe-Apparatur
- Technisch trocken
- Raumtemperatur,  $p = 1\text{N/mm}^2$ ,  $v = 0.5\text{m/s}$
- Mittlere Gleitflächentemperatur  $< 40^\circ\text{C}$
- Gleitstrecke pro Messpunkt  $s > 20\text{km}$

Graphik 1: Reibfaktor versus Verschleissrate bei Rauigkeit Rz ≈ 2.5 µm



Graphik 2: Reibfaktor versus Verschleissrate bei Rauigkeit Rz ≈ 0.2 µm



Nachfolgend werden besondere Eigenschaften und Einsatzgebiete der einzelnen Thermoplastgruppen etwas näher umschrieben:

### PA 6, PA 6 G

Allen Polyamiden gemeinsam sind gutes Gleitverhalten und hohe Verschleissfestigkeit, dies insbesondere bei rauen Betriebsbedingungen.

- Hohe mechanische Festigkeit
- Gute Beständigkeit gegen Chemikalien und auch gegen Oele, Fette, Diesel, Benzine
- Gute Schweiss- und Klebbarkeit

Für die unterschiedlichen Anforderungen stehen eine Vielzahl von PA 6- und PA 6 G-Typen zur Verfügung.

### POM-C, POM-H

#### **POM-C und POM-H eignen sich gut als universelle Gleitkunststoffe.**

- Fest und steif
- Hohe Biegewechselfestigkeit
- Geringe Wasseraufnahme
- Beständig gegen verdünnte Säuren, Reinigungsmittel, zahlreiche Lösungsmittel
- Gut gleitend
- In „natur“-Ausführung sehr gut elektrisch isolierend

Für die unterschiedlichen Anforderungen stehen eine Vielzahl von POM-Modifikationen zur Verfügung.

PET, PBT

**PET und PBT sind für Gleitanwendungen, vor allem in der Feinwerktechnik, sehr gut geeignet.**

- Fest und steif
- Gute Zähigkeit, dies auch bei tiefen Temperaturen
- Verschleissfest
- Sehr gut elektrisch isolierend
- Gut verkleb- und schweisssbar

Spezieller Gleitwerkstoff	Besondere Eigenschaften
PET TF	leistungsstarke Gleittype

PE-UHMW, PE-HMW

PE-UHMW oder PE-HMW haben eine hohe Chemikalienbeständigkeit, hohe Zähigkeit und Reissdehnung, geringe Neigung gegen Span-

nungsrissskorrosion und eine sehr geringe Wasseraufnahme sowie ein gutes Gleitverhalten und sehr geringen Abrieb.

PTFE, PFA, ETFE, PCTFE, PVDF

**PTFE, PFA, ETFE, PCTFE, PVDF** haben eine exzellente chemische Beständigkeit gegen viele aggressive Säuren, zahlreiche Lösungsmittel und Reinigungsmittel und sind somit für Anwendungen in aggressiver Umgebung prädestiniert. PTFE zeigt zudem die niedrigsten Reibfaktoren aller

Kunststoffe und wird z.B. immer dort eingesetzt, wenn Stick-Slip-Effekte nicht zulässig sind.

Die Schwächen des PTFE's bezüglich Druck-, Kriech- und Verschleissfestigkeit werden durch Modifikation mit Polyimid erheblich verbessert.

PPS

Basierend auf PPS bildet PPS PVX den leistungsfähigen Übergang von den Konstruktionsgleitkunststoffen zum Hochtemperatur-Bereich:

- Gut gleitend
- Sehr verschleissfest
- steif und gut temperaturbeständig
- Bevorzugter Gleitpartner: Geschliffener Stahl, auch trocken laufend
- Hohe Chemikalienbeständigkeit
- Besonders Lösungsmittelbeständig
- Hydrolysebeständig gegen Heisswasser und -dampf

PEEK

Durch die hervorragende chemische und hydrolytische Beständigkeit (Heissdampf bis 250°C), die thermisch-mechanische hohe Belastbarkeit, die Kriechfestigkeit und die USP-class-VI-Einstufung findet das selbst im Hochvakuum ausgasungssichere PEEK bevorzugt Anwendungen in den Bereichen Lebensmittel-, Medizin- und Chemie-

technik, Elektronik-Chipherstellung unter Reiraumbedingungen, Hochvakuum- und Kernenergie-technik usw.

