

SKF Hochgenauigkeitslager
der Reihe „Super-precision
bearings“



SKF Apps

Die SKF Apps sind im Apple App Store und bei Google Play erhältlich. Die Apps bieten zahlreiche hilfreiche Informationen. Sie erlauben die Durchführung eigener Berechnungen und erlauben Nutzern, direkt vom SKF Knowledge Engineering zu profitieren.



Apple App Store



Google Play

© SKF, BeyondZero, KMT und KMTA sind eingetragene Marken der SKF Gruppe.

™ NitroMax ist eine Marke der SKF Gruppe.

Apple ist eine Marke von Apple Inc., eingetragen in den USA und anderen Ländern.

Google Play ist eine Marke von Google Inc.

© SKF Gruppe 2014

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/P1 13383/1 DE · Juli 2014

Diese Druckschrift ersetzt die Druckschrift 6002.

Einige Aufnahmen mit freundlicher Genehmigung von Shutterstock.com.

Entwurf von Lagerungen – Grundlagen

1

Schrägkugellager

2

Zylinderrollenlager

3

Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager

4

Axial-Radial-Zylinderrollenlager

5

Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe

6

Präzisions-Wellenmuttern

7

Messgeräte

8

Verzeichnisse

9

Inhalt

| | |
|---|-----------|
| Das ist SKF | 6 |
| SKF – Kompetenz für Bewegungstechnik | 8 |
| Umrechnungstabellen | 10 |
| Vorwort | 11 |
| 1 Entwurf von Lagerungen – Grundlagen | 19 |
| Auswahl von Hochgenauigkeitslagern der Reihe „Super-precision bearings“ | 20 |
| Lagerarten | 21 |
| Hauptkriterien für die Auswahl | 23 |
| Lebensdauer und Tragfähigkeit | 33 |
| Dynamische Tragzahl und Lebensdauer | 33 |
| Zulässige statische Belastungen | 36 |
| Reibung | 37 |
| Der Einfluss von Lagerluft und Vorspannung auf die Reibung | 37 |
| Der Einfluss des Schmierfettfüllgrades | 37 |
| Reibungsverhalten von Hybridlagern | 37 |
| Drehzahlen | 38 |
| Zulässige Drehzahlen | 39 |
| Erreichbare Drehzahlen | 44 |
| Erreichbare Drehzahlen für typische Spindellagersysteme | 44 |
| Lagerdaten – allgemein | 46 |
| Hauptabmessungen | 46 |
| Toleranzen | 47 |
| Vorspannung und Lagerluft | 50 |
| Werkstoff | 51 |
| Gestaltung der Lagerungen | 57 |
| Lageranordnungen | 57 |
| Systemsteifigkeit | 66 |
| Radiale Befestigung der Lager | 70 |
| Axiale Befestigung der Lager | 78 |
| Vorkehrungen für den Ein- und Ausbau | 88 |
| Lagervorspannung | 90 |
| Abgedichtete Lager | 95 |
| Schmierung | 99 |
| Fettschmierung | 99 |
| Ölschmierung | 113 |
| Lagerung von Schmierstoffen | 122 |

| | |
|---|------------|
| Montagehinweise | 123 |
| Anforderungen an den Arbeitsplatz | 123 |
| Verfahren und Werkzeuge | 123 |
| Einbauempfehlungen | 123 |
| Probelauf | 124 |
| Ausbau | 124 |
| Wiederverwendung von Lagern | 124 |
| SKF Spindelservice | 125 |
| Aufbewahren von Lagern | 125 |
| 2 Schrägkugellager | 127 |
| Sortiment | 128 |
| Lagerreihen und Ausführungsvarianten | 128 |
| Gestaltung der Lagerung | 141 |
| Kennzeichnung von Lagern und Lagersätzen | 145 |
| Lagerdaten | 146 |
| Vorspannung | 151 |
| Axiale Steifigkeit | 173 |
| Befestigung von Lagerringen | 183 |
| Tragfähigkeit von Lagersätzen | 189 |
| Äquivalente Lagerbelastungen | 190 |
| Erreichbare Drehzahlen | 192 |
| Montage | 194 |
| Bezeichnungsschema | 196 |
| Produkttabellen | |
| 2.1 Schrägkugellager | 198 |
| 3 Zylinderrollenlager | 263 |
| Lagerreihen und Ausführungsvarianten | 264 |
| Lagerdaten | 269 |
| Radialluft bzw. Vorspannung in eingebauten Lagern | 275 |
| Radiale Steifigkeit | 275 |
| Äquivalente Lagerbelastungen | 277 |
| Erreichbare Drehzahlen | 277 |
| Gestaltung der Lagerungen | 278 |
| Montage | 280 |
| Bezeichnungsschema | 286 |
| Produkttabellen | |
| 3.1 Einreihige Zylinderrollenlager | 288 |
| 3.2 Zweireihige Zylinderrollenlager | 294 |
| 4 Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager | 301 |
| Lagerreihen und Ausführungsvarianten | 302 |
| Kennzeichnung von Lagern | 305 |
| Lagerdaten | 306 |
| Vorspannung | 308 |
| Axiale Steifigkeit | 309 |
| Äquivalente Lagerbelastungen | 310 |
| Erreichbare Drehzahlen | 310 |
| Montage | 310 |
| Bezeichnungsschema | 311 |
| Produkttabellen | |
| 4.1 Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager | 312 |

| | |
|--|------------|
| 5 Axial-Radial-Zylinderrollenlager | 319 |
| Lagerreihen und Ausführungsvarianten | 320 |
| Lagerdaten | 321 |
| Vorspannung und Steifigkeit | 322 |
| Reibung | 322 |
| Schmierung | 324 |
| Gestaltung der Lagerungen | 324 |
| Tragfähigkeit | 327 |
| Äquivalente Lagerbelastungen | 327 |
| Zulässige Momentbelastung | 328 |
| Montage | 330 |
| Bezeichnungsschema | 333 |
| Produkttabellen | |
| 5.1 Axial-Radial-Zylinderrollenlager | 334 |
| 6 Axial-Schräggugellager für Gewindetriebe | 337 |
| Lagerreihen und Ausführungsvarianten | 338 |
| Gestaltung der Lagerung | 346 |
| Kennzeichnung von Lagern | 352 |
| Lagerdaten | 353 |
| Lagervorspannung | 355 |
| Axiale Steifigkeit | 358 |
| Reibungsmoment | 360 |
| Abhebekraft | 360 |
| Tragfähigkeit von Lagersätzen | 361 |
| Äquivalente Lagerbelastungen | 361 |
| Axiale Belastbarkeit | 362 |
| Montage | 362 |
| Erreichbare Drehzahlen | 363 |
| Bezeichnungsschema | 364 |
| Produkttabellen | |
| 6.1 Einseitig wirkende Axial-Schräggugellager | 366 |
| 6.2 Zweiseitig wirkende Axial-Schräggugellager | 368 |
| 6.3 Zweiseitig wirkende Axial-Schräggugellager zum Anflanschen | 370 |
| 6.4 Kartuschen mit Flanschlagergehäuse | 372 |
| 7 Präzisions-Wellenmütern | 375 |
| Ausführungen | 376 |
| Produktdaten | 378 |
| Ein- und Ausbau | 379 |
| Bezeichnungsschema | 381 |
| Bezeichnungsschema | 382 |
| Produkttabellen | |
| 7.1 KMT Präzisions-Wellenmütern | 384 |
| 7.2 KMTA Präzisions-Wellenmütern | 386 |
| 7.3 KMD Präzisions-Wellenmütern mit Spannschrauben | 388 |

| | |
|--|------------|
| 8 Messgeräte | 391 |
| Kegellehrringe der Reihe GRA 30 | 393 |
| Produkttabellen | |
| 8.1 Kegellehrringe der Reihe GRA 30 | 394 |
| Kegelmessgeräte der Reihe DMB | 396 |
| Produkttabellen | |
| 8.2 Kegelmessgeräte der Reihe DMB | 398 |
| Hüllkreismessgeräte der Reihen GB 30 und GB 10 | 400 |
| Produkttabellen | |
| 8.3 Hüllkreismessgeräte der Reihen GB 30 und GB 10 für Zylinderrollenlager | 402 |
| Hüllkreismessgeräte der Reihe GB 49 | 404 |
| Produkttabellen | |
| 8.4 Hüllkreismessgeräte der Reihe GB 49 für Zylinderrollenlager | 406 |
| 9 Verzeichnisse | 408 |
| Stichwortverzeichnis | 409 |
| Produktverzeichnis | 420 |

Das ist SKF

SKF entwickelte sich aus einer einfachen, aber gut durchdachten Lösung für ein Fluchtungsfehlerproblem in einer schwedischen Textilfabrik und 15 Mitarbeitern im Jahre 1907, zu einer weltweit führenden Unternehmensgruppe für Bewegungstechnik. Mit den Jahren haben wir unser umfassendes Wälzlagerwissen auf die Kompetenzbereiche Dichtungen, Mechatronik-Bauteile, Schmiersysteme und Dienstleistungen erweitert. Unser Netzwerk qualifizierter Experten umfasst 46 000 Mitarbeiter, 15 000 Vertriebspartner, Niederlassungen in mehr als 130 Ländern und eine wachsende Zahl an SKF Solution Factory Standorten weltweit.

Forschung und Entwicklung

Wir verfügen über fundiertes Praxiswissen aus mehr als vierzig Industriebranchen, das SKF Mitarbeiter vor Ort bei unseren Kunden sammeln konnten. Wir arbeiten Hand in Hand mit weltweit führenden Experten und Partner-Universitäten, die Grundlagenforschung und Entwicklungsarbeit in den Fachgebieten Tribologie,



Zustandsüberwachung, Anlagenmanagement und theoretische Lagergebrauchsdauer leisten. Kontinuierliche Investitionen in Forschung und Entwicklung unterstützen unsere Kunden dabei, ihre marktführende Stellung in den jeweiligen Branchen zu halten.



In einer SKF Solution Factory stellt SKF ihren Kunden vor Ort Fachwissen und Fertigungskompetenz für maßgeschneiderte Lösungen und Dienstleistungen zur Verfügung.

Wir stellen uns auch den schwierigsten Herausforderungen

Mit der richtigen Mischung aus fachlichem Know-how und wertvoller Erfahrung sowie einer eingehenden Kenntnis, wie sich unsere Kerntechnologien erfolgreich kombinieren lassen, entwickeln wir innovative Lösungen, die auch anspruchsvollsten Herausforderungen gerecht werden. Wir arbeiten eng mit unseren Kunden über die gesamten Maschinen- und Anlagenzyklen zusammen und verhelfen ihnen so zu einem rentablen und nachhaltigen Wachstum.



Wir arbeiten für eine nachhaltige Zukunft

Seit 2005 arbeitet SKF mit Nachdruck daran, die Belastung der Umwelt durch die eigenen Fertigungs- und Vertriebsaktivitäten zu reduzieren. Dies betrifft auch die Aktivitäten unserer Zulieferer. Mit dem neuen SKF BeyondZero Portfolio an Produkten und Dienstleistungen lassen sich die Energieeffizienz steigern, Energieverluste reduzieren und neue Technologien für die Nutzung von Wind-, Sonnen- und Gezeitenenergie entwickeln. Durch diese kombinierte Vorgehensweise reduzieren wir nicht nur die negativen Umweltauswirkungen unserer eigenen Aktivitäten, sondern auch die unserer Kunden.

In Zusammenarbeit mit den SKF IT- und Logistiksystemen sowie den Anwendungsexperten bieten SKF Vertragshändler ihren Kunden weltweit ein leistungsstarkes Mix aus Produkt- und Anwendungswissen an.



SKF – Kompetenz für Bewegungstechnik

Unser Wissen – Ihr Erfolg

SKF Lifecycle-Management ist die Art und Weise, wie wir unsere Technologieplattformen und Dienstleistungen integrieren und sie auf jeder Stufe im Lebenszyklus einer Maschine anwenden, damit unsere Kunden erfolgreicher, nachhaltiger und profitabler arbeiten können.



Wir arbeiten intensiv mit unseren Kunden zusammen

Mit SKF Produkten und Dienstleistungen können unsere Kunden ihre Produktivität steigern, Instandhaltungsarbeiten minimieren, eine höhere Energie- und Ressourceneffizienz erzielen und die Gebrauchsdauer und Zuverlässigkeit ihrer Maschinenkonstruktionen optimieren.

Innovative Lösungen

Ganz gleich, ob Linear- oder Drehbewegung oder beides kombiniert, SKF Ingenieure unterstützen Sie während jeder Lebenszyklusphase der Maschine bei der Verbesserung der Leistung. Dieser Ansatz ist nicht auf Einzelkompo-

nenten wie Lager oder Dichtungen beschränkt. Er bezieht sich auf die Gesamtanwendung und das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten.

Optimierung und Überprüfung der Ausführung

SKF optimiert gemeinsam mit Ihnen bestehende oder neue Konstruktionsentwürfe. Dabei verwenden wir eine eigene 3D-Simulationssoftware als virtuellen Prüfstand für die Funktionseignung des Designs.



Lager und Lagereinheiten

SKF ist ein weltweiter Marktführer bei der Konstruktion, Entwicklung und Fertigung von Hochleistungslagern, Gelenklagern, Lagereinheiten und Gehäusen.



Instandhaltung von Maschinen und Anlagen

SKF Zustandsüberwachungssysteme und der SKF Instandhaltungsservice unterstützen Sie dabei, ungeplante Stillstandszeiten auf ein Minimum zu reduzieren, Ihre Betriebseffizienz zu verbessern und die Wartungskosten zu senken.



Dichtungslösungen

SKF bietet Standarddichtungen sowie kundenspezifische Dichtungslösungen an. Das Ergebnis sind längere Betriebszeiten, eine höhere Maschinenzuverlässigkeit, geringere Reibungs- und Leistungsverluste und eine verlängerte Schmierstoff-Gebrauchsdauer.



Mechatronik-Bauteile

SKF Fly-by-Wire-Systeme für Verkehrsflugzeuge und SKF Drive-by-Wire-Systeme für Offroadfahrzeuge, Landmaschinen und Gabelstapler ersetzen schwere mechanische oder hydraulische Systeme mit hohem Fett- oder Ölverbrauch.



Schmierungs-lösungen

Von Spezialschmierstoffen bis hin zu modernsten Schmiersystemen und Schmiermanagement-Dienstleistungen helfen Ihnen SKF Lösungen, schmierungsbedingte Stillstandszeiten sowie den Verbrauch teurer Schmierstoffe zu reduzieren.



Antriebs- und Bewegungssteuerung

Dank des umfangreichen Produktangebots von Aktuatoren und Kugelgewindetrieben bis hin zu Profilschienenführungen finden SKF Experten gemeinsam mit Ihnen passende Lösungen selbst für anspruchsvollste Linearführungen.

Umrechnungstabellen

Umrechnung angelsächsischer Einheiten in metrische SI Einheiten

| Größe | Einheit | Umrechnung | | | |
|--------------------------------------|------------------------|---------------------|--------------------------|--------------|-----------------------------|
| Länge | Zoll | 1 mm | 0.03937 in. | 1 in. | 25,40 mm |
| | Fuß | 1 m | 3.281 ft. | 1 ft. | 0,3048 m |
| | Yard | 1 m | 1.094 yd. | 1 yd. | 0,9144 m |
| | Meile | 1 km | 0.6214 mi. | 1 mi. | 1,609 km |
| Fläche | Quadratzoll | 1 mm ² | 0.00155 sq-in | 1 sq-in | 645,16 mm ² |
| | Quadratfuß | 1 m ² | 10.76 sq-ft | 1 sq-ft | 0,0929 m ² |
| Volumen | Kubikzoll | 1 cm ³ | 0.061 cu-in | 1 cu-in | 16,387 cm ³ |
| | Kubikfuß | 1 m ³ | 35 cu-ft | 1 cu-ft | 0,02832 m ³ |
| | Britische Gallone | 1 l | 0.22 Gallonen | 1 Gallone | 4,5461 l |
| | US Gallone | 1 l | 0.2642 US Gallonen | 1 US Gallone | 3,7854 l |
| Drehzahl, Geschwindigkeit | Fuß pro Sekunde | 1 m/s | 3.28 ft/s | 1 ft/s | 0,30480 m/s |
| | Meilen pro Stunde | 1 km/h | 0.6214 mph | 1 mph | 1,609 km/h |
| Gewicht | Unze | 1 g | 0.03527 oz | 1 oz | 28,350 g |
| | Pfund | 1 kg | 2.205 lb | 1 lb | 0,45359 kg |
| | US Tonne | 1 Tonne | 1.1023 US-Tonnen | 1 short ton | 0,90719 Tonnen |
| | Britische Tonne | 1 Tonne | 0.9842 Britische Tonnen | 1 long ton | 1,0161 Tonnen |
| Dichte | Pfund pro Kubikzoll | 1 g/cm ³ | 0.0361 lb/cu-in | 1 lb/cu-in | 27,680 g/cm ³ |
| Kraft | Pound-Force | 1 N | 0.225 lbf | 1 lbf | 4,4482 N |
| Druck, Spannung | Pfund pro Quadratzoll | 1 MPa | 145 psi | 1 psi | 6,8948 × 10 ³ Pa |
| | | 1 N/mm ² | 145 psi | | |
| | | 1 bar | 14.5 psi | 1 psi | 0,068948 bar |
| Moment | Pound-Force pro Zoll | 1 Nm | 8.85 lbf-in | 1 lbf-in | 0,113 Nm |
| Leistung | Foot-Pound pro Sekunde | 1 W | 0.7376 ft-lbf/s | 1 ft-lbf/s | 1,3558 W |
| | PS | 1 kW | 1.36 PS | 1 HP | 0,736 kW |
| Temperatur | Grad | Celsius | $t_C = 0.555 (t_F - 32)$ | Fahrenheit | $t_F = 1,8 t_C + 32$ |

Vorwort

Dieser Katalog beschreibt das Standardsortiment an SKF Hochleistungslagern, die in gängigen Werkzeugmaschinenanwendungen zum Einsatz kommen. Die beschriebenen Produkte sind weltweit über die SKF Vertriebskanäle lieferbar. Auskünfte über die Lieferzeiten und Lieferbedingungen erteilen die SKF Ansprechpartner vor Ort und die Autorisierten SKF Vertragshändler.

Die Angaben in diesem Katalog basieren auf der technischen Ausführung und Fertigungskapazität von SKF, Stand 2013. Neuentwicklungen, technische Fortschritte oder geänderte Berechnungsverfahren können dazu führen, dass die Angaben in diesem Katalog von früheren Angaben abweichen. SKF behält sich das Recht vor, kontinuierliche (teilweise durch den technischen Fortschritt ermöglichte) Verbesserungen bei den Werkstoffen, Konstruktionen und Fertigungsverfahren vorzunehmen.

Erste Schritte

Dieser Katalog ist in neun Hauptkapitel unterteilt, die durch blaue Registerreiter am rechten Rand markiert sind:

- Kapitel 1 enthält technische und Anwendungsempfehlungen,
- während in den Kapiteln 2 bis 6 die unterschiedlichen Lagerbauformen beschrieben werden. Jedes Kapitel enthält Beschreibungen der Produkte sowie Produkttabellen mit Angaben zur Lagerauswahl und Empfehlungen für Lageranordnungen.
- Kapitel 7 informiert über Präzisionswellenmuttern
- und Kapitel 8 über spezielle Prüfvorrichtungen.
- Die Verzeichnisse in Kapitel 9 erlauben den schnellen Zugriff auf Informationen zu einem bestimmten Produkt oder Thema.

