SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlager

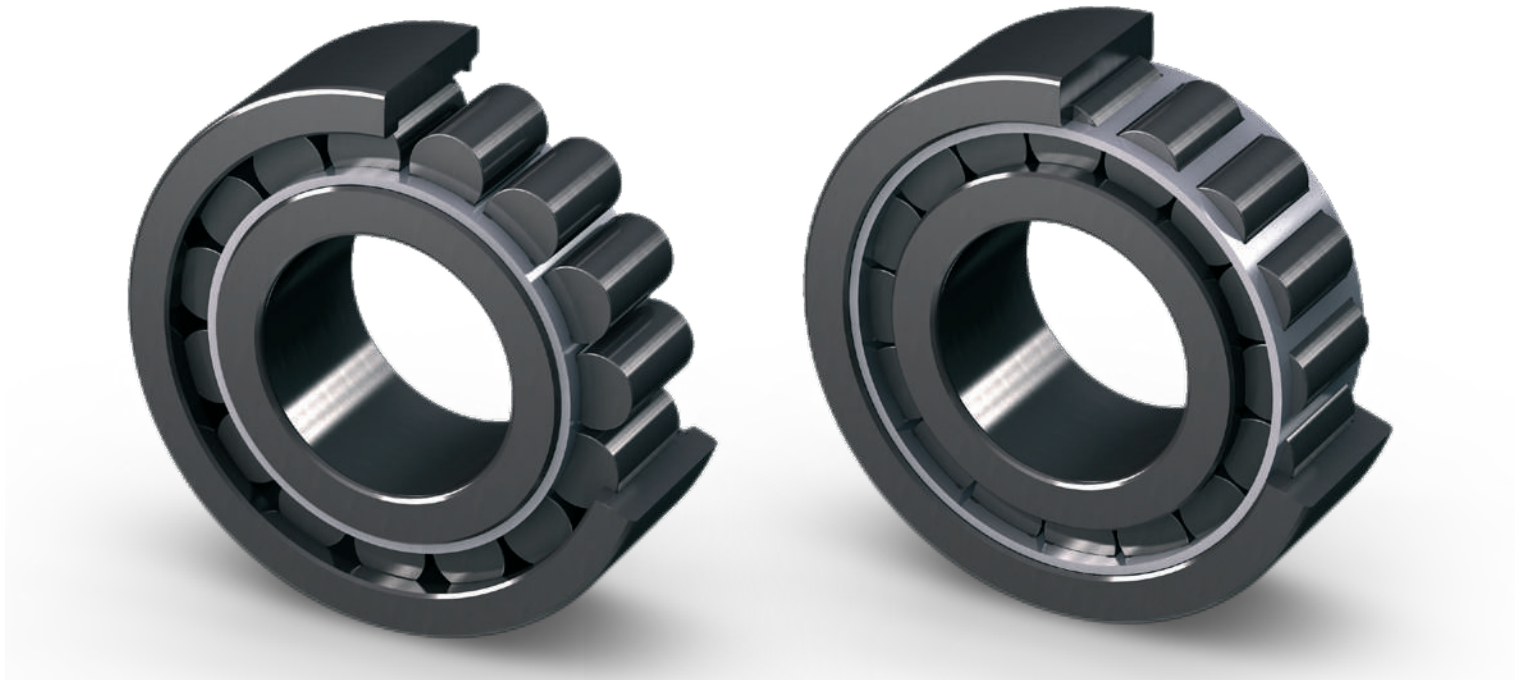
Vollrollige Lager mit Käfig

Höhere Tragzahlen und längere Gebrauchsdauer

Für Industriegetriebe, Getriebe in Windenergieanlagen, Bergbaumaschinen und ähnliche Anwendungsfälle werden Komponenten benötigt, die eine hohe Betriebszuverlässigkeit bei möglichst langer Gebrauchsdauer gewährleisten. Da in diesen Anwendungsfällen eine hohe Tragfähigkeit gefordert ist, kommen hier oft vollrollige Lager zum Einsatz.

Vollrollige Lager besitzen keinen Käfig. Sie können daher mehr Rollen und entsprechend höhere Belastungen aufnehmen als vergleichbare Lager mit Käfig. Durch den Direktkontakt zwischen den Rollen entsteht in vollrolligen Lagern allerdings mehr Reibungswärme, womit sich auch das Verschleißrisiko erhöht. Die Bezugsdrehzahlen vollrolliger Lager sind daher relativ niedrig. Bei besonders schwierigen Betriebsbedingungen können sich diese Nachteile addieren und zu einer erheblichen Verkürzung der Lagergebrauchsdauer führen.

SKF hat Lager entwickelt, die die Vorteile vollrolliger Lager mit denen von Lagern mit Käfig kombinieren. Diese SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlager überzeugen durch eine Kombination aus hoher Tragfähigkeit und hoher Zuverlässigkeit.



SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlager mit innenring- oder außenringgeführtem Käfig

Innovatives Lagerdesign

Die Erhöhung der Tragzahlen wird traditionell durch größere Rollen erreicht. Um dies innerhalb der genormten ISO-Hauptabmessungen realisieren zu können, müssten die Ringquerschnitte verkleinert werden. Dabei ist jedoch zu beachten, dass bei dünneren Ringen das Risiko von Ringwandern, Ring- oder Bordbrüchen und Passungsrost steigt. Durch die höheren Massenkräfte sind große Rollen auch anfälliger für Anschmierungen.

Die neuen SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlager (→ **Bild 1**) erfüllen die ISO-Maßvorgaben. Sie haben mehr Rollen, aber die gleiche innere Geometrie wie EC Zylinderrollenlager. Dadurch können sie höhere dynamische und statische Belastungen aufnehmen, was zu einer höheren Lagergebrauchsdauer führt.

Geringeres Gleitrisiko

SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlager wurden eigens für Windenergieanlagen und vergleichbare Anwendungsfälle mit hohen Anforderungen an die Tragfähigkeit entwickelt. In diesen Anwendungsfällen werden die Lager häufig auch unterhalb der geforderten Mindestbelastung betrieben. Unter diesen Bedingungen haben Massenkräfte der Rollen und des Käfigs, sowie die Reibung im Schmierstoff einen nachteiligen Effekt auf die Abrollverhältnisse und können somit Oberflächenschäden zwischen Ringen und Rollen verursachen.

