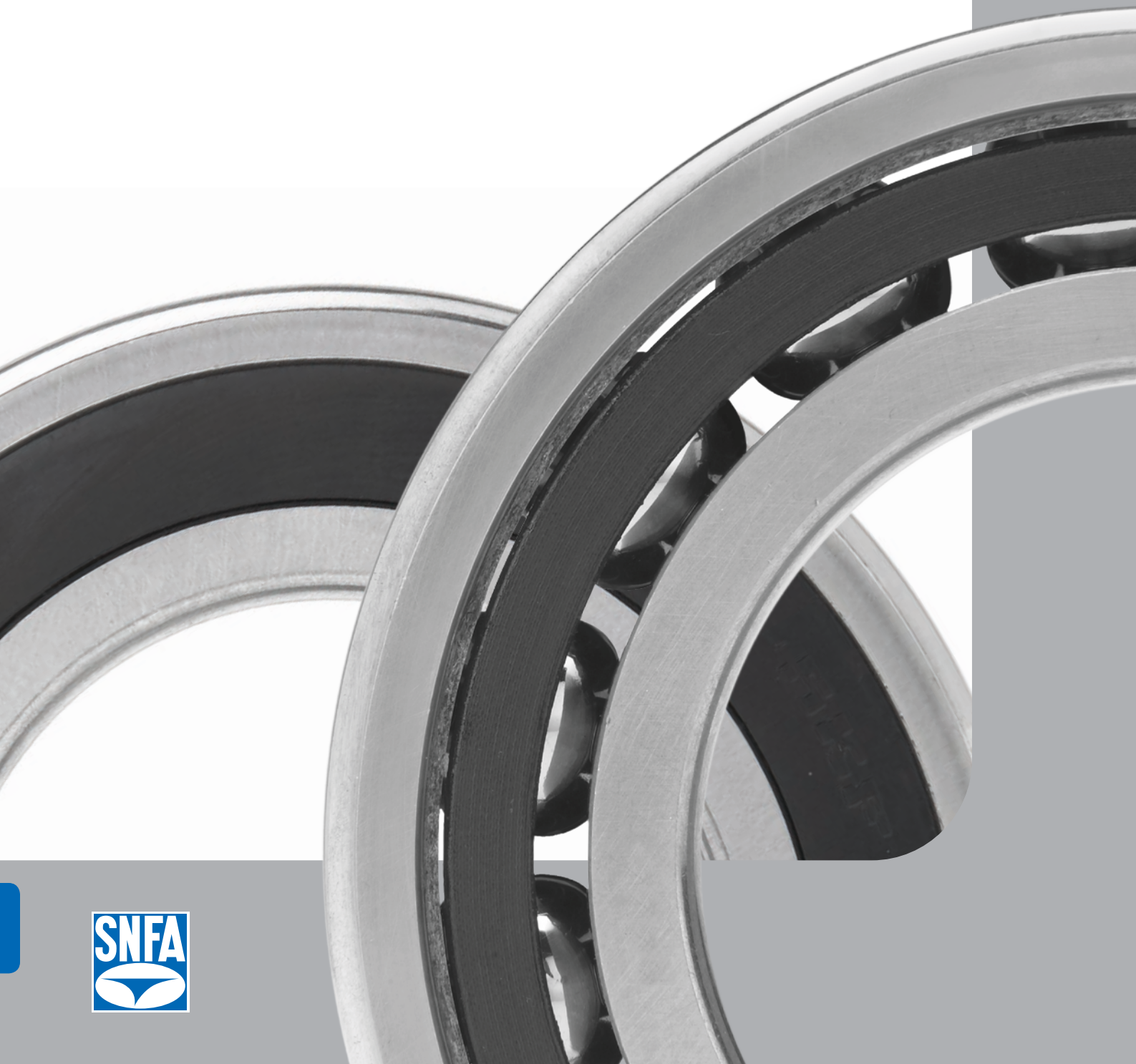
Super-precision bearings
Hochgenauigkeits-Schrägkugellager für hohe Belastungen

72 .. Schwere Reihe D (*E 200*)



Inhalt

SNFA gehört jetzt zur SKF Gruppe. Unseren Kunden steht ein umfangreiches Sortiment leistungsstarker Hochgenauigkeitslager zur Auswahl.

Zusätzlich können sie jetzt auch die SKF Dienstleistungen für Formbau und virtuelle Überprüfungen nutzen: Neben aufwändigen Simulationen bieten wir virtuelle Prüfstände an, die unser gesamtes technisches Wissen repräsentieren.

Dieses einzigartige Angebot – das wohl modernste in der Branche – gibt Anwendern die Möglichkeit, sämtliche Aspekte ihrer Anwendungsfälle auf Herz und Nieren zu prüfen. Die oft übliche Beschränkung auf lagerspezifische Aspekte entfällt bei uns.

Mit Kernkompetenzen in den Bereichen Lager und Lagereinheiten, Dichtungen, Schmiersysteme, Mechatronik-Bauteile und Dienstleistungen ist Ihr SKF-SNFA-Team gut für die Zusammenarbeit mit Ihnen aufgestellt. So können Sie schon heute die Anforderungen meistern, die erst die nächste Generation von Werkzeugmaschinen erfüllen muss.

SKF – Kompetenz für Bewegungstechnik

A Produktinformation

SKF-SNFA Hochgenauigkeits-Schrägkugellager für höchste Leistungsanforderungen **3**

Ein kontinuierlich ausgebautes Sortiment **4**
Gestaltung der Lager 5
Lagerreihe 6
Einzellager und zusammengepasste Lagersätze 7

Anwendungsfälle **8**

B Empfehlungen

Lageranordnungen **10**
Einzellager 10
Lagersätze 10
Art der Anordnung 11
Anwendungsbeispiele 12

Schmierung **14**
Fettschmierung für offene Lager 14
Abgedichtete Lager 15
Einlaufen offener und abgedichteter, fettgeschmierter Lager 15
Ölschmierung für offene Lager 16

C Produktdaten

Allgemeine Lagerdaten **18**
Abmessungen 18
Kantenabstände 18
Toleranzen 18
Vorspannung 18
Axiale Lagersteifigkeit 22
Befestigung von Lagerringen 24
Tragfähigkeit von Lagersätzen 25
Äquivalente Lagerbelastungen 26
Erreichbare Drehzahlen 26
Käfige 27
Dichtungen 27
Werkstoffe 27
Wärmebehandlung 27
Kennzeichnung von Lagern und Lagersätzen 28
Verpackung 29
Bezeichnungsschema 29

Produkttabellen **32**

D Weitere Informationen

Höchste Maßstäbe für Hochgenauigkeitslager **42**
Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe 718 *(SEA)* 42
Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihen S719 .. B *(HB .. /S)* und S70 .. B *(HX .. /S)* 42
Hochgenauigkeits-Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe 43

SKF – Kompetenz für Bewegungstechnik **46**

SKF-SNFA Hochgenauigkeits-Schrägkugellager für höchste Leistungsanforderungen

Die Lager in Werkzeugmaschinen und anderen Präzisionsanlagen müssen sehr hohe Genauigkeitsanforderungen erfüllen. Die Lageranordnung muss extrem steif sein, da die elastische Verformung unter Last direkte Auswirkungen auf Genauigkeit der gesamten Maschine und damit letztlich auch auf die Produktivität hat. So sind beispielsweise parallelkinematische Maschinen (PKM) bekannt für ihre hohe strukturelle Steifigkeit trotz ihres hochdynamischen Verhaltens. Das ist jedoch nur möglich, wenn die Lager in diesen Maschinen den hohen Anforderungen ebenfalls gerecht werden. Die Ingenieure von SKF und SNFA haben gemeinsam eine Hochgenauigkeitslagerreihe entwickelt, die diese Funktionsanforderungen erfüllt. Die neue Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe 72 .. D *(E 200)*[1] nehmen hohe Belastungen auf und bieten gleichzeitig eine hohe Steifigkeit, wodurch sie sich ausgezeichnet für diese und ähnliche Anwendungsfälle eignen.

SKF-SNFA Lager der Reihen 72 .. D *(E 200)* haben folgende Eigenschaften:

- hohe Tragfähigkeit
- hohe Steifigkeit
- lange Lagergebrauchsdauer
- geringe Wärmeerzeugung
- niedriger Geräusch- und Schwingungspegel

Die Lager überzeugen durch eine hohe Zuverlässigkeit und Genauigkeit. Sie sind für parallelkinematische Maschinen (PKM), Drehspindeln, Schleif- und Bohrmaschinen, hochtourige Dynamometer, Turbolader und ähnliche Anwendungsfälle geeignet.

[1] Äquivalente SNFA Lager werden in Klammern bzw. in Schrägschrift angegeben.

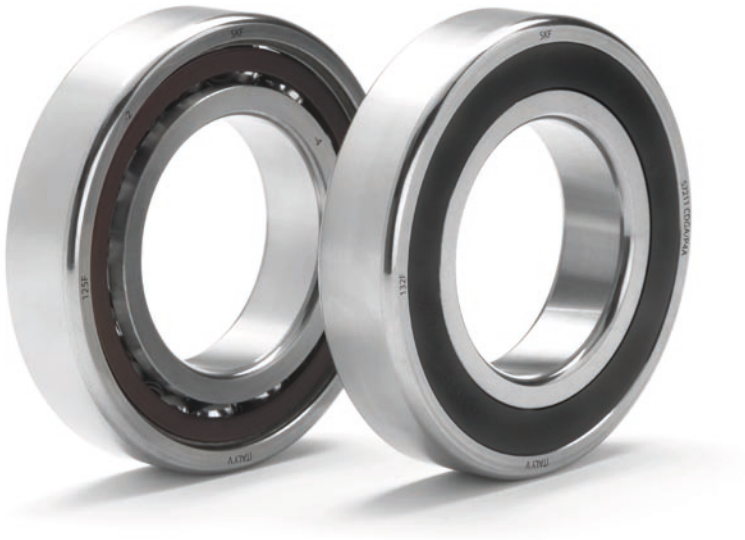
Ein kontinuierlich ausgebautes Sortiment

Das Angebot an SKF-SNFA Hochgenauigkeitslagern wurde jüngst um die Schrägkugellager der Reihe 72 .. D *(E 200)* ergänzt. Die Lager aus dieser Reihe sind jetzt für Wellendurchmesser von 7 bis 140 mm erhältlich. Auf Anforderung liefern wir Lager aus dieser Reihe auch auf Lebensdauer geschmiert und abgedichtet.

Zur Eignung für unterschiedliche Betriebsanforderungen werden die Lager der Reihe 72 .. D *(E 200)* in zwei Toleranzklassen und mit zwei Berührungswinkeln angeboten. Universell paarbare Lager bzw. zusammengepasste Lagersätze werden in vier Vorspannungsklassen gefertigt, damit unterschiedliche Anforderungen an Drehzahl und Steifigkeit erfüllt werden können.

Auf Wunsch liefern wir auch zusammengepasste Lagersätze mit Sondervorspannung. Bei vielen serienmäßig hergestellten Größen kann der Kunde zwischen zwei Kugelwerkstoffen wählen. Die Lager im Durchmesserbereich von 12 – 65 mm haben einen Käfig aus Polyetheretherketon (PEEK), der für einen breiten Betriebstemperaturbereich geeignet ist.

Lager der Reihe 72 .. D *(E 200)* werden wie alle Schrägkugellager fast immer gegen ein zweites Lager angestellt, damit sich die Gegenkräfte ausgleichen. Zur Aufnahme höherer Belastungen und von Axialbelastungen in beiden Richtungen erfolgt der Einbau meist in Sätzen aus mehreren Einzellagern.



Die SKF-SNFA Hochgenauigkeitslager der Reihe 72 .. D *(E 200)* ersetzen die SKF Hochgenauigkeitslager der Reihe 72 .. D und die SNFA Hochgenauigkeitslager der Reihe E 200 (→ *Höchste Maßstäbe für Hochgenauigkeitslager*, **S. 42**).

SKF-SNFA Hochgenauigkeits-Schrägkugellager: Reihe 72 .. D *(E 200)*

Eigenschaften
- hohe Anzahl großer Kugeln
- optimierte Kantenausführung
- ISO-Maßreihe 02
- asymmetrischer Außenring
- leichter Käfig (Hartgewebe oder PEEK)
- PEEK-Hochtemperaturkäfig für Bohrungsdurchmesser 12- 65 mm
- Schmierfett für hohe Drehzahlen (abgedichtete Ausführung)
- berührungsfreie Dichtungen (abgedichtete Ausführung)

Vorteile
- hohe Tragfähigkeit, hohe Steifigkeit
- einfacher Einbau
- großer Querschnitt, robuste Ausführung
- Aufnahme von Radiallasten und einseitig wirkender Axialbelastungen
- reibungsarm, gute Schmierstoffversorgung der Kontaktflächen Kugel/Laufbahn
- geeignet für Betriebstemperaturen von max. 150 °C
- hohe Drehzahlen, auf Lebensdauer geschmiert, gute Wärmefestigkeit
- Schutz vor externen Verunreinigungen, längere Lagergebrauchsdauer

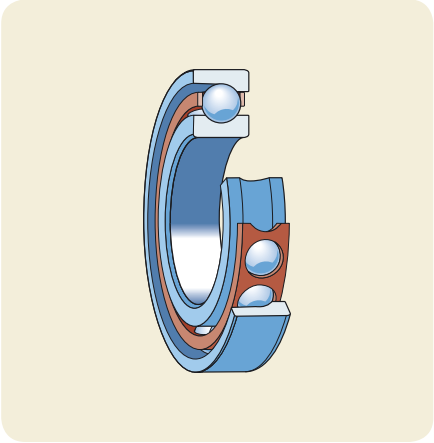
Lagerausführung

Die einreihigen SKF-SNFA Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe 72 .. D *(E 200)* sind für hohe Belastungen bei relativ hohen Drehzahlen und niedrigen bis mittleren Betriebstemperaturen geeignet.

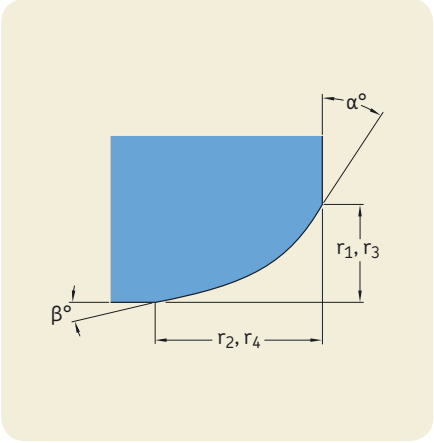
Die Lager der Ausführung D haben u.a. folgende Eigenschaften:

- symmetrischer Innenring
- asymmetrischer Außenring
- hohe Anzahl großer Kugeln
- leichter, an der Außenringschulter geführter Käfig
- optimierte Kantenausführung

Durch die Kombination aus symmetrischem Innenring und asymmetrischem Außenring kann das Lager Radiallasten sowie einseitig wirkende Axialbelastungen aufnehmen. Im Gegensatz zu anderen Hochgenauigkeits-Schrägkugellagern haben die Lager der Ausführung D eine hohe Anzahl großer Kugeln, um eine möglichst hohe Tragfähigkeit zu erreichen. Die Lager haben einen an der Außenringschulter geführten Käfig aus gewebeverstärktem Hartgewebe oder kohlefaserverstärktem Polyetheretherketon (PEEK). Beide Käfigarten sind so konstruiert, dass eine gute Schmierstoffversorgung der Kontaktflächen Kugel/Laufbahn gewährleistet ist. Die Kantenform der Innen- und Außenringe wurde für eine sehr hohe Einbaugenauigkeit optimiert. Dadurch lassen sich die Lager nicht nur leichter, sondern auch mit geringerem Beschädigungsrisiko für die Anschlussteile einbauen.



Lager der Ausführung D haben eine hohe Anzahl großer Kugeln und können damit auch hohe Belastungen aufnehmen.



Die optimierte Ausführung der Lagerringkante erleichtert den Einbau.

Lagerreihe

Die Lager der Reihe 72 .. D *(E 200)* entsprechen den Vorgaben der ISO-Durchmesserreihe 2 und der Breitenreihe 0. Die Lager der Reihe 72 sind robuster und haben (bei gleichem Bohrungsdurchmesser) einen größeren Querschnitt als die Lager der Reihen 718, 719 und 70.

Lagerausführungen

Die SKF-SNFA Lager der Reihe 72 .. D *(E 200)* sind in einer Vielzahl unterschiedlicher Ausführungen erhältlich und können daher bei unterschiedlichsten Betriebsbedingungen (Belastung, Drehzahl, Steifigkeit) eingesetzt werden.

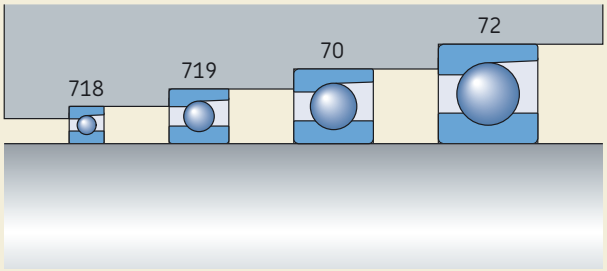
Berührungswinkel

Standardlager werden mit folgenden Berührungswinkeln angeboten:

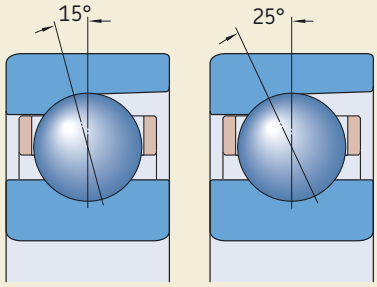
- Berührungswinkel 15°: Nachsetzzeichen CD *(1)*
- Berührungswinkel 25°: Nachsetzzeichen ACD *(3)*

Da die Lager mit unterschiedlichen Berührungswinkeln angeboten werden, können Konstrukteure die für den geplanten Anwendungsfall (Axialbelastung, Drehzahl, Steifigkeit) besser geeignete Ausführung auswählen. Ein größerer Berührungswinkel erhöht die axiale Steifigkeit und die axiale Tragfähigkeit. Die Nenndrehzahl verringert sich allerdings.

Die Lager der Reihe 72 sind robuster und haben (bei gleichem Bohrungsdurchmesser) einen größeren Querschnitt als die Lager aus anderen Reihen.



Je nach Anforderungen an Axialbelastung, Drehzahl und Steifigkeit wählt der Anwender zwischen zwei Berührungswinkeln aus.



Kugelwerkstoffe

Lager mit einem Bohrungsdurchmesser von max. 85 mm sind serienmäßig in folgenden Ausführungen erhältlich:

- Stahlkugeln: kein Nachsetzzeichen
- Keramikkugeln (Siliziumnitrid in Lagergüte): Nachsetzzeichen HC *(/NS)*

Lager mit großem Durchmesser werden serienmäßig mit Stahlkugeln gefertigt. Auf Wunsch sind sie allerdings auch mit Keramikkugeln erhältlich.

Da Keramikkugeln deutlich leichter und härter sind als Stahlkugeln, ermöglichen Hybridlager eine höhere Steifigkeit und höhere Drehzahlen als gleich große Stahllager. Durch das geringere Gewicht der Keramikkugeln sind die resultierenden Fliehkräfte im Lager niedriger und es wird weniger Wärme erzeugt. Möglichst geringe Fliehkräfte sind insbesondere für Werkzeugmaschinen wichtig, in denen sich in schneller Folge die Drehzahl ändert. Durch die geringere Wärme ist der Energieverbrauch niedriger und die Gebrauchsdauer von Lager und Schmierstoff verlängert sich.

Abgedichtete Lager

Lager mit einem Bohrungsdurchmesser von 10 bis 80 mm können werkseitig mit Premiumfett vorgeschmiert und mit beidseitig integrierter Dichtung geliefert werden. Die Dichtscheiben bilden einen extrem engen Dichtspalt mit der Mantelfläche der Innenringschulter.

Verglichen mit Lageranordnungen aus offenen Lagern und externen Dichtungen, bieten Anordnungen aus abgedichteten Lagern eine Reihe von Vorteilen:

- längere Lagergebrauchsdauer
- geringerer Instandhaltungsaufwand
- geringere Bevorratung
- kleineres Verunreinigungsrisiko bei Einbau und Betrieb

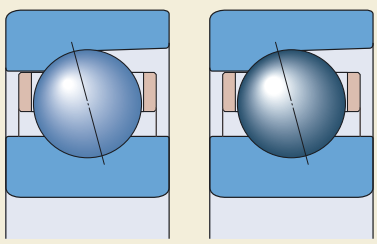
Abgedichtete Lager haben das Vorsetzzeichen S *(Nachsetzzeichen /S)*.

Einzellager und zusammengepasste Lagersätze

Die Lager der Reihe 72 .. D *(E 200)* werden serienmäßig in folgenden Ausführungen angeboten:

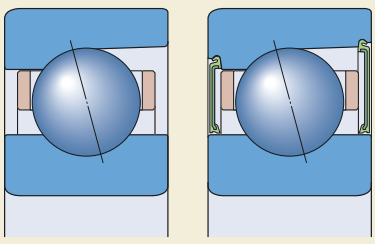
- Einzellager
- einzelne Universallager für den satzweisen Einbau
- zusammengepasste Lagersätze
- zusammengepasste Universallagersätze

Serienmäßig ist auch eine Hybridausführung für Bohrungsdurchmesser bis 85 mm erhältlich.



Stahlkugeln Keramikkugeln

Einige Größen werden auch als abgedichtete Ausführung ausgeboten.



Offene Ausführung Abgedichtete

Anwendungsfälle

Im Sortiment der SKF-SNFA Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe 72 .. D *(E 200)* finden sich Lösungen für die unterschiedlichsten Betriebsbedingungen. Die Lager zeichnen sich u.a. durch eine hohe Steifigkeit und die Aufnahme hoher Belastungen bei relativ hohen Drehzahlen aus.

Sie sind beispielsweise für Drehspindeln geeignet, die eine hohe Tragfähigkeit und Positioniergenauigkeit erfordern. Die Spantiefe und Vorschubgeschwindigkeit werden, in Abhängigkeit von der geforderten Oberflächengüte, meist bis zum Äußersten getrieben.

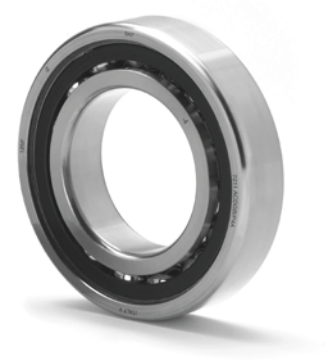
Weitere Anwendungsfälle sind Dynamometer für Motorprüfungen und parallelkinematische Maschinen (PKM). Für Dynamometer werden Lager mit hoher Steifigkeit und hohen Betriebsdrehzahlen benötigt. Um den Messfehler gering zu halten, müssen die Schwingungs- und Geräuschpegel sehr niedrig sein. Für PKM sind hohe Tragzahlen und eine hohe Steifigkeit gefordert, so dass der Biegefehler klein bleibt und die Genauigkeit der Maschine gewährleistet ist.

Für diese und ähnliche Präzisionsmaschinen gibt es optimale Anordnungen mit Lagern aus der Reihe 72 .. D *(E 200)*, die eine optimale Kombination aus Steifigkeit, Tragfähigkeit, Wärmeverhalten und Gebrauchsdauer bieten.