Reines PEEK isoliert elektrisch und thermisch sehr gut.

Spezieller Gleitwerkstoff	Besondere Eigenschaften
PEEK PVX	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sehr abriebfest</li> <li>• Hoch temperaturbeständig (bis 260°C möglich)</li> <li>• Sehr gute Eignung für Trockenlauf</li> <li>• Bevorzugter Gleitpartner: geschliffener Stahl</li> </ul>

PI

PI ist das amorphe, nicht schmelzbare Hochtemperatur-Polyimid. Die PI-Typen bilden aufgrund ihrer Kombination aus extremer mechanischer und thermischer Belastbarkeit, geringem

Verschleiss und niedrigster Reibungsfaktoren die Spitze der Hochleistungs-Gleitkunststoffe. Einige Typen sind wie folgt umschrieben:

Spezieller Gleitwerkstoff	Besondere Eigenschaften
PI PVX	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bevorzugter Gleitpartner: Stahl (trockenlaufend oder geschmiert)</li> <li>• Lagertemperaturen bis 280°C</li> </ul>
PI 15 G	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vielfältig verwendbar</li> <li>• Bevorzugter Gleitpartner: Stahl (trockenlaufend oder geschmiert)</li> <li>• Lagertemperaturen über 280°C</li> <li>• Extrem niedriger Reibfaktor</li> <li>• Hohe Langzeitbeständigkeit</li> </ul>
PI 40 G	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bezüglich Verschleissfestigkeit leistungsfähigstes SINTIMID</li> <li>• Bevorzugter Gleitpartner: Stahl (trockenlaufend oder geschmiert)</li> <li>• Lagertemperaturen über 320°C</li> <li>• Extrem niedriger Reibfaktor</li> <li>• Hohe Langzeitbeständigkeit</li> <li>• Etwas tiefere Zähigkeit als SINTIMID 15 G, deshalb etwas schlechteres Dämpfungsvermögen</li> </ul>
PI 30 P	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bevorzugter Gleitpartner: Weiche Partner wie Aluminium oder Edelstahl, auch trockenlaufend</li> <li>• Kaum ein Stick-Slip-Effekt</li> <li>• Geeignet für Lebensmittelkontakt, Reinraumtechnik</li> <li>• Aufgrund der guten Zähigkeit für Tieftemperaturanwendungen geeignet</li> </ul>

**ACHTUNG:** Bei allen PI-Typen ist bei Anwendungen in Heisswasser- bzw. Dampfkontakt über 90 °C im Dauereinsatz die Hydrolysebeständigkeit zu prüfen.

Zur Bestimmung einer optimalen Gleitanwendung müssen möglichst viele Parameter bekannt sein. Daraus lassen sich mögliche Materialien sowie notwendige Toleranzen bestimmen.

Wir nehmen Ihnen diese aufwändige Rechenarbeit ab. Tragen Sie in das Formular

„Konstruktionsdaten für die Berechnung von Gleitlagern aus Kunststoff“ die Ihnen bekannten Daten ein. Wir werden für Sie die entsprechenden Berechnungen durchführen und Ihnen einen Vorschlag für das einzusetzende Material und die notwendigen Toleranzen machen.

Alle Angaben zu unseren Produkten entsprechen dem heutigen Stand unserer Kenntnisse. Informationen über Materialeigenschaften stammen von unseren Lieferanten und sind von uns nicht überprüft worden. Die Angaben sind nicht als Zusicherungen für bestimmte Eigenschaften unserer Produkte zu verstehen. Die Angaben sowie unsere konkreten anwendungstechnischen Hinweise in Wort und Schrift befreien Sie nicht von einer eigenen Prüfung der Produkte auf ihre Eignung für den von Ihnen beabsichtigten Einsatzzweck. Unsere Angaben sind unverbindlich - auch soweit sie Schutzrechte Dritter betreffen - und können zu keiner Haftung führen. Die Gewährleistung für die Qualität unserer Produkte sowie unsere Haftung richten sich im Übrigen nach den Ihnen bekannten Allgemeinen Verkaufs- und Lieferbedingungen der KUNDERT AG.