Durch die innenringgeführten Käfige von SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlagern kann dieses Risiko verringert werden. Bei einem Betrieb unterhalb der empfohlenen Mindest-Radialbelastung ist das Gleitrisiko bei Lagern mit innenringgeführtem Käfig deutlich niedriger als bei herkömmlichen Zylinderrollenlagern der gleichen Größe. Bei den Lagern der Maßreihe 22 ist das Gleitrisiko sogar noch niedriger als bei den Lagern der Reihe 23. Die Lager der Reihe 22 haben einen niedrigeren Querschnitt und kleinere Rollen, wodurch die auftretenden Massenkräfte geringer sind.

Die Rollen sind brüniert, um das Risiko von Gleitschäden beim Anfahren weiter zu reduzieren.

Ein nachhaltiges Produkt

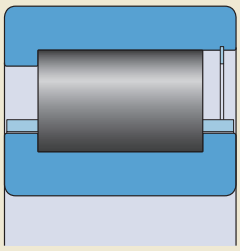
Bei der Entwicklung der Hochleistungs-Zylinderrollenlager fand das SKF Nachhaltigkeitsprogramm „Beyond Zero" Anwendung. Mit diesem Programm verpflichtet sich SKF, Produkte zu entwickeln, die im Betrieb weniger Energie verbrauchen als zu ihrer Fertigung erforderlich war.

Die SKF Lager bieten folgende Umweltvorteile:

- Niedrigere Reibverluste
- Raumsparende Konstruktionen
- Längere Lagergebrauchsdauer

SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlager bestehen vollständig aus Stahl. Sie lassen sich daher einfach recyceln.

Bild 1



Querschnitt eines SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlagers

Leistungsvorteile

Optimierte Käfigausführung

Der wichtigste Aspekt des neuen SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlagers ist die neue Käfigausführung. Das Design des Stahlblechkäfigs ist eine Weiterentwicklung des herkömmlichen Messing-Massivkäfigs.

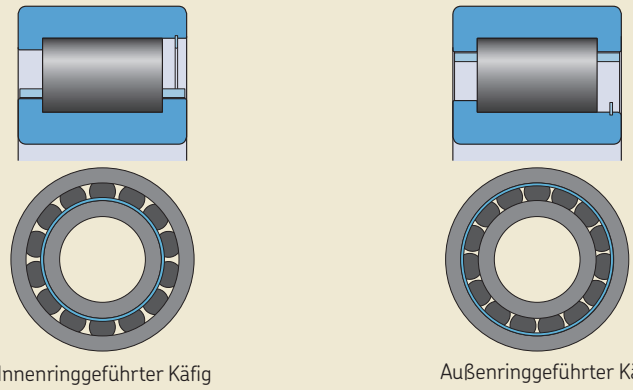
Bei dem neuen Fensterkäfig aus Stahl sind die Käfigstege gegenüber dem Rollen-Teilkreisdurchmesser versetzt angeordnet. Das wirkt sich nicht negativ auf die Stegfestigkeit aus, ermöglicht aber eine Verkleinerung des Rollenabstands und schafft damit Platz für zusätzliche Rollen.

Die Käfigausführung wurde in aufwändigen Simulationen optimiert. Die Form der Käfigstege minimiert Spannungskonzentrationen und verbessert den Schmierfilmaufbau. Der niedrige Höhenquerschnitt des Käfigs fördert den Ölfluss durch das Lager und den schnellen Aufbau eines trennenden Schmierfilms.

Durch das geringe Käfiggewicht bleiben die Massenkräfte klein, was das Gleitverhalten des Käfigs insbesondere bei geringeren Belastungen verbessert.

Der Käfig kann wahlweise als innenringschultergeführte oder außenringschultergeführte Variante ausgeführt werden (→ **Bild 2**). Schultergeführte Käfige bieten Vorteile bei hohen Drehzahlen, schnellen Beschleunigungen und Stoßbelastungen.

Bild 2



SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlager mit einem auf der Innenringschulter geführten Käfig und einem auf der Außenringschulter geführten Käfig

Optimierter Rollensatz

Um das Anschmier- und Verschleißrisiko speziell während des Einlaufens zu verringern, werden die Rollen der SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlager serienmäßig brüniert.

Die höhere Anzahl der Rollen ermöglicht höhere statische und dynamische Tragzahlen als bei Standard-Zylinderrollenlagern mit Käfig.

Vorteile der SKF Explorer Lager

Anders als vollrollige Zylinderrollenlager sind alle SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlager in der Leistungsklasse SKF Explorer erhältlich. Die Lager der Reihe 23 (bis 150 mm Bohrungsdurchmesser) und der Reihe 22 (bis 200 mm Bohrungsdurchmesser) werden serienmäßig in der Explorer Leistungsklasse ausgeliefert. SKF Explorer Lager bieten gegenüber Standardlagern folgende Vorteile:

- Längere Lagergebrauchsdauer
- Niedrigere Reibungsverluste
- Längere Wartungsintervalle
- Höhere dynamische Tragzahl
- Verbesserte Verschleißfestigkeit
- Geringerer Energieverbrauch
- Geringe Betriebs- und Wartungskosten
- Höhere Produktivität
- Niedrigerer Geräusch- und Schwingungspegel

Mehr Leistung

Hochleistungs-Zylinderrollenlager aus der SKF Explorer Leistungsklasse unterscheiden sich in einigen Merkmalen von Standard-Zylinderrollenlagern. Diese Merkmale verbessern die Zuverlässigkeit und verlängern die Gebrauchsdauer des Lagers auch bei schwierigsten Bedingungen.

Die überlegene Leistung der SKF Explorer Lager wird hauptsächlich durch die drei nachstehend beschriebenen Merkmale erreicht.

Hochreiner Stahl

Die hohe Qualität der SKF Explorer Lager beginnt bereits bei der Materialwahl. Die Lager bestehen aus hochreinem Wälzlagerstahl. SKF verwendet für die Explorer Lager ausschließlich extrem homogenen Stahl, damit die Lager an allen Stellen exakt die gleiche Festigkeit aufweisen und keine Schwachstellen haben. Diesem hochreinen Ausgangsmaterial verdanken die Lager der SKF Explorer Leistungsklasse ihre außergewöhnliche Festigkeit und Haltbarkeit. Der Stahl wird einer speziellen SKF Wärmebehandlung unterzogen, die zu einer weiteren Verbesserung der Leistungswerte beiträgt.

Besondere Wärmebehandlung

Für extreme Betriebsbedingungen, die typisch in Windturbinengetrieben sind, wurden die Komponenten der SKF Explorer Hochleistungs-Zylinderrollenlager einer speziellen Wärmebehandlung unterzogen, die die Zähigkeit des Materials verbessert und die Wahrscheinlichkeit vorzeitiger Lagerausfälle verringert.