Aktuelle Entwicklungen

Im Vergleich zum vorherigen Katalog wurde nahezu jedes Lager neu konstruiert, um die wachsenden Anwendungsanforderungen zu erfüllen. Das Sortiment wurde um zahlreiche Größen und Ausführungen ergänzt. Zu den wichtigsten Aktualisierungen des Inhalts gehören:

Mehr Größen bei Schrägkugellagern

Erstmals sind Schrägkugellager der Maßreihe 18 enthalten. In den anderen Maßreihen kamen an beiden Enden des Größenbereichs mehrere Größen hinzu. Der aktuelle Katalog enthält etwa dreimal so viele abgedichtete Lager wie die vorherige Ausgabe; außerdem wurde das Angebot der Hybridlager erweitert.



Neue Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Maßreihe 18

Vorwort

Mehr Ausführungen bei Schrägkugellagern

Schrägkugellager bieten eine größere Auswahl:

- Ausführungen für die direkte Öl-Luft-Schmierung
- größere Auswahl bei den Vorspannungsklassen
- Lager mit Keramikugeln und Ringen aus NitroMax-Stahl



Lager mit Keramikugeln und Ringen aus NitroMax-Stahl

Neue Reihe mit zweiseitig wirkenden Axialschrägkugellagern

Die frühere Lagerreihe 2344(00) wurde durch die neue Reihe BTW ersetzt. Lager der Reihe BTW nehmen bei weniger Reibung höhere Drehzahlen auf, haben ein geringeres Gewicht und sind einfacher zu montieren.

Axial-Radial-Zylinderrollenlager

Neu im Katalog sind Axial-Radial-Zylinderrollenlager. Diese Lager werden häufig für Drehtische und für Teilapparate bzw. Mehrspindelbohrköpfe von Bearbeitungszentren eingesetzt.

Lager mit PEEK-Käfigen

Mit Käfigen aus verstärktem PEEK können Lager höhere Drehzahlen aufnehmen und leiser laufen. Viele weitere Schrägkugellager und Zylinderrollenlager sind mit Käfigen aus diesem Werkstoff erhältlich.



Die Lager der Reihe BTW ersetzen die frühere Reihe 2344(00)



Axial-Radial-Zylinderrollenlager



PEEK-Käfige ermöglichen höhere Drehzahlen und einen geräuschärmeren Lauf

Zur Verwendung dieses Katalogs

Der Katalog ist so aufgebaut, dass die gewünschten Informationen schnell gefunden werden können. Der Katalog beginnt mit einem vollständigen Inhaltsverzeichnis. Am Ende des Katalogs befinden sich das Produktverzeichnis und das umfassende Stichwortverzeichnis. Jedes Kapitel ist durch einen bedruckten Registerreiter mit der Kapitelnummer deutlich gekennzeichnet.

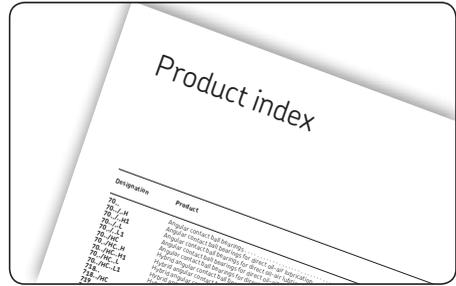
Produkte identifizieren

Das Kurzzeichen eines SKF Hochleistungslagers gibt Auskunft über die Bauart, Größe und besondere Merkmale. Es gibt drei Möglichkeiten, ein SKF Lager zu identifizieren bzw. weiterführende Informationen über das Lager zu finden:

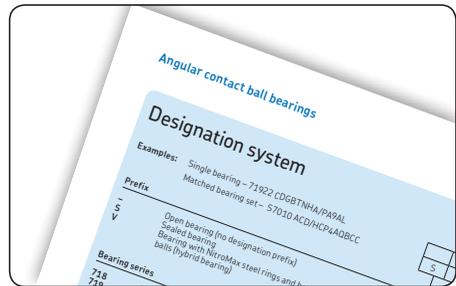
- **Produktverzeichnis**
Das Produktverzeichnis am Ende des Katalogs enthält die Reihenbezeichnung, nennt den zugehörigen Lagertyp und verweist auf das zugehörige Produktkapitel und die Produkttabelle.
- **Bezeichnungstabellen**
Die Produktkurzzeichen in den Produktkapiteln sind vor den Produkttabellen aufgeführt. Die Tabellen beschreiben die Bedeutung der jeweils gängigsten Vorsetz- und Nachsetzzeichen.
- **Stichwortverzeichnis**
Das Stichwortverzeichnis am Ende des Katalogs enthält die Nachsetzzeichen in alphabetischer Reihenfolge. Zur besseren Übersichtlichkeit sind sie fett hervorgehoben.

Maßeinheiten

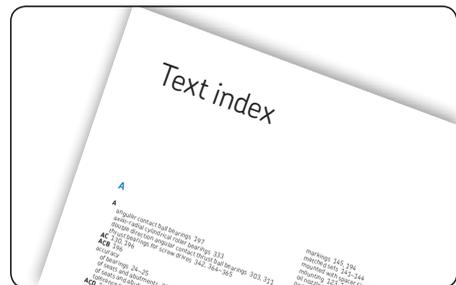
Dieser Katalog ist für den globalen Einsatz konzipiert. Daher entsprechen die Maßeinheiten ISO 80000-1. Die Umrechnungstabelle (→ **Seite 10**) ermöglicht das Umrechnen zwischen den Einheiten. Temperaturen werden in der deutschsprachigen Ausgabe meist nur in °C angegeben, in Ausnahmefällen auch in °F. Temperaturangaben sind meist gerundet. Daher entsprechen die Angaben nicht immer genau der Umrechnungsformel.



Das Produktverzeichnis erleichtert die Informationssuche anhand des Lagerkurzzeichens



Das Bezeichnungsschema erläutert die Bedeutung der Kurzzeichen



Die Nachsetzzeichen im Stichwortverzeichnis erleichtern die Suche

Weitere SKF Produkte und Dienstleistungen

Über den Inhalt dieses Katalogs hinaus bietet SKF zahlreiche Produkte, Dienstleistungen und Lösungen an, die bei Verwendung von SKF Hochleistungslagern ggf. erforderlich sind. Informationen über diese Produkte sind auf skf.com zu finden bzw. bei SKF anzufragen. Das Angebot enthält:

Schmiersysteme

Das SKF Angebot umfasst eine Reihe automatischer Schmiersysteme, die jeweils eine Vielzahl von Vorteilen bieten, angefangen bei einer optimierten Fertigung und geringeren Betriebs- und Wartungskosten bis hin zu einem gesünderen und umweltfreundlicheren Arbeitsplatz. SKF bietet Spindelschmiersysteme für die meisten Drehzahlbereiche sowie kundenspezifische Mehrpunktschmierlösungen für Linearführungen, Gewindetriebe, Lager und Hilfsausrüstungen an. Darüber hinaus stehen für Bearbeitungsprozesse automatische Minimalmengenschmiersysteme zur Verfügung, die eine höhere Umweltverträglichkeit und gesündere Arbeitsumgebungen gewährleisten.

Kühlmittelpumpen

Die platzsparenden SKF Kreisel- und Schraubenspindelpumpen stellen durch ihre Konstruktion eine zuverlässige, effiziente Versorgung spezieller Werkzeugmaschinen mit Kühlflüssigkeit sicher. Aufgrund der Tauchinstallation arbeiten die meisten dieser Pumpen ohne Dichtungen, wodurch der Instandhaltungsaufwand und somit auch die Betriebs- und Wartungskosten reduziert werden. Die Pumpen sind in zahlreichen Ausführungen für verschiedene Medien, Durchflussmengen und Betriebsdrücke erhältlich und können mit speziellen serienmäßigen Antriebsoptionen und elektrischen Anschlüssen geliefert werden.



Schmiersystem



Kühlmittelpumpen

Linear Motion Techniken

SKF kombiniert ihr Know-how in den Bereichen Lineare Bewegungstechnik, Lager, Dichtungslösungen, Schmierstoffe und Schmiersysteme mit Best Practices und kann dadurch Lösungen für Linearantriebe und -führungssysteme anbieten, darunter Profilschienen-, Präzisionsschienen- und Schwalbenschwanzführungen, lineare Standardführungen und Linearkugellager. Bei all diesen Lösungen stehen einfache Wartung und hohe Zuverlässigkeit im Vordergrund.

Die Linearantriebe vieler Werkzeugmaschinenachsen haben Kugel- oder Rollengewindetribe. SKF Kugel- und Rollengewindetribe ermöglichen schnelle und präzise Linearbewegungen, sogar unter hohen Belastungen.

An Maschinenachsen montierte Rollengewindetribe bieten unschätzbare Vorteile in Form von schneller Beschleunigung, hoher Lineargeschwindigkeit und hoher Tragfähigkeit in Kombination mit hoher axialer Steifigkeit. Planetenrollengewindetribe ohne Rollenrückführung und ohne Reibung zwischen den Wälzkörpern bieten eine höhere Genauigkeit, wenn die Werkzeugmaschinenachsen die Richtung ändern. Die einbaufertigen Einheiten werden zusammen mit einem Stützlager vormontiert auf der Welle geliefert, was Einbau und Ausrichtung erleichtert.

Individuelle Dichtungslösungen

Durch die jahrzehntelange Erfahrung in der Fertigung von Dichtungen und das umfassende Wissen in Sachen moderner Werkstoffe ist SKF ein führender Anbieter von serienmäßigen und individuellen Dichtungslösungen. Dazu gehören Komplettlösungen mit Dichtungen und hochentwickelten Kunststoffteilen ebenso wie eingepasste Dichtungen für Großaufträge und Hochleistungsdichtungen für Hydraulik- und Pneumatikanwendungen wie etwa Druckzylinder, Ventile oder Spannvorrichtungen, und für Anwendungen mit Drehbewegungen wie etwa Drehverteiler, -gelenke und Rundschalttische.

Dank flexibler Fertigungsprozesse profitieren Kunden von kurzen Lieferzeiten und pünktlichen Lieferungen bei Standard- und individuellen Dichtungssystemen. Unterschiedlichste Hochleistungs-Dichtungswerkstoffe – darunter hydrolysebeständige und/oder selbstschmierende Polyurethane, Fluorkohlenstoff-Kautschuke sowie verschiedene PTFE-Verbundstoffe – bieten eine hohe Verschleißfestigkeit, lange



Linear Motion Techniken



Dichtungen

Vorwort

Gebrauchsdauer und chemische Kompatibilität mit mehreren Werkzeugmaschinenflüssigkeiten. Darüber hinaus unterstützt SKF ihre Kunden mit Lösungsanalysen und technischer Beratung vor Ort.

Spindel-Zustandsüberwachung

Die Überwachung des Spindelzustands ist unerlässlich, um Störungen des Bearbeitungsprozesses und ungeplante Produktionsunterbrechungen zu vermeiden. SKF bietet ein komplettes Sortiment an Zustandsüberwachungsprodukten an, von tragbaren Datensammlern und Analytoren bis hin zu Online-Überwachungs- und Schutzsystemen, die einen zuverlässigen Einblick in den Maschinenzustand einschließlich Lagern, Unwuchten und Schmierung gewährleisten.

Diese Systeme verbessern die Betriebseffizienz und senken die Kosten, da ungeplante Stillstände entfallen und die Bediener die Werkzeugmaschinen entsprechend ihrem Zustand instandhalten und nicht nach vorgegebenen Zeitplänen. Zur Abstimmung der korrektiven Maßnahmen lässt sich die Datenauswertung direkt in die Anlagensteuerung integrieren. Das SKF Spindle Assessment Kit ist beispielsweise eine Komplettlösung für die zuverlässige und einfache Zustandsüberwachung. Das Kit umfasst: SKF Microlog Advisor Pro, Beschleunigungssensor, Lasertachometer, Messuhr mit Ständer, Riemenspannungsprüfgerät und Software-Paket. SKF unterstützt die Kunden bei der Einrichtung von Messpunkten an den Werkzeugmaschinen-spindeln und bietet zudem als Teil eines Servicevertrags einen Beratungsdienst an.

SKF Berechnungshilfsmittel

Der SKF Spindel Simulator ist eine umfassende Simulationssoftware für die Analyse von Spindel-Anwendungen. Er basiert auf der SKF Simulatorplattform und nutzt die gleiche fortschrittliche Technologie. Bei der Entwicklung wurde besonders auf die Bedienerfreundlichkeit geachtet.

Die Software simuliert die Auswirkungen der anwenderdefinierten Drehzahl und Temperaturverteilung auf Lagerwelle und Gehäusepassung sowie Vorspannung. Zudem bestimmt sie für jeden beliebigen Zeitpunkt die Auswirkungen externer Belastungen auf Welle und Lager und liefert hochpräzise Informationen über sämtliche Wälzkörperkontakte aller Lager.

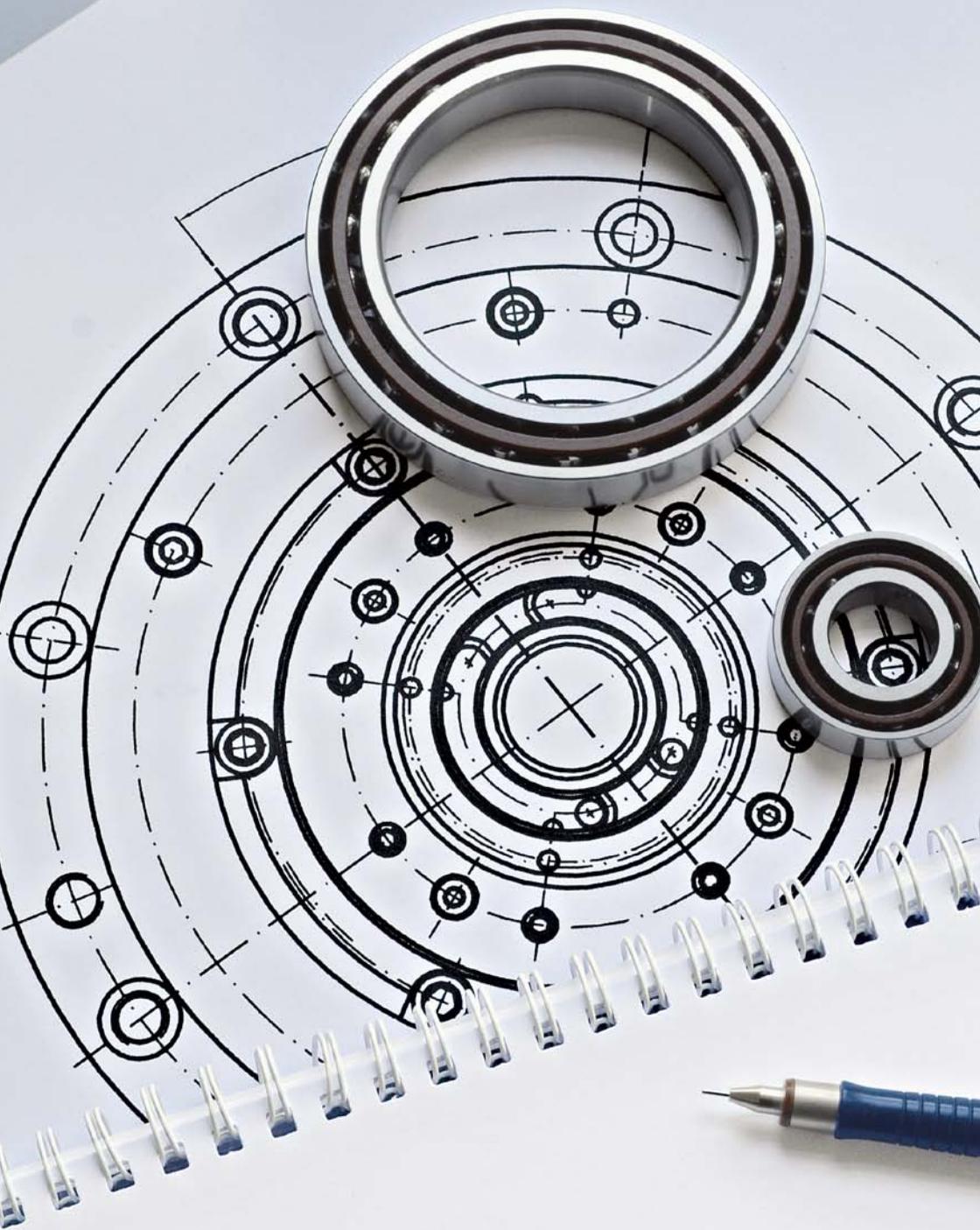


Spindel-Zustandsüberwachung



SKF Spindel Simulator

Der Simulator kennt die aktuellen Details der SKF Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“ und kann daher auch Spindelabweichungen berechnen, in denen diese Lager zum Einsatz kommen.



Entwurf von Lagerungen – Grundlagen

| | | | |
|--|-----------|---|------------|
| Auswahl von Hochgenauigkeitslagern der Reihe „Super-precision bearings“ | 20 | Gestaltung der Lagerungen | 57 |
| Lagerarten | 21 | Lageranordnungen | 57 |
| Hauptkriterien für die Auswahl | 23 | Systemsteifigkeit | 66 |
| Lebensdauer und Tragfähigkeit | 33 | Lagersteifigkeit | 68 |
| Dynamische Tragzahl und Lebensdauer . . | 33 | Radiale Befestigung der Lager | 70 |
| Dynamische Tragzahl | 33 | Empfohlene Wellen- und Gehäusepassungen | 70 |
| Äquivalente dynamische Lagerbelastung | 33 | Genauigkeit von Lagersitzen und Anlageflächen | 75 |
| Nominelle Lebensdauer | 34 | Axiale Befestigung der Lager | 78 |
| Lebensdauer von Hybridlagern | 34 | Befestigungsverfahren | 78 |
| Erforderliche Mindestbelastung | 34 | Stufenhülsen | 80 |
| Lebensdauerberechnung bei veränderlichen Betriebsbedingungen . . | 35 | Vorkehrungen für den Ein- und Ausbau . . | 88 |
| Zulässige statische Belastungen | 36 | Lagervorspannung | 90 |
| Statische Tragzahl | 36 | Abgedichtete Lager | 95 |
| Äquivalente statische Lagerbelastung . . | 36 | Äußere Dichtungen | 95 |
| Erforderliche statische Tragzahl | 36 | Dichtungen im Lager | 98 |
| Reibung | 37 | Schmierung | 99 |
| Der Einfluss von Lagerluft und Vorspannung auf die Reibung | 37 | Fettschmierung | 99 |
| Der Einfluss des Schmierfettfüllgrades . . | 37 | Ölschmierung | 113 |
| Reibungsverhalten von Hybridlagern . . . | 37 | Lagerung von Schmierstoffen | 122 |
| Drehzahlen | 38 | Montagehinweise | 123 |
| Zulässige Drehzahlen | 39 | Anforderungen an den Arbeitsplatz | 123 |
| Erreichbare Drehzahlen | 44 | Verfahren und Werkzeuge | 123 |
| Erreichbare Drehzahlen für typische Spindellagersysteme | 44 | Einbauempfehlungen | 123 |
| Lagerdaten – allgemein | 46 | Probelauf | 124 |
| Hauptabmessungen | 46 | Ausbau | 124 |
| Toleranzen | 47 | Wiederverwendung von Lagern | 124 |
| Vorspannung und Lagerluft | 50 | SKF Spindelservice | 125 |
| Werkstoff | 51 | Aufbewahren von Lagern | 125 |
| Werkstoffe für Lagerringe und Wälzkörper | 51 | | |
| Werkstoffe für Käfige | 55 | | |
| Werkstoffe für Dichtungen | 56 | | |

Auswahl von Hochgenauigkeitslagern der Reihe „Super-precision bearings“

Ein Wellensystem umfasst nicht nur die Lager als solche. Sie umfasst vielmehr auch die unmittelbar an sie anschließenden Bauteile, wie Welle und Gehäuse. Daneben sind noch die Schmierung und Abdichtung von ausschlaggebender Bedeutung. Um die Leistung eines Lagers voll ausnutzen zu können, muss es mit der richtigen Menge eines geeigneten Schmierstoffs geschmiert und wirksam gegen Korrosion geschützt sein. Auch wirksame Dichtungen sind von wesentlicher Bedeutung, denn sie halten den Schmierstoff in der Lagerung zurück und verhindern das Eindringen von Verunreinigungen. Dies ist besonders wichtig, da sich die Reinheit des Öls stark auf die Lagergebrauchsdauer auswirkt. Aus diesem Grund produziert und verkauft SKF ein breites Sortiment an Industriedichtungen und Schmiersystemen.

