

Festlager

May 13, 2024

1 Auswahl der Festlager

- 1.1 Der Festlager wird hier als Vierreihige Zylinderrollenlager (Kurzzeichen BC4-8021/HB1) ausgewählt.



1.1.1 Vierreihige Zylinderrollenlager sind zur Aufnahme sehr hoher Radiallasten bei mittleren bis hohen Drehzahlen vorgesehen. Das SKF Grundsortiment enthält viele Ausführungen und Varianten, z.B. Lager mit Käfig und vollrollige Lager. Je nach Konfiguration der Außen- und Innenringe werden die Lager als Loslager- und als Festlagerausführung angeboten.

1.1.2 - Außergewöhnlich hohe radiale Tragfähigkeit

1.1.3 - Reibungsarm

1.1.4 - Lange Gebrauchsdauer

1.1.5 - Niedrige Querschnittshöhe

1.2 Übersicht

1.2.1 Abmessungen

Merkmal	Wert
Bohrungsdurchmesser	850 mm
Außendurchmesser	1 180 mm
Breite	850 mm

1.2.2 Leistung

Merkmal	Wert
Dynamische Tragzahl	28 100 kN
Statische Tragzahl	73 500 kN
Referenzdrehzahl	300 r/min
Grenzdrehzahl	450 r/min

1.2.3 Eigenschaften

Merkmal	Wert
Lagerteil	Komplettlager
Anzahl der Reihen	4
Befestigungsfunktion, Lageraußenring	Kein(e/r)
Bohrungstyp	Zylindrisch
Anzahl der Borde, Außenring	5
Anzahl der Borde, Innenring	0
Losser Bord	Losser Bord Außenring
Radiale Lagerluft	C4

Merkmal	Wert
Beschichtung	Ohne
Dichtung	Ohne
Schmierstoff	Kein(e/r)
Nachschmierfunktion	Für

1.3 Schmierung der Wälzlager

1.3.1 Die Schmierung soll eine unmittelbare metallische Berührung zwischen Wälzkörpern, Lagerringen und Käfig verhindern und deren Oberflächen vor Verschleiß und Korrosion schützen. Voraussetzung hierfür ist, dass bei allen Betriebszuständen die Funktionsflächen stets ausreichend Schmierstoff erhalten. Die Wirksamkeit der Schmierung beeinflusst wesentlich die Gebrauchsdauer der Wälzlager

1.3.2 Wälzlager können mit Schmierfett, Öl oder Festschmierstoff (Sonderfälle) geschmiert werden. Die Art der Schmierung und des Schmiermittels richtet sich wesentlich nach der Höhe der Beanspruchung der Drehzahl und der Betriebstemperatur des Lagers

1.3.3 Vor dem Entwurf einer Lagerung muss die Schmierungsart entschieden werden, da die Gestaltung der Gehäuse, insbesondere die Schmiermittelzufuhr, von der Art des Schmiermittels, der Lagerabdichtung und den Nachschmierfristen abhängt.

1.3.4 Auswahlkriterium ist zunächst der Drehzahlkennwert

$$n \cdot d_m \text{ in } 10^6 \frac{mm}{min}$$

mit der Betriebsdrehzahl n und dem mittleren Lagerdurchmesser

$$d_m = \frac{(D + d)}{2} = \frac{(1180 + 850)}{2} = 1015.0 \text{ mm}$$

1.4 Drehzahlkennwert:

$$n \cdot d_m = 20 \text{ min}^{-1} \cdot 1015.0 \text{ mm} = 20300.0 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1} < 10^6$$

1.5 Fettschmierung

1.5.1 Die Fettschmierung wird bei Drehzahlkennwerten n

$$d_m \cdot n = 20300.0 < 0.5 \cdot 10^6 \text{ mm/min}$$

1.5.2 bevorzugt. Sie erfordert eine geringe Wartung und schützt meist ausreichend gegen Verschmutzung, so dass einfache und billige Lagerabdichtungen gestaltbar sind.