Verbesserte Oberflächenreinheit

Die Oberflächentopographie der Wälzkörper und Laufbahnen von SKF Explorer Lagern wurde optimiert. Durch Kombination mehrerer Verfahren gelang es den Wissenschaftlern, die Reibung weiter zu reduzieren und die Bildung eines hydrodynamischen Schmierfilms zu verbessern. Dadurch wirkt der Schmierstoff effektiver, so dass sich die Wärmeerzeugung und der Geräusch- und Schwingungspegel verringern.

Empfohlen für Windenergieanlagen

SKF Explorer Hochleistungs-Zylinderrollenlager sind nicht zuletzt durch ihre Oberflächenbehandlung für die schwierigen Betriebsbedingungen in Windenergieanlagen hervorragend geeignet. Herkömmliche Lager haben Probleme mit den häufigen Starts und Stopps in diesen Anlagen, da nach jedem Start der Schmierfilm neu aufgebaut werden muss, was einige Zeit in Anspruch nimmt. Die speziell behandelten Oberflächen in den SKF Explorer Hochleistungs-Zylinderrollenlagern begünstigen dagegen den schnellen Schmierfilmaufbau.

Funktions- und Langzeitprüfungen

Minimallast

Es wäre falsch, bei der Entwicklung eines Lagers nur auf die maximale Tragfähigkeit zu achten, denn in der Praxis können die Belastungen stark schwanken und sogar unter die erforderliche Mindestbelastung fallen. Das ist besonders bei hohen Drehzahlen kritisch, bei denen sich das Rollen-Gleit-Verhältnis (Gleitanteil zwischen Rollen und Laufbahnen) erhöhen kann.

Bei geringen Belastungen und gleichzeitig hohen Drehzahlen können die Massenkräfte in Kombination mit Mangelschmierung das Anschmierrisiko erheblich steigern und schnell zu vorzeitigem Lagerausfall führen. Daher wurden die Rollen- und Käfig-Gleitbewegungen von SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlagern auch unterhalb der geforderten Mindestbelastungen untersucht.

Die Mindestbelastungstests erfolgten bei weniger als 10 Prozent der empfohlenen Mindestbelastung laut SKF Hauptkatalog. Dabei zeigte sich, dass das Rollen-Gleit-Verhältnis bei SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlagern mit innenringgeführtem Stahlblechkäfig um bis zu 50 Prozent unter den Vergleichswerten von Lagern mit Standard-Messingkäfig liegt, obwohl letztere mehr Rollen haben (**→ Diagramm 1**).

Auch bei Mangelschmierung und im fast belastungsfreien Zustand erreichte das Rollen-Gleit-Verhältnis von SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlagern nicht den kritischen Wert für Ausfälle aufgrund leichter Belastungen.

Drehzahl- und Funktionsprüfung des Käfigs

SKF führte eine Reihe von Funktionsprüfungen bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen durch, um die Leistungswerte des Lagers zu bestimmen.

Dabei wurde auch die Drehzahleignung und Stabilität des Käfigs von SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlagern mit Lagern verglichen, die einen schultergeführten Messingkäfig haben.

Die Prüfungen wurden unter unterschiedlichen Schmierbedingungen wiederholt. Während bei einigen Tests die Ölviskosität so gewählt wurde ($k > 1{,}5$), dass ein ausreichender Ölfilm gewährleistet war, erfolgten andere Tests mit niedrigviskosem Öl ($k < 0{,}5$), so dass eine Grenzschmierung simuliert werden konnte.

Nach Abschluss der Laufprüfungen erfolgten Dauerprüfungen zum Vergleich der beiden Lagerausführungen. In allen Prüfungen wurden die zentralen Leistungsparameter (Temperatur, Belastungen, Drehzahl, Schwingungspegel usw.) kontinuierlich überwacht.

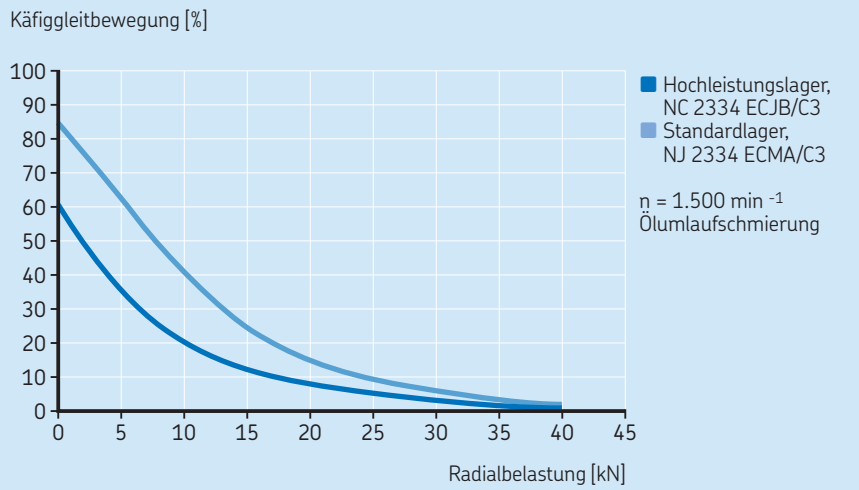
Die Dauerprüfungen und die eingehenden Untersuchungen der einzelnen Lagerkomponenten nach den Tests ergaben keine Einschränkung von SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlagern gegenüber Lagern mit Standardkäfig.

Erfahrungen in der Anwendung

SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlager unterschiedlicher Größe laufen seit Jahren zuverlässig in Windenergieanlagen. Bei mehreren Inspektionen der Wälzlager seit 2006 konnte die überlegene Leistung in diesen Anwendungsfällen nachgewiesen werden.

Diagramm 1

Vergleich der Käfiggleitbewegung bei unterschiedlichen Radiallasten



Empfohlene Lageranordnungen

Tragfähigkeit und Lebensdauer

Die nominelle Lebensdauer nach ISO 281:2007 gilt auch für SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlager. Verglichen mit der rechnerischen Gebrauchsdauer eines Standardlagers mit Käfig hat ein Hochleistungslager der gleichen Größe eine um bis 45% längere Gebrauchsdauer.

Anwender sollten die Lagergebrauchsdauer mit der SKF Lebensdauerformel bestimmen, um die höhere Tragfähigkeit und verbesserte Verschleißfestigkeit der SKF Explorer Lager optimal auszunutzen. Weiterführende Informationen zur Lagerberechnung finden Sie im *SKF Hauptkatalog* und im *Interaktiven SKF Lagerungskatalog* unter www.skf.com.

