Super-precision bearings

Hochgenauigkeits-Schrägkugellager:

Serienmäßig abgedichtete Ausführung B für hohe Drehzahlen

Reihen S719 .. B (*HB .. /S*) und S70 .. B (*HX .. /S*)

Inhalt

Die Marke SKF steht heute für wesentlich mehr als je zuvor und bietet damit kosten- und qualitätsbewussten Kunden zusätzlichen Mehrwert.

SKF konnte die Stellung als weltweit führender Hersteller von Qualitätslagern weiter ausbauen. Darüber hinaus hat SKF die traditionellen Geschäftsfelder um weitere hochtechnische Komponenten, differenzierte Serviceangebote und Kompetenzpartnerschaften erweitert. SKF kann heute, als Komplettanbieter für Bewegungstechnik, weltweit Kunden mit Systemlösungen aller Art spürbare Wettbewerbsvorteile verschaffen.

SKF Kunden erhalten nicht nur hochentwickelte Lager- und Systemlösungen zur Optimierung ihrer Maschinen, sondern auch hochentwickelte Softwarelösungen zum virtuellen Testen von Produkten oder für die Zustandsüberwachung. Dadurch wird die Umsetzung von Produktideen in die Praxis beschleunigt oder die Wirtschaftlichkeit ganzer Maschinenanlagen gesteigert.

Die Marke SKF steht nach wie vor für Spitzenqualität bei Wälzlagern – und heute gleichzeitig auch für Kompetenz in vielen anderen Geschäftsfeldern.

SKF – Kompetenz für Bewegungstechnik

A Produktinformation

Einbaufertige, abgedichtete SKF Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihen S719 .. B (*HB .. /S*) und S70 .. B (*HX .. /S*) **3**

Sortiment **4**
Lager für hohe Drehzahlen, B-Ausführung 5
Lagerreihen 5
Lagerausführungen 6
Einzellager und zusammengepasste Lagersätze 7

Anwendungsfälle **8**

B Empfehlungen

Lagerauswahl **10**

Lageranordnungen **11**
Einzellager 11
Lagersätze 11
Art der Anordnung 12
Anwendungsbeispiele 14

Schmierung und Instandhaltung **16**
Abgedichtete Lager 16
Fettschmierung für offene Lager 16
Einlaufen abgedichteter und offener, fettgeschmierter Lager 17
Ölschmierung für offene Lager 18

C Produktdaten

Allgemeine Lagerdaten **20**
Abmessungen 20
Kantenabstände 20
Toleranzen 20
Vorspannung 21
Axiale Lagersteifigkeit 25
Befestigung von Lagerringen 26
Tragfähigkeit von Lagersätzen 27
Äquivalente Lagerbelastungen 27
Erreichbare Drehzahlen 28
Käfige 29
Dichtungen 29
Werkstoffe 29
Wärmebehandlung 29
Kennzeichnung von Lagern und Lagersätzen 30
Verpackung 31
Bezeichnungsschema 31

Produkttabellen **34**

D Weiterführende Informationen

Höchste Maßstäbe für Hochgenauigkeitslager **42**

Hochgenauigkeits-Zylinderrollenlager **43**
Zweiseitig wirkende Hochgenauigkeits-Axial-Schrägkugellager 43
Hochgenauigkeits-Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe 43

SKF – Kompetenz für Bewegungstechnik **46**

Einbaufertige, abgedichtete SKF 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 Kontaktzone 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.

Das Endergebnis dieser beiden Szenarien sind hohe Instandhaltungskosten, entgangene Gewinne durch ungeplante Stillstände und Produktionsausfälle.

Verunreinigungsbedingte, vorzeitige Lagerausfälle lassen sich durch abgedichtete SKF Hochgenauigkeitswälzlager weitestgehend vermeiden. Wo früher offene Lager eingesetzt wurden, sorgen heute abgedichtete Hochgenauigkeitslager für eine zuverlässige Lagerfunktion.

Einbaufertige, abgedichtete Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihen S719 .. B (*HB .. /S*)[1)] und S70 .. B (*HX .. /S*) zeichnen sich durch folgende Eigenschaften aus:

- hohe Drehzahlen
- hohe Steifigkeit
- längere Lagergebrauchsdauer
- geringe Wärmeerzeugung
- kompakter Querschnitt

Werkzeugmaschinen werden immer komplexer. Das gilt vor allem für Anlagen, bei denen die Werkstückbearbeitung an mehreren Achsen erfolgt. An den Antrieb und andere zentrale Baugruppen werden außerordentlich hohe Anforderungen gestellt. Die abgedichteten SKF Hochgenauigkeits-Schrägkugellager sind optimal für Anwendungsfälle geeignet, in denen hohe Zuverlässigkeit und Genauigkeit gefragt ist. Die Lager werden werkseitig mit Hochgeschwindigkeitsfett 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.

Sortiment

Das SKF Sortiment an Hochgenauigkeitslagern wurde um abgedichtete Schrägkugellager der Reihen S719 .. B *(HB .. /S)* und S70 .. B *(HX .. /S)* ergänzt. Die Lager dieser Reihen werden mit drei Berührungswinkeln und mit zwei Kugelwerkstoffen angeboten, damit der Anwender unterschiedliche Betriebs- und Genauigkeitsanforderungen abdecken kann.

Die Lager sind in zwei Toleranzklassen für Wellendurchmesser von jeweils 30 bis 120 mm erhältlich. Lager, die für den satzweisen Einbau bzw. für den Einbau in Lagersätzen geeignet sind, werden in drei Vorspannungsklassen angeboten. Alle Lager werden serienmäßig mit beidseitiger Dichtung ausgeliefert. Lager ohne Dichtungen sind ebenfalls verfügbar.

Lager der Reihen S719 .. B *(HB .. /S)* und S70 .. B *(HX .. /S)* 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. Auf Wunsch liefern wir auch zusammengepasste Lagersätze mit Sondervorspannung.

Abgedichtete SKF Hochgenauigkeits-Schrägkugellager: Lager für hohe Drehzahlen, B-Ausführung

Eigenschaften
- einbaufertig
- berührungsfreie Dichtungen
- Hochgeschwindigkeitsfett
- Maximale Anzahl sehr kleiner Wälzkörper
- Toleranzklassen P4A und PA9A
- optimierte Kantenausführung
- Maßreihen ISO 19 und ISO 10
- asymmetrische Innen- und Außenringe
- leichter Käfig aus Phenolharz

Vorteile
- kürzere Einbauzeiten
- verhindern Verunreinigungen, auf Lebensdauer geschmiert, längere Lagergebrauchsdauer
- hohe Drehzahlen, gute Wärmefestigkeit
- hohe Gesamtsteifigkeit
- sehr hohe Laufgenauigkeit, kurze Einlaufzeiten
- vereinfachter Einbau
- kompakter Querschnitt
- Aufnahme von Radiallasten und von Axialbelastungen in einer Richtung
- reibungsarm, hohe Drehzahlen

Lager für hohe Drehzahlen, B-Ausführung

Einreihige Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihen S719 .. B *(HB .. /S)* und S70 .. B *(HX .. /S)* sind für hohe Drehzahlen bei leichten Belastungen und niedrigen Betriebstemperaturen ausgelegt.

Die Lager der B-Ausführung haben folgende Eigenschaften:

- asymmetrische Innen- und Außenringe
- große Anzahl sehr kleiner Kugeln
- leichter Käfig aus Phenolharz
- optimierte Kantenausführung

Die asymmetrischen Lagerringe ermöglichen die Aufnahme von Radiallasten sowie von Axialbelastungen in einer Richtung. Der Käfig wird an der Außenringschulter geführt. Er ist so konstruiert, dass alle Kugel- und Laufbahnflächen gut geschmiert werden. 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. Die Lager der B-Ausführung haben mehr (und kleinere) Wälzkörper als andere Schrägkugellager der Reihen 719 und 70 und damit eine höhere Steifigkeit.

Sie werden serienmäßig mit berührungsfreien Dichtungen am Außenring beider Lagerseiten ausgeliefert. Die Dichtscheiben bilden einen extrem engen Dichtspalt mit der Mantelfläche der Innenringschulter.

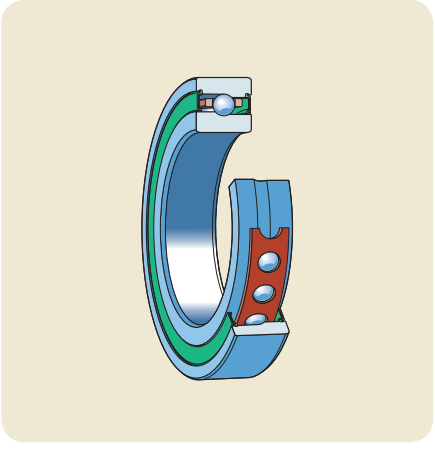
Lagerreihen

Die in dieser Druckschrift vorgestellten Hochgenauigkeitslager sind in zwei ISO-Maßreihen erhältlich:

- die extrem leichte Reihe 719 *(HB)*
- die leichte Reihe 70 *(HX)*

Die Lager aus beiden Reihen sind für hohe Drehzahlen und enge radiale Einbauräume geeignet. Bei höheren Anforderungen an die Steifigkeit werden statt der Reihe 70 *(HX)* die Lager der Reihe 719 *(HB)* verwendet, die bei gleichem Bohrungsdurchmesser mehr Wälzkörper haben. Die Lager der Reihe 719 *(HB)* können bei gleichem Außendurchmesser im Vergleich mit der Reihe 70 *(HX)* einen größeren Wellendurchmesser aufnehmen.

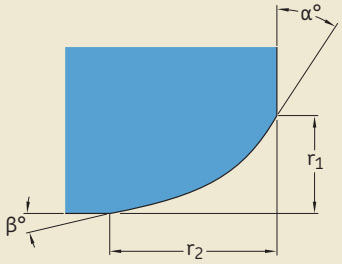
Lager der B-Ausführung für hohe Drehzahlen und höhere Steifigkeit

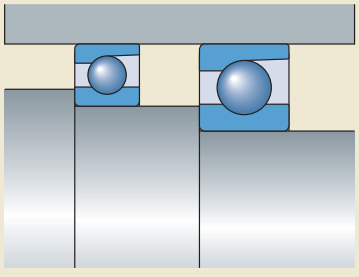


Bei höheren Anforderungen an die Systemsteifigkeit werden Lager der Reihe 719 (HB) verwendet, die bei gleichem Außendurchmesser für größere Wellendurchmesser erhältlich sind als die Lager der Reihe 70 (HX).

Berührungsfreie Dichtung für hohe Drehzahlen

Optimierte Ausführung der Lagerringkante erleichtert den Einbau





719 *(HB)* 70 *(HX)*

Lagerausführungen

Da die Anforderungen an Präzisionslager von den konkreten Betriebsbedingungen abhängen, bieten wir die SKF Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihen 719 .. B *(HB)* und 70 .. B *(HX)* in vier Ausführungen an.

Standardlager haben an beiden Seiten eine integrierte Dichtung und werden werkseitig mit Premiumfett vorgeschmiert. Da an der Dichtlippe keine zusätzliche Reibung entsteht, entsprechen die erreichbaren Drehzahlen der abgedichteten Lager denen offener Lager mit gleichen Abmessungen.

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)*.

Berührungswinkel

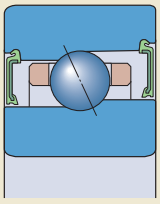
Standardlager werden mit folgenden Berührungswinkeln angeboten:

- 15° – Nachsetzzeichen CB *(1)*
- 25° – Nachsetzzeichen ACB *(3)*

Auf Anfrage sind auch Lager mit einem Berührungswinkel von 18° lieferbar; sie haben das Nachsetzzeichen FB *(2)*.

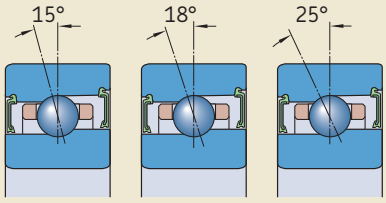
Da die Lager mit drei unterschiedlichen Berührungswinkeln angeboten werden, können Konstrukteure die für den geplanten Anwendungsfall (Axialbelastung, Drehzahl, Steifigkeit) besser geeignete Ausführung auswählen.

Standardlager haben an beiden Seiten eine integrierte Dichtung.

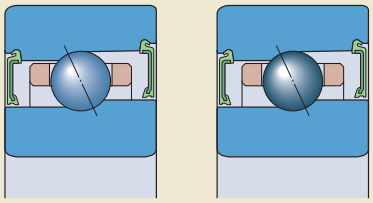


Abgedichtete Ausführung

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

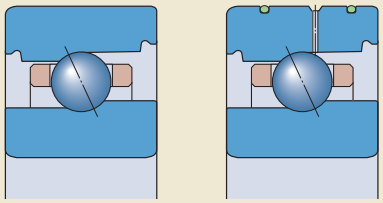


Die Lager sind wahlweise als Stahllager und als Hybridlager erhältlich.



Stahlkugeln | Keramikkugeln

Die Lager werden serienmäßig abgedichtet geliefert, sind aber auch in zwei offenen Ausführungen erhältlich.



Offene Ausführung | Offene Ausführung für direkte Ölschmierung

Kugelwerkstoffe

Standardlager werden mit Wälzkörpern aus folgenden Werkstoffen angeboten:

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

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.

Offene Lager

Die Lager der Reihen 719 .. B *(HB)* und 70 .. B *(HX)* werden auch ohne Dichtungen angeboten, wahlweise für Fett- oder Ölschmierung. Zur Verwendung für direkte Ölschmierung kann der Außenring offener Lager auch mit einer Umfangsnut und zwei Schmierbohrungen sowie mit zwei Umfangsnuten zur Aufnahme von O-Ringen geliefert werden. Diese Lagerausführung hat das Nachsetzzeichen L *(GH)*.

Einzellager und zusammengepasste Lagersätze

SKF Lager der Reihen S719 .. B *(HB .. /S)* und S70 .. B *(HX .. /S)* werden serienmäßig in folgenden Ausführungen angeboten:

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

Anwendungsfälle

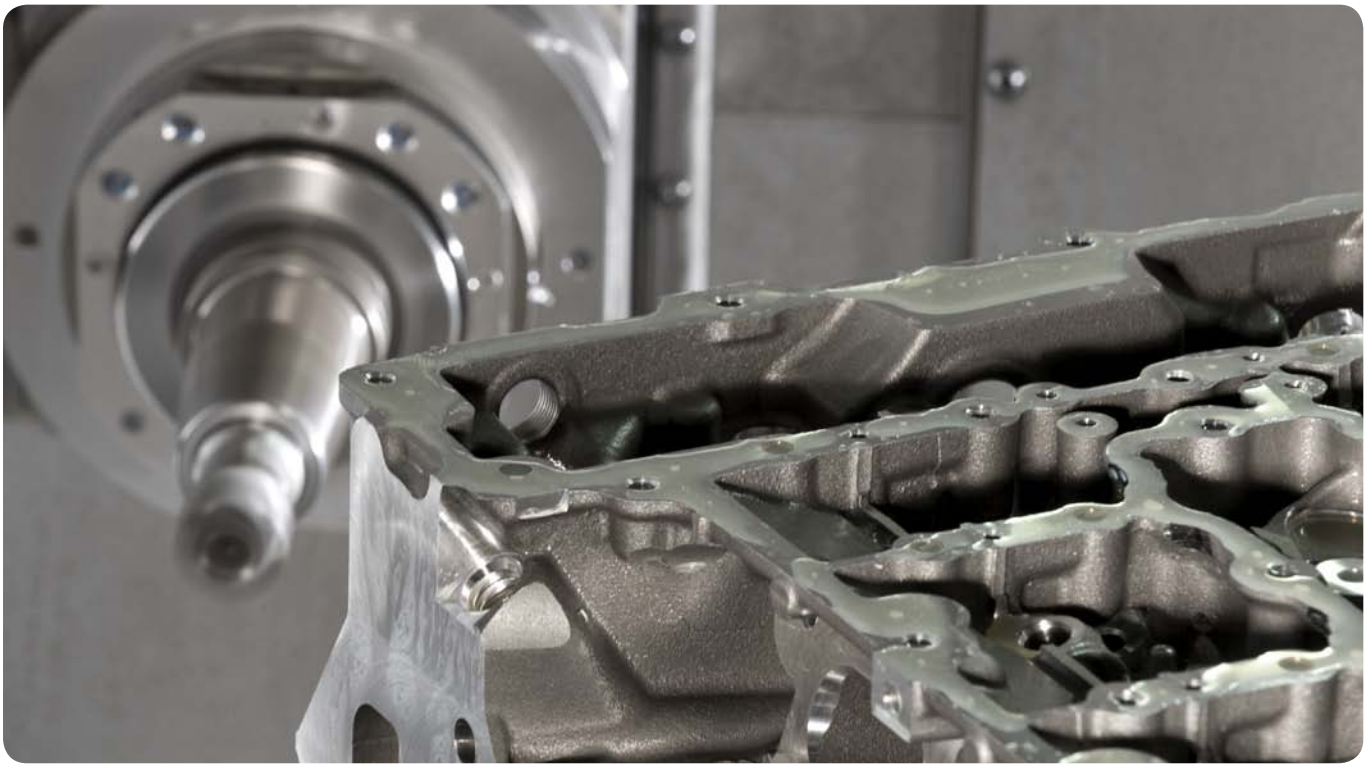
In stark verunreinigten Umgebungen, z.B. in Werkzeugmaschinenspindeln, stellt das Eindringen fester Verunreinigungen bzw. von Schneidflüssigkeit eine der Hauptursachen für vorzeitigen Lagerausfall dar. Mit den abgedichteten SKF Hochgenauigkeits-Schrägkugellagern der Reihen S719 .. B *(HB .. /S)* und S70 .. B *(HX .. /S)* lässt sich dieses Problem sehr gut lösen.
Allen Lagern aus dieser Reihe sind einige zentrale Merkmale gemein: die sehr hohe Steifigkeit, die Fähigkeit zur Aufnahme hoher Drehzahlen und eine sehr hohe Laufgenauigkeit.