Anwendungsfälle
- Werkzeugmaschinenspindeln
- Drehmaschinen (Hauptspindel, Reitstock)
- Schleifmaschinen
- Bohrmaschinen
- Parallelkinematische Maschinen (PKM)
- Dynamometer für Motorprüfungen
- Turbolader

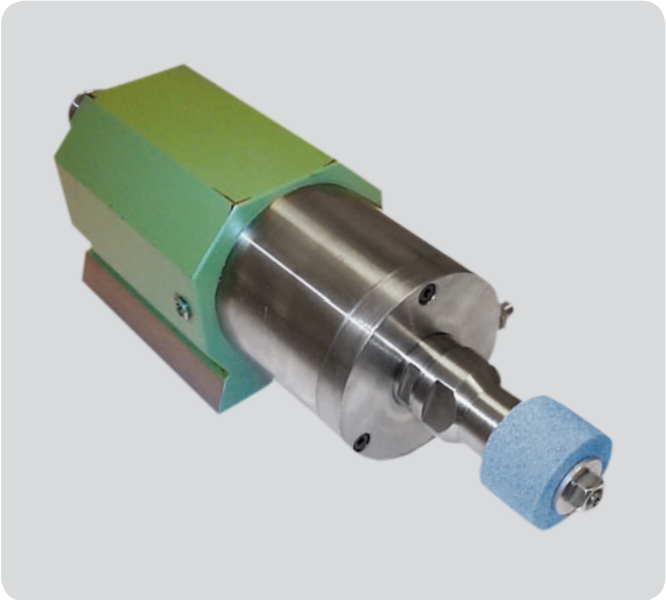
Anforderungen
- Hohe Tragfähigkeit
- Hohe Steifigkeit
- Hohe Drehzahlen möglich
- Hohe Positioniergenauigkeit
- Lange Gebrauchsdauer
- Niedriger Geräusch- und Schwingungspegel
- Reibungsarmer Lauf
- Einfacher Einbau
- Höhere Maschinenverfügbarkeit

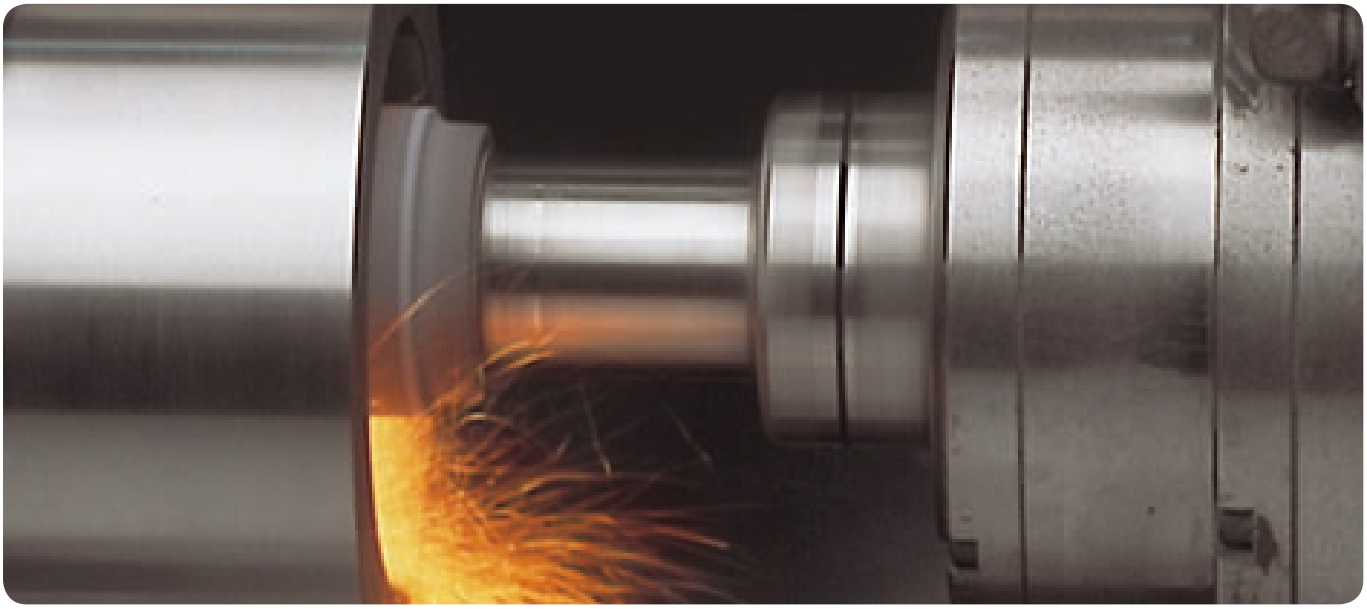
Lösung



SKF-SNFA Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe 72 .. D (E 200)

PKM





Lageranordnungen

Lageranordnungen mit SKF-SNFA Hochgenauigkeits-Schrägkugellagern der Reihe 72 .. D *(E 200)* können aus Einzellagern oder Lagersätzen bestehen. Ein Beispiel für die Bestelloptionen bei einer Anordnung aus drei Lagern ist in **Tabelle 1** dargestellt.

Einzellager

Lager der Reihe 72 .. D *(E 200)* werden als Einzellager und als einzelne Universallager für den satzweisen Einbau angeboten. Bei der Bestellung von Einzellagern ist die Anzahl der einzelnen Lager mit anzugeben.

Einzellager

Einzellager sind für Anordnungen geeignet, in denen nur ein Lager pro Lagerung zum Einsatz kommt. Auch wenn die Ringe nach sehr engen Toleranzen gefertigt werden, kommen diese Lager nicht für den Einbau direkt nebeneinander infrage.

Einzelne Universallager für den satzweisen Einbau

Universallager für den satzweisen Einbau werden bereits bei der Fertigung so aufeinander abgestimmt, dass bei beliebiger Lageranordnung unmittelbar nebeneinander eine definierte Vorspannung bzw. eine gleichmäßige Lastaufnahme sichergestellt sind, ohne dass Passscheiben o.ä. benötigt werden. Die Lager sind für jede beliebige Lageranordnung geeignet. Beim Einbau muss keine spezielle Lagerreihenfolge beachtet werden.

Einzelne Universallager für den satzweisen Einbau haben das Nachsetzzeichen G *(U)*.

Lagersätze

Lager der Reihe 72 .. D *(E 200)* werden als zusammengepasste Lagersätze und als zusammengepasste Universallagersätze angeboten. Bei der Bestellung von Lagersätzen ist die Anzahl der benötigten Lagersätze anzugeben (die Anzahl der Einzellager pro Satz ist im Kurzzeichen enthalten).

Zusammengepasste Lagersätze

Lager sind als Komplettsätze aus zwei, drei oder vier Lagern erhältlich. Diese Lager werden bereits bei der Fertigung so aufeinander abgestimmt, dass bei Lageranordnung unmittelbar nebeneinander eine definierte Vorspannung bzw. eine gleichmäßige Lastaufnahme sichergestellt sind, ohne dass Passscheiben o.ä. benötigt werden. Bohrungen und Außendurchmesser dieser Lager weichen maximal ein Drittel der zulässigen Durchmessertoleranz voneinander ab. Dadurch wird im eingebauten Zustand eine bessere Lastverteilung erreicht als bei einzelnen Universallagern für den satzweisen Einbau.

Zusammengepasste Universallagersätze

Die Lager in diesen Sätzen sind für jede beliebige Lageranordnung geeignet. Beim Einbau muss keine spezielle Lagerreihenfolge beachtet werden. In einem Lagersatz weichen die Bohrungen und Außendurchmesser maximal ein Drittel der zulässigen Durchmessertoleranz voneinander ab. Dadurch wird im eingebauten Zustand eine bessere Lastverteilung erreicht als bei einzelnen Universallagern für den satzweisen Einbau.

Genauso wie einzelne Universallager für den satzweisen Einbau haben zusammengepasste Universallagersätze das Nachsetzzeichen G *(U)*, allerdings an einer andere Stelle im Kurzzeichen (→ **Tabelle 1**).

Tabelle 1

Beispiel für die Bestelloptionen bei einer Anordnung aus drei Lagern

Entwurfskriterien	Bestellung	Kurzzeichen[1]	Bestellbeispiel
Lageranordnung unbekannt	Drei einzelne Universallager für den satzweisen Einbau	72 .. DG../P4A *(E 2.. 7CE .. U..)*	3 x 7214 CDGA/P4A *(3 x E 270 7CE1 UL)*
Lageranordnung unbekannt; verbesserte Lastverteilung erwünscht	Satz aus drei Universallagern für den satzweisen Einbau	72 .. D/P4ATG.. *(E 2.. 7CE .. TU..)*	1 x 7214 CD/P4ATGA *(1 x E 270 7CE1 TUL)*
Lageranordnung bekannt	Drei Lager für den satzweisen Einbau	72 .. D/P4AT.. *(E 2.. 7CE .. TD..)*	1 x 7214 CD/P4ATBTA *(1 x E 270 7CE1 TDL)*

[1] Weiterführende Informationen über die Bezeichnungen sind **Tabelle 16** (**S. 30** und **31**) zu entnehmen.

Art der Anordnung

Universallager für den satzweisen Einbau und zusammengepasste Lagersätze können, je nach geforderter Steifigkeit und auftretender Axialbelastung, in einer Vielzahl unterschiedlicher Anordnungen eingebaut werden. Die möglichen Konfigurationen, einschließlich der Nachsetzzeichen für zusammengepasste Lagersätze, sind in **Tabelle 1** aufgeführt.

O-Anordnungen

In O-Anordnungen laufen die Berührungslinien in Richtung der Lagerachse auseinander. Axialbelastungen werden in beiden Richtungen, aber jeweils nur von einem Lager bzw. einer Lagergruppe aufgenommen. Lager in O-Anordnung ergeben eine relativ starre Lagerung, die auch Kippmomente aufzunehmen vermag.

X-Anordnungen

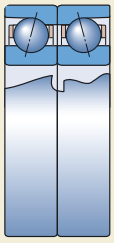
In X-Anordnungen laufen die Berührungslinien in Richtung der Lagerachse zusammen. Axialbelastungen werden in beiden Richtungen, aber jeweils nur von einem Lager bzw. einer Lagergruppe aufgenommen. X-Anordnungen können kleinere Wellendurchbiegungen kompensieren.

Tandem-Anordnungen

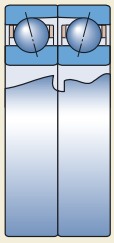
Die axiale Tragfähigkeit einer Lageranordnung lässt sich durch Hinzufügen weiterer Lager in Tandem-Anordnung erhöhen. In Tandem-Anordnungen verlaufen die Berührungslinien parallel zueinander. Die Axialbelastung verteilt sich gleichmäßig auf alle Lager des Lagersatzes. Der Lagersatz kann nur einseitig wirkende Axialbelastungen aufnehmen. Bei gegenseitig wirkenden Axialbelastungen bzw. bei kombinierten Belastungen müssen weitere Lager hinzugefügt und gegen die Tandem-Anordnung angestellt werden.

Abb. 1

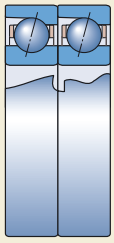
Lagersätze mit 2 Lagern



O-Anordnung
Nachsetzzeichen DB *(DD)*

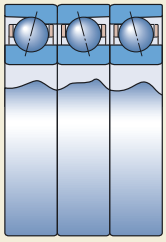


X-Anordnung
Nachsetzzeichen DF *(FF)*

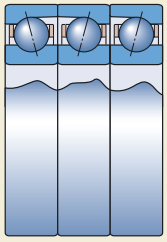


Tandem-Anordnung
Nachsetzzeichen DT *(T)*

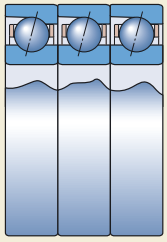
Lagersätze mit 3 Lagern



Tandem- und O-Anordnung
Nachsetzzeichen TBT *(TD)*

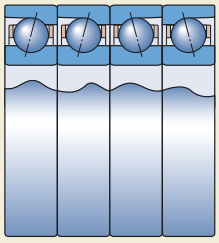


Tandem- und X-Anordnung
Nachsetzzeichen TFT *(TF)*

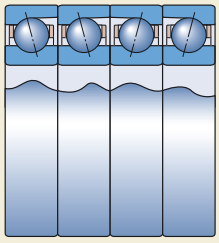


3er-Tandem-Anordnung
Nachsetzzeichen TT *(3T)*

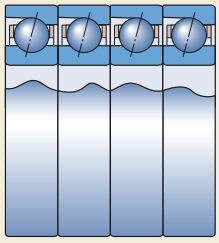
Lagersätze mit 4 Lagern



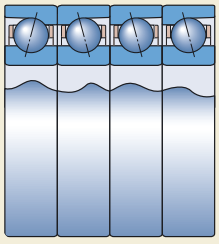
O-Anordnung von
Tandempaaren
Nachsetzzeichen QBC *(TDT)*



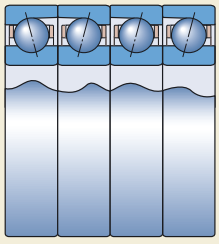
X-Anordnung von
Tandempaaren
Nachsetzzeichen QFC *(TFT)*



4er-Tandem-Anordnung
Nachsetzzeichen QT *(4T)*



3er-Tandem und O-Anordnung
Nachsetzzeichen QBT *(3TD)*



3er-Tandem und X- Anordnung
Nachsetzzeichen QFT *(3TF)*

Anwendungsbeispiele

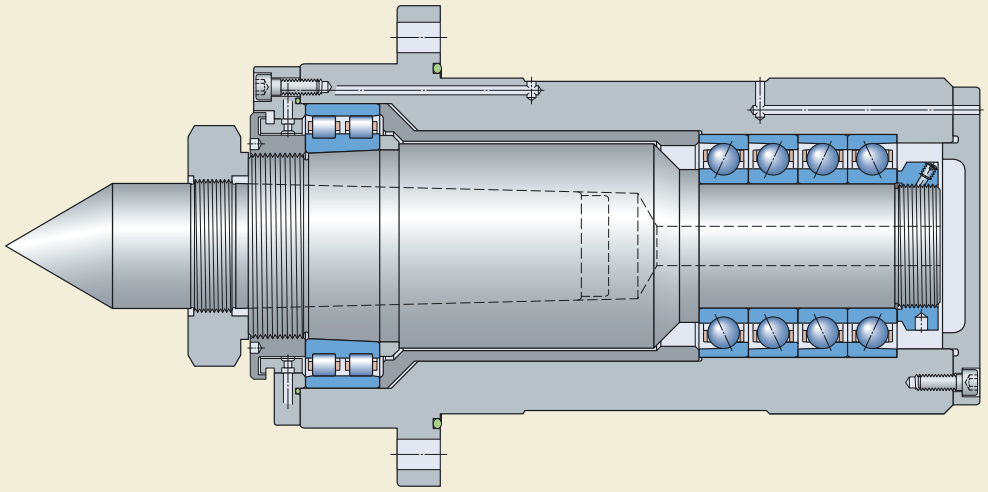
Hochgenauigkeits-Schrägkugellager werden vorrangig, aber nicht ausschließlich, in Werkzeugmaschinenspindeln eingesetzt. In Abhängigkeit von der Werkzeugmaschine und ihrem Zweck verlangen verschiedene Spindeln verschiedene Lageranordnungen.

Drehspindeln werden häufig direkt vom Motor angetrieben (Motorspindel oder Elektrospindel). Daher wirken die meisten leichteren Radiallasten an der Antriebsseite der Welle. An der Werkzeugseite der Welle, wo die Belastungen hoch sind, müssen auch Steifigkeit und Tragfähigkeit hoch sein. Daher wird oft ein Satz aus drei oder vier Schrägkugellagern der Reihe 72 .. D *(E200)* an der Werkzeugseite und ein Zylinderrollenlager an der Antriebsseite der Welle verwendet. Bei Schleifmaschinen mit relativ hohen Drehzahlen bestehen typische Lageranordnungen aus Sätzen von Schrägkugellagern der Reihe 72 .. D *(E200)* an beiden Seiten der Spindel.

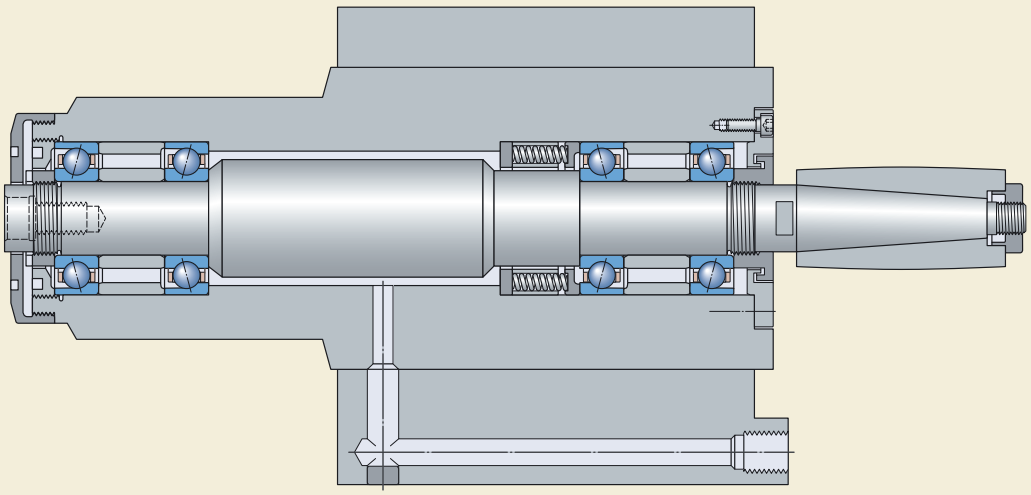
In parallelkinematischen Maschinen (PKM) und Dynamometern für Motorprüfungen ist eine hohe Steifigkeit unverzichtbar. Daher kommen hier meist Sätze aus Schrägkugellagern der Reihe 72 .. D *(E 200)* in O-Anordnung zum Einsatz. Bei hochtourigen Dynamometern haben sich Lager mit Keramikkugeln bewährt.

Drehmaschinenreitstock

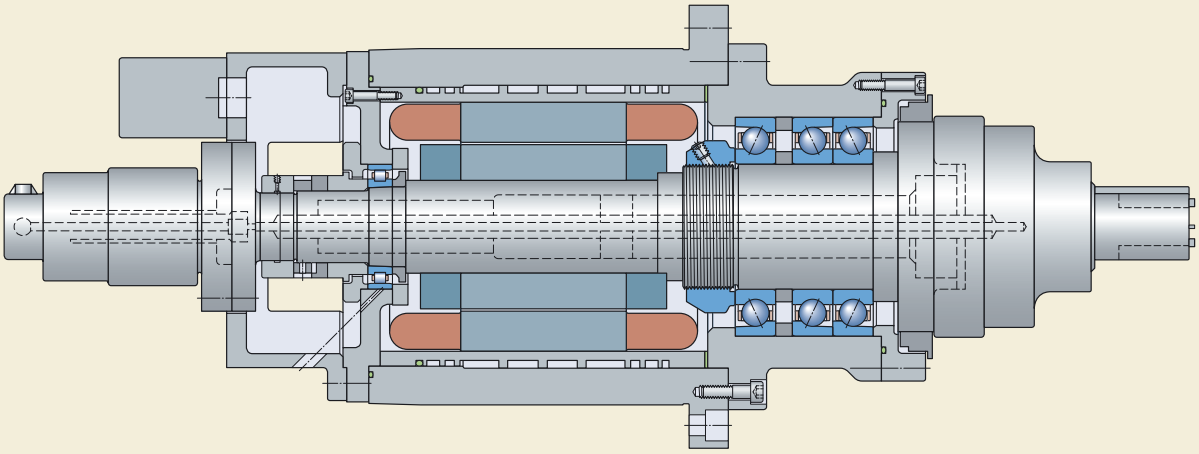
Ein Drehmaschinenreitstock muss auch bei relativ hohen Belastungen eine hohe Steifigkeit aufweisen. Der Reitstock wird hinten von einem zusammengepassten Satz aus vier Hochgenauigkeits-Schrägkugellagern in Tandem- und O-Anordnung getragen, z.B. 7210 ACD/P4AQBTB (E 250 7CE3 3TD85daN). An der Vorderseite kommt ein zweireihiges Hochgenauigkeits-Zylinderrollenlager zum Einsatz, z.B. NN 3015 KTN/SP.



Schleifspindel
Schleifspindeln werden meist bei hohen Drehzahlen und relativ geringen Belastungen betrieben. Diese Spindel wird durch zwei Tandempaare aus Hochgenauigkeits-Schrägkugellagern in O-Anordnung gelagert, z.B. 2 x 7205 CD/P4ADT (E 225 7CE1 T). Die Lager in den Paaren sind durch Präzisionsabstandsringe getrennt. Federn an der Antriebsseite sorgen für eine konstante Vorspannung im laufenden Betrieb.



Elektrospindel
Diese Drehspindel wurde für Stahlstangen mit großem Durchmesser entwickelt. An der Werkzeugseite befindet sich ein zusammengepasster Satz aus Hochgenauigkeits-Schrägkugellagern in Tandem- und O-Anordnung, z.B. 7216 ACD/P4ATBTA (E 280 7CE3 TDL). Ein Satz Präzisionsabstandsringe sorgt für maximale Steifigkeit. Die Antriebsseite wird von einem einreihigen Hochgenauigkeits-Zylinderrollenlager gestützt, z.B. N 1010 KTN/SP.



Schmierung

Die bei Reibung entstehende Wärme ist eine ständige Gefahr für Fertigungsanlagen. Eine Möglichkeit zur Reduzierung von Wärme – und damit auch der verschleißfördernden Reibung – besteht darin, alle in Frage kommenden Lagerteile mit einer ausreichenden Menge geeigneten Schmierstoffs zu versorgen.

Für den Schmierfilm zwischen den Kugeln und Laufbahnen eines Hochgenauigkeits-Schrägkugellagers wird nur eine sehr geringe Schmierstoffmenge benötigt. Bei der Fettschmierung sind die hydrodynamischen Reibungsverluste klein und die Betriebstemperaturen können entsprechend niedrig sein. Werden jedoch dauerhaft hohe Drehzahlen verlangt (Drehzahlkennwert A > 1 400 000 min^{-1} × mm), ist die Ölschmierung vorzuziehen, da Schmierfett unter diesen Bedingungen nur eine kurze Gebrauchsdauer hat und das Öl einen zusätzlichen Kühleffekt bewirkt.

Fettschmierung für offene Lager

Offene Lager der Reihe 72 .. D *(E 200)* werden meist mit Lithiumseifenfetten auf Mineralölbasis geschmiert. Diese Schmierfette haften gut an den Lagerflächen und sind bei –30 bis +100 °C einsetzbar.