Bei der Wahl eines Lagers sind meist mehrere Einflussgrößen zu berücksichtigen:

- der verfügbare Einbauraum
- Größe und Richtung der Belastung
- Genauigkeit und Steifigkeit
- Drehzahl
- die Betriebstemperatur
- Schwingungen
- Verschmutzungsgrad
- Schmierstoffart und Schmierverfahren

Nach der Lagerwahl sind jedoch zusätzlich noch weitere Arbeitsschritte erforderlich:

- eine geeignete Form und Ausführung der anderen Komponenten der Lageranordnung
- Festlegung geeigneter Einbaupassungen und der erforderlichen Lagerluft bzw. Vorspannung
- Sicherungsvorrichtungen
- Auswahl geeigneter Dichtungen
- Ein- und Ausbaurverfahren

Beim Entwurf einer Lagerung wirkt sich jede einzelne Entscheidung auf die spätere Funktion, die Zuverlässigkeit und die Wirtschaftlichkeit des Wellensystems aus.

Als führender Hersteller von Lagern fertigt SKF ein breites Sortiment an Lagerarten, -reihen, -ausführungen, -varianten und -größen für Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-Precision Bearings“. Die am häufigsten verwendeten Lager werden im Abschnitt *Lagerarten* vorgestellt.

Im Abschnitt *Lageranordnungen – Grundlagen für Auswahl und Anwendung* findet der Konstrukteur eines Lagerungssystems die erforderlichen Basisinformationen in der Reihenfolge, in der sie in der Regel benötigt werden. Verständlicherweise ist es nicht möglich, sämtliche Informationen so darzustellen, dass dadurch alle denkbaren Anwendungsfälle erfasst werden. An vielen Stellen wird deshalb auf den Technischen SKF Beratungsservice verwiesen. Dieser technische Beratungsservice kann komplexe Lagerungsrechnungen, Diagnosen und Problemanalysen durchführen und dadurch den Lagerauswahlprozess unterstützen. SKF empfiehlt allen Herstellern, die die Leistungsfähigkeit ihrer Produkte steigern wollen, diesen Service in Anspruch zu nehmen.

Die Angaben im Abschnitt *Lageranordnungen – Grundlagen für Auswahl und Anwendung* sind allgemeiner Art und gelten auch für die meisten Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-Precision Bearings“. Spezielle Angaben, die nur eine bestimmte Lagerart betreffen, sind in dem jeweiligen Produktkapitel zu finden.

Es ist zu beachten, dass viele der Werte in den Produkttabellen auf- oder abgerundete Werte sind.

Lagerarten

Das umfangreiche SKF Sortiment an Hochgenauigkeitslagern der Reihe „Super-precision bearings“ ist für Werkzeugmaschinen-spindeln und andere Anwendungsfälle ausgelegt, in denen eine sehr hohe Laufgenauigkeit bei extrem hohen Drehzahlen gefordert ist. Jeder Lagertyp hat besondere Merkmale, die auf spezifische Betriebsbedingungen abgestimmt sind. Detaillierte Angaben zu den einzelnen Lagerarten sind den Produktkapiteln zu entnehmen.

Schrägkugellager (→ Seite 127)

Hochleistungsausführung (D-Ausführung) (1)

Hochgeschwindigkeitsausführung (E-Ausführung) (2)

(E-Ausführung) (2)

Hochgeschwindigkeitsausführung (B-Ausführung) (3)

(B-Ausführung) (3)

von sämtlichen Ausführungen sind unterschiedliche Varianten erhältlich:

- für Einzellagerungen oder zusammengepasste Lagersätze
- für einzelne Universallager oder den satzweisen Einbau
- Lager mit Stahlkugeln oder Hybridlager
- offen oder mit Dichtungen (3)

Zylinderrollenlager (→ Seite 263)

einreihig (Ausführung N)

- Grundausführung (4)
- Hochgeschwindigkeitssausführungen (5)
- Hybridlager

zweireihig (Ausführung NN) (6)

- Lager mit Stahlrollen
- Hybridlager

zweireihig (Ausführung NNU) (7)

Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager (→ Seite 301)

(→ Seite 301)

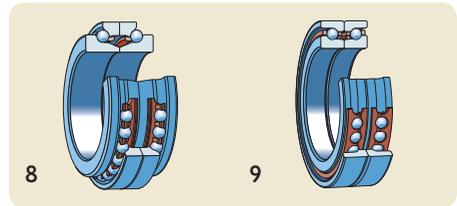
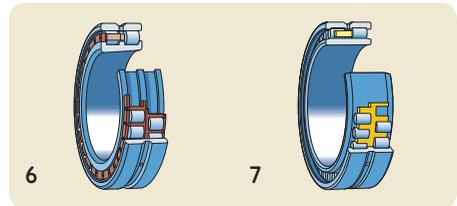
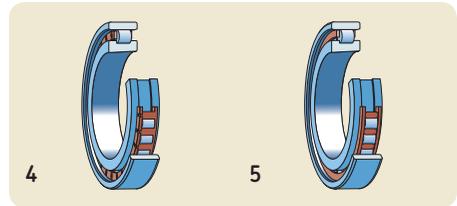
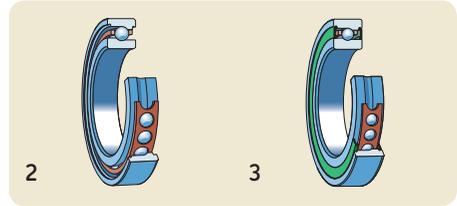
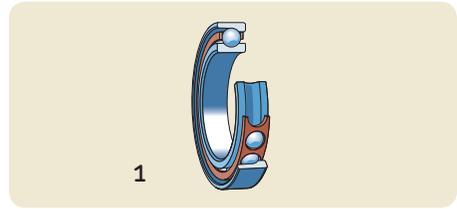
Grundausführung (Reihe BTW) (8)

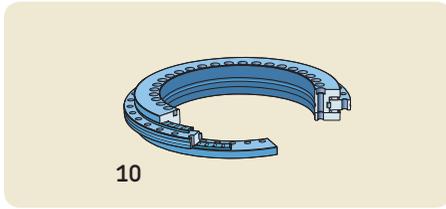
- Lager mit Stahlkugeln
- Hybridlager

Hochgeschwindigkeitsausführung (Reihe BTM) (9)

(Reihe BTM) (9)

- Lager mit Stahlkugeln
- Hybridlager

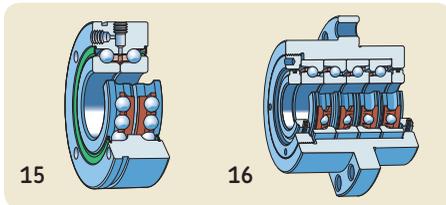
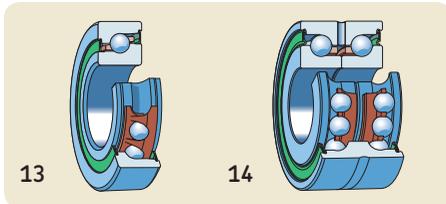
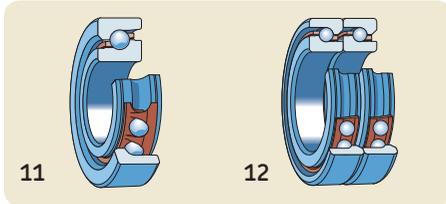




Axial-Radial-Zylinderrollenlager (→ Seite 319)
Grundauführung (Reihe NRT) (**10**)

Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebre
(→ Seite 337)

einseitig wirkend (Reihe BSA und BSD) (**11**),
Universallager für den satzweisen Einbau (**12**)
– Lager mit Dichtungen (**13**)
zweiseitig wirkend mit Dichtungen (Reihe
BEAS) (**14**)
– zum Anflanschen (Reihe BEAM) (**15**)
Kartuschen mit Flanschlagergehäuse (Reihe
FBSA) (**16**)



Käfige

Alle Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“ in diesem Katalog sind mit Käfigen ausgerüstet. Für bestimmte Sonderanwendungen lassen sich jedoch (vollrollige) Lager ohne Käfig anfertigen. Die Hauptaufgaben eines Käfigs sind:

- die unmittelbare Berührung benachbarter Wälzkörper zu verhindern, was das Reibmoment und damit die Wärmeentwicklung im Lager verringert.
- den gleichmäßigen Abstand zwischen den Wälzkörpern über den gesamten Umfang sicherzustellen, um so eine gleichmäßige Lastverteilung sowie einen ruhigen Lauf zu gewährleisten.
- die Führung der Wälzkörper in der unbelasteten Zone zu gewährleisten, um bessere Wälzbedingungen zu schaffen und schädliche Gleitbewegungen zu verhindern.
- die Wälzkörper am Herausfallen zu hindern, wenn beim Ein- und Ausbau nicht selbsthaltender Lager der freie Lagerring von dem Lagerring mit Wälzkörpersatz abgezogen wird.

Käfige werden durch Reibungs-, Zug- und Trägheitskräfte mechanisch beansprucht. Dazu kommen noch Temperatur- und chemische Einwirkungen z. B. durch bestimmte Schmierstoffe, Schmierstoffzusätze oder deren Alterungsprodukte, durch organische Lösungsmittel oder Kühlmittel. Formgebung und Werkstoff des Käfigs sind daher beide von großer Bedeutung für die spätere Eignung eines Wälzlagers für einen bestimmten Anwendungsfall. Aus diesem Grund hat SKF ein Vielzahl von Käfigen aus verschiedenen Werkstoffen für die einzelnen Lagerarten und Betriebsbedingungen entwickelt.

In jedem Produktkapitel ist angegeben, mit welchem Standardkäfig und welchen Alternativkäfigen die Lager lieferbar sind. Als Standardkäfige gelten Käfigausführungen, die für die meisten Anwendungsfälle geeignet sind. Wenn ein Lager mit einem vom Standard abweichenden Käfig benötigt wird, ist vor der Bestellung die Liefermöglichkeit anzufragen.

Hauptkriterien für die Auswahl

Bei Werkzeugmaschinen­spindeln und anderen Anwendungsfällen, in denen eine sehr hohe Laufgenauigkeit bei hohen Drehzahlen gefordert ist, kommt der Lagerauswahl eine entscheidende Bedeutung zu. Im SKF Sortiment an Hochgenauigkeitslagern der Reihe „Super-precision bearings“ finden Sie unterschiedliche Lagerarten, die jeweils auf andere anwendungsspezifische Anforderungen abgestimmt sind.

Da bei der Wahl von Hochgenauigkeitslagern der Reihe „Super-precision bearings“ mehrere Faktoren berücksichtigt und gegeneinander abgewogen werden müssen, lassen sich hierfür keine allgemeingültigen Regeln aufstellen. Die folgenden Faktoren sind bei der Wahl von Hochgenauigkeitslagern der Reihe „Super-precision bearings“ maßgebend:

- Genauigkeit (→ **Seite 20**)
- Steifigkeit (→ **Seite 26**)
- der verfügbare Einbauräum (→ **Seite 27**)
- Drehzahl (→ **Seite 28**)
- Belastungen (→ **Seite 30**)
- Axiale Verschiebbarkeit (→ **Seite 31**)
- Abdichtung (→ **Seite 32**)

Die Gesamtkosten der Systems und eine eventuell erforderliche Vorratshaltung sind ebenfalls bei der Lagerauswahl zu berücksichtigen.

Weitere, sehr wichtige Kriterien für den Entwurf einer Lagerung werden in den entsprechenden Kapiteln eingehend behandelt. Detaillierte Angaben über die einzelnen Lagerarten, ihre Eigenschaften und die verfügbaren Ausführungen sind den einzelnen Produktabschnitten zu entnehmen.

Bei außergewöhnlich hohen Anforderungen an Genauigkeit und Produktivität sollten Sie sich mit dem Technischen SKF Beratungsservice in Verbindung setzen. Für extrem anspruchsvolle Anwendungen bietet SKF Sonderausführungen, darunter:

- Hybridlager (→ **Seite 54**)
- Lager aus NitroMax-Stahl (→ **Seite 52**)
- beschichtete Lager

Genauigkeit

Die Genauigkeit von Wälzlagern wird durch Toleranzklassen gekennzeichnet, in denen zulässige Werte für die Maß- und Laufgenauigkeit festgelegt sind. **Tabelle 1** vergleicht mehrere Toleranzklassen, die von SKF und mehreren Normen verwendet werden.

Die meisten SKF Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“ werden in den Toleranzklassen P4A, P4C und SP gefertigt. Die genormten und optionalen Toleranzklassen für

SKF Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“ sind in **Tabelle 2** angegeben.

Die einzelnen Produktabschnitte enthalten Angaben, mit welcher Genauigkeit die Lager jeweils gefertigt werden.

Tabelle 1

Vergleich der Toleranzklassen

| SKF Toleranzklasse | Standard-Toleranzklassen gemäß verschiedener Normen | | | Maßgenauigkeit | | |
|------------------------|---|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|
| | Laufgenauigkeit ISO ¹⁾ | ANSI/ABMA ²⁾ | DIN ³⁾ | ISO ¹⁾ | ANSI/ABMA ²⁾ | DIN ³⁾ |
| P4A | 2 ⁴⁾ | ABEC 9 ⁴⁾ | P2 ⁴⁾ | 4 | ABEC 7 | P4 |
| P4 | 4 | ABEC 7 | P4 | 4 | ABEC 7 | P4 |
| P5 | 5 | ABEC 5 | P5 | 5 | ABEC 5 | P5 |
| P2 | 2 | ABEC 9 | P2 | 2 | ABEC 9 | P2 |
| PA9A | 2 | ABEC 9 | P2 | 2 | ABEC 9 | P2 |
| P4C | 4 | ABEC 7 | P4 | 4 | ABEC 7 | P4 |
| SP | 4 | ABEC 7 | P4 | 5 | ABEC 5 | P5 |
| UP⁵⁾ | 2 | ABEC 9 | P2 | 4 | ABEC 7 | P4 |

1) ISO 492 oder ISO 199

2) ANSI/ABMA Std. 20

3) DIN 620-2 oder DIN 620-3

4) $d > 120 \text{ mm}$ → ISO 4 oder besser, ABEC 7 oder besser, DIN P4 oder besser

5) Abhängig von der Lagergröße kann die Genauigkeit sogar noch besser sein.

Tabelle 2

Genormte und optionale Toleranzklassen für SKF Super-precision bearings

| Lagerart | Standardtoleranzklasse | Optionale Toleranzklasse |
|--|---------------------------|----------------------------|
| Schräggugellager | P4A oder P4 ¹⁾ | PA9A oder P2 ¹⁾ |
| Zylinderrollenlager | SP | UP |
| Zweiseitig wirkende Axial-Schräggugellager der Reihe BTW | SP | UP |
| Zweiseitig wirkende Axial-Schräggugellager der Reihe BTM | P4C | – |
| Axial-Schräggugellager für Gewindetriebe | P4A | – |
| Axial-Radial-Zylinderrollenlager ²⁾ | – | – |

1) Nur für die Reihe 718 D

2) Rundlauf mindestens P4, Planlauf nahe P4. Reduzierter Axial- und Radialschlag auf Anfrage.

Laufgenauigkeit

Die Laufgenauigkeit einer Wellenanordnung hängt von der Genauigkeit aller Systemkomponenten ab. Der wichtigste Faktor ist dabei die Form- und Lagegenauigkeit der Laufbahnen.

Bei der Auswahl einer geeigneten Toleranzklasse für ein Lager ist meist der maximale Radial- oder Axialschlag (je nach Lagertyp) des Innenrings der entscheidende Faktor.

Diagramm 1 vergleicht die relativen Radialschlag-Grenzwerte des Innenrings für unterschiedliche Toleranzklassen.

Maßgenauigkeit

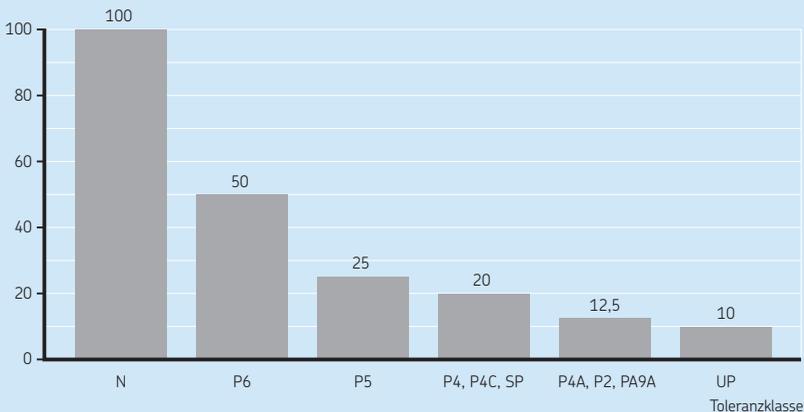
Die Genauigkeit der Hauptabmessungen eines Lagers und seiner Lagersitze ist für ihre Passgenauigkeit von großer Bedeutung. Die Passung zwischen Lagerinnenring und Welle bzw. Außenring und Gehäuse wirkt sich auf die Radialluft bzw. die Vorspannung des montierten Lagers aus.

Bei Zylinderrollenlagern mit kegeliger Bohrung sind geringfügig größere Dimensionsabweichungen zulässig als bei anderen Hochgenauigkeitslagern der Reihe „Super-precision bearings“. Das liegt daran, dass die Lagerluft bzw. Vorspannung beim Einbau durch Verschieben des Innenrings auf den kegeligen Sitz eingestellt wird.

Diagramm 1

Relative Radialschlaggrenzen unterschiedlicher Toleranzklassen

Relativer Radialschlag des Innenrings [%]
(Referenzbohrung = 70 mm)



Steifigkeit

Bei Werkzeugmaschinen muss die Spindel extrem steif sein, da die elastische Verformung unter Last starke Auswirkungen auf die Produktivität und Genauigkeit der gesamten Einheit hat. Neben der Lagersteifigkeit beeinflussen weitere Faktoren wie Werkzeugüberstand und Anzahl und Position der Lager die Steifigkeit der Gesamtanwendung.

Folgende Faktoren beeinflussen die Lagersteifigkeit:

- **Art der Wälzkörper**

Rollenlager sind steifer als Kugellager. Keramik-Wälzkörper sind steifer als Wälzkörper aus Stahl.

- **Anzahl und Größe der Wälzkörper**

Bei einer größeren Anzahl von Wälzkörpern mit kleinerem Durchmesser wird die Steifigkeit erhöht.

- **Berührungswinkel**

Wenn Berührungswinkel und Lastwinkel ähnlich sind, erhöht sich die Steifigkeit.

