



## Das Unternehmen.

Seit der Gründung von Polygon™ im Jahre 1949 hat sich die Firma zu einem führenden Hersteller von technischen Spezialwerkstoffen mit weltweiten Produktionsstätten, Vertriebsnetzen und Verkaufsbüros entwickelt. Seit dieser Zeit haben die kontinuierlichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten von Polygon™ mehrere Patente für innovative selbstschmierende Produkte hervorgebracht, sowie firmeneigene Herstellmöglichkeiten, die es Polygon™ erlauben, erstklassige Produkte im Markt für Gleitlager anzubieten.

In Walkerton im US-Bundesstaat Indiana (ca. 90 Meilen östlich von Chicago) befinden sich das Stammwerk sowie die Forschungs- und Entwicklungsabteilung, einschließlich eines Versuchslabors.

## Unsere Produkte.

Im Gegensatz zu anderen Unternehmen am Gleitlagermarkt ist Polygon™ das einzige Unternehmen, das sich schwerpunktmäßig auf selbstschmierende Lager aus Verbundwerkstoffen konzentriert.

Bei Polygon™ gehört diese Werkstofffamilie zu den Kernkompetenzen – darin ist Polygon™ der Spezialist. Auf Grundlage ihrer technischen Anforderungen erfolgt eine kundenspezifische Lagerauslegung, um einen optimalen Lagertyp in Bezug auf Tragzahlen und Lebensdauer für ihre Anwendung zu finden.

Das sind:

Gleitlager mit optimierter Struktur für Festigkeit in Anwendungen mit Schwingungs- oder Ermüdungsbedingungen.

Gleitlager für Umgebungstemperaturen über 230°C oder für Anwendungen mit hohen Temperaturschwankungen.

- Gleitlager für Anwendungen im Bereich Maschinenbau, Landwirtschaft und Fördertechnik, in denen hohe Belastbarkeit, niedrige Reibwerte und minimaler Verschleiß erforderlich sind.
- Reibungsarme Gleitlager für Linearanwendungen.
- Gleitlager für Pneumatikzylinderanwendungen mit Korrosion, hohem Versatz oder hoher Kantenlast, die niedrige Reibwerte und ausgezeichnete Verschleißigenschaften erfordern.

### Welche Eigenschaften sollte ein Werkstoff für Gleitlager aufweisen?

Im Allgemeinen sollten Werkstoffe für Gleitlager die folgenden Eigenschaften für eine fachgerechte Konstruktion der Lagerstelle aufweisen:

#### 1. Echte Selbstschmierung

Viele Werkstoffe sind zu einem gewissen Grad selbstschmierend; allerdings verlieren viele (insbesondere Sintermetallstrukturen) schnell ihre selbstschmierenden Eigenschaften im Betrieb. Fällt die Schmierung aus, kommt es zu Direktkontakt zwischen den Metallen. Die Folge davon ist meist ein vorzeitiger Ausfall des Lagers.

#### 2. Aufnahmefähigkeit

In einem fachgerecht konstruierten Gleitlager aus Verbundwerkstoff muss die Buchse in der Lage sein, Verschleißpartikel oder Verunreinigungen aus der Umgebung standzuhalten.

#### 3. Schnelle Übertragung des PTFE-Films auf die Welle

Bei selbstschmierenden Lagern kommt es in erster Linie auf die schnelle Übertragung des PTFE-Films von der Lagerinnenfläche auf die Wellenoberfläche während der Einlauf-



zeit an. Auf der Welle wirkt dieser PTFE-Film dann als Trockenschmierung, die Reibung und Verschleiß reduziert.

**4. Hoher Anteil an PTFE nahe der Oberfläche**  
Es ist ein hoher Anteil an PTFE in der Nähe der Kontaktfläche erstrebenswert, um eine möglichst ausreichende Trockenschmierung gegen Verschleiß und Reibung zu erhalten.

#### **Wann sollten Polygon™ Gleitlager eingesetzt werden?**

- Wenn Selbstschmierung erforderlich ist.
- Wenn mangelnde Wartung der Gleitlager zu vorzeitigem Lagerausfall führen könnte.
- Wenn konventionelle Schmiermittel nicht funktionieren oder nicht eingesetzt werden können (wie beispielsweise in der Lebensmittel- oder Pharmaindustrie).
- Wenn auch bei großen Temperaturschwankungen, insbesondere bei niedrigen Temperaturen, eine sichere Funktion erforderlich ist.
- Wenn hohe Belastungskapazitäten und Ruckgleitbedingungen erforderlich sind.
- Wenn Beständigkeit gegen chemische, galvanische oder abriebsbedingte Korrosion ein Problem darstellt.
- Wenn Gewichtsreduzierung erforderlich ist.
- Wenn Stoßbelastungen auftreten.
- Wenn Elektroisolierung erforderlich ist.

## Produktübersicht.

Die Polygon™ Gleitlager verwenden eine Wickelstruktur aus Endlosglasfaser mit einer Matrix aus selbstentwickeltem Epoxidharz; daraus entstehen hochfeste, natürlich konzentrische Lager ohne Nähte oder Überlappungen. Diese hochfeste Laminatkonstruktion erlaubt den Einsatz von Lagern mit geringer Wandstärke (1,5 mm), wodurch sich oft Größe und Gewicht der Baugruppe reduzieren lassen. Der resultierende Verbundwerkstoff hat einen niedrigen Reibungskoeffizienten in Verbindung mit hoher Belastbarkeit.

Bei den Gleitlagern der Serien Polygon™ Fiber und MRP werden die Laubuchsen im Trockenherstellverfahren aufgebaut. Sie sind sehr robust, da der Wickelkörper eingewebte hochfeste Endlosglasfaser enthält.

Folgende Unterschiede treten in der Laubuchsenkonstruktion auf:

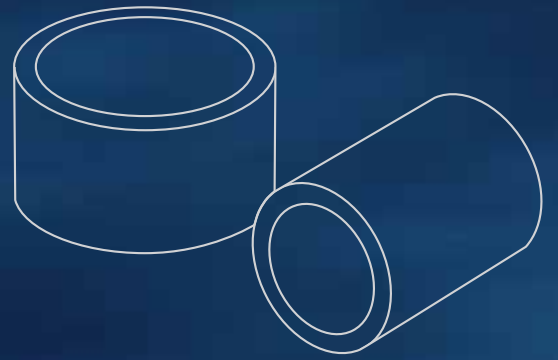
1. Veränderung von Reibungskoeffizient und Verschleiß während der Einlaufzeit

2. Lagerverhalten in einer verschmutzten bzw. nicht abgedichteten Umgebung  
3. Lebensdauer des Gleitlagers

Diese Unterschiede in der Konstruktion beeinflussen auch die Leistungsfähigkeit in folgenden Bereichen:

- Reibungskoeffizient (die erforderlichen Losbrechmomente und Startkräfte).
- Dauerschlagbelastung (Lagerverhalten bei Stoß- und Schlaglast).
- Verschleißbetrag (Die Richtung des PTFE relativ zu den Berührungsflächen sowie PTFE-Gehalt beeinflussen den letztendlich feststellbaren Verschleiß im Traglager).
- Zeit für ausreichenden PTFE-Filmübertrag (Die Buchsenkonstruktion und Betriebsbedingungen bestimmen, wie schnell der PTFE-Film von der Innenlauffläche des Gleitlagers auf die Wellenoberfläche übertragen wird)





Werkstoffeigenschaften		Einheit	Polygon™ Fiber	Polygon™ MRP	Polygon™ Glass Tape	Polygon™ IFR	Polygon™ HT
Zulässige Flächenbelastung p	statisch	N/mm <sup>2</sup>	414	414	414	414	414
	dynamisch	N/mm <sup>2</sup>	207	207	55	207	207
Max. Gleitgeschwindigkeit U		m/s	0,05	0,05	0,4	0,05	0,05
Maximaler PV Value	trocken	PV	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
Maximale Temperatur		°C	162	162	162	162	233
Minimale Temperatur		°C	-198	-198	-198	-198	-198
Oberflächenrauheit des Gleitpartners		µm	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Härte des Gleitpartners	normal	Rc	58	58	58	58	58
	für längere Lebensdauer	Rc	63	63	63	63	63



## **Polygon MRP.**

### **Produktbeschreibung**

Mit dem Einsatz einer neuartigen Generation von Teflon®, gelang Polygon™ die Entwicklung eines Verbundstofflagers, das hochfeste PTFE-Endlosfasern als primäres Gleitmaterial als Lagerinnenlauffläche verwendet.

Die Lager der Polygon™ MRP Serie sind auf minimalen Verschleiß ausgelegt; allerdings wird der Verschleiß des Lagers durch die allgemeinen Betriebsbedingungen wie Drehzahl, Gleitweg und Belastung beeinflusst. Bei zeitweiser Rotation oder bei Schwingungen ist der Radialverschleiß über Tausende von Betriebsstunden hinweg vernachlässigbar. Hartverchromung bietet ausgezeichnete Verschleiß Eigenschaften und schützt die Welle gegen Korrosion. Weichere Beschichtungen wie Kadmium oder Zink nutzen sich schneller ab und halten den Leistungsanforderungen möglicherweise nicht stand.

### **Mechanische und physikalische Eigenschaften**

Die statische Flächenpressung der Polygon™ MRP Gleitlager liegt bei ca. 414 N/mm<sup>2</sup> und die dynamische bei 207 N/mm<sup>2</sup>. In trockenen Anwendungen beträgt die Maximalgeschwindigkeit ca. 0,05 m/s.

Der Betriebstemperaturbereich dieses Lagers liegt zwischen -198°C und 162°C.

Die maximale Betriebsoberflächentemperatur für die Standardmischung beträgt 162°C, je nach Lasteigenschaften. Das Gleitlager wurde bei diesen Temperaturen wärmostabilisiert, so dass während des Betriebs kaum Veränderungen der Abmessungen auftreten.

### **Anwendungen**

Lager der Polygon™ MRP Serie werden vorzugsweise in Konstruktionen mit hohen Belastungen eingesetzt, bei denen eine Lebensdauer von mehr als 500.000 Arbeitsspielen erforderlich ist. Versuche haben gezeigt, dass der Verschleiß bei diesem Lager nach 1,6 Mio. Arbeitsspielen unter 0,15 mm liegt. Zu diesen Anwendungen gehören Förderanlagen, Hochleistungs Kräne, Baumaschinen, Landwirtschaftsmaschinen sowie Verarbeitungsanlagen für die Lebensmittelindustrie.



Werkstoffeigenschaften		Einheit	Wert
Zulässige Flächenpressung p	statisch	N/mm <sup>2</sup>	414
	dynamisch	N/mm <sup>2</sup>	207
Max. Gleitgeschwindigkeit U		m/s	0,05
Maximale Temperatur		°C	162
Minimale Temperatur		°C	-198
Erforderliche Oberflächenrauheit des Gleitpartners		µm	0,4
Härte des Gleitpartners	normal	Rc	58
	für längere Lebensdauer	Rc	63

## ***Polygon Glass Tape.***

### Produktbeschreibung

Die Konstruktion der Verstärkung des Polygon™ Glass Tape Gleitlagers ähnelt der des Schwesterprodukts aus der Fiber Serie; die Unterschiede im Aufbau der Verstärkung führen jedoch zu Leistungsunterschieden. Der wichtigste Unterschied zwischen den Gleitlagern der Glass Tape und der Fiber Serie liegt darin, dass das Glass Tape Gleitlager einen niedrigeren Reibungskoeffizienten hat und höhere Oberflächengeschwindigkeiten zulässt. Allerdings haben Glass Tape Gleitlager dafür eine niedrigere dynamische Belastungsfähigkeit.

### Mechanische und physikalische Eigenschaften

Die statische Flächenpressung der Polygon™ Glass Tape Gleitlager liegt bei ca. 414 N/mm<sup>2</sup> und die dynamische bei 55 N/mm<sup>2</sup>. In trockenen Anwendungen beträgt die Maximalgeschwindigkeit ca. 0,41 m/s.

Der Betriebstemperaturbereich dieses Lagers liegt zwischen -198°C und 162°C.

Die maximale Betriebsoberflächentemperatur für die Standardausgabe beträgt 162°C, je nach Lasteigenschaften.

Das Lager wurde bei diesen Temperaturen wärmostabilisiert, so dass während des Betriebs kaum Veränderungen der Abmessungen auftreten.

### Anwendungen für Polygon™

#### Glass Tape Lager

Anwendungen für Polygon™ Glass Tape Lager reichen von Lenkhebelbuchsen über Linearführungen zu Hydraulikpumpen. Der Aufbau der Polygon™ Gleitlager ist elastischer und strapazierfähiger im Vergleich zu Gleitlagern aus Metallwerkstoffen.

Ruckgleiten (auch Stick-Slip-Effekt genannt) ist ein Phänomen, das bei vielen Anwendungen selbstschmierender Gleitlager auftritt. Dieser Effekt kann durch eine Konstruktionsänderung auf Polygon™ Glass Tape Gleitlager gemildert werden.

Ruckgleiten in selbstschmierenden Gleitlagern ist auf eine Reihe von Faktoren zurückzuführen, die alle unmittelbar vom Reibungskoeffizienten zwischen Lagerinnenfläche und Welle abhängen. Dazu gehören die Oberflächenbeschaffenheit der Welle, der Druck auf das Lager, Type und Aufbau der verwendeten Gleitlager sowie mögliche Verunreinigungen an der Berührungsstelle zwischen Lager und Welle.

Die Eigenschaften der Gleitlager selbst tragen wesentlich zum Ruckgleiten bei. Zwei dieser Eigenschaften sind das Vorhandensein eines Festschmierstoffs im Harz (MoS<sub>2</sub>, Graphit etc.), sowie die Harzmenge an der Oberfläche, die abgetragen werden muss, bevor das PTFE in der Laufbuchse mit der Welle in direkten Kontakt kommt.



Werkstoffeigenschaften		Einheit	Wert
Zulässige Flächenpressung p	statisch	N/mm <sup>2</sup>	414
	dynamisch	N/mm <sup>2</sup>	55
Max. Gleitgeschwindigkeit U		m/s	0,4
Maximaler PV Value	trocken	PV	0,53
Maximale Temperatur		°C	162
Minimale Temperatur		°C	-198
Erforderliche Oberflächenrauheit des Gleitpartners		µm	0,4
Härte des Gleitpartners	normal	Rc	58
	für längere Lebensdauer	Rc	63

## Produktvergleich.

Heutzutage haben die Konstrukteure eine reiche Auswahl an Lageralternativen. Beim Fällen von Konstruktionsentscheidungen kann es schwierig sein, die Leistungsunterschiede zwischen den einzelnen Werkstoffen abzuschätzen und eine Lösung zu finden, die Ihre Konstruktion optimiert.

In den nächsten Absätzen finden Sie eine anwendungsbasierte Diskussion über Polygon™ Gleitlager und traditionellen Metall- und Thermoplastlager:

### Schmierlager

Diese Werkstofffamilie erfordert ständige Schmierung. Fällt der Schmierfilm aufgrund von Verunreinigung aus, verschleißt das Lager vorzeitig. Die Leistungsfähigkeit dieser Lager hängt ausschließlich von der sachgemäßen Wartung durch den Betreiber ab.

#### Weitere Unterschiede

**gibt es in der Leistungsfähigkeit:**

- Flächenpressungen lediglich bis 138 N/mm<sup>2</sup> mit Schmierung verglichen mit dynamischen Flächenpressungen bis 207 N/mm<sup>2</sup> und statischen Flächenpressungen bis 414 N/mm<sup>2</sup> ohne Schmierung bei Polygon™.
- Schmierlager mit Laufbuchsen aus Metall haben einen engen Betriebstemperaturbereich. Dieser reicht üblicherweise von -40°C bis +100°C verglichen mit Bereichen von -198°C und +232°C bei Polygon™.
- Wenn aufgrund von Eindringen von Schmutzpartikeln und Verunreinigungen der Schmierfilm abreißt, kommt es zu einem frühzeitigen Ausfall dieser Gleitlager.