Erstbefüllung

Bei hohen Drehzahlen ist der Leerraum im Lager nur bis maximal 30 % mit Fett zu füllen. Die Erstbefüllung hängt von der Lagergröße und dem Drehzahlkennwert ab, der nach folgender Formel berechnet wird:

$$A = n\, d_m$$

wobei gilt:

A = Drehzahlkennwert [min^{-1} × mm]
n = erreichbare Drehzahl [U/min]
d_m = mittlerer Lagerdurchmesser
= 0,5 (d + D) [mm]

Die Erstbefüllung offener Lager kann näherungsweise wie folgt bestimmt werden:

$$G = K\, G_{ref}$$

Hierin sind:

G = Erstbefüllung [cm^3]
K = ein Berechnungsfaktor, abhängig vom Drehzahlkennwert A (→ **Diagramm 1**)
G_{ref} = Fettbezugsmenge (→ **Tabelle 1**) [cm^3]

Diagramm 1

Faktor K für Erstbefüllung (Näherungswert)

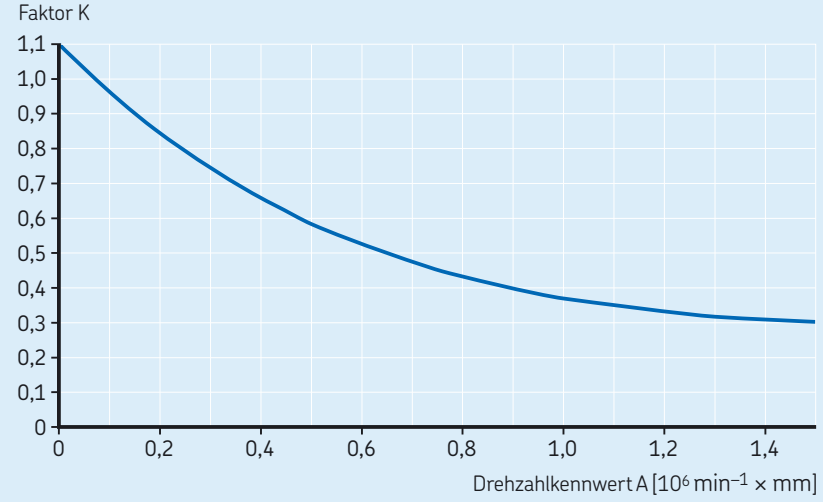


Tabelle 1

Fettbezugsmenge für Erstbefüllung (Näherungswerte)

Lager Bohrungsdurchmesser d	Größe	**Fettbezugsmenge**[1] für offene Lager G_{ref}
mm	–	cm^3
7	**7**	0,16
8	**8**	0,23
9	**9**	0,26
10	**00**	0,36
12	**01**	0,51
15	**02**	0,73
17	**03**	1
20	**04**	1,5
25	**05**	1,9
30	**06**	2,8
35	**07**	3,9
40	**08**	4,7
45	**09**	5,9
50	**10**	6,7
55	**11**	8,6
60	**12**	10,1
65	**13**	12,5
70	**14**	13,7
75	**15**	14,9
80	**16**	18,1
85	**17**	21,8
90	**18**	27,8
95	**19**	34,3
100	**20**	40,9
105	**21**	48,3
110	**22**	54,2
120	**24**	69,1
130	**26**	72,4
140	**28**	83,9

[1] Bei einem Füllgrad von 30 %.

Abgedichtete Lager

Abgedichtete Lager der Reihe S72 .. D *(E 200 /S)* sind mit niedrigviskosem Premiumfett vorgeschmiert. Die Erstbefüllung beträgt rund 15% des freien Lagervolumens. Die Lager sind unter normalen Betriebsbedingungen auf Lebensdauer geschmiert. Das Fett hat folgende Eigenschaften:

- hohe Drehzahlen (Drehzahlkennwert A bis zu 1 200 000 $min^{-1} \times mm$)
- ausgezeichnete Alterungsbeständigkeit
- sehr guter Korrosionsschutz

Die Eigenschaften des Fetts sind in **Tabelle 2** angegeben.

Einlaufen offener und abgedichteter, fettgeschmierter Lager

Fettgeschmierte Hochgenauigkeitslager laufen mit einem relativ hohen Reibungsmoment ein. Werden die Lager ohne Einlaufphase bei hohen Drehzahlen betrieben, kann es zu einem deutlichen Temperaturanstieg kommen. Das relativ hohe Reibungsmoment ist bedingt durch die Fettverteilung; es dauert einige Zeit, bis das überschüssige Fett aus der Kontaktfläche gefördert wird. Diese Phase lässt sich bei offenem Lager durch Verwendung kleiner Fettmengen verkürzen, die beim Einbau gleichmäßig an beiden Lagerseiten aufgetragen werden. Zusätzlich sollten Abstandsringe zwischen benachbarten Lagern eingebaut werden (→ *Einstellen der Vorspannung durch Abstandsringe*, **S. 22**).

Die Zeit bis zur Temperaturstabilisierung hängt von mehreren Faktoren ab. Wichtig sind u.a. Fettsorte, Erstfüllvolumen, Art der Schmierung, Lagertyp, interner Aufbau und das Einlaufverfahren (→ **Verfahren 2 auf S. 16**).

Korrekt eingelaufene Hochgenauigkeitslager funktionieren meist mit minimaler Schmierung, so dass sich ein geringes Reibungsmoment und niedrige Betriebstemperaturen erreichen lassen. Das Schmierfett, das sich seitlich am Lager sammelt, dient als Reserve. Das Schmieröl fließt auf die Laufbahnen und ermöglicht so eine langfristige, effiziente Schmierung.

Tabelle 2

Technische Daten für Fett in abgedichteten Lagern

Eigenschaft	Wert
Dickungsmittel	Lithiumspezialseife
Grundöl	Ester/PAO
NLGI-Konsistenzklasse	2
Temperaturbereich	
[°C]	–40 bis +120
[°F]	–40 bis +250
Kinematische Viskosität [mm^2/s]	
bei 40 °C	25
bei 100 °C	6

Für das Einlaufen gibt es mehrere Möglichkeiten. Unabhängig vom gewählten Verfahren sollte das Lager immer in beide Drehrichtungen eingelaufen werden. Weiterführende Informationen über die Einlaufverfahren finden Sie im *Interaktiven SKF Lagerungskatalog* unter www.skf.com.

Ölschmierung für offene Lager

Die Ölschmierung wird für die offenen Lager der Reihe 72 .. D *(E 200)* empfohlen, wenn sehr hohe Drehzahlen (Drehzahlkennwert A > 1 400 000 min^{-1} × mm) die Verwendung fettgeschmierter Lager ausschließen.

Öl-Luft-Schmierung

In einigen Anwendungsfällen, in denen eine hohe Genauigkeit bei hohen erreichbaren Drehzahlen und niedrigen Betriebstemperaturen verlangt wird, kann ein Öl-Luft-Schmiersystem erforderlich sein. Bei der Öl-Luft-Schmierung wird mit sehr kleinen, genau dosierten Ölmengen geschmiert, die mit Hilfe von Druckluft jeder Lagerstelle einzeln zugeführt werden. Bei Lagersätzen wird jedes Lager über eine eigene Ölzuführung versorgt. Die meisten Ausführungen haben spezielle Zwischenringe mit Öldüsen.

Der bei sehr hohen Drehzahlen erforderliche Ölfluss pro Lager wird wie folgt bestimmt:

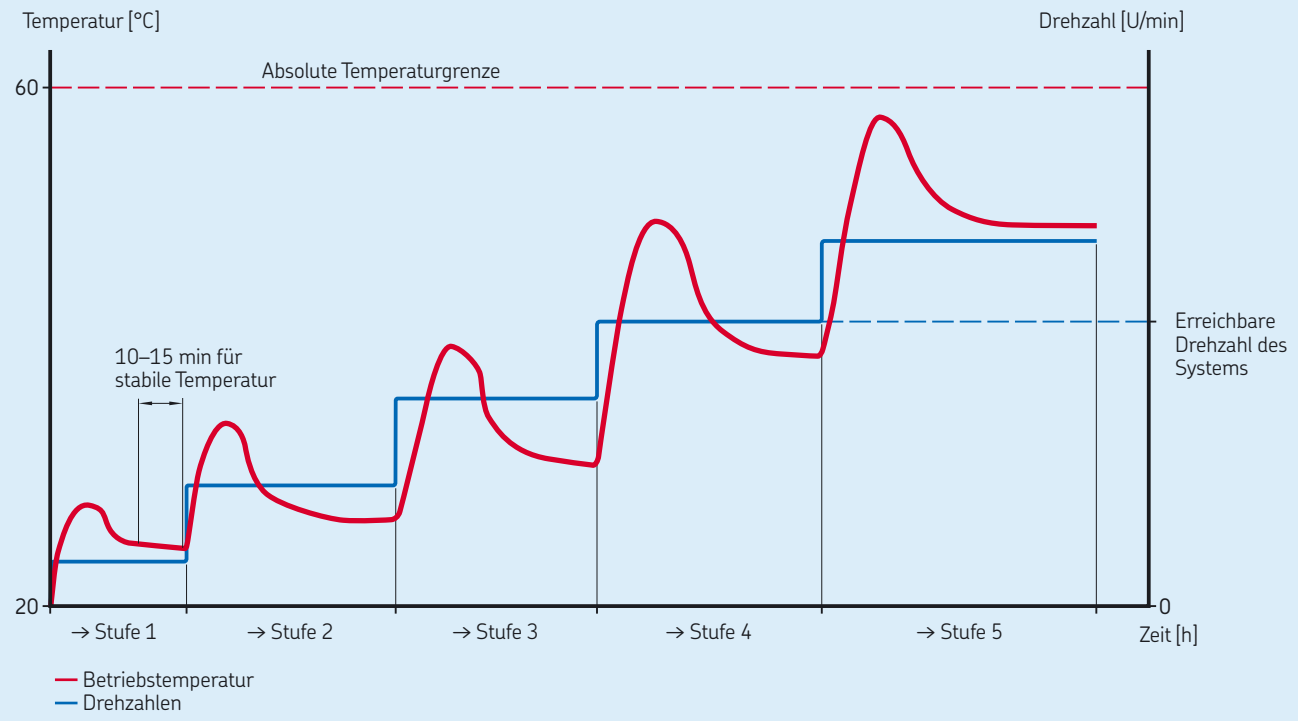
$Q = 1{,}3\ d_m$

Hierin sind:
Q = Öldurchsatz [mm^3/h]
d_m = mittlerer Lagerdurchmesser
= 0,5 (d + D) [mm]

Der rechnerisch ermittelte Öldurchsatz ist während des Betriebs zu kontrollieren. Je nach Ergebnis der Temperaturmessung können Anpassungen erforderlich sein.

Diagramm 2

Kurvendarstellung eines Einlaufverfahrens



Das Öl wird von einer Dosiereinheit über die Zulaufleitungen zum Lager gefördert. Es bildet einen Film auf dem Innendurchmesser der Zulaufleitungen, kriecht zu den Düsen (→ **Abb. 1**) und wird dann in das Lager gefördert. Die Öldüsen sind korrekt auszurichten (→ **Tabelle 3**), damit das Öl auf die Anpressfläche zwischen Kugeln und Laufbahnen gelangt und die Funktion des Käfigs nicht stört.

Für Hochgenauigkeits-Schrägkugellager sind hochwertige Schmieröle ohne EP-Additive geeignet. Dabei kommen meist Ölschmierstoffe mit einer Viskosität von 40 bis 100 mm²/s bei 40 °C zum Einsatz. Empfehlenswert ist der Einbau von Filtern, die das Eindringen von Partikeln ab 5 µm Durchmesser verhindern.

Öleinspritzung

Bei sehr hohen Betriebsdrehzahlen sind die Lager ausreichend, aber nicht übermäßig mit Öl zu schmieren, ohne dass dabei die Betriebstemperatur wesentlich steigen darf. Ein besonders wirksames Schmierverfahren ist in diesem Fall die Öleinspritzschmierung (z.B. bei Turboladern), bei der das Schmieröl unter hohem Druck seitlich in das Lager gespritzt wird. Das einspritzende Öl muss ausreichend schnell sein (mindestens 15 m/s), um die Turbulenzen rund um das Lager zu durchdringen. Es ist sicherzustellen, dass das Öl über ausreichend bemessene Bohrungen aus der Lagerung abgeführt wird.

Abb. 1

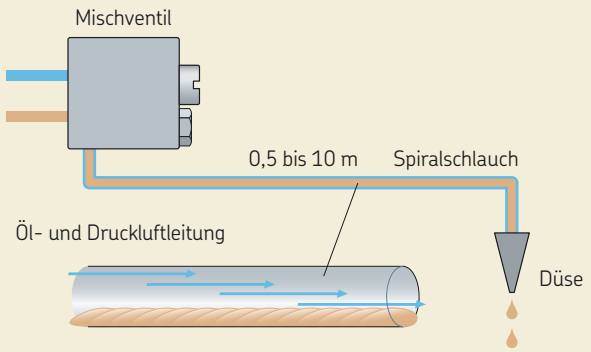
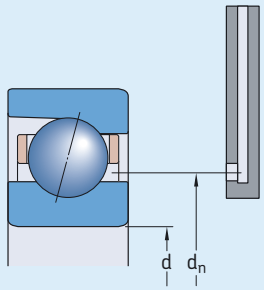


Tabelle 3

Lage der Öldüse bei Öl-Luft-Schmierung



Lager Bohrungs-durchmesser d	Größe	**Lage der Öldüse** d_n
mm	–	mm
7	**7**	13,6
8	**8**	14,3
9	**9**	16,3
10	**00**	18,3
12	**01**	20
15	**02**	23
17	**03**	25,9
20	**04**	31,1
25	**05**	36,1
30	**06**	42,7
35	**07**	49,7
40	**08**	56,2
45	**09**	60,6
50	**10**	65,6
55	**11**	72,6
60	**12**	80,1
65	**13**	86,6
70	**14**	91,6
75	**15**	96,6
80	**16**	103,4
85	**17**	111,5
90	**18**	117,5
95	**19**	124,4
100	**20**	131,4
105	**21**	138,4
110	**22**	145,9
120	**24**	158,2
130	**26**	170,7
140	**28**	184,8

Allgemeine Lagerdaten

Abmessungen

Die Hauptabmessungen von Lagern der Reihe 72 .. D *(E 200)* entsprechen der Maßreihe 02 nach ISO 15:1998.

Kantenabstände

Die minimalen Kantenabstände in radialer Richtung (r_1, r_3) und in axialer Richtung (r_2, r_4) sind in den Produkttabellen angegeben. Die Fasenmaße der Innenringseite und der axial belasteten Seite des Außenrings entsprechen ISO 15:1998. Die Werte der nicht belasteten Seite des Außenrings entsprechen (sofern möglich) ISO 12044:1995.

Die entsprechenden maximalen Dimensionierungen der Fasen entsprechen ISO 582:1995.

Toleranzen

Die Lager der Reihe 72 .. D *(E 200)* werden serienmäßig nach Toleranzklasse P4A gefertigt. Auf Anforderung sind die Lager auch in der höheren Toleranzklasse PA9A erhältlich.

Die Toleranzen der einzelnen Klassen sind wie folgt angegeben:

- Toleranzklasse P4A (besser als ABEC 7) in **Tabelle 1**
- Toleranzklasse PA9A (besser als ABEC 9) in **Tabelle 2**

Die in den Tabellen verwendeten Abkürzungen werden in **Tabelle 3** auf **S. 20** erläutert.

Vorspannung

Vorspannung in Universallagersätzen für den satzweisen Einbau und in zusammengepassten Lagersätzen (vor dem Einbau)

Ein einzelnes Hochgenauigkeits-Schrägkugellager hat keine Vorspannung. Eine Vorspannung lässt sich nur durch Anstellen gegen ein zweites Lager erreichen (d.h. das Lager wird in entgegengesetzter Richtung festgesetzt).

Tabelle 1

Toleranzklasse P4A

Innenring d über	bis	Δ_{dmp} max.	min.	Δ_{ds} max.	min.	V_{dp} max.	V_{dmp} max.	Δ_{Bs} max.	min.	Δ_{B1s} max.	min.	V_{Bs} max.	K_{ia} max.	S_d max.	S_{ia} max.
mm		µm		µm		µm	µm	µm		µm		µm	µm	µm	µm
2,5	**10**	0	–4	0	–4	1,5	1	0	–40	0	–250	1,5	1,5	1,5	1,5
10	**18**	0	–4	0	–4	1,5	1	0	–80	0	–250	1,5	1,5	1,5	1,5
18	**30**	0	–5	0	–5	1,5	1	0	–120	0	–250	1,5	2,5	1,5	2,5
30	**50**	0	–6	0	–6	1,5	1	0	–120	0	–250	1,5	2,5	1,5	2,5
50	**80**	0	–7	0	–7	2	1,5	0	–150	0	–250	1,5	2,5	1,5	2,5
80	**120**	0	–8	0	–8	2,5	1,5	0	–200	0	–380	2,5	2,5	2,5	2,5
120	**150**	0	–10	0	–10	6	3	0	–250	0	–380	4	4	4	4

Außenring D über	bis	Δ_{Dmp} max.	min.	Δ_{Ds} max.	min.	V_{Dp} max.	V_{Dmp} max.	Δ_{Cs}, Δ_{C1s}	V_{Cs} max.	K_{ea} max.	S_D max.	S_{ea} max.
mm		µm		µm		µm	µm		µm	µm	µm	µm
18	**30**	0	–5	0	–5	2	1,5	Die Abmaße sind die gleichen wie für den zugehörigen Innenring (Δ_{Bs}, Δ_{B1s}).	1,5	1,5	1,5	1,5
30	**50**	0	–6	0	–6	2	1,5		1,5	2,5	1,5	2,5
50	**80**	0	–7	0	–7	2	1,5		1,5	4	1,5	4
80	**120**	0	–8	0	–8	2,5	1,5		2,5	5	2,5	5
120	**150**	0	–9	0	–9	4	1,5		2,5	5	2,5	5
150	**180**	0	–10	0	–10	6	3		4	6	4	6
180	**250**	0	–11	0	–11	6	4		5	8	5	8

Universallager für den satzweisen Einbau und zusammengepasste Lagersätze werden so gefertigt, dass beim gegenseitigen Anstellen der Einzellager vor dem Einbau eine definierte Vorspannung erzielt wird.

Die Lager der Reihe 72 .. D *(E 200)* werden in vier Vorspannungsklassen angeboten, damit unterschiedliche Anforderungen an Betriebsdrehzahlen und Steifigkeit erfüllt werden können:

- Klasse A, sehr leichte Vorspannung
- Klasse B, leichte Vorspannung
- Klasse C, mittlere Vorspannung
- Klasse D, starke Vorspannung

Die Vorspannung hängt vom Berührungswinkel und der Größe des Lagers ab. Für Lagersätze aus zwei Lagern in O- oder X-Anordnung gelten die in **Tabelle 4** auf **S. 21** angegebenen Werte.

Sätze aus drei oder vier Lagern haben eine höhere Vorspannung als Sätze aus zwei Lagern. Die Vorspannung für diese Lagersätze wird durch Multiplikation der Werte aus **Tabelle 4** auf **S. 21** mit folgenden Faktoren bestimmt:

- 1,35 für TBT *(TD)* und TFT *(TF)*
- 1,6 für QBT *(3TD)* und QFT *(3TF)*
- 2 für QBC *(TDT)* und QFC *(TFT)*

Vorspannung in eingebauten Lagersätzen

Zusammengepasste Universallagersätze und zusammengepasste Lagersätze haben im eingebauten Zustand eine höhere Vorspannung als vor dem Einbau. Die höhere Vorspannung ist hauptsächlich auf die tatsächlichen Toleranzen der Lagersitze auf der Welle und in der Gehäusebohrung zurückzuführen. Sie kann auch durch geometrische Abweichungen der Anschlussteile (Zylindrizität, Rechtwinkligkeit oder Rundheit des Lagersitzes) begründet sein.

Im Betrieb kann sich die Vorspannung infolge folgender Faktoren erhöhen:

- Drehzahl der Welle mit fester Verspannung
- unterschiedliche Temperaturgradienten von Innenring, Außenring und Kugeln
- die Wellen- und Gehäusewerkstoffe haben andere Wärmeausdehnungskoeffizienten als Wälzlagerstahl

Bei Einbau des Lagers mit Presspassung auf einer Stahlwelle und in einem dickwandigen Gehäuse aus Stahl oder Grauguss lässt sich die Vorspannung folgendermaßen mit ausreichender Genauigkeit bestimmen:

$$G_m = f\, f_1\, f_2\, f_{HC}\, G_{A,B,C,D}$$

wobei gilt:

G_m = Vorspannung im eingebauten Lagersatz [N]

$G_{A,B,C,D}$ = herstellerseitige Vorspannung im Lagersatz, vor dem Einbau (→ **Tabelle 4,** auf **S. 21**) [N]

f = Lagerbeiwert, abhängig von der Lagergröße (→ **Tabelle 5**, auf **S. 21**)

f_1 = Korrekturfaktor, abhängig vom Berührungswinkel (→ **Tabelle 6**, auf **S. 22**)

f_2 = Korrekturfaktor, abhängig von der Vorspannungsklasse (→ **Tabelle 6**, auf **S. 22**)

f_{HC} = Korrekturfaktor für Hybridlager (→ **Tabelle 6**, auf **S. 22**)

Tabelle 2

Toleranzklasse PA9A

Innenring

d über	d bis	Δ_{dmp} max.	Δ_{dmp} min.	Δ_{ds} max.	Δ_{ds} min.	V_{dp} max.	V_{dmp} max.	Δ_{Bs} max.	Δ_{Bs} min.	Δ_{B1s} max.	Δ_{B1s} min.	V_{Bs} max.	K_{ia} max.	S_d max.	S_{ia} max.
mm		µm		µm		µm	µm	µm		µm		µm	µm	µm	µm
2,5	**10**	0	-2,5	0	-2,5	1,5	1	0	-40	0	-250	1,5	1,5	1,5	1,5
10	**18**	0	-2,5	0	-2,5	1,5	1	0	-80	0	-250	1,5	1,5	1,5	1,5
18	**30**	0	-2,5	0	-2,5	1,5	1	0	-120	0	-250	1,5	2,5	1,5	2,5
30	**50**	0	-2,5	0	-2,5	1,5	1	0	-120	0	-250	1,5	2,5	1,5	2,5
50	**80**	0	-4	0	-4	2	1,5	0	-150	0	-250	1,5	2,5	1,5	2,5
80	**120**	0	-5	0	-5	2,5	1,5	0	-200	0	-380	2,5	2,5	2,5	2,5
120	**150**	0	-7	0	-7	4	3	0	-250	0	-380	2,5	2,5	2,5	2,5

Außenring

D über	D bis	Δ_{Dmp} max.	Δ_{Dmp} min.	Δ_{Ds} max.	Δ_{Ds} min.	V_{Dp} max.	V_{Dmp} max.	Δ_{Cs}, Δ_{C1s}	V_{Cs} max.	K_{ea} max.	S_D max.	S_{ea} max.
mm		µm		µm		µm	µm		µm	µm	µm	µm
18	**30**	0	–4	0	–4	2	1,5	Die Abmaße sind die gleichen wie für den zugehörigen Innenring (Δ_{Bs}, Δ_{B1s}).	1,5	1,5	1,5	1,5
30	**50**	0	–4	0	–4	2	1,5		1,5	2,5	1,5	2,5
50	**80**	0	–4	0	–4	2	1,5		1,5	4	1,5	4
80	**120**	0	–5	0	–5	2,5	1,5		2,5	5	2,5	5
120	**150**	0	–5	0	–5	2,5	1,5		2,5	5	2,5	5
150	**180**	0	–7	0	–7	4	3		2,5	5	2,5	5
180	**250**	0	–8	0	–8	5	4		4	7	4	7

Bei sehr schnell umlaufenden Spindeln, bei denen Fliehkräfte den Innenring von der Welle abheben, kann eine erheblich festere Passung erforderlich sein. Die Vorspannung für diese Lageranordnungen muss sorgfältig bestimmt werden.

