

# COMPOUND bearings



**Feststoffgeschmierte  
Wälzlager für extreme  
Betriebsbedingungen**

# COMPOUND bearings

## Beispiele hierfür finden sich in folgenden Industriezweigen:

- hohe Temperaturen,  $T > 180^{\circ}\text{C}$ :  
 Stahlindustrie (z.B. Stranggußanlagen, Rollgänge, Hubbalkenöfen, Kühlbetten)  
 Keramikindustrie (z.B. Wagenlager für Tunnelöfen, Transportketten)  
 Glasindustrie  
 Nahrungsmittelindustrie (z.B. Backöfen)  
 Aluminiumindustrie
- niedrige Drücke:  
 Vakuumanwendungen (z.B. Beschichtungsanlagen)
- Einwirkung aggressiver Medien:  
 Anwesenheit von Lösungs- und Reinigungsmitteln  
 Mediensmierung (z.B. Diesel, Benzin, Wasser usw.)
- niedrige Temperaturen,  $T < -30^{\circ}\text{C}$ :  
 Kryogenanlagen  
 Kühlhäuser (z.B. Hochregallager)

## Allgemeines zu feststoffgeschmierten Wälzlagern

Wälzlager werden unter normalen Bedingungen üblicherweise mit Fetten oder Ölen geschmiert. Die Schmierung mit Fetten und Ölen versagt jedoch in Anwendungsgebieten, in welchen der Schmierstoff infolge chemischer und/oder physikalischer Einwirkungen auf die Schmierstelle seine Schmierwirkung verliert oder eine nicht genügende Gebrauchsdauer aufweist.

### – Solche Anwendungsgebiete sind gekennzeichnet durch:

- sehr hohe oder sehr niedrige Temperaturen
- Zutritt aggressiver Medien
- sehr niedrige Drücke (Vakua)
- Luftströmung durch das Lager
- Lagerbetrieb nach sehr langen Stillstandszeiten
- Zutritt von harten oder weichen Partikeln
- Kraftwirkung auf das Lager (z.B. Fliehkräfte, Schwerkraft usw.)

**– Eine Feststoffschmierung auf Basis von verschiedenen Compounds oder Beschichtungen kann unter den genannten extremen Betriebsbedingungen die Funktionsfähigkeit von Wälzlagern sichern.**

## Arten und Eigenschaften der wichtigsten Festschmierstoffe

Eigenschaft	Graphit C	Molybdändisulfid MoS <sub>2</sub>	Polytetrafluorethylen PTFE
Farbe	schwarz	grau	weiß
Dichte (g/cm <sup>3</sup> )	1,4-2,4	4,8-4,9	2,1-2,3
Metallhaftung	mäßig	gut	schlecht
Reibungskoeffizient	0,1-0,4	0,04-0,1	0,04-0,09
Schmelzpunkt (°C)	3500	1180	327
Gebrauchstemperatur (°C)	-20 bis +430	-180 bis +350	-250 bis +270
Schmierverhalten bei geringer/hocher Belastung	gut/gut	gut/sehr gut	sehr gut/schlecht
Anwendbarkeit bei:			
Schutzgasen	schlecht	gut	sehr gut
hoher Feuchtigkeit	gut	mäßig	gut
Vakuum	schlecht	sehr gut	gut
Korrosion	gut	schlecht	gut
Chemikalien	sehr gut	mäßig	sehr gut
Schwingreibung	gut	schlecht	sehr gut
stick-slip-Effekt	ja	nein	nein
Zerfallsprodukte	CO, CO <sub>2</sub>	MoO <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> F <sub>4</sub>