- **Innere Konstruktion**

Eine enge Schmiegun führt bei Schrägkugellagern zu einer höheren Steifigkeit.

Wenn eine hohe Systemsteifigkeit gefordert wird, sind Zylinderrollenlager oftmals eine hervorragende Wahl. Es können aber auch Schrägkugellager mit kleinem Berührungswinkel eingesetzt werden.

Wenn eine hohe axiale Steifigkeit gefordert ist, kommen Axial-Schrägkugellager mit großem Berührungswinkel bevorzugt zum Einsatz. Die Steifigkeit lässt sich durch eine höhere Vorspannung verbessern; dadurch kann sich jedoch die zulässige Höchstdrehzahl reduzieren.

Weitergehende Informationen über die Systemsteifigkeit und Lagersteifigkeit enthält der Abschnitt *Systemsteifigkeit* (→ Seite 66).

Verfügbarer Einbauraum

Aufgrund des begrenzten Platzangebots und der hohen Anforderungen an Steifigkeit und Laufgenauigkeit kommen in Hochgenauigkeits-Anwendungsfällen oft Lager mit geringer Querschnittshöhe zum Einsatz. Diese Lager können Wellen mit relativ großen Durchmessern führen und die erforderliche Steifigkeit auch bei einem relativ kleinen Hüllkreis der Wälzkörper gewährleisten.

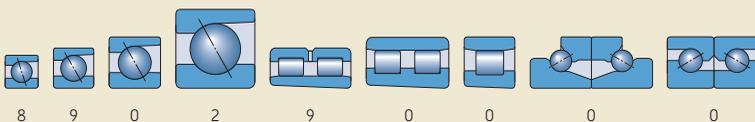
Bei den für Werkzeugmaschinen oft verwendeten Schrägkugellagern, Zylinderrollenlagern und Axial-Schrägkugellagern handelt es sich fast ausschließlich um Lager der ISO-Durchmesserreihen 9 und 0 (→ **Bild 1**).

Schrägkugellager der Durchmesserreihe 2 kommen in neuen Anwendungsfällen selten zum Einsatz, sind aber in Bestandsanwendungen noch weit verbreitet. Bei Notwendigkeit einer kompakten Bauweise sind Schrägkugellager der Durchmesserreihe 8 geeignet.

Durch Auswahl von Lagern der Durchmesserreihe 9 oder 0 lässt sich bei bestimmten Anwendungsfällen hinsichtlich der Steifigkeit und Tragfähigkeit eine optimale Lageranordnung mit dem gleichen radialen Einbauraum erreichen.

Axial-Schrägkugellager für Gewindetribe haben größere Querschnittshöhen. Bei diesen Lagern kommt meist die Durchmesserreihe 2 oder 3 zum Einsatz. Der verfügbare Einbauraum spielt hierbei meist keine sehr große Rolle, die Tragfähigkeit dafür aber umso mehr.

Bild 1



Drehzahlen

Die erreichbaren Drehzahlen von Hochgenauigkeitslagern der Reihe „Super-Precision Bearings“ hängen in erster Linie vom Lagertyp, der Ausführung, dem Material, der Art und Größe der Belastung sowie dem Schmierstoff und dem Schmierverfahren ab. Für die zulässige Drehzahl stellt die Betriebstemperatur eine zusätzliche Grenze dar.

Für Hochgenauigkeitslagerungen der Reihe „Super-precision bearings“ in Anwendungen mit hohen Drehzahlen sind Lager erforderlich, die minimale Reibung bzw. Reibungswärme erzeugen. Am besten eignen sich Hochgenauigkeits-Schrägkugellager und Zylinderrollenlager der Reihe „Super-precision bearings“ für diese Anwendungen. Für extrem hohe Drehzahlen können Hybridlager (Lager mit Keramik-Wälzkörpern) erforderlich sein.

Schrägkugellager können höhere Drehzahlen aufnehmen als andere Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“.

Diagramm 2 vergleicht die Nenndrehzahlen von SKF Schrägkugellagern aus unterschiedlichen Reihen. Einzelheiten zu den einzelnen Lagerreihen enthält der Abschnitt *Bezeichnungsschema* auf **Seite 196**.

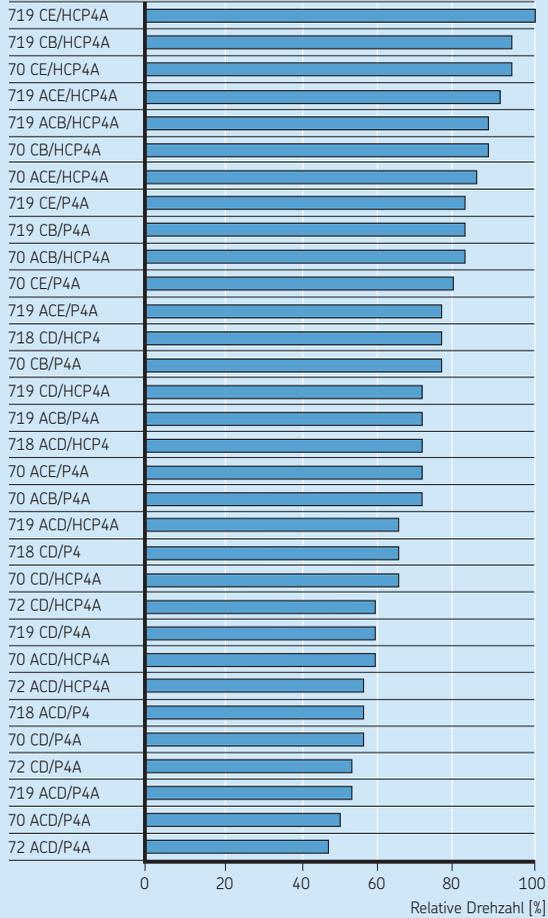
Axiallager lassen nicht so hohe Drehzahlen zu wie Radiallager.

Generell gilt: Für höhere Drehzahlen muss ein gewisser Verlust an Steifigkeit in Kauf genommen werden.

Weitere Informationen über die erreichbaren Drehzahlen enthält der Abschnitt *Drehzahlen* (→ **Seite 38**).

Vergleichsdrehzahlen von Schrägkugellagern

Lagerreihe



- AC** Berührungswinkel 25°
C Berührungswinkel 15°
B Hochgeschwindigkeitsausführung B
E Hochgeschwindigkeitsausführung E
D Hochleistungsausführung D
HC Keramikugeln

Belastungen

Bei der Wahl von SKF Hochgenauigkeitslagern der Reihe „Super-precision bearings“ für Anwendungen mit hohen Drehzahlen stellt die berechnete Lebensdauer (und somit die Tragzahl) in der Regel keine Einschränkung dar. Dagegen sind normalerweise Kriterien wie Steifigkeit, Größe der erforderlichen Bohrung in einer Hohlwelle, Arbeitsdrehzahl und Genauigkeit die entscheidenden Faktoren.

Bei der Auswahl des Lagertyps spielen Größe und Richtung der Belastung eine wichtige Rolle.

Radiale Belastung

Hochgenauigkeits-Zylinderrollenlager der Reihe „Super-precision bearings“ sind in der Lage, höhere Radiallasten aufzunehmen als Kugellager mit den gleichen Abmessungen. Sie können zwar keine Axiallasten aufnehmen, dafür aber eine gewisse axiale Verlagerung zwischen Innen- und Außenring gewährleisten, da sich – je nach Konstruktion – entweder am Innen- oder am Außenring keinen Bord befindet.

Axialkräfte

Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager der Reihen BTW und BTM nehmen ausschließlich Axialbelastungen auf, und zwar in beiden Richtungen. Sätze aus Schrägkugellagern sind ebenfalls eine praktikable Lösung, insbesondere für hohe Drehzahlen.

Für große Lagerungsdurchmesser oder sehr hohe Axiallasten werden spezielle, einseitig wirkende Axialkugellager oder Axial-Zylinderrollenlager empfohlen. Weitere Informationen über diese Speziallager erhalten Sie vom Technischen SKF Beratungsservice.

Damit ein Axiallager ausschließlich axial belastet werden kann, ist die Gehäusescheibe mit radialer Lagerluft einzubauen.

Kombinierte Belastungen

Eine kombinierte Belastung besteht aus einer Radial- und einer gleichzeitig auftretenden Axiallast (→ Bild 2). Eine sehr effektive Möglichkeit zur Aufnahme kombinierter Belastungen ist die Verwendung von Lagern, die radiale und axiale Belastungen aufnehmen können.

Zu den Hochgenauigkeitslagern der Reihe „Super-precision bearings“, die dieses Merkmal aufweisen, gehören folgende Ausführungen:

- Schrägkugellager der Reihen 718, 719, 70 und 72
- einseitig wirkende Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe der Reihen BSA und BSD
- doppelseitig wirkende Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe der Reihen BEAS und BEAM
- Axial-Radial-Zylinderrollenlager der Reihe NRT

Die axiale bzw. radiale Belastbarkeit eines Lagers hängt im Wesentlichen von dessen Berührungswinkel α (→ Bild 2) ab. Ein Lager mit einem Berührungswinkel von 0° kann ausschließlich radiale Belastungen aufzunehmen. Bei zunehmendem Berührungswinkel steigt die axiale Tragfähigkeit proportional an. Liegt der Berührungswinkel bei 90° , ist das Lager ein reines Axiallager und kann dann ausschließlich axiale Belastungen aufnehmen. Die Nenndrehzahl verhält sich jedoch umgekehrt proportional zum Berührungswinkel, d. h. je größer der Berührungswinkel, desto niedriger die Nenndrehzahl.

Axial-Radial-Zylinderrollenlager nehmen die Axial- und Radialkomponenten einer kombinierten Belastung mit getrennten Rollenreihen auf, die senkrecht zu einander stehen.

In Anwendungsfällen mit kombinierten Belastungen und sehr hoher Axiallastkomponente können Radial-Axial-Kombibelastungen durch separate Lager aufgenommen werden.

Bild 2



Axiale Verschiebbarkeit

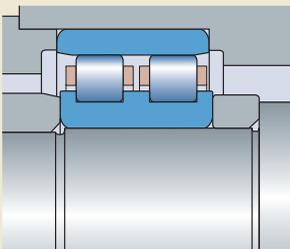
Bei den meisten Anwendungen, bei denen die Lager wärmebedingte Längenänderungen aufnehmen müssen, ohne eine Axiallast auf die Lager auszuüben, kommen Lagerungen mit Fest- und Loslager zum Einsatz.

Das Festlager muss das gelagerte Maschinenteil axial in beiden Richtungen führen. Bei Werkzeugmaschinen lässt sich ein Satz von Schrägkugellagern oder ein Paar Axial-Schrägkugellager einsetzen.

Loslager müssen temperaturbedingte Längenänderungen der Welle aufnehmen können. Zylinderrollenlager sind hierfür gut geeignet, da sie Verschiebungen der Welle gegenüber dem Gehäuse im Lager aufnehmen (→ **Bild 3**). Hierdurch lässt sich das Lager mit einer festen Passung am Innen- und Außenring montieren.

Wenn Schrägkugellager paarweise als Loslager eingesetzt werden, muss entweder der Innen- oder der Außenring der beiden Lager eine lose Passung haben, sodass sie sich auf der Welle bzw. im Gehäuse bewegen können. Eine lose Passung wirkt sich allerdings negativ auf die Systemsteifigkeit aus.

Bild 3



Abgedichtete Lager

Zum Schutz der Lager gegen Schmierstoffaustritt bzw. das Eindringen von Verunreinigungen gehören zum SKF Lieferprogramm auch Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“ mit integrierten Dichtungen:

- berührungsfreie Dichtungen (→ Bild 4)
- berührende Dichtungen (→ Bild 5)

Abgedichtete Lager ermöglichen in vielen Fällen sehr wirtschaftliche und platzsparende Lösungen. Zu den abgedichteten Lagern gehören:

- Schrägkugellager mit berührungsfreien Dichtungen
- einseitig wirkende Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe mit berührungsfreien Dichtungen
- zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe mit berührenden oder berührungsfreien Dichtungen

Beidseitig abgedichtete Lager sind in der Regel auf Lebensdauer geschmiert. Sie sollten vor dem Einbau nicht gewaschen werden. Sie sind stets mit einem geeigneten Fett entsprechender Menge befüllt. Sie können nicht nachgeschmiert werden. Die Ausnahme bilden einige Lager für Gewindetriebe, die über spezielle Nachschmiermöglichkeiten verfügen.

Bild 4

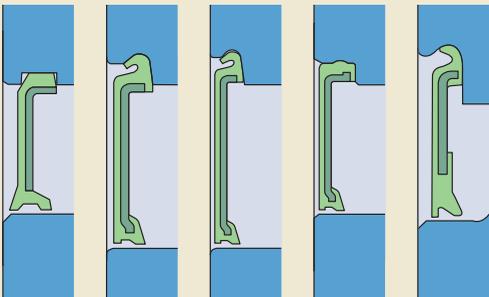
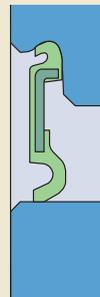


Bild 5



Lebensdauer und Tragfähigkeit

In Industrieanwendungen wird die Lagergröße meist durch die Tragfähigkeit in Abhängigkeit von der Belastung, der erforderlichen Lebensdauer und der erforderlichen Zuverlässigkeit bestimmt. Bei Werkzeugmaschinen wird die Lagergröße allerdings fast immer durch andere Faktoren bestimmt, z. B. durch die Systemsteifigkeit, die vorgegebenen Spindelabmessungen, die Betriebsdrehzahlen und den Vorschub.

Die Bestimmung der tatsächlichen Belastung bei Hochgenauigkeitslagerungen der Reihe „Super-precision bearings“ ist besonders komplex, da viele Faktoren zu berücksichtigen sind. Der *SKF Spindle Simulator* ist ein hochentwickeltes Softwareprogramm zur Analyse statisch unbestimmter Spindellagerungen. Er kennt die Details der SKF Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“ und kann daher auch Spindelanwendungen berechnen, in denen diese Lager zum Einsatz kommen. Weitere Informationen erhalten Sie vom Technischen SKF Beratungsservice bzw. von den *SKF Engineering Consultancy Services* unter skf.com.

Dynamische Tragzahl und Lebensdauer

Die allgemeinen Angaben zur Berechnung der Lagergebrauchsdauer und der Tragzahlen im Abschnitt *Bestimmung der Lagergröße* im SKF Katalog *Wälzlager* und unter skf.com gelten auch für Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“. Alle Lebensdauerberechnungen basieren auf ISO 281 und beziehen sich auf normale Drehzahlen. Für Anwendungen mit einem Drehzahlkennwert von $A \geq 500\,000$ mm/min, empfiehlt es sich den Technischen SKF Beratungsservice einzuschalten.

$$A = n \cdot d_m$$

Hierin sind

- A = der Drehzahlkennwert [mm/min]
- d_m = der mittlere Lagerdurchmesser [mm]
= $0,5 \cdot (d + D)$
- n = die Drehzahl [min^{-1}]

Die nominelle Lebensdauer lässt sich für Ermüdungsbedingungen nach statistischen Annahmen bestimmen. Weitere Informationen finden

Sie im Abschnitt *Nominelle Lebensdauer* des SKF Katalogs *Wälzlager* und unter skf.com.

Dynamische Tragzahl

Die dynamische Tragzahl wird bei der Auswahl dynamisch beanspruchter Lager herangezogen, d.h. bei Lagern, die unter Belastung umlaufen. Sie bezieht sich auf eine Lagerbelastung, die nach ISO 281 eine nominelle Lebensdauer von L_{10} Umdrehungen ergibt. Dabei wird vorausgesetzt, dass die Belastung nach Größe und Richtung unveränderlich ist und außerdem bei Radiallagern rein radial und bei Axiallagern rein axial und zentrisch wirkt.

Die Werte für die dynamische Tragzahl C werden in den Produkttabellen angegeben.

Äquivalente dynamische Lagerbelastung

Zur Berechnung der nominellen Lebensdauer eines Lagers müssen die tatsächlichen dynamischen Belastungen in die äquivalente dynamische Lagerbelastung umgerechnet werden. Die äquivalente dynamische Lagerbelastung P ist definiert als hypothetische Belastung, konstant in Größe und Richtung, die rein radial bei Radiallagern und rein axial und zentrisch bei Axiallagern wirkt. Diese hypothetische Belastung würde bei Anwendung dieselbe Auswirkung auf die Lebensdauer haben wie die tatsächlichen Lasten, denen das Lager ausgesetzt ist.

Die zur Berechnung der äquivalenten dynamischen Lagerbelastung erforderlichen Angaben finden Sie in den einzelnen Produktkapiteln.

Nominelle Lebensdauer

Die nominelle Lebensdauer eines Lagers nach DIN ISO 281:1990 ergibt sich aus

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^p$$

Bei unveränderlicher Drehzahl ist es häufig angebracht, die nominelle Lebensdauer in Betriebsstunden zu rechnen:

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60 n} L_{10}$$

Hierin sind

L_{10} = die nominelle Lebensdauer bei 90% Erlebenswahrscheinlichkeit [Millionen Umdrehungen]

L_{10h} = die nominelle Lebensdauer bei 90% Erlebenswahrscheinlichkeit [Betriebsstunden]

C = die dynamische Tragzahl [kN]

P = die äquivalente dynamische Lagerbelastung [kN]

n = die Betriebsdrehzahl [min^{-1}]

p = der Exponent der Lebensdauergleichung
= 3 bei Kugellagern
= 10/3 bei Rollenlagern

Lebensdauer von Hybridlagern

Für die Berechnung der Lebensdauer von Hybridlagern können die gleichen Werte wie für Stahlwälzkörper genutzt werden. Die Keramikwälzkörper in Hybridlagern sind erheblich härter und steifer als Stahlwälzkörper. Obwohl der höhere Grad an Härte und Steifigkeit einen stärkeren Berührungsdruk zwischen den Keramikwälzkörpern und der Stahllaufbahn bewirkt, zeigen Labortests und Praxiserfahrungen, dass für beide Lagerarten die gleichen Kenndaten verwendet werden können.

In der Praxis und in Prüfungen hat sich gezeigt, dass in typischen Anwendungsfällen von Werkzeugmaschinen die Gebrauchsdauer eines Hybridlagers deutlich länger ist als die eines Lagers mit Stahlwälzkörpern. Die längere Gebrauchsdauer des Hybridlagers ist auf den Härtegrad, die geringere Dichte und die Oberflächengüte der Wälzkörper zurückzuführen. Die geringere Dichte minimiert die interne Belastung durch Zentrifugal- sowie Massenkräfte.

Dank des höheren Härtegrads sind die Wälzkörper weniger anfällig für Verschleiß. Aufgrund ihrer hohen Oberflächengüte können sie die Wirkung des Schmierstoffs optimieren.

Erforderliche Mindestbelastung

Bei hohen Drehzahlen, starken Beschleunigungen oder schnellen Lastrichtungswechseln können die Massenkräfte der Wälzkörper sowie die Reibung im Schmierstoff die Abrollverhältnisse in der Lagerung nachteilig beeinflussen und schädliche Gleitbewegungen zwischen Wälzkörpern und Laufbahnen hervorrufen. Wälzlager sollten daher immer einer gewissen Mindestbelastung ausgesetzt sein. Als Faustregel gilt, dass die Mindestbelastung bei Kugellagern das 0,01 C und bei Rollenlagern das 0,02 C betragen sollte.