Vorspannung mit konstanter Kraft

In Präzisionsanwendungen mit hohen Drehzahlen ist eine konstante und gleichmäßige Vorspannung zu gewährleisten. Dafür eignen sich kalibrierte, lineare Federn zwischen Lageraußenring und Gehäuseschulter (→ **Abb. 1**). Unter normalen Betriebsbedingungen hat das kinematische Verhalten des federbelasteten Lagers keinen Einfluss auf die Vorspannung. Eine federvorgespannte Lageranordnung hat jedoch eine geringere Steifigkeit als eine Anordnung, bei der die Vorspannung über die axiale Verschiebung eingestellt wird.

Abb. 1

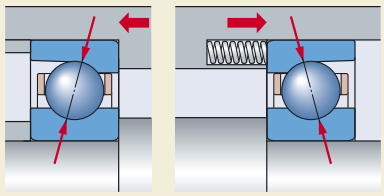


Tabelle 3

Toleranzangaben

Toleranzangabe	Definition
	Bohrungsdurchmesser
d	Nennmaß des Bohrungsdurchmessers
d_s	Abmaß des einzelnen Bohrungsdurchmessers
d_{mp}	Mittlerer Bohrungsdurchmesser, arithmetischer Mittelwert des größten und kleinsten Einzelbohrungsdurchmessers in einer Ebene
Δ_{ds}	Abweichung des Einzelbohrungsdurchmessers vom Nennwert ($\Delta_{ds} = d_s - d$)
Δ_{dmp}	Abweichung des mittleren Bohrungsdurchmessers vom Nennwert ($\Delta_{dmp} = d_{mp} - d$)
V_{dp}	Abweichung des Bohrungsdurchmessers, Differenz zwischen dem größten und kleinsten Einzelbohrungsdurchmesser in einer Ebene
V_{dmp}	Abweichung des mittleren Bohrungsdurchmessers, Differenz zwischen dem größten und dem kleinsten mittleren Bohrungsdurchmesser
	Außendurchmesser
D	Nennmaß des Außendurchmessers
D_s	Abmaß des einzelnen Außendurchmessers
D_{mp}	Mittlerer Außendurchmesser, arithmetischer Mittelwert des größten und kleinsten Außendurchmessers in einer Ebene
Δ_{Ds}	Abweichung eines einzelnen Außendurchmessers vom Nennwert ($\Delta_{Ds} = D_s - D$)
Δ_{Dmp}	Abweichung des mittleren Außendurchmessers vom Nennwert ($\Delta_{Dmp} = D_{mp} - D$)
V_{Dp}	Abweichung des Außendurchmessers, Differenz zwischen dem größten und kleinsten Außendurchmesser in einer Ebene
V_{Dmp}	Abweichung des mittleren Außendurchmessers, Differenz zwischen dem größten und dem kleinsten mittleren Außendurchmesser

Toleranzangabe	Definition
	Breite
B, C	Nennbreite des Innenrings und des Außenrings
B_s, C_s	Einzelbreite des Innenrings und des Außenrings
B_{1s}, C_{1s}	Einzelbreite des Innenrings und des Außenrings eines Lagers aus einem zusammengepassten Lagersatz
Δ_{Bs}, Δ_{Cs}	Abweichung einer einzelnen Innenringbreite oder einer einzelnen Außenringbreite vom Nennwert ($\Delta_{Bs} = B_s - B$; $\Delta_{Cs} = C_s - C$)
$\Delta_{B1s}, \Delta_{C1s}$	Abweichung einer einzelnen Innenringbreite oder einer einzelnen Außenringbreite eines Lagers aus einem zusammengepassten Lagersatz vom Nennwert (nicht bei Universallagern für den satzweisen Einbau) ($\Delta_{B1s} = B_{1s} - B$; $\Delta_{C1s} = C_{1s} - C$)
V_{Bs}, V_{Cs}	Abweichung der Ringbreite, Differenz zwischen der größten und der kleinsten Breite des Innenrings und der größten und der kleinsten Breite des Außenrings
	Laufgenauigkeit
K_{ia}, K_{ea}	Radialschlag des Innenrings und des Außenrings (im zusammengebauten Lager)
S_d	Seitenschlag zur Bohrung (des Innenrings)
S_D	Abweichung der Außenneigung, Neigungsabweichung des Außenkreisbogens zur Außenringseite
S_{ia}, S_{ea}	Axialschlag des Innenrings und des Außenrings (im zusammengebauten Lager)

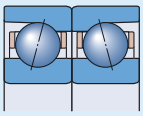
Feste Vorspannung

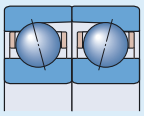
Steifigkeit und eine genaue Axialführung sind wichtige Parameter für Lageranordnungen, insbesondere wenn entgegengesetzte axiale Kräfte wirken. In diesen Fällen wird die Vorspannung meist durch Anstellen der Lagerringe gegeneinander in axialer Richtung erreicht. Diese Art der Einstellung verbessert die Systemsteifigkeit erheblich, aber, je nach Berührungswinkel und Kugelwerkstoff, erhöht sich die Vorspannung deutlich mit der Drehzahl.

Universallager für den satzweisen Einbau bzw. zusammengepasste Universallagersätze sind nach engen Toleranzen gefertigt. Die erforderliche axiale Verspannung und damit die gewünschte Vorspannung wird nur bei fachgerechtem Einbau erreicht. Bei Einzellagern sind Präzisionsabstandsringe zu verwenden.

Tabelle 4

Axiale Vorspannung von Universallagern für den satzweisen Einbau und zusammengepassten Lagersätzen, O- oder X-Anordnung, vor dem Einbau





Lager Bohrungsdurchmesser d	Größe	**Axiale Vorspannung** von Lagern der Reihen[1] 72 CD *(E 200 CE1)* 72 CD/HC *(E 200 /NS CE1)* für Vorspannungsklasse A	B	C	D	72 ACD *(E 200 CE3)* 72 ACD/HC *(E 200 /NS CE3)* für Vorspannungsklasse A	B	C	D
mm	–	N							
7	**7**	12	24	48	96	18	36	72	144
8	**8**	14	28	56	112	22	44	88	176
9	**9**	15	30	60	120	25	50	100	200
10	**00**	17	34	68	136	27	54	108	216
12	**01**	22	44	88	176	35	70	140	280
15	**02**	30	60	120	240	45	90	180	360
17	**03**	35	70	140	280	60	120	240	480
20	**04**	45	90	180	360	70	140	280	560
25	**05**	50	100	200	400	80	160	320	640
30	**06**	90	180	360	720	150	300	600	1 200
35	**07**	120	240	480	960	190	380	760	1 520
40	**08**	125	250	500	1 000	200	400	800	1 600
45	**09**	160	320	640	1 280	260	520	1 040	2 080
50	**10**	170	340	680	1 360	265	530	1 060	2 120
55	**11**	210	420	840	1 680	330	660	1 320	2 640
60	**12**	215	430	860	1 720	350	700	1 400	2 800
65	**13**	250	500	1 000	2 000	400	800	1 600	3 200
70	**14**	260	520	1 040	2 080	420	840	1 680	3 360
75	**15**	270	540	1 080	2 160	430	860	1 720	3 440
80	**16**	320	640	1 280	2 560	520	1 040	2 080	4 160
85	**17**	370	740	1 480	2 960	600	1 200	2 400	4 800
90	**18**	480	960	1 920	3 840	750	1 500	3 000	6 000
95	**19**	520	1 040	2 080	4 160	850	1 700	3 400	6 800
100	**20**	590	1 180	2 360	4 720	950	1 900	3 800	7 600
105	**21**	650	1 300	2 600	5 200	1 000	2 000	4 000	8 000
110	**22**	670	1 340	2 680	5 360	1 050	2 100	4 200	8 400
120	**24**	750	1 500	3 000	6 000	1 200	2 400	4 800	9 600
130	**26**	810	1 620	3 240	6 480	1 300	2 600	5 200	10 400
140	**28**	850	1 700	3 400	6 800	1 350	2 700	5 400	10 800

[1] Die Angaben gelten auch für abgedichtete Lager.

Tabelle 5

Lagerbeiwert f zur Berechnung der Vorspannung in eingebauten Lagersätzen

Lager Bohrungsdurchmesser d	Größe	**Lagerbeiwert f** für Stahllager[1]
mm	–	–
7	**7**	1,02
8	**8**	1,02
9	**9**	1,02
10	**00**	1,02
12	**01**	1,02
15	**02**	1,03
17	**03**	1,03
20	**04**	1,03
25	**05**	1,03
30	**06**	1,05
35	**07**	1,05
40	**08**	1,05
45	**09**	1,07
50	**10**	1,08
55	**11**	1,08
60	**12**	1,07
65	**13**	1,07
70	**14**	1,08
75	**15**	1,08
80	**16**	1,09
85	**17**	1,08
90	**18**	1,09
95	**19**	1,09
100	**20**	1,09
105	**21**	1,08
110	**22**	1,08
120	**24**	1,08
130	**26**	1,09
140	**28**	1,09

[1] Für Hybridlager gilt f = 1.

Einstellen der Vorspannung durch Abstandsringe

Durch Präzisionsabstandsringe zwischen zwei Lagern lässt sich die Vorspannung verringern bzw. erhöhen. Präzisionsabstandsringe können auch folgende Aufgaben übernehmen:

- Erhöhung der Systemsteifigkeit
- Schaffung eines ausreichend großen Fettreservoirs zwischen zwei Lagern
- Schaffung von Freiraum für Düsen (Öl-Luft-Schmierung)

Die Vorspannung in einem Lagersatz kann durch Schleifen der Seitenfläche des inneren bzw. äußeren Abstandsrings eingestellt werden. **Tabelle 7** gibt an, welche der Seitenflächen von gleich breiten Abstandsringen zu schleifen sind und welche Wirkung das Schleifen hat. Die Richtwerte für die erforderliche Breitenreduzierung der Abstandsringe sind in **Tabelle 8** angegeben.

Die maximale Lagerfunktion wird nur erreicht, wenn sich die Abstandsringe bei Belastung nicht verformen. Die Ringe müssen aus Qualitätsstahl gefertigt sein und einen Härtegrad zwischen 45 und 60 HRC haben. Besondere Beachtung ist der Fluchtung der Seitenflächen zu widmen; die Formabweichung darf nicht größer sein als 2 µm.

Wirkung der Drehzahl auf die Vorspannung

Durch Prüfungen mit Dehnungsmessern konnten wir feststellen, dass sich die Vorspannung bei sehr hohen Drehzahlen spürbar erhöht. Das ist hauptsächlich auf die hohen Fliehkräfte im Lager zurückzuführen. Die Kräfte wirken auf die Kugeln und führen zu Lageänderungen der Kugeln im Lager. Aufgrund der geringeren Masse des Keramikmaterials können Hybridlager deutlich höhere Drehzahlen aufnehmen als Stahllager, ohne dass sich dabei die Vorspannung merklich erhöht.

Axiale Lagersteifigkeit

Die axiale Steifigkeit hängt davon ab, wie sich das Lager bei Belastung verformt. Sie wird als Verhältnis zwischen Belastung und elastischer Verformung angegeben. Da es jedoch keine Linearbeziehung zwischen der elastischen Verformung des Lagers und der Belastung gibt, kann die axiale Steifigkeit nicht als Konstante angegeben werden. Die axiale Steifigkeit für Lager der Reihe 72 .. D *(E 200)* bei definierter Vorspannung lässt sich mit komplexen Formeln bestimmen. Die Richtwerte sind in **Tabelle 9** auf **S. 24** angegeben. Sie gelten für eingebaute Lagersätze aus zwei Stahllagern in O- oder X-Anordnung sowie statische Betriebsbedingungen und mittlere Belastungen.

Lagersätze aus drei oder vier Lagern sind axial steifer als Sätze aus zwei Lagern. Die axiale Steifigkeit dieser Sätze lässt sich durch Multiplikation der in **Tabelle 9** auf **S. 24** angegebenen Werte mit dem folgenden, von der Lageranordnung abhängigen Faktor bestimmen:

- 1,45 für TBT *(TD)* und TFT *(TF)*
- 1,8 für QBT *(3TD)* und QFT *(3TF)*
- 2 für QBC *(TDT)* und QFC *(TFT)*

Die axiale Steifigkeit von Hybridlagern lässt sich auf die gleiche Art und Weise berechnen wie die von Ganzstahllagern. Der errechnete Wert sollte dann aber mit dem Faktor 1,11 multipliziert werden (gilt für alle Anordnungen und Vorspannungsklassen).

Tabelle 6

Korrekturfaktoren zur Berechnung der Vorspannung in eingebauten Lagersätzen

Lagerreihe[1]	Korrekturfaktoren f_1	f_2 für Vorspannungsklasse A	B	C	D	f_{HC}
72 CD (E 200 CE1)	1	1	1,01	1,03	1,05	1
72 ACD (E 200 CE3)	0,99	1	1,01	1,02	1,05	1
72 CD/HC (E 200 /NS CE1)	1	1	1,01	1,03	1,06	1,01
72 ACD/HC *(E 200 /NS CE3)*	0,99	1	1,01	1,03	1,06	1,01

[1] Die Angaben gelten auch für abgedichtete Lager.

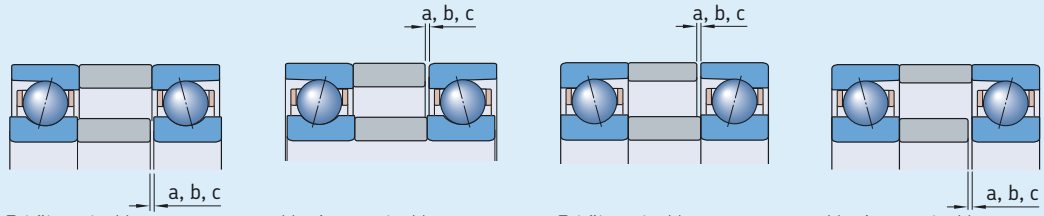
Tabelle 7

Richtlinien zur Anpassung von Abstandsringen

Vorspannungsänderung des Lagersatzes	Breitenreduzierung Wert	Erforderlicher Abstandsring zwischen Lagern in O-Anordnung	X-Anordnung
Erhöhen der Vorspannung			
von A nach B	a	Innen	Außen
von B nach C	b	Innen	Außen
von C nach D	c	Innen	Außen
von A nach C	a + b	Innen	Außen
von A nach D	a + b + c	Innen	Außen
Verringern der Vorspannung			
von B nach A	a	Außen	Innen
von C nach B	b	Außen	Innen
von D nach C	c	Außen	Innen
von C nach A	a + b	Außen	Innen
von D nach A	a + b + c	Außen	Innen

Tabelle 8

Richtwerte für die Breitenreduzierung des Abstandsrings



Erhöhen der Vorspannung (O-Anordnung) | Verringern der Vorspannung (O-Anordnung) | Erhöhen der Vorspannung (X-Anordnung) | Verringern der Vorspannung (X-Anordnung)

Lager Bohrungs-durchmesser d	Größe	**Erforderliche Breitenreduzierung Abstandsring** für Lager der Reihen[1] 72 CD *(E 200 CE1)* a	b	c	72 ACD *(E 200 CE3)* a	b	c
mm	–	µm					
7	**7**	4	5	8	2	4	6
8	**8**	4	6	9	3	4	7
9	**9**	4	6	9	3	4	7
10	**00**	4	6	9	3	4	7
12	**01**	5	7	10	3	5	7
15	**02**	6	8	12	4	5	8
17	**03**	6	9	13	4	6	10
20	**04**	6	10	14	4	6	10
25	**05**	6	10	14	4	6	10
30	**06**	8	11	16	5	8	12
35	**07**	9	13	19	6	9	14
40	**08**	9	13	19	6	9	14
45	**09**	10	15	21	7	10	16
50	**10**	10	15	21	7	10	16
55	**11**	11	16	24	7	11	18
60	**12**	11	16	24	7	11	18
65	**13**	12	18	26	8	13	19
70	**14**	12	18	26	8	13	19
75	**15**	12	18	26	8	13	19
80	**16**	13	19	28	9	14	21
85	**17**	14	21	30	9	14	22
90	**18**	16	24	37	11	17	26
95	**19**	17	26	38	12	18	28
100	**20**	19	28	40	12	19	30
105	**21**	19	29	42	13	20	30
110	**22**	19	29	42	13	20	30
120	**24**	21	31	45	14	21	33
130	**26**	21	31	45	14	21	33
140	**28**	21	31	45	14	21	33

[1] Die Angaben gelten auch für abgedichtete Lager.

Befestigung von Lagerringen

Hochgenauigkeits-Schrägkugellager werden meist axial auf der Welle oder im Gehäuse mit Hilfe von Präzisionswellenmuttern (→ Abb. 2) oder Lagerdeckeln festgesetzt. Eine zuverlässige Festsetzung erfordert Komponenten mit hoher geometrischer Genauigkeit und guter mechanischer Festigkeit.

Das Anzugsmoment M_t der Präzisionswellenmuttern bzw. der Schrauben des Lagerdeckels muss so hoch sein, dass sich die Nachbarkomponenten nicht gegeneinander bewegen können, keine Deformationen der Lager stattfindet und Materialermüdung möglichst effektiv verhindert wird.

Berechnung des Anzugsmoments M_t

Die genaue Bestimmung des Anzugsmoments M_t für Präzisionswellenmuttern bzw.

Abb. 2

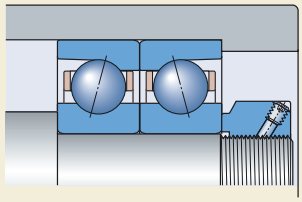
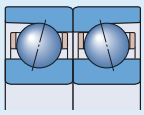
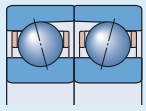


Tabelle 9

Statische axiale Steifigkeit für Lagerpaare in O- oder X-Anordnung





Lager Bohrungs-durchmesser d	Größe	**Statische axiale Steifigkeit** von Stahllagern der Reihe[1] 72 CD *(E 200 CE1)* für Vorspannungsklasse A	B	C	D	72 ACD *(E 200 CE3)* für Vorspannungsklasse A	B	C	D
mm	–	N/µm							
7	**7**	11	15	21	30	27	35	46	61
8	**8**	12	15	21	30	28	36	48	63
9	**9**	13	17	23	33	32	41	54	71
10	**00**	14	19	26	37	35	45	59	78
12	**01**	16	22	30	42	41	52	68	90
15	**02**	19	26	35	49	46	60	78	102
17	**03**	21	28	38	53	53	68	89	118
20	**04**	25	33	45	63	61	79	102	135
25	**05**	29	38	52	72	71	92	119	158
30	**06**	43	59	82	118	105	137	181	244
35	**07**	50	67	94	136	119	154	204	275
40	**08**	53	71	100	143	127	165	218	294
45	**09**	61	82	115	166	146	190	252	341
50	**10**	65	88	124	178	154	201	266	359
55	**11**	72	98	137	197	172	224	296	399
60	**12**	75	102	142	205	182	238	315	424
65	**13**	78	106	148	212	189	245	324	437
70	**14**	83	112	156	225	201	261	345	464
75	**15**	87	118	165	237	211	274	361	487
80	**16**	96	130	181	260	257	303	401	540
85	**17**	102	139	193	278	250	325	429	578
90	**18**	114	154	215	314	273	355	469	632
95	**19**	115	156	217	313	280	365	482	649
100	**20**	122	165	230	331	296	388	509	685
105	**21**	129	174	243	349	308	399	527	708
110	**22**	135	183	254	364	325	423	557	748
120	**24**	139	188	261	373	338	440	579	777
130	**26**	155	209	291	416	378	491	530	869
140	**28**	163	220	305	437	397	516	679	911

[1] Die Angaben gelten auch für abgedichtete Lager.

die Schrauben des Lagerdeckels ist schwierig. Die folgenden Formeln ermöglichen eine näherungsweise Bestimmung; die Ergebnisse sollten in der Praxis kontrolliert werden.

Die axiale Zusammenspannkraft für die Präzisionswellenmutter bzw. die Schrauben des Lagerdeckels wird wie folgt ermittelt:

$$P_a = F_s + (N_{cp} F_c) + G_{A,B,C,D}$$

Anzugsmoment für eine Präzisionswellenmutter:

$$M_t = K\,P_a$$

Anzugsmoment für die Schrauben des Lagerdeckels:

$$M_t = \frac{K\,P_a}{N_b}$$

Hierin sind:

M_t = Anzugsmoment [Nmm]
P_a = axiale Zusammenspannkraft [N]
F_s = minimale axiale Zusammenspannkraft (→ **Tabelle 10**) [N]
F_c = axiale Montagekraft (→ **Tabelle 10**) [N]
$G_{A,B,C,D}$ = Vorspannung, vor dem Einbau (→ **Tabelle 4** auf **S. 21**) [N]
N_{cp} = Anzahl der vorgespannten Lager
N_b = Anzahl der Schrauben des Lagerdeckels
K = Berechnungsfaktor, abhängig vom Gewinde (→ **Tabelle 11**)

Tragfähigkeit von Lagersätzen

Die Angaben in den Produkttabellen (dynamische Tragzahl C, statische Tragzahl C_0 und Ermüdungsgrenzbelastung P_u) gelten für

C

Tabelle 10

Minimale axiale Zusammenspannkraft und axiale Montagekraft für Präzisionswellenmuttern und Lagerdeckel

Lager Bohrungsdurchmesser d	Größe	**Minimale axiale Zusammenspannkraft** F_s	**Axiale Montagekraft** F_c
mm	–	N	
7	**7**	490	550
8	**8**	490	600
9	**9**	650	600
10	**00**	850	700
12	**01**	1 000	700
15	**02**	950	600
17	**03**	1 300	700
20	**04**	2 300	850
25	**05**	2 400	750
30	**06**	3 400	700
35	**07**	5 500	1 200
40	**08**	6 000	1 200
45	**09**	7 000	1 200
50	**10**	6 000	1 000
55	**11**	7 500	1 100
60	**12**	11 000	1 300
65	**13**	13 000	1 300
70	**14**	14 000	1 300
75	**15**	15 000	1 300
80	**16**	17 000	1 900
85	**17**	19 000	2 500
90	**18**	19 000	2 500
95	**19**	27 000	3 000
100	**20**	27 000	3 100
105	**21**	31 000	3 300
110	**22**	37 000	3 600
120	**24**	45 000	4 300
130	**26**	48 000	4 500
140	**28**	59 000	5 000

Tabelle 11

Faktor K zur Berechnung des Anzugsmoments

Gewinde-Nenndurchmesser[1]	**Faktor K** für Präzisionswellenmuttern	Schrauben des Lagerdeckels
–	–	
M 4	–	0,8
M 5	–	1
M 6	–	1,2
M 8	–	1,6
M 10	1,4	2
M 12	1,6	2,4
M 14	1,9	2,7
M 15	2	2,9
M 16	2,1	3,1
M 17	2,2	–
M 20	2,6	–
M 25	3,2	–
M 30	3,9	–
M 35	4,5	–
M 40	5,1	–
M 45	5,8	–
M 50	6,4	–
M 55	7	–
M 60	7,6	–
M 65	8,1	–
M 70	9	–
M 75	9,6	–
M 80	10	–
M 85	11	–
M 90	11	–
M 95	12	–
M 100	12	–
M 105	13	–
M 110	14	–
M 120	15	–
M 130	16	–
M 140	17	–

[1] Nur für Feingewinde.