## Einsatzgebiete der verschiedenen COMPOUND-Typen

- **COMPOUND 1 (COMP1)**: von  $-30^{\circ}\text{C}$  bis  $+350^{\circ}\text{C}$ , in feuchter Umgebung oder bei Mediensmierung (Diesel, Wasser, Benzin usw.). COMP1 sollte auf keinen Fall im Vakuum, in trockener Atmosphäre oder unter Schutzgasen wie Stickstoff eingesetzt werden.
- **COMPOUND 2 (COMP2)**: von  $-180^{\circ}\text{C}$  bis  $+350^{\circ}\text{C}$  in trockener bis schwach feuchter oder inerte (z.B. Stickstoff) Atmosphäre. COMP2 deckt durch sein spezielles Festschmierstoffgemisch viele Anwendungsgebiete ab. Daher empfehlen wir es für die Einsatzfälle, bei denen die Umgebungseinflüsse nicht genau bekannt sind. Nur bedingt geeignet ist COMP2 allerdings bei oszillierenden Bewegungen.
- **COMPOUND 4 (COMP4)**: dieses Compound wurde speziell für Vakuumanwendungen entwickelt. Es ist aber zu beachten, daß bei sehr niedrigen Drücken und gleichzeitig hohen Temperaturen das Compound 4 ausgasen kann.
- **COMPOUND 5 (COMP5)**: von  $-70^{\circ}\text{C}$  bis  $+450^{\circ}\text{C}$ , dieses Compound wurde speziell für extrem hohe Temperaturen entwickelt. Wegen seines spröden Verhaltens können damit aber nur Rillenkugellager (gedeckelt) und Gehäuselager (mit Schleuderscheiben) befüllt werden.
- **Sonderausführung P.MoS<sub>2</sub>**:  
Bei sehr niedrigen Drücken oder sehr hohen Temperaturen kann das Ausgasen von COMP4 das umliegende Vakuum so stark stören, daß ein Einsatz dieses Compound-Typen nicht in Frage kommt. Aus diesem Grund bieten wir ein mangan-phosphatiertes Wälzlager an, in dessen Oberflächen verschiedene Festschmierstoffe (hier MoS<sub>2</sub>) eingetrommelt bzw. einrotiert werden. (siehe Bild 1)



## Schmierkonzept der COMPOUND bearings

Da die Feststoffschmierung eine Verbrauchsschmierung ist, werden höhere Standzeiten nur dann erreicht, wenn verbrauchter Festschmierstoff kontinuierlich nachgeliefert wird (Transferschmierung). Aus diesem Grund wird der Freiraum zwischen den Lagerringen und Wälzkörpern mit einer Mischung aus verschiedenen Festschmierstoffen und einem Binder ausgefüllt (COMP1, COMP2, COMP4 oder COMP5), welche nach dem Verfestigen mit dem Käfig umlaufen. Bei jeder Drehbewegung nimmt der Rollkörper etwas Festschmierstoff auf und gibt ihn an die Laufflächen weiter, was eine kontinuierliche Nachschmierung und lange wartungsfreie Laufzeit bewirkt.



# COMPOUND bearings

## Gebrauchsdauer der COMPOUND bearings

Allgemein hängt die Gebrauchsdauer (bzw. Schmierwirkungsdauer) eines Trockenschmierfilmes von der Art des Festschmierstoffes, seines Haftvermögens auf den Kontaktflächen und seiner Filmdicke ab.

Da die Trockenschmierung eine Verschleißschmierung darstellt, versagt sie, sobald der Feststoffschmierfilm abgetragen ist. Bis heute gibt es deshalb keine allgemein gültigen Berechnungsgrundlagen zur Bestimmung der Gebrauchsdauer feststoffgeschmierter Wälzlager.

**– Aus diesem Grund ist man in allen Anwendungsfällen auf Erfahrungs- oder Versuchswerte angewiesen.**

## Welche Wälzlagerarten eignen sich als COMPOUND bearings?

- **Rillenkugellager** aller Reihen und Größen (siehe Bild 2)
- **Dünnringlager** und **Miniatürkugellager** (siehe Bild 2)
- **Schräggugellager**
- **Pendelkugellager** (siehe Bild 3)
- **Pendelrollenlager** bis 440 mm Außendurchmesser (siehe Bild 3)
- **Zylinderrollenlager**
- **Kegelrollenlager** (siehe Bild 4)
- **Nadellager** mit Borden
- **Laufrollen**
- **Gehäuselager** (siehe Bild 5)
- **Axial-Rillenkugellager**



## Vorteile der COMPOUND bearings

- Schmierung von Wälzlagern über einen großen Temperaturbereich (-180°C bis +450°C)
- wartungsfrei
- zum Teil wesentlich höhere Standzeiten
- die Verwendung von teuren, ökologisch bedenklichen Spezialfetten wird überflüssig
- eine kostenintensive Zentralschmieranlage ist nicht mehr nötig
- keine Verschmutzung der Lagerumgebung durch Fettüberschüsse, welche teuer entsorgt werden müssen
- sehr leichter Lauf



## Bemerkungen zum Gebrauch von COMPOUND bearings

- COMPOUND bearings nicht ölen oder schmieren
- COMPOUND bearings sollten relativ vorsichtig eingebaut werden, da das Festschmierstoff-Compound ein relativ spröder Werkstoff ist.
- COMPOUND bearings entsprechen in ihrer Dichtwirkung nicht einem Wälzlager mit schleifender Dichtung, wie z.B. 2RS.
- COMPOUND bearings haben in der nichtphosphatierten Ausführung keinen Korrosionsschutz.

# COMPOUND bearings

## Allgemeine Lagerdaten der COMPOUND bearings

### – Abmessungen:

Da COMPOUND bearings aus Standardwälzlagern der renommierten Hersteller produziert werden, entsprechen die Hauptabmessungen aller COMPOUND bearings den Normen der deutschen Industrie (DIN 625, 626, 628, 635, 730 bzw. DIN 616).

### – Toleranzen:

Da COMPOUND bearings einem Aushärteprozeß unterzogen werden, können geringfügige Abweichungen von den in den Normen (DIN 620) festgelegten Toleranzen auftreten. Bei manganphosphatierten Oberflächen muß eine Zunahme des Außenringdurchmessers bzw. Abnahme des Innenringdurchmessers von ca. 10 - 20 µm berücksichtigt werden.

### – Wärmestabilisierung:

Da bei Temperaturen über 120°C Werkstoffgefüge-Umwandlungen, die mit Maß- und Formänderungen bzw. Härte- und Tragfähigkeitsverlusten einhergehen, einsetzen, werden Wälzlager in verschiedenen Stufen (abhängig von der Einsatztemperatur) maßstabilisiert (S0 bis S4).

COMPOUND bearings werden jedoch aus zwei Gründen nur auf Wunsch aus maßstabilisierten Wälzlagern gefertigt:

- hohe Kosten und sehr lange Lieferzeiten
- in Lagerversuchen wurde festgestellt, daß maßstabilisierte Wälzlager keine größeren Standzeiten bei höheren Temperaturen erreichen als nicht stabilisierte.

Daher wird die Maßänderung des Stahls bei höheren Temperaturen über eine geeignete Wahl des Lagerspiels abgefangen (C3 - C5).

### – Lagerluft:

Prinzipiell benötigt eine Feststoffschmierung unabhängig von der Betriebstemperatur erhöhte Lagerluft um kinematische Unstimmigkeiten auszugleichen, die aus den Umschichtvorgängen und den unvermeidbaren Verschleißpartikeln entstehen.

Aus diesen Gründen werden Compound bearings nur aus Wälzlagern mit erhöhtem Lagerspiel (C3, C4, ...) gefertigt.

### – Käfige:

COMPOUND bearings werden je nach Lagertyp mit Stahl-Blechkäfigen oder Messing-Massivkäfigen (wie z.B. bei Pendelrollenlagern) geliefert.

### – Dimensionierung:

Da COMPOUND bearings meist nur mit niedrigen Drehzahlen arbeiten, sollte bei der Berechnung der erforderlichen Lagergröße die statische Tragfähigkeit zugrunde gelegt werden. Für Temperaturen ab 200°C ist die Tragfähigkeitsminderung durch einen Temperaturfaktor zu berücksichtigen.

Lagertemperatur	150	200	250	300
Temperaturfaktor	1,00	0,73	0,42	0,22

### – Drehzahlen:

Da die Feststoffschmierung eine Verbrauchsschmierung darstellt, steht dem Anwender nur eine begrenzte Anzahl von Umdrehungen zur Verfügung. Diese Gesamtumdrehungszahl ist allerdings stark abhängig vom Lagertyp, vom angewandten Festschmierstoff(gemisch) und den Umgebungsbedingungen. Niedrige Drehzahlen sind daher die Domäne von COMPOUND bearings; höhere Drehzahlen ( $n > 1000$  U/min) sind jedoch auch möglich.

### – Passungen:

Wegen der Notwendigkeit eines erhöhten Radialspiels sind die Passungen relativ lose zu wählen. Starke Preßpassungen führen zu Spieleinengung, welche die Funktion der COMPOUND bearings stark beeinträchtigen kann. Dies ist besonders bei der manganphosphatierten Ausführung zu berücksichtigen.

### – Korrosionsschutz:

Im Gegensatz zu gefetteten Wälzlagern bieten COMPOUND bearings keinen Korrosionsschutz. In Fällen, bei denen Korrosionsgefahr besteht, bieten wir drei Möglichkeiten des Korrosionsschutzes:

- Phosphatierung der Oberflächen
- "corrotect<sup>®</sup>" beschichtete Wälzlager (nur bis max. 125°C optimal)
- Wälzlager aus korrosionsbeständigem Stahl

### – Phosphatierung:

Zur Verbesserung der Laufeigenschaften (bessere Haftung der Festschmierstoffe auf den Laufflächen) und zum Schutz vor Korrosion empfehlen wir grundsätzlich die Phosphatierung der Wälzlager. Es stehen zwei Möglichkeiten zur Wahl:

- Eisenphosphatierung: sehr dünn (1 - 3 µm), kaum Korrosionsschutz
- Manganphosphatierung: relativ dick (5 - 10 µm), geringer Korrosionsschutz

Bei Festlegung der Lagerpassungen sollte bei der Manganphosphatierung die Maßänderungen beachtet werden!

Corrotect<sup>®</sup> ist ein eingetragenes Warenzeichen der INA Wälzlager Schaeffler KG.

## Anfragen

Da verschiedene Festschmierstoffe und -kombinationen zur Verfügung stehen, sollten bei Anfragen nach einem Lagertyp immer auch Angaben zur Einbaustelle und den dort herrschenden Betriebs- und Umgebungsbedingungen gemacht werden, wie z.B.

- Betriebstemperatur
- Drehzahl
- Lagerbelastung
- besondere atmosphärische Umgebungsbedingungen wie Staubaufschlag, trockene oder feuchte Luft, Stickstoffatmosphäre, Vakuum (x mbar) usw.

### – Bestellbeispiele:

#### **6204.C4.P.COMP2**

Lagertyp \_\_\_\_\_  
Lagerspiel \_\_\_\_\_  
Phosphatierung \_\_\_\_\_  
COMPOUND-Sorte \_\_\_\_\_

#### **23136.C5.COMP1**

Lagertyp \_\_\_\_\_  
Lagerspiel \_\_\_\_\_  
COMPOUND-Sorte \_\_\_\_\_

#### **LSHE30.COMP1**

Gehäuseeinheit \_\_\_\_\_  
COMPOUND-Sorte \_\_\_\_\_

#### **6206.C4.PMoS<sub>2</sub>**

Lagertyp \_\_\_\_\_  
Lagerspiel \_\_\_\_\_  
Phosphatierung (Haftgrund) \_\_\_\_\_  
aufgebrachter Festschmierstoff \_\_\_\_\_

#### **6205.VA.Z.C3.COMP1**

Lagertyp \_\_\_\_\_  
korrosionsbeständiger Stahl \_\_\_\_\_  
Deckscheibe \_\_\_\_\_  
Lagerspiel \_\_\_\_\_  
COMPOUND-Sorte \_\_\_\_\_

Und so wird bestellt!

# COMPOUND bearings



**COMPOUND GmbH**  
**Max-Planck-Strasse 12**  
**77694 Kehl / Rhein**  
**Tel. 07851 / 95 88 43**  
**Fax 07851 / 95 88 44**  
**info@compound-bearings.de**  
**www.compound-bearings.de**