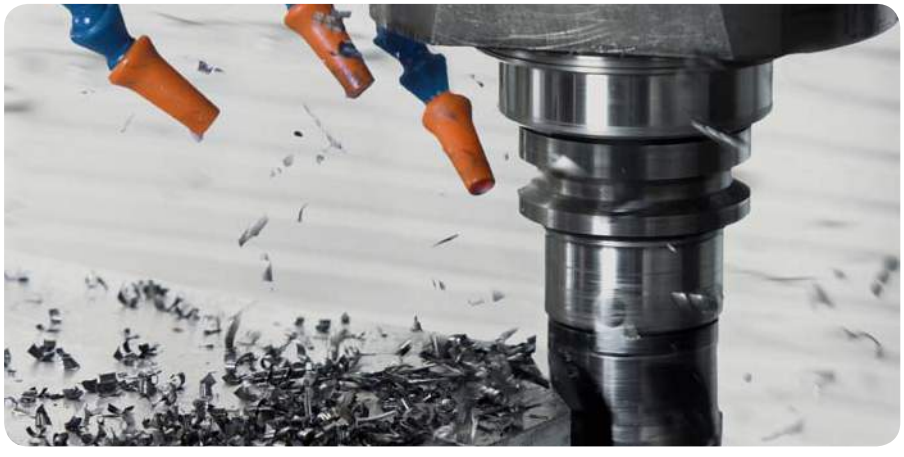
Anwendungsfälle
- Elektro-Spindeln
- Zerspanungsmaschinen
- Holzbearbeitungsmaschinen
- Fräsmaschinen
- Bearbeitungszentren

Anforderungen
- wirksame Abdichtung gegen Verunreinigungen
- geringer Energieverbrauch
- lange Gebrauchsdauer
- einfacher Einbau
- höhere Maschinenverfügbarkeit
- hohe Leistungsdichte ermöglicht kompakte Ausführungen
- hohe Positioniergenauigkeit

Lösung

Einbaufertige, abgedichtete SKF Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihen S719 .. B (HB .. /S) und S70 .. B (HX .. /S)





Lagerauswahl

In Anwendungsfällen, in denen eine sehr hohe Genauigkeit bei hohen Drehzahlen gefordert ist, kommt der Lagerauswahl eine große Bedeutung zu. Abgedichtete SKF Hochgenauigkeits-Schrägkugellager werden in mehreren Ausführungen angeboten, die jeweils unterschiedliche Anforderungen erfüllen.

Die Hauptkriterien bei der Auswahl von Lagern aus den Reihen S719 .. B *(HB .. /S)* und S70 .. B *(HX .. /S)* sind:

- Genauigkeit
- Steifigkeit
- Drehzahlen
- Belastung

Genauigkeit

Die Genauigkeit eines Wälzlagers wird durch die Toleranzklassen für die Lauf- und Maßgenauigkeit angegeben.

Bei der Auswahl von Lagern aus den Reihen S719 .. B *(HB .. /S)* und S70 .. B *(HX .. /S)* sind folgende Kriterien zu beachten:

- Alle Ausführungen werden serienmäßig in der Toleranzklasse P4A (besser als ABEC 7) gefertigt.
- Alle Lagerausführungen sind auf Anfrage auch in der Toleranzklasse PA9A (besser als ABEC 9) erhältlich.

Steifigkeit

Bei hohen Anforderungen an die Genauigkeit muss die Lageranordnung extrem steif sein, da die elastische Verformung unter Last direkte Auswirkungen auf die Produktivität und Genauigkeit der gesamten Anwendung hat. Neben der Lagersteifigkeit beeinflussen weitere Faktoren wie die Anzahl und Lage der Lager die Steifigkeit der Gesamtanwendung.

Bei der Auswahl von Lagern aus den Reihen S719 .. B *(HB .. /S)* und S70 .. B *(HX .. /S)* sind folgende Kriterien zu beachten:

- Keramikkugeln aus Siliziumnitrid ermöglichen eine höhere Steifigkeit als Stahlkugeln.
- Ein größerer Berührungswinkel führt zu höherer axialer Steifigkeit.
- Bei höheren Anforderungen an die Systemsteifigkeit werden Lager der Reihe 719 *(HB)* verwendet, die bei gleichem Außendurchmesser für größere Wellendurchmesser erhältlich sind als die Lager der Reihe 70 *(HX)*.
- Lager in O-Anordnung bieten die höchste Steifigkeit.

Drehzahlen

Hochtourige Anwendungsfälle erfordern geringe Erwärmung generierende, reibungsarme Lager wie z.B. Hochgenauigkeits-Schrägkugellager.

Bei der Auswahl von Lagern aus den Reihen S719 .. B *(HB .. /S)* und S70 .. B *(HX .. /S)* sind folgende Kriterien zu beachten:

- Hybridlager vertragen höhere Drehzahlen als gleich große Stahllager.
- Bei größerem Berührungswinkel ist die zulässige Höchstdrehzahl geringer.

Belastung

Bei schnell laufenden Präzisionsmaschinen ist die Tragfähigkeit der Lager meist weniger wichtig als in Standardanwendungen. Schrägkugellager können gleichzeitig wirkende, kombinierte radiale und axiale Belastungen aufnehmen. Wenn davon ausgegangen werden muss, dass kombinierte Belastungen wirken, spielt die Belastungsrichtung eine wichtige Rolle bei der Lagerauswahl.

Bei der Auswahl von Lagern aus den Reihen S719 .. B *(HB .. /S)* und S70 .. B *(HX .. /S)* sind folgende Kriterien zu beachten:

- Je größer der Berührungswinkel, desto größer die axiale Tragfähigkeit des Lagers.
- Die axiale Tragfähigkeit einer Lageranordnung lässt sich durch Hinzufügen weiterer Lager in Tandem-Anordnung erhöhen.

Lageranordnungen

Anordnungen aus SKF Lagern der Reihen S719 .. B *(HB .. /S)* und S70 .. B *(HX .. /S)* können mit Einzellagern oder Lagersätzen realisiert werden. Ein Beispiel für die Bestelloptionen bei einer Anordnung aus drei Lagern ist in **Tabelle 1** dargestellt.

Einzellager

SKF Lager der Reihen S719 .. B *(HB .. /S)* und S70 .. B *(HX .. /S)* sind als Einzellager und einzelne Universallager für den satzweisen Einbau erhältlich. 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 Lagerstelle 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

SKF Lager der Reihen S719 .. B *(HB .. /S)* und S70 .. B *(HX .. /S)* sind erhältlich als zusammengepasste Lagersätze und als Universallagersätze. 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 anderen Stelle im Kurzzeichen (→ **Tabelle 15**, **Seite 32** und **33**).

Tabelle 1

Beispiel für die Bestelloptionen bei einer Anordnung aus drei Lagern

Entwurfskriterien	Bestellung	Lagerbezeichnung[1]	Bestellbeispiel
Lageranordnung unbekannt	Drei einzelne Universallager für den satzweisen Einbau	S719 .. BG../P4A *(HB .. /S 7CE .. U..)*	3 x S71914 CBGA/P4A *(3 x HB70 /S 7CE1 UL)*
Lageranordnung unbekannt; verbesserte Lastverteilung erwünscht	Satz aus drei Universallagern für den satzweisen Einbau	S719 .. B/P4ATG.. *(HB .. /S 7CE .. TU..)*	1 x S71914 CB/P4ATGA *(1 x HB70 /S 7CE1 TUL)*
Lageranordnung bekannt	Drei Lager für den satzweisen Einbau	S719 .. B/P4AT.. *(HB .. /S 7CE .. T..)*	1 x S71914 CB/P4ATBTA *(1 x HB70 /S 7CE1 TDL)*

[1] Weiterführende Informationen über die Bezeichnungen sind **Tabelle 15** (**Seite 32** und **33**) 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 Kombinationen, 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.

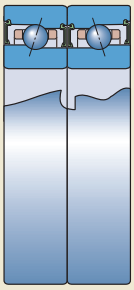
X-Anordnungen

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.

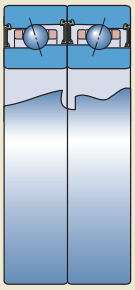
Tandem-Anordnungen

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.

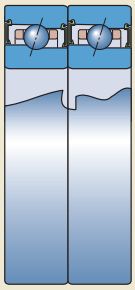
Lagersätze mit 2 Lagern



O-Anordnung
Nachsetzzeichen DB *(DD)*

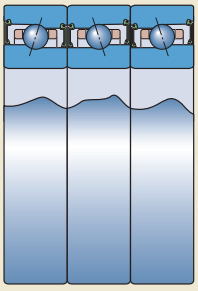


X-Anordnung
Nachsetzzeichen DF *(FF)*

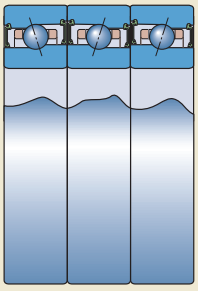


Tandem-Anordnung
Nachsetzzeichen DT *(T)*

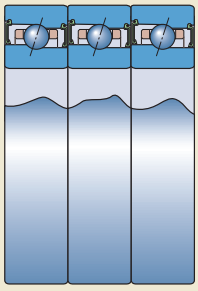
Lagersätze mit 3 Lagern



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

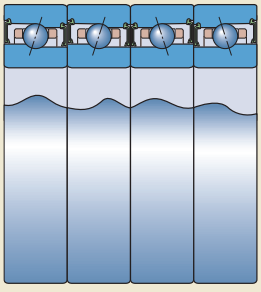


Tandem- und X-Anordnung
Nachsetzzeichen TFT *(TF)*

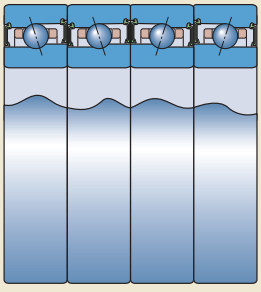


3er Tandem-Anordnung
Nachsetzzeichen TT *(3T)*

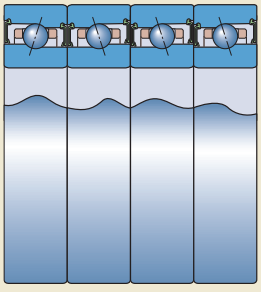
Lagersätze mit 4 Lagern



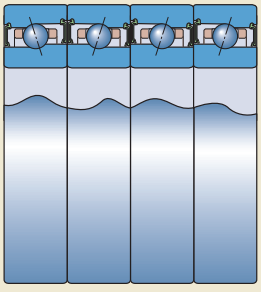
O-Anordnung von Tandempaaren
Nachsetzzeichen QBC *(TDT)*



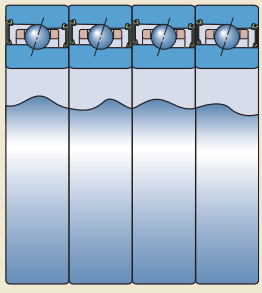
X-Anordnung von Tandempaaren
Nachsetzzeichen QFC *(TFT)*



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



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



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

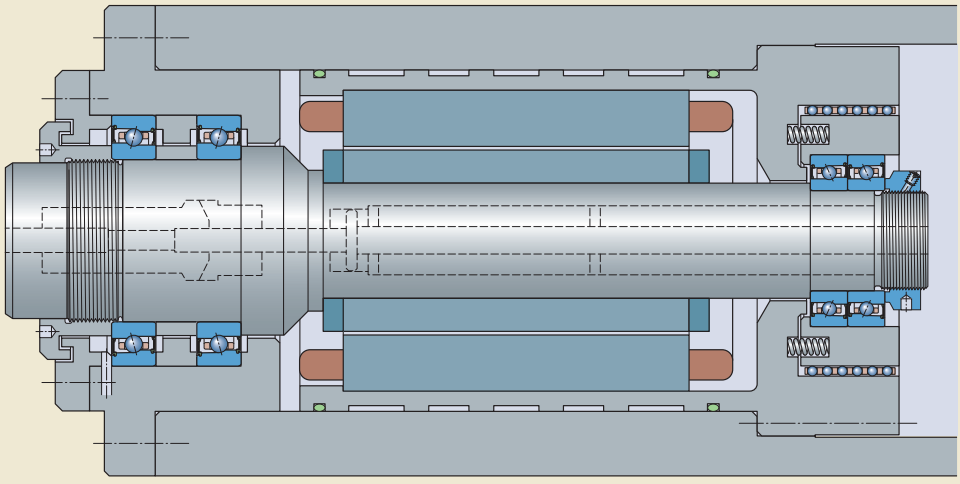
Anwendungsbeispiele

Abgedichtete Hochgenauigkeits-Schrägkugellager werden vorrangig, aber nicht ausschließlich, in Werkzeugmaschinen eingesetzt. In Abhängigkeit von der Werkzeugmaschine und ihrem Zweck verlangen verschiedene Anforderungen entsprechende Lageranordnungen.

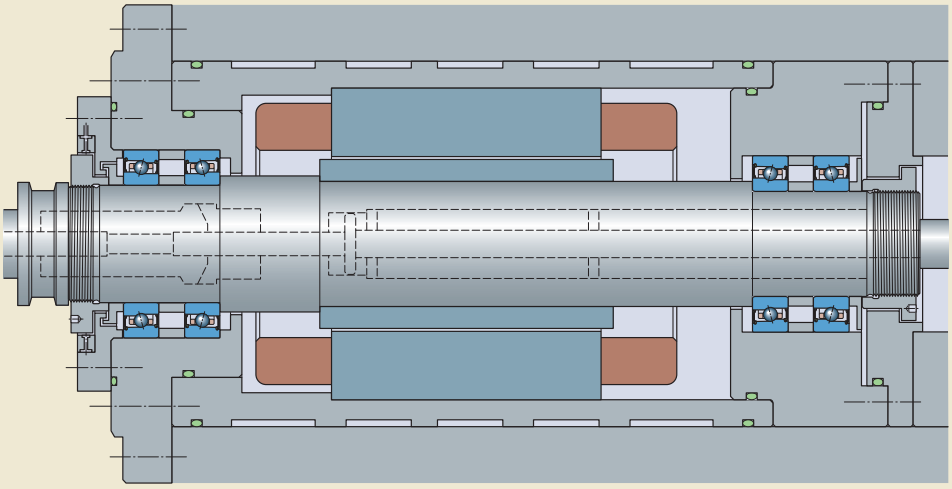
In hochtourigen Werkzeugmaschinen hat die Spindel häufig einen Direktantrieb (Motorspindel oder Elektrospindel). Da in diesen Anwendungsfällen die Radiallast an der Antriebsseite deutlich geringer ist als bei riemengetriebenen Spindeln, kommen häufig Hochgenauigkeits-Schrägkugellager zum Einsatz.

Für jede Präzisionsanwendung gibt es eine individuell optimale Kombination aus Steifigkeit, Tragfähigkeit, Wärmeerzeugung und Lagergebrauchsdauer.

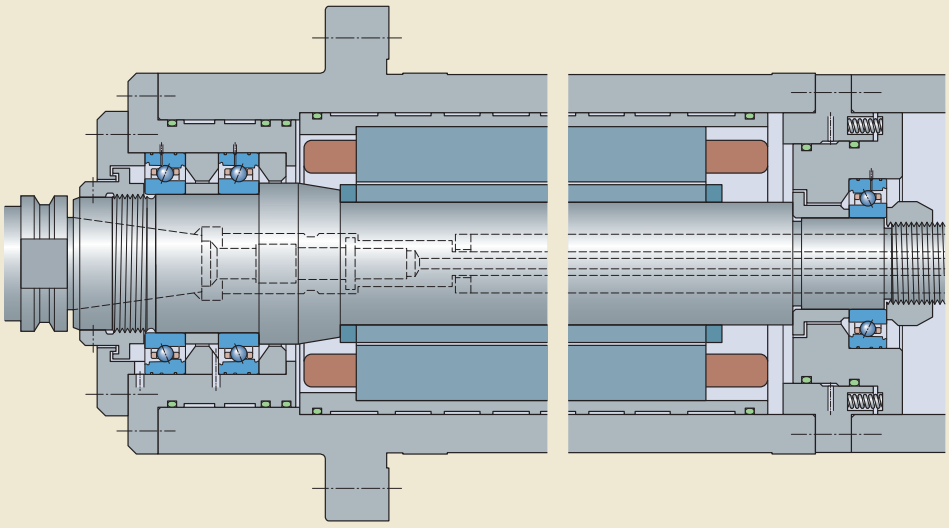
Elektrospindel in einer Innenschleifmaschine
Für Innenschleifmaschinen, die mit hohen Drehzahlen arbeiten und eine hohe Steifigkeit haben müssen, eignen sich zwei Tandemsätze abgedichteter Hochgenauigkeits-Schrägkugellager in O-Anordnung, z.B. S7014 CB/P4ADT (HX70 /S 7CE1 T) und S71910 CB/P4ADT (HB50 /S 7CE1 T). Die Vorspannung an der Antriebsseite erfolgt mit Federn.



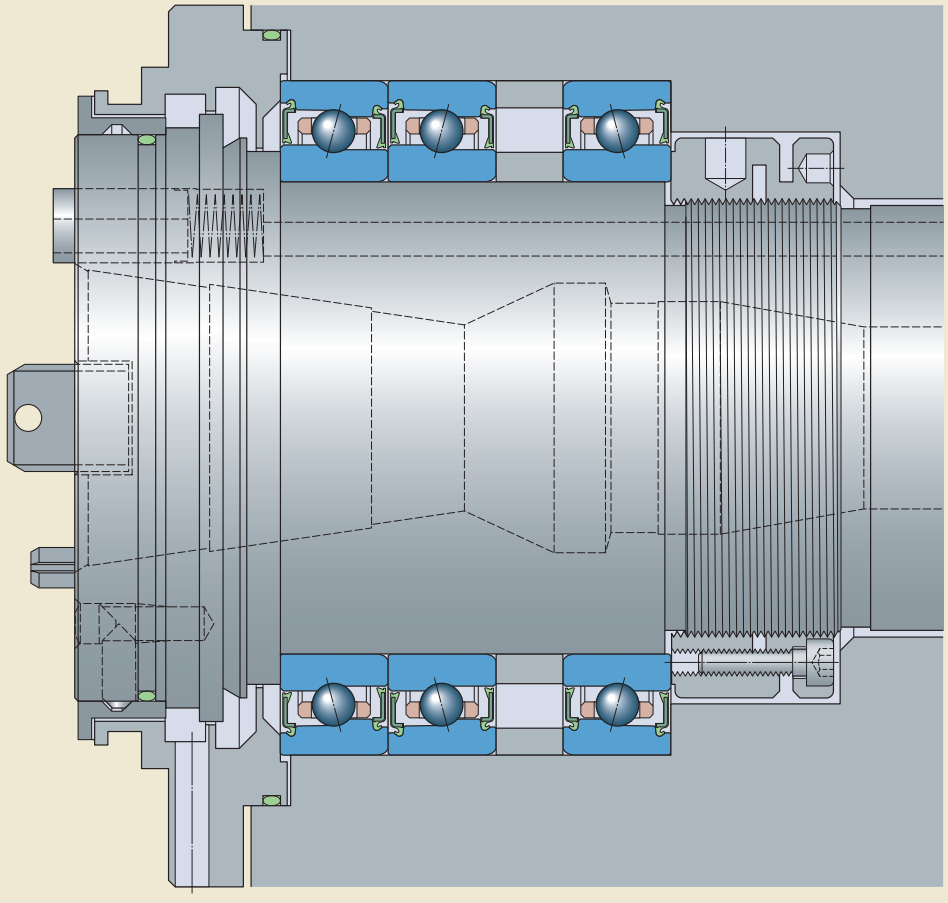
Elektrospindel in Hochgeschwindigkeitsfräsmaschine
Für Hochgeschwindigkeitsfräsmaschinen, die starken Verunreinigungen ausgesetzt sind und bei begrenztem radialen Einbauraum eine hohe Steifigkeit aufweisen müssen, eignen sich zwei Sätze abgedichteter Hochgenauigkeits-Schrägkugellager mit Keramikkugeln in O-Anordnung, z.B. S7014 ACB/HCP4ADBB (HX70 /S/NS 7CE3 DDM) und S7012 ACB/HCP4ADBB (HX60 /S/NS 7CE3 DDM). Jeder Satz wird mit Präzisionsabstandsringen eingebaut.