Einzellager. Bei Lagersätzen müssen die Einzellagerwerte mit dem Korrekturfaktor aus **Tabelle 12** auf S. 27 multipliziert werden.

Äquivalente Lagerbelastungen

Bei der Bestimmung der äquivalenten Lagerbelastung ist die Vorspannung zu berücksichtigen. Je nach Betriebsbedingungen lässt sich die erforderliche axiale Komponente der Lagerbelastung F_a für ein Lagerpaar in O- oder X-Anordnung näherungsweise mit den folgenden Gleichungen bestimmen.

Radial belastete Lagerpaare mit fester Passung:

$F_a = G_m$

Radial belastete Lagerpaare, mit Federn vorgespannt:

$F_a = G_{A,B,C,D}$

Axial belastete Lagerpaare mit fester Passung:

$F_a = G_m + 0{,}67\ K_a$ für $K_a \leq 3\ G_m$
$F_a = K_a$ für $K_a > 3\ G_m$

Axial belastete Lagerpaare, mit Federn vorgespannt:

$F_a = G_{A,B,C,D} + K_a$

Hierin sind:
F_a = Axialkomponente der Belastung [N]
$G_{A,B,C,D}$ = herstellerseitige Vorspannung des Lagerpaares, vor dem Einbau (→ **Tabelle 4** auf **S. 21**) [N]
G_m = Vorspannung im eingebauten Lagerpaar (→ *Vorspannung in eingebauten Lagersätzen*, **S. 19**) [N]
K_a = auf ein Einzellager wirkende externe Axialkraft [N]

Äquivalente dynamische Lagerbelastung

Einzellager und Lagerpaare in Tandem-Anordnung:

$P = F_r$ für $F_a/F_r \leq e$
$P = XF_r + YF_a$ für $F_a/F_r > e$

Lagerpaare in O- oder X-Anordnung:

$P = F_r + Y_1F_a$ für $F_a/F_r \leq e$
$P = XF_r + Y_2F_a$ für $F_a/F_r > e$

wobei gilt:
p = äquivalente dynamische Belastung des Lagersatzes [kN]
F_r = Radialkomponente der Belastung [kN]
F_a = Axialkomponente der Belastung [kN]

Die Werte der Berechnungsfaktoren e, X, Y, Y_1 und Y_2 hängen vom Berührungswinkel des Lagers ab. Sie sind in den **Tabellen 13** und **14** angegeben. Bei Lagern mit einem Berührungswinkel von 15° hängen die Faktoren auch vom Verhältnis f_0F_a/C_0 ab, wobei für den Berechnungsfaktor f_0 und die statische Tragzahl C_0 die Angaben aus den Produkttabellen gelten.

Äquivalente statische Lagerbelastung

Einzellager und Lagerpaare in Tandem-Anordnung:

$P_0 = 0{,}5\ F_r + Y_0F_a$

Lagerpaare in O- oder X-Anordnung:

$P_0 = F_r + Y_0F_a$

wobei gilt:
P_0 = äquivalente statische Belastung des Lagersatzes [kN]
F_r = radiale Komponente der Belastung, die auf den Lagersatz wirkt [kN]
F_a = axiale Komponente der Belastung, die auf den Lagersatz wirkt [kN]

Bei $P_0 < F_r$ sollte $P_0 = F_r$ gelten. Die Werte des Berechnungsfaktors Y_0 hängen vom Berührungswinkel des Lagers ab. Sie sind in den **Tabellen 13** und **14** angegeben.

Erreichbare Drehzahlen

Die erreichbaren Drehzahlen in den Produkttabellen sind Richtwerte. Sie gelten für Einzellager bei leichter Belastung (P ≤ 0,05 C) und leichter Vorspannung durch Federn. Zusätzlich ist für eine gute Wärmeableitung zu sorgen. Da an der Dichtlippe keine zusätzliche Reibung entsteht, entsprechen die erreichbaren Drehzahlen der abgedichteten Lager denen offener Lager mit gleichen Abmessungen.

Die Angaben für die Ölschmierung beziehen sich auf Öl-Luft-Schmierung. Bei anderen Ölschmierverfahren sind die Werte nach unten zu korrigieren. Die für Fettschmierung angegebenen Werte sind Maximalwerte für abgedichtete und offene Lager. Sie gelten für niedrigviskoses Premiumfett geringer Konsistenz. Abgedichtete Lager der Reihe S72 .. D *(E 200 /S)* sind für hohe Drehzahlen ausgelegt, d.h. für einen Drehzahlkennwert A von max. 1 200 000 $min^{-1} \times mm$.

Wenn Einzellager gegeneinander angestellt werden, eine stärkere Vorspannung haben oder Lagersätze verwendet werden sollen, müssen die erreichbaren Drehzahlen unter den Angaben in den Produkttabellen liegen, d.h. die Tabellenwerte sind mit einem Reduktionsfaktor zu multiplizieren. Die Reduktionsfaktoren, die von der Lageranordnung und der Vorspannungsklasse abhängen, sind in **Tabelle 15** angegeben.

Sollte die erreichbare Drehzahl nicht für den Anwendungsfall ausreichen, können

Standardkäfige werden in der Lagerbezeichnung nicht extra angegeben. Lager mit PEEK-Käfig sind in den Produkttabellen durch eine Fußnote ausgewiesen.

Abb. 3

zwischen den Lagern eines Lagersatzes Präzisionsabstandsringe eingebaut werden.

Käfige

Lager der Reihe 72 .. D *(E 200)* haben, je nach Größe, serienmäßig einen ungeteilten, an der Außenringschulter geführten Käfig aus einem der folgenden Werkstoffe:

- gewebeverstärktes Hartgewebe, geeignet für Temperaturen von max. 120 °C
- kohlefaserverstärktes Polyetheretherketon (PEEK), geeignet für Temperaturen von max. 150 °C (→ **Abb. 3**)

Dichtungen

Die integrierte Dichtungen in abgedichteten Lagern der Reihe S72 .. D *(E 200 /S)* sind für einen Drehzahlkennwert A von max. 1 200 000 min^{-1} × mm ausgelegt. Die zulässige Betriebstemperatur der Dichtungen beträgt –25 bis +100 °C; kurzzeitig sind auch +120 °C zulässig.

Werkstoffe

Die Ringe und Kugeln von Lagern der Reihe 72 .. D *(E 200)* sind aus SKF Stahl der Gütestufe 3 gefertigt. Sie entsprechen ISO 683-17:1999. Die Kugeln von Hybridlagern bestehen aus Siliziumnitrid (Si_3N_4) in Lagergüte.

Die integrierten, stahlblechverstärkten Dichtungen sind aus öl- und verschleißfestem Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (NBR).

Tabelle 12

Berechnungsfaktoren für die Tragfähigkeit von Lagersätzen

Anzahl der Lager	Berechnungsfaktor für C	C_0	P_u
2	1,62	2	2
3	2,16	3	3
4	2,64	4	4

Tabelle 13

Berechnungsfaktoren für Einzellager und Lagerpaare in Tandem-Anordnung

f_0F_a/C_0	Berechnungsfaktoren e	X	Y	Y_0
für Berührungswinkel 15° Nachsetzzeichen CD *(1)*				
≤ 0,178	0,38	0,44	1,47	0,46
0,357	0,4	0,44	1,4	0,46
0,714	0,43	0,44	1,3	0,46
1,07	0,46	0,44	1,23	0,46
1,43	0,47	0,44	1,19	0,46
2,14	0,5	0,44	1,12	0,46
3,57	0,55	0,44	1,02	0,46
≥ 5,35	0,56	0,44	1	0,46
für Berührungswinkel 25° Nachsetzzeichen ACD *(3)*				
–	0,68	0,41	0,87	0,38

Tabelle 14

Berechnungsfaktoren für Lagerpaare in O- oder X-Anordnung

$2\ f_0F_a/C_0$	Berechnungsfaktoren e	X	Y_1	Y_2	Y_0
für Berührungswinkel 15° Nachsetzzeichen CD *(1)*					
≤ 0,178	0,38	0,72	1,65	2,39	0,92
0,357	0,4	0,72	1,57	2,28	0,92
0,714	0,43	0,72	1,46	2,11	0,92
1,07	0,46	0,72	1,38	2	0,92
1,43	0,47	0,72	1,34	1,93	0,92
2,14	0,5	0,72	1,26	1,82	0,92
3,57	0,55	0,72	1,14	1,66	0,92
≥ 5,35	0,56	0,72	1,12	1,63	0,92
für Berührungswinkel 25° Nachsetzzeichen ACD *(3)*					
–	0,68	0,67	0,92	1,41	0,76

Tabelle 15

Drehzahlreduktionsfaktoren für Lagersätze

Anzahl der Lager	Anordnung	Nachsetzzeichen für zusammengepasste Lagersätze	Drehzahlreduktionsfaktor für Vorspannungsklasse A	B	C	D
2	O-Anordnung	DB *(DD)*	0,81	0,75	0,65	0,40
	X-Anordnung	DF *(FF)*	0,77	0,72	0,61	0,36
3	Tandem- und O-Anordnung	TBT *(TD)*	0,7	0,63	0,49	0,25
	Tandem- und X-Anordnung	TFT *(TF)*	0,63	0,5	0,42	0,17
4	O-Anordnung von Tandempaaren	QBC *(TDT)*	0,64	0,6	0,53	0,32
	X-Anordnung von Tandempaaren	QFC *(TFT)*	0,62	0,58	0,48	0,27

Hinweis: Bei federbelasteten Tandemsätzen mit dem Nachsetzzeichen DT *(T)* sollte ein Drehzahlreduktionsfaktor von 0,9 angewendet werden.

Wärmebehandlung

Alle SKF-SNFA Hochgenauigkeitslager werden einer speziellen Wärmebehandlung unterzogen, die für ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Härtegrad und Maßstabilität sorgt. Der Härtegrad der Ringe und Wälzkörper von Lagern der Reihe 72 .. D *(E 200)* wurde für eine optimale Verschleißfestigkeit ausgewählt; die wärmebehandelten Ringe sind für Temperaturen von max. 150 °C geeignet.

Kennzeichnung von Lagern und Lagersätzen

Alle Lager der Reihe 72 .. D *(E 200)* haben mehrere Kennzeichnungen auf der Außenseite der Ringe. Die Lage der Kennzeichnungen ist bei offenen und abgedichteten Lagern unterschiedlich. Offene Lager sind wie folgt gekennzeichnet (→ **Abb. 4**):

1 SKF Marke
2 vollständige Lagerbezeichnung (Kurzzeichen)
3 Herstellerland
4 kodiertes Herstellungsdatum
5 Abweichung vom mittleren Außendurchmesser, Δ_{Dm} [µm]
6 Abweichung vom mittleren Bohrungsdurchmesser, Δ_{dm} [µm]
7 Markierung auf Druckseite (geprägt)
8 Seriennummer (nur bei Lagersätzen)
9 V-Zeichen (nur bei zusammengepassten Lagersätzen)

Die Abweichungen vom mittleren Außen- und Bohrungsdurchmesser sind an der dicksten Stelle des jeweiligen Rings angegeben.

V-Zeichen

Ein V-Zeichen an der Außenseite der Außenringe von zusammengepassten Lagersätzen gibt an, in welcher Richtung die Lager eingebaut werden müssen, damit die korrekte Satzvorspannung eingestellt wird. Das Zeichen gibt ebenfalls an, in welcher Richtung der Lagersatz bezogen auf die Axialbelastung einzubauen ist. Das V-Zeichen

Abb. 5

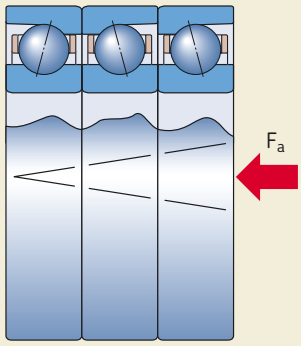
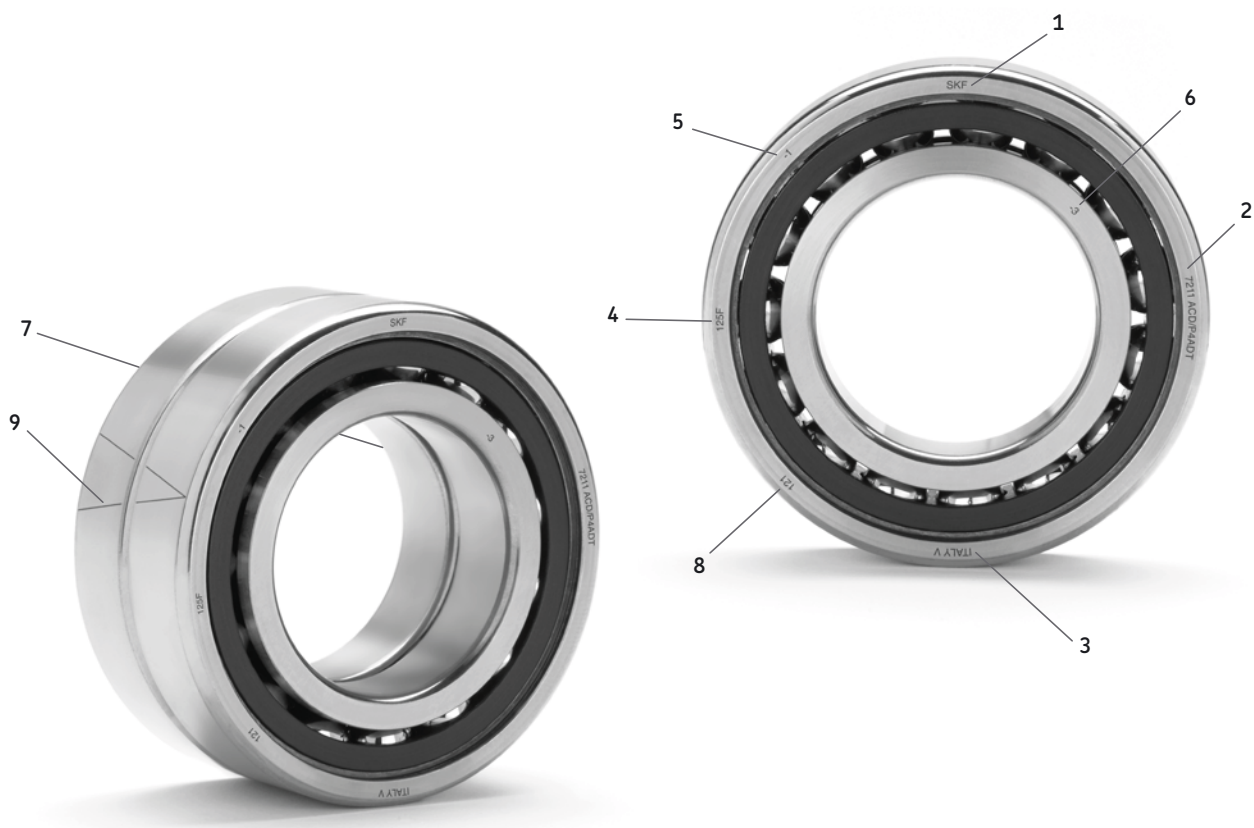


Abb. 4



muss in die Richtung zeigen, in der die Axialbelastung auf den Innenring wirkt (→ **Abb. 5**). Wirken Axialbelastungen in beiden Richtungen, muss das V in die Hauptaxialkraftrichtung zeigen.

Verpackung

SKF-SNFA Hochgenauigkeitslager werden in Schachteln ausgeliefert, auf denen die beiden Marken SKF und SNFA (→ **Abb. 6**) und beide Lagerbezeichnungen aufgedruckt sind. In jeder Schachtel befindet sich ein Merkblatt mit Hinweisen zum Einbau von Lagersätzen.

Bezeichnungsschema

Die Bezeichnungen für SKF-SNFA Lager der Reihe 72 .. D *(E 200)* sind in **Tabelle 16** auf **S. 30** zusammen mit Erläuterungen angegeben.

Abb. 6

C

Bezeichnungsschema für SKF-SNFA Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe 72 .. D *(E 200)*

Einzellager: 7214 ACDGA/HCP4A		**72**	**14**	**ACD**	**GA**	**/**	**HC**	**P4A**		
	Vorsetzzeichen der Ausführung	**Reihe**	**Größe**	**Berührungswinkel und Ausführung**	**Ausführung und Vorspannung (Einzellager)**		**Kugelwerk-stoff**	**Toleranz-klasse**	**Anord-nung**	**Vorspan-nung**
Zusammengepasster Lagersatz: S7220 CD/ PA9AQBCD	**S**	**72**	**20**	**CD**		**/**		**PA9A**	**QBC**	**D**

Dichtungen

–	Offenes Lager (kein Vorsetzzeichen)
S	Abgedichtetes Lager

Lagerreihe

72	Gemäß ISO-Maßreihe 02

Lagergröße

7	7 mm Bohrungsdurchmesser
8	8 mm Bohrungsdurchmesser
9	9 mm Bohrungsdurchmesser
00	10 mm Bohrungsdurchmesser
01	12 mm Bohrungsdurchmesser
02	15 mm Bohrungsdurchmesser
03	17 mm Bohrungsdurchmesser
04	(x5) 20 mm Bohrungsdurchmesser
bis	
28	(x5) 140 mm Bohrungsdurchmesser

Berührungswinkel und interne Konstruktion

CD	15° Berührungswinkel, schwere Reihe, Grundausführung
ACD	25° Berührungswinkel, schwere Reihe, Grundausführung

Einzellager – Ausführung und Vorspannung[1]

–	Einzellager (kein Nachsetzzeichen)
GA	Einzelne Universallager für den satzweisen Einbau, für sehr leichte Vorspannung
GB	Einzelne Universallager für den satzweisen Einbau, für leichte Vorspannung
GC	Einzelne Universallager für den satzweisen Einbau, für mittlere Vorspannung
GD	Einzelne Universallager für den satzweisen Einbau, für starke Vorspannung

Käfig

–	Käfig aus gewebeverstärktem Phenolharz oder kohlefaserverstärktem PEEK-Kunststoff, außenringgeführt (kein Nachsetzzeichen)

Kugelwerkstoff

–	Wälzlagerstahl (kein Nachsetzzeichen)
HC	Siliziumnitrid in Lagergüte Si_3N_4 (Hybridlager)

Toleranzklasse

P4A	Maßgenauigkeit nach ISO-Toleranzklasse 4, Laufgenauigkeit besser als ISO-Toleranzklasse 4
PA9A	Maß- und Laufgenauigkeit besser als ABMA-Toleranzklasse ABEC 9

Lagersatz – Anordnung

DB	Zwei Lager in O-Anordnung <>
DF	Zwei Lager in X-Anordnung ><
DT	Zwei Lager in Tandem-Anordnung <<
DG	Zwei Universallager für den satzweisen Einbau
TBT	Drei Lager in Tandem- und O-Anordnung <>>
TFT	Drei Lager in Tandem- und X-Anordnung >><
TT	Drei Lager in Tandem-Anordnung <<<
TG	Drei Universallager für den satzweisen Einbau
QBC	Vier Lager in Tandem- und O-Anordnung <<>>
QFC	Vier Lager in Tandem- und X-Anordnung >>><
QBT	Vier Lager in Tandem- und O-Anordnung <>>>
QFT	Vier Lager in Tandem- und X-Anordnung >>><
QT	Vier Lager in Tandem-Anordnung <<<<
QG	Vier Universallager für den satzweisen Einbau

Lagersatz – Vorspannung[1]

A	Sehr leichte Vorspannung
B	Leichte Vorspannung
C	Mittlere Vorspannung
D	Starke Vorspannung
G_	Sondervorspannung, angegeben in daN, z.B. G240

[1] Die Einheitlichkeit der Vorspannungsklassen von Lagern unterschiedlicher Hersteller (SKF, SNFA und SKF-SNFA) ist einzelfallsweise zu prüfen, da sie von der Lagergröße und der Lageranordnung abhängt. Weitere Auskünfte erteilt der Technische SKF Beratungsservice.

Früheres SNFA Bezeichnungsschema für Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe 72 .. D *(E 200)*

Einzellager: E 270 /NS 7CE3 UL	E 2(00)	70	/NS	7	CE	3	U	L
	Reihe und Ausführung	**Größe**	**Ausführung**	**Toleranzklasse**	**Käfig**	**Berührungs-winkel**	**Anordnung**	**Vorspannung**
Zusammengepasster Lagersatz: E 200/100 /S 9CE1 TDTM	E 200	/100	/S	9	CE	1	TDT	M

Lagerreihe und interne Konstruktion
E 200 Gemäß ISO-Maßreihe 02, Hochleistungsausführung E 200

Lagergröße
7 7 mm Bohrungsdurchmesser
bis
95 95 mm Bohrungsdurchmesser
/100 100 mm Bohrungsdurchmesser
bis
/140 140 mm Bohrungsdurchmesser

Ausführung
– Offenes Lager (kein Nachsetzzeichen)
/S Abgedichtetes Lager[2]
– Stahlkugeln (kein Nachsetzzeichen)
/NS Siliziumnitrid in Lagergüteklasse Si_3N_4 (Hybridlager)

Toleranzklasse
7 Maß- und Laufgenauigkeit nach ABMA-Toleranzklasse ABEC 7
9 Maß- und Laufgenauigkeit nach ABMA-Toleranzklasse ABEC 9

Käfig
CE Gewebeverstärktes Phenolharz, außenringgeführt[3]

Berührungswinkel
1 15° Berührungswinkel
3 25° Berührungswinkel

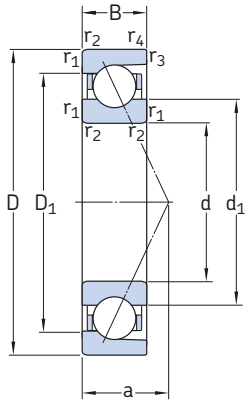
Einzellager – Ausführung und Vorspannung[1]
– Einzellager (kein Nachsetzzeichen)
UL Einzelne Universallager für den satzweisen Einbau, für leichte Vorspannung
UM Einzelne Universallager für den satzweisen Einbau, für mittlere Vorspannung
UF Einzelne Universallager für den satzweisen Einbau, für starke Vorspannung

Lagersatz – Anordnung
DD Zwei Lager in O-Anordnung <>
FF Zwei Lager in X-Anordnung ><
T Zwei Lager in Tandem-Anordnung <<
DU Zwei Universallager für den satzweisen Einbau
TD Drei Lager in Tandem- und O-Anordnung <>>
TF Drei Lager in Tandem- und X-Anordnung >><<
3T Drei Lager in Tandem-Anordnung <<<
TU Drei Universallager für den satzweisen Einbau
TDT Vier Lager in Tandem- und O-Anordnung <<>>
TFT Vier Lager in Tandem- und X-Anordnung >>><<
3TD Vier Lager in Tandem- und O-Anordnung <>>>
3TF Vier Lager in Tandem- und X-Anordnung >><<<
4T Vier Lager in Tandem-Anordnung <<<<
4U Vier Universallager für den satzweisen Einbau

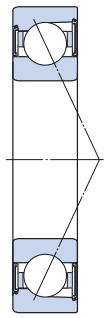
Lagersatz – Vorspannung[1]
L Leichte Vorspannung (nur für unsymmetrische Sätze)
M Mittlere Vorspannung (nur für unsymmetrische Sätze)
F Starke Vorspannung (nur für unsymmetrische Sätze)
..daN Sondervorspannung (für asymmetrische TD-, TF-, 3TD- und 3TF-Sätze sowie für Ausführungen mit Sondervorspannung)

[2] Keine abgedichtete Ausführung im älteren SNFA Sortiment.
[3] Kein PEEK-Käfig im älteren SNFA Sortiment.

Hochgenauigkeits-Schrägkugellager
d **7 – 15** mm

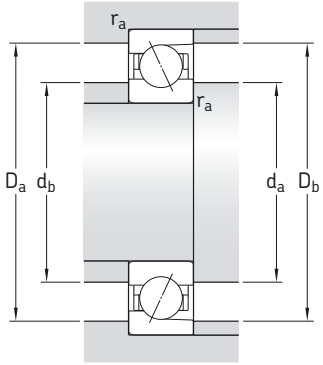


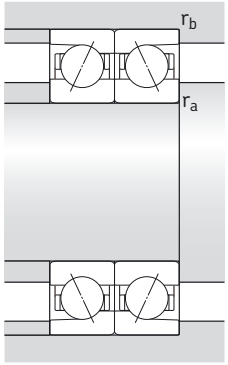
Offene Ausführung


Abgedichtete Ausführung

Hauptabmessungen			Tragzahlen dynamisch	statisch	Ermüdungsgrenzbelastung	Berechnungsfaktor	Erreichbare Drehzahlen bei Schmierung mit Fett	Öl-Luft	Gewicht	Kurzzeichen SKF	SNFA
d	D	B	C	C_0	P_u	f_0					
mm			kN		kN	–	U/min		kg	–	
7	22	7	2,96	1,16	0,049	8,4	80 000	120 000	0,013	**727 CD/P4A**	**E 207 7CE1**
	22	7	2,96	1,16	0,049	8,4	95 000	150 000	0,012	**727 CD/HCP4A**	**E 207 /NS 7CE1**
	22	7	2,91	1,12	0,048	–	70 000	110 000	0,013	**727 ACD/P4A**	**E 207 7CE3**
	22	7	2,91	1,12	0,048	–	85 000	130 000	0,012	**727 ACD/HCP4A**	**E 207 /NS 7CE3**
8	24	8	3,71	1,37	0,057	7,9	70 000	110 000	0,017	**728 CD/P4A**	**E 208 7CE1**
	24	8	3,71	1,37	0,057	7,9	85 000	130 000	0,015	**728 CD/HCP4A**	**E 208 /NS 7CE1**
	24	8	3,58	1,34	0,057	–	67 000	100 000	0,017	**728 ACD/P4A**	**E 208 7CE3**
	24	8	3,58	1,34	0,057	–	75 000	120 000	0,015	**728 ACD/HCP4A**	**E 208 /NS 7CE3**
9	26	8	4,10	1,66	0,071	8,3	67 000	100 000	0,020	**729 CD/P4A**	**E 209 7CE1**
	26	8	4,10	1,66	0,071	8,3	80 000	120 000	0,018	**729 CD/HCP4A**	**E 209 /NS 7CE1**
	26	8	3,97	1,6	0,067	–	60 000	90 000	0,020	**729 ACD/P4A**	**E 209 7CE3**
	26	8	3,97	1,6	0,067	–	70 000	110 000	0,018	**729 ACD/HCP4A**	**E 209 /NS 7CE3**
10	30	9	4,49	1,93	0,08	8,8	60 000	90 000	0,032	**7200 CD/P4A**	**E 210 7CE1**
	30	9	4,49	1,93	0,08	8,8	60 000	–	0,032	**S7200 CD/P4A**	**E 210 /S 7CE1**
	30	9	4,49	1,93	0,08	8,8	70 000	100 000	0,029	**7200 CD/HCP4A**	**E 210 /NS 7CE1**
	30	9	4,49	1,93	0,08	8,8	70 000	–	0,029	**S7200 CD/HCP4A**	**E 210 /S/NS 7CE1**
	30	9	4,36	1,86	0,078	–	53 000	80 000	0,032	**7200 ACD/P4A**	**E 210 7CE3**
	30	9	4,36	1,86	0,078	–	53 000	–	0,032	**S7200 ACD/P4A**	**E 210 /S 7CE3**
	30	9	4,36	1,86	0,078	–	63 000	95 000	0,029	**7200 ACD/HCP4A**	**E 210 /NS 7CE3**
	30	9	4,36	1,86	0,078	–	63 000	–	0,029	**S7200 ACD/HCP4A**	**E 210 /S/NS 7CE3**
12	32	10	5,85	2,55	0,108	8,5	53 000	80 000	0,037	**7201 CD/P4A**[1]	**E 212 7CE1**
	32	10	5,85	2,55	0,108	8,5	53 000	–	0,038	**S7201 CD/P4A**[1]	**E 212 /S 7CE1**
	32	10	5,85	2,55	0,108	8,5	67 000	95 000	0,033	**7201 CD/HCP4A**[1]	**E 212 /NS 7CE1**
	32	10	5,85	2,55	0,108	8,5	67 000	–	0,034	**S7201 CD/HCP4A**[1]	**E 212 /S/NS 7CE1**
	32	10	5,72	2,45	0,104	–	48 000	70 000	0,037	**7201 ACD/P4A**[1]	**E 212 7CE3**
	32	10	5,72	2,45	0,104	–	48 000	–	0,038	**S7201 ACD/P4A**[1]	**E 212 /S 7CE3**
	32	10	5,72	2,45	0,104	–	56 000	85 000	0,033	**7201 ACD/HCP4A**[1]	**E 212 /NS 7CE3**
	32	10	5,72	2,45	0,104	–	56 000	–	0,034	**S7201 ACD/HCP4A**[1]	**E 212 /S/NS 7CE3**
15	35	11	7,41	3,35	0,14	8,5	48 000	70 000	0,043	**7202 CD/P4A**[1]	**E 215 7CE1**
	35	11	7,41	3,35	0,14	8,5	48 000	–	0,044	**S7202 CD/P4A**[1]	**E 215 /S 7CE1**
	35	11	7,41	3,35	0,14	8,5	60 000	85 000	0,037	**7202 CD/HCP4A**[1]	**E 215 /NS 7CE1**
	35	11	7,41	3,35	0,14	8,5	60 000	–	0,038	**S7202 CD/HCP4A**[1]	**E 215 /S/NS 7CE1**
	35	11	7,15	3,2	0,134	–	43 000	63 000	0,043	**7202 ACD/P4A**[1]	**E 215 7CE3**
	35	11	7,15	3,2	0,134	–	43 000	–	0,044	**S7202 ACD/P4A**[1]	**E 215 /S 7CE3**
	35	11	7,15	3,2	0,134	–	50 000	75 000	0,037	**7202 ACD/HCP4A**[1]	**E 215 /NS 7CE3**
	35	11	7,15	3,2	0,134	–	50 000	–	0,038	**S7202 ACD/HCP4A**[1]	**E 215 /S/NS 7CE3**

[1] PEEK-Käfig serienmäßig (sonst Käfig aus Hartgewebe).

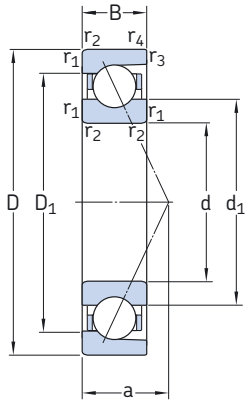




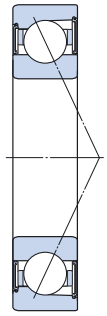
C

Abmessungen						Anschlussmaße				
d	d_1 ~	D_1 ~	$r_{1,2}$ min.	$r_{3,4}$ min.	a	d_a,d_b min.	D_a max.	D_b max.	r_a max.	r_b max.
mm						mm				
7	12,6	17,4	0,3	0,2	6	9,4	19,6	20,2	0,3	0,2
	12,6	17,4	0,3	0,2	6	9,4	19,6	20,2	0,3	0,2
	12,6	17,4	0,3	0,2	7	9,4	19,6	20,2	0,3	0,2
	12,6	17,4	0,3	0,2	7	9,4	19,6	20,2	0,3	0,2
8	13,1	18,9	0,3	0,2	6	10,4	21,6	22,2	0,3	0,2
	13,1	18,9	0,3	0,2	6	10,4	21,6	22,2	0,3	0,2
	13,1	18,9	0,3	0,2	8	10,4	21,6	22,2	0,3	0,2
	13,1	18,9	0,3	0,2	8	10,4	21,6	22,2	0,3	0,2
9	15,1	20,9	0,3	0,2	6	11,4	23,6	24,2	0,3	0,2
	15,1	20,9	0,3	0,2	6	11,4	23,6	24,2	0,3	0,2
	15,1	20,9	0,3	0,2	8	11,4	23,6	24,2	0,3	0,2
	15,1	20,9	0,3	0,2	8	11,4	23,6	24,2	0,3	0,2
10	17,3	23,1	0,6	0,3	7	14,2	25,8	27,6	0,6	0,3
	17,3	24,3	0,6	0,3	7	14,2	25,8	27,6	0,6	0,3
	17,3	23,1	0,6	0,3	7	14,2	25,8	27,6	0,6	0,3
	17,3	24,3	0,6	0,3	7	14,2	25,8	27,6	0,6	0,3
	17,3	23,1	0,6	0,3	7	14,2	25,8	27,6	0,6	0,3
	17,3	24,3	0,6	0,3	9	14,2	25,8	27,6	0,6	0,3
	17,3	23,1	0,6	0,3	9	14,2	25,8	27,6	0,6	0,3
	17,3	24,3	0,6	0,3	9	14,2	25,8	27,6	0,6	0,3
12	18,6	25,4	0,6	0,3	8	16,2	27,8	29,6	0,6	0,3
	18,6	26,6	0,6	0,3	8	16,2	27,8	29,6	0,6	0,3
	18,6	25,4	0,6	0,3	8	16,2	27,8	29,6	0,6	0,3
	18,6	26,6	0,6	0,3	8	16,2	27,8	29,6	0,6	0,3
	18,6	25,4	0,6	0,3	10	16,2	27,8	29,6	0,6	0,3
	18,6	26,6	0,6	0,3	10	16,2	27,8	29,6	0,6	0,3
	18,6	25,4	0,6	0,3	10	16,2	27,8	29,6	0,6	0,3
	18,6	26,6	0,6	0,3	10	16,2	27,8	29,6	0,6	0,3
15	21,4	29,1	0,6	0,3	9	19,2	30,8	32,6	0,6	0,3
	21,4	30,7	0,6	0,3	9	19,2	30,8	32,6	0,6	0,3
	21,4	29,1	0,6	0,3	9	19,2	30,8	32,6	0,6	0,3
	21,4	30,7	0,6	0,3	9	19,2	30,8	32,6	0,6	0,3
	21,4	29,1	0,6	0,3	12	19,2	30,8	32,6	0,6	0,3
	21,4	30,7	0,6	0,3	12	19,2	30,8	32,6	0,6	0,3
	21,4	29,1	0,6	0,3	12	19,2	30,8	32,6	0,6	0,3
	21,4	30,7	0,6	0,3	12	19,2	30,8	32,6	0,6	0,3

Hochgenauigkeits-Schrägkugellager
d **17 – 35** mm

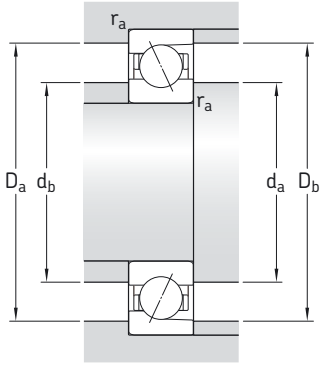


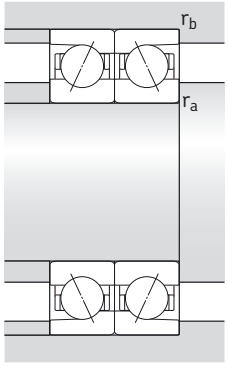
Offene Ausführung


Abgedichtete Ausführung

Hauptabmessungen			Tragzahlen dynamisch	statisch	Ermüdungsgrenzbelastung	Berechnungsfaktor	Erreichbare Drehzahlen bei Schmierung mit Fett	Öl-Luft	Gewicht	Kurzzeichen SKF	SNFA
d	D	B	C	C_0	P_u	f_0					
mm			kN		kN	–	U/min		kg	–	
17	40	12	9,23	4,15	0,176	8,5	43 000	63 000	0,063	**7203 CD/P4A**[1]	**E 217 7CE1**
	40	12	9,23	4,15	0,176	8,5	43 000	–	0,065	**S7203 CD/P4A**[1]	**E 217 /S 7CE1**
	40	12	9,23	4,15	0,176	8,5	53 000	75 000	0,054	**7203 CD/HCP4A**[1]	**E 217 /NS 7CE1**
	40	12	9,23	4,15	0,176	8,5	53 000	–	0,056	**S7203 CD/HCP4A**[1]	**E 217 /S/NS 7CE1**
	40	12	8,84	4	0,17	–	38 000	56 000	0,063	**7203 ACD/P4A**[1]	**E 217 7CE3**
	40	12	8,84	4	0,17	–	38 000	–	0,065	**S7203 ACD/P4A**[1]	**E 217 /S 7CE3**
	40	12	8,84	4	0,17	–	45 000	67 000	0,054	**7203 ACD/HCP4A**[1]	**E 217 /NS 7CE3**
	40	12	8,84	4	0,17	–	45 000	–	0,056	**S7203 ACD/HCP4A**[1]	**E 217 /S/NS 7CE3**
20	47	14	11,9	5,85	0,245	8,7	36 000	53 000	0,10	**7204 CD/P4A**[1]	**E 220 7CE1**
	47	14	11,9	5,85	0,245	8,7	36 000	–	0,11	**S7204 CD/P4A**[1]	**E 220 /S 7CE1**
	47	14	11,9	5,85	0,245	8,7	43 000	60 000	0,090	**7204 CD/HCP4A**[1]	**E 220 /NS 7CE1**
	47	14	11,9	5,85	0,245	8,7	43 000	–	0,092	**S7204 CD/HCP4A**[1]	**E 220 /S/NS 7CE1**
	47	14	11,4	5,6	0,236	–	32 000	48 000	0,10	**7204 ACD/P4A**[1]	**E 220 7CE3**
	47	14	11,4	5,6	0,236	–	32 000	–	0,11	**S7204 ACD/P4A**[1]	**E 220 /S 7CE3**
	47	14	11,4	5,6	0,236	–	38 000	56000	0,090	**7204 ACD/HCP4A**[1]	**E 220 /NS 7CE3**
	47	14	11,4	5,6	0,236	–	38 000	–	0,092	**S7204 ACD/HCP4A**[1]	**E 220 /S/NS 7CE3**
25	52	15	13,5	7,2	0,305	9,1	30 000	45 000	0,13	**7205 CD/P4A**[1]	**E 225 7CE1**
	52	15	13,5	7,2	0,305	9,1	30 000	–	0,13	**S7205 CD/P4A**[1]	**E 225 /S 7CE1**
	52	15	13,5	7,2	0,305	9,1	38 000	53 000	0,11	**7205 CD/HCP4A**[1]	**E 225 /NS 7CE1**
	52	15	13,5	7,2	0,305	9,1	38 000	–	0,11	**S7205 CD/HCP4A**[1]	**E 225 /S/NS 7CE1**
	52	15	13	6,95	0,29	–	26 000	40 000	0,13	**7205 ACD/P4A**[1]	**E 225 7CE3**
	52	15	13	6,95	0,29	–	26 000	–	0,13	**S7205 ACD/P4A**[1]	**E 225 /S 7 CE3**
	52	15	13	6,95	0,29	–	32 000	48 000	0,11	**7205 ACD/HCP4A**[1]	**E 225 /NS 7CE3**
	52	15	13	6,95	0,29	–	32 000	–	0,11	**S7205 ACD/HCP4A**[1]	**E 225 /S/NS 7CE3**
30	62	16	24,2	16	0,67	14	24 000	38 000	0,20	**7206 CD/P4A**[1]	**E 230 7CE1**
	62	16	24,2	16	0,67	14	24 000	–	0,20	**S7206 CD/P4A**[1]	**E 230 /S 7CE1**
	62	16	24,2	16	0,67	14	32 000	45 000	0,17	**7206 CD/HCP4A**[1]	**E 230 /NS 7CE1**
	62	16	24,2	16	0,67	14	32 000	–	0,17	**S7206 CD/HCP4A**[1]	**E 230 /S/NS 7CE1**
	62	16	23,4	15,3	0,64	–	20 000	34 000	0,20	**7206 ACD/P4A**[1]	**E 230 7CE3**
	62	16	23,4	15,3	0,64	–	20 000	–	0,20	**S7206 ACD/P4A**[1]	**E 230 /S 7CE3**
	62	16	23,4	15,3	0,64	–	26 000	40 000	0,17	**7206 ACD/HCP4A**[1]	**E 230 /NS 7CE3**
	62	16	23,4	15,3	0,64	–	26 000	–	0,17	**S7206 ACD/HCP4A**[1]	**E 230 /S/NS 7CE3**
35	72	17	31,9	21,6	0,915	13,9	20 000	34 000	0,29	**7207 CD/P4A**[1]	**E 235 7CE1**
	72	17	31,9	21,6	0,915	13,9	20 000	–	0,29	**S7207 CD/P4A**[1]	**E 235 /S 7CE1**
	72	17	31,9	21,6	0,915	13,9	26 000	38 000	0,24	**7207 CD/HCP4A**[1]	**E 235 /NS 7CE1**
	72	17	31,9	21,6	0,915	13,9	26 000	–	0,25	**S7207 CD/HCP4A**[1]	**E 235 /S/NS 7CE1**
	72	17	30,7	20,8	0,88	–	18 000	30 000	0,29	**7207 ACD/P4A**[1]	**E 235 7CE3**
	72	17	30,7	20,8	0,88	–	18 000	–	0,29	**S7207 ACD/P4A**[1]	**E 235 /S 7CE3**
	72	17	30,7	20,8	0,88	–	20 000	34 000	0,24	**7207 ACD/HCP4A**[1]	**E 235 /NS 7CE3**
	72	17	30,7	20,8	0,88	–	20 000	–	0,25	**S7207 ACD/HCP4A**[1]	**E 235 /S/NS 7CE3**

[1] PEEK-Käfig serienmäßig (sonst Käfig aus Hartgewebe).

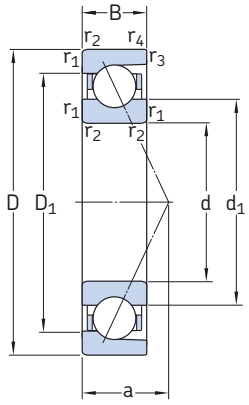




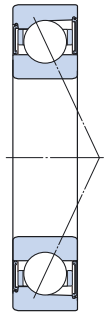
C

Abmessungen						Anschlussmaße				
d	d_1 ~	D_1 ~	$r_{1,2}$ min.	$r_{3,4}$ min.	a	d_a,d_b min.	D_a max.	D_b max.	r_a max.	r_b max.
mm						mm				
17	24,1	32,8	0,6	0,3	10	21,2	35,8	37,6	0,6	0,3
	24,1	34,4	0,6	0,3	10	21,2	35,8	37,6	0,6	0,3
	24,1	32,8	0,6	0,3	10	21,2	35,8	37,6	0,6	0,3
	24,1	34,4	0,6	0,3	10	21,2	35,8	37,6	0,6	0,3
	24,1	32,8	0,6	0,3	13	21,2	35,8	37,6	0,6	0,3
	24,1	34,4	0,6	0,3	13	21,2	35,8	37,6	0,6	0,3
	24,1	32,8	0,6	0,3	13	21,2	35,8	37,6	0,6	0,3
	24,1	34,4	0,6	0,3	13	21,2	35,8	37,6	0,6	0,3
20	29,1	38,7	1	0,3	12	25,6	41,4	44,6	1	0,3
	29,1	40,9	1	0,3	12	25,6	41,4	44,6	1	0,3
	29,1	38,7	1	0,3	12	25,6	41,4	44,6	1	0,3
	29,1	40,9	1	0,3	12	25,6	41,4	44,6	1	0,3
	29,1	38,7	1	0,3	15	25,6	41,4	44,6	1	0,3
	29,1	40,9	1	0,3	15	25,6	41,4	44,6	1	0,3
	29,1	38,7	1	0,3	15	25,6	41,4	44,6	1	0,3
	29,1	40,9	1	0,3	15	25,6	41,4	44,6	1	0,3
25	34,1	43,7	1	0,3	13	30,6	46,4	49,6	1	0,3
	34,1	45,9	1	0,3	13	30,6	46,4	49,6	1	0,3
	34,1	43,7	1	0,3	13	30,6	46,4	49,6	1	0,3
	34,1	45,9	1	0,3	13	30,6	46,4	49,6	1	0,3
	34,1	43,7	1	0,3	17	30,6	46,4	49,6	1	0,3
	34,1	45,9	1	0,3	17	30,6	46,4	49,6	1	0,3
	34,1	43,7	1	0,3	17	30,6	46,4	49,6	1	0,3
	34,1	45,9	1	0,3	17	30,6	46,4	49,6	1	0,3
30	40,2	51,8	1	0,3	14	35,6	56,4	59,6	1	0,3
	40,2	54	1	0,3	14	35,6	56,4	59,6	1	0,3
	40,2	51,8	1	0,3	14	35,6	56,4	59,6	1	0,3
	40,2	54	1	0,3	14	35,6	56,4	59,6	1	0,3
	40,2	51,8	1	0,3	19	35,6	56,4	59,6	1	0,3
	40,2	54	1	0,3	19	35,6	56,4	59,6	1	0,3
	40,2	51,8	1	0,3	19	35,6	56,4	59,6	1	0,3
	40,2	54	1	0,3	19	35,6	56,4	59,6	1	0,3
35	46,8	60,2	1,1	0,3	16	42	65	69,6	1	0,3
	46,8	63,2	1,1	0,3	16	42	65	69,6	1	0,3
	46,8	60,2	1,1	0,3	16	42	65	69,6	1	0,3
	46,8	63,2	1,1	0,3	16	42	65	69,6	1	0,3
	46,8	60,2	1,1	0,3	21	42	65	69,6	1	0,3
	46,8	63,2	1,1	0,3	21	42	65	69,6	1	0,3
	46,8	60,2	1,1	0,3	21	42	65	69,6	1	0,3
	46,8	63,2	1,1	0,3	21	42	65	69,6	1	0,3

Hochgenauigkeits-Schrägkugellager
d **40 – 60** mm

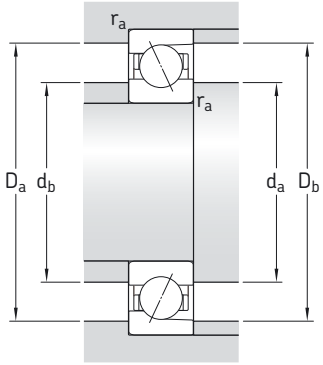


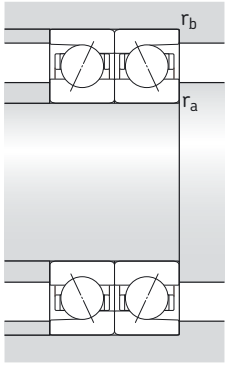
Offene Ausführung


Abgedichtete Ausführung

Hauptabmessungen			Tragzahlen dynamisch	statisch	Ermüdungsgrenzbelastung	Berechnungsfaktor	Erreichbare Drehzahlen bei Schmierung mit Fett	Öl-Luft	Gewicht	Kurzzeichen SKF	SNFA
d	D	B	C	C_0	P_u	f_0					
mm			kN		kN	–	U/min		kg	–	
40	80	18	33,8	24	1,02	14,4	18 000	30 000	0,37	**7208 CD/P4A**[1]	**E 240 7CE1**
	80	18	33,8	24	1,02	14,4	18 000	–	0,38	**S7208 CD/P4A**[1]	**E 240 /S 7CE1**
	80	18	33,8	24	1,02	14,4	22 000	34 000	0,33	**7208 CD/HCP4A**[1]	**E 240 /NS 7CE1**
	80	18	33,8	24	1,02	14,4	22 000	–	0,33	**S7208 CD/HCP4A**[1]	**E 240 /S/NS 7CE1**
	80	18	31,9	22,8	0,98	–	16 000	26 000	0,37	**7208 ACD/P4A**[1]	**E 240 7CE3**
	80	18	31,9	22,8	0,98	–	16 000	–	0,38	**S7208 ACD/P4A**[1]	**E 240 /S 7CE3**
	80	18	31,9	22,8	0,98	–	19 000	32 000	0,33	**7208 ACD/HCP4A**[1]	**E 240 /NS 7CE3**
	80	18	31,9	22,8	0,98	–	19 000	–	0,33	**S7208 ACD/HCP4A**[1]	**E 240 /S/NS 7CE3**
45	85	19	42,3	31	1,32	14,2	17 000	28 000	0,41	**7209 CD/P4A**[1]	**E 245 7CE1**
	85	19	42,3	31	1,32	14,2	17 000	–	0,42	**S7209 CD/P4A**[1]	**E 245 /S 7CE1**
	85	19	42,3	31	1,32	14,2	20 000	32 000	0,34	**7209 CD/HCP4A**[1]	**E 245 /NS 7CE1**
	85	19	42,3	31	1,32	14,2	20 000	–	0,35	**S7209 CD/HCP4A**[1]	**E 245 /S/NS 7CE1**
	85	19	41	30	1,25	–	15 000	24 000	0,41	**7209 ACD/P4A**[1]	**E 245 7CE3**
	85	19	41	30	1,25	–	15 000	–	0,42	**S7209 ACD/P4A**[1]	**E 245 /S 7CE3**
	85	19	41	30	1,25	–	17 000	28 000	0,34	**7209 ACD/HCP4A**[1]	**E 245 /NS 7CE3**
	85	19	41	30	1,25	–	17 000	–	0,35	**S7209 ACD/HCP4A**[1]	**E 245 /S/NS 7CE3**
50	90	20	44,9	34	1,43	14,5	16 000	26 000	0,46	**7210 CD/P4A**[1]	**E 250 7CE1**
	90	20	44,9	34	1,43	14,5	16 000	–	0,47	**S7210 CD/P4A**[1]	**E 250 /S 7CE1**
	90	20	44,9	34	1,43	14,5	19 000	30 000	0,39	**7210 CD/HCP4A**[1]	**E 250 /NS 7CE1**
	90	20	44,9	34	1,43	14,5	19 000	–	0,39	**S7210 CD/HCP4A**[1]	**E 250 /S/NS 7CE1**
	90	20	42,3	32,5	1,37	–	14 000	22 000	0,46	**7210 ACD/P4A**[1]	**E 250 7CE3**
	90	20	42,3	32,5	1,37	–	14 000	–	0,47	**S7210 ACD/P4A**[1]	**E 250 /S 7CE3**
	90	20	42,3	32,5	1,37	–	16 000	26 000	0,39	**7210 ACD/HCP4A**[1]	**E 250 /NS 7CE3**
	90	20	42,3	32,5	1,37	–	16 000	–	0,39	**S7210 ACD/HCP4A**[1]	**E 250 /S/NS 7CE3**
55	100	21	55,3	43	1,8	14,5	14 000	22 000	0,61	**7211 CD/P4A**[1]	**E 255 7CE1**
	100	21	55,3	43	1,8	14,5	14 000	–	0,62	**S7211 CD/P4A**[1]	**E 255 /S 7CE1**
	100	21	55,3	43	1,8	14,5	17 000	26 000	0,51	**7211 CD/HCP4A**[1]	**E 255 /NS 7CE1**
	100	21	55,3	43	1,8	14,5	17 000	–	0,52	**S7211 CD/HCP4A**[1]	**E 255 /S/NS 7CE1**
	100	21	52,7	40,5	1,73	–	13 000	20 000	0,61	**7211 ACD/P4A**[1]	**E 255 7CE3**
	100	21	52,7	40,5	1,73	–	13 000	–	0,62	**S7211 ACD/P4A**[1]	**E 255 /S 7CE3**
	100	21	52,7	40,5	1,73	–	15 000	24 000	0,51	**7211 ACD/HCP4A**[1]	**E 255 /NS 7CE3**
	100	21	52,7	40,5	1,73	–	15 000	–	0,52	**S7211 ACD/HCP4A**[1]	**E 255 /S/NS 7CE3**
60	110	22	57,2	46,5	2	14,9	13 000	20 000	0,81	**7212 CD/P4A**[1]	**E 260 7CE1**
	110	22	57,2	46,5	2	14,9	13 000	–	0,82	**S7212 CD/P4A**[1]	**E 260 /S 7CE1**
	110	22	57,2	46,5	2	14,9	16 000	24 000	0,69	**7212 CD/HCP4A**[1]	**E 260 /NS 7CE1**
	110	22	57,2	46,5	2	14,9	16 000	–	0,71	**S7212 CD/HCP4A**[1]	**E 260 /S/NS 7CE1**
	110	22	55,3	45	1,9	–	11 000	18 000	0,81	**7212 ACD/P4A**[1]	**E 260 7CE3**
	110	22	55,3	45	1,9	–	11 000	–	0,82	**S7212 ACD/P4A**[1]	**E 260 /S 7CE3**
	110	22	55,3	45	1,9	–	14 000	22 000	0,69	**7212 ACD/HCP4A**[1]	**E 260 /NS 7CE3**
	110	22	55,3	45	1,9	–	14 000	–	0,71	**S7212 ACD/HCP4A**[1]	**E 260 /S/NS 7CE3**

[1] PEEK-Käfig serienmäßig (sonst Käfig aus Hartgewebe).

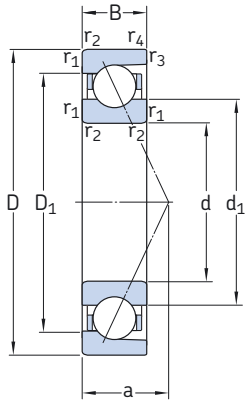




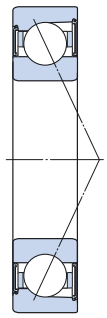
C

Abmessungen						Anschlussmaße				
d	d_1 ~	D_1 ~	$r_{1,2}$ min.	$r_{3,4}$ min.	a	d_a,d_b min.	D_a max.	D_b max.	r_a max.	r_b max.
mm						mm				
40	53,3	66,7	1,1	0,6	17	47	73	75,8	1	0,6
	53,3	69,7	1,1	0,6	17	47	73	75,8	1	0,6
	53,3	66,7	1,1	0,6	17	47	73	75,8	1	0,6
	53,3	69,7	1,1	0,6	17	47	73	75,8	1	0,6
	53,3	66,7	1,1	0,6	23	47	73	75,8	1	0,6
	53,3	69,7	1,1	0,6	23	47	73	75,8	1	0,6
	53,3	66,7	1,1	0,6	23	47	73	75,8	1	0,6
	53,3	69,7	1,1	0,6	23	47	73	75,8	1	0,6
45	57,3	72,7	1,1	0,6	18	52	78	80,8	1	0,6
	57,3	75,7	1,1	0,6	18	52	78	80,8	1	0,6
	57,3	72,7	1,1	0,6	18	52	78	80,8	1	0,6
	57,3	75,7	1,1	0,6	18	52	78	80,8	1	0,6
	57,3	72,7	1,1	0,6	25	52	78	80,8	1	0,6
	57,3	75,7	1,1	0,6	25	52	78	80,8	1	0,6
	57,3	72,7	1,1	0,6	25	52	78	80,8	1	0,6
	57,3	75,7	1,1	0,6	25	52	78	80,8	1	0,6
50	62,3	77,7	1,1	0,6	19	57	83	85,8	1	0,6
	62,3	80,7	1,1	0,6	19	57	83	85,8	1	0,6
	62,3	77,7	1,1	0,6	19	57	83	85,8	1	0,6
	62,3	80,7	1,1	0,6	19	57	83	85,8	1	0,6
	62,3	77,7	1,1	0,6	26	57	83	85,8	1	0,6
	62,3	80,7	1,1	0,6	26	57	83	85,8	1	0,6
	62,3	77,7	1,1	0,6	26	57	83	85,8	1	0,6
	62,3	80,7	1,1	0,6	26	57	83	85,8	1	0,6
55	68,9	86,1	1,5	0,6	21	64	91	95,8	1,5	0,6
	68,9	89,1	1,5	0,6	21	64	91	95,8	1,5	0,6
	68,9	86,1	1,5	0,6	21	64	91	95,8	1,5	0,6
	68,9	89,1	1,5	0,6	21	64	91	95,8	1,5	0,6
	68,9	86,1	1,5	0,6	29	64	91	95,8	1,5	0,6
	68,9	89,1	1,5	0,6	29	64	91	95,8	1,5	0,6
	68,9	86,1	1,5	0,6	29	64	91	95,8	1,5	0,6
	68,9	89,1	1,5	0,6	29	64	91	95,8	1,5	0,6
60	76,4	93,6	1,5	0,6	22	69	101	105,8	1,5	0,6
	76,4	96,8	1,5	0,6	22	69	101	105,8	1,5	0,6
	76,4	93,6	1,5	0,6	22	69	101	105,8	1,5	0,6
	76,4	96,8	1,5	0,6	22	69	101	105,8	1,5	0,6
	76,4	93,6	1,5	0,6	31	69	101	105,8	1,5	0,6
	76,4	96,8	1,5	0,6	31	69	101	105,8	1,5	0,6
	76,4	93,6	1,5	0,6	31	69	101	105,8	1,5	0,6
	76,4	96,8	1,5	0,6	31	69	101	105,8	1,5	0,6

Hochgenauigkeits-Schrägkugellager
d **65 – 90** mm

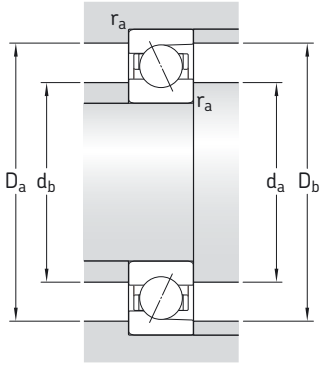


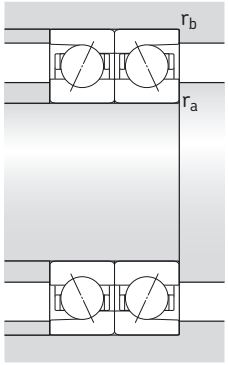
Offene Ausführung


Abgedichtete Ausführung

Hauptabmessungen			Tragzahlen dynamisch	statisch	Ermüdungsgrenzbelastung	Berechnungsfaktor	Erreichbare Drehzahlen bei Schmierung mit Fett	Öl-Luft	Gewicht	Kurzzeichen SKF	SNFA
d	D	B	C	C_0	P_u	f_0					
mm			kN		kN	–	U/min		kg	–	
65	120	23	66,3	53	2,28	14,6	12 000	19 000	1,05	**7213 CD/P4A**[1]	**E 265 7CE1**
	120	23	66,3	53	2,28	14,6	12 000	–	1,05	**S7213 CD/P4A**[1]	**E 265 /S 7CE1**
	120	23	66,3	53	2,28	14,6	15 000	22 000	0,88	**7213 CD/HCP4A**[1]	**E 265 /NS 7CE1**
	120	23	66,3	53	2,28	14,6	15 000	–	0,88	**S7213 CD/HCP4A**[1]	**E 265 /S/NS 7CE1**
	120	23	63,7	51	2,2	–	10 000	17 000	1,05	**7213 ACD/P4A**[1]	**E 265 7CE3**
	120	23	63,7	51	2,2	–	10 000	–	1,05	**S7213 ACD/P4A**[1]	**E 265 /S 7CE3**
	120	23	63,7	51	2,2	–	13 000	20 000	0,88	**7213 ACD/HCP4A**[1]	**E 265 /NS 7CE3**
	120	23	63,7	51	2,2	–	13 000	–	0,88	**S7213 ACD/HCP4A**[1]	**E 265 /S/NS 7CE3**
70	125	24	68,9	58,5	2,45	14,8	11 000	18 000	1,10	**7214 CD/P4A**	**E 270 7CE1**
	125	24	68,9	58,5	2,45	14,8	11 000	–	1,15	**S7214 CD/P4A**	**E 270 /S 7CE1**
	125	24	68,9	58,5	2,45	14,8	14 000	20 000	0,95	**7214 CD/HCP4A**	**E 270 /NS 7CE1**
	125	24	68,9	58,5	2,45	14,8	14 000	–	0,97	**S7214 CD/HCP4A**	**E 270 /S/NS 7CE1**
	125	24	66,3	55	2,36	–	9 500	16 000	1,10	**7214 ACD/P4A**	**E 270 7CE3**
	125	24	66,3	55	2,36	–	9 500	–	1,15	**S7214 ACD/P4A**	**E 270 /S 7CE3**
	125	24	66,3	55	2,36	–	12 000	19 000	0,95	**7214 ACD/HCP4A**	**E 270 /NS 7CE3**
	125	24	66,3	55	2,36	–	12 000	–	0,97	**S7214 ACD/HCP4A**	**E 270 /S/NS 7CE3**
75	130	25	71,5	62	2,65	15	10 000	17 000	1,20	**7215 CD/P4A**	**E 275 7CE1**
	130	25	71,5	62	2,65	15	10 000	–	1,25	**S7215 CD/P4A**	**E 275 /S 7CE1**
	130	25	71,5	62	2,65	15	14 000	20 000	1,05	**7215 CD/HCP4A**	**E 275 /NS 7CE1**
	130	25	71,5	62	2,65	15	14 000	–	1,05	**S7215 CD/HCP4A**	**E 275 /S/NS 7CE1**
	130	25	68,9	58,5	2,5	–	9 000	15 000	1,20	**7215 ACD/P4A**	**E 275 7CE3**
	130	25	68,9	58,5	2,5	–	9 000	–	1,25	**S7215 ACD/P4A**	**E 275 /S 7CE3**
	130	25	68,9	58,5	2,5	–	11 000	18 000	1,05	**7215 ACD/HCP4A**	**E 275 /NS 7CE3**
	130	25	68,9	58,5	2,5	–	11 000	–	1,05	**S7215 ACD/HCP4A**	**E 275 /S/NS 7CE3**
80	140	26	85,2	75	3,05	15,1	9 500	16 000	1,45	**7216 CD/P4A**	**E 280 7CE1**
	140	26	85,2	75	3,05	15,1	9 500	–	1,50	**S7216 CD/P4A**	**E 280 /S 7CE1**
	140	26	85,2	75	3,05	15,1	12 000	18 000	1,25	**7216 CD/HCP4A**	**E 280 /NS 7CE1**
	140	26	85,2	75	3,05	15,1	12 000	–	1,30	**S7216 CD/HCP4A**	**E 280 /S/NS 7CE1**
	140	26	81,9	72	2,9	–	8 500	14 000	1,45	**7216 ACD/P4A**	**E 280 7CE3**
	140	26	81,9	72	2,9	–	8 500	–	1,50	**S7216 ACD/P4A**	**E 280 /S 7CE3**
	140	26	81,9	72	2,9	–	10 000	17 000	1,25	**7216 ACD/HCP4A**	**E 280 /NS 7CE3**
	140	26	81,9	72	2,9	–	10 000	–	1,30	**S7216 ACD/HCP4A**	**E 280 /S/NS 7CE3**
85	150	28	99,5	88	3,45	14,9	9 000	15 000	1,85	**7217 CD/P4A**	**E 285 7CE1**
	150	28	99,5	88	3,45	14,9	11 000	17 000	1,55	**7217 CD/HCP4A**	**E 285 /NS 7CE1**
	150	28	95,6	85	3,35	–	8 000	13 000	1,85	**7217 ACD/P4A**	**E 285 7CE3**
	150	28	95,6	85	3,35	–	9 500	16 000	1,55	**7217 ACD/HCP4A**	**E 285 /NS 7CE3**
90	160	30	127	112	4,25	14,6	8 500	14 000	2,25	**7218 CD/P4A**	**E 290 7CE1**
	160	30	121	106	4,05	–	7 500	12 000	2,25	**7218 ACD/P4A**	**E 290 7CE3**

[1] PEEK-Käfig serienmäßig (sonst Käfig aus Hartgewebe).

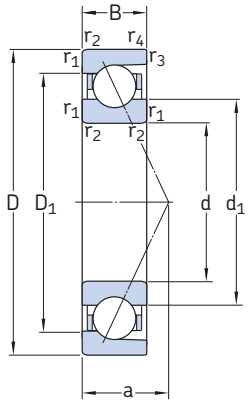




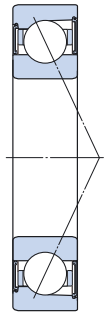
C

Abmessungen						Anschlussmaße				
d	d_1 ~	D_1 ~	$r_{1,2}$ min.	$r_{3,4}$ min.	a	d_a,d_b min.	D_a max.	D_b max.	r_a max.	r_b max.
mm						mm				
65	82,9	102,1	1,5	0,6	24	74	111	115,8	1,5	0,6
	82,9	105,3	1,5	0,6	24	74	111	115,8	1,5	0,6
	82,9	102,1	1,5	0,6	24	74	111	115,8	1,5	0,6
	82,9	105,3	1,5	0,6	24	74	111	115,8	1,5	0,6
	82,9	102,1	1,5	0,6	33	74	111	115,8	1,5	0,6
	82,9	105,3	1,5	0,6	33	74	111	115,8	1,5	0,6
	82,9	102,1	1,5	0,6	33	74	111	115,8	1,5	0,6
	82,9	105,3	1,5	0,6	33	74	111	115,8	1,5	0,6
70	87,9	107,1	1,5	0,6	25	79	116	120,8	1,5	0,6
	87,9	110,3	1,5	0,6	25	79	116	120,8	1,5	0,6
	87,9	107,1	1,5	0,6	25	79	116	120,8	1,5	0,6
	87,9	110,3	1,5	0,6	25	79	116	120,8	1,5	0,6
	87,9	107,1	1,5	0,6	35	79	116	120,8	1,5	0,6
	87,9	110,3	1,5	0,6	35	79	116	120,8	1,5	0,6
	87,9	107,1	1,5	0,6	35	79	116	120,8	1,5	0,6
	87,9	110,3	1,5	0,6	35	79	116	120,8	1,5	0,6
75	92,9	112,1	1,5	0,6	26	84	121	125,8	1,5	0,6
	92,9	115,3	1,5	0,6	26	84	121	125,8	1,5	0,6
	92,9	112,1	1,5	0,6	26	84	121	125,8	1,5	0,6
	92,9	115,3	1,5	0,6	26	84	121	125,8	1,5	0,6
	92,9	112,1	1,5	0,6	37	84	121	125,8	1,5	0,6
	92,9	115,3	1,5	0,6	37	84	121	125,8	1,5	0,6
	92,9	112,1	1,5	0,6	37	84	121	125,8	1,5	0,6
	92,9	115,3	1,5	0,6	37	84	121	125,8	1,5	0,6
80	99,5	120,5	2	1	28	91	129	134,4	2	1
	99,5	124,3	2	1	28	91	129	134,4	2	1
	99,5	120,5	2	1	28	91	129	134,4	2	1
	99,5	124,3	2	1	28	91	129	134,4	2	1
	99,5	120,5	2	1	39	91	129	134,4	2	1
	99,5	124,3	2	1	39	91	129	134,4	2	1
	99,5	120,5	2	1	39	91	129	134,4	2	1
	99,5	124,3	2	1	39	91	129	134,4	2	1
85	106,5	129,5	2	1	30	96	139	144,4	2	1
	106,5	129,5	2	1	30	96	139	144,4	2	1
	106,5	129,5	2	1	42	96	139	144,4	2	1
	106,5	129,5	2	1	42	96	139	144,4	2	1
90	111,6	138,4	2	1	32	101	149	154,4	2	1
	111,6	138,4	2	1	44	101	149	154,4	2	1

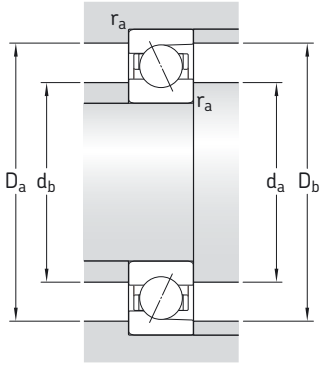
Hochgenauigkeits-Schrägkugellager
d **95 – 140** mm

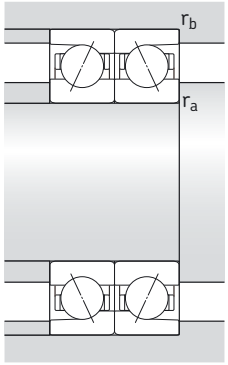


Offene Ausführung


Abgedichtete Ausführung

Hauptabmessungen			**Tragzahlen** dynamisch	statisch	**Ermüdungsgrenzbelastung**	**Berechnungsfaktor**	**Erreichbare Drehzahlen** bei Schmierung mit Fett	Öl-Luft	**Gewicht**	**Kurzzeichen** SKF	SNFA
d	D	B	C	C_0	P_u	f_0					
mm			kN		kN	–	U/min		kg	–	
95	170	32	138	120	4,40	14,6	8 000	13 000	2,70	**7219 CD/P4A**	**E 295 7CE1**
	170	32	133	114	4,25	–	7 500	12 000	2,70	**7219 ACD/P4A**	**E 295 7CE3**
100	180	34	156	137	4,9	14,5	7 500	12 000	3,25	**7220 CD/P4A**	**E 200/100 7CE1**
	180	34	148	129	4,65	–	7 000	11 000	3,25	**7220 ACD/P4A**	**E 200/100 7CE3**
105	190	36	172	153	5,3	14,5	7 500	12 000	3,85	**7221 CD/P4A**	**E 200/105 7CE1**
	190	36	163	146	5,1	–	6 700	10 000	3,85	**7221 ACD/P4A**	**E 200/105 7CE3**
110	200	38	178	166	5,6	14,7	7 000	11 000	4,65	**7222 CD/P4A**	**E 200/110 7CE1**
	200	38	168	160	5,4	–	6 700	10 000	4,65	**7222 ACD/P4A**	**E 200/110 7CE3**
120	215	40	199	193	6,3	14,6	6 700	10 000	5,40	**7224 CD/P4A**	**E 200/120 7CE1**
	215	40	190	183	6	–	6 000	9 000	5,40	**7224 ACD/P4A**	**E 200/120 7CE3**
130	230	40	216	224	6,95	14,9	6 300	9 500	6,35	**7226 CD/P4A**	**E 200/130 7CE1**
	230	40	203	212	6,7	–	5 600	8 500	6,35	**7226 ACD/P4A**	**E 200/130 7CE3**
140	250	42	221	240	7,35	15,2	5 600	8 500	8,15	**7228 CD/P4A**	**E 200/140 7CE1**
	250	42	212	228	6,95	–	5 000	7 500	8,15	**7228 ACD/P4A**	**E 200/140 7CE3**





C

Abmessungen						Anschlussmaße				
d	d_1 ~	D_1 ~	$r_{1,2}$ min.	$r_{3,4}$ min.	a	d_a,d_b min.	D_a max.	D_b max.	r_a max.	r_b max.
mm						mm				
95	118,1	146,9	2,1	1,1	34	107	158	163	2,1	1
	118,1	146,9	2,1	1,1	47	107	158	163	2,1	1
100	124,7	155,3	2,1	1,1	36	112	168	173	2,1	1
	124,7	155,3	2,1	1,1	50	112	168	173	2,1	1
105	131,2	163,8	2,1	1,1	38	117	178	183	2,1	1
	131,2	163,8	2,1	1,1	53	117	178	183	2,1	1
110	138,7	171,3	2,1	1,1	40	122	188	193	2,1	1
	138,7	171,3	2,1	1,1	55	122	188	193	2,1	1
120	150,3	186,7	2,1	1,1	43	132	203	208	2,1	1
	150,3	186,7	2,1	1,1	60	132	203	208	2,1	1
130	162,8	199,2	3	1,1	44	144	216	223	2,5	1
	162,8	199,2	3	1,1	62	144	216	223	2,5	1
140	176,9	213,2	3	1,5	47	154	236	241	2,5	1,5
	176,9	213,2	3	1,5	67	154	236	241	2,5	1,5

Höchste Maßstäbe für Hochgenauigkeitslager

SKF und SNFA entwickeln gemeinsam eine neue Generation von Hochgenauigkeitslagern mit verbesserten Eigenschaften. Durch Kombination der besten Entwurfskriterien der beiden Hersteller zeichnen sich die Lager aus dem neuen SKF-SNFA Sortiment durch eine weiter verbesserte Genauigkeit und eine längere Gebrauchsdauer als die Vorgängergeneration aus.

Tabelle 1 auf den **Seiten 44** und **45** gibt eine Übersicht über das Sortiment an neuen SKF-SNFA Hochgenauigkeitslagern. Das gesamte Sortiment der aktuellen SKF Hochgenauigkeitslager wird schrittweise durch die neuen Hochgenauigkeitslager (Superprecision bearings) ersetzt.

Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe 718 (*SEA*)

SKF-SNFA Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe 718 *(SEA)* bieten eine optimale Lagerleistung in Anwendungsfällen, in denen ein niedriger Querschnitt, eine hohe Steifigkeit, hohe Drehzahlen und eine sehr hohe Genauigkeit gefordert sind. Sie sind insbesondere geeignet für Werkzeugmaschine, Mehrspindelbohrköpfe, Roboterarme, Messgeräte, Rennwagenradlager und andere Anwendungsfälle, in denen es auf eine hohe Genauigkeit ankommt.

Das Standardsortiment umfasst Stahllager und Hybridlager für Wellendurchmesser von 10 bis 160 mm. Die Lager werden in mehreren Vorspannungsklassen angeboten, damit der Anwender zwischen unterschiedlichen Drehzahl-Steifigkeits-Verhältnissen auswählen kann.

Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihen S719 .. B (*HB .. /S*) und S70 .. B (*HX .. /S*)

Gelangen Verunreinigungen wie Holzstaub oder Späne zwischen Wälzkörper und Laufbahnen eines Genauigkeitslagers, ist eine Beschädigung der Kontaktflächen praktisch unvermeidlich. Läuft Schneidflüssigkeit in das Lager, verliert der Schmierstoff an Wirksamkeit. Die Lagerung wird anfällig für Korrosion, die Betriebstemperatur steigt und der Verschleiß beschleunigt sich. Abgedichtete SKF-SNFA Hochgenauigkeitswälzlager der Reihen S719 .. B *(HB .. /S)* and S70 .. B *(HX .. /S)* sind unter normalen Betriebsbedingungen auf Lebensdauer geschmiert.

Das Standardsortiment umfasst Stahllager und Hybridlager für Wellendurchmesser von 30 bis 120 mm. Standardlager sind an beiden Seiten abgedichtet und mit Schmierfett für hohe Drehzahlen vorgeschmiert. Berührungsfreie Dichtungen halten das Fett im Lager und verhindern das Eindringen von Verunreinigungen; durch die Abdichtung erhöht sich die Betriebstemperatur nur minimal und die Drehzahlfähigkeit des Lagers wird nicht eingeschränkt. Diese auf Lebensdauer geschmierten Lager sind insbesondere für Zerspanungsmaschinen in der Metall- und Holzverarbeitung geeignet.

Die Lager werden auch in einer offenen Ausführung angeboten.

Hochgenauigkeits-Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe

Einseitig wirkende Axial-Schrägkugellager

Einseitig wirkende Axial-Schrägkugellager der Reihen BSA und BSD *(BS)* werden für Wellendurchmesser von 12 bis 75 mm gefertigt. Diese Lager zeichnen sich durch eine sehr hohe axiale Steifigkeit und eine hohe axiale Tragfähigkeit aus.

Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager

Die zweiseitig wirkenden Axial-Schrägkugellager der Reihe BEAS wurden für Werkzeugmaschinen entwickelt, in denen der Einbauraum begrenzt ist und ein einfacher Einbau gefordert wird. Die Lager werden für Wellendurchmesser von 8 bis 30 mm angeboten. Die Lager der Reihe BEAM werden für Wellendurchmesser von 12 bis 60 mm gefertigt. Sie können mit einem Gegenstück verschraubt werden.

Kartuschen mit Flanschlagergehäuse

Für den schnellen und einfachen Einbau empfehlen wir Kartuschen. In Einheiten der Reihe FBSA *(BSDU und BSQU)* kommen einseitig wirkende SKF-SNFA Axial-Schrägkugellager zum Einsatz. Die Einheiten werden für Wellendurchmesser von 20 bis 60 mm angeboten.

Austauschbarkeit der neuen SKF-SNFA Hochgenauigkeitslager (Übersicht)

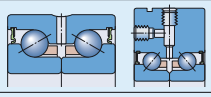
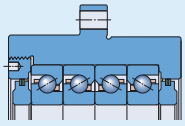
ISO-Maß-reihe	Lagertyp und Ausführung		Ausführung		Bisheriges Sortiment SKF Lager der Reihen	SKF Druckschrift
18	**Schrägkugellager: Grundausführung**		Offen	Stahl	– –	–
				Hybrid	– –	
19	**Schrägkugellager: Ausführung B für hohe Drehzahlen**		Offen	Stahl	– 719 FB 719 DB	*Hochgenauigkeitslager* (Druckschrift 6002)
				Hybrid	– C719 FB C719 DB	
			Abgedichtet	Stahl	– S719 FB S719 DB	
				Hybrid	– SC719 FB SC719 DB	
10	**Schrägkugellager: Ausführung B für hohe Drehzahlen**		Offen	Stahl	– 70 FB 70 DB	*Hochgenauigkeitslager* (Druckschrift 6002)
				Hybrid	– C70 FB C70 DB	
			Abgedichtet	Stahl	– S70 FB S70 DB	
				Hybrid	– SC70 FB SC70 DB	
02	**Schrägkugellager: Schwere Reihe, Grundausführung**		Offen	Stahl	72 CD 72 ACD	*Hochgenauigkeitslager* (Druckschrift 6002)
				Hybrid	72 CD/HC 72 ACD/HC	
			Abgedichtet	Stahl	S72 CD S72 ACD	
				Hybrid	S72 CD/HC S72 ACD/HC	
	Axial-Schrägkugellager: Einseitig wirkend		Offen	Stahl	BSA 2 BSA 2 2RS	*Hochgenauigkeitslager* (Druckschrift 6002)
			Abgedichtet	Stahl	BSA 2 2Z –	
03	**Axial-Schrägkugellager: Einseitig wirkend**		Offen	Stahl	BSA 3 BSA 3 2RS	*Hochgenauigkeitslager* (Druckschrift 6002)
			Abgedichtet	Stahl	BSA 3 2Z –	
– (nicht genormt)	**Axial-Schrägkugellager: Einseitig wirkend**		Offen	Stahl	BSD BSD 2RS	*Hochgenauigkeitslager* (Druckschrift 6002)
			Abgedichtet	Stahl	BSD 2Z –	
	Axial-Schrägkugellager: Zweiseitig wirkend		Abgedichtet	Stahl	BEAS BEAM	*Hochgenauigkeitslager* (Druckschrift 6002)
	Kartusche mit Axial-Schrägkugellagern		Abgedichtet	Stahl	FBSA FBSD	*Hochgenauigkeitslager* (Druckschrift 6002)

Tabelle 1

SNFA Lager der Reihen	SNFA Druckschrift	**Neues Sortiment** SKF-SNFA Lager der Reihen	SKF Druckschrift
SEA 1 SEA 3 SEA /NS CE1 SEA /NS CE3	SNFA *Hauptkatalog*	718 CD *(SEA CE1)* 718 ACD *(SEA CE3)* 718 CD/HC *(SEA /NS CE1)* 718 ACD/HC *(SEA /NS CE3)*	*Hochgenauigkeits-Schrägkugellager Reihe 718 (SEA)* (Druckschrift 6810)
HB CE1 HB CE2 HB CE3 HB /NS CE1 HB /NS CE2 HB /NS CE3 HB /S CE1 HB /S CE2 HB /S CE3 HB /S/NS CE1 HB /S/NS CE2 HB /S/NS CE3	SNFA *Hauptkatalog*	719 CB *(HB CE1)* 719 FB *(HB CE2)* 719 ACB *(HB CE3)* 719 CB/HC *(HB /NS CE1)* 719 FB/HC *(HB /NS CE2)* 719 ACB/HC *(HB /NS CE3)* S719 CB *(HB /S CE1)* S719 FB *(HB /S CE2)* S719 ACB *(HB /S CE3)* S719 CB/HC *(HB /S/NS CE1)* S719 FB/HC *(HB /S/NS CE2)* S719 ACB/HC *(HB /S/NS CE3)*	*Hochgenauigkeits-Schrägkugellager Ausführung B für hohe Drehzahlen, serienmäßig abgedichtet* (Druckschrift 6939)
HX CE1 HX CE2 HX CE3 HX /NS CE1 HX /NS CE2 HX /NS CE3 HX /S CE1 HX /S CE2 HX /S CE3 HX /S/NS CE1 HX /S/NS CE2 HX /S/NS CE3	SNFA *Hauptkatalog* und ältere Veröffentlichungen	70 CB *(HX CE1)* 70 FB *(HX CE2)* 70 ACB *(HX CE3)* 70 CB/HC *(HX /NS CE1)* 70 FB/HC *(HX /NS CE2)* 70 ACB/HC *(HX /NS CE3)* S70 CB *(HX /S CE1)* S70 FB *(HX /S CE2)* S70 ACB *(HX /S CE3)* S70 CB/HC *(HX /S/NS CE1)* S70 FB/HC *(HX /S/NS CE2)* S70 ACB/HC *(HX /S/NS CE3)*	*Hochgenauigkeits-Schrägkugellager Ausführung B für hohe Drehzahlen, serienmäßig abgedichtet* (Druckschrift 6939)
E 200 CE1 E 200 CE3 E 200 /NS CE1 E 200 /NS CE3 – – – –	SNFA *Hauptkatalog* und ältere Veröffentlichungen	72 CD (E 200 CE1) 72 ACD (E 200 CE3) 72 CD/HC *(E 200 /NS CE1)* 72 ACD/HC *(E 200 /NS CE3)* S72 CD *(E 200 /S CE1)* S72 ACD *(E 200 /S CE3)* S72 CD/HC *(E 200 /S/NS CE1)* S72 ACD/HC *(E 200 /S/NS CE3)*	*Hochgenauigkeits-Schrägkugellager Schwere Reihe* (Druckschrift. 6981)
BS 200 – – BS 200/S	SNFA *Hauptkatalog*	BSA 2 *(BS 200)* BSA 2 2RS *(BS 200/C)* BSA 2 2Z *(BS 200/Z)* BSA 2 2RZ *(BS 200/S)*	*Hochgenauigkeits-Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe* (Druckschrift 6570)
– – – –	SNFA *Hauptkatalog*	BSA 3 *(BS 3)* BSA 3 2RS *(BS 3 /C)* BSA 3 2Z *(BS 3 /Z)* BSA 3 2RZ *(BS 3 /S)*	*Hochgenauigkeits-Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe* (Druckschrift 6570)
BS / – – BS /S	SNFA *Hauptkatalog*	BSD *(BS ../)* BSD 2RS *(BS ../C)* BSD 2Z *(BS ../Z)* BSD 2RZ *(BS ../S)*	*Hochgenauigkeits-Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe* (Druckschrift 6570)
– –	SNFA *Hauptkatalog*	BEAS *(BEAS)* BEAM *(BEAM)*	*Hochgenauigkeits-Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe* (Druckschrift 6570)
BSDU, BSQU –	SNFA *Hauptkatalog*	FBSA *(BSDU, BSQU)* –	*Hochgenauigkeits-Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe* (Druckschrift 6570)

D

SKF – Kompetenz für Bewegungstechnik

Mit der Erfindung des Pendelkugellagers begann vor über 100 Jahren die Erfolgsgeschichte der SKF. Inzwischen hat sich die SKF Gruppe zu einem Kompetenzunternehmen für Bewegungstechnik mit fünf Plattformen weiterentwickelt. Die Verknüpfung dieser fünf Kompetenzplattformen ermöglicht besondere Lösungen für unsere Kunden. Zu diesen Plattformen gehören selbstverständlich Lager und Lagereinheiten sowie Dichtungen. Die weiteren Plattformen sind Schmiersysteme – in vielen Fällen die Grundvoraussetzung für eine lange Lagergebrauchsdauer –, außerdem Mechatronik-Bauteile – für integrierte Lösungen zur Erfassung und Steuerung von Bewegungsabläufen –, sowie umfassende Dienstleistungen, von der Beratung bis hin zu Komplettlösungen für Wartung und Instandhaltung oder Logistikunterstützung.

Obwohl das Betätigungsfeld größer geworden ist, ist die SKF Gruppe fest entschlossen, ihre führende Stellung bei Entwicklung, Herstellung und Vertrieb von Wälzlagern und verwandten Produkten wie z.B. Dichtungen weiter auszubauen. Darüber hinaus nimmt SKF eine zunehmend wichtigere Stellung ein bei Produkten für die Linearteknik, für die Luftfahrt oder für Werkzeugmaschinen sowie bei Instandhaltungsdienstleistungen.

Die SKF Gruppe ist weltweit nach ISO 14001 und OHSAS 18001 zertifiziert, den internationalen Standards für Umwelt- bzw. Arbeitsmanagementsysteme. Das Qualitätsmanagement der einzelnen Geschäftsbereiche ist zertifiziert und entspricht der Norm DIN EN ISO 9001 und anderen kundenspezifischen Anforderungen.

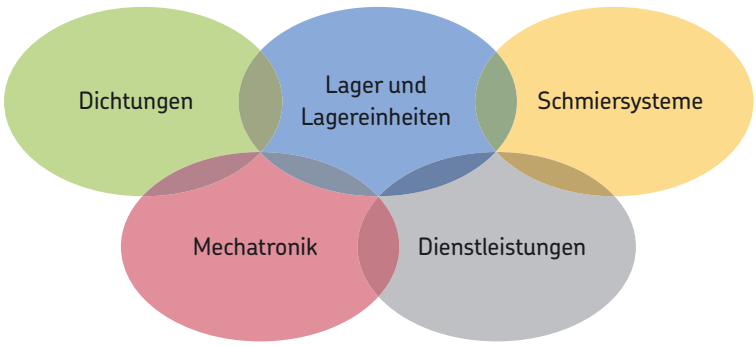
Mit über 100 Produktionsstätten weltweit und eigenen Verkaufsgesellschaften in über 70 Ländern ist SKF ein global tätiges Unternehmen. Rund 15 000 Vertragshändler und Wiederverkäufer, ein Internet-Markplatz und ein weltweites Logistiksystem sind die Basis dafür, dass SKF mit Produkten und Dienstleistungen immer nah beim Kunden ist. Das bedeutet, Lösungen von SKF sind verfügbar, wann und wo auch immer sie gebraucht werden.

Die Marke SKF und die SKF Gruppe sind global stärker als je zuvor. Als Kompetenzunternehmen für Bewegungstechnik sind wir bereit, Ihnen mit Weltklasse-Produkten und dem zugrunde liegenden Fachwissen zu nachhaltigem Erfolg zu verhelfen.

© Airbus – photo: e²m company, H. Goussé

By-wire-Technik forcieren
SKF verfügt über umfangreiches Wissen und vielfältige Erfahrungen auf dem schnell wachsenden Gebiet der By-wire-Technik, insbesondere zur Steuerung von Flugbewegungen, zur Bedienung von Fahrzeugen und zur Steuerung von Arbeitsabläufen. SKF gehört zu den Ersten, die die By-wire-Technik im Flugzeugbau praktisch zum Einsatz gebracht haben und arbeitet seitdem eng mit allen führenden Herstellern in der Luft- und Raumfahrtindustrie zusammen. So sind z.B. praktisch alle Airbus-Flugzeuge mit By-wire-Systemen von SKF ausgerüstet.

SKF ist auch führend bei der Umsetzung der By-wire-Technik im Automobilbau. Zusammen mit Partnern aus der Automobilindustrie entstanden zwei Konzeptfahrzeuge, bei denen SKF Mechatronik-Bauteile zum Lenken und Bremsen im Einsatz sind. Weiterentwicklungen der By-wire-Technik haben SKF außerdem veranlasst, einen vollelektrischen Gabelstapler zu bauen, in dem ausschließlich Mechatronik-Bauteile zum Steuern der Bewegungsabläufe eingesetzt werden – anstelle der Hydraulik.



Die Kraft des Windes nutzen
Windenergieanlagen liefern saubere, umweltfreundliche elektrische Energie. SKF arbeitet eng mit weltweit führenden Herstellern an der Entwicklung leistungsfähiger und vor allem störungsresistenter Anlagen zusammen. Ein breites Sortiment auf den Einsatzfall abgestimmter Lager und Zustandsüberwachungssysteme hilft, die Verfügbarkeit der Anlagen zu verbessern und ihre Instandhaltung zu optimieren – auch in einem extremen und oft unzugänglichen Umfeld.

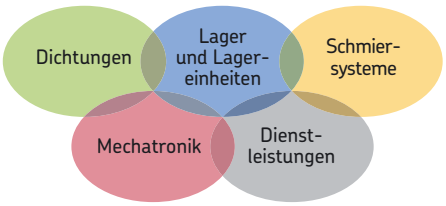
Extremen Temperaturen trotzen
In sehr kalten Wintern, vor allem in nördlichen Ländern, mit Temperaturen weit unter null Grad, können Radsatzlagerungen von Schienenfahrzeugen aufgrund von Mangelschmierung ausfallen. Deshalb entwickelte SKF eine neue Familie von Schmierfetten mit synthetischem Grundöl, die auch bei extrem tiefen Temperaturen ihre Schmierfähigkeit behalten. Die Kompetenz von SKF hilft Herstellern und Anwendern Probleme mit extremen Temperaturen zu lösen – egal, ob heiß oder kalt. SKF Produkte arbeiten in sehr unterschiedlichen Umgebungen, wie zum Beispiel in Backöfen oder Gefrieranlagen der Lebensmittelindustrie.

Alltägliches verbessern
Der Elektromotor und seine Lagerung sind das Herz vieler Haushaltsmaschinen. SKF arbeitet deshalb eng mit den Herstellern dieser Maschinen zusammen, um deren Leistungsfähigkeit zu erhöhen, Kosten zu senken, Gewicht einzusparen und den Energieverbrauch zu senken. Eine der letzten Entwicklungen, bei denen SKF beteiligt war, betrifft eine neue Generation von Staubsaugern mit höherer Saugleistung. Aber auch die Hersteller von motorgetriebenen Handwerkzeugen und Büromaschinen profitieren von den einschlägigen Erfahrungen von SKF auf diesen Gebieten.

Mit 350 km/h forschen
Zusätzlich zu den namhaften SKF Forschungs- und Entwicklungszentren in Europa und den USA, bieten die Formel 1 Rennen hervorragende Möglichkeiten, die Grenzen in der Lagerungstechnik zu erweitern. Seit über 50 Jahren haben Produkte, Ingenieurleistungen und das Wissen von SKF mit dazu beigetragen, dass die Scuderia Ferrari eine dominierende Stellung in der Formel 1 einnehmen konnte. In jedem Ferrari Rennwagen leisten mehr als 150 SKF Bauteile Schwerstarbeit. Die hier gewonnenen Erkenntnisse werden wenig später in verbesserte Produkte umgesetzt – insbesondere für die Automobilindustrie, aber auch für den Ersatzteilmarkt.

Die Anlageneffizienz optimieren
Über SKF Reliability Systems bietet SKF ein umfangreiches Sortiment an Produkten und Dienstleistungen für mehr Anlageneffizienz an. Es beinhaltet unter anderem Hard- und Softwarelösungen für die Zustandsüberwachung, technische Unterstützung, Beratung hinsichtlich Instandhaltungsstrategien oder auch komplette Programme für mehr Anlagenverfügbarkeit. Um die Anlageneffizienz zu optimieren und die Produktivität zu steigern, lassen einige Unternehmen alle anfallenden Instandhaltungsarbeiten durch SKF ausführen – vertraglich – mit festen Preis- und Leistungsvereinbarungen.

Für Nachhaltigkeit sorgen
Von ihren Eigenschaften her sind Wälzlager von großem Nutzen für unsere Umwelt: verringerte Reibung erhöht die Effektivität von Maschinen, senkt den Energieverbrauch und reduziert den Bedarf an Schmierstoffen. SKF legt die Messlatte immer höher und schafft durch stetige Verbesserungen immer neue Generationen von noch leistungsfähigeren Produkten und Geräten. Der Zukunft verpflichtet, legt SKF besonderen Wert darauf, nur Fertigungsverfahren einzusetzen, die die Umwelt nicht belasten und sorgsam mit den begrenzten Ressourcen dieser Welt umgehen. Dieser Verpflichtung ist sich SKF bewusst und handelt danach.



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 SNFA sind eingetragene Marken der SKF Gruppe.

© SKF Gruppe 2009
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 06981/I DE · Oktober 2009

Diese Druckschrift ersetzt alle Angaben über die SKF Lager der Reihe 72 .. D aus der SKF Druckschrift *Hochgenauigkeitslager* (Druckschrift 6002) und über die SNFA Lager der Reihe E 200 aus dem SNFA *Hauptkatalog*.

Gedruckt in Schweden auf umweltfreundlichem Papier.