### Sintermetalllager

Sintermetalllager unterliegen von Natur aus bestimmten Beschränkungen, aufgrund ihres Aufbaus und der Art, wie die Schmierung erreicht wird. Der Aufbau eines Lagers aus Sintermetall reduziert die Stoß- und Schlagfestigkeit enorm und begrenzt die statische

und dynamische Flächenpressung verglichen mit Polygon™ Gleitlagern.

#### Weitere Unterschiede

**gibt es in der Leistungsfähigkeit:**

- Bestenfalls dynamische Flächenpressung von 55 N/mm<sup>2</sup>.
- Lager aus Bronzelegierungen verfügen über die höchste dynamische Flächenpressung innerhalb dieser Familie – diese liegt bei 69 N/mm<sup>2</sup> bzw. unter 0,025 m/s mit Schmierung.
- Geringere Schlag- und Dauerfestigkeit
- Neigung zu Korrosion und Wellenfressen
- Oft sind Glättwerkzeuge erforderlich, um die endgültigen geometrischen Toleranzen zu erzielen.

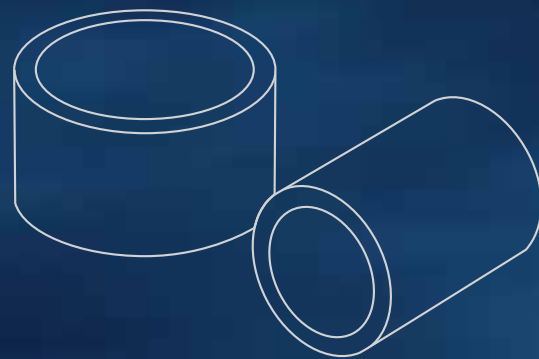
### Verstärkte Thermoplastwerkstoffe

Die mechanischen Eigenschaften verstärkter technischer Thermoplastwerkstoffe sind deutlich schlechter und weisen Kaltverstreckung auf, ein Problem, das heute bei allen handelsüblichen technischen Thermoplastwerkstoffen auftritt.

#### Weitere Unterschiede

**in der Leistungsfähigkeit:**

- Dynamische und statische Flächenpressung Technische Thermoplastwerkstoffe für Gleitlager weisen sehr schlechte Belastungswerte auf. Dagegen sind die höheren Flächenpressungswerte der Polygon™ Produkte auf die beiden folgenden Faktoren zurückzuführen:
  1. Es wird Endlosfaser statt kurzer Fasern für den Wickelkörper verwendet
  2. Es wird im Polygon™ Produkt eine heiß fixierte Harzmatrix statt thermoplastischer Harze verwendet. Thermoplaste neigen unter längerer Beanspruchung zum Kriechen.
- Berechenbarkeit der Abmessungen Da diese Lager im Spritzgießverfahren hergestellt werden, sind die Abmessungen schwer vorauszusagen.



Material	Max. dynamische Flächenpressung in N/mm <sup>2</sup>	Max. Temperatur in °C	Wärmeausdehnung in 10 <sup>-3</sup> mm/°C	relative Dichte
Gussbronze	41	71	8,6	8,8
Sinterbronze	28	71	8,6	7,5
Bronzelegierung	69	93	13,7	8,1
Bronze-Stahllegierung	24	93	6,9	8,0
Gehärteter Stahl	276	93	6,0	7,9
Aluminium-Zink-Legierung	38	93	12,9	5,0
Gewebeverstärkter Kunstharz	41	93	17,2	1,6
Verstärktes Teflon	14	260	47,2	2,0
Polygon Fiber Serie	207	162	6,0	1,9



VERTRIEBSPARTNER  
EISENHART LAEPPCHÉ GMBH  
An der Junkerei 27  
D-26389 Wilhelmshaven

TELEKOMMUNIKATION  
Telefon +49 (0) 4421.970-0  
Telefax +49 (0) 4421.970-132

[info@laepche.de](mailto:info@laepche.de)  
[www.laepche.de](http://www.laepche.de)

---