Lebensdauerberechnung bei veränderlichen Betriebsbedingungen

Es gibt eine Vielzahl von Lagerungen, bei denen sich die Betriebsbedingungen wie die Größe und die Richtung von Belastungen, die Drehzahl, die Betriebstemperatur und die Schmierbedingungen fortlaufend verändern. In Fällen mit veränderlichen Betriebsbedingungen sind deshalb die einzelnen Betriebsphasen auf eine begrenzte Anzahl von vereinfachten Lastfällen zu reduzieren.

Bei kontinuierlich veränderlichen Belastungen können verschiedene Belastungsstufen gebildet werden. Das Belastungsspektrum kann dann auf ein Histogramm mit Intervallen von konstanten Betriebsbedingungen reduziert werden (→ **Diagramm 3**). Hierbei repräsentiert jedes Intervall einen bestimmten Zeitanteil des Betriebes. Es ist zu beachten, dass hohe und mittlere Belastungen deutlich mehr Lagerlebensdauer „verbrauchen“ als leichte Belastungen. Deshalb ist es wichtig, auch Stoß- und Spitzenbelastungen im Histogramm ausreichend zu berücksichtigen, selbst dann, wenn diese nur relativ selten auftreten und auf nur wenige Umdrehungen begrenzt sind.

Innerhalb eines jeden Intervalls werden für die Lagerbelastung und die übrigen Betriebsbedingungen konstante Mittelwerte festgelegt. Die Anzahl der Betriebsstunden oder Umdrehungen eines jeden Intervalls kennzeichnen deren Anteil am Gesamtlebenszyklus der Lagerung. Wenn also N_1 der Anzahl der Umdrehungen während der Lastbedingung P_1 entspricht und N die erwartete Anzahl der Umdrehungen nach Ende

aller variablen Belastungszyklen ist, wird der Lebenszyklusanteil $U_1 = N_1/N$ für die Lastbedingung P_1 (mit der berechneten Lebensdauer $L_{10,1}$) verwendet. Die Lebensdauer bei veränderlichen Betriebsbedingungen kann wie folgt berechnet werden:

$$L_{10} = \frac{1}{\frac{U_1}{L_{10,1}} + \frac{U_2}{L_{10,2}} + \frac{U_3}{L_{10,3}} + \dots}$$

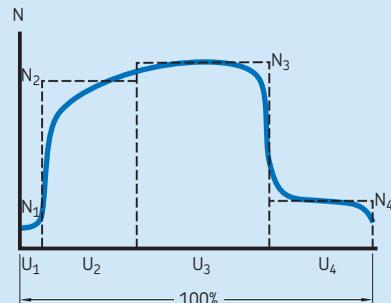
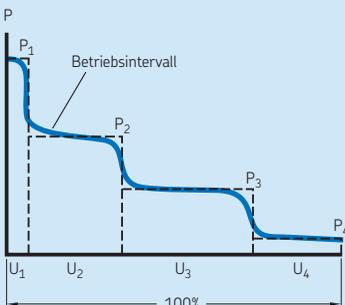
Hierin sind

- L_{10} = die nominelle Lebensdauer bei 90% Erlebenswahrscheinlichkeit [Millionen Umdrehungen]
- $L_{10,1}, L_{10,2}, \dots$ = nominelle Lebensdauer bei 90% Erlebenswahrscheinlichkeit während der Betriebsbedingungen 1, 2 ... [Millionen Umdrehungen]
- U_1, U_2, \dots = Anteil am Gesamtlebensdauerzyklus unter den Betriebsbedingungen 1, 2 ...
Hinweis: $U_1 + U_2 + \dots + U_n = 1$

Die Lebensdauerberechnung nach dieser Gleichung setzt genauere Kenntnisse über die Betriebsabläufe und jeweils vorliegenden Betriebsbedingungen voraus. Andernfalls müssen für eine bestimmte Lagerung allgemein bekannte und typische Betriebszustände zugrunde gelegt werden.

Diagramm 3

Histogramm aus konstanten Belastungsblöcken



Zulässige statische Belastungen

Sehr hohe Belastungen oder Stoßbelastungen können die Laufbahnen von Wälzkörpern dauerhaft verformen. Bei Hochgenauigkeitslagerungen der Reihe „Super-precision bearings“ müssen dauerhafte Verformungen durch statische Belastungen wirksam verhindert werden. Dazu wird in einem ersten Schritt die statische Tragzahl des Lagers mit der äquivalenten statischen Lagerbelastung verglichen. Der Vergleich liefert Aufschluss über das Verformungsrisiko. Bei sehr stark belasteten Hochgenauigkeits-Schrägkugellagern der Reihe „Super-precision bearings“ sollte die Kontaktzonenverkürzung überprüft werden, um Kantenspannungen zu vermeiden, die wiederum zu einer dauerhaften Verformung führen können. Weitere Auskünfte erhalten Sie vom Technischen SKF Beratungsservice.

Statische Tragzahl

Die statische Tragzahl C_0 nach ISO 76 entspricht dem berechneten Berührungsdruck im Zentrum des am stärksten belasteten Wälzkörper / Laufbahnkontaktes. Diese Belastung führt zu einer permanenten Gesamtverformung des Wälzkörpers und der Laufbahn, die etwa 0,0001 des Wälzkörperdurchmessers entspricht. Dabei wird vorausgesetzt, dass die Belastung bei Radiallagern rein radial und bei Axiallagern rein axial und zentrisch wirkt.

Die Werte für die statische Tragzahl C_0 sind in den Produkttabellen angegeben.

Äquivalente statische Lagerbelastung

Zum Vergleich der tatsächlichen Belastungen mit der statischen Tragzahl sind die tatsächlichen Belastungen in die äquivalente Belastung umzurechnen. Die äquivalente statische Belastung P_0 ist als hypothetische Belastung definiert (Radialbelastung bei Radiallagern und Axialbelastung bei Axiallagern), die zu den gleichen permanenten Verformungen des Lagers führen würde wie die Belastungen, denen das Lager tatsächlich ausgesetzt ist.

Die zur Berechnung der äquivalenten statischen Lagerbelastung erforderlichen Angaben finden Sie in den einzelnen Produktkapiteln.

Erforderliche statische Tragzahl

Die erforderliche statische Tragzahl C_0 zur Vermeidung von dauerhaften Verformungen im Lager lässt sich wie folgt bestimmen:

$$C_0 \geq s_0 P_0$$

Hierin sind

C_0 = die statische Tragzahl [kN]

P_0 = die äquivalente statische Lagerbelastung [kN]

s_0 = die statische Tragsicherheit

Richtlinien für Mindestwerte:

- 2 für Hochgenauigkeits-Axial-Schrägkugellager der Reihe „Super-precision bearings“ mit Stahlkugeln (einschließlich Axial-Rillenkugellagern)
- 3 für Hochgenauigkeits-Zylinderrollenlager der Reihe „Super-precision bearings“ mit Stahlrollen
- 4 für Hochgenauigkeits-Axial-Radial-Zylinderrollenlager der Reihe „Super-precision bearings“

Für Hybridlager ist die statische Tragsicherheit um 10% zu erhöhen.

Für Axial-Schrägkugellager für Gewindetribe sind Sicherheitsfaktoren bis zu $s_0 = 1$ möglich.

Reibung

Die Reibung in einem Lager lässt sich als Gesamtwiderstand gegen die Rotation beschreiben. Sie beruht hauptsächlich auf den folgenden Faktoren:

- elastische Verformung der Wälzkörper und Laufbahnen unter Belastung
- Drehzahl
- Schmierstoff und Schmierverfahren
- Gleitreibung zwischen den Wälzkörpern und dem Käfig, den Führungsborden bzw. -ringen sowie die Gleitreibung zwischen den Dichtungen und ihren Anlaufflächen

All diese Faktoren tragen zur Wärmeerzeugung durch Reibung im Lager bei. Die Lagerbetriebs-temperatur ist erreicht, wenn sich Reibungs-wärme und Wärmeabführung der Anwendung im Gleichgewicht befinden.

Weitere Informationen zur Reibung in Hochgenauigkeitslagern der Reihe „Super-precision bearings“ erhalten Sie vom Technischen SKF Beratungsservice.

Der Einfluss von Lagerluft und Vorspannung auf die Reibung

Hohe Betriebstemperaturen bzw. hohe Drehzahlen können die Lagerluft reduzieren oder die Lagervorspannung erhöhen. Beide Faktoren können die Reibung erhöhen. Das ist besonders wichtig für Hochgenauigkeitslagerungen der Reihe „Super-precision bearings“, da diese meist vorgespannt sind und extrem empfindlich auf Vorspannungsänderungen reagieren.

Sind die Parameter Betriebsspiel oder Vorspannung für ein bestimmte Lagerung von besonderer Bedeutung, empfiehlt es sich, den Technischen SKF Beratungsservice einzuschalten.

Der Einfluss des Schmierfettfüllgrades

Bei der Inbetriebnahme und nach dem Nachschmieren kann das Reibungsmoment eines fettgeschmierten Lagers in den ersten Stunden oder Tagen außergewöhnlich hoch sein. Dieses hohe Anfangsmoment, das sich in Form von Temperaturspitzen äußert, ist durch die ungleichmäßige Verteilung des Fetts im Freiraum des Lagers bedingt.

Nach einer Einlaufphase ähneln das Reibungsmoment und die Lagerbetriebs-temperatur typischerweise den Werten für ölgeschmierte Lager. Lager mit zu hoher Schmierfettmenge können höhere Reibungswerte aufweisen.

Reibungsverhalten von Hybridlagern

Die niedrigere Dichte von Wälzkörpern aus Siliziumnitrid verglichen mit Stahl verringert die internen Zentrifugalkräfte. Diese Tatsache sowie die geringere Rollreibung bewirken deutlich niedrigere Betriebstemperaturen, auch bei hohen Drehzahlen. Niedrigere Betriebstemperaturen wiederum verlängern die Gebrauchsdauer, sowohl des Lagers als auch des Schmierstoffs.

Drehzahlen

Die maximale Betriebsdrehzahl eines Wälzlagers hängt weitgehend von der zulässigen Betriebstemperatur des Lagers ab. Die Betriebstemperatur eines Lagers richtet sich nach der von ihm erzeugten Reibungswärme, nach der von außen zugeführten Wärme und nach der Wärmemenge, die vom Lager abtransportiert werden kann.

Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“ erzeugen nur eine geringe Reibung und sind daher sehr gut für Anwendungsfälle mit hohen Drehzahlen geeignet. Im Vergleich zu Wälzlagern ähnlicher Größe bieten Kugellager eine geringere Tragfähigkeit, aufgrund ihrer kleineren Kontaktfläche lassen sie sich jedoch bei viel höheren Drehzahlen einsetzen. Hybridlager bieten jedoch bei allen Lagertypen zusätzliche Vorteile. **Diagramm 4** vergleicht den Temperaturanstieg in fettgeschmierten Spindellagern bei unterschiedlichen Lagerarten. Die

einzelnen Lagerkurven sind repräsentativ für die zugehörige, komplette Lagerreihe.

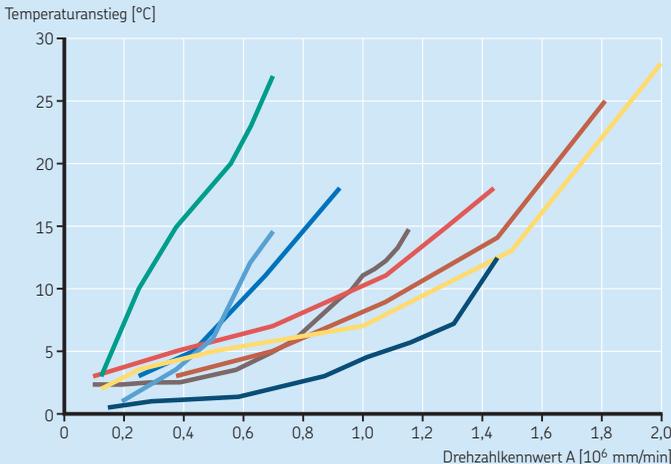
Richtwerte für die erreichbaren Drehzahlen von Lagern aus den einzelnen Reihen sind in **Diagramm 5** (→ Seite 40) für Öl-Luft-Schmierung und in **Diagramm 6** (→ Seite 42) für Fettschmierung enthalten. Beide Diagramme basieren auf dem Drehzahlkennwert A. Einzelheiten zu den einzelnen Lagerreihen enthält das Bezeichnungsschema für:

- Schrägkugellager (→ Seite 196)
- Zylinderrollenlager (→ Seite 286)
- Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager (→ Seite 311)
- Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe (→ Seite 364)

Allgemein gilt: Lager mit kleinerer Querschnittshöhe d_m vertragen höhere Drehzahlen.

Diagramm 4

Temperaturanstieg in fettgeschmierten Spindellagern



- Schrägkugellager**
- 7008 CE/HC (Hochgeschwindigkeitsausführung, Hybrid, federvorgespannt)
- Schrägkugellager, O-Anordnung**
- S71912 ACB/HCDBA (abgedichtet, Hochgeschwindigkeitsausführung, Hybrid)
 - 7205 CD/DBA (Hochleistung)
 - 71912 CD/DBA (Hochleistung, lange Abstandshülsen)
 - 7005 CD/HCDBA (Hochleistung, Hybrid)

- Zylinderrollenlager**
- NN 3014 KTN
- Axial-Schrägkugellager**
- BTW 100
 - BTM 100 B

Zulässige Drehzahlen

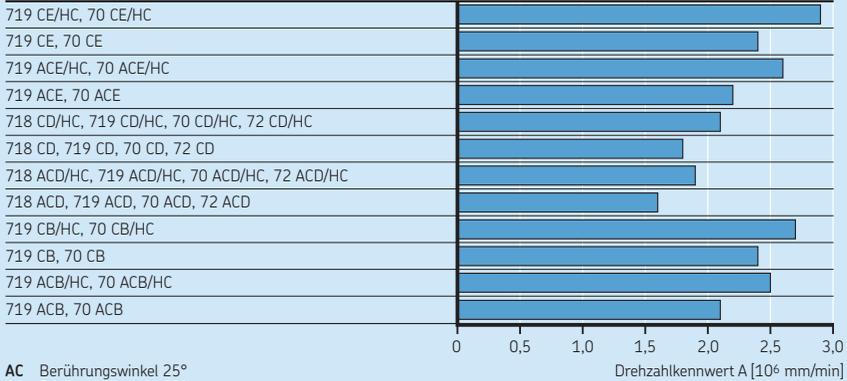
Die zulässige Drehzahl eines Lagers richtet sich nach der von ihm erzeugten Reibungswärme, nach der von außen zugeführten Wärme und nach der Wärmemenge, die vom Lager abtransportiert werden kann. Wenn aufgrund des Anwendungsdesigns oder hoher Umgebungstemperaturen keine ausreichende Wärmeableitung gewährleistet ist, wird eine zusätzliche Kühlung benötigt.

Diese Kühlung lässt sich durch ausgewählte Schmierverfahren erreichen. So wird das Öl beispielsweise bei der Öleinspritzschmierung und bei der Ölumlaukschmierung gefiltert und bei Bedarf auch vor dem Rücktransport zum Lager gekühlt.

Da die zulässige Drehzahl nicht nur vom Lager abhängt, enthalten die Produkttabellen die erreichbaren Drehzahlen, nicht jedoch die tatsächlichen Drehzahlgrenzwerte.

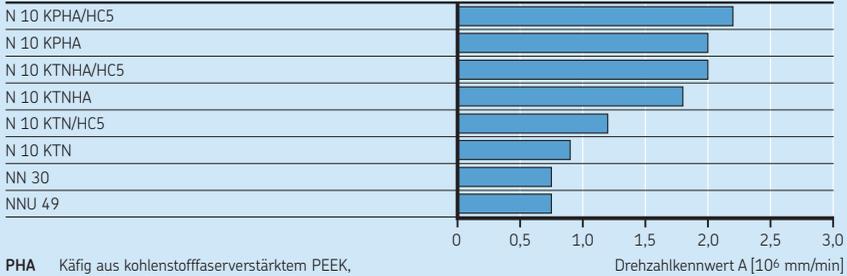
Richtwerte für erreichbare Drehzahlen – Öl-Luft-Schmierung

Schräggugellager
Lagerreihe



- AC Berührungswinkel 25°
- C Berührungswinkel 15°
- B Hochgeschwindigkeitsausführung B
- E Hochgeschwindigkeitsausführung E
- D Hochleistungsausführung D
- HC Keramikkugeln

Zylinderrollenlager
Lagerreihe

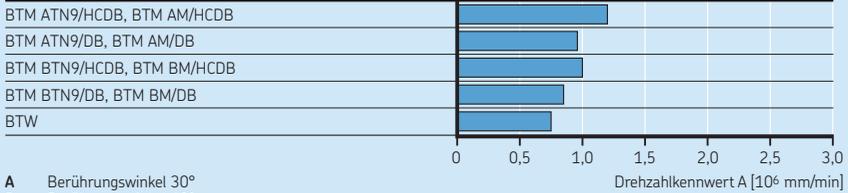


- PHA Käfig aus kohlenstofffaserverstärktem PEEK, Außenringgeführt
- TN Käfig aus PA66, rollengeführt
- TNHA Käfig aus glasfaserverstärktem PEEK, Außenringgeführt
- HC5 Keramikrollen

Richtwerte für erreichbare Drehzahlen – Öl-Luft-Schmierung

Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager

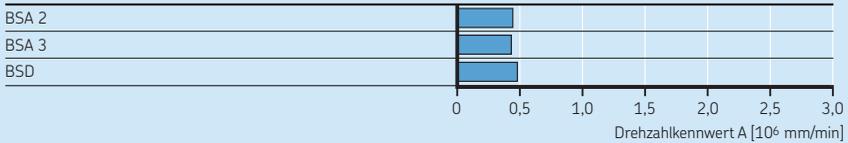
Lagerreihe



- A** Berührungswinkel 30°
B Berührungswinkel 40°
M Massivkäfig aus Messing, kugelgeführt
TN9 Glasfaserverstärkter Käfig aus PA66, kugelgeführt
HC Keramikugeln
DB O-Anordnung

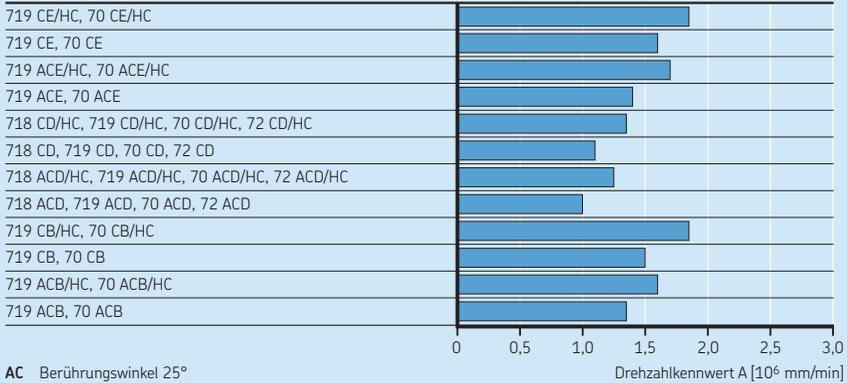
Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe

Lagerreihe



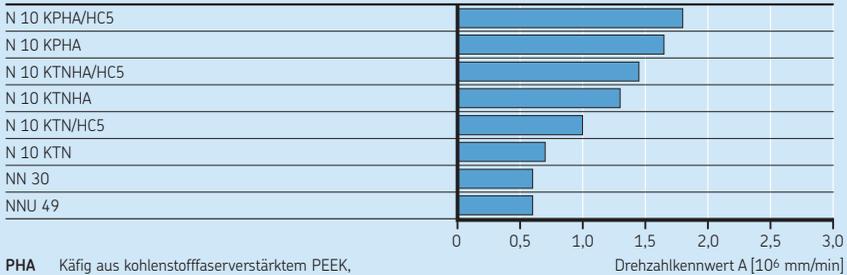
Richtwerte für erreichbare Drehzahlen – Fettschmierung