Elektrospindel in HSC-Maschine
Für ölgeschmierte HSC-Spindeln, die bei leichten Belastungen, aber mit extrem hohen Drehzahlen laufen, eignen sich offene Hochgenauigkeits-Schrägkugellager, z.B. 7020 ACB/P4ALDT (HX100 /GH 7CE3 T) und 7016 ACB/P4AL (HX80 /GH 7CE3). Die Lager werden in O-Anordnung und mit Präzisionsabstandsringen eingebaut.



Fräskopf
Für Fräsköpfe, die mit hohen Drehzahlen laufen und eine hohe Steifigkeit haben müssen, empfiehlt sich ein Satz aus drei abgedichteten Hochgenauigkeits-Schrägkugellagern mit Keramikkugeln für den satzweisen Einbau, z.B. S71914 ACBGA/HCP4A (HB70 /S/NS 7CE3 UL).



Schmierung und Instandhaltung

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 beweglichen 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 $A > 1\,800\,000$ min^{-1} × mm), ist die Ölschmierung vorzuziehen, da Schmierfett unter diesen Bedingungen nur eine kurze Gebrauchsdauer hat und das Öl einen zusätzlichen Kühleffekt bietet.

Abgedichtete Lager

Abgedichtete SKF Lager der Reihen S719 .. B *(HB .. /S)* und S70 .. B *(HX .. /S)* sind unter normalen Betriebsbedingungen auf Lebensdauer geschmiert. Sie werden serienmäßig mit niedrigviskosem Premiumfett vorgefüllt. Das Fett hat folgende Eigenschaften:

- hohe Drehzahlen (Drehzahlkennwert A bis zu 1 600 000 min^{-1} × mm)
- ausgezeichnete Alterungsbeständigkeit
- sehr guter Korrosionsschutz

Die Eigenschaften des Fetts sind in **Tabelle 1** angegeben. Die Fettmenge nimmt rund 15% des freien Lagervolumens in Anspruch.

Fettschmierung für offene Lager

Offene Lager der Reihen 719 .. B *(HB)* und 70 .. B *(HX)* werden meist mit Lithiumseifenfetten auf Mineralölbasis geschmiert. Diese Schmierfette haften gut an den Lagerflächen und sind bei –30 bis +100 °C einsetzbar. Für Lageranordnungen mit sehr hohen Drehzahlen und Temperaturen, für die eine lange Gebrauchsdauer verlangt wird, haben sich Schmierfette auf der Grundlage synthetischer Öle als geeignet erwiesen, z.B. SKF LGLT 2, ein synthetisches Fett auf Esterölbasis.

Tabelle 1

Fetteigenschaften für abgedichtete Lager

Eigenschaft	Fett-spezifikation
Dickungsmittel	Lithium-seife
Grundöl	Ester/PAO
NLGI-Konsistenzklasse	2
Temperaturbereich [°C]	–40 bis +120
Kinematische Viskosität [mm^2/s]	25 (bei 40 °C)
[mm^2/s]	6 (bei 100 °C)

Tabelle 2

Fettbezugsmenge für Erstbefüllung (Näherungswerte)

Lager Bohrungsdurchmesser d	Größe	**Fettbezugsmenge**[1] für offene Lager der Reihen 719 .. B *(HB)* G_{ref}	70 .. B *(HX)*
mm	–	cm^3	cm^3
30	**06**	0,7	1,4
35	**07**	1,0	1,8
40	**08**	1,4	2,2
45	**09**	1,8	2,9
50	**10**	1,9	3,1
55	**11**	2,6	4,7
60	**12**	2,8	5,0
65	**13**	3,0	5,5
70	**14**	4,5	7,3
75	**15**	4,8	7,7
80	**16**	5,3	10,5
85	**17**	6,5	11,0
90	**18**	7,4	14,1
95	**19**	7,5	14,7
100	**20**	10,0	15,3
110	**22**	11,4	22,3
120	**24**	14,0	23,7

[1] Bei einem Füllgrad von 30%.

Erstbefüllung

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

$A = n\, d_m$

wobei gilt:
A = Drehzahlkennwert [$min^{-1} \times mm$]
n = Erreichbare Drehzahl [min^{-1}]
d_m = mittlerer Lagerdurchmesser
= 0,5 (d + D) [mm]

Die Erstbefüllung offener Lager kann näherungsweise wie folgt bestimmt werden:

$G = K\, G_{ref}$

wobei gilt:
G = Erstbefüllung [cm^3]
K = Berechnungsfaktor, abhängig vom Drehzahlkennwert A (→ **Diagramm 1**)
G_{ref} = Fettbezugsmenge (→ **Tabelle 2**) [cm^3]

Einlaufen abgedichteter und offener 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 Kontaktzone gefördert wird. Diese Phase lässt sich bei offenem Lager durch Verwendung kleiner Fettmengen verkürzen, die beim Einbau gleichmäßig an beiden Lagerseiten aufgetragen werden.

Diagramm 1

Faktor K für Erstbefüllung (Näherungswert)

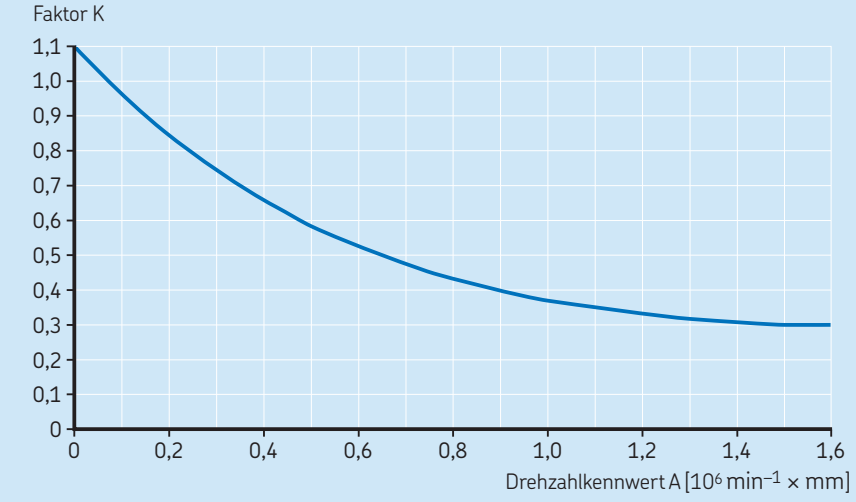
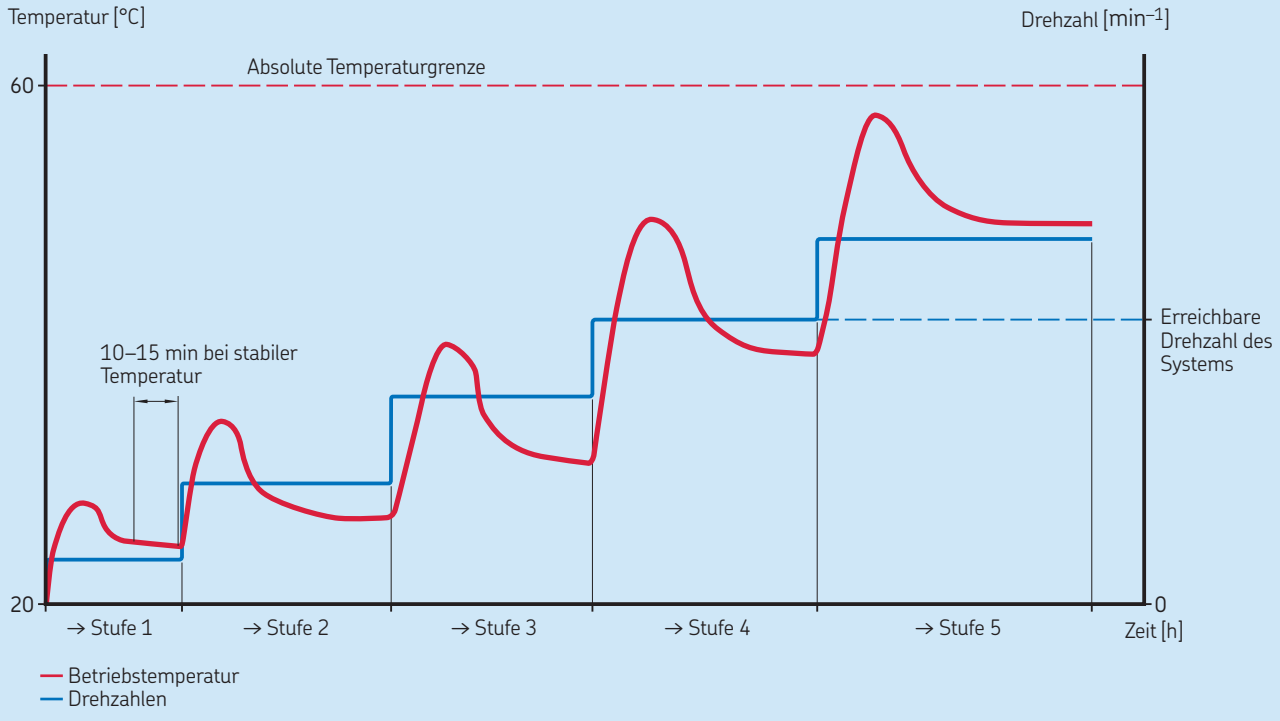


Diagramm 2

Kurvendarstellung eines Einlaufverfahrens



Zusätzlich sollten Abstandsringe zwischen benachbarten Lagern eingebaut werden (→ *Einstellen der Vorspannung durch Abstandsringe*, **Seite 24**).

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 **Seite 17**).

Korrekt eingelaufene Hochgenauigkeitswälzlager 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.

Für das Einlaufen gibt es mehrere Möglichkeiten. Unabhängig vom gewählten Verfahren sollte das Lager immer in beide Drehrichtungen eingelaufen werden.

Beim Standard-Einlaufverfahren wird folgendermaßen vorgegangen:

1 Mit einer niedrigen Drehzahl beginnen und in relativ kleinen Schritten steigern.
2 Temperaturobergrenze festlegen, meist 60 bis 65 °C. Die Maschine oder Anlage nach Möglichkeit mit Endschaltern ausrüsten, die bei Überschreiten der Temperaturgrenze ausgelöst werden.
3 Betrieb bei der gewählten Anfangsdrehzahl starten.
4 Temperatur am Lageraußenring überwachen, Temperaturspitzen vermeiden und Stabilisierung abwarten. Sobald die Temperatur den Grenzwert erreicht, die Maschine anhalten und Abkühlung abwarten. Maschine bei gleicher Drehzahl wieder starten und Temperaturstabilisierung abwarten.
5 Drehzahl um eine Stufe erhöhen und **Schritt 4** wiederholen.
6 Drehzahl in weiteren Schritten erhöhen und bei jedem Schritt abwarten, bis sich die Temperatur unterhalb der Obergrenze stabilisiert hat. Drehzahl weiter bis zu einer Stufe über der erreichbaren Drehzahl der Maschine erhöhen. Dieses Verfahren sorgt dafür, dass der Temperaturanstieg im Normalbetrieb niedriger ausfällt. Das Lager ist jetzt korrekt eingelaufen.

Das Standard-Einlaufverfahren kann acht bis zehn Stunden dauern.

Beim verkürzten Einlaufverfahren werden einige Schritte übersprungen. Jeder Schritt muss mehrfach wiederholt werden, aber da ein Zyklus nur wenige Minuten dauert, ist die Gesamtdauer deutlich kürzer als beim Standardverfahren.

Beim verkürzten Einlaufverfahren wird folgendermaßen vorgegangen:

1 Drehzahl auf 20 bis 25% der erreichbaren Drehzahl einstellen und in relativ kleinen Schritten steigern.
2 Temperaturobergrenze festlegen, meist 60 bis 65 °C. Die Maschine oder Anlage nach Möglichkeit mit Endschaltern ausrüsten, die bei Überschreiten der Temperaturgrenze ausgelöst werden.
3 Betrieb bei der gewählten Anfangsdrehzahl starten.
4 Temperatur am Lageraußenring überwachen, bis Temperaturmaximum erreicht wird. Schnelle Temperaturerhöhungen vermeiden.
5 Maschine anhalten und Außenring des Lagers um 5 bis 10 °C abkühlen lassen.
6 Maschine bei gleicher Drehzahl wieder einschalten und Temperatur überwachen, bis der Grenzwert wieder erreicht wird.
7 Schritte **5** und **6** wiederholen, bis sich die Temperatur unterhalb des Grenzwerts stabilisiert. Wenn sich das Temperaturmaximum unter dem Grenzwert einpegelt, ist das Lager für die betreffende Drehzahl eingelaufen.
8 Drehzahl um eine Stufe erhöhen und **Schritte 4 bis 7** wiederholen.
9 Drehzahl weiter bis zu einer Stufe über der erreichbaren Drehzahl der Maschine erhöhen. Dieses Verfahren sorgt dafür, dass der Temperaturanstieg im Normalbetrieb niedriger ausfällt. Das Lager ist jetzt korrekt eingelaufen.

Ölschmierung für offene Lager

Die Ölschmierung wird für die offenen Lager der Reihen 719 .. B *(HB)* und 70 .. B *(HX)* empfohlen, wenn hohe Drehzahlen (Drehzahlkennwert A > 1 800 000 min^{-1} × mm) die Verwendung fettgeschmierter Lager ausschließen.

Öl-Luft-Schmierung

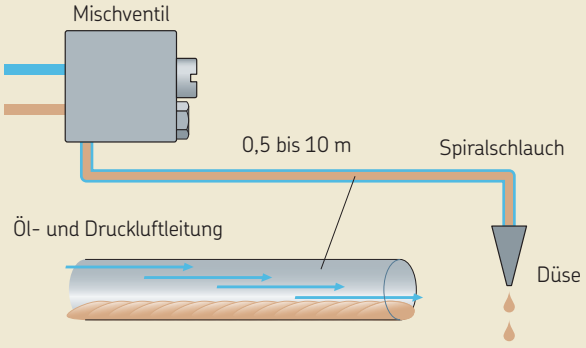
In einigen Anwendungsfällen, in denen eine hohe Genauigkeit bei sehr hohen erreichbaren Drehzahlen und niedrigen Betriebstemperaturen verlangt wird, kann ein Öl-Luft-Schmiersystem erforderlich sein. Bei der Öl-Luft-Schmierung wird mit sehr kleinen, genau dosierten Ölmengen geschmiert, die mit Hilfe von 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:

$Q = 1{,}3\ d_m$

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

Bild 1



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

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 (→ **Bild 1**) und wird dann in das Lager gefördert. Die Öldüsen sind korrekt auszurichten (→ Tabelle 3), damit das Öl auf die Kontaktfläche 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 mm^2/s bei 40 °C zum Einsatz. Empfehlenswert ist der Einbau von Filtern, die das Eindringen von Partikeln ab 5 µm Durchmesser verhindern.

Offene Lager für die direkte Ölschmierung

Bei minimaler, zuverlässiger Direktschmierung durch den Außenring werden offene Lager mit einer Umfangsnut und zwei Schmierbohrungen im Außenring empfohlen (→ **Bild 2**). Damit kein Öl zwischen Außendurchmesser und Gehäusebohrung auslaufen kann, sind in den Außendurchmesser des Außenrings zwei zusätzliche Umfangsnuten zur Aufnahme von O-Ringen eingelassen.

Diese Lagervariante hat das Nachsetzzeichen L *(GH)* und wird für Bohrungsdurchmesser d ≥ 40 mm angeboten.

Bild 2

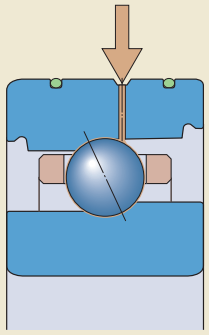
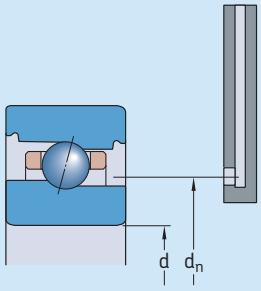


Tabelle 3

Lage der Öldüse bei Öl-Luft-Schmierung



Wälzlager Bohrungsdurchmesser d	Größe	**Position der Öldüse** für offene Lager der Reihen 719 .. B *(HB)* d_n	70 .. B *(HX)*
mm	–	mm	mm
30	**06**	36,6	40
35	**07**	43	46,1
40	**08**	49,1	51,6
45	**09**	54,2	57,2
50	**10**	58,7	61,8
55	**11**	64,8	69,2
60	**12**	69,8	74,2
65	**13**	74,8	79
70	**14**	81,9	86,1
75	**15**	86,9	91,1
80	**16**	91,7	98
85	**17**	99,2	103
90	**18**	103,9	110
95	**19**	109	115
100	**20**	116,1	120
110	**22**	125,7	134,6
120	**24**	138,2	144,7

Allgemeine Lagerdaten

Abmessungen

Die Abmessungen von SKF -Hochgenauigkeits-Schrägkugellagern entsprechen ISO 15:2011.

- Die Abmessungen von Lagern der Reihe S719 .. B *(HB .. /S)* entsprechen der ISO-Maßreihe 19.
- Die Abmessungen von Lagern der Reihe S70 .. B *(HX .. /S)* Reihe entsprechen der ISO-Maßreihe 10.

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 15:2011. Die Werte der nicht axial belasteten Seite des Außenrings sind kleiner als an der axial belasteten Seite.

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

Toleranzen

SKF Lager der Reihen S719 .. B *(HB .. /S)* und S70 .. B *(HX .. /S)* 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:

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

Tabelle 1

Toleranzklasse P4A

Innenring **d** über	inkl.	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
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

Außenring **D** über	inkl.	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
30	**50**	0	–6	0	–6	2	1,5	Die Abmaße sind die gleichen wie für den zugehörigen Innenring (Δ_{Bs}, Δ_{B1s})	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

Vorspannung

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).

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

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 SKF Lager der Reihen S719 .. B *(HB .. /S)* und S70 .. B *(HX .. /S)* werden in mehreren Vorspannungsklassen gefertigt, damit unterschiedliche Drehzahl- und Steifigkeitsanforderungen erfüllt werden können:

- Klasse A *(L)*: leichte Vorspannung
- Klasse B *(M)*: mittlere Vorspannung
- Klasse C *(F)*: starke Vorspannung

Die Vorspannung hängt von der Lagerreihe, dem Berührungswinkel und der Größe des Lagers ab. Für Lagersätze aus zwei Lagern in O- oder X-Anordnung gelten die in **Tabelle 3** auf **Seite 22** 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 3** auf **Seite 22** mit folgenden Faktoren bestimmt:

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

Speziell vorgespannte Lagersätze sind auf Anfrage lieferbar. Sie tragen das Nachsetzzeichen G, gefolgt von einer Zahl. Diese Zahl beschreibt die mittlere Vorspannung des Lagersatzes in daN. Lagersätze von Universallagern für den satzweisen Einbau aus drei oder mehreren Lagern (Nachsetzzeichen TG und QG) müssen nicht speziell vorgespannt werden.

Tabelle 2

Toleranzklasse PA9A

Innenring

d über	inkl.	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
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

Außenring

D über	inkl.	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
30	**50**	0	–4	0	–4	2	1,5	Die Abmaße sind die gleichen wie	1,5	2,5	1,5	2,5
50	**80**	0	–4	0	–4	2	1,5	für den zugehörigen Innenring	1,5	4	1,5	4
80	**120**	0	–5	0	–5	2,5	1,5	(Δ_{Bs}, Δ_{B1s})	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

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 durch folgende Faktoren erhöhen:

- Drehzahl der Welle bei 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:

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

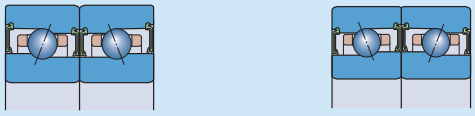
wobei gilt:

G_m = Vorspannung im eingebauten Lagersatz [N]
$G_{A,B,C}$ = herstellerseitige Vorspannung im Lagersatz, vor dem Einbau (→ **Tabelle 3**) [N]
f = Lagerbeiwert, abhängig von der Lagerreihe und -größe (→ **Tabelle 4**)
f_1 = Korrekturfaktor, abhängig vom Berührungswinkel (→ **Tabelle 5**)
f_2 = Korrekturfaktor, abhängig von der Vorspannungsklasse (→ **Tabelle 5**)
f_{HC} = Korrekturfaktor für Hybridlager (→ **Tabelle 5**)

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.

Tabelle 3

Axiale Vorspannung von Universallagern/zusammengepassten Lagerpaaren, O- oder X-Anordnung, vor dem Einbau



Lager Bohrungs-durchmesser	Größe	**Axiale Vorspannung** von Lagern der Reihen[1] S719 CB (*HB /S CE1*) S719 CB/HC (*HB /S/NS CE1*) für Vorspannungsklasse			S719 ACB (*HB /S CE3*) S719 ACB/HC (*HB /S/NS CE3*) für Vorspannungsklasse			S70 CB (*HX /S CE1*) S70 CB /HC (*HX /S/NS CE1*) für Vorspannungsklasse			S70 ACB (*HX /S CE3*) S70 ACB/HC (*HX /S/NS CE3*) für Vorspannungsklasse		
d		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
mm	–	N											
30	**06**	16	32	96	27	54	160	21	42	125	36	72	215
35	**07**	17	34	100	29	58	175	23	46	140	38	76	230
40	**08**	18	36	110	31	62	185	24	48	145	41	82	245
45	**09**	24	48	145	41	82	245	31	62	185	54	110	330
50	**10**	26	52	155	43	86	260	33	66	200	56	110	330
55	**11**	33	66	200	55	110	330	46	92	275	78	155	470
60	**12**	34	68	205	57	115	340	48	96	290	80	160	480
65	**13**	35	70	210	60	120	360	49	98	295	85	170	510
70	**14**	45	90	270	75	150	450	64	130	390	110	220	660
75	**15**	46	92	275	80	160	480	65	130	390	115	230	690
80	**16**	52	105	310	87	175	520	78	155	470	150	300	900
85	**17**	54	110	325	93	185	560	80	160	480	150	300	900
90	**18**	59	120	355	100	200	600	92	185	550	160	320	960
95	**19**	60	120	360	105	210	630	94	190	570	165	330	990
100	**20**	72	145	430	125	250	750	96	190	570	165	330	990
110	**22**	86	170	515	145	290	870	125	250	750	210	420	1 260
120	**24**	90	180	540	155	310	930	130	260	780	220	440	1 320

[1] Die Angaben gelten auch für offene Lager. Angaben für Lager mit Berührungswinkel 18° auf Anfrage verfügbar.

Federvorspannung

In Präzisionsanwendungen mit hohen Drehzahlen ist eine konstante und gleichmäßige Vorspannung zu gewährleisten. Dafür eignen sich kalibrierte, lineare Federn zwischen Lageraußenring und Gehäuseschulter (→ **Bild 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.

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 Lagerreihe, 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.

Bild 1

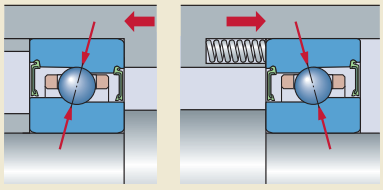


Tabelle 4

Lagerbeiwert f zur Berechnung der Vorspannung in eingebauten Lagersätzen

Lager Bohrungsdurchmesser	Größe	**Lagerbeiwert f** für Lager der Reihen[1)]	
d		S719 .. B (*HB .. /S*)	S70 .. B (*HX .. /S*)
mm	–	–	
30	**06**	1,07	1,03
35	**07**	1,06	1,04
40	**08**	1,06	1,04
45	**09**	1,08	1,05
50	**10**	1,09	1,06
55	**11**	1,09	1,06
60	**12**	1,11	1,06
65	**13**	1,13	1,07
70	**14**	1,1	1,07
75	**15**	1,11	1,08
80	**16**	1,13	1,07
85	**17**	1,11	1,08
90	**18**	1,12	1,07
95	**19**	1,13	1,07
100	**20**	1,11	1,08
110	**22**	1,14	1,07
120	**24**	1,13	1,08

[1)] Die Angaben gelten auch für offene Lager.

Tabelle 5

Korrekturfaktoren zur Berechnung der Vorspannung in eingebauten Lagersätzen

Lagerreihe[1)]	**Korrekturfaktoren**				
	f_1	f_2 für Vorspannungsklasse			f_{HC}
		A	B	C	
S719 CB (*HB .. /S CE1*)	1	1	1,02	1,07	1
S719 ACB (*HB .. /S CE3*)	0,99	1	1,02	1,07	1
S719 CB/HC (*HB .. /S/NS CE1*)	1	1	1,03	1,08	1,01
S719 ACB/HC (*HB .. /S/NS CE3*)	0,99	1	1,02	1,08	1,01
S70 CB (*HX .. /S CE1*)	1	1	1,02	1,05	1
S70 ACB (*HX .. /S CE3*)	0,99	1	1,01	1,04	1
S70 CB/HC (*HX .. /S/NS CE1*)	1	1	1,02	1,05	1,01
S70 ACB/HC (*HX .. /S/NS CE3*)	0,99	1	1,02	1,05	1,01

[1)] Die Angaben gelten auch für offene Lager. Angaben für Lager mit Berührungswinkel 18° auf Anfrage verfügbar.

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 6** 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 7** 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.

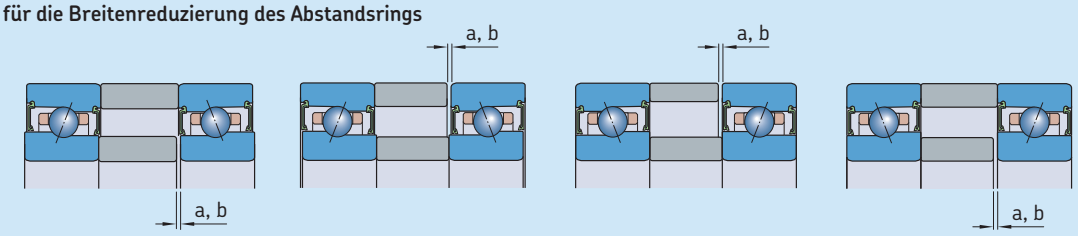
Tabelle 6

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 A nach C	a + b	Innen	Außen
Verringern der Vorspannung			
von B nach A	a	Außen	Innen
von C nach B	b	Außen	Innen
von C nach A	a + b	Außen	Innen

Tabelle 7

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 Bohrungsdurchmesser d	Größe	**Erforderliche Breitenreduzierung Abstandsring** für Lager der Reihen[1] S719 CB *(HB /S CE1)* a	b	S719 ACB *(HB /S CE3)* a	b	S70 CB *(HX /S CE1)* a	b	S70 ACB *(HX /S CE3)* a	b
mm	–	µm							
30	**06**	3	8	2	6	3	10	2	7
35	**07**	3	8	2	6	3	10	2	7
40	**08**	3	8	2	6	3	10	2	7
45	**09**	3	9	2	6	4	10	3	7
50	**10**	3	9	2	6	4	11	3	7
55	**11**	4	11	2	7	4	12	3	9
60	**12**	4	11	2	7	4	13	3	9
65	**13**	4	11	2	7	5	13	3	9
70	**14**	4	12	3	8	5	15	3	10
75	**15**	4	12	3	8	5	15	3	10
80	**16**	4	12	3	8	6	16	4	12
85	**17**	4	12	3	8	6	16	4	12
90	**18**	5	13	3	9	7	18	4	13
95	**19**	5	13	3	9	7	18	4	13
100	**20**	5	14	3	9	7	18	4	13
110	**22**	5	16	4	10	7	19	4	13
120	**24**	5	16	4	10	7	19	4	13

[1] Die Angaben gelten auch für offene Lager. Angaben für Lager mit Berührungswinkel 18° auf Anfrage verfügbar.

Wirkung der Drehzahl auf die Vorspannung

Durch Prüfungen mit Dehnungsmessern konnte SKF 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 die elastische Verformung von Wälzlagern der Belastung nicht linear folgt, ist die axiale Steifigkeit teilweise von der Belastung unabhängig. Die axiale Steifigkeit der SKF Lager der Reihen S719 .. B *(HB .. /S)* und S70 .. B *(HX .. /S)* bei definierter Vorspannung lässt sich durch komplexe Formeln bestimmten. **Tabelle 8** enthält Richtwerte. Sie gelten für eingebaute Lagersätze aus zwei Stahllagern in O- oder X-Anordnung sowie statische Betriebsbedingungen und mittlere Belastungen.

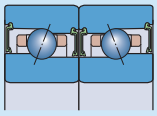
Lagersätze aus drei oder vier Lagern sind axial steifer als Sätze aus zwei Lagern. Die axiale Steifigkeit dieser Sätze wird durch Multiplikation des in **Tabelle** 8 angegebenen Werts mit einem Faktor bestimmt, der von der Lageranordnung und der Vorspannungsklasse abhängt:

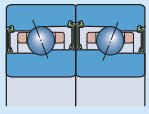
- 1,45 für die Anordnungen TBT *(TD)* und TFT *(TF)*
- 1,8 für die Anordnungen QBT *(3TD)* und QFT *(3TF)*
- 2 für die Anordnungen QBC *(TDT)* und QFC *(TFT)*

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 8

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





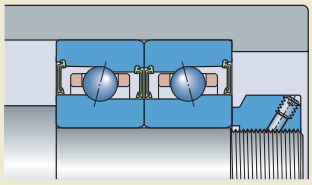
Lager Bohrungs-durchmesser d	Größe	**Statische axiale Steifigkeit** von Stahllagern der Reihe[1] S719 CB *(HB /S CE1)* für Vorspannungsklasse			S719 ACB *(HB /S CE3)* für Vorspannungsklasse			S70 CB *(HX /S CE1)* für Vorspannungsklasse			S70 ACB *(HX /S CE3)* für Vorspannungsklasse		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
mm	–	N/µm											
30	**06**	16	20	33	68	87	130	22	29	46	100	126	190
35	**07**	17	22	34	74	95	142	25	33	52	106	136	204
40	**08**	19	24	39	84	107	158	28	36	57	121	158	233
45	**09**	22	29	47	98	126	190	31	40	64	138	183	280
50	**10**	24	32	50	102	132	202	33	43	69	147	183	273
55	**11**	24	32	53	106	136	206	38	50	80	170	215	331
60	**12**	26	34	54	112	146	214	41	54	86	178	225	338
65	**13**	27	36	58	122	158	238	41	54	85	185	239	359
70	**14**	31	39	63	132	167	251	47	63	99	212	268	405
75	**15**	32	42	68	148	190	287	50	65	104	235	299	451
80	**16**	33	44	68	140	184	272	52	68	109	278	353	529
85	**17**	35	47	74	158	201	308	54	71	112	278	353	533
90	**18**	34	46	72	152	192	294	54	71	112	246	317	480
95	**19**	36	46	74	164	208	317	56	74	117	258	330	497
100	**20**	45	60	95	205	266	403	58	76	120	262	337	510
110	**22**	46	59	96	201	257	392	71	93	147	309	396	597
120	**24**	49	65	104	225	290	437	75	98	156	333	427	641

[1] Die Angaben gelten auch für offene Lager. Angaben für Lager mit Berührungswinkel 18° auf Anfrage verfügbar.

Befestigung von Lagerringen

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

Bild 2



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

Berechnung des Anzugsmoments M_t

Die genaue Berechnung des Anzugsmoments M_t 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:

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

Anzugsmoment für eine Präzisionswellenmutter:

$$M_t = K\,P_a$$

Anzugsmoment für die Schrauben des Lagerdeckels:

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

wobei gilt:

M_t = Anzugsmoment [Nmm]
P_a = axiale Zusammenspannkraft [N]
F_s = minimale axiale Zusammenspannkraft (→ **Tabelle 9**) [N]
F_c = axiale Einbaukraft (→ **Tabelle 9**) [N]
$G_{A,B,C}$ = Vorspannung vor dem Einbau (→ **Tabelle 3** auf **Seite 22**) [N]
N_{cp} = Anzahl der vorgespannten Lager
N_b = Anzahl der Schrauben des Lagerdeckels
K = gewindeabhängiger Berechnungsfaktor (→ **Tabelle 10**)

Tabelle 9

Minimale axiale Zusammenspannkraft und axiale Montagekraft für Präzisionswellenmuttern und Lagerdeckel

Lager Bohrungsdurchmesser d	Größe	**Minimale axiale Zusammenspannkraft** für Lager der Reihen[1] S719 .. B *(HB .. /S)* F_s	S70 .. B *(HX .. /S)*	**Axiale Montagekraft** für Lager der Reihen[1] S719 .. B *(HB .. /S)* F_c	S70 .. B *(HX .. /S)*
mm	–	N	N	N	N
30	**06**	1 900	2 500	300	550
35	**07**	2 600	3 300	440	750
40	**08**	3 100	4 100	500	750
45	**09**	3 800	4 500	480	750
50	**10**	3 100	5 000	380	650
55	**11**	4 100	6 000	430	800
60	**12**	4 500	6 500	400	750
65	**13**	4 800	7 000	370	700
70	**14**	6 500	8 500	500	800
75	**15**	6 500	9 000	480	750
80	**16**	7 000	11 000	650	1 200
85	**17**	9 000	11 000	900	1 400
90	**18**	9 500	16 000	850	1 700
95	**19**	10 000	14 000	850	1 500
100	**20**	12 000	15 000	1 000	1 400
110	**22**	13 000	20 000	900	1 800
120	**24**	16 000	22 000	1 200	1 900

[1] Die Angaben gelten auch für offene Lager.

Tragfähigkeit von Lagersätzen

Die Angaben in den Produkttabellen (dynamische Tragzahl C, statische Tragzahl C_0 und Ermüdungsgrenzbelastung P_u) gelten für Einzellager. Bei Lagersätzen müssen die Einzellagerwerte mit dem Korrekturfaktor aus **Tabelle** 11 multipliziert werden.

Tabelle 10

Faktor K zur Berechnung des Anzugsmoments

Gewinde-nenndurch-messer[1]	**Faktor K** für Präzisions-wellenmuttern	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	–
M 150	18	–
M 160	19	–

[1] Nur für Feingewinde.

Äquivalente Lagerbelastungen

Bei der Bestimmung der äquivalenten Lagerbelastung für vorgespannte Lager 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:

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

Axial belastete Lagerpaare mit fester Passung:

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

Axial belastete Lagerpaare, mit Federn vorgespannt:

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

wobei gilt:

F_a = Axialkomponente der Belastung [N]
$G_{A,B,C}$ = herstellerseitige Vorspannung des Lagerpaars vor dem Einbau (→ **Tabelle 3** auf **Seite 22**) [N]
G_m = Vorspannung im eingebauten Lagerpaar (→ *Vorspannung in eingebauten Lagersätzen*, **Seite 22**) [N]
K_a = auf ein Einzellager wirkende äußere Axialkraft [N]

Tabelle 11

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

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 12** und **13** 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.

Tabelle 12

Berechnungsfaktoren für Einzellager und Lagerpaare in Tandem-Anordnung

f_0F_a/C_0	Berechnungsfaktoren e	X	Y	Y_0
für Berührungswinkel 15° Nachsetzzeichen CB *(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 ACB *(3)*				
–	0,68	0,41	0,87	0,38

Hinweis: Angaben für Lager mit Berührungswinkel 18° auf Anfrage verfügbar.

Tabelle 13

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 CB *(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 ACB *(3)*					
–	0,68	0,67	0,92	1,41	0,76

Hinweis: Angaben für Lager mit Berührungswinkel 18° auf Anfrage verfügbar.

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 = Radialkomponente der Belastung [kN]
F_a = Axialkomponente der Belastung [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 12** und **13** 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.

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.

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 14** angegeben.

Sollte die erreichbare Drehzahl nicht für den Anwendungsfall ausreichen, können zwischen den Lagern eines Lagersatzes Präzisionsabstandsringe eingebaut werden. Abgedichtete SKF Lager der Reihen S719 .. B *(HB .. /S)* und S70 .. B *(HX .. /S)* sind für hohe Drehzahlen ausgelegt (Drehzahlkennwert A bis zu 1 600 000 $min^{-1} \times mm$).

Käfige

SKF Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihen S719 .. B *(HB .. /S)* und S70 .. B *(HX .. /S)* haben einen ungeteilten, an der Außenringschulter geführten Massivkäfig aus gewebeverstärktem Phenolharz (→ **Bild 3**), der für maximal 120 °C ausgelegt ist.

Dichtungen

Die berührungsfreien Dichtungen von SKF Lagern der Reihen S719 .. B *(HB .. /S)* und S70 .. B *(HX .. /S)* sind aus Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (NBR). Sie sind für hohe Drehzahlen geeignet (Drehzahlkennwert A bis zu 1 600 000 $min^{-1} \times mm$). Die zulässige Betriebstemperatur der Dichtungen beträgt –25 bis +100 °C; kurzzeitig sind auch +120 °C zulässig.

Werkstoffe

Die Ringe und Kugeln von Lagern der Reihen S719 .. B *(HB .. /S)* und S70 .. B *(HX .. /S)* sind aus SKF Stahl der Gütestufe 3 gefertigt und 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). Die O-Ringe offener Lager, bei denen eine direkte Ölschmierung erfolgt, bestehen ebenfalls aus Acrylnitril-Butadien-Kautschuk.

Wärmebehandlung

Alle SKF Hochgenauigkeitslager werden einer speziellen Wärmebehandlung unterzogen, die für ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Härtegrad und Maßstabilität sorgt. Der Härtegrad der Ringe und Wälzkörper gewährleistet einen niedrigen Verschleiß.

C

Bild 3

Tabelle 14

Drehzahlreduktionsfaktoren für Lagersätze

Anzahl der Lager	Anordnung	Nachsetzzeichen	Drehzahlreduktionsfaktor für Vorspannungsklasse A	B	C
2	O-Anordnung	DB *(DD)*	0,83	0,78	0,58
	X-Anordnung	DF *(FF)*	0,8	0,74	0,54
3	Tandem- und O-Anordnung	TBT *(TD)*	0,72	0,66	0,4
	Tandem- und X-Anordnung	TFT *(TF)*	0,64	0,56	0,3
4	O-Anordnung von Tandempaaren	QBC *(TDT)*	0,67	0,64	0,48
	X-Anordnung von Tandempaaren	QFC *(TFT)*	0,64	0,6	0,41

Kennzeichnung von Lagern und Lagersätzen

Alle SKF Lager der Reihen S719 .. B *(HB .. /S)* und S70 .. B *(HX .. /S)* haben folgende Identifikationsmerkmale auf den Außenseiten der Ringe (→ **Bild 4**):

1 SKF Marke
2 Komplette Lagerbezeichnung (Kurzzeichen)
3 Herstellerland
4 Kodiertes Herstellungsdatum
5 Abweichung des mittleren Außendurchmessers, Δ_{Dm} [µm], und Position der maximalen Exzentrizität des Außenrings
6 Abweichung des mittleren Bohrungsdurchmessers, Δ_{dm} [µm], und Position der maximalen Exzentrizität des Innenrings
7 Seriennummer (nur bei Lagersätzen)
8 V-Zeichen (nur bei zusammengepassten Lagersätzen)

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

Bild 5

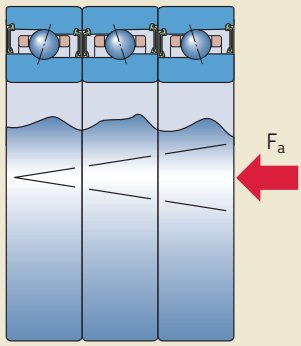
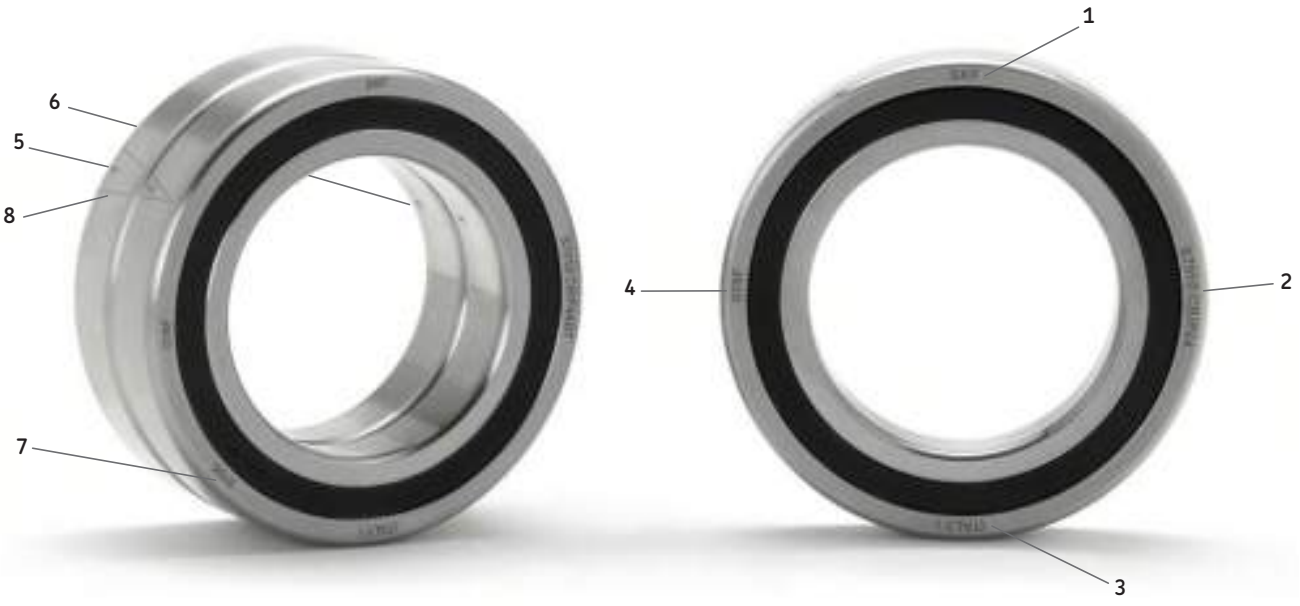


Bild 4



Verpackung

SKF Hochgenauigkeitslager werden in Schachteln ausgeliefert, auf denen die Marke SKF (→ **Bild 6**) und die Lagerbezeichnung aufgedruckt sind. In jeder Schachtel befindet sich ein Merkblatt mit Hinweisen zum Einbau von Lagersätzen.

Bezeichnungsschema

Die Bezeichnungen für SKF Lager der Reihen 719 .. B *(HB)* und 70 .. B *(HX)* sind in **Tabelle 15** auf **Seite 32** und **33** zusammen mit Erläuterungen angegeben.

Bild 6

C

Bezeichnungsschema der SKF Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihen 719 .. B *(HB)* und 70 .. B *(HX)*

	Vorsetzzeichen der Ausführung	Reihe	Größe	Berührungswinkel und Ausführung	Ausführung und Vorspannung (Einzellager)		Kugelwerkstoff	Toleranzklasse	Nachsetzzeichen der Ausführung	Anordnung	Vorspannung
Einzellager: S71912 ACBGA/HCP4A	S	719	12	ACB	GA	/	HC	P4A			
Gepaarte Lagersätze Einbau: 7006 CB/PA9AQBCBL		70	06	CB		/		PA9A	L	QBC	B

Variante (Präfix)
– Offenes Lager (kein Vorsetzzeichen)
S Abgedichtetes Lager
V Lager mit Ringen aus NitroMax Stahl und Kugeln[1] aus Siliziumnitrid Si_3N_4

Lagerreihe
719 Gemäß ISO-Maßreihe 19
70 Gemäß ISO-Maßreihe 10

Lagergröße
06 (x5) 30 mm Bohrungsdurchmesser
bis
24 (x5) 120 mm Bohrungsdurchmesser

Berührungswinkel und interne Konstruktion
CB 15° Berührungswinkel, Ausführung B für hohe Drehzahlen
FB 18° Berührungswinkel, Ausführung B für hohe Drehzahlen
ACB 25° Berührungswinkel, Ausführung B für hohe Drehzahlen

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

Käfig
– Gewebeverstärktes Phenolharz, außenringgeführt (kein Nachsetzzeichen)

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

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

Nachsetz- zeichen der Ausführung
L Umfangsnuten, Schmierbohrungen und O-Ringe im Außenring für direkte Ölschmierung

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

Lagersatz – Vorspannung
A Leichte Vorspannung
B Mittlere Vorspannung
C Starke Vorspannung
G... Sondervorspannung, angegeben in daN, z.B. G240

[1] Weitere Auskünfte erteilt der Technische SKF Beratungsservice.

Bezeichnungsschema der SKF Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihen 719 .. B *(HB)* und 70 .. B *(HX)*

Einzellager: HB60 /S/NS 7CE3 UL	HB	60	/S	/NS	7	CE	3	U	L
	Reihe und Ausführung	**Größe**	**Ausführung**	**Kugelwerk-stoff**	**Toleranz-klasse**	**Käfig**	**Berührungs-winkel**	**Anordnung**	**Vorspannung**
Lagersatz für den satzweisen Einbau: HX30 /GH 9CE1 TDTM	HX	30	/GH		9	CE	1	TDT	M

Variante
– Offenes Lager (kein Nachsetzzeichen)
/S Abgedichtetes Lager
/XN Lager mit Ringen aus NitroMax Stahl und Kugeln[1)] aus Siliziumnitrid Si_3N_4

Lagerreihe und interne Konstruktion
HB Gemäß ISO-Maßreihe 19, Ausführung HB für hohe Drehzahlen
HX Gemäß ISO-Maßreihe 10, Ausführung HX für hohe Drehzahlen

Lagergröße
30 30 mm Bohrungsdurchmesser
bis
120 120 mm Bohrungsdurchmesser

Berührungswinkel
1 15° Berührungswinkel
2 18° Berührungswinkel
3 25° Berührungswinkel

Einzellager – Ausführung und Vorspannung
– 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

Käfig
CE Gewebeverstärktes Phenolharz, außenringgeführt

Kugelwerkstoff
– Wälzlagerstahl (kein Nachsetzzeichen)
/NS Siliziumnitrid (Si_3N_4) in Lagergüte (Hybridlager)

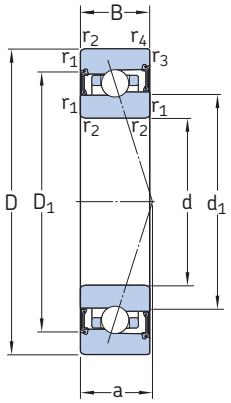
Toleranzklasse
7 Maß- und Laufgenauigkeit nach ABMA-Toleranzklasse ABEC 7
9 Maß- und Laufgenauigkeit nach ABMA-Toleranzklasse ABEC 9

Zusätzliche offene Lagervariante
/GH Umfangsnuten, Schmierbohrungen und O-Ringe im Außenring für direkte Ölschmierung

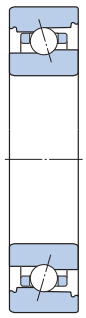
Lagersatz – Anordnung
DD Zwei Lager in O-Anordnung <>
FF Zwei Lager in X-Anordnung ><
T Zwei Lager in Tandem-Anordnung <<
DU Zwei Universallager für den satzweisen Einbau
TD Drei Lager in O- und Tandem-Anordnung <>>
TF Drei Lager in X- und Tandem-Anordnung ><<
3T Drei Lager in Tandem-Anordnung <<<
TU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

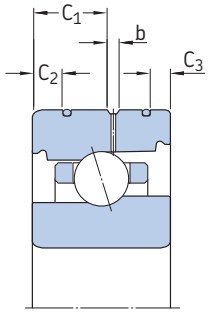
Lagersatz – Vorspannung
L Leichte Vorspannung (nur für symmetrische Sätze)
M Mittlere Vorspannung (nur für symmetrische Sätze)
F Starke Vorspannung (nur für symmetrische Sätze)
..daN Sondervorspannung (für asymmetrische TD-, TF-, 3TD- und 3TF-Sätze sowie für Ausführungen mit Sondervorspannung)[1]

Hochgenauigkeits-Schrägkugellager
d **30 – 50** mm



Abgedichtete Ausführung

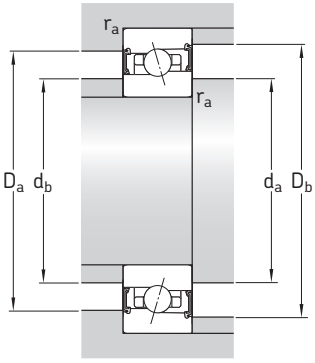

Offene Ausführung

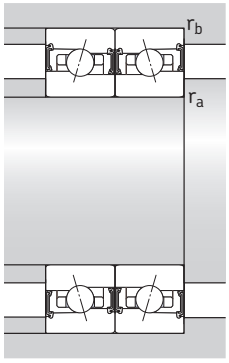


Offene Ausführung für direkte Ölschmierung

Hauptabmessungen			Tragzahlen dynamisch[1]	statisch	Ermüdungsgrenzbelastung	Berechnungsfaktor	Erreichbare Drehzahl bei Schmierung mit Fett	Öl-Luft[2]	Gewicht[3]	Bezeichnungen abgedichteter Lager[4] SKF	SNFA
d	D	B	C	C_0	P_u	f_0					
mm			kN		kN	–	min^{-1}		kg	–	
30	47	9	4,88	3,15	0,134	9,5	40 000	60 000	0,050	**S71906 CB/P4A**	**HB30 /S 7CE1**
	47	9	4,88	3,15	0,134	9,5	48 000	75 000	0,047	**S71906 CB/HCP4A**	**HB30 /S/NS 7CE1**
	47	9	4,62	3	0,127	–	36 000	56 000	0,050	**S71906 ACB/P4A**	**HB30 /S 7CE3**
	47	9	4,62	3	0,127	–	43 000	67 000	0,047	**S71906 ACB/HCP4A**	**HB30 /S/NS 7CE3**
	55	13	6,5	4,15	0,176	9,4	36 000	56 000	0,13	**S7006 CB/P4A**	**HX30 /S 7CE1**
	55	13	6,5	4,15	0,176	9,4	43 000	67 000	0,13	**S7006 CB/HCP4A**	**HX30 /S/NS 7CE1**
	55	13	6,18	3,9	0,166	–	34 000	50 000	0,13	**S7006 ACB/P4A**	**HX30 /S 7CE3**
	55	13	6,18	3,9	0,166	–	40 000	60 000	0,13	**S7006 ACB/HCP4A**	**HX30 /S/NS 7CE3**
35	55	10	5,2	3,65	0,156	9,7	34 000	53 000	0,081	**S71907 CB/P4A**	**HB35 /S 7CE1**
	55	10	5,2	3,65	0,156	9,7	40 000	63 000	0,077	**S71907 CB/HCP4A**	**HB35 /S/NS 7CE1**
	55	10	4,88	3,45	0,146	–	30 000	48 000	0,081	**S71907 ACB/P4A**	**HB35 /S 7CE3**
	55	10	4,88	3,45	0,146	–	36 000	56 000	0,077	**S71907 ACB/HCP4A**	**HB35 /S/NS 7CE3**
	62	14	6,89	4,8	0,204	9,6	32 000	48 000	0,17	**S7007 CB/P4A**	**HX35 /S 7CE1**
	62	14	6,89	4,8	0,204	9,6	38 000	60 000	0,16	**S7007 CB/HCP4A**	**HX35 /S/NS 7CE1**
	62	14	6,5	4,55	0,193	–	28 000	43 000	0,17	**S7007 ACB/P4A**	**HX35 /S 7CE3**
	62	14	6,5	4,55	0,193	–	34 000	53 000	0,16	**S7007 ACB/HCP4A**	**HX35 /S/NS 7CE3**
40	62	12	5,4	4,15	0,176	9,8	30 000	45 000	0,12	**S71908 CB/P4A**	**HB40 /S 7CE1**
	62	12	5,4	4,15	0,176	9,8	36 000	56 000	0,12	**S71908 CB/HCP4A**	**HB40 /S/NS 7CE1**
	62	12	5,07	4	0,166	–	28 000	43 000	0,12	**S71908 ACB/P4A**	**HB40 /S 7CE3**
	62	12	5,07	4	0,166	–	32 000	50 000	0,12	**S71908 ACB/HCP4A**	**HB40 /S/NS 7CE3**
	68	15	7,41	5,6	0,236	9,8	28 000	43 000	0,21	**S7008 CB/P4A**	**HX40 /S 7CE1**
	68	15	7,41	5,6	0,236	9,8	34 000	53 000	0,20	**S7008 CB/HCP4A**	**HX40 /S/NS 7CE1**
	68	15	6,89	5,3	0,224	–	26 000	40 000	0,21	**S7008 ACB/P4A**	**HX40 /S 7CE3**
	68	15	6,89	5,3	0,224	–	32 000	48 000	0,20	**S7008 ACB/HCP4A**	**HX40 /S/NS 7CE3**
45	68	12	7,41	5,7	0,245	9,7	28 000	43 000	0,14	**S71909 CB/P4A**	**HB45 /S 7CE1**
	68	12	7,41	5,7	0,245	9,7	32 000	50 000	0,13	**S71909 CB/HCP4A**	**HB45 /S/NS 7CE1**
	68	12	7,02	5,4	0,232	–	24 000	38 000	0,14	**S71909 ACB/P4A**	**HB45 /S 7CE3**
	68	12	7,02	5,4	0,232	–	30 000	45 000	0,13	**S71909 ACB/HCP4A**	**HB45 /S/NS 7CE3**
	75	16	9,56	7,2	0,305	9,6	26 000	40 000	0,26	**S7009 CB/P4A**	**HX45 /S 7CE1**
	75	16	9,56	7,2	0,305	9,6	30 000	48 000	0,25	**S7009 CB/HCP4A**	**HX45 /S/NS 7CE1**
	75	16	9,04	6,8	0,285	–	24 000	36 000	0,26	**S7009 ACB/P4A**	**HX45 /S 7CE3**
	75	16	9,04	6,8	0,285	–	28 000	43 000	0,25	**S7009 ACB/HCP4A**	**HX45 /S/NS 7CE3**
50	72	12	7,61	6,2	0,265	9,8	26 000	38 000	0,14	**S71910 CB/P4A**	**HB50 /S 7CE1**
	72	12	7,61	6,2	0,265	9,8	30 000	45 000	0,13	**S71910 CB/HCP4A**	**HB50 /S/NS 7CE1**
	72	12	7,28	5,85	0,25	–	22 000	36 000	0,14	**S71910 ACB/P4A**	**HB50 /S 7CE3**
	72	12	7,28	5,85	0,25	–	28 000	43 000	0,13	**S71910 ACB/HCP4A**	**HB50 /S/NS 7CE3**
	80	16	9,95	7,8	0,335	9,7	24 000	36 000	0,29	**S7010 CB/P4A**	**HX50 /S 7CE1**
	80	16	9,95	7,8	0,335	9,7	28 000	45 000	0,28	**S7010 CB/HCP4A**	**HX50 /S/NS 7CE1**
	80	16	9,36	7,35	0,31	–	22 000	32 000	0,29	**S7010 ACB/P4A**	**HX50 /S 7CE3**
	80	16	9,36	7,35	0,31	–	26 000	40 000	0,28	**S7010 ACB/HCP4A**	**HX50 /S/NS 7CE3**

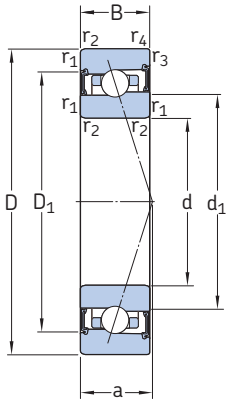
[1] Die dynamischen Tragzahlen in den Produkttabellen wurden nach ISO 281:2007 bestimmt. Ein Vergleich mit Werten, die auf anderen Berechnungsverfahren basieren, ist nicht möglich.
[2] Gilt nur für offene Lager.
[3] Gilt nur für abgedichtete Lager.
[4] Bezeichnungen offener Lager und anderer Ausführungen vgl. **Tabelle 15** auf den **Seite 32** und **33**.



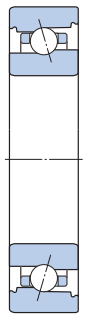


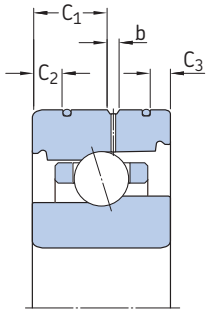
Abmessungen										Anschlussmaße				
d	d_1 ~	D_1 ~	$r_{1,2}$ min	$r_{3,4}$ min	a	C_3	C_2	C_1	b	d_a,d_b min	D_a max	D_b max	r_a max	r_b max
mm										mm				
30	36	43	0,3	0,15	12	–	–	–	–	32	45	45	0,3	0,15
	36	43	0,3	0,15	12	–	–	–	–	32	45	45	0,3	0,15
	36	43	0,3	0,15	16	–	–	–	–	32	45	45	0,3	0,15
	36	43	0,3	0,15	16	–	–	–	–	32	45	45	0,3	0,15
	39,5	47,2	1	0,6	12	–	–	–	–	34,6	50,4	50,4	1	0,6
	39,5	47,2	1	0,6	12	–	–	–	–	34,6	50,4	50,4	1	0,6
	39,5	47,2	1	0,6	16	–	–	–	–	34,6	50,4	50,4	1	0,6
	39,5	47,2	1	0,6	16	–	–	–	–	34,6	50,4	50,4	1	0,6
35	42,5	49,5	0,6	0,3	14	–	–	–	–	38,2	51,8	51,8	0,6	0,3
	42,5	49,5	0,6	0,3	14	–	–	–	–	38,2	51,8	51,8	0,6	0,3
	42,5	49,5	0,6	0,3	18	–	–	–	–	38,2	51,8	51,8	0,6	0,3
	42,5	49,5	0,6	0,3	18	–	–	–	–	38,2	51,8	51,8	0,6	0,3
	45,5	53,3	1	0,6	14	–	–	–	–	39,6	57,4	57,4	1	0,6
	45,5	53,3	1	0,6	14	–	–	–	–	39,6	57,4	57,4	1	0,6
	45,5	53,3	1	0,6	18	–	–	–	–	39,6	57,4	57,4	1	0,6
	45,5	53,3	1	0,6	18	–	–	–	–	39,6	57,4	57,4	1	0,6
40	48,5	55,6	0,6	0,3	15	2,8	1,7	5,9	2	43,2	58,8	58,8	0,6	0,3
	48,5	55,6	0,6	0,3	15	2,8	1,7	5,9	2	43,2	58,8	58,8	0,6	0,3
	48,5	55,6	0,6	0,3	20	2,8	1,7	5,9	2	43,2	58,8	58,8	0,6	0,3
	48,5	55,6	0,6	0,3	20	2,8	1,7	5,9	2	43,2	58,8	58,8	0,6	0,3
	51	58,8	1	0,6	15	3,6	2,6	7,8	1,5	44,6	63,4	63,4	1	0,6
	51	58,8	1	0,6	15	3,6	2,6	7,8	1,5	44,6	63,4	63,4	1	0,6
	51	58,8	1	0,6	20	3,6	2,6	7,8	1,5	44,6	63,4	63,4	1	0,6
	51	58,8	1	0,6	20	3,6	2,6	7,8	1,5	44,6	63,4	63,4	1	0,6
45	53,5	61,8	0,6	0,3	16	2,8	1,7	5,9	2	48,2	64,8	64,8	0,6	0,3
	53,5	61,8	0,6	0,3	16	2,8	1,7	5,9	2	48,2	64,8	64,8	0,6	0,3
	53,5	61,8	0,6	0,3	22	2,8	1,7	5,9	2	48,2	64,8	64,8	0,6	0,3
	53,5	61,8	0,6	0,3	22	2,8	1,7	5,9	2	48,2	64,8	64,8	0,6	0,3
	56,5	65,5	1	0,6	16	3,6	2,6	8,6	1,5	49,6	70,4	70,4	1	0,6
	56,5	65,5	1	0,6	16	3,6	2,6	8,6	1,5	49,6	70,4	70,4	1	0,6
	56,5	65,5	1	0,6	22	3,6	2,6	8,6	1,5	49,6	70,4	70,4	1	0,6
	56,5	65,5	1	0,6	22	3,6	2,6	8,6	1,5	49,6	70,4	70,4	1	0,6
50	58	66	0,6	0,3	17	2,8	1,7	5,9	5,9	53,2	68,8	68,8	0,6	0,3
	58	66	0,6	0,3	17	2,8	1,7	5,9	5,9	53,2	68,8	68,8	0,6	0,3
	58	66	0,6	0,3	23	2,8	1,7	5,9	5,9	53,2	68,8	68,8	0,6	0,3
	58	66	0,6	0,3	23	2,8	1,7	5,9	5,9	53,2	68,8	68,8	0,6	0,3
	61,5	70,7	1	0,6	17	2,6	2,6	8,6	1,5	54,6	75,4	75,4	1	0,6
	61,5	70,7	1	0,6	17	2,6	2,6	8,6	1,5	54,6	75,4	75,4	1	0,6
	61,5	70,7	1	0,6	23	2,6	2,6	8,6	1,5	54,6	75,4	75,4	1	0,6
	61,5	70,7	1	0,6	23	2,6	2,6	8,6	1,5	54,6	75,4	75,4	1	0,6

Hochgenauigkeits-Schrägkugellager
d **55 – 75** mm



Abgedichtete Ausführung

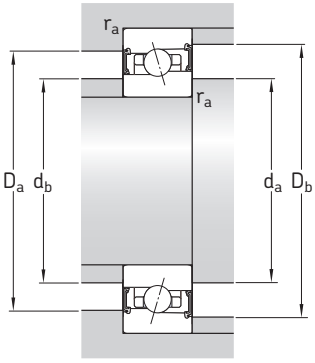

Offene Ausführung

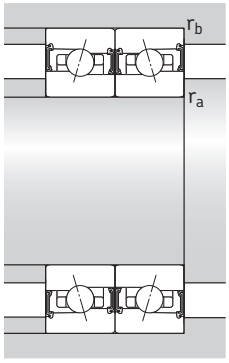


Offene Ausführung für direkte Ölschmierung

Hauptabmessungen			Tragzahlen dynamisch[1]	statisch	Ermüdungsgrenzbelastung	Berechnungsfaktor	Erreichbare Drehzahl bei Schmierung mit Fett	Öl-Luft[2]	Gewicht[3]	Bezeichnungen abgedichteter Lager[4] SKF	SNFA
d	D	B	C	C_0	P_u	f_0					
mm			kN		kN	–	min^{-1}		kg	–	
55	80	13	9,95	8,15	0,345	9,8	22 000	34 000	0,19	**S71911 CB/P4A**	**HB55 /S 7CE1**
	80	13	9,95	8,15	0,345	9,8	28 000	43 000	0,18	**S71911 CB/HCP4A**	**HB55 /S/NS 7CE1**
	80	13	9,36	7,65	0,325	–	20 000	32 000	0,19	**S71911 ACB/P4A**	**HB55 /S 7CE3**
	80	13	9,36	7,65	0,325	–	24 000	38 000	0,18	**S71911 ACB/HCP4A**	**HB55 /S/NS 7CE3**
	90	18	14	11	0,465	9,7	22 000	32 000	0,42	**S7011 CB/P4A**	**HX55 /S 7CE1**
	90	18	14	11	0,465	9,7	26 000	40 000	0,40	**S7011 CB/HCP4A**	**HX55 /S/NS 7CE1**
	90	18	13,3	10,4	0,44	–	19 000	30 000	0,42	**S7011 ACB/P4A**	**HX55 /S 7CE3**
	90	18	13,3	10,4	0,44	–	24 000	36 000	0,40	**S7011 ACB/HCP4A**	**HX55 /S/NS 7CE3**
60	85	13	10,4	8,8	0,375	9,8	22 000	32 000	0,20	**S71912 CB/P4A**	**HB60 /S 7CE1**
	85	13	10,4	8,8	0,375	9,8	26 000	40 000	0,19	**S71912 CB/HCP4A**	**HB60 /S/NS 7CE1**
	85	13	9,75	8,3	0,355	–	19 000	30 000	0,20	**S71912 ACB/P4A**	**HB60 /S 7CE3**
	85	13	9,75	8,3	0,355	–	22 000	36 000	0,19	**S71912 ACB/HCP4A**	**HB60 /S/NS 7CE3**
	95	18	14,6	12	0,51	9,7	19 000	30 000	0,45	**S7012 CB/P4A**	**HX60 /S 7CE1**
	95	18	14,6	12	0,51	9,7	24 000	36 000	0,43	**S7012 CB/HCP4A**	**HX60 /S/NS 7CE1**
	95	18	13,5	11,4	0,48	–	17 000	26 000	0,45	**S7012 ACB/P4A**	**HX60 /S 7CE3**
	95	18	13,5	11,4	0,48	–	22 000	32 000	0,43	**S7012 ACB/HCP4A**	**HX60 /S/NS 7CE3**
65	90	13	10,6	9,5	0,4	9,9	20 000	30 000	0,22	**S71913 CB/P4A**	**HB65 /S 7CE1**
	90	13	10,6	9,5	0,4	9,9	24 000	36 000	0,20	**S71913 CB/HCP4A**	**HB65 /S/NS 7CE1**
	90	13	9,95	9	0,38	–	18 000	28 000	0,22	**S71913 ACB/P4A**	**HB65 /S 7CE3**
	90	13	9,95	9	0,38	–	22 000	34 000	0,20	**S71913 ACB/HCP4A**	**HB65 /S/NS 7CE3**
	100	18	15,6	12,9	0,55	9,7	18 000	28 000	0,47	**S7013 CB/P4A**	**HX65 /S 7CE1**
	100	18	15,6	12,9	0,55	9,7	22 000	34 000	0,45	**S7013 CB/HCP4A**	**HX65 /S/NS 7CE1**
	100	18	14,6	12,2	0,52	–	16 000	26 000	0,47	**S7013 ACB/P4A**	**HX65 /S 7CE3**
	100	18	14,6	12,2	0,52	–	19 000	30 000	0,45	**S7013 ACB/HCP4A**	**HX65 /S/NS 7CE3**
70	100	16	13,5	12,2	0,52	9,9	18 000	28 000	0,36	**S71914 CB/P4A**	**HB70 /S 7CE1**
	100	16	13,5	12,2	0,52	9,9	22 000	32 000	0,34	**S71914 CB/HCP4A**	**HB70 /S/NS 7CE1**
	100	16	12,7	11,6	0,49	–	16 000	24 000	0,36	**S71914 ACB/P4A**	**HB70 /S 7CE3**
	100	16	12,7	11,6	0,49	–	19 000	30 000	0,34	**S71914 ACB/HCP4A**	**HB70 /S/NS 7CE3**
	110	20	19	16,3	0,695	9,6	17 000	26 000	0,47	**S7014 CB/P4A**	**HX70 /S 7CE1**
	110	20	19	16,3	0,695	9,6	20 000	30 000	0,63	**S7014 CB/HCP4A**	**HX70 /S/NS 7CE1**
	110	20	18,2	15,6	0,655	–	15 000	24 000	0,47	**S7014 ACB/P4A**	**HX70 /S 7CE3**
	110	20	18,2	15,6	0,655	–	18 000	28 000	0,63	**S7014 ACB/HCP4A**	**HX70 /S/NS 7CE3**
75	105	16	14	13,2	0,56	9,9	17 000	26 000	0,38	**S71915 CB/P4A**	**HB75 /S 7CE1**
	105	16	14	13,2	0,56	9,9	20 000	30 000	0,36	**S71915 CB/HCP4A**	**HB75 /S/NS 7CE1**
	105	16	13,3	12,5	0,52	–	15 000	24 000	0,38	**S71915 ACB/P4A**	**HB75 /S 7CE3**
	105	16	13,3	12,5	0,52	–	18 000	28 000	0,36	**S71915 ACB/HCP4A**	**HB75 /S/NS 7CE3**
	115	20	19,9	17,6	0,75	9,7	16 000	24 000	0,70	**S7015 CB/P4A**	**HX75 /S 7CE1**
	115	20	19,9	17,6	0,75	9,7	18 000	28 000	0,66	**S7015 CB/HCP4A**	**HX75 /S/NS 7CE1**
	115	20	19	16,6	0,71	–	14 000	22 000	0,70	**S7015 ACB/P4A**	**HX75 /S 7CE3**
	115	20	19	16,6	0,71	–	17 000	26 000	0,66	**S7015 ACB/HCP4A**	**HX75 /S/NS 7CE3**

[1] Die dynamischen Tragzahlen in den Produkttabellen wurden nach ISO 281:2007 bestimmt. Ein Vergleich mit Werten, die auf anderen Berechnungsverfahren basieren, ist nicht möglich.
[2] Gilt nur für offene Lager.
[3] Gilt nur für abgedichtete Lager.
[4] Bezeichnungen offener Lager und anderer Ausführungen vgl. **Tabelle 15** auf den **Seite 32** und **33**.

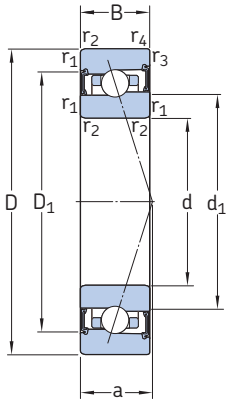




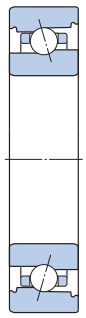
C

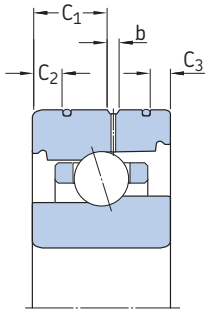
Abmessungen										Anschlussmaße				
d	d_1 ~	D_1 ~	$r_{1,2}$ min	$r_{3,4}$ min	a	C_3	C_2	C_1	b	d_a,d_b min	D_a max	D_b max	r_a max	r_b max
mm										mm				
55	64	73,2	1	0,3	19	3,8	1,7	6,5	2	59,6	75,4	75,4	1	0,3
	64	73,2	1	0,3	19	3,8	1,7	6,5	2	59,6	75,4	75,4	1	0,3
	64	73,2	1	0,3	26	3,8	1,7	6,5	2	59,6	75,4	75,4	1	0,3
	64	73,2	1	0,3	26	3,8	1,7	6,5	2	59,6	75,4	75,4	1	0,3
	68,2	79,3	1,1	0,6	19	4,3	2,8	9	2,2	61	84	84	1	0,6
	68,2	79,3	1,1	0,6	19	4,3	2,8	9	2,2	61	84	84	1	0,6
	68,2	79,3	1,1	0,6	26	4,3	2,8	9	2,2	61	84	84	1	0,6
	68,2	79,3	1,1	0,6	26	4,3	2,8	9	2,2	61	84	84	1	0,6
60	69	78,3	1	0,3	19	3,8	1,7	6,5	2	64,6	80,4	80,4	1	0,3
	69	78,3	1	0,3	19	3,8	1,7	6,5	2	64,6	80,4	80,4	1	0,3
	69	78,3	1	0,3	27	3,8	1,7	6,5	2	64,6	80,4	80,4	1	0,3
	69	78,3	1	0,3	27	3,8	1,7	6,5	2	64,6	80,4	80,4	1	0,3
	73,2	84,3	1,1	0,6	19	4,3	2,8	9	2,2	66	89	89	1	0,6
	73,2	84,3	1,1	0,6	19	4,3	2,8	9	2,2	66	89	89	1	0,6
	73,2	84,3	1,1	0,6	27	4,3	2,8	9	2,2	66	89	89	1	0,6
	73,2	84,3	1,1	0,6	27	4,3	2,8	9	2,2	66	89	89	1	0,6
65	74	83,4	1	0,3	20	3,8	1,7	6,5	2	69,6	85,4	85,4	1	0,3
	74	83,4	1	0,3	20	3,8	1,7	6,5	2	69,6	85,4	85,4	1	0,3
	74	83,4	1	0,3	28	3,8	1,7	6,5	2	69,6	85,4	85,4	1	0,3
	74	83,4	1	0,3	28	3,8	1,7	6,5	2	69,6	85,4	85,4	1	0,3
	78	89,6	1,1	0,6	20	4,3	2,8	9,7	1,5	71	94	94	1	0,6
	78	89,6	1,1	0,6	20	4,3	2,8	9,7	1,5	71	94	94	1	0,6
	78	89,6	1,1	0,6	28	4,3	2,8	9,7	1,5	71	94	94	1	0,6
	78	89,6	1,1	0,6	28	4,3	2,8	9,7	1,5	71	94	94	1	0,6
70	81	91,6	1	0,3	22	3,8	1,7	8,6	1,5	74,6	95,4	95,4	1	0,3
	81	91,6	1	0,3	22	3,8	1,7	8,6	1,5	74,6	95,4	95,4	1	0,3
	81	91,6	1	0,3	31	3,8	1,7	8,6	1,5	74,6	95,4	95,4	1	0,3
	81	91,6	1	0,3	31	3,8	1,7	8,6	1,5	74,6	95,4	95,4	1	0,3
	85	97,8	1,1	0,6	22	4,4	2,9	10,9	1,5	76	104	104	1	0,6
	85	97,8	1,1	0,6	22	4,4	2,9	10,9	1,5	76	104	104	1	0,6
	85	97,8	1,1	0,6	31	4,4	2,9	10,9	1,5	76	104	104	1	0,6
	85	97,8	1,1	0,6	31	4,4	2,9	10,9	1,5	76	104	104	1	0,6
75	86	97,5	1	0,6	22	3,8	2,7	8,6	1,5	79,6	100	100	1	0,3
	86	97,5	1	0,6	22	3,8	2,7	8,6	1,5	79,6	100	100	1	0,3
	86	97,5	1	0,6	32	3,8	2,7	8,6	1,5	79,6	100	100	1	0,3
	86	97,5	1	0,6	32	3,8	2,7	8,6	1,5	79,6	100	100	1	0,3
	90	102,8	1,1	0,6	22	4,4	2,9	10,9	1,5	81	109	109	1	0,6
	90	102,8	1,1	0,6	22	4,4	2,9	10,9	1,5	81	109	109	1	0,6
	90	102,8	1,1	0,6	32	4,4	2,9	10,9	1,5	81	109	109	1	0,6
	90	102,8	1,1	0,6	32	4,4	2,9	10,9	1,5	81	109	109	1	0,6

Hochgenauigkeits-Schrägkugellager
d **80 – 100** mm



Abgedichtete Ausführung

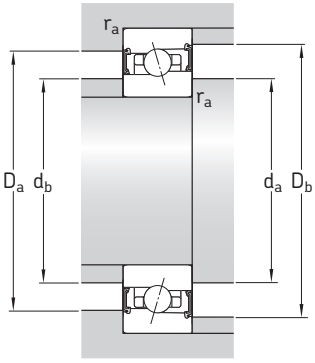

Offene Ausführung

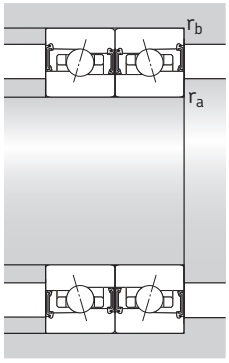


Offene Ausführung für direkte Ölschmierung

Hauptabmessungen			Tragzahlen dynamisch[1]	statisch	Ermüdungsgrenzbelastung	Berechnungsfaktor	Erreichbare Drehzahl bei Schmierung mit Fett	Öl-Luft[2]	Gewicht[3]	Bezeichnungen abgedichteter Lager[4] SKF	SNFA
d	D	B	C	C_0	P_u	f_0					
mm			kN		kN	–	min^{-1}		kg	–	
80	110	16	15,6	14,6	0,63	9,9	16 000	24 000	0,40	**S71916 CB/P4A**	**HB80 /S 7CE1**
	110	16	15,6	14,6	0,63	9,9	19 000	30 000	0,37	**S71916 CB/HCP4A**	**HB80 /S/NS 7CE1**
	110	16	14,8	14	0,585	–	14 000	22 000	0,40	**S71916 ACB/P4A**	**HB80 /S 7CE3**
	110	16	14,8	14	0,585	–	17 000	26 000	0,37	**S71916 ACB/HCP4A**	**HB80 /S/NS 7CE3**
	125	22	26,5	22,8	0,95	9,6	14 000	20 000	0,92	**S7016 CB/P4A**	**HX80 /S 7CE1**
	125	22	26,5	22,8	0,95	9,6	17 000	26 000	0,86	**S7016 CB/HCP4A**	**HX80 /S/NS 7CE1**
	125	22	25,1	21,6	0,9	–	12 000	19 000	0,92	**S7016 ACB/P4A**	**HX80 /S 7CE3**
	125	22	25,1	21,6	0,9	–	15 000	22 000	0,86	**S7016 ACB/HCP4A**	**HX80 /S/NS 7CE3**
85	120	18	16,3	16,3	0,68	10	15 000	22 000	0,59	**S71917 CB/P4A**	**HB85 /S 7CE1**
	120	18	16,3	16,3	0,68	10	18 000	28 000	0,56	**S71917 CB/HCP4A**	**HB85 /S/NS 7CE1**
	120	18	15,3	15,3	0,64	–	13 000	20 000	0,59	**S71917 ACB/P4A**	**HB85 /S 7CE3**
	120	18	15,3	15,3	0,64	–	16 000	24 000	0,56	**S71917 ACB/HCP4A**	**HB85 /S/NS 7CE3**
	130	22	27	23,6	0,965	9,6	13 000	20 000	0,96	**S7017 CB/P4A**	**HX85 /S 7CE1**
	130	22	27	23,6	0,965	9,6	16 000	24 000	0,90	**S7017 CB/HCP4A**	**HX85 /S/NS 7CE1**
	130	22	25,1	22,4	0,915	–	12 000	18 000	0,96	**S7017 ACB/P4A**	**HX85 /S 7CE3**
	130	22	25,1	22,4	0,915	–	14 000	22 000	0,90	**S7017 ACB/HCP4A**	**HX85 /S/NS 7CE3**
90	125	18	17,8	17,6	0,72	10	14 000	22 000	0,61	**S71918 CB/P4A**	**HB90 /S 7CE1**
	125	18	17,8	17,6	0,72	10	16 000	26 000	0,58	**S71918 CB/HCP4A**	**HB90 /S/NS 7CE1**
	125	18	16,8	16,6	0,68	–	12 000	19 000	0,61	**S71918 ACB/P4A**	**HB90 /S 7CE3**
	125	18	16,8	16,6	0,68	–	15 000	22 000	0,58	**S71918 ACB/HCP4A**	**HB90 /S/NS 7CE3**
	140	24	29,1	25	0,98	9,7	12 000	19 000	1,25	**S7018 CB/P4A**	**HX90 /S 7CE1**
	140	24	29,1	25	0,98	9,7	15 000	24 000	1,20	**S7018 CB/HCP4A**	**HX90 /S/NS 7CE1**
	140	24	27	23,6	0,93	–	11 000	17 000	1,25	**S7018 ACB/P4A**	**HX90 /S 7CE3**
	140	24	27	23,6	0,93	–	13 000	20 000	1,20	**S7018 ACB/HCP4A**	**HX90 /S/NS 7CE3**
95	130	18	18,2	18,6	0,75	10	13 000	20 000	0,64	**S71919 CB/P4A**	**HB95 /S 7CE1**
	130	18	18,2	18,6	0,75	10	16 000	24 000	0,61	**S71919 CB/HCP4A**	**HB95 /S/NS 7CE1**
	130	18	17,2	17,6	0,71	–	12 000	18 000	0,64	**S71919 ACB/P4A**	**HB95 /S 7CE3**
	130	18	17,2	17,6	0,71	–	14 000	22 000	0,61	**S71919 ACB/HCP4A**	**HB95 /S/NS 7CE3**
	145	24	29,6	26	1	9,7	12 000	18 000	1,30	**S7019 CB/P4A**	**HX95 /S 7CE1**
	145	24	29,6	26	1	9,7	14 000	22 000	1,20	**S7019 CB/HCP4A**	**HX95 /S/NS 7CE1**
	145	24	27,6	24,5	0,95	–	11 000	16 000	1,30	**S7019 ACB/P4A**	**HX95 /S 7CE3**
	145	24	27,6	24,5	0,95	–	13 000	19 000	1,20	**S7019 ACB/HCP4A**	**HX95 /S/NS 7CE3**
100	140	20	21,6	22,4	0,865	10	12 000	19 000	0,88	**S71920 CB/P4A**	**HB100 /S 7CE1**
	140	20	21,6	22,4	0,865	10	15 000	24 000	0,83	**S71920 CB/HCP4A**	**HB100 /S/NS 7CE1**
	140	20	20,8	21,2	0,815	–	11 000	17 000	0,88	**S71920 ACB/P4A**	**HB100 /S 7CE3**
	140	20	20,8	21,2	0,815	–	13 000	20 000	0,83	**S71920 ACB/HCP4A**	**HB100 /S/NS 7CE3**
	150	24	29,6	27	1,02	9,8	11 000	17 000	1,40	**S7020 CB/P4A**	**HX100 /S 7CE1**
	150	24	29,6	27	1,02	9,8	13 000	20 000	1,30	**S7020 CB/HCP4A**	**HX100 /S/NS 7CE1**
	150	24	28,1	25,5	0,98	–	10 000	15 000	1,40	**S7020 ACB/P4A**	**HX100 /S 7CE3**
	150	24	28,1	25,5	0,98	–	12 000	18 000	1,30	**S7020 ACB/HCP4A**	**HX100 /S/NS 7CE3**

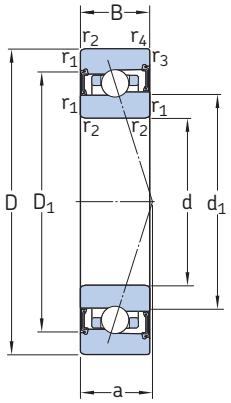
[1] Die dynamischen Tragzahlen in den Produkttabellen wurden nach ISO 281:2007 bestimmt. Ein Vergleich mit Werten, die auf anderen Berechnungsverfahren basieren, ist nicht möglich.
[2] Gilt nur für offene Lager.
[3] Gilt nur für abgedichtete Lager.
[4] Bezeichnungen offener Lager und anderer Ausführungen vgl. **Tabelle 15** auf den **Seite 32** und **33**.



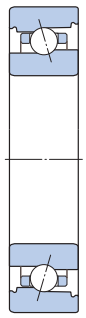


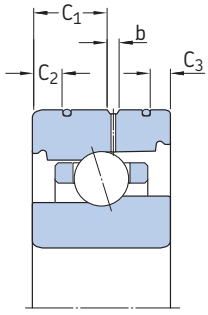
Abmessungen										Anschlussmaße				
d	d_1 ~	D_1 ~	$r_{1,2}$ min	$r_{3,4}$ min	a	C_3	C_2	C_1	b	d_a,d_b min	D_a max	D_b max	r_a max	r_b max
mm										mm				
80	90,7	102,2	1	0,6	25	3,8	2,7	8,6	2	84,6	105	105	1	0,3
	90,7	102,2	1	0,6	25	3,8	2,7	8,6	2	84,6	105	105	1	0,3
	90,7	102,2	1	0,6	35	3,8	2,7	8,6	2	84,6	105	105	1	0,3
	90,7	102,2	1	0,6	35	3,8	2,7	8,6	2	84,6	105	105	1	0,3
	96,7	111,4	1,1	0,6	25	4,7	3,2	11,1	2,5	86	119	119	1	0,6
	96,7	111,4	1,1	0,6	25	4,7	3,2	11,1	2,5	86	119	119	1	0,6
	96,7	111,4	1,1	0,6	35	4,7	3,2	11,1	2,5	86	119	119	1	0,6
	96,7	111,4	1,1	0,6	35	4,7	3,2	11,1	2,5	86	119	119	1	0,6
85	98,2	110,2	1,1	0,6	26	4,5	2,9	9,3	2,2	91	114	114	1	0,6
	98,2	110,2	1,1	0,6	26	4,5	2,9	9,3	2,2	91	114	114	1	0,6
	98,2	110,2	1,1	0,6	36	4,5	2,9	9,3	2,2	91	114	114	1	0,6
	98,2	110,2	1,1	0,6	36	4,5	2,9	9,3	2,2	91	114	114	1	0,6
	101,7	116,4	1,1	0,6	26	4,7	3,2	11,1	2,5	91	124	124	1	0,6
	101,7	116,4	1,1	0,6	26	4,7	3,2	11,1	2,5	91	124	124	1	0,6
	101,7	116,4	1,1	0,6	36	4,7	3,2	11,1	2,5	91	124	124	1	0,6
	101,7	116,4	1,1	0,6	36	4,7	3,2	11,1	2,5	91	124	124	1	0,6
90	103	115	1,1	0,6	28	4,5	2,9	9,3	2,2	96	119	119	1	0,6
	103	115	1,1	0,6	28	4,5	2,9	9,3	2,2	96	119	119	1	0,6
	103	115	1,1	0,6	39	4,5	2,9	9,3	2,2	96	119	119	1	0,6
	103	115	1,1	0,6	39	4,5	2,9	9,3	2,2	96	119	119	1	0,6
	108,7	125	1,5	1	28	5,2	4,2	13,4	2,2	97	133	133	1,5	1
	108,7	125	1,5	1	28	5,2	4,2	13,4	2,2	97	133	133	1,5	1
	108,7	125	1,5	1	39	5,2	4,2	13,4	2,2	97	133	133	1,5	1
	108,7	125	1,5	1	39	5,2	4,2	13,4	2,2	97	133	133	1,5	1
95	108	120,7	1,1	0,6	28	4,5	2,9	9,3	2,2	101	124	124	1	0,6
	108	120,7	1,1	0,6	28	4,5	2,9	9,3	2,2	101	124	124	1	0,6
	108	120,7	1,1	0,6	40	4,5	2,9	9,3	2,2	101	124	124	1	0,6
	108	120,7	1,1	0,6	40	4,5	2,9	9,3	2,2	101	124	124	1	0,6
	113,7	130	1,5	1	28	5,2	4,2	13,4	2,2	102	138	138	1,5	1
	113,7	130	1,5	1	28	5,2	4,2	13,4	2,2	102	138	138	1,5	1
	113,7	130	1,5	1	40	5,2	4,2	13,4	2,2	102	138	138	1,5	1
	113,7	130	1,5	1	40	5,2	4,2	13,4	2,2	102	138	138	1,5	1
100	115	128,7	1,1	0,6	29	4,5	2,9	10,9	2,2	106	134	134	1	0,6
	115	128,7	1,1	0,6	29	4,5	2,9	10,9	2,2	106	134	134	1	0,6
	115	128,7	1,1	0,6	41	4,5	2,9	10,9	2,2	106	134	134	1	0,6
	115	128,7	1,1	0,6	41	4,5	2,9	10,9	2,2	106	134	134	1	0,6
	118,7	135	1,5	1	29	5,2	4,2	13,4	2,2	107	143	143	1,5	1
	118,7	135	1,5	1	29	5,2	4,2	13,4	2,2	107	143	143	1,5	1
	118,7	135	1,5	1	41	5,2	4,2	13,4	2,2	107	143	143	1,5	1
	118,7	135	1,5	1	41	5,2	4,2	13,4	2,2	107	143	143	1,5	1

Hochgenauigkeits-Schrägkugellager
d **110 – 120** mm



Abgedichtete Ausführung

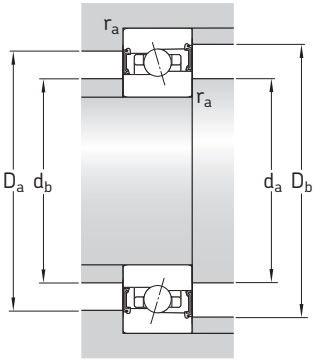

Offene Ausführung

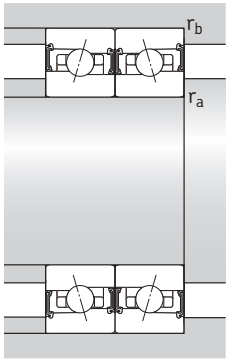


Offene Ausführung für direkte Ölschmierung

Hauptabmessungen			**Tragzahlen** dynamisch[1]	statisch	**Ermüdungs-grenzbelas-tung**	**Berechnungs-faktor**	**Erreichbare Drehzahl** bei Schmierung mit Fett	Öl-Luft[2]	**Gewicht**[3]	**Bezeichnungen abgedichteter Lager**[4] SKF	SNFA
d	D	B	C	C_0	P_u	f_0					
mm			kN		kN	–	min^{-1}		kg	–	
110	150	20	26	27	1	10	11 000	17 000	0,93	**S71922 CB/P4A**	**HB110 /S 7CE1**
	150	20	26	27	1	10	14 000	22 000	0,87	**S71922 CB/HCP4A**	**HB110 /S/NS 7CE1**
	150	20	24,7	25,5	0,95	–	10 000	15 000	0,93	**S71922 ACB/P4A**	**HB110 /S 7CE3**
	150	20	24,7	25,5	0,95	–	12 000	19 000	0,87	**S71922 ACB/HCP4A**	**HB110 /S/NS 7CE3**
	170	28	37,1	36	1,29	9,7	10 000	16 000	2,20	**S7022 CB/P4A**	**HX110 /S 7CE1**
	170	28	37,1	36	1,29	9,7	12 000	19 000	2,10	**S7022 CB/HCP4A**	**HX110 /S/NS 7CE1**
	170	28	35,1	34	1,22	–	9 000	14 000	2,20	**S7022 ACB/P4A**	**HX110 /S 7CE3**
	170	28	35,1	34	1,22	–	11 000	16 000	2,10	**S7022 ACB/HCP4A**	**HX110 /S/NS 7CE3**
120	165	22	27	30,5	1,08	10	10 000	16 000	1,30	**S71924 CB/P4A**	**HB120 /S 7CE1**
	165	22	27	30,5	1,08	10	12 000	20 000	1,20	**S71924 CB/HCP4A**	**HB120 /S/NS 7CE1**
	165	22	25,5	28,5	1,02	–	9 000	14 000	1,30	**S71924 ACB/P4A**	**HB120 /S 7CE3**
	165	22	25,5	28,5	1,02	–	11 000	17 000	1,20	**S71924 ACB/HCP4A**	**HB120 /S/NS 7CE3**
	180	28	37,7	39	1,34	9,8	9 500	14 000	2,35	**S7024 CB/P4A**	**HX120 /S 7CE1**
	180	28	37,7	39	1,34	9,8	11 000	17 000	2,20	**S7024 CB/HCP4A**	**HX120 /S/NS 7CE1**
	180	28	35,8	36,5	1,27	–	8 500	13 000	2,35	**S7024 ACB/P4A**	**HX120 /S 7CE3**
	180	28	35,8	36,5	1,27	–	10 000	15 000	2,20	**S7024 ACB/HCP4A**	**HX120 /S/NS 7CE3**

[1] Die dynamischen Tragzahlen in den Produkttabellen wurden nach ISO 281:2007 bestimmt. Ein Vergleich mit Werten, die auf anderen Berechnungsverfahren basieren, ist nicht möglich.
[2] Gilt nur für offene Lager.
[3] Gilt nur für abgedichtete Lager.
[4] Bezeichnungen offener Lager und anderer Ausführungen vgl. **Tabelle 15** auf den **Seite 32** und **33**.





C

Abmessungen										Anschlussmaße				
d	d_1 ~	D_1 ~	$r_{1,2}$ min	$r_{3,4}$ min	a	C_3	C_2	C_1	b	d_a,d_b min	D_a max	D_b max	r_a max	r_b max
mm										mm				
110	124,5	139	1,1	0,6	33	4,5	2,9	10,9	2,2	116	144	144	1	0,6
	124,5	139	1,1	0,6	33	4,5	2,9	10,9	2,2	116	144	144	1	0,6
	124,5	139	1,1	0,6	47	4,5	2,9	10,9	2,2	116	144	144	1	0,6
	124,5	139	1,1	0,6	47	4,5	2,9	10,9	2,2	116	144	144	1	0,6
	133,2	151,9	2	1	33	6,2	4,2	15,1	2,2	119	161	161	2	1
	133,2	151,9	2	1	33	6,2	4,2	15,1	2,2	119	161	161	2	1
	133,2	151,9	2	1	47	6,2	4,2	15,1	2,2	119	161	161	2	1
	133,2	151,9	2	1	47	6,2	4,2	15,1	2,2	119	161	161	2	1
120	137	151,9	1,1	0,6	34	4,5	2,9	11,9	2,2	126	159	159	1	0,6
	137	151,9	1,1	0,6	34	4,5	2,9	11,9	2,2	126	159	159	1	0,6
	137	151,9	1,1	0,6	49	4,5	2,9	11,9	2,2	126	159	159	1	0,6
	137	151,9	1,1	0,6	49	4,5	2,9	11,9	2,2	126	159	159	1	0,6
	143,2	161,9	2	1	34	6,3	4,3	15,1	2,2	129	171	171	2	1
	143,2	161,9	2	1	34	6,3	4,3	15,1	2,2	129	171	171	2	1
	143,2	161,9	2	1	49	6,3	4,3	15,1	2,2	129	171	171	2	1
	143,2	161,9	2	1	49	6,3	4,3	15,1	2,2	129	171	171	2	1

Höchste Maßstäbe für Hochgenauigkeitslager

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

Tabelle 1 auf den **Seite 44** und **45** gibt eine Übersicht über das Sortiment an neuen SKF Hochgenauigkeitslagern. Das gesamte Sortiment der jetzigen SKF Hochgenauigkeitslager wird schrittweise durch die neuen SKF Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“ ersetzt.

Hochgenauigkeits-Schrägkugellager

Lager der Reihe 718 *(SEA)*

Lager 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 Werkzeugmaschinen, Mehrspindelbohrköpfe, Roboterarme, Messgeräte, Rennwagenradlager und andere Anwendungsfälle, in denen es auf eine hohe Genauigkeit ankommt. Das Standardsortiment wird für Wellendurchmesser von 10 bis 160 mm angeboten.

Lager der Reihen 719 .. D *(SEB)* und 70 .. D *(EX)*

Für Anwendungsfälle, in denen zusätzlich eine hohe Tragfähigkeit gefordert wird, bietet SKF die Hochleistungslager der Reihen 719 .. D *(SEB)* und 70 .. D *(EX)* an. Die neuen SKF Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“ aus diesen beiden Baureihen können hohe Belastungen auch bei radial begrenztem Einbauraum aufnehmen. Sie sind daher eine hervorragende Wahl für anspruchsvolle Anwendungsfälle. Offene Lager der Reihe 719 .. D *(SEB)* sind für Wellendurchmesser von 10 bis 360 mm und abgedichtete Lager für 10 bis 150 mm erhältlich.

Offene Lager der Reihe 70 .. D *(EX)* sind für Wellendurchmesser von 6 bis 240 mm und abgedichtete Lager für 10 bis 150 mm erhältlich.

Lager der Reihe 72 .. D *(E 200)*

Die Hochleistungslager der Baureihe 72 .. D *(E 200)* bieten Lösungen für viele schwierige Anwendungsfälle. Die Lager zeichnen sich u. a. durch eine hohe Steifigkeit und die Aufnahme hoher Belastungen bei relativ hohen Drehzahlen aus. Die Lagerreihe wurde für Wellendurchmesser von 7 bis 140 mm erweitert. Auf Anforderung ist auch eine abgedichtete, auf Lebensdauer geschmierte Ausführung erhältlich.

Lager der Reihen 719 .. E *(VEB)* und 70 .. E *(VEX)*

Im Vergleich zu Lagern der Hochgeschwindigkeitsausführung B hat die E-Ausführung ein höheres Drehvermögen und kann höhere Belastungen aufnehmen. Dank dieser perfekten Kombination sind die Lager der E-Ausführung eine ausgezeichnete Wahl für anspruchsvolle Anwendungen.

Offene Lager der Reihe 719 .. E *(VEB)* sind für Wellendurchmesser von 8 bis 120 mm und abgedichtete Lager für 20 bis 120 mm erhältlich. Offene Lager der Reihe 70 .. E *(VEX)* sind für Wellendurchmesser von 6 bis 120 mm und abgedichtete Lager für 10 bis 120 mm erhältlich.

Lager aus NitroMax-Stahl

Die Lager in Fräsmaschinen, Hochgeschwindigkeits-Bearbeitungszentren und anderen extrembeanspruchten Maschinen müssen viel aushalten: hohe Drehzahlen, dünne Schmierfilme, verunreinigte und korrosive Umgebungen sind typische Betriebsfaktoren. Um die Lagergebrauchsdauer zu verlängern und die durch Stillstände verursachten Kosten zu senken, hat SKF einen qualitativ hochwertigenen stickstoffreichen Stahl entwickelt.

Die SKF Hochgenauigkeits-Schrägkugellager aus NitroMax-Stahl sind serienmäßig mit Wälzkörpern aus dem Keramikwerkstoff Siliziumnitrid ausgestattet.

Hochgenauigkeits-Zylinderrollenlager

SKF fertigt Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“ als einreihige und zweireihige Zylinderrollenlager. Die Lager haben einen niedrigen Querschnitt, eine hohe Tragfähigkeit und eine hohe Steifigkeit. Sie sind für hohe Drehzahlen geeignet. Besonders gut eignen sie sich für Werkzeugmaschinenspindeln, in denen die Lageranordnung hohe Radiallasten und hohe Drehzahlen bei Wahrung einer hohen Steifigkeit aufnehmen muss.

Einreihige Zylinderrollenlager werden in der Reihe N 10 als Lager der Grundausführung sowie als Hochgeschwindigkeitslager gefertigt. Einreihige Zylinderrollenlager der Reihe N 10 werden für Wellendurchmesser von 40 bis 80 mm und ausschließlich mit kegeliger Bohrung angeboten. Verglichen mit früheren Lagern für hohe Drehzahlen nehmen sie bei Fettschmierung bis zu 30 % höhere Drehzahlen und bei Öl-Luft-Schmierung bis zu 15 % höhere Drehzahlen auf.

Zweireihige Zylinderrollenlager werden serienmäßig in den Ausführungen NN und NNU gefertigt.

Zweiseitig wirkende Hochgenauigkeits-Axial-Schrägkugellager

Zweiseitig wirkende Schrägkugellager wurden von SKF für die axiale Führung von Werkzeugmaschinenspindeln in beiden Richtungen entwickelt.

Die neue, optimierte Ausführung von Hochgenauigkeitslagern der Reihe „Super-precision bearings“ der Baureihe BTW besteht aus einem Satz von zwei einreihigen Axial-Schrägkugellagern in O-Anordnung. Diese optimierte Ausführung ermöglicht die Aufnahme von Axialbelastungen in beiden Richtungen und bietet gleichzeitig eine hohe Systemsteifigkeit. Diese Lager nehmen höhere Drehzahlen auf als die Lager der früheren Reihe 2344*(00)*. Die Lager werden für Wellendurchmesser von 35 bis 200 mm gefertigt.

Die überarbeitete Hochgeschwindigkeitsreihe BTM nimmt um 6 bis 12 % höhere Drehzahlen auf (je nach Lagergröße), erzeugt auch bei höheren Drehzahlen weniger Wärme, hat eine hohe Tragfähigkeit und bietet eine hohe Systemsteifigkeit. Die Lagerreihe BTM wurde auf Wellendurchmesser von 60 bis 180 mm erweitert.

Hochgenauigkeits-Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe

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.

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.

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

Hochgenauigkeits-Axial-Radial-Zylinderrollenlager

SKF Axial-Radial-Zylinderrollenlager sind für Anordnungen geeignet, in denen gleichzeitig radiale und axiale Belastungen sowie Momentbelastungen wirken.

Durch ihre interne Konstruktion und sehr engen Fertigungstoleranzen erreichen die Lager eine Laufgenauigkeit, die besser als P4 ist.

Axial-Radial-Zylinderrollenlager kommen oft bei Drehtischen, Rundschalttischen und Fräsköpfen zum Einsatz.

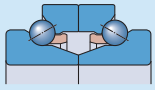
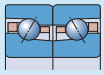
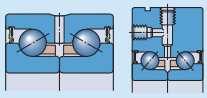
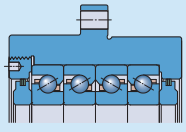
Tabelle 1

Übersicht SKF Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“

ISO-Maßreihe	Lagertyp und Ausführung *SKF Druckschrift[1, 2]*		Ausführung		SKF Sortiment SKF Lager der Reihe
18	**Schrägkugellager:** **Reihenbezeichnung** *Hochgenauigkeits-Schrägkugellager: Reihe 718 (SEA)* *(Druckschrift 06810)*		Offen	Stahl Hybrid	718 .. D *(SEA)* 718 .. D/HC *(SEA /NS)*
19	**Schrägkugellager:** **Lager für hohe Drehzahlen, B Ausführung** *Hochgenauigkeits-Schrägkugellager: Lager für hohe Drehzahlen, Ausführung B, serienmäßig abgedichtet* *(Druckschrift 06939)*		Offen Abgedichtet	Stahl Hybrid Stahl Hybrid	719 .. B *(HB)* 719 .. B/HC *(HB /NS)* S719 .. B *(HB /S)* S719 .. B/HC *(HB /S/NS)*
	Schrägkugellager: **Lager für hohe Drehzahlen, Ausführung E** *Hochgenauigkeits-Schrägkugellager: Lager für hohe Drehzahlen, Ausführung E* *(Druckschrift 10112)*		Offen Abgedichtet	Stahl Hybrid Stahl Hybrid	719 .. E *(VEB)* 719 .. E/HC *(VEB /NS)* S719 .. E *(VEB /S)* S719 .. E/HC *(VEB /S/NS)*
	Schrägkugellager: **Hochleistungslager, Grundausführung** *Hochgenauigkeits-Schrägkugellager: Hochleistungslager der Reihen 719 .. D (SEB) und 70 .. D (EX)* *(Druckschrift 10527)*		Offen Abgedichtet	Stahl Hybrid Stahl Hybrid	719 .. D *(SEB)* 719 .. D/HC *(SEB /NS)* S719 .. D *(SEB /S)* S719 .. D/HC *(SEB /S/NS)*
10	**Schrägkugellager:** **Lager für hohe Drehzahlen, Ausführung B** *Hochgenauigkeits-Schrägkugellager: Lager für hohe Drehzahlen, Ausführung B, serienmäßig abgedichtet* *(Druckschrift 06939)*		Offen Abgedichtet	Stahl Hybrid Stahl Hybrid	70 .. B *(HX)* 70 .. B/HC *(HX /NS)* Reihe S70 .. B *(HX /S)* Reihe S70 .. B/HC *(HX /S/NS)*
	Schrägkugellager: **Lager für hohe Drehzahlen, Ausführung E** *Hochgenauigkeits-Schrägkugellager: Lager für hohe Drehzahlen, Ausführung E* *(Druckschrift 10112)*		Offen Abgedichtet	Stahl Hybrid Stahl Hybrid	70 .. E *(VEX)* 70 .. E/HC *(VEX /NS)* Reihe S70 .. E *(VEX /S)* Reihe S70 .. E/HC *(VEX /S/NS)*
	Schrägkugellager: **Hochleistungslager, Grundausführung** *Hochgenauigkeits-Schrägkugellager: Hochleistungslager der Reihen 719 .. D (SEB) und 70 .. D (EX)* *(Druckschrift 10527)*		Offen Abgedichtet	Stahl Hybrid Stahl Hybrid	70 .. D *(EX)* 70 .. D/HC *(EX /NS)* Reihe S70 .. D *(EX /S)* Reihe S70 .. D/HC *(EX /S/NS)*
02	**Schrägkugellager:** **Hochleistungslager, Grundausführung** *Hochgenauigkeits-Schrägkugellager: Hochleistungslager* *(Druckschrift 06981)*		Offen Abgedichtet	Stahl Hybrid Stahl Hybrid	72 .. D *(E 200)* 72 .. D/HC *(E 200 /NS)* S72 .. D *(E 200 /S)* S72 .. D/HC *(E 200 /S/NS)*
49	**Zweireihige Zylinderrollenlager:** **Ausführung NNU**		Offen	Stahl	NNU 49 BK

[1] Weitere Angaben enthält die SKF Druckschrift *Hochgenauigkeitslager* (Druckschrift 6002).
[2] Weiterführende Informationen zu Hochgenauigkeits-Schrägkugellagern aus NitroMax-Stahl enthält die SKF Druckschrift *Längere Lagergebrauchsdauer durch NitroMax* (Druckschrift 10126).

Übersicht SKF Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“

ISO-Maßreihe	Lagertyp und Ausführung *SKF Druckschrift[1, 2]*		Ausführung		SKF Sortiment SKF Lager der Reihe
10	**Einreihige Zylinderrollenlager: Lager der Grundausführung**		Offen	Stahl Hybrid	N 10 KTN N 10 KTN/HC5
	Einreihige Zylinderrollenlager: Hochgeschwindigkeitsausführung *Hochgenauigkeits-Zylinderrollenlager: Lager für hohe Drehzahlen (Druckschrift 07016)*		Offen	Stahl Hybrid	N 10 KPHA N 10 KPHA/HC5
30	**Zweireihige Zylinderrollenlager: Ausführung NN**		Offen	Stahl Hybrid	NN 30 KTN NN 30 KTN/HC5
– (Nicht genormt)	**Axial-Schrägkugellager: Zweiseitig wirkend, Grundausführung** *Zweiseitig wirkende Hochgenauigkeits-Axialschrägkugellager (Druckschrift 10097)*		Offen	Stahl Hybrid	BTW BTW /HC
	Axial-Schrägkugellager: Zweiseitig wirkend, Hochgeschwindigkeitsausführung *Neue BTM Lagerreihe für höhere Drehzahlen (Druckschrift 12119)*		Offen	Stahl Hybrid	BTM BTM/HC
02	**Axial-Schrägkugellager: Einseitig wirkend** *Hochgenauigkeits-Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe (Druckschrift 06570)*		Offen Abgedichtet	Stahl Stahl	BSA 2 *(BS 200)* BSA 2 .. *(BS 200 ..)*
03	**Axial-Schrägkugellager: Einseitig wirkend** *Hochgenauigkeits-Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe (Druckschrift 06570)*		Offen Abgedichtet	Stahl Stahl	BSA 3 *(BS 3)* BSA 3 .. *(BS 3 ..)*
– (Nicht genormt)	**Axial-Schrägkugellager: Einseitig wirkend** *Hochgenauigkeits-Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe (Druckschrift 06570)*		Offen Abgedichtet	Stahl Stahl	BSD *(BS ../)* BSD .. *(BS ..)*
	Axial-Schrägkugellager: Zweiseitig wirkend		Abgedichtet	Stahl	BEAS *(BEAS)* BEAM *(BEAM)*
	Kartusche mit Axial-Schrägkugellagern		Abgedichtet	Stahl	FBSA *(BSDU, BSQU)* –

[1] Weitere Angaben enthält die SKF Druckschrift *Hochgenauigkeitslager* (Druckschrift 6002).
[2] Weiterführende Informationen zu Hochgenauigkeits-Schrägkugellagern aus NitroMax-Stahl enthält die SKF Druckschrift *Längere Lagergebrauchsdauer durch NitroMax* (Druckschrift 10126).

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 Lineartechnik, 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.

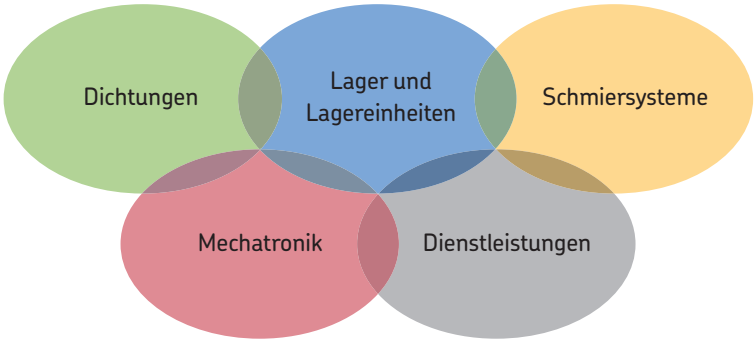
Die Marke SKF und die SKF Gruppe sind global stärker als je zuvor. Als Kompetenzunternehmen für Bewegungstechnik sind wir bereit, Ihnen mit Weltklasse-Produkten und dem zugrunde liegenden Fachwissen zu nachhaltigem Erfolg zu verhelfen.

© Airbus – photo: exm 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.

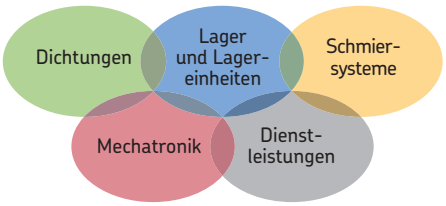
Extremen Temperaturen trotzen
In sehr kalten Wintern, vor allem in nördlichen Ländern, mit Temperaturen weit unter null Grad, können Radsatzlagerungen von Schienenfahrzeugen aufgrund von Mangelschmierung ausfallen. Deshalb entwickelte SKF eine neue Familie von Schmierfetten mit synthetischem Grundöl, 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 ist eine eingetragene Marke der SKF Gruppe

© SKF Gruppe 2012
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 06939/5 DE · August 2012

Diese Druckschrift ersetzt alle Informationen aus der SKF Druckschrift 6002 DE (Hochgenauigkeitslager) über die SKF Lager der Reihen 719 .. B und 70 .. B sowie alle Informationen aus dem SNFA Hauptkatalog über die SNFA Lager der Reihen HB und HX.

Gedruckt in Schweden auf umweltfreundlichem Papier.