TB 4-3 Eigenschaften der Schmierfette

a) mineralölbasische Schmierfette

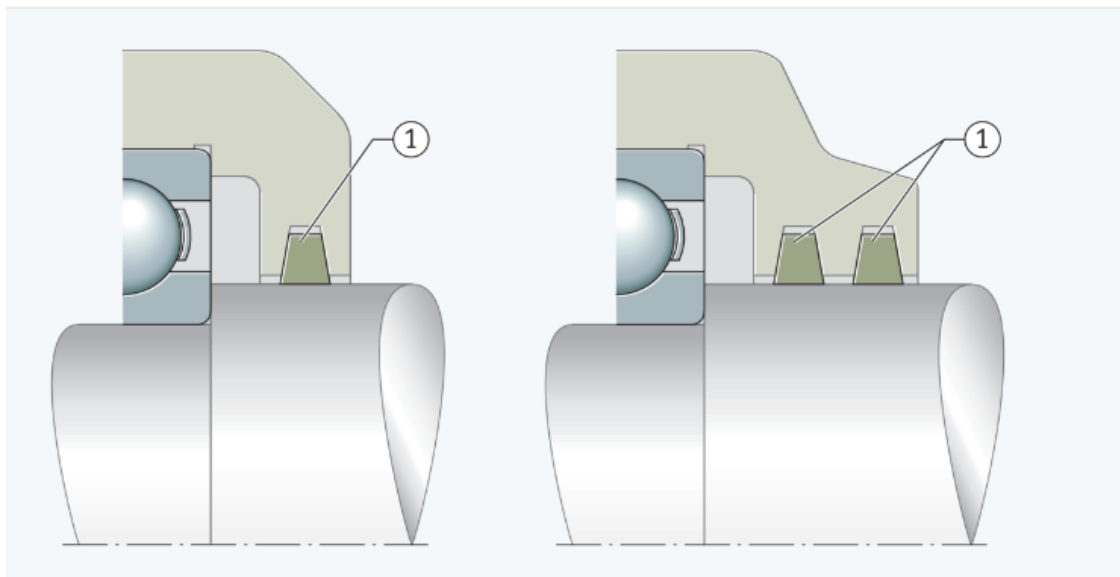
Verdicker			Tropf- punkt °C	Einsatz- Temperaturbereich °C		Beständig- keit gegen Wasser	Korro- sions- schutz	Natür- liches EP- Verhalten	Geeignet für		Kosten- relation
				°C	°C				Wälzlager	Gleitlager	
Seife	Normal	Kalzium	80/100	-35	+50	+++	+	++	-	+	0,8
		Natrium	150/200	-30	+120	-	++	+	++	++	0,9
		Lithium	180/200	-40	+120/140	+	+	+	+++	++	1
		Aluminium	100/120	-30	+80/100	++	+++	+	+++	++	2,5-3,0
	Komplex	Kalzium	>260	-30	+140	++	++	++	++	++	0,9-1,2
		Natrium	>240	-30	+130	+	+	+	++	+	3,5
		Lithium	>250	-30	+150	++	+	+	+++	++	4-5
		Aluminium	>250	-30	+140	++	+	+	+++	+	2,5-4,0
Nicht- Seife	Gemisch	Li/Ca	170/180	-30	120/130	++	+	+	+++	++	1,3
	An- organisch	Bentonit Aerosil (Gel)	ohne ohne	-25 -20	150/200 150/180	++ ++	- -	+ -	++ ++	+ +	6-10 5
	Organisch	Polyharnstoff	> 250	-25	150/200	++	+	+	++	+	6

1.5.3 Zur Schmierung von unserem Wälzlager wird Lithiumseifenfette angewendet. Die Wahl der Fettsorte erfolgt nach der Gebrauchstemperatur, dem Verhalten gegen Feuchtigkeit

Lithiumseifenfette: GT (-40) -20 ... +130 (170) C, gegen Wasser bis 90 C beständig

1.6 Lagerabdichtungen

- 1.6.1 Die Betriebssicherheit und die Gebrauchsdauer von Wälzlagerungen hängen sehr von der Wirksamkeit des Abdichtens gegen das Eindringen von Schmutz und Feuchtigkeit und gegen einen Verlust des Schmiermittels ab. Fremdkörper, die in das Lager eindringen, führen beim Berrollen an den Rollkörpern und Laufbahnen zu Eindrückungen und als Folge zu erhöhten Laufgeräuschen und zu einer geminderten Gebrauchsdauer. Schmirgelnde Verunreinigungen dagegen führen zum Verschleiß, wodurch sich das Lagerspiel vergrößert. Dies mindert die Laufgenauigkeit und damit die Funktion des Lagers. Eindringen des Wasser, Dämpfe und ätzende Flüssigkeiten setzen die Wirksamkeit des Schmiermittels herab bzw. heben sie völlig auf und greifen korrodierend die Rollkörper und Laufbahnen an. Eine Abdichtung gegen diese Einflüsse ist deshalb notwendig, wobei die Art der Abdichtung von den äußeren Betriebsbedingungen (Schmutzanfall, Feuchtigkeit, ätzende Medien), der geforderten Lebensdauer und der Funktion sowie der Drehzahl des Lagers abhängig ist.
- 1.6.2 Für die Abdichtung : Filzringdichtungen
- 1.6.3 Filzringe sind einfache Dichtungselemente bei Fettschmierung
- 1.6.4 Filzringe sind einfache Dichtungselemente, die sich vor allem bei Fettschmierung bewähren . Der Filz bildet nach kurzer Laufzeit eine vorspannungsfrei anliegende Dichtfläche mit sehr guter Dichtwirkung gegen Staub. Die Ringe werden vor dem Einbau mit Öl getränkt.
- 1.6.5 Betriebstemperaturen bis $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$ sind möglich. Bei höheren Temperaturen sind Dichtringe aus gewickelten Garnen erforderlich, die aus PTFE-, Graphit- oder Aramid- und Glasfasern bestehen und mit PTFE oder Graphit imprägniert sind.



TB 14-3 Richtwerte für Radial- und Axialfaktoren X , Y bzw. X_0 , Y_0

a) bei dynamisch äquivalenter Beanspruchung

Lagerart	e	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$	
		X	Y	X	Y
Rillenkugellager ¹⁾ ein- und zweireihig mit Radialluft normal übliche Passung k5 ... j5 und J6	F_a/C_0 0,025 0,04 0,07 0,13 0,25 0,50	0,22 0,24 0,27 0,31 0,37 0,44	1 0	0,56	2,0 1,8 1,6 1,4 1,2 1,0
Schräggugellager • Reihe 72B, 73B $\alpha = 40^\circ$; Einzellager und Tandem-Anordnung • –; Lagerpaar in O- oder X-Anordnung • Reihe 32 B, 33 B $\alpha = 25^\circ$ • Reihe 32, 33 $\alpha = 35^\circ$	 1,14 1,14 0,68 0,95	 1 1 1 1	 0 0,55 0,92 0,66	 0,35 0,57 0,67 0,6	 0,57 0,93 1,41 1,07
Vierpunktlager, möglichst $F_a \geq 1,2 \cdot F_r$	0,95	1	0,66	0,6	1,07
Pendelkugellager	s. TB 14-2	1	s. TB 14-2	0,65	s. TB 14-2
Zylinderrollenlager ²⁾ • Reihe 10, 2, 3 und 4 • Reihe 22, 23	 0,2 0,3	 1 1	 0 0	 0,92 0,92	 0,6 0,4
Kegelrollenlager ³⁾	s. TB 14-2	1	0	0,4	s. TB 14-2
Tonnenlager	–	1	9,5	1	9,5
Pendelrollenlager	s. TB 14-2	1	s. TB 14-2	0,67	s. TB 14-2
Axial-Rillenkugellager	–	–	–	0	1
Axial-Pendelrollenlager ⁴⁾	1,82	–	–	1,2	1

1.6.6 Radialfaktor X und Axialfaktor Y ergeben sich aus TB 14-3a bzw. WLK (Roloff /Matek Maschinenelemente)

1.6.7

$$F_a = 10 \text{ KN}$$

1.6.8

$$F_r = 8620 \text{ KN}$$

1.6.9 Folgt daraus

$$\frac{F_a}{F_r} = 0.001$$

1.6.10 Da das wir ein Zylinderrollenlager haben ($e = 0.2$) und

$$\frac{F_a}{F_r} = 0.001 < e$$

, wird Radialfaktor $X = 1$ und Axialfaktor $Y = 0$ sein

1.6.11 Äußer Durchmesser

$$D_{a.f} = 1180 \text{ mm}$$

1.6.12 Innere Durchmesser

$$D_{i.f} = 850 \text{ mm}$$

1.6.13

$$A_a = N_{max} = 10 \text{ KN}$$

1.6.14

$$A_r = Q_{max} = 8620 \text{ KN}$$

1.6.15 Drehzahl bestimmen:

$$n = 20.000 \text{ min}^{-1}$$

1.6.16 Die dynamische äquivalente Belastung P ist ein rechnerischer Wert,

1.6.17 der in Größe und Richtung konstante Radiallast oder Axiallast, Hier gibt es nur eine Radiallast

$$X = 1 \quad Y = 0$$

$$P_A = X \cdot A_r + Y \cdot A_a = 1 \cdot 8620 + 0 \cdot 10 = 8620 \text{ KN}$$

2 Lebensdauerexponent für Rollenlager

2.0.1 $C_{r.f} = 28100 \text{ KN}$ dynamische Tragzahlen

2.0.2 $C_{0r.f} = 73500 \text{ KN}$ statische Tragzahlen

$$L_{10.h_{d.f}} = \frac{16666}{n} \cdot \left(\frac{C_{r.fl}}{P_A} \right)^P = \frac{16666}{20.000 \text{ min}^{-1}} \cdot \left(\frac{28100 \text{ KN}}{8620 \text{ KN}} \right)^3 \cdot 3 = 42802.082 \text{ hr}$$

$$L_{10.h_{s.f}} = \frac{16666}{n} \cdot \left(\frac{C_{0r.f}}{P_A} \right)^P = \frac{16666}{20.00 \text{ min}^{-1}} \cdot \left(\frac{73500 \text{ N}}{8620 \text{ N}} \right)^3 \cdot 3 = 1055362.421 \text{ hr}$$

2.1 Modifizierter Lebensdauer Berechnung:

2.1.1 Lebensdauerbeiwert für eine Erlebenswahrscheinlichkeit von 97% , $a_1 = 0.47$, damit 97% Überlebenswharscheinlichekit gewährleistet wird (Tabelle von Lagerkatalog S.XX). Lebensdauerbeiwert für Standard-WälzlagerStahl: Der Lebensdauerbeiwert ist für normale Lagerwerkstoff mit $a_2 = 1$ zu Wählen

2.1.2 Lebensdauerbeiwert für besondere Betriebsbedingungen : a_3

2.1.3 Mittlere Durchmesser des Lagers:

$$D_{m.f} = \frac{D_{a.f} + D_{i.f}}{2} = \frac{1180 \text{ mm} + 850 \text{ mm}}{2} = 1015.0 \text{ mm}$$

2.2 Bezugsviskosität

2.2.1 Bezugsviskosität $v_{1,f}$ bei $n = 20.000 \frac{1}{min}$ wird aus dem Diagramm (Skript ME II S.32) abgelesen:

$$v_{1,f} = 190 \frac{mm^2}{s}$$

2.2.2 Und die Betriebsviskosität bei Betriebstemperatur 50 C beträgt:

$$v_f = 110 \frac{mm^2}{s}$$

2.2.3 Die Viskositätsverhältnis ist:

$$k = \frac{v_f}{v_{1,f}} = \frac{110}{190} = 0.579$$

2.2.4 Mit der Annahme von höchster Sauberkeit wird a3-Lebensdauer von dem Diagramm im Lagerkatalog abgelesen

$$L_{3m.s.f} = a_1 \cdot a_2 \cdot a_{3.1} \cdot L_{10h.s.l} = 0.47 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 1055362.421 = 992040.676 \text{ hr}$$

$$L_{3m.d.f} = a_1 \cdot a_2 \cdot a_{3.1} \cdot L_{10h.d.f} = 0.47 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 42802.082 = 40233.957 \text{ hr}$$