Reibung

Die Reibung in einem Wälzlager ist ausschlaggebend für die Wärmeentwicklung im Lager und damit für dessen Betriebstemperatur. Sie hängt außer von der Belastung von einer Reihe weiterer Faktoren ab wie Drehzahl, Schmierstoff u.a.

Für SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlager lässt sich das Reibungsmoment mit dem neuen SKF Modell für die Reibungsmomentberechnung bestimmen. Das Modell, das präziser ist als Standardberechnungen, berücksichtigt den Schmierstoff, die wirkenden Belastungen und das Lagerdesign. Die Berechnungen sind komplex, lassen sich aber leicht mit Hilfe des *Interaktiven SKF Lagerungskatalogs* (www.skf.com) durchführen.

Bei der Reibungsmomentberechnung nach dem *SKF Hauptkatalog* sind die Faktoren für Lager mit Käfig (Baureihen N, NU, NJ und NUP) anstelle der Faktoren für vollrollige Lager (Baureihen NCF und NJG) zu verwenden.

Drehzahlen

Der zulässige Drehzahlbereich eines Lagers hängt von der Käfigfestigkeit, der Geometrie der Wälzkörper und der Laufbahnen, dem Schmierverfahren und weiteren Faktoren ab.

Die Bezugsdrehzahlen in den Produkttabellen sind für Standard- und Hochleistungs-Zylinderrollenlager identisch.

Die Grenzdrehzahlen sind erheblich höher als bei vollrolligen Zylinderrollenlagern. Falls der Einsatz von SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlagern bei Drehzahlen über der Grenzdrehzahl geplant ist, wenden Sie sich bitte an den Technischen SKF Beratungsservice.

Passungsempfehlungen

Die Toleranzen für die Bohrungs- und Außendurchmesser von Wälzlagern sind international genormt.

Daher haben SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlager serienmäßig die gleiche Passung wie Zylinderrollenlager mit Käfig. Die Passung hängt vom Anwendungsfall, der Belastung, den Betriebsbedingungen und der möglichen Schiefstellung des Innenrings ab. Für typische Anwendungsfälle mit normalen bis schweren Belastungen (z.B. Windenergieanlagen) und für andere Anwendungsfälle, in denen SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlager zum Einsatz kommen, wird oft ein Wellensitz mit Passung p6 oder r6 empfohlen. Bei diesen Passungen sollte die radiale Lagerluft größer als normal sein.

Weiterführende Informationen und Passungsempfehlungen finden Sie im *SKF Hauptkatalog*.

Schmierung

Für Hochleistungs-Zylinderrollenlager empfiehlt SKF aufgrund des schultergeführten Käfigs eine Ölschmierung. Der niedrige Querschnitt des Käfigs und die besondere Form der Käfigtaschen fördern den Ölfluss durch das Lager und die schnelle Schmierfilmbildung.

Hinweise für Fettschmierung erhalten Sie vom Technischen SKF Beratungsservice.

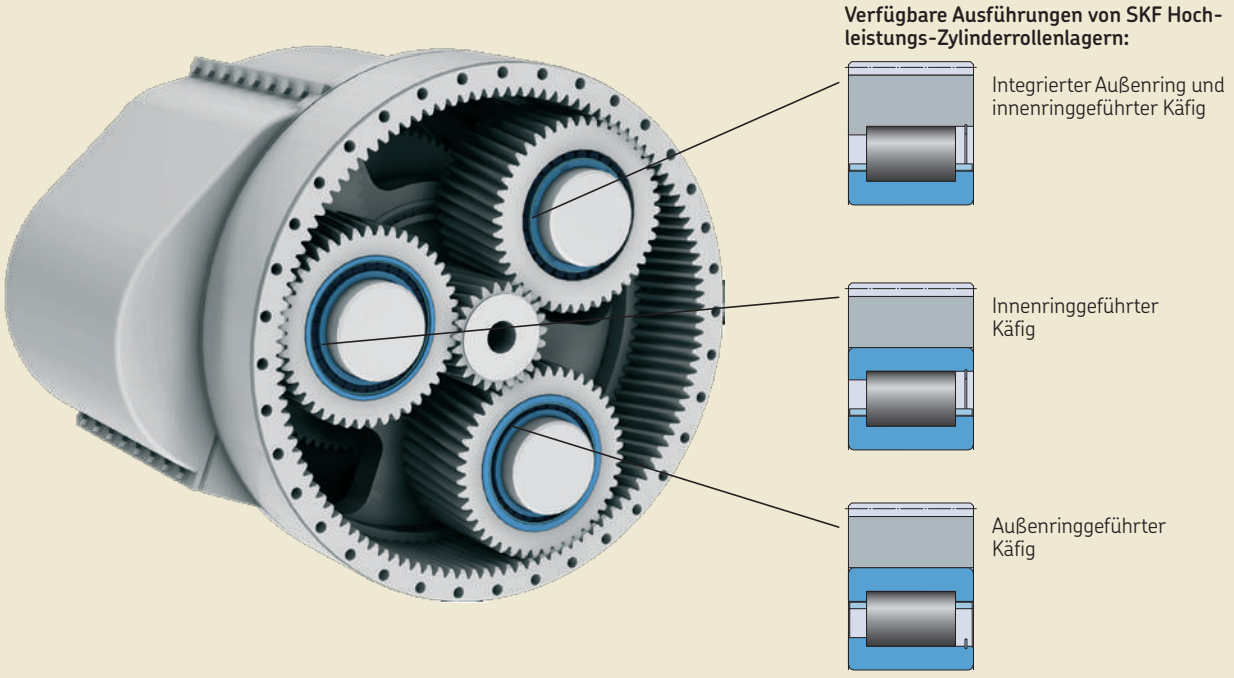
Anwendungsbeispiele

Planetengetriebe

Auf Planetenradlager (→ **Bild 3**) wirken häufig hohe Radiallasten ein. Die Belastungsstärke kann jedoch erheblich schwanken – von gering bis extrem hoch. Für einen zuverlässigen Betrieb unter diesen Bedingungen wird die Außenringlaufbahn des Lagers vermehrt in die Bohrung des Planetenrades integriert, so dass Kriechbewegungen des Rings – Hauptursache von Bordbrüchen – vermieden werden können. Gleichzeitig wird dadurch auch der Einsatz größerer Planetenradlager möglich. Verglichen mit vollrolligen Lagern ermöglicht die Käfigausführung von SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlagern die Aufnahme höherer Drehzahlen bei geringerer Wärmeerzeugung. Zudem sind die Rollen besser gegen anschmierbedingte Schäden geschützt und der Anwender profitiert von der längeren Lagergebrauchsdauer in Planetengetrieben.

Planetengetriebe mit unterschiedlichen SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlagern

Bild 3



Zwischen- und Abtriebswellen

Da an Zwischen- und Abtriebswellen in der Regel hohe Drehzahlen auftreten, sind vollrollige Lager keine geeignete Wahl. Oft kann in diesen Anwendungsfällen die erforderliche Mindestbelastung nicht gewährleistet werden. Für diese Anwendungsfälle bieten sich SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlager mit innenringgeführtem Stahlblechkäfig als robuste Lösung an (→ **Bild 4**). Sie minimieren das Risiko von Anschmierschäden infolge von Rollengleitbewegungen.

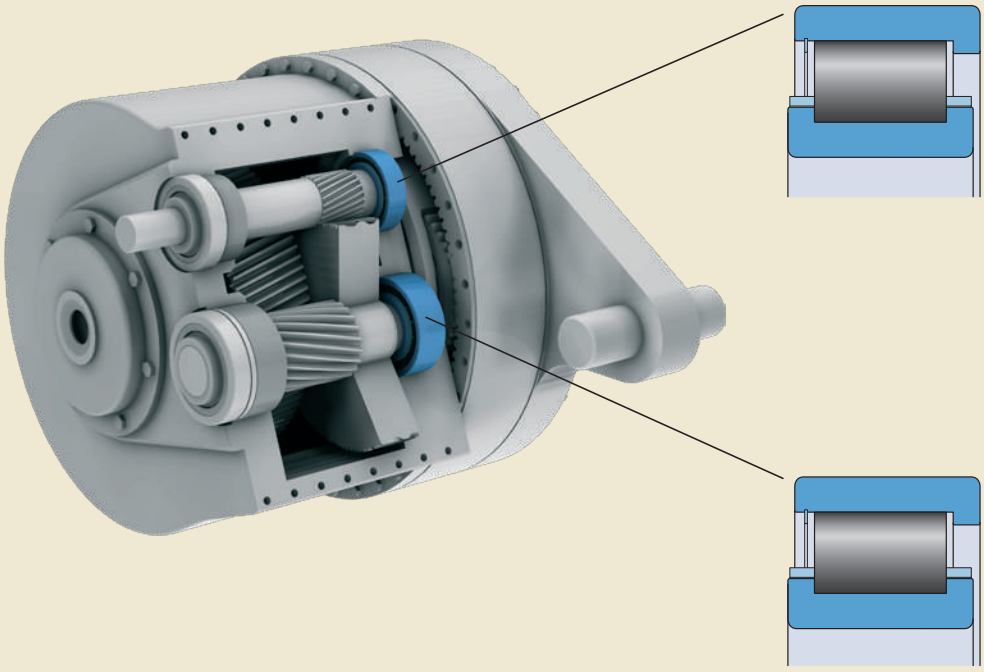
Geringe Belastungen und hohe Drehzahlen

In Anwendungsfällen mit geringen Belastungen und hohen Drehzahlen führen Rollengleitbewegungen und unzureichende Schmierung häufig zu vorzeitigem Lagerausfall. Unter diesen Bedingungen können voll brünierte SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlager mit innenringgeführtem Stahlblechkäfig (Bauform NCF und Nachsetzzeichen L4B) eine deutlich längere Gebrauchsdauer erreichen. Konstruktionsbedingt weist dieser Lagertyp deutlich bessere Abrollverhältnisse auf; gleichzeitig wird die Schmierfilmbildung auf allen Gleitflächen gefördert.

Da an dem leichten Rollensatz nur niedrige Massenkräfte wirken, kann der Anwender mit Lagern aus der Maßreihe 22 das Risiko von Oberflächenschäden und dadurch bedingter frühzeitiger Lagerausfälle reduzieren.

Zwischen- und Abtriebswellen mit SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlagern

Bild 4



Ein- und Ausbau

Aufgrund der Käfigposition über bzw. unter dem Rollen-Teilkreisdurchmesser kann der Käfig nicht verhindern, dass die Rollen herausfallen, wenn die Innen- bzw. Außenringe des Lagers getrennt sind. Ein Haltering in einer Nut des Innen- oder Außenrings verhindert die Separierung der Lagerkomponenten. SKF empfiehlt den Einbau von Hochleistungs-Zylinderrollenlagern als Komplettlager, d.h. der Einbau sollte wie bei vollrolligen Zylinderrollenlagern, Pendelrollenlagern oder Rillenkugellagern erfolgen.

Wenn ein separater Einbau der Innen- und Außenringe erforderlich ist, sind die Rollen durch eine Spannhülse (→ **Bild 5**) bzw. durch ein Halteband (→ **Bild 6**) zu fixieren.

Festlager und Loslager

SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlager können als einseitig wirkende Festlager und als Loslager verwendet werden (→ **Bild 7**). Das Einbauverfahren richtet sich nach der geforderten Lagerfunktion.

Einbau als einseitig wirkendes Festlager

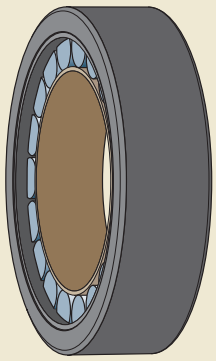
SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlager sind in der Lage, axiale Verschiebungen zwischen Innenring und Außenring in Richtung zum Haltering aufzunehmen. Dazu muss das Lager korrekt ausgerichtet werden und die Ringe sind zu zentrieren.

Einbau als Loslager

Als Loslager können SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlager axiale Verschiebungen in beiden Richtungen aufnehmen. Die Lagerringe sind in diesem Fall gegeneinander leicht versetzt zu montieren. Der typische Versatz entspricht der Hälfte der zulässigen axialen Verschiebung laut Produkttabellen (Parameter „s").

Spannhülse für ein SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlager mit außenringgeführtem Käfig

Bild 5



Halteband für ein SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlager mit innenringgeführtem Käfig

Bild 6

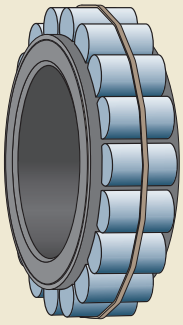
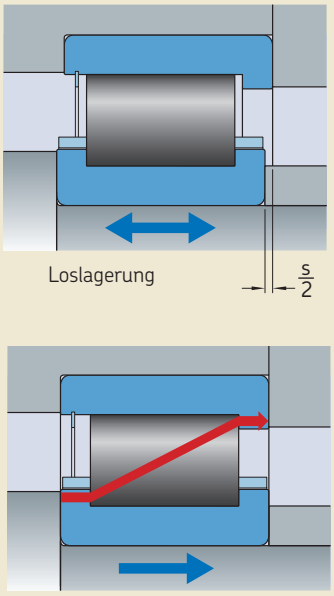


Bild 7



Einseitig wirkendes Festlager zur Aufnahme der Axiallast

Ausführungen

Standardausführung

In der Standardausführung haben SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlager (→ **Bild 8**) einen innenringgeführten Stahlblechkäfig (Nachsetzzeichen JB). Der Käfig ist manganphosphatiert. Die Rollen sind brüniert (Nachsetzzeichen L5B).

Wenn die Außenlauffläche in die Umgebungskomponenten integriert ist, können SKF Hochleistungslager ohne Außenring verwendet werden (→ **Bild 9**). Die Rollen in Lagern ohne Außenring werden durch ein Halteband gesichert; das Lager selbst wird durch ein elastisches Kunststoffgitter geschützt. Diese Lager haben das Vorsetzzeichen RN.

Ausführungen

Lager mit außenringgeführtem Käfig

SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlager sind mit außenringgeführtem Stahlblechkäfig lieferbar (Nachsetzzeichen JA). Bei einigen Größen haben die Lager eine Rolle mehr als gleichgroße Lager mit innenringgeführtem JB-Käfig.

Wenn die Innenlauffläche in die Umgebungsstruktur integriert ist, können SKF Hochleistungslager ohne Innenring verwendet werden. Lager ohne Innenring werden mit einer Hülse geliefert, die die Rollen zusammenhält. Diese Lager haben das Vorsetzzeichen RNU.

Zweireihige Lager

Zweireihige SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlager sind auf Anforderung lieferbar. Sie basieren auf zweireihigen vollrolligen Lagern (z.B. in der Bauform NNCF). Weitere Auskünfte erhalten Sie vom Technischen SKF Beratungsservice.

Gepaarte Lagersätze

SKF liefert auch Sätze aus gepaarten Lagern. Dabei wählen wir die Lager so aus, dass die Bauhöhen in einem sehr engen Toleranzbereich liegen und infolgedessen die Lastverteilung zwischen den Lagern gleichmäßig erfolgt.

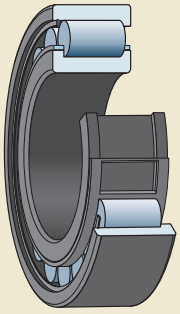
Gepaarte Lagersätze haben folgende Nachsetzzeichen (→ **Bild 10**):

- DR – Nachsetzzeichen für Sätze aus zwei Lagern
- TR – Nachsetzzeichen für Sätze aus drei Lagern
- QR – Nachsetzzeichen für Sätze aus vier Lagern

Die Lager eines gepaarten Satzes sind entweder einreihig (z.B. Bauform NCF) oder zweireihig (z.B. Bauform NNCF).

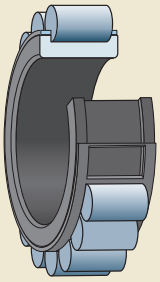
SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlager mit innenringgeführtem Käfig

Bild 8



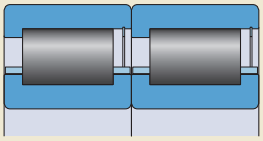
SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlager ohne Außenring

Bild 9

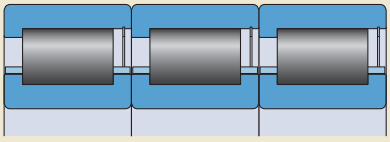


Gepaarte Lagersätze

Bild 10



Satz aus zwei Lagern, Kurzzeichen NCF .. ECJB/DR



Satz aus drei Lagern, Kurzzeichen NCF .. ECJB/TR

Allgemeine Lagerdaten

SKF Explorer Lager

Lager der Reihe 22 (bis 200 mm Bohrungsdurchmesser) und der Reihe 23 (bis 150 mm Bohrungsdurchmesser) werden serienmäßig in der SKF Explorer Leistungsklasse ausgeliefert. Für die Reihe 22 mit einem Bohrungsdurchmesser von 220 mm und für die Reihe 23 mit einem Bohrungsdurchmesser von 160 bis 240 mm sind sowohl Standard- als auch Explorer-Ausführungen lieferbar. In diesem Bereich haben die Lager aus der SKF Explorer Leistungsklasse das Nachsetzzeichen PEX.

Abmessungen

Die Hauptabmessungen von SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlagern stimmen mit den Angaben in ISO 15:1998 überein. Die Lager sind in den Maßreihen 22 und 23 erhältlich. Lager aus der Reihe 22 werden mit einem Bohrungsdurchmesser von 140 bis 220 mm angeboten. Lager aus der Reihe 23 sind mit Bohrungsdurchmessern von 130 bis 240 mm erhältlich. Andere Größen und Sondermaße sind auf Bestellung lieferbar.

Toleranzen

SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlager werden mit Normaltoleranz (Maßgenauigkeit) bzw. mit der Toleranz P6 (Laufgenauigkeit) gefertigt. Die Lagertoleranzen entsprechen DIN 620-2:1988 bzw. ISO 492:2002.

Radialluft

SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlager werden serienmäßig mit normaler radialer Lagerluft gefertigt. Andere Radiallagerluft-Klassen, z.B. C3, sind auf Bestellung lieferbar.

Axiale Verschiebung

SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlager können nur begrenzte Axialverschiebungen zwischen Welle und Gehäuse aufnehmen. Da die axiale Verschiebung im Lager und nicht zwischen Lager und Welle bzw. Gehäusebohrung erfolgt, erhöht sich die Reibung praktisch nicht, wenn sich das Lager dreht. Die zulässige axiale Verschiebung zwischen der Ausgangsstellung eines Rings gegenüber dem anderen Ring ist in den Produkttabellen angegeben (Parameter „s").

Wenn ein SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlager als zweiseitig wirkendes Loslager eingesetzt wird, sind die Lagerringe leicht gegeneinander versetzt zu montieren (→ **Seite 10**). Der erforderliche Versatz und die maximale Bewegung von der Mittenposition sind halb so groß wie die zulässige axiale Verschiebung s.

Schiefstellung

Bei SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlagern ist die zulässige Schiefstellung des Innenrings gegenüber dem Außenring auf drei Winkelminuten begrenzt.
Dieser Wert gilt für Loslager und unter der Voraussetzung, dass die Wellen- sowie Gehäuseachsen konstant bleiben. Bei axial führenden Lagern darf dieser Wert nicht voll ausgenutzt werden, da es hier aufgrund ungleichmäßiger Bordbelastungen zu erhöhtem Verschleiß und in Problemfällen zu Bordbruch kommen kann. Weitere Auskünfte erhalten Sie vom Technischen SKF Beratungsservice.

Betriebstemperatur

SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlager wurden einer speziellen Wärmebehandlung unterzogen, die bei korrekter Schmierung einen Betrieb bis maximal 150 °C erlaubt.

Mindestbelastung

Für einen zuverlässigen Betrieb muss auf SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlager stets eine Mindestbelastung wirken.

Die erforderliche Mindestbelastung kann angenähert aus folgender Gleichung ermittelt werden:

$$F_{rm} = k_r \left(6 + \frac{4n}{n_r}\right)\left(\frac{d_m}{100}\right)^2$$

Hierin sind:
F_{rm} = Mindest-Radialbelastung [kN]
k_r = Minimallast-Faktor
0,16 für Lager der Reihe 22
0,20 für Lager der Reihe 23
n = Drehzahl [min^{-1}]
n_r = Bezugsdrehzahl [min^{-1}]
d_m = mittlerer Lagerdurchmesser [mm]
= 0,5 (d+D)

Wie im Abschnitt *Minimallast* (→ **S. 6**) beschrieben, ist die Käfiggleitbewegung eines SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlagers mit innenringgeführtem Käfig bei Betrieb unterhalb der empfohlenen Mindestbelastung deutlich niedriger als bei einem Lager mit Standardkäfig.

Dynamische axiale Tragfähigkeit

SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlager können einseitig wirkende Axialbelastungen aufnehmen. Ihre axiale Belastbarkeit wird primär von der Tragfähigkeit der Gleitflächen an der Rollenstirn- und Bordseite bestimmt. Die diesbezüglich wichtigsten Einflussfaktoren sind Schmierstoff, Betriebstemperatur und Wärmeabfuhr.

Die dynamische axiale Tragfähigkeit wird mit der Gleichung für einreihige Zylinderrollenlager bestimmt (vgl. *SKF Hauptkatalog*). Die Berechnung kann mit Hilfe des *Interaktiven SKF Lagerungskatalogs* (www.skf.com) durchgeführt werden.

Um das Risiko von Bordbruch zu verringern, darf die konstant wirkende Axialbelastung folgenden Wert nicht überschreiten:

$$F_{a\,max} = 0{,}0035\ D^{1,7}$$

Kurzzeitig wirkende Axialbelastungen dürfen folgenden Wert nicht überschreiten:

$$F_{a\,max} = 0{,}0085\ D^{1,7}$$

Hierin sind:

$F_{a\,max}$ = maximale konstante oder gelegentlich wirkende Axialbelastung [kN]

D = Außendurchmesser des Lagers [mm]

Weitere Auskünfte zur dynamischen axialen Tragfähigkeit erteilt der Technische SKF Beratungsservice.

Äquivalente dynamische Lagerbelastung

Für Loslager gilt:

$$P = F_r$$

Hierin sind:

P = äquivalente dynamische Lagerbelastung [kN]

Für SKF Hochleistungslager, die die Welle in einer Richtung führen, wird die äquivalente dynamische Lagerbelastung folgendermaßen bestimmt:

$P = F_r$ für $F_a/F_r \leq 0{,}3$

$P = 0{,}92\ F_r + 0{,}4\ F_a$ für $F_a/F_r > 0{,}3$

Da axial belastete Zylinderrollenlager nur bei gleichzeitig wirkender Radialbelastung zuverlässig betrieben werden können, darf F_a/F_r nicht größer sein als 0,5.

Äquivalente statische Lagerbelastung

$$P_0 = F_r$$

Hierin sind:

P_0 = äquivalente statische Lagerbelastung [kN]

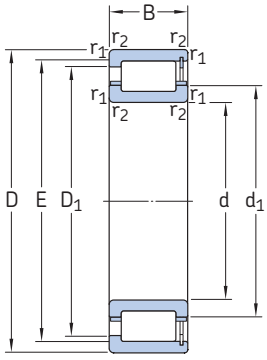
Zusatzbezeichnungen

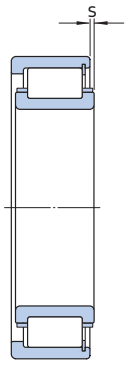
Neben den Nachsetzzeichen laut *SKF Hauptkatalog* sind folgende Nachsetzzeichen für SKF Hochleistungs-Zylinderrollenlager von Bedeutung:

JB Einteiliger Fensterkäfig aus Stahl, innenringgeführt
JA Einteiliger Fensterkäfig aus Stahl, außenringgeführt
L4B Rollen und Ringe brüniert
L5B Rollen brüniert
L7B Rollen und Innenring brüniert
PEX SKF Explorer Lager; das Kurzzeichen wird nur verwendet, wenn gleichgroße herkömmliche Lager und Explorer Lager verfügbar sind
DR Lagersatz aus zwei gepaarten Lagern
TR Lagersatz aus drei gepaarten Lagern
QR Lagersatz aus vier gepaarten Lagern

Weiterführende Informationen finden Sie im *SKF Hauptkatalog* und im *Interaktiven SKF Lagerungskatalog* unter www.skf.com.

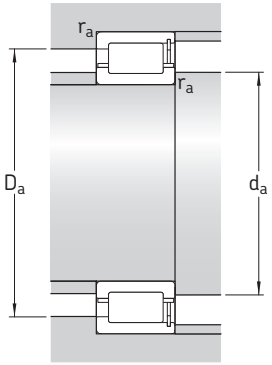
Hochleistungs-Zylinderrollenlager
d **130 – 240** mm

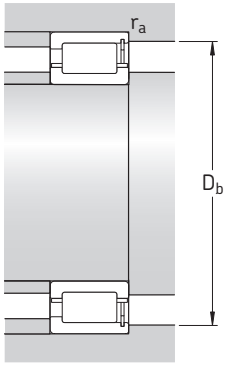




Hauptabmessungen			Tragzahlen		Ermüdungs-grenz-belastung	Drehzahlen		Gewicht	Kurzzeichen
			dyn.	stat.		Referenz-drehzahl	Grenz-drehzahl		
d	D	B	C	C_0	P_u				
mm			kN		kN	min^{-1}		kg	–
130	280	93	1 120	1 340	146	2 400	3 400	29,0	* **NCF 2326 ECJB**
140	250	68	680	880	96,5	2 800	3 600	14,5	* **NCF 2228 ECJB**
	300	102	1 250	1 530	163	2 400	3 200	35,5	* **NCF 2328 ECJB**
150	270	73	780	1 040	112	2 600	3 400	18,0	* **NCF 2230 ECJB**
	320	108	1 430	1 760	183	2 200	3 000	43,5	* **NCF 2330 ECJB**
160	290	80	980	1 270	134	2 400	3 000	23,5	* **NCF 2232 ECJB**
	340	114	1 400	2 000	196	1 800	2 800	50,5	**NCF 2332 ECJB**
	340	114	1 600	2 000	196	2 000	2 800	50,5	* **NCF 2332 ECJB/PEX**
170	310	86	1 160	1 530	156	2 200	2 800	28,0	* **NCF 2234 ECJB**
	360	120	1 540	2 200	216	1 700	2 600	58,5	**NCF 2334 ECJB**
	360	120	1 760	2 200	216	1 900	2 600	58,5	* **NCF 2334 ECJB/PEX**
180	320	86	1 200	1 600	166	2 200	2 800	30,0	* **NCF 2236 ECJB**
	380	126	1 720	2 400	232	1 600	2 400	67,5	**NCF 2336 ECJB**
	380	126	1 960	2 400	232	1 800	2 400	67,5	* **NCF 2336 ECJB/PEX**
190	340	92	1 320	1 760	180	2 000	2 600	36,5	* **NCF 2238 ECJB**
	400	132	1 940	2 750	255	1 500	2 200	78,0	**NCF 2338 ECJB**
	400	132	2 240	2 750	255	1 700	2 200	78,0	* **NCF 2338 ECJB/PEX**
200	360	98	1 460	2 000	200	1 900	2 400	43,0	* **NCF 2240 ECJB**
	420	138	2 200	3 200	300	1 400	2 200	91,5	**NCF 2340 ECJB**
	420	138	2 550	3 200	300	1 600	2 200	91,5	* **NCF 2340 ECJB/PEX**
220	400	108	1 760	2 600	240	1 600	2 200	58,5	**NCF 2244 ECJB**
	400	108	2 000	2 600	240	1 700	2 200	58,5	* **NCF 2244 ECJB/PEX**
	460	145	2 510	3 650	335	1 300	2 000	113,4	**NCF 2344 ECJB**
	460	145	2 900	3 650	335	1 400	2 000	113,4	* **NCF 2344 ECJB/PEX**
240	500	155	2 750	4 000	345	1 200	1 800	146,5	**NCF 2348 ECJB**
	500	155	3 150	4 000	345	1 300	1 800	146,5	* **NCF 2348 ECJB/PEX**

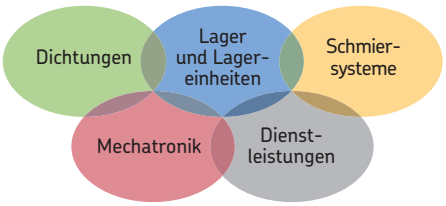
* SKF Explorer





Abmessungen						Anschlussmaße				Anschlussmaße für axial belastete Lager	
d	d_1 ~	D_1 ~	E	$r_{1,2}$ min	s[1]	d_a min	D_a max	D_b max	r_a max	d_a	D_a
mm						mm				mm	
130	182	234	247	4	6,5	147	263	263	3	175	241
140	180	216	225	3	4,0	154	236	236	2,5	174	220
	196	251	264	4	7,3	157	283	283	3	188	257
150	193	229	242	3	4,4	164	256	256	2,5	188	235
	210	268	283	4	7,9	167	303	303	3	201	276
160	206	250	261	3	4,1	174	276	276	2,5	199	256
	222	285	300	4	8,3	177	323	323	3	213	292
	222	285	300	4	8,3	177	323	323	3	213	292
170	219	269	281	4	3,8	187	293	293	3	212	275
	235	299	316	4	7,5	187	343	343	3	225	307
	235	299	316	4	7,5	187	343	343	3	225	307
180	229	279	291	4	3,8	197	303	303	3	222	285
	248	320	339	4	7,9	197	363	363	3	237	329
	248	320	339	4	7,9	197	363	363	3	237	329
190	243	295	308	4	4,5	207	323	323	3	236	302
	262	341	360	5	7,1	210	380	380	4	251	351
	262	341	360	5	7,1	210	380	380	4	251	351
200	256	312	325	4	4,6	217	343	343	3	249	318
	276	356	377	5	7,1	220	400	400	4	264	367
	276	356	377	5	7,1	220	400	400	4	264	367
220	279	349	367	4	7,1	237	383	383	3	269	358
	279	349	367	4	7,1	237	383	383	3	269	358
	302	392	413	5	7,8	240	440	440	4	290	402
	302	392	413	5	7,8	240	440	440	4	290	402
240	327	426	449	5	7,7	260	480	480	4	313	437
	327	426	449	5	7,7	260	480	480	4	313	437

[1] Zulässige axiale Verschiebung aus der Mittellage



The Power of Knowledge Engineering

In der über einhundertjährigen Firmengeschichte hat sich SKF auf fünf Kompetenzplattformen und ein breites Anwendungswissen spezialisiert. Auf dieser Basis liefern wir weltweit innovative Lösungen an Erstausrüster und sonstige Hersteller in praktisch allen Industriebranchen. Unsere fünf Kompetenzplattformen sind: Lager und Lagereinheiten, Dichtungen, Schmiersysteme, Mechatronik (verknüpft mechanische und elektronische Komponenten, um die Leistungsfähigkeit klassischer Systeme zu verbessern) sowie umfassende Dienstleistungen, von 3-D Computersimulationen über moderne Zustandsüberwachungssysteme für hohe Zuverlässigkeit bis hin zum Anlagenmanagement. SKF ist ein weltweit führendes Unternehmen und garantiert ihren Kunden einheitliche Qualitätsstandards und globale Produktverfügbarkeit.

® SKF und SKF Explorer sind eingetragene Marken der SKF Gruppe.

© SKF Gruppe 2010
Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit unserer vorherigen schriftlichen Genehmigung gestattet. Die Angaben in dieser Druckschrift wurden mit größter Sorgfalt auf ihre Richtigkeit hin überprüft. Trotzdem kann keine Haftung für Verluste oder Schäden irgendwelcher Art übernommen werden, die sich mittelbar oder unmittelbar aus der Verwendung der hier enthaltenen Informationen ergeben.

PUB BU/P2 06894 DE · Juni 2010

Gedruckt in Schweden auf umweltfreundlichem Papier.