Schrägkugellager
Lagerreihe



- AC** Berührungswinkel 25°
- C** Berührungswinkel 15°
- B** Hochgeschwindigkeitsausführung B
- E** Hochgeschwindigkeitsausführung E
- D** Hochleistungsausführung D
- HC** Keramikkugeln

Zylinderrollenlager
Lagerreihe

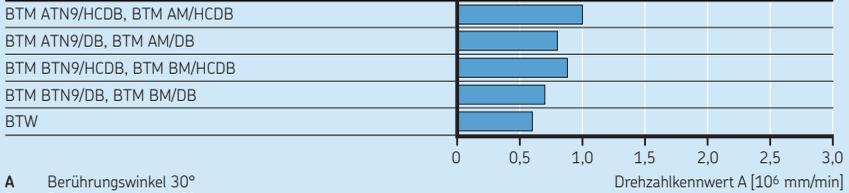


- PHA** Käfig aus kohlenstofffaserverstärktem PEEK, Außenringgeführt
- TN** Käfig aus PA66, rollengeführt
- TNHA** Käfig aus glasfaserverstärktem PEEK, Außenringgeführt
- HC5** Keramikrollen

Richtwerte für erreichbare Drehzahlen – Fettschmierung

Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager

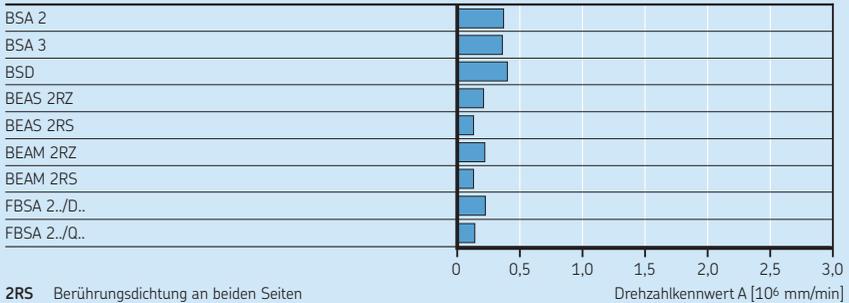
Lagerreihe



- A** Berührungswinkel 30°
B Berührungswinkel 40°
M Massivkäfig aus Messing, kugelgeführt
TN9 Glasfaserverstärkter Käfig aus PA66, kugelgeführt
HC Keramikugeln
DB O-Anordnung

Axial-Schrägkugellager für Gewindetribe

Lagerreihe



- 2RS** Berührungsdichtung an beiden Seiten
2RZ Berührungslose Dichtung an beiden Seiten
/D Einheit mit zwei Lagern
/Q Einheit mit vier Lagern

Erreichbare Drehzahlen

Die erreichbaren Drehzahlen in den Produkttabellen sind Richtwerte. Sie gelten bei folgenden Bedingungen:

- Lagersitz und Bohrungsdurchmesser entsprechend den empfohlenen Durchmessern und Abmessungstoleranzen (→ *Empfohlene Wellen- und Gehäusepassungen*, Seite 70)
- Leichte Belastungen ($P \leq 0,05 C$)
- gute Wärmeableitung aus den Lagern
- geeignete Schmierstoff und Schmierverfahren
- leichte Feder-Vorspannung (bei Verwendung von Schrägkugellagern)

Die Werte in den Produkttabellen für Fettschmierung lassen sich mit der richtigen Menge an geeignetem, niedrigviskosem Premiumfett erzielen.

Die Werte, die in den Produkttabellen unter „Öl-Luft-Schmierung“ aufgeführt werden, lassen sich für andere Ölschmierungsverfahren anpassen. Dabei sind die folgenden Reduzierungsfaktoren anzuwenden:

- 0,3 bis 0,4 bei Ölbadschmierung
- 0,95 bei Ölnebelschmierung

Drehzahlen oberhalb der erreichbaren Drehzahlen in den Produkttabellen lassen sich bei Verwendung einer Öleinspritzschmierung mit Ölkühlvorrichtung erzielen.

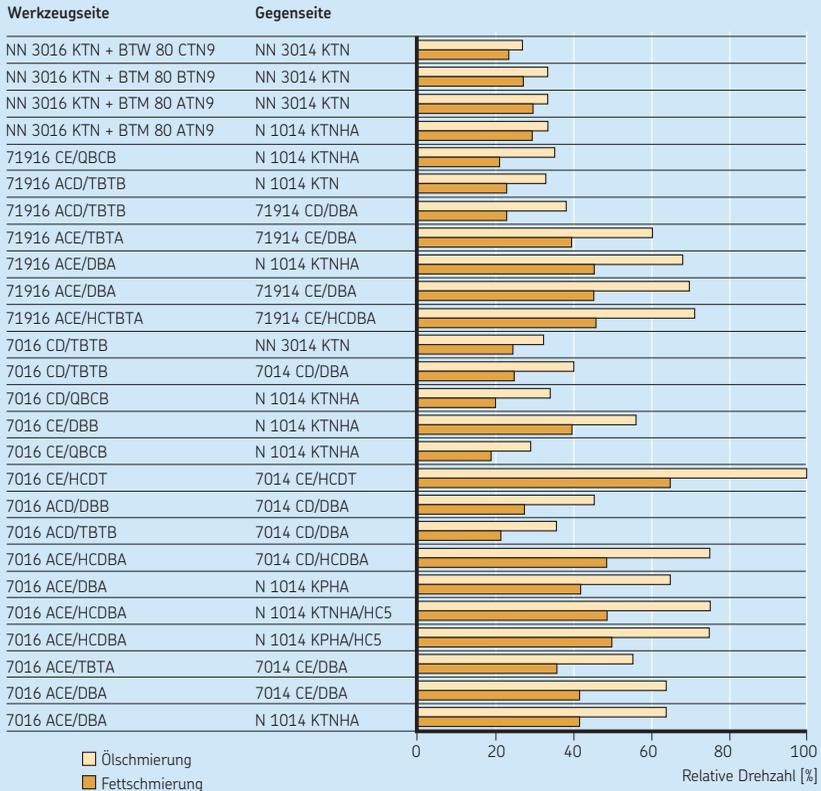
Weitere Auskünfte erhalten Sie vom Technischen SKF Beratungsservice.

Erreichbare Drehzahlen für typische Spindellagersysteme

Eine typische Spindellagerung (die unterschiedliche Lagerarten enthalten kann) besteht aus einer Anordnung auf der Werkzeugseite und einer zweiten Anordnung auf der Gegenseite. Die Anordnung auf der Werkzeugseite ist meist der kritischere der beiden Anordnungen. Dabei kommt oft ein größeres Lager mit einem höheren Drehzahlfaktor A zum Einsatz. **Diagramm 7** vergleicht mögliche Lagerungen und ihre Nenn-drehzahlen. Der Vergleich basiert auf Lagern mit 80-mm-Bohrung auf der Werkzeugseite und 70-mm-Bohrung auf der Gegenseite. Einzelheiten zu den einzelnen Lagerreihen enthält das Bezeichnungsschema für:

- Schrägkugellager (→ Seite 196)
- Zylinderrollenlager (→ Seite 286)
- Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager (→ Seite 311)

Vergleich der Nenndrehzahlen typischer Spindellagersysteme

**Schrägkugellager**

- AC** Berührungswinkel 25°
C Berührungswinkel 15°
E Hochgeschwindigkeitsausführung E
D Hochleistungsausführung D
HC Keramikkugeln
DB Zwei Lager, in O-Anordnung <>
DT Zwei Lager, in Tandem-Anordnung <<
TBT Drei Lager, in Tandem-O-Anordnung <>>
QBC Vier Lager, in Tandem-O-Tandem-Anordnung <<>>
A Leichte Vorspannung
B Mittlere Vorspannung

Zylinderrollenlager

- PHA** Kohlenstofffaserverstärkter Käfig aus PEEK, außenringgeführt
K Kegeelige Bohrung
TN Käfig aus PA66, rollengeführt
TNHA Glasfaserverstärkter Käfig aus PEEK, außenringgeführt
HCS Keramikrollen

Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager

- A** Berührungswinkel 30°
B Berührungswinkel 40°
C Berührungswinkel 60°
TN9 Glasfaserverstärkter Käfig aus PA66, kugelgeführt

Lagerdaten – allgemein

SKF Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“ werden nach allgemeinen Spezifikationen gefertigt. Die Spezifikationen hinsichtlich Abmessungen, Toleranzen, Vorspannung bzw. Lagerluft und Werkstoffen werden im Folgenden beschrieben. Ausführliche Angaben enthalten die verschiedenen Produktkapitel.

Hauptabmessungen

Die Hauptabmessungen der SKF Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“ folgen dem Maßreihen für Radiallager aus ISO 15 oder entsprechen – unter bestimmten Umständen – den branchenüblichen Hauptabmessungen.

ISO-Maßreihen

In den ISO-Maßreihen für Radiallager sind jedem genormten Bohrungsdurchmesser bestimmte Außendurchmesser zugeordnet, eingestuft nach Durchmesserreihen. In jeder Durchmesserreihe gibt es mehrere Breitenreihen.

Maßreihen ergeben sich durch Kombination der Breitenreihe mit der zugehörigen Durchmesserreihe.

Für Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“ wird nur eine begrenzte Anzahl an Maßreihen verwendet (→ **Tabelle 3**).

Ausführliche Informationen über Abmessungsnormen sind auch in jeweiligen Produktabschnitten aufgeführt.

Kantenabstände

Die minimalen Kantenabstände (→ **Bild 6**) in radialer Richtung (r_1, r_3) und in axialer Richtung (r_2, r_4) sind in den Produkttabellen angegeben. Diese Werte entsprechen den Vorgaben aus ISO 15, ISO 12043 und ISO 12044.

Die maximalen Kantenabstände entsprechen ISO 582 und sind im Abschnitt *Grenzmaße für die Kantenabstände* angegeben.

Tabelle 3

Durchmesser- und Breitenreihe für SKF Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“

| ISO-Maßreihe 15 Durchmesserreihe | Breitenreihe | SKF Lagerreihen | Lagerart |
|-------------------------------------|--------------|-----------------|--|
| 8 | 1 | 718 | Nadel-Schräggugellager |
| 9 | 1 | 719 | Nadel-Schräggugellager |
| | 4 | NNU 49 | Zweireihige Zylinderrollenlager |
| 0 | 1 | 70 | Nadel-Schräggugellager |
| | 1 | N 10 | Einreihige Zylinderrollenlager |
| | 3 | NN 30 | Zweireihige Zylinderrollenlager |
| 2 | – | BTW | Zweiseitig wirkende Axial-Schräggugellager |
| | – | BTM | Zweiseitig wirkende Axial-Schräggugellager |
| 2 | 0 | 72 | Nadel-Schräggugellager |
| | 0 | BSA 2 | Axial-Schräggugellager für Gewindetriebe |
| 3 | 0 | BSA 3 | Axial-Schräggugellager für Gewindetriebe |

Toleranzen

Die Fertigungstoleranzen für SKF Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“ sind mit international genormten Toleranzklassen vergleichbar. Wälzlager toleranzen sind in folgenden Normen festgelegt:

- ISO 492 für Radial-Wälzlager
- ISO 199:2002 und DIN 616:2000 für Axial-Wälzlager

Die erhältlichen Lagerarten und Toleranzklassen finden Sie im Abschnitt *Genauigkeit* (→ **Seite 24**). Die tatsächlichen Toleranzen sind im Abschnitt *Toleranzen* der einzelnen Produktkapitel enthalten.

Toleranzsymbole

Die Toleranzsymbole sind mit ihrer Definition in **Tabelle 4** (→ **Seite 48**) aufgelistet.

Grenzmaße für die Kantenabstände

Die Größtmaße für die Kantenabstände (→ **Bild 7**) für die jeweiligen minimalen Kantenabstände (→ **Produkttabellen**) entnehmen Sie der **Tabelle 5** (→ **Seite 50**). Die Werte entsprechen DIN 620-2:1995 bzw. ISO 582.

Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager der Reihen BTM und BTW sowie einseitig wirkende Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe der Reihe BSA haben dieselben Größtmaße für die Kantenabstände wie Radiallager.

Bild 6

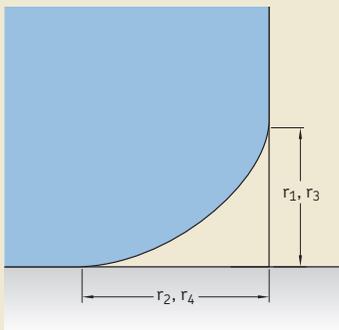
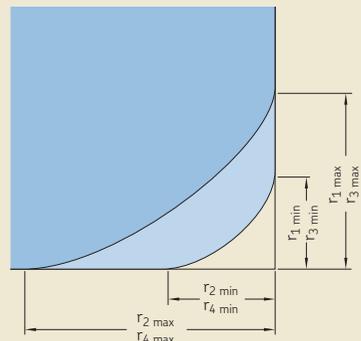


Bild 7



Toleranzsymbole

| Toleranzsymbol | Tolerierte Eigenschaft |
|-------------------------|--|
| Lagerbohrung | |
| d | Bohrungsdurchmesser |
| d_1 | Durchmesser der theoretischen Kegelfläche am weiten Ende der kegeligen Bohrung |
| d_s | An einer Stelle gemessener Bohrungsdurchmesser |
| d_{mp} | 1 Mittlerer Bohrungsdurchmesser; arithmetischer Mittelwert aus größtem und kleinstem in einer Radialebene gemessenen Bohrungsdurchmesser 2 Mittlerer Durchmesser am theoretisch kleinen Durchmesser der kegeligen Bohrung; arithmetischer Mittelwert aus größtem und kleinstem gemessenen Bohrungsdurchmesser |
| Δ_{ds} | Abweichung eines einzelnen Bohrungsdurchmessers vom Nennwert ($\Delta_{ds} = d_s - d$) |
| Δ_{dmp} | Abweichung des mittleren Bohrungsdurchmessers vom Nennwert ($\Delta_{dmp} = d_{mp} - d$) |
| Δ_{d1mp} | Abweichung des mittleren Bohrungsdurchmessers für die theoretische Kegelfläche am weiten Ende der Kegelbohrung ($\Delta_{d1mp} = d_{1mp} - d_1$) |
| V_{dp} | Schwankung des Bohrungsdurchmessers in einer radialen Ebene |
| V_{dmp} | Schwankung des mittleren Bohrungsdurchmessers |
| Außendurchmesser | |
| D | Nennmaß des Außendurchmessers |
| D_s | An einer Stelle gemessener Außendurchmesser |
| D_{mp} | Mittlerer Außendurchmesser; arithmetischer Mittelwert aus größtem und kleinstem in einer Radialebene gemessenen Außendurchmesser |
| Δ_{Ds} | Abweichung eines einzelnen Außendurchmessers vom Nennwert ($\Delta_{Ds} = D_s - D$) |
| Δ_{Dmp} | Abweichung des mittleren Außendurchmessers vom Nennwert ($\Delta_{Dmp} = D_{mp} - D$) |
| V_{Dp} | Schwankung des Außendurchmessers in einer radialen Ebene |
| V_{Dmp} | Schwankung des mittleren Außendurchmessers |
| Kantenabstände | |
| r_s | Einzelner auffindbarer Kantenabstand |
| $r_s \text{ min}$ | Kleinster einzelner Kantenabstand von $r_s, r_1, r_2, r_3, r_4 \dots$ |
| r_1, r_3 | Kantenabstände in radialer Richtung |
| r_2, r_4 | Kantenabstände in axialer Richtung |

Toleranzsymbole

| Toleranzsymbol | Tolerierte Eigenschaft |
|--------------------------------|---|
| Breite oder Höhe | |
| B, C | Nennbreite des Innenrings bzw. des Außenrings |
| B_s, C_s | An einer Stelle gemessene Breite des Innenrings bzw. des Außenrings |
| B_{1s}, C_{1s} | An einer Stelle gemessene Breite des Innenrings bzw. des Außenrings an Lagern für den satzweise Einbau direkt nebeneinander ¹⁾ |
| $\Delta B_s, \Delta C_s$ | Abweichung von der einzelnen Innenringbreite bzw. einzelnen Außenringbreite vom Nennwert ($\Delta B_s = B_s - B$; $\Delta C_s = C_s - C$) |
| $\Delta B_{1s}, \Delta C_{1s}$ | Abweichung der einzelnen Innenring- bzw. Außenringbreite eines speziell für den paarweisen Einbau ausgelegten Lagers ¹⁾ von der Nennbreite ($\Delta B_{1s} = B_{1s} - B_1$; $\Delta C_{1s} = C_{1s} - C_1$) |
| V_{B_s}, V_{C_s} | Schwankung der Innenring- bzw. Außenringbreite |
| T | Nennhöhe H eines Axiallagers |
| $2C$ | Gesamtnennhöhe des Außenrings eines Axiallagers |
| T_s | Einzelhöhe |
| ΔT_s | Abweichung der tatsächlichen Lagerhöhe von der Nennhöhe eines einseitig wirkenden Axiallagers |
| ΔT_{2s} | Abweichung der tatsächlichen Lagerhöhe von der Nennhöhe eines zweiseitig wirkenden Axiallagers |
| H_s | Einzellagerhöhe |
| H_{1s} | Einzelne Querschnittshöhe |
| ΔH_s | Abweichung einer Einzellagerhöhe |
| ΔH_{1s} | Abweichung einer einzelnen Querschnittshöhe |
| Laufgenauigkeit | |
| K_{ia}, K_{ea} | Rundlauf des Innenrings bzw. des Außenrings am zusammengebauten Lager (Radialschlag) |
| S_d | Planlauf der Stirnseite in Bezug auf die Bohrung (Seitenschlag) |
| S_D | Schwankung der Neigung der Mantellinie bezogen auf die Bezugsseitenfläche (Seitenschlag) |
| S_{ia}, S_{ea} | Planlauf der Stirnfläche in Bezug auf die Laufbahn des Innen- bzw. des Außenrings am zusammengebauten Lager (Axialschlag) |
| S_i | Dickenabweichung, gemessen von der Laufbahnmitte zur Rückseite (Sitz) der Wellenscheibe (Axialschlag) |
| S_e | Dickenabweichung, gemessen von der Laufbahnmitte zur Rückseite (Sitz) der Gehäusescheibe (Axialschlag) |

¹⁾ Gilt nicht für die einreihigen Universal-Schräggugellager für den satzweisen Einbau.

Tabelle 5

Höchstgrenzwerte der Kantenabstände

| Kleinstwert $r_{s \text{ min}}$ | Nennmaß der Lagerbohrung | | Größtwerte der Kantenabstände Radiallager | |
|------------------------------------|--------------------------|-----|--|-------------------|
| | d über | bis | $r_{1,3}$ max. | $r_{2,4}$ max. |
| mm | mm | | mm | |
| 0,15 | – | – | 0,3 | 0,6 |
| 0,2 | – | – | 0,5 | 0,8 |
| 0,3 | – | 40 | 0,6 | 1 |
| | 40 | – | 0,8 | 1 |
| 0,6 | – | 40 | 1 | 2 |
| | 40 | – | 1,3 | 2 |
| 1 | – | 50 | 1,5 | 3 |
| | 50 | – | 1,9 | 3 |
| 1,1 | – | 120 | 2 | 3,5 |
| | 120 | – | 2,5 | 4 |
| 1,5 | – | 120 | 2,3 | 4 |
| | 120 | – | 3 | 5 |
| 2 | – | 80 | 3 | 4,5 |
| | 80 | 220 | 3,5 | 5 |
| | 220 | – | 3,5 | 6 |
| 2,1 | – | 280 | 4 | 6,5 |
| | 280 | – | 4,5 | 7 |
| 2,5 | – | 100 | 3,8 | 6 |
| | 100 | 280 | 4,5 | 6 |
| | 280 | – | 5 | 7 |
| 3 | – | 280 | 5 | 8 |
| | 280 | – | 5,5 | 8 |
| 4 | – | – | 6,5 | 9 |
| 5 | – | – | 8 | 10 |
| 6 | – | – | 10 | 13 |
| 7,5 | – | – | 12,5 | 17 |

Vorspannung und Lagerluft

Schrägkugellager und Axial-Schrägkugellager

SKF Universal-Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe „Super-precision bearings“ für den satzweisen Einbau sind Sätze mit Schrägkugellagern sowie Axial-Schrägkugellagern und werden so angefertigt, dass beim Einbau unmittelbar nebeneinander eine festgelegte Vorspannung entsteht. Die Vorspannungswerte in den jeweiligen Produktkapiteln stehen für die Axialkraft, die erforderlich ist, um die Lagerringe bzw. Scheiben neuer, unmontierter Lager spaltfrei zusammenzudrücken.

Nach der Montage und im Betrieb ändert sich die Vorspannung. Die Hauptgründe dafür:

- Eine feste Passung im Gehäuse drückt die Laufbahn des Außenrings zusammen, während eine feste Passung an der Welle die Laufbahn des Innenrings aufweitet.
- Durch das Verspannen der Innenringe oder Wellenscheiben der Lager bzw. Lagersätze werden die Ringe und Scheiben verformt. Besonders bei der Montage auf einer Vollwelle kann der Bohrungsdurchmesser nicht abnehmen, und die seitliche Aufweitung erhöht die Vorspannung.
- Unterschiede in der Wärmeausdehnung der Lagerringe bzw. Scheiben und der Anschlussteile führen in der Regel zu einer Erhöhung der Vorspannung im Betrieb.

Ausführliche Informationen zur Vorspannung in unmontierten Lagern und zu Möglichkeiten der Bestimmung von Vorspannung im Betrieb entnehmen Sie dem jeweiligen Produktkapitel.

Zylinderrollenlager

SKF Hochgenauigkeits-Zylinderrollenlager der Reihe „Super-precision bearings“ werden mit radialer Lagerluft gefertigt. Die radiale Lagerluft („Radialluft“) ist das Maß, um das sich zwei Lagerringe radial gegeneinander verschieben lassen.

Zu unterscheiden ist zwischen der Lagerluft des nicht eingebauten Lagers und der Lagerluft des eingebauten, betriebswarmen Lagers, dem Betriebsspiel,

weil durch das Passungsübermaß und durch die unterschiedliche Wärmedehnung des Lagers und der Gegenstücke bei Betriebstemperatur die Lagerringe aufgeweitet oder zusammengedrückt

werden. Der Unterschied kann auf die feste Passung auf der Welle bzw. im Gehäuse sowie auf die Wärmeausdehnung der Lager und Anschlusssteile zurückgeführt werden. Diese Faktoren können die Lagerluft u. U. so stark reduzieren, dass sich Vorspannung im Lager bildet.

Ausführliche Informationen zur Lagerluft in neuen Lagern vor der Montage und Empfehlungen zu Lagerluft bzw. Vorspannung enthält der Abschnitt *Radialluft*. (→ **Seite 273**).

Werkstoff

Leistungsvermögen und Zuverlässigkeit von Wälzlagern werden im hohen Maße durch die Werkstoffe bestimmt, aus denen die einzelnen Teile gefertigt sind. Typische Auswahlfaktoren für das Material von Lagerringen und Wälzkörpern sind der Härtegrad, die Ermüdungsfestigkeit im Wälzkontakt, die Schmierbedingungen (sauber oder verunreinigt) und die Maßstabilität der Lagerkomponenten. Für die Wahl des Käfigmaterials spielen Reibung, Belastungen, Temperaturen, Massenkräfte und u. U. auch die chemische Einwirkung durch Schmierstoffe, Schmierstoffzusätze, Lösungsmittel und Kühlmittel eine Rolle.

Auch in Wälzlager integrierte Dichtungen können erheblichen Einfluss auf Leistung und Zuverlässigkeit des Lagers haben. Ihre Werkstoffe müssen über einen großen Temperaturbereich beständig gegenüber Oxidation (Alterung), Verschleiß und Chemikalien sein.

SKF verfügt über die Kompetenz und die Möglichkeiten um unterschiedlichste Werkstoffe verarbeiten, behandeln oder auch beschichten zu können. Die SKF-Anwendungstechniker können Sie bei der Auswahl der Lager, Käfige und Dichtungsmaterialien unterstützen, die für Spezialanwendungen am besten geeignet sind.

Werkstoffe für Lagerringe und Wälzkörper

Stahl für Standardlager

Bei dem Stahl für SKF Standard-Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“ handelt es sich um ultrareinen, durchgehärteten Chromstahl (100Cr6) mit einem Anteil von ca. 1% Kohlenstoff und 1,5% Chrom (nach ISO 683-17). Seine chemische Zusammensetzung kombiniert auf ideale Weise Verarbeitung- und Einsatzigenschaften. Zwei Arten der Wärmebehandlung – Martensit- und Bainithärtung – werden normalerweise eingesetzt, um die erforderliche Härte von 58 bis 65 HRC zu erzielen.

SKF Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“ sind bis 150 °C maßstabiliert. Andere Faktoren wie Käfigwerkstoff, Dichtungswerkstoff und Schmierstoff können allerdings die zulässige Betriebstemperatur beschränken.

Angaben zu den Werkstoffeigenschaften finden Sie in **Tabelle 6** (→ **Seite 54**).

NitroMax-Stahl (stickstoffreicher Edelstahl)

NitroMax ist eine neue Generation ultrareinen, stickstoffreichen Edelstahls. Im Vergleich zu Standard-Wälzlagerstahl (100Cr6) kann NitroMax Folgendes bieten:

- erhöhte Verschleiß- und Ermüdungsfestigkeit unter schlechten Schmierungsverhältnissen ($\kappa < 1$)
- erhöhte Bruchzähigkeit
- hervorragende Korrosionsfestigkeit

Bei Drehzahlen höher als $A = 1$ bis $1,15 \times 10^6$ mm/min. sind all diese Eigenschaften sehr von Vorteil.

Dank der erhöhten Verschleiß- und Ermüdungsfestigkeit können die Lager unter allen Schmierungsbedingungen länger betrieben werden. Dies gilt insbesondere bei Dünnfilmschmierungen, die durch kinematische Mangel-schmierung bei sehr hohen Drehzahlen entstehen.

Die erhöhte Bruchzähigkeit reduziert die Gefahr eines Innenringbruchs aufgrund erhöhter Ringzugbelastung durch Zentrifugalkräfte bei sehr hohen Drehzahlen.

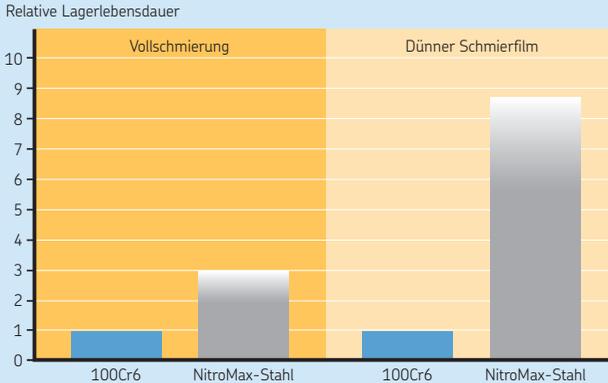
Im Vergleich zu Lagern aus Wälzlagerstahl kann dieser ultrareine, stickstoffreiche Stahl die Lagerlebensdauer beim Betrieb mit voll ausgebildetem Schmierfilm ($\kappa \geq 1$) beträchtlich verlängern. Bei einem dünnen Schmierfilm ist die lebensverlängernde Wirkung sogar noch größer, siehe → **Diagramm 8**.

NitroMax-Stahl ist nicht nur herkömmlichem Wälzlagerstahl überlegen, sondern auch anderen stickstoffreichen Edelstählen. Um dies zu verdeutlichen, muss erklärt werden, inwieweit Stickstoff das Mikrogefüge von Stahl beeinflusst und wie diese Wirkung bei der Wärmebehandlung optimiert wird.

Bei der Wärmebehandlung von Wälzlagerstahl entstehen brüchige Chrom- und Chrom-Molybdänkarbide die der umliegenden Stahlmatrix Chrom und Molybdän entziehen und somit die Lochfraßbeständigkeit beeinträchtigen. Beim

Diagramm 8

Relative Lebensdauer von Hybridlagern mit NitroMax-Stahringen



$$\text{Relative Lagerlebensdauer} = \frac{L_{10} \text{ Prüfung, Lebensdauer für Hybridlager mit NitroMax-Stahringen}}{L_{10} \text{ Referenzlebensdauer für Hybridlager mit 100Cr6-Ringen}}$$

Prüfbedingungen:

$\kappa = 2,72$ bei Vollschmierung

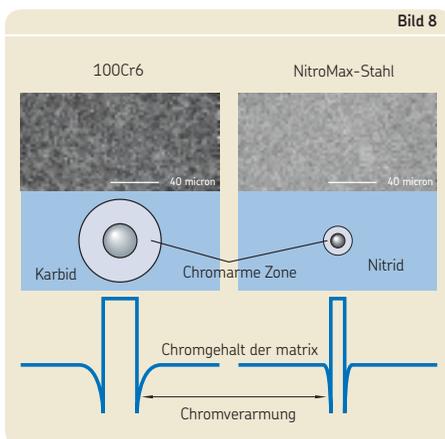
$\kappa = 0,1$ bei dünnem Schmierfilm

Vergüten von NitroMax-Stahl bilden sich dagegen kleine, feine Chrom-Nitride (→ **Bild 8**). Dies geschieht, weil sich der Chromanteil in der Stahlmatrix deutlich erhöht, wenn der Stickstoff den Kohlenstoff in der Stahlliegierung teilweise ersetzt. Dank der hieraus resultierenden kleineren chromarmen Zonen um die Nitride herum ist NitroMax-Stahl wesentlich korrosionsbeständiger (→ **Bild 9**).

Die erhöhte Ermüdungsfestigkeit von NitroMax-Stahl wird auf sein einheitliches Mikrogefüge und seine feine Verteilung von Chromnitrid-Ausscheidungen mit nur sehr wenigen ungelösten Sekundärkarbiden zurückgeführt. Die Feinheit der NitroMax-Struktur schneidet im Vergleich zu Standard-Lagerstahl 100Cr6 gut ab, womit sich auch die Überlegenheit der NitroMax-Struktur gut erklären lässt. Die hohe Schlagfestigkeit, die Maßstabilität und der hohe Härtegrad (> 58 HRC) werden durch die abschließenden Vergütungsschritte bei der Wärmebehandlung erzielt.

Ein weiterer Vorteil von NitroMax-Stahl ist der niedrigere Wärmedehnungskoeffizient gegenüber 100Cr6. Dieser Vorteil und der extrem niedrige Wärmeausdehnungskoeffizient der Keramikwälzkörper, die serienmäßig in SKF Lagern mit NitroMax-Stahlringen eingesetzt werden, führen dazu, dass eine Kombination dieser beiden Werkstoffe wesentlich weniger empfindlich gegenüber Temperaturänderungen zwischen Innen- und Außenringen ist. Der Grad der Vorspannung ist daher selbst bei extremen Betriebsbedingungen wesentlich stabiler. Daraus resultieren weniger Reibungsverluste, niedrigere

Betriebstemperaturen und eine längere Lebensdauer.



Keramikwerkstoffe

Der Keramikwerkstoff für Wälzkörper in SKF Hochgenauigkeitslagern der Reihe „Super-precision bearings“ ist ein Siliziumnitrid nach ISO 26602. Das Material besteht aus feinen, gestreckten Körnern aus Beta-Siliziumnitrid in einer Glasphasen-Matrix. Es ermöglicht eine günstige Kombination von Eigenschaften, die für Hochgeschwindigkeitslager wichtig sind:

- hoher Härtegrad
- hoher Elastizitätsmodul
- niedrige Dichte
- niedriger Wärmeausdehnungskoeffizient
- hohe Stromdurchschlagsfestigkeit
- niedrige dielektrische Konstante
- Unempfindlichkeit gegenüber Magnetfeldern

Angaben zu den Werkstoffeigenschaften finden Sie in **Tabelle 6**.

Lager mit Stahlringen und Keramikwälzkörpern bezeichnet man als Hybridlager.

Tabelle 6

Vergleich der Werkstoffeigenschaften von Siliziumnitrid und Wälzlagerstahl 100Cr6

| Werkstoffeigenschaften | Siliziumnitrid für Wälzlageranwendungen | Wälzlagerstahl |
|--|---|------------------------------------|
| Werkstoffeigenschaften | | |
| Dichte [g/cm ³] | 3,2 | 7,9 |
| Härte | 1 600 HV10 | 700 HV10 |
| Elastizitätsmodul [kN/mm ²] | 310 | 210 |
| Wärmedehnung [10 ⁻⁶ /K] | 3 | 12 |
| Elektrische Eigenschaften (bei 1 MHz) | | |
| Spezifischer elektrischer Widerstand [Ωm] | 10 ¹² (Isolator) | 0,4 × 10 ⁻⁶ (Leiter) |
| Durchschlagfestigkeit [kV/mm] | 15 | – |
| Relative dielektrische Konstante | 8 | – |

Werkstoffe für Käfige

Phenolharz mit Gewebereinlage

Verstärktes Hartgewebe ist ein leichter Werkstoff. Käfige aus diesem Material halten hohen Zentrifugal- und Beschleunigungskräften sowie Betriebstemperaturen bis 120 °C stand. Das Material nimmt Öl auf, unterstützt die Schmierung von Käfig- bzw. Wälzkörper-Kontaktstellen und bietet einen Sicherheitsspielraum für den Fall, dass die Schmierstoffzufuhr unterbrochen wird.

Verstärktes Hartgewebe ist der Standard-Käfigwerkstoff für Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe „Super-precision bearings“.

Polyamid 66

Polyamide 66 (PA66) zeichnet sich mit oder ohne Glasfaserverstärkung durch eine günstige Kombination aus Festigkeit und Elastizität aus. Durch die ausgezeichnete Gleitfähigkeit auf geschmiertem Stahl und die optimale Ausführung der Gegengleitflächen fördern Käfige aus PA66 einen reibungsarmen Lagerbetrieb mit geringem Verschleiß und entsprechend niedriger Reibungswärme. PA66 kann bei Betriebstemperaturen bis 120 °C eingesetzt werden. Bei den Käfigen aus PA66 wird die Einsatzmöglichkeit jedoch durch einige Syntheseöle oder Schmierfette auf Syntheseölbasis sowie durch verschiedene Schmierstoffe mit EP-Zusätzen bei hohen Temperaturen beeinträchtigt. Weitere Informationen zu geeigneten Käfigen finden Sie im Abschnitt *Käfige* und *Werkstoffe für Käfige* des SKF Katalogs *Wälzlager* und unter [skf.com](#).

PA66 ist der Standard-Käfigwerkstoff für viele Hochgenauigkeits-Zylinderrollenlager und Axial-Schrägkugellager der Reihe „Super-precision bearings“.

Polyetheretherketon

Glas- oder kohlenstofffaserverstärktes Polyetheretherketon (PEEK) wird häufig für anspruchsvolle Anwendungen mit hohen Drehzahlen, hohen Temperaturen oder einem Bedarf an Chemikalienbeständigkeit eingesetzt. Bei hohen Drehzahlen ist die zulässige Maximaltemperatur auf 150 °C begrenzt, da höhere Temperaturen das Polymer weich machen. Käfige aus diesem Werkstoff zeigen bei Temperaturen bis 200 °C keine Alterungserscheinungen, auch nicht in Gegenwart von Schmierstoffzusätzen.

PEEK ist der Standard-Käfigwerkstoff für einige Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe „Super-precision bearings“ und für Zylinderrollenlager der Hochgeschwindigkeitsausführung.

Messing

Messing wird weder von den üblichen mineralischen und synthetischen Schmierstoffen noch von den zum Reinigen verwendeten organischen Lösungsmitteln angegriffen. Käfige aus Messing sind für Betriebstemperaturen bis 250 °C geeignet.

Messing-Massivkäfige kommen bei einigen zweireihigen Hochgenauigkeits-Zylinderrollenlagern sowie bei zweiseitig wirkenden Axial-Schrägkugellagern der Reihe „Super-precision bearings“ zum Einsatz und sind der Standard für Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe „Super-precision bearings“ (d ≥ 300 mm).

Sonstige Käfigwerkstoffe

Die Käfige von SKF Hochgenauigkeitsspeziallagern der Reihe „Super-precision bearings“ sind auch aus anderen technischen Kunststoffen sowie aus Leichtmetall-Legierungen und versilbertem Stahl erhältlich. Informationen über Käfige aus anderen Werkstoffen erhalten Sie vom Technischen SKF Beratungsservice.

Werkstoffe für Dichtungen

Die in SKF Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“ integrierten Dichtungen bestehen meist aus stahlblechverstärkten Elastomeren.

Acrylnitril-Butadien-Kautschuk

Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (NBR) ist schlechthin der Universalwerkstoff für Dichtungen. Das Mischpolymer aus Acrylnitril und Butadien weist gute Beständigkeit gegen folgende Medien auf:

- den meisten Mineralölen und Schmierfetten auf Mineralölbasis
- Normalenzin, Dieselmotorenstoffen und leichtem Heizöl
- tierischen und pflanzlichen Ölen und Fetten
- heißem Wasser

Der zulässige Temperatur-Anwendungsbereich liegt zwischen -40 und $+100$ °C. In diesem Temperaturbereich ist ein zeitweiliger Trockenlauf der Dichtlippe zulässig. Kurzzeitig sind auch Temperaturen bis 120 °C zulässig. Bei höheren Temperaturen verhärtet der Werkstoff.

Fluor-Kautschuk

Die besonderen Eigenschaften des Fluor-Kautschuks (FKM) sind seine hohe thermische und chemische Beständigkeit. Die Beständigkeit gegen Alterung und Ozon ist sehr gut und die Gasdurchlässigkeit gering. Es weist selbst bei sehr schwierigen Umgebungsbedingungen außergewöhnlich gute Verschleißigenschaften auf und ist für Betriebstemperaturen zwischen -30 und $+230$ °C geeignet. In diesem Temperaturbereich ist ein zeitweiliger Trockenlauf der Dichtlippe zulässig.

Fluor-Kautschuk ist außerdem beständig gegen Ölschmierstoffe und Hydraulikflüssigkeiten, Kraft- und Schmierstoffe, Mineralsäuren, Aliphaten sowie gegen aromatische Kohlenwasserstoffe, bei denen viele andere Dichtstoffe versagen. Für Ester, Ether, Ketone, bestimmte Amine und heiße wasserfreie Hydrofluoride ist FKM nicht geeignet.

Wenn Dichtungen aus Fluor-Kautschuk Temperaturen von mehr als 300 °C ausgesetzt sind, z. B. durch ein offenes Feuer, werden gefährliche Gase und Dämpfe freigesetzt. Auch nach dem Abkühlen ist der Umgang mit diesen Lagern gefährlich. Es sind daher immer die Sicherheitshinweise zu beachten (→ **ACHTUNG**).

ACHTUNG: GEFÄHRLICHE DÄMPFE

Vorsichtsmaßnahmen für Fluor-Kautschuk

Fluor-Kautschuk (FKM) ist unter normalen Betriebsbedingungen und bei Temperaturen bis 200 °C sehr stabil und ungefährlich. Wenn es jedoch Temperaturen über 300 °C ausgesetzt wird, z. B. durch Feuer oder die Flamme eines Schneidbrenners, werden gefährliche Gase und Dämpfe freigesetzt. Diese Dämpfe sind gesundheitsschädlich, wenn sie eingeatmet werden oder in die Augen gelangen. Auch nach dem Abkühlen ist der Umgang mit Dichtungen aus diesen Werkstoffen, die solch hohen Temperaturen ausgesetzt waren, immer noch gefährlich. Ein Hautkontakt muss vermieden werden!

Wenn mit abgedichteten Lagern umgegangen werden muss, die hohen Temperaturen ausgesetzt waren, wie z.B. beim Ausbau des Lagers, sind die folgenden Sicherheitsbestimmungen einzuhalten:

- Immer Schutzbrille und Schutzhandschuhe tragen, gegebenenfalls auch entsprechendes Atemschutzgerät.
- Die Überreste der Dichtungen in einen dicht schließenden Kunststoffbehälter geben, der mit dem Gefahrensymbol für „Ätzendes Material“ gekennzeichnet ist.
- Die in den Sicherheitsdatenblättern aufgeführten Vorsichtsmaßnahmen beachten.

Bei Kontakt mit solchen Dichtungen sind die Hände mit Seife zu reinigen und mit reichlich Wasser zu spülen, die Augen sind nach Kontakt mit viel Wasser auszuspülen und es ist ein Arzt aufzusuchen. Wenn Dämpfe eingeatmet werden, ist sofort ein Arzt aufzusuchen.

Für den sicheren Umgang während der Gebrauchsdauer bis hin zur Verschrottung und der umweltgerechten Entsorgung der Dichtung ist der Anwender zuständig. SKF haftet nicht für mögliche Folgeschäden, die aus unsachgemäßer Handhabung von Lagern mit FKM-Dichtungen herrühren.

Gestaltung der Lagerungen

Die Mehrzahl der Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“ kommt in Werkzeugmaschinenspindeln zum Einsatz. Die wichtigsten Informationen für die Gestaltung leistungsoptimierter Lageranordnungen sind nachstehend aufgeführt.

Lageranordnungen

Für die Lagerung eines rotierenden Maschinenteils, z. B. einer Welle, sind im Allgemeinen zwei Lageranordnungen erforderlich. Entsprechend den Anforderungen an die Steifigkeit, die Tragfähigkeit und die axiale Führung können an einem Ende ein oder auch mehrere zusammengepasste Lager vorgesehen werden.

Lageranordnungen für hohe Belastungen

Oft werden Drehspindeln zur Metallbearbeitung bei relativ niedrigen Drehzahlen verwendet. Spantiefe und Vorschubgeschwindigkeit werden in Abhängigkeit von der geforderten Oberflächengüte meist bis zum Äußersten getrieben. In einem Drehautomaten wird die Leistung normalerweise durch eine Riemenscheibe oder ein Zahngetriebe auf die Spindel übertragen, wodurch hohe Radiallasten auf der Antriebsseite

resultieren. An der Werkzeugseite der Spindel, wo hohe Kombibelastungen auftreten, müssen Steifigkeit und Tragfähigkeit ebenfalls hoch sein.

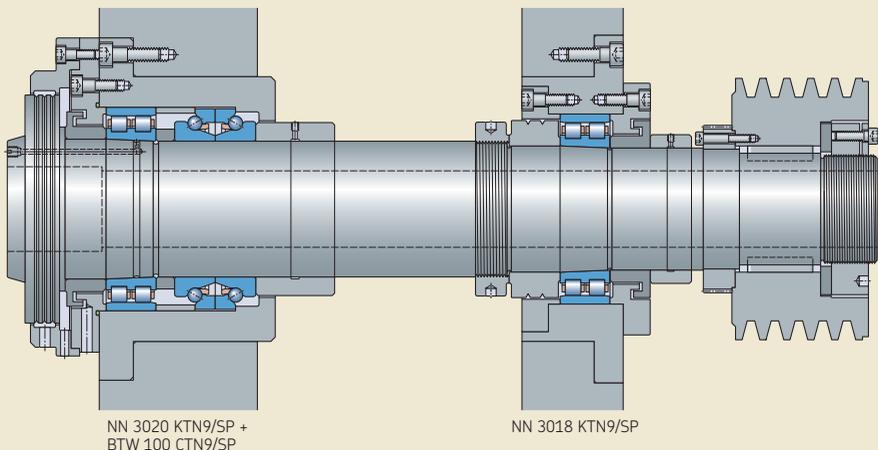
In Drehspindeln kommt häufig ein zweireihiges Zylinderrollenlager in Kombination mit einem zweiseitig wirkenden Axial-Schräggugellager an der Werkzeugseite und ein zweireihiges Zylinderrollenlager an der Gegenseite zum Einsatz (→ Bild 10).

Der Außendurchmesser der Schräggugellauger-Gehäusescheibe wird mit einer bestimmten Toleranz gefertigt. Dank dieser Toleranz wird das Lager beim Einbau im Gehäuse radial freigestellt, wenn die Bohrungsdurchmessertoleranz für das angrenzende zweireihige Zylinderrollenlager passend ist. Die radiale Freistellung reicht dann aus, um das Axiallager von einer signifikanten radialen Belastung zu befreien. Diese Lageranordnung gewährleistet eine lange rechnerische Lebensdauer und eine hohe Steifigkeit und Stabilität – beides Voraussetzungen für die Herstellung hochwertiger Werkstücke.

Als Faustregel gilt: Die Entfernung zwischen der Mitte des Lagers auf der Werkzeugseite und der Mitte des Lagers auf der Gegenseite sollte das 3- bis 3,5-Fache des Bohrungsdurchmessers des Lagers auf der Werkzeugseite betragen. Diese Faustregel gilt besonders für hohe Belas-

Bild 10

Riemengetriebene CNC-Drehspindel für große Stangendurchmesser

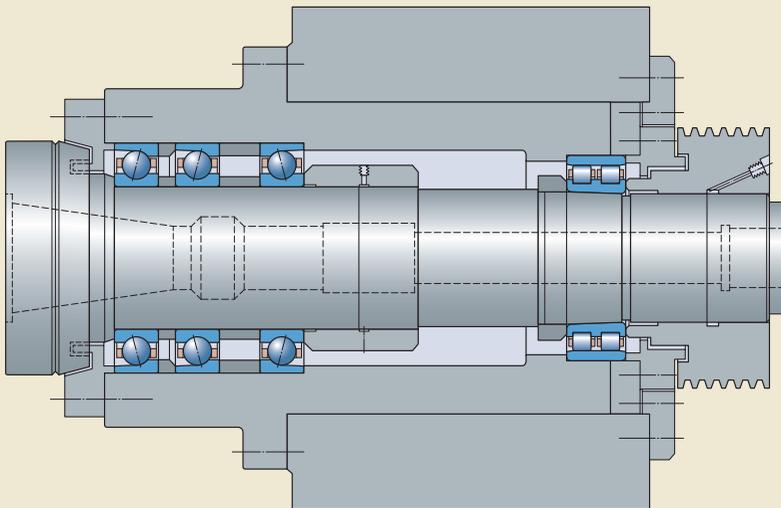


tungen. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Systemsteifigkeit* (→ Seite 66).

Zusätzliche Anordnungen für CNC-Spindel-einheiten, herkömmliche Fräsmaschinen (→ Bild 11 und 12) und Zentrierspitzen (→ Bild 13) sind ebenfalls erhältlich.

Bild 11

Riemengetriebene CNC-Drehspindel

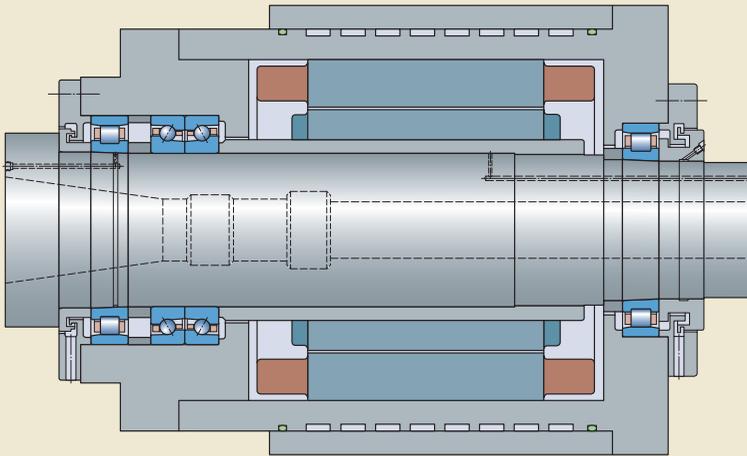


7016 ACD/P4ATBTA

NN 3014 KTN/SP

Bild 12

Herkömmliche Fräsmaschinenspindel



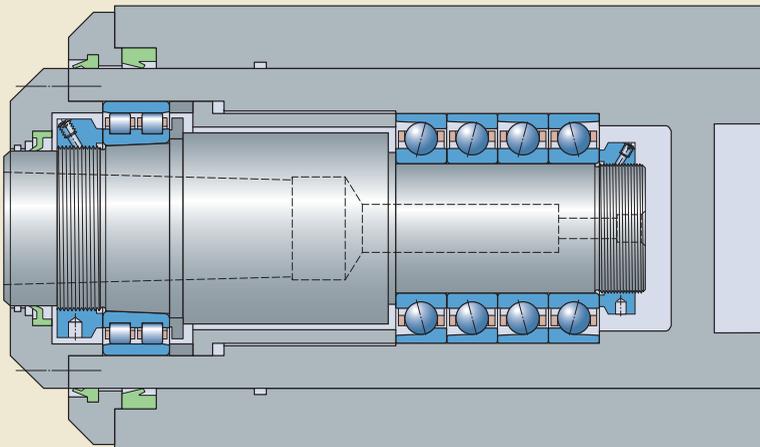
N 1014 KTN/SP +
BTM 70 ATN9/HCP4CDBA

N 1013 KTN/SP

1

Bild 13

Zentrierspindel



NN 3013 KTN/SP

7209 ACD/P4AQBTB

Für Anwendungsfälle mit begrenztem Einbauraum sind eventuell Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der „Super-precision bearings“-Serie 718 oder 719 (**Bild 14** und **15**) besser geeignet.

Bild 14

Mehrspindelbohrkopf

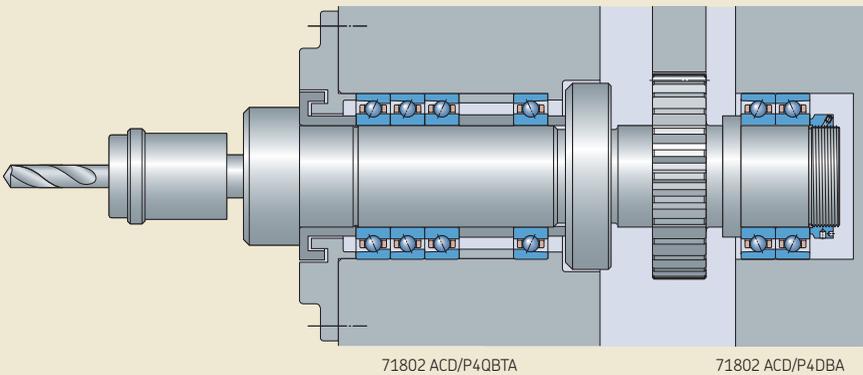
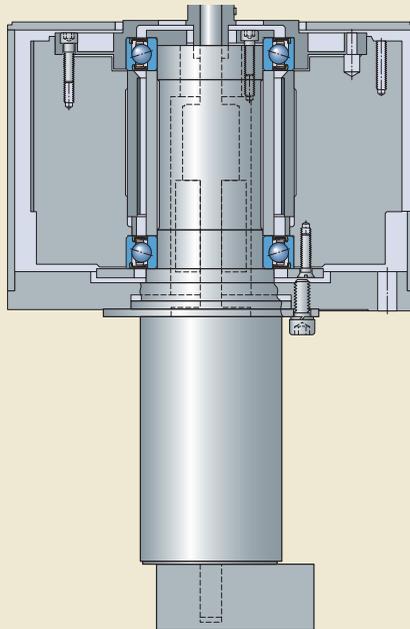


Bild 15

Einheit zur Erkennung von Defekten an Siliziumwafern



S71906 CD/P4ADBA

Lageranordnungen für höhere Steifigkeit und Drehzahlen

Werden höhere Drehzahlen verlangt, beispielsweise in Bearbeitungszentren ($A > 1,2$ Mio. mm/min), muss ein Kompromiss zwischen Steifigkeit und Tragfähigkeit gefunden werden. In diesen Anwendungsfällen wird die Spindel meist vom Motor angetrieben (Motor- oder Elektrospindeln) oder der Antrieb erfolgt über eine Kupplung. Dabei wirken auf der Gegenseite keine radialen Antriebslasten, so wie bei einer Spindel mit Riementrieb der Fall ist. Aus diesem Grund werden häufig Sätze aus einreihigen Schrägkugellagern und einreihigen Zylinderrollenlagern verwendet (→ **Bild 16**). In dieser Lageranordnung ist der Lagersatz auf der Werkzeugseite axial festgelegt, während das Zylinderrollenlager der Gegenseite die wärmebedingten Längenveränderungen der Spindel im Verhältnis zum Gehäuse im Lager aufnimmt.

Weitere Anordnungsbeispiele für Spindeln in Bearbeitungszentren und Fräsmaschinen sehen Sie auf **Bild 17** und **18**).

Für Fälle mit höherer Leistung empfiehlt SKF die Verwendung von Hybridlagern mit Wälzkör-

pern aus Siliziumnitrid in Wälzlagerqualität (Si_3N_4).

Bild 16

Elektrospindeln in horizontalen Bearbeitungszentren

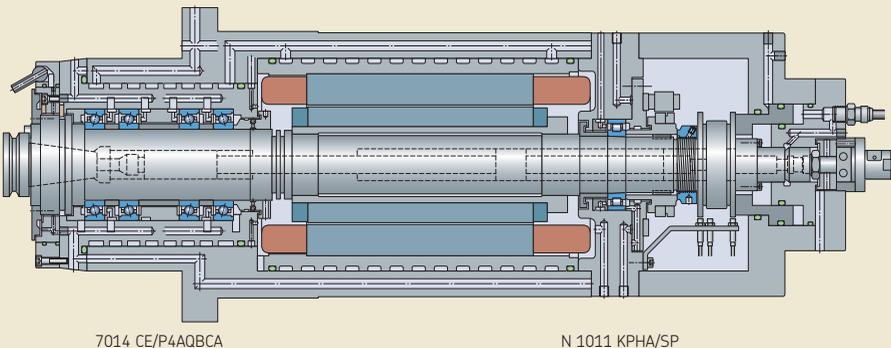
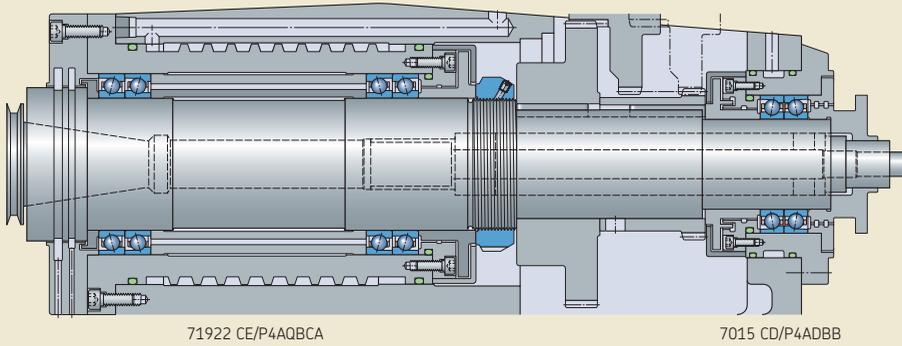


Bild 17

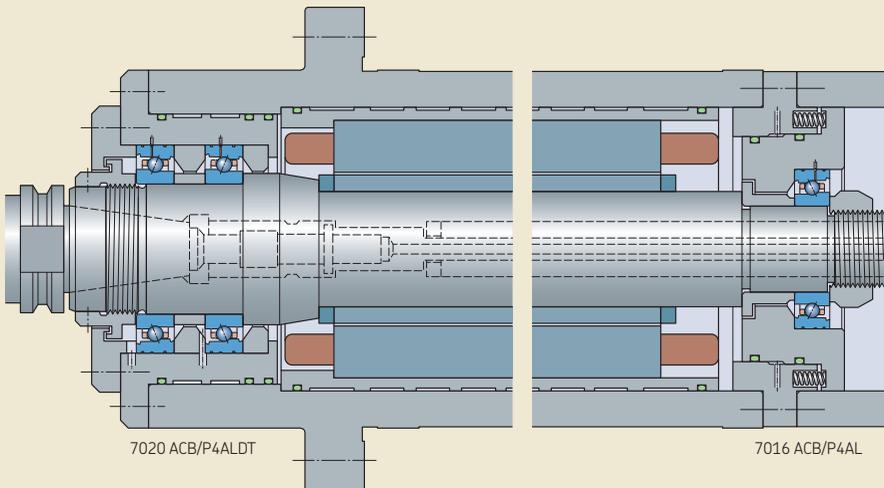
Spindel in einem horizontalen Bearbeitungszentrum



1

Bild 18

Elektrospindeln in Hochgeschwindigkeits-Zerspanungsmaschinen



Lageranordnungen für höchste Drehzahlen

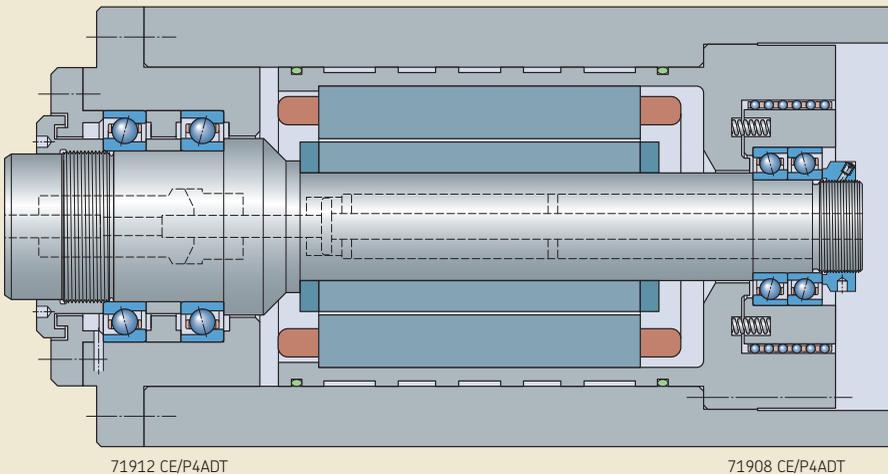
Beim Einbau von Schrägkugellagersätzen mit einer festen Vorspannung (ohne Federn) nimmt diese Vorspannung wegen der unterschiedlichen Wärmeausdehnung im Betrieb zu. Bei zunehmenden Drehzahlen wird diese Wirkung in der Regel noch verstärkt.

Zur Vermeidung von Beschädigungen durch eine übermäßige Vorspannung, besonders bei Anwendungen mit außergewöhnlich hohen Drehzahlen ($A > