



# SWC Rillenkugellager für Brennofenwagen



# SWC Rillenkugellager für Brennofenwagen

## SWC Deep Groove Ball Bearings for Kiln Trucks

Die Brennofenwagen, ihre Radsätze und Lager sind im Tunnelofen hohen Temperaturen ausgesetzt, obwohl man die Wärme aus dem Ofenraum so gut wie möglich von dem Gleistunnel fernhält. Die besonderen Betriebsverhältnisse, unter denen Wälzlager in Brennofenwagen laufen, erfordern spezielle Lagerausführungen.

### Betriebsbedingungen und Lagerwahl

Die Belastung der Ofenwagenlager ist so, dass im Regelfall die Tragfähigkeit von Rillenkugellagern ausreicht. Außerdem ist die Drehzahl so gering, dass die Lager nicht nach ihrer dynamischen, sondern nach ihrer statischen Tragfähigkeit ausgelegt werden (S. 6). Die Fahrgeschwindigkeit während des Ofendurchgangs liegt im allgemeinen bei 0,1...1 m/h; bei den üblichen Raddurchmessern entspricht das einer Drehzahl von 0,001...0,1 min<sup>-1</sup>. Außerhalb des Ofens kann die Geschwindigkeit höchstens auf Schritttempo, die Drehzahl auf etwa 30 min<sup>-1</sup> ansteigen.

Rillenkugellager haben als Ofenwagenlager Vorteile: außer ihrer Preiswürdigkeit ist günstig, dass sie, wenn die Lagerluft genügend groß ist, Verachsungen ausgleichen.

Erschwert wird der Betrieb der Lager in Brennofenwagen vor allem durch die hohen Temperaturen. Sie können in der Brennzone, wo im Ofentunnel Temperaturen bis 1400 °C herrschen, auf 200...300 °C und darüber ansteigen. Hinzu kommt, dass die Umgebung mitunter sehr staubig ist und die Wagen meist nicht sehr schonend behandelt werden. Unter diesen Bedingungen sollen die Lager lange Zeit ohne Wartung laufen.

### Wärmebehandlung

Die normale Wärmebehandlung der Wälzlager erlaubt Betriebstemperaturen bis 150 °C. Da dieser Wert bei Lagern für Brennofenwagen überschritten wird, erhalten die Lager eine Wärmebehandlung, die störende Maßänderungen als Folge der hohen Betriebstemperaturen verhindert.

### Radialluft

Die Radialluft muss so groß sein, dass die Lager bei keinem Betriebszustand verklemmen. Zu berücksichtigen sind bei der Festlegung der Lagerluft vor allem die Luftverminderung infolge von Wärmeausdehnungen und die Fluchtfehler

Kiln trucks, their wheelsets, and bearings are exposed to high temperatures in the tunnel kiln, though every effort is made to shield the track tunnel from the heat of the kiln chamber. Special bearings are required to cope with these particular operating conditions.

### Operating Conditions and Bearing Selection

The load carrying capacity of deep groove ball bearings is, as a rule, sufficient: to take up the loads occurring in kiln truck applications. The rotational speed is very low so that bearing dimensioning is based on the static load carrying capacity (see page 6). The truck travels through the kiln at a speed between 0,1 and 1 m/h; with current wheel diameters this corresponds to a rotational speed of 0,001 to 0,01 min<sup>-1</sup>. Outside the kiln truck speed may increase to walking speed: a maximum, corresponding to a rotational speed of approximately 30 min<sup>-1</sup>.

Deep groove ball bearings with a fairly large clearance are capable of accommodating misalignment between the wheel axles. Another asset: is the moderate price. Bearing operation in kiln trucks is handicapped primarily by the high temperatures.

In the baking zone where the kiln tunnel is heated up to 1400 °C, the temperatures in the track tunnel may rise to 300 °C and even higher. What is more, the environment: is very dusty and the handling of the trucks is rather rough. These are the conditions under which the bearings are expected to operate maintenancefree for a long time.

### Heat Treatment

The standard heat treatment of rolling bearings permits operating temperatures up to 120 °C. Since kiln truck bearings are exposed to higher temperatures the bearings are subjected to a heat treatment to prevent detrimental dimensional changes at elevated temperatures.

### Radial Clearance

The radial clearance must: be large enough to obviate bearing seizure under any operating condition. When determining the bearing clearance, the clearance reduction due to thermal expansions, and the misalignment between the

zwischen den Lagersitzen. Die Fluchtfehler rühren her von Verwindungen des Wagenrahmens und bei Radsatzlagerungen (S. 4) von Ungenauigkeiten beim Ausrichten der Gehäuse. Die relativ große Lagerluft verhindert außerdem Laufstörungen, wenn Schmutzpartikel in die Lager gelangen. Abhängig von der Lagergröße haben sich Radialluftwerte in dem Bereich 0,1...0,6 mm als zweckmäßig erwiesen.

### Schmierung

Angesichts der bei Ofenwagen herrschenden Betriebsverhältnisse stellt die Auswahl des Schmierstoffs das eigentliche Problem dar. Bei Dauertemperaturen von 200...300 °C und gelegentlich darüber muss der Schmierstoff genügend lange schmierfähig bleiben, d. h. die metallische Berührung der aufeinander abrollenden und gleitenden Lagerteile verhindern.

bearing seats must: be borne in mind. misalignment is caused by distortions of the truck frame and, with shaft bearing mountings (see page 4), by inaccurate alignment: of the housings. The large clearance prevents obstruction of the running performance, if foreign matter enters the bearing. Depending on bearing size, radial clearance values in the range of 0,1 to 0,6 mm have proved suitable.

### Lubrication

The greatest problem of kiln truck bearing applications is the selection of a suitable lubricant. At continual operating temperatures between 200 and 300 °C and sometimes higher the lubricant must maintain its lubricity for a long time, that is metal-to-metal contact between functional areas must not occur.

1: Ein Brennofenwagen fährt in den Ofen  
1: A kiln truck moves into the kiln



Als vor vielen Jahren die Entwicklung der Brennofenwagenlager begann, brachten allein Trockenschmierstoffe befriedigende Laufergebnisse. Gute Erfahrungen hat SWC mit der Schmierung durch Molybdändisulfid ( $\text{MoS}_2$ ) gemacht. Die Lager werden phosphatiert, was einen guten Haftgrund für den Schmierstoff und außerdem den notwendigen Korrosionsschutz ergibt. Allerdings erfordert diese Lagerausführung regelmäßige Wartung und Nachschmierung.

Die Entwicklung hatte ein Ofenwagenlager zum Ziel, das die häufige Wartung überflüssig macht. Als vor Jahren neue Hochtemperaturfette auf den Markt kamen, hatte SWC schließlich Erfolg. Das Ergebnis waren fettgeschmierte Ofenwagenlager, die, wie umfangreiche Laufversuche im Labor und in der Praxis gezeigt haben, ohne Wartung 3...5 Jahre und mehr einwandfrei laufen.

Das zur Schmierung verwendete Fett hat die Bezeichnung Lubcon Turmotemp II/400 RS 2. Von den üblichen Wälzlagern unterscheidet es sich durch das Dichtungsmittel und das Grundöl; beide sind synthetisch. Das Fett ist äußerst alterungsstabil und korrosionsschützend. Auch bei sehr hohen Temperaturen neigt es nicht zur Verfestigung und behält auch nach Jahren seine Struktur bei. Fettgeschmierte Ofenwagenlager können bis 270 °C eingesetzt werden. Höhere Temperaturen erfordern Schmierung mit Festschmierstoff wie  $\text{MoS}_2$ .

When, many years ago, the development of kiln truck bearings was started, satisfactory running performance was obtained only with dry lubricants. Among these molybdenum disulphide ( $\text{MoS}_2$ ) has proved a success. For this type of lubrication the bearings are phosphatized which provides for good adhesion of the lubricant and the necessary protection against corrosion. However, these bearings require regular maintenance and relubrication.

Investigations then concentrated on the development of a kiln truck bearing that would not require much maintenance work. SWC met with success when, some years ago, new high-temperature greases were put on the market. Field experiences and tests showed that grease-lubricated kiln truck bearings operate perfectly for 3 or 5 years and even longer with maintenance.

The grease is marketed under the designation Lubcon Turmotemp II/400 RS 2. It differs from the current rolling bearing greases in thickener and base oil: both are synthetic. The grease is extremely resistant to deterioration and has excellent corrosion inhibiting properties. Even at very high temperatures it does not tend to solidify and it maintains its texture for years. Grease lubricated kiln truck bearings are suitable for temperatures up to 270 °C. Higher temperatures require the application of solid lubricants such as  $\text{MoS}_2$ .

# Lieferprogramm für Brennofenwagenlager

## Delivery Programme

Als Brennofenwagenlager liefert SWC Rillenkugellager der Reihen 60, 62 und 63. Lager, die zum SWC-Standardprogramm gehören, sind in den Tabellen, Seiten 22/23, im Druck hervorgehoben. Diese Lager werden regelmäßig in Serien gefertigt, so dass die Lieferung auf Jahre hinaus gesichert ist. Auch kleine Bestellmengen liefert SWC ohne Preisaufschlag.

### SWC Ofenwagenlager mit MoS<sub>2</sub>-Schmierung

Betriebstemperatur auch über 270 °C

SWC Ofenwagenlager mit MoS<sub>2</sub>-Schmierung erkennt man an dem Nachsetzzeichen .HT1.

Sie werden mit den Abmessungen der Rillenkugellager der Reihen 60, 62 und 63 gefertigt.

### SWC Ofenwagenlager mit Fettschmierung

Betriebstemperatur bis maximal 270 °C

SWC Ofenwagenlager mit Fettschmierung erkennt man an dem Nachsetzzeichen .HT2.

Sie werden mit den Abmessungen der Rillenkugellager der Reihen 60, 62 und 63 gefertigt.

SWC supply deep groove ball bearings of series 60, 62 and 63 for kiln truck applications. Bearings of the SWC standard programme are bold-faced in the tables on the pages 22/23. These bearings are regularly mass-produced so that availability is ensured for years to come. SWC supply even small order quantities without extra charge.

### MoS<sub>2</sub> Lubricated SWC Kiln Truck Bearings

Operating temperatures even above 270 °C

SWC kiln truck bearings with MoS<sub>2</sub> lubrication are identified by the suffix .HT1.

Their dimensions are identical to those of the deep groove ball bearings of series 60, 62 and 63.

### Grease-Lubricated SWC Kiln Truck Bearings

Operating temperatures up to a max. 270 °C

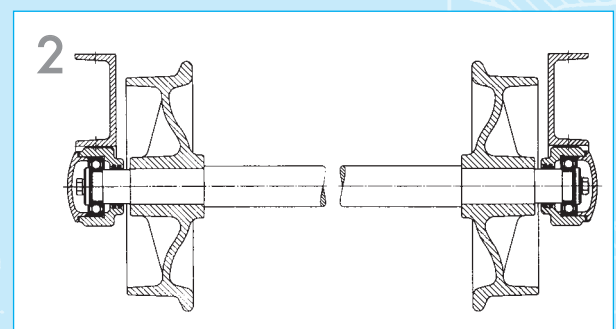
SWC kiln truck bearings with grease lubrication are identified by the suffix .HT2.

Their dimensions are identical to those of the deep groove ball bearings of series 60, 62 and 63.

2: Radsatz eines Ofenwagens mit Außenlagerung  
2: Wheelset of a kiln truck with outboard shaft mounting

3: Radsatz eines Ofenwagens mit Innenlagerung  
3: Wheelset of a kiln truck with inboard shaft mounting

4: Losradlagerung  
4: Hub mounting



## Ausführungen der Radlagerungen

Die Lagerungen werden entweder als Radsatzlagerung (Bilder 2 und 3) oder als Losradlagerung (Bild 4) ausgeführt.

### Radsatzlagerung (außen und innen)

Bei Radsatzlagerungen verwendet man zur Aufnahme der Lager ungeteilte Stehlagergehäuse z. B. aus den Reihen FAG TVN2 und FAG TVN3. Es werden lediglich die üblichen Filzdichtungen durch hitzebeständige, graphitimpregnierte Glasfaserpackungen ersetzt.

Die Radsätze werden außen (Bild 2) oder innen (Bild 3) gelagert. Im Gehäuse sind die Sitze so breit, dass sich die Lager um mindestens 1 mm nach beiden Seiten verschieben können. So stellen sich die Lager bei unterschiedlichen Wärmedehnungen von Wagenrahmen und Radsätze ohne großen Zwang ein.

Bei der Montage müssen die am Wagenrahmen angeschraubten Gehäuse sorgfältig aufgerichtet werden, damit die Gehäusebohrungen fluchten. Da damit zu rechnen ist, dass sich der Wagen bei den ersten Ofendurchgängen noch etwas verformt, zieht man die Schrauben zunächst nur leicht an. Wenn sich der Wagen nach etwa 10 Durchgängen gesetzt hat, werden die Gehäuse nachgerichtet. Schiefstellungen der Gehäuse gleicht man durch Beilagbleche aus. Erst dann sind die Befestigungsschrauben fest anzuziehen.

### Losradlagerung

Im Gegensatz zur Radsatzlagerung erfordern Längenänderungen und Verwindungen des Wagenrahmens bei einer Losradlagerung keine besonderen Maßnahmen. Für jedes Rad sind allerdings zwei Lager erforderlich. Außer der Radiallast wirken bei der Losradlagerung Kippmomente, die von den quer zur Fahrtrichtung am Radreifen und am Spurkranz angreifenden Kräften herrühren. Die Lager müssen deshalb einen gewissen Abstand voneinander haben; er sollte nicht kleiner als  $1/4$  des Raddurchmessers sein. Die Radnabe wird dadurch breiter als bei der Radsatzlagerung. Eine günstige Kraftverteilung erreicht man, wenn das Rad so ausgebildet ist, dass die Wirkungslinie der Radialkraft durch die Mitte der Lagerung verläuft.

## Wheel Bearing Designs

The bearing mountings are designed either as shaft mountings (Figs. 2 and 3) or as hub mountings (Fig. 4).

### Shaft Mountings (Outboard and Inboard Arrangements)

With shaft mountings the bearings are fitted in unsplit plunger block housings e.g. of series TVN2 and TVN3. The standard felt strips are replaced by graphite impregnated glass fibre packings.

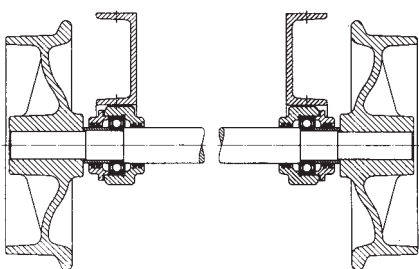
The bearings are arranged either at the outer side (Fig. 2) or the inner side (Fig. 3) of the wheel. The bearings seats in the housings enable the bearings to move axially by 1 mm in either direction. Thus the bearings can freely adjust in the case of different thermal expansion of truck frame and wheelset.

Upon mounting, the housings bolted to the truck frame must be carefully aligned accurately with each other. Since a certain amount of settling of the truck must be anticipated during initial operations, the bolts should be left a little loose. Once the truck has settled down after about ten passages, the housings are readjusted. Housing inclinations are levelled by shims. Only then should the bolts be firmly tightened.

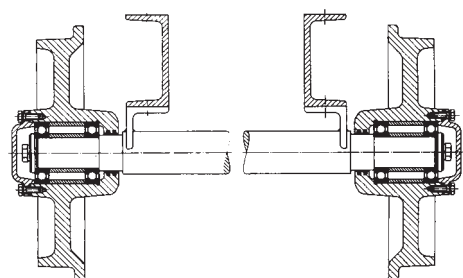
### Hub Mounting

Contrary to the shaft mounting the hub mounting does not require any special measures to make up for length variations and distortions of the truck each wheel, however, is fitted with two bearings. In addition to the radial load the bearings of a hub mounting have to take up tilting moments resulting from the forces acting across the direction of travel on the tyre and the rim. Therefore, the bearings must be located at a certain distance from each other. This distance should not be less than one fourth of the wheel diameter. With this bearing arrangement the wheel hub is wider than with the shaft mounting. A favourable load distribution is reached with a wheel shape permitting the line of action of the radial load passing through the centre of the bearing arrangement.

3



4



# Dimensionierung des Lagers

## Bearing Dimensioning

Bei der Auswahl eines Ofenwagenlagers werden vor allem die Belastung und die Temperatur an der Lagerstelle berücksichtigt. Weiter spielen der Wellendurchmesser, der durch die notwendige Festigkeit vorgegeben ist, und die Art der Lagerung - Radsatzlagerung oder Losradlagerung - eine Rolle.

Da die Lager in Brennofenwagen sehr langsam umlaufen, geht man bei der Dimensionierung so vor, wie wenn die Lager statisch beansprucht wären. Die erforderliche statische Tragzahl  $C_0$  ergibt sich aus:

$$C_0 = f_{st} \cdot P_0 \text{ [kN]}$$

$f_{st}$  ist die statische Kennzahl in Abhängigkeit von der Betriebstemperatur.

$P_0$  ist die statisch äquivalente Belastung eines Lagers [kN]. (Bei Losradlagerungen ruft die am Spurrads angreifende Axialkraft eine zusätzliche Radiallastkomponente hervor.)

Betriebstemperatur °C	Statische Kennzahl $f_{st}$
150	1,5
200	1,6
250	1,7
300	2
350	2,5

### Beispiel:

Gesucht werden die Lager für einen Brennofenwagen, der beladen 4000 kg wiegt (Gewichtskraft  $G \sim 40$  kN).

Zwischen Laufrad und Schiene können außerdem axiale Führungskräfte von  $K_a = 2,5$  kN auftreten. Die Betriebstemperatur liegt bei 250 °C.

#### a) Radsatzlagerung

Mit  $F_r = G/4 = 40/4 = 10$  kN und

$F_a = K_a = 2,5$  kN

wird  $F_a/F_r = 0,25$

Für  $F_a/F_r < 0,8$  gilt:  $P_0 = F_r$

Damit ergibt sich die statisch äquivalente Lagerbelastung  $P_0 = 10$  kN.

The load and the temperature at the bearing location are the prime criteria for bearing dimensioning. Further parameters are the shaft diameter which is determined by the strength required and the type of bearing mounting shaft mounting or hub mounting.

Since the bearings in kiln trucks revolve very slowly bearing dimensioning is based on static loading conditions.

The static load  $C_0$  is obtained by

$$C_0 = f_{st} \cdot P_0 \text{ [kN]}$$

where  $f_{st}$  is the index of static stressing as a function of the operating temperature.

$P_0$  is the equivalent static load of the bearing [kN]. (With hub mounted wheelsets the thrust load acting on the rim generates an additional radial load component.)

Operating temperature °C	Index of static stressing $f_{st}$
150	1,5
200	1,6
250	1,7
300	2
350	2,5

### Example:

Select bearings for a kiln truck having a total weight with payload of 4000 kg weights (weight  $G \sim 40$  kN).

Between wheel and track a thrust load  $K_a = 2,5$  kN can occur. The operating temperature is 250 °C.

#### a) Shaft mounting

With  $F_r = G/4 = 40/4 = 10$  kN and

$F_a = K_a = 2,5$  kN

$F_a/F_r = 0,25$

To  $F_a/F_r < 0,8$  applies:  $P_0 = F_r$

Hence, the equivalent static bearing load  $P_0 = 10$  kN.

Die erforderliche statische Tragzahl wird

$$C_0 = f_{st} \cdot P_0 = 1,7 \cdot 10 = 17 \text{ kN}$$

Gewählt wird das Ofenwagenlager 6208.HT2 aus dem SWC Standardprogramm; mit  $C_0 = 18 \text{ kN}$  hat es, vom erforderlichen Wert ausgehend, die nächsthöhere Tragzahl.

The required static load rating

$$C_0 = f_{st} \cdot P_0 = 1,7 \cdot 10 = 17 \text{ kN}$$

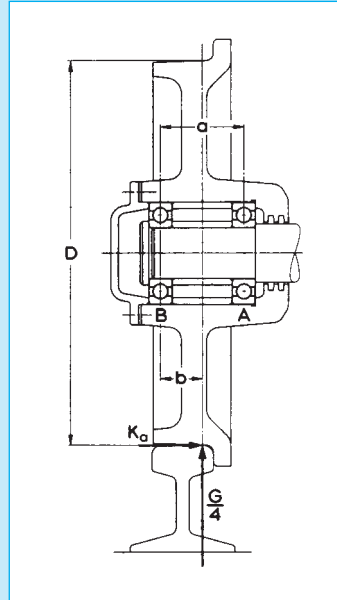
The bearing chosen is the kiln truck bearing 6208.HT2 of the SWC standard programme; its static load rating  $C_0 = 18 \text{ kN}$ .

b) Losradlagerung

Laufraddurchmesser  $D = 300 \text{ mm}$   
 Lagerabstand  $a = 75 \text{ mm}$

Abstand der Wirkungslinie der Radialkraft von Lager B:

$$b = a/2 = 37,5 \text{ mm}$$



b) Hub mounting

Wheel diameter  $D = 300 \text{ mm}$   
 Bearing centre distance  $a = 75 \text{ mm}$

Distance of the line of action of the radial load from bearing B:

$$b = a/2 = 37,5 \text{ mm}$$

Statisch äquivalente Lagerbelastung des höher belasteten Lagers A:

$$F_r = G/4 \cdot b/a + K_a \cdot D/2 \cdot 1/a$$

$$= 40/4 \cdot 37,5/75 + 2,5 \cdot 300/2 \cdot 1/75 = 10 \text{ kN}$$

$$F_a = K_a = 2,5 \text{ kN}$$

Mit  $F_a/F_r = 0,25 < 0,8$  wird die statisch äquivalente Lagerbelastung

$$P_0 = F_r = 10 \text{ kN.}$$

Equivalent static load of the higher loaded bearing A

$$F_r = G/4 \cdot b/a + K_a \cdot D/2 \cdot 1/a$$

$$= 40/4 \cdot 37,5/75 + 2,5 \cdot 300/2 \cdot 1/75 = 10 \text{ kN}$$

$$F_a = K_a = 2,5 \text{ kN}$$

With  $F_a/F_r = 0,25 < 0,8$  the equivalent static bearing load

$$P_0 = F_r = 10 \text{ kN}$$

Damit ergibt sich die erforderliche statische Tragzahl zu  $C_0 = f_{st} \cdot P_0 = 1,7 \cdot 10 = 17 \text{ kN}$ .

Gewählt wird das Ofenwagenlager 6208.HT2 aus dem SWC Standardprogramm; mit  $C_0 = 18 \text{ kN}$  hat es, vom erforderlichen Wert ausgehend, die nächsthöhere Tragzahl.

Hence, the required static load rating  $C_0 = f_{st} \cdot P_0 = 1,7 \cdot 10 = 17 \text{ kN}$ .

The bearing chosen is the kiln truck bearing 6208.HT2 of the SWC standard programme; its static load rating  $C_0 = 18 \text{ kN}$ .

## Fits · Seals · Mounting

### Passungen

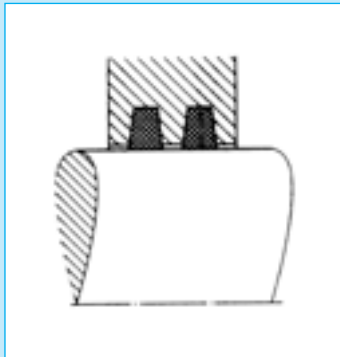
Ofenwagenlager sollen sich leicht ausbauen und wieder einbauen lassen. Man wählt daher relativ lose Passungen.

Radsatzlagerungen: Welle j6, Gehäuse H7

Losradlagerungen: Welle g6, Gehäuse F7

### Dichtungen

Die übliche Abdichtung der Ofenwagenlagergehäuse sind ein oder zwei graphitimpregnierte Glasfaserpackungen (Bild 5). Bei sehr staubiger Umgebung empfiehlt es sich, zusätzlich zu der graphitimpregnierten Glasfaserpackungen ein Dichtlabyrinth vorzusehen (Bild 6). Geeignet sind auch berührende Dichtscheiben (Nilos-Ringe) direkt am Lager.



5: Graphitimpregnierte Glasfaserpackungen  
5: Graphite impregnated glass fibre packing

### Fits

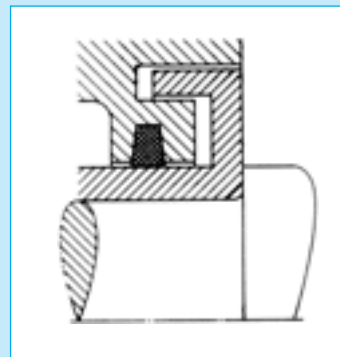
Since kiln truck bearings must be inspected from time to time, they should be easily dismountable and remountable. For this reason relatively loose fits are provided.

Shaft mountings: shaft j6 housing H7

Hub mountings: shaft g6 housing F7

### Seals

The standard sealing elements of kiln truck bearings are one or two graphite impregnated glass fibre packings (Fig. 5). In very dusty environments a sealing labyrinth is recommended in addition to the graphite impregnated glass fibre packing (Fig. 6). Rubbing contact seals (Nilos rings) located directly at the bearing are also a good solution.



6: Labyrinthring mit Graphitimpregnierte Glasfaserpackungen  
6: Labyrinth ring with graphite impregnated glass fibre packing

### Einbau der Brennofenwagenlager

SWC Rillenkugellager für Brennofenwagen werden einbaufertig geliefert. Sie sind bereits geschmiert; eine zusätzliche Schmierung ist nicht notwendig.

Es empfiehlt sich, die Sitzstellen auf der Welle und im Gehäuse vor dem Einbau der Lager mit MoS<sub>2</sub>-Paste einzureiben. Diese Behandlung verzögert Reibrostbildung an den Paßflächen und erleichtert den Ausbau und Wiedereinbau der Lager bei späteren Revisionen.

### Mounting

SWC deep groove ball bearings for kiln truck applications are supplied ready-to-mount. They are factory lubricated; additional lubrication upon mounting is not required.

It is recommended to coat the bearing seat on the shaft and in the housing with MoS<sub>2</sub> paste prior to mounting. This treatment delays the formation of rust at the fitting surfaces and facilitates dismounting and remounting at later inspections.



## Wartung

## Maintenance

### Wartung der SWC Brennofenwagenlager mit MoS<sub>2</sub>-Schmierung

#### Ausführung .HT1

Die mit Molybdändisulfid (MoS<sub>2</sub>) geschmierten Lager können auch bei Temperaturen über 270 °C eingesetzt werden. Lager dieser Ausführung müssen öfter gewartet werden; die Nachschmierfristen liegen im Durchschnitt bei 12...18 Monaten. Den genauen Zeitpunkt, wann eine Revision zweckmässig ist, kann man nur durch Erfahrungen aus dem Betrieb festlegen.

Bei einer neuen Ofenanlage untersucht man zweckmässigerweise nach ungefähr 8 Monaten 10...20 % der Lager, nach jeweils 4 Monaten wieder die gleiche Anzahl. Zur Überprüfung wird der Gehäusedeckel abgenommen und das Lager mit Preßluft ausgeblasen. Mattgraue Laufbahnen zeigen an, dass die Schmierung noch in Ordnung ist. Bei metallisch glänzenden Rollspuren ist Nachschmierung erforderlich.

Zur Nachschmierung baut man die Lager aus und reinigt sie mit Preßluft. Der Schmierstoff - Molybdändisulfidpaste oder Molybdändisulfidspray - soll dünn und gleichmässig auf die Laufbahnen aufgebracht werden; für Pasten empfiehlt sich ein schmaler, langhaariger Pinsel. Die Paste läßt sich leichter ins Lager einbringen, wenn man sie im Verhältnis 1:3 mit Kaltreiniger mischt. Damit sich der Schmierstoff gleichmässig verteilt, werden die Lager nach dem Abschmieren einige Male durchgedreht. Überschuss entfernen. Nachschmiermengen sind der Tafel 8 zu entnehmen.

Molybdändisulfidpasten oder -sprays sind bei allen namhaften Festschmierstoffherstellern erhältlich.

Zu beachten ist, daß bei Lagern, die bereits im Einsatz waren und nachgeschmiert werden, die Phosphatierungsschicht z. T. abgetragen und geglättet ist. Dadurch haftet der Schmierstoff nicht mehr so gut wie im Ausgangszustand. Als Folge davon müssen bei Nachschmierungen die Revisionsabstände verkürzt werden. Zu empfehlen sind die folgenden Nachschmierfristen:

Zweite Nachschmierung nach 70 % der Frist der ersten Nachschmierung.

Dritte Nachschmierung nach 50 % der Frist der ersten Nachschmierung.

Öfter als dreimal sollen Brennofenwagenlager nicht nachgeschmiert werden: Neue Lager sind wirtschaftlicher.

### Maintenance of the MoS<sub>2</sub> lubricated SWC Kiln Truck Bearings

#### Design .HT1

Bearings lubricated with molybdenum disulphide (MoS<sub>2</sub>) can be used when temperatures exceed 270 °C. The relubrication intervals for these bearings are shorter than for bearings with grease lubrication. As a rule, the relubrication interval is 12 to 18 months. The exact time an inspection is due can only be decided by field experience.

With a new kiln installation it is good practice to inspect 10 to 20 % of the bearings after approximately 8 months and then at intervals of 4 months the same amount of bearings again. For this purpose the housing cover is removed and the bearing blown out with compressed air. Raceways featuring a dull grey colour indicate adequate lubrication. If the raceways show a shiny polish the bearing must be relubricated.

For relubrication the bearings are dismounted and cleaned with compressed air. The lubricant - molybdenum disulphide paste or spray - is applied with a fine brush. The paste can better be fed into the bearing when mixed with cold cleaning agent in a proportion 1:3. Then the bearing should be rotated and excess grease removed to ensure uniform distribution of the lubricant. Relubrication quantities lists in table 8.

Molybdenum disulphide paste or sprays are available from all wellknown manufacturers of solid lubricants.

It should be noted that with bearings, which have been in service for a while, the phosphatizing layer will be partly worn away and smoothed. The smoother surfaces do not offer as good a grip to the lubricant at the surfaces of a new bearing. Hence the relubrication intervals must be shorter. The following periods are recommended:

Second relubrication after 70 % of the first relubrication interval.

Third relubrication after 50 % of the first relubrication interval.

Kiln truck bearings should not be relubricated more than three times. The application of new bearings is more economical.

## Maintenance

### Wartung der SWC Brennofenwagenlager mit Fettschmierung

#### Ausführung .HT2

Eine Untersuchung der fettgeschmierten Ofenwagenlager - sie können bis maximal 270 °C eingesetzt werden - ist dann erforderlich, wenn die Lagerung beginnt schwer zu laufen oder wenn befürchtet werden muss, daß Staub oder Wasser in die Lagerung gelangt sind. Schwergängigkeit tritt bei normalen Betriebsverhältnissen und sehr guter Abdichtung erfahrungsgemäss erst nach 3...5 Jahren oder noch später ein. Nach so langen Laufzeiten ist es meist zweckmäßig, neue Lager einzubauen.

Neuschmierung mit dem Hochtemperaturfett Lubcon Turmotemp II/400 RS 2 ist angebracht, wenn nach verhältnismässig kurzer Laufzeit vermutet wird, dass Staub oder Wasser die Lager verunreinigt haben. Die Lager werden zunächst mit einem alkalischen, wässrigen Reiniger ausgewaschen (Spritzwäsche bei ca. 80 °C). Danach müssen die Lager schnell durch entwässernde Mittel (Spiritus, Dewatering Fluids) getrocknet werden.

Die Neuschmierung ist einfach (Bild 7), da das Fett in Tuben geliefert wird. Der Drehschlüssel und die Spitztülle erleichtern das Einbringen des Fetts und die Dosierung; 1 cm Fett aus der Spitztülle entspricht rund 0,1 g.

### Maintenance of Grease-Lubricated SWC Kiln Truck Bearings

#### Design .HT2

Inspection of the grease-lubricated kiln truck bearings, which can be used for temperatures up to 270 °C at a maximum, is then required when the bearings are no longer running smoothly or when it is thought that dust or water has entered the bearing. Experience has shown that under normal conditions and with very good sealing sluggishness first arises after 3 to 5 years or even later. After such long running times it is advisable to mount new bearings.

Relubrication with the high temperature grease Lubcon Turmotemp II/400 RS 2 is necessary when dust or water are likely to have contaminated the bearings after just a relatively short running time. The bearings are washed with an alkaline, aqueous cleaning agent (splash water at about 80 °C). The bearings must then be dried quickly with dewatering media (alcohol, dewatering fluids).

Regreasing is easy since the grease is supplied in tubes. The handle at the tube end and the nozzle ensure adequate filling and measurement of the grease (Fig. 7): 1 cm of the grease squeezed out of the nozzle corresponds to approximately 0,1 g.

7: Die Spitztülle der Tuben gewährleistet eine gezielte Schmierung kleiner Lager

7: The nozzle of the tubes ensures adequate filling of small bearings



Die zur Neufettung empfohlenen Fettmengen sind der Tabelle 8 zu entnehmen. Es ist darauf zu achten, dass das Fett von beiden Seiten des Lagers and die Laufbahnen gebracht wird. Damit sich das Fett gut verteilt, dreht man das Lager einige Male durch.

Table 8 lists the grease quantities recommended for grease renewal. The grease must be fed to the raceways from both bearing sides. For uniform distribution of the grease the bearing should be rotated several times.

# Wartung · empfohlene Fettmenge

## Maintenance · Recommended Grease Quantity

Kurzzeichen	Pastenmenge für ... .HT1-Version	Pastenmenge für ... .HT2-Version
Number SWC Lager/SWC Bearing	Paste quantity for ... .HT1-Version g	Paste quantity for ... .HT2-Version g
6000	0,3 .....0,6	0,5 .....1,0
6001	0,3 .....0,6	0,5 .....1,0
6002	0,3 .....0,6	0,5 .....1,0
6003	0,3 .....0,6	0,5 .....1,0
6004	0,5 .....0,8	1,0 .....1,5
6005	0,7 .....1,0	1,0 .....1,5
6006	0,9 .....1,2	1,2 .....1,7
6007	1,3 .....1,6	1,4 .....2,0
6008	1,5 .....1,9	1,6 .....2,3
6009	2,0 .....2,5	2,0 .....2,7
6010	2,1 .....2,7	2,1 .....2,8
6020	12,0 ....14,0	8,0 .....9,0
6200	0,3 .....0,6	0,5 .....1,0
6201	0,4 .....0,7	0,6 .....1,1
6202	0,4 .....0,7	0,7 .....1,2
6203	0,5 .....0,8	0,8 .....1,3
6204	0,7 .....1,1	1,0 .....1,5
6205	1,0 .....1,5	1,2 .....1,7
6206	1,5 .....2,0	1,5 .....2,2
6207	2,2 .....2,8	2,0 .....3,0
6208	3,0 .....3,6	2,5 .....3,7
6209	3,8 .....4,5	3,0 .....4,2
6210	4,5 .....5,2	3,5 .....4,7
6211	5,9 .....6,7	4,0 .....5,2
6212	7,6 .....8,4	4,5 .....6,0
6213	9,2 .....10,2	5,0 .....6,5
6214	10,5 ....11,7	5,5 .....7,0
6215	11,2 ....12,6	6,0 .....7,5
6216	14,5 ....16,0	6,5 .....8,0
6217	17,0 ....19,4	7,0 .....8,5
6218	21,0 ....23,5	7,5 .....9,5
6220	30,0 ....36,0	9,0 .....12,0
6300	0,4 .....0,5	0,5 .....1,0
6301	0,5 .....0,7	0,6 .....1,1
6302	0,7 .....0,9	0,7 .....1,2
6303	0,9 .....1,2	0,9 .....1,4
6304	1,0 .....1,4	1,2 .....1,8
6305	1,8 .....2,3	1,5 .....2,4
6306	2,8 .....3,4	2,0 .....3,5
6307	3,9 .....4,6	3,0 .....4,5
6308	5,8 .....6,5	4,0 .....5,7
6309	7,0 .....9,0	4,5 .....6,0
6310	10,5 ....11,5	5,0 .....7,0
6311	13,5 ....15,5	6,0 .....8,0
6312	16,5 ....19,0	7,0 .....9,5
6313	21,0 ....24,0	8,0 .....10,5
6314	26,0 ....30,0	9,0 .....11,5
6315	30,0 ....35,0	10,0 ....12,5
6316	35,0 ....42,0	11,0 ....13,5
6317	42,0 ....50,0	12,0 ....14,5
6318	45,0 ....55,0	13,0 ....16,0
6320	60,0 ....72,0	14,0 ....19,5

### Rolling Bearings for Extreme Operating Conditions · SLC lubrication

Bei extremen Betriebsbedingungen, wie Temperaturen über +200 °C, Vakuum oder Anwesenheit aggressiver Medien sind Wälzlager in besonderen Ausführungen erforderlich. Zu beachten sind Lagerbauart, Lagerwerkstoff, Innengeometrie, Beschaffenheit der Roll- und Gleitflächen und Käfigausführung. Von besonderer Bedeutung ist die Schmierung, nämlich der Schmierstoff, die Schmierstoffmenge und die Schmierstoffverteilung. Zu beachten sind auch die Gestaltung der Dichtung und die Wahl des Dichtungsmaterials.

Die in den Labors durchgeführten Entwicklungen und die Ergebnisse aus Labor- und Feldversuchen haben zu verschiedenen brauchbaren Lösungen geführt. SWC bietet Wälzlager mit Trockenbeschichtung auf der Basis verschiedener Festschmierstoffe an. Solche Lager haben sich für Einsatzfälle in der Luft- und Raumfahrt gut bewährt. Auch die Schmierung mit Hochleistungsfetten, wie mit den verschiedenen Hochtemperaturfetten, liefert bei extrem hohen Temperaturen über begrenzte Einsatzzeiten gute Ergebnisse. Als besonders vielseitig erwies sich die seit Jahren in Erprobung stehende Ausführung von Rillenkugellagern mit einem selbstschmierenden Lager-Compound (SLC-Schmierung), Bild 9. Sie bietet auch bei kritischen Einsatzbedingungen überraschend lange wartungsfreie Laufzeiten.

#### Was ist SLC-Schmierung?

Die Abkürzung SLC steht für "Selbstschmierendes Lager-Compound": Man versteht darunter ein neues Schmierkonzept für Wälzlager. Dabei werden die Wälzlager mit einem trockenen Schmier-Compound gefüllt. Die kontrollierte Abtragung des Schmier-Compounds bewirkt die Schmierung der Roll- und Gleitflächen. Bild 10 und 11 zeigen die Oberflächen von Kugeln. Bild 10 die Oberfläche einer nichtgelaufenen Kugel, Bild 11 die Oberfläche einer Kugel, die mit SLC-Schmierung gelaufen ist. Man erkennt dabei gut den aufgenommenen Festschmierstoff.

Die Schmierstoffbeschichtung sorgt für einen kleinen Reibungskoeffizienten während der Roll- und Gleitbewegung im Lager und verhindert den Verschleiss der Kontaktflächen. Die Lebensdauer dieser Trockenschmierfilme auf Metalloberflächen ist jedoch begrenzt, wenn nicht ständig Ersatz nachgeliefert wird. Den Ersatz des Trockenschmierfilms bewirkt der ständige Transfer des Lager-Compounds (SLC), in das die Kugeln wie in Taschen eingebettet sind.

Rolling bearings with a special design are necessary in the case of extreme operating conditions such as temperatures over + 200 °C, vacuum or the presence of aggressive agents. Attention should be given to the bearing type, bearing material, internal geometry, the quality of the rolling and sliding surfaces and the cage design. Lubrication is of particular importance - namely the lubricant, the lubricant quantity and the lubricant distribution. Also important is the sealing structure and the choice of sealing material. The developments carried out in the laboratories and the results from laboratory and field tests have led to various useful solutions. SWC offers rolling bearings with a dry coating based on different solid lubricants. Such bearings have proved themselves very satisfactory for applications in the aerospace industry. The lubrication, too, with high performance greases such as with the various high-temperature greases, yields good results under extremely high temperatures during a limited operation period. The deep groove ball bearing design with a selflubrication, bearing compound (SLC lubrication) which has been undergoing tests for the last years has proven to be especially versatile, Fig. 9. It also has surprisingly long maintenance-free running periods even under critical operating conditions.

#### What is SLC lubrication?

The abbreviation SLC stands for "self-lubricating bearing compound". This indicates a new lubrication concept for rolling bearings. The rolling bearings are filled with a dry lubricant compound. The controlled removal of the lubricant compound effects the lubrication of the rolling and sliding areas. The surfaces of balls can be seen in figures 10 and 11. Figure 10 shows the surface of a new ball; figure 11 the surface of a ball run with SLC lubrication. The absorbed lubricant can be seen clearly.

The lubricant coating provides for a small coefficient of friction during the rolling and sliding movement in the bearing and prevents the wear of the contact surfaces.

However, the life of these dry lubricant films on metal surfaces is limited if supplies are not transfer of the bearing compound (SLC) in which the balls are embedded as in pockets.



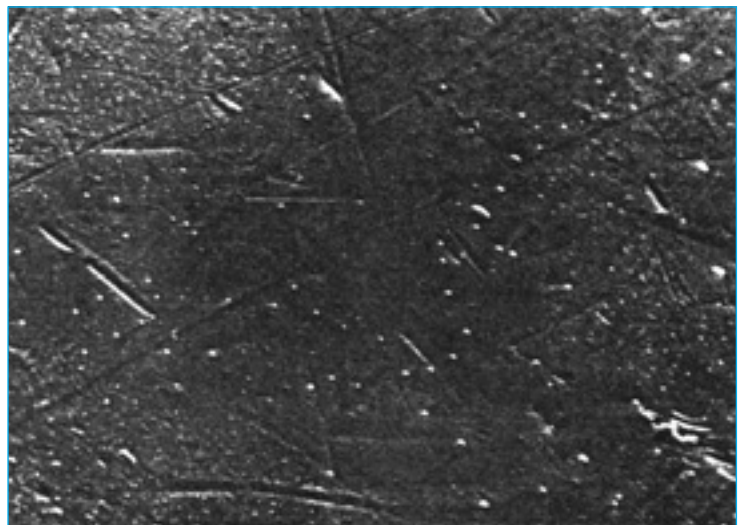
9: Abgedichtetes SWC Rillenkugellager mit SLC-Schmierung

9: Sealed SWC deep groove ball bearing with SLC lubrication

Selbstschmierendes Lager-Compound SLC  
Self-lubricating bearing compound SLC

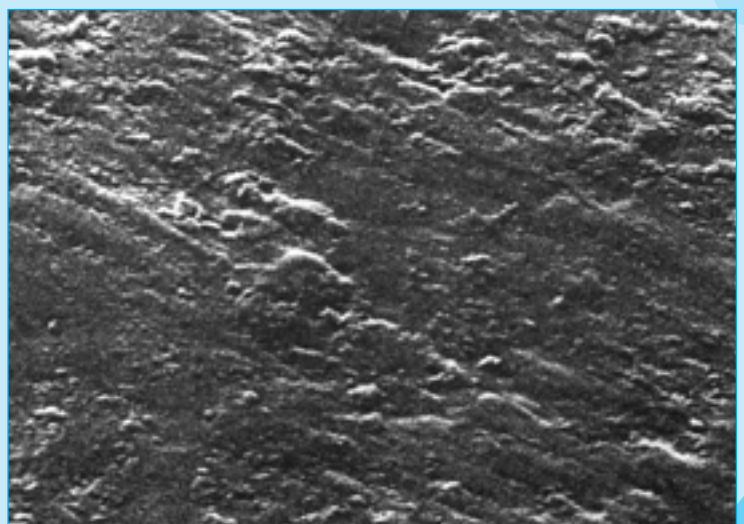
10: Kugeloberfläche, 3600fach vergrößert, ohne SLC-Schmierung

10: Ball surface, 3600fold magnification, without SLC lubrication



11: Kugeloberfläche, 3600fach vergrößert, nach 200 h Laufzeit bei +300 °C, mit SLC-Schmierung

11: Ball surface, 3600fold magnification, after 200 h running period at +300 °C, with SLC lubrication



### SLC-Lubrication · Advantages

#### Worin liegen die Vorteile der SLC-geschmierten SWC-Lager?

SLC-geschmierte Lager sind nahezu voll mit SLC-Schmierstoff gefüllt, der aus einer Festschmierstoffkombination und einem temperaturstabilen Binder besteht. Dem Lager wird somit eine

- **große Schmierstoffmenge** angeboten.

Trotzdem wird keine grosse Schmierstoffreibung erzeugt, da das Compound ein fester Körper ist, der mit dem Käfig umläuft und somit bei

- **hoher wie tiefer Temperatur keine erhöhte Reibung** auslöst.

Bei jeder Drehbewegung nimmt der Rollkörper vom SLC etwas Festschmierstoff auf und gibt ihn an die Laufflächen weiter. So ergibt sich eine

- **kontinuierliche Nachschmierung**, die eine lange wartungsfreie Laufzeit bewirkt.

Die SLC-Schmierung ist für extrem hohe und tiefe Temperaturen geeignet. Auch bei gelegentlichen

- **Temperaturüberschreitungen** ist kein Ausfall der Schmierung zu befürchten. Das ist von Vorteil, weil der Lageranwender erfahrungsgemäß oft die auftretende Spitzentemperatur nicht kennt.

Wegen der nur geringen Hohlräume im Lager kommt es auch bei stark wechselnden Temperaturen

- **nicht zu Kondenswasserbildung**.

Die

- **Dichtwirkung** der vorgeschalteten ZR-Deckscheiben wird durch den hohen Füllgrad des Lagers mit SLC wirksam unterstützt.

Der Festschmierstoff kann

- **extrem hohe Lasten** aufnehmen. Auch Stossbelastungen werden aufgenommen, ohne dass dadurch Schäden auftreten.

Mit zunehmender Laufzeit sinkt in der Regel der

- **Reibwert des Lagers**, da sich sehr glatte Festschmierstofffilme von etwa 1 µm Dicke auf den Roll- und Gleitflächen ausbilden (siehe Tabelle 13).

#### What are the Advantages of the SLC Lubricated SWC Bearings?

SLC lubricated bearings are almost completely filled with SLC lubricant, which consists of a solid lubricant combination and a temperature resistant bonding agent. The bearing therefore has

- **a large lubricant quantity**.

In spite of this no large lubricant friction is produced since the compound is a solid body, which circulates with the cage and, therefore, causes

- **no increased friction in the case of higher and lower temperatures**.

With each rotary motion, the rolling element takes some solid lubricant from the SLC and passes it on to the contact surfaces. As a result there is

- **constant relubrication** which leads to a long maintenance-free running period.

The SLC lubrication is suitable for extremely high and low temperatures. There is no fear of lubrication failure even

- **when the temperature is occasionally exceeded**. This is advantageous since experience has shown that the bearing user often does not know the peak temperature. Due to the small cavities in the bearing there is
- **no formation of condensation water even when temperatures fluctuate greatly**.

The

- **sealing effect** of the ZR dust shields is effectively supported by the high filling rate of the bearing with SLC.

The solid lubricant can absorb

- **extremely high loads**. Shock loads, too, are accommodated without any damage resulting.

With a growing running period,

- **the frictional coefficient of the bearing drops** since very smooth solid lubricant of approximately 1 µm thickness develop on the rolling and sliding surfaces (see table 13).

## SLC-Schmierung · Vorteile · Ausführung · Schmierung

Die SLC-Schmierung ist

- **sehr beständig gegen Wasser und Chemikalien.** Da der SLC-Schmierstoff keine flüssigen oder halbflüssigen Bestandteile enthält, ist auch bei hoher Temperatur
- **kein Verdunsten oder Abtropfen aus dem Lager** zu erwarten.

Eine Modifikation der SLC-Schmierung ist

- **bei Vakuum sehr ausgasicher.**

Im Vergleich zu Lagern mit Hochtemperaturfetten oder Festschmierstoffpasten laufen SLC-geschmierte Wälzlager bei hohen Temperaturen und im Vakuum

- **mit einer vielfachen Betriebsdauer.**

### Lagerausführung

Verschiedene Lagerbauarten sind mit SLC-Schmierung denkbar. Vorzugsweise eignen sich Lager mit einer günstigen Kinematik, wie Rillenkugellager. Viele Prüfstandsversuche und erfolgreich bestandene Anwendungen mit SLC-geschmierten Rillenkugellagern lassen die Anwendungsbereiche gut erkennen.

SLC-geschmierte Rillenkugellager werden je nach Betriebsbedingungen mit gebonderten Funktionsflächen extrem großer oder mäßiger Lagerluft und mit oder ohne Wärmestabilisierung geliefert. Untersuchungen mit anderen Lagerbauarten, wie z. B. Radial-Pendelrollenlagern, werden z. Z. durchgeführt.

Der Lagerwerkstoff ist Wälzlagerstahl 100 Cr6 oder nichtrostender Sonderstahl für Anwendungen bei aggressiver Umgebung.

SLC-geschmierte SWC Rillenkugellager erhalten genietete Stahl-Blechkäfige, Pendelrollenlager Messing-Massiv- oder Blechkäfige. Die ZR-Deckscheiben für Rillenkugellager sind so ausgebildet, daß sie auch bei extrem hohen Temperaturen einen sicheren Sitz im Außenring beibehalten.

### Lieferung

Lager mit SLC-Schmierung werden auftragsbezogen gefertigt und auf Anfrage geliefert. Durchmesserbereich: vorzugsweise von 10...100 mm Lagerbohrung.

## SLC Lubricant - Advantages - Design · Availability

The SLC lubrication is

- **very resistant against water and chemicals.** Since the SLC lubricant contains neither liquid nor semi-liquid components
  - **no evaporation or drops**
- are expected even in the case of high temperatures.

The

- **emission of gases in the case of vacuum** is very slight with a modification of the SLC lubricant.

In comparison to bearings to bearings with high-temperature greases or solid lubricant pastes, SLC lubricated rolling bearings have a

- **much longer operating life** under high temperatures and in a vacuum.

### Bearing Design

Various bearing types with SLC lubrication are conceivable. Bearings with positive kinematics, such as deep groove ball bearings are mainly suitable. Many rig tests and successful applications with SLC lubricated deep groove ball bearings are an indication for the range of application.

SLC lubricated deep groove ball bearings are supplied in accordance with the operating conditions with bonderized functional areas, extremely large or moderate bearing clearance, and with or without heat stabilization. Investigations with other bearing types such as radial spherical roller bearings are currently in progress.

The bearing material is rolling bearing steel 100 Cr6 or stainless special steel for applications with an aggressive environment.

SLC lubricated SWC deep groove ball bearings have riveted pressed steel cages, spherical roller bearings have machined brass- or steel cages. The ZR shields for deep groove ball bearings are designed in such a way that they are securely seated in the outer ring even at extremely high temperatures.

### Availability

For availability of SLC-lubricated bearings please enquire. Diameter range: preferably 10... 100 mm bearing bore.

## SLC-Lubrication

SLC (Nachsetzzeichen 2ZR.HT3 = phosphatierte Ausführung oder T3 = normale Ausführung) eignet sich für die Schmierung von Wälzlagern bei extrem hohen Temperaturen. Es besteht aus einer Festschmierstoffkombination und einem hochtemperaturstabilen Binder. Das Wälzlager wird mit dem Compound in pastöser Form gefüllt und einer Wärmebehandlung unterzogen, während der sich das Compound verfestigt. Bei Betrieb des Lagers läuft der Compoundkörper mit dem Käfig um.

Der durch Transfer der Kugeln übertragene Compoundabrieb schmiert das Lager ähnlich wie eine Paste oder Trockenbeschichtung. Die Schmierung verhindert Verschleiß und hält den Reibwert niedrig. Die Gebrauchsdauer von Trockenschmierfilmen auf Metalloberflächen ist begrenzt. Die bei SLC-Schmierung vorliegende ständig Erneuerung des Festschmierfilms durch den Transfer gewährleistet lange Laufzeiten. Das Lager fällt erst aus, wenn das Compound verbraucht ist. Erst ab 350 °C nimmt die Schmierwirksamkeit ab, da einige der im Compound enthaltenen Festschmierstoffe oxidieren.

Die Schmierwirksamkeit des SLC bringt extrem geringe Nachgasungsraten im Vakuum, wie Bild 12 zeigt, so daß die Qualität des Vakuums nicht verschlechtert wird.

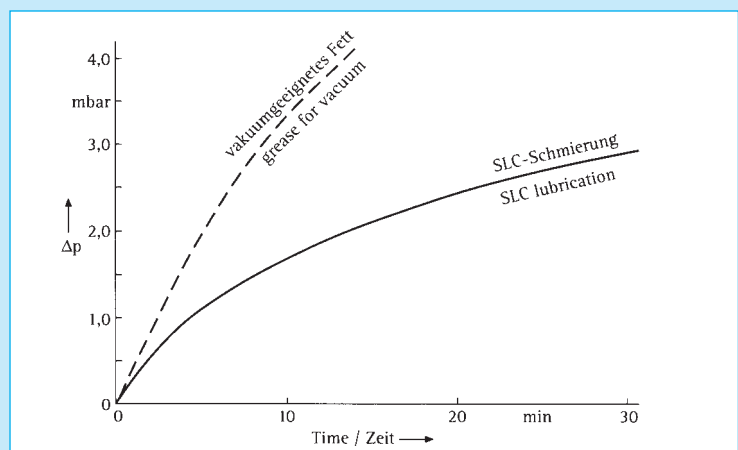
SLC (suffix 2ZR.HT3 = phosphated type or T3 = normal type) is suitable for the lubrication of rolling bearings operating at extremely high temperatures. It consists of a solid lubricant combination and a high temperature resistant bonding agent. The rolling bearing is filled with the pasty-like compound and subjected to a heat treatment so that the compound solidifies. The compound body rotates with the cage when the bearing is in operation.

The compound particles transferred by the balls lubricate the bearing similarly to a paste or dry coating. The lubrication prevents wear and keeps the frictional coefficient low. The service life of dry lubricant films on metal surfaces is limited. The continual renewal of the solid lubricant film by the transfer with the SLC lubrication ensures long running periods. The bearing does not fail until the compound has been used up. Only at 350 °C does the lubricity begin to decline since some of the solid lubricants in the compound oxidize.

The efficiency of the SLC is not impaired by the vacuum. SLC emits very little gas in the vacuum, as can be seen in Fig. 12, so that the quality of the vacuum does not deteriorate.

12: Ausgasungsverhalten der SLC-Schmierung im Vakuum ( $10^{-9}$  bar) in der Probenkammer des Massenspektrometers bei konstanter Temperatur von +150 °C

12: Gas emission with SLC lubrication in the vacuum ( $10^{-9}$  bar) in the testing chamber of the mass spectrometer at the constant temperature of +150 °C





# Chemisch-physikalische Daten · Tribologische Eigenschaften

## Chemical-Physical Data · Tribological Properties

SLC bietet - wie alle Festschmierstoffe - nur begrenzten Korrosionsschutz. Diese Tabelle nennt chemisch-physikalische Daten sowie tribologische Eigenschaften.

SLC offers - as all solid lubricants - only a limit degree of protection against corrosion. This table indicates chemical-physical data as well as tribological characteristics.

### Chemisch-physikalische Daten

	SLC-Schmierung
Aussehen	graues festes Compound
Temperaturstabilität	+350 °C
Wasserbeständigkeit	sehr gut
Chemische Beständigkeit	beständig gegen Säuren und Laugen sowie gegen die meisten Lösungsmittel
Beständigkeit gegen Plasma	gut

### Chemical-Physical Data

	SLC-lubrication
Appearance	gray fixed compound
Temperature resistance	+350 °C
Water resistance	very good
Chemical stability	stable against acids and alkaline solutions as well as most solvents
Resistance to plasma	good

### Tribologische Eigenschaften

Reibungskoeffizient Stift/Scheibe	$\mu = 0,08$
Rillenkugellager	$\mu = 0,004$ (Rollreibung)
Schmierwirksamkeit bei extremen Temperaturen	-180 °C bis +350 °C
Lasttragevermögen	sehr gut, ähnlich wie MoS <sub>2</sub>
Verschleißverhalten	sehr gut
Schmierwirksamkeit im Vakuum	gut
Reibbeiwert	sinkt mit der Laufzeit

### Tribological Properties

Coefficient of friction Pin/disk	$\mu = 0,08$
Deep groove ball bearing	$\mu = 0,004$ (rolling contact friction)
Lubricating efficiency at extreme temperatures	-180 °C to +350 °C
Load carrying capacity	very good, like MoS <sub>2</sub>
Wear behaviour	very good
Lubricating efficiency in the vacuum	good
Coefficient of friction	declines with the running period

### Application · Examples

#### Wo werden SLC-geschmierte Lager verwendet?

SLC-geschmierte Rillenkugellager (Nachsetzzeichen 2ZR.HT3) eignen sich vorzugsweise für niedrige Drehgeschwindigkeiten bei hohen Temperaturen. Beispielhafte Anwendungen sind Lager für Brennofenwagen (Bild 14), für Rollen- und Transportketten in Lackier- und Brennanlagen und für Bäckereimaschinen. Weitere Anwendungen sind im Bergbau, da das Compound nicht brennbar ist und Anwendungen im Beisein aggressiver Medien.

#### Where are SLC Lubricated Bearings used?

SLC lubricated deep groove ball bearings (suffix 2ZR .HT3) are preferably suitable for low rotational speeds at high temperatures. Examples of application are bearings for kiln trucks (Fig. 14), for roller and transportation chains in painting and enameling plants, and for bakery machines. Other applications are found in the mining industry since the compound is not combustible and also in aggressive agents.

14: SLC-geschmierte Rillenkugellager in Brennofenwagen

14: SLC-lubricated deep groove ball bearings in kiln trucks



Die Anwendungsgrenzen von SLC sind aus den Ergebnissen von Laufversuchen zu erkennen; die Ergebnisse sind in der Tabelle 15 dargestellt. Die mit vergrößerter Radialluft (ein mehrfaches von C5) in gebonderter und wärmebehandelter Ausführung geprüften Rillenkugellager zeigen auch dann gute Laufeigenschaften, wenn die Lagerringe mässig gegeneinander verkantet sind. Solche Verkantungen können bei Hochtemperaturanwendungen durch thermisch ausgelöste Massänderungen der Umbauteile auftreten. Lager mit der geringeren Luft C4 erfordern eine höhere Einbaugenauigkeit. Weitere Laufversuche mit kleineren Rillenkugellagern, die in der Tabelle nicht aufgeführt sind, führten zu vergleichbaren Ergebnissen.

SLC's application limits can be seen from the results of the running tests which are listed in table 15. Those deep groove ball bearings with larger radial clearance (a multiple of C5) tested in bonderized and heat-treated construction have good running characteristics when the bearing rings are somewhat tilted against one another. Such misalignment can occur in high temperature applications as a result of thermally triggered dimensional changes in the mating parts. Bearings with the small clearance C4 require a higher precision of the surrounding components. More operating tests with smaller deep groove ball bearings, which are not listed in the table, led to comparable results.

# Laufversuche mit Hochtemperatur-Schmierstoffen

## Operating Tests with High Temperature Lubricants

Tabelle 15:  
Laufversuche mit Hochtemperatur-Schmierstoffen

Table 15:  
Operating tests with high temperature lubricants

Prüflager Test bearing	Lagerluft Bearing clearance	Schmierstoff Lubricant	Drehzahl Speed min <sup>-1</sup>	Temperatur Temperatur °C	Belastung radial Radial load kN	Laufzeit Running period h
6209 mit gebonderten Funktionsflächen, Stahlblechkäfig, 2 Drehscheiben	mehrfaches von C5 multiple of C5	MoS <sub>2</sub> -Paste	30	+200	4,8	240
6209 with bonderized functional areas, sheet steel cage, 2 shields		FAG-Arcanol L79				1000
		SLC	680			4000
6209 mit Stahlbleckkäfig, 2 Deckscheiben, Maßstabilisierung nach S2	C4	SLC	1400	+200	4,8	> 1000
6209 with sheet steel cage, 2 shields, heat stabilized according to S2						
22312EA mit Messingmassivkäfig	C3	SLC	140	40	26	> 2000
22312EA with machined brass cage			280			> 1500

# Praxisbeispiele mit SLC-geschmierten SWC Rillenkugellagern

## Application with SLC Lubricated SWC Deep Groove Ball Bearings

Erfolgreiche Anwendungsfälle mit SLC-geschmierten SWC Rillenkugellagern

Successful cases of application with SLC lubricated SWC deep groove ball bearing

Lager Bearing	Anwendungsfall Case of application	Lagertemperatur Bearing temperatur  °C	Bemerkung Remark
6210.2ZR.HT3	<p>SLC-Schmierung SLC lubrication</p> <p>Losräder von Brennofenwaen in Tunnelöfen bei Drehzahlen bis <math>5 \text{ min}^{-1}</math></p> <p>Hub mounting wheels of kiln trucks at speed up to <math>5 \text{ min}^{-1}</math></p>	+280 zeitweise temporarily +500	<p>Kollektiv von 4000 Lagern, kein schmierungsbedingter Ausfall seit 6 1/2 Jahren</p> <p>Group of 4000 bearings no failure due to lubrication during the last 6 1/2 years</p>
6205.2ZR.HT3		+200 zeitweise temporarily 350	<p>Kollektiv von 80 Lagern (sind in 10 Wagen), problemlose Funktion seit 6 Jahren</p> <p>Group of 80 bearings (in 10 trucks), no functioning problems since the last 6 years</p>
6211.2ZR.HT3		+325	<p>20 Lager seit 6 1/2 Jahren erfolgreich im Einsatz</p> <p>20 bearings operating successfully for 6 1/2 years</p>

# Labor- und Praxisprobenungen mit SLC-geschmierten SWC Rillenkugellagern

## Laboratory and Field Tests with SLC Lubricated SWC Deep Groove Ball Bearings

Aus den Labor- und Praxiserprobungen wurden die Anwendungsbereiche der SLC-Lager ermittelt und in dieser Tabelle zusammengestellt (bei Belastung von  $P/C \leq 0,15$ ).

The ranges of application of SLC bearings were determined from laboratory and field tests and are listed in this table (with loads of  $P/C \leq 0,15$ ).

Drehzahlkennwert		Gebrauchsdauer der SLC-Schmierung	Lagerausführung	Besonderheiten
Speed index		Service life of the SLC lubrication	Bearing design	Spezial features
$n \cdot d_m \text{ (min}^{-1} \cdot \text{mm)}$				
über over	bis to			
SLC-Schmierung für Temperaturen bis +300 °C SLC lubrication for temperatures to +300 °C				
0	1500	4000	Lagerluft mehrfach von C5 und gebonderte Funktionsflächen	bietet guten Schmierstofftransfer und Korrosionsschutz, kann größere Maßänderungen und Verkangungen ertragen. Bei höheren Drehzahlen nicht einsetzbar.
1500	45000	1000	Bearing clearance is a multiple of C5 and bonderized functional areas	Good lubricant transfer and protection against corrosion, tolerates more changes in dimensions and misalignment. Not suitable fo higher speeds.
0	45000	2000	Lagerluft C4	für höhere Drehzahlen und Führungsgenauigkeiten geeignet, stellt höhere Anforderungen an die Massgenauigkeit der Umbauteile.
45000	100000	1000	Bearing clearance C4	Suitable for higher speeds and guiding accuracies, higher demands placed on the dimensional accuracy of the mating parts

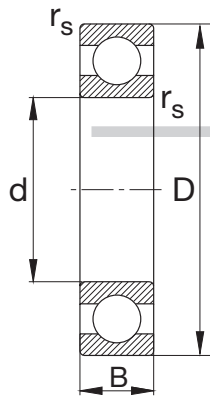
# SWC-Rillenkugellager für Brennofenwagen

## SWC Deep Groove Ball Bearings for Kiln Trucks

Die im Druck **nicht hervorgehobenen** Ausführungen sind nur auftragsbezogen erhältlich. Alle Lager der HT1- und HT2-Variante sind gegen Mehrpreis auch mit **beidseitiger Abdeckung (2ZR)** lieferbar.

The design in **not bold-faced print** can you get only with a special order. All bearings in the variation HT1 and HT2 can you get in the **2 shields variation (2ZR)** with a higher price.

Welle Shaft	Abmessungen Dimensions				Tragzahl Load rating stat. C <sub>0</sub>  kN	Kurzzeichen Number Lager/Bearings		Gewicht Weight ca.  kg
	d mm	D	B	r <sub>s</sub> min		SWC	Varianten/Variations	
10	10	26	8	0,3	1,96	6000.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	0,019
	10	30	9	0,6	2,60	6200.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	0,031
	10	35	11	0,6	3,45	6300.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	0,058
12	12	28	8	0,3	2,36	6001.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	0,021
	12	32	10	0,6	3,10	6201.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	0,038
	12	37	12	1	4,15	6301.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	0,062
15	15	32	9	0,3	2,85	6002.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	0,033
	15	35	11	0,6	3,75	6202.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	0,044
	15	42	13	1	5,40	6302.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	0,090
17	17	35	10	0,3	3,25	6003.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	0,038
	17	40	12	0,6	4,75	6203.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	0,063
	17	47	14	1	6,55	6303.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	0,116
20	20	42	12	0,6	4,75	6004.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	0,068
	20	47	14	1	6,55	6204.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	0,105
	20	52	15	1,1	7,80	6304.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	0,153
25	25	47	12	0,6	5,85	6005.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	0,080
	25	52	15	1	7,80	6205.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	0,128
	25	62	17	1,1	11,4	6305.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	0,237
30	30	55	13	1	8,00	6006.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	0,117
	30	62	16	1	11,2	6206.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	0,199
	30	72	19	11	16,3	6306.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	0,355
35	35	62	14	1	10,4	6007.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	0,155
	35	72	17	1,1	15,3	6207.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	0,297
	35	80	21	1,5	19,0	6307.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	0,472
40	40	68	15	1	11,8	6008.	HT1; HT2;	0,195
	40	80	18	1,1	18,0	6208.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	0,372
	40	90	23	1,5	25,0	6308.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	0,639
45	45	75	16	1	14,3	6009.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	0,195
	45	85	19	4,4	20,4	6209.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	0,430
	45	100	25	1,5	32,0	6309.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	0,853



Welle Shaft	Abmessungen Dimensions				Tragzahl Load rating stat. $C_0$ kN	Kurzzeichen Number Lager/Bearings SWC	Gewicht Weight ca. kg	
	d mm	D	B	$r_s$ min				Varianten/Variations
50	50	80	16	1	15,6	6010.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	0,280
	50	90	20	1,1	24,0	6210.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	0,466
	50	110	27	2	38,0	6310.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	1,090
55	55	100	21	1,5	29,0	6211.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	0,616
	55	120	29	2	47,5	6311.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	1,400
60	60	110	22	1,5	36,0	6212.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	0,785
	60	130	31	2,1	52,0	6312.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	1,750
65	65	120	23	1,5	41,5	6213.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	1,00
	65	140	33	2,1	60,0	6313.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	2,14
70	70	125	24	1,5	44,0	6214.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	1,08
	70	150	35	2,1	68,0	6314.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	2,61
75	75	130	25	1,5	49,0	6215.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	1,20
	75	160	37	2,1	76,5	6315.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	3,18
80	80	140	26	2	53,0	6216.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	1,46
	80	170	39	2,1	86,5	6316.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	3,80
85	85	150	28	2	64,0	6217.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	1,87
	85	180	41	3	88,0	6317.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	4,35
90	90	160	30	2	72,0	6218.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	2,23
	90	190	43	3	102	6318.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	5,43
100	100	150	24	1,5	54,0	6020.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	1,32
	100	180	34	2,1	93,0	6220.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	3,30
	100	215	47	3	134	6320.	HT1; HT2; 2ZR.HT3	7,67



**SWC Wälzlagerfabrikation  
Schweinfurt GmbH**  
Am Lagerhaus 2/OT Oberwerrn  
97464 Niederwerrn (Germany)

Fon: +49 9726 / 91 32-0  
Fax: +49 9726 / 91 32-30

Mail: [info@swc-bearings.de](mailto:info@swc-bearings.de)  
www: <http://www.swc-bearings.com>

Alle Angaben wurden sorgfältig erstellt und überprüft. Für eventuelle Fehler oder Unvollständigkeiten können wir jedoch keine Haftung übernehmen. Änderungen, die dem Fortschritt dienen, behalten wir uns vor.

© SWC

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit unserer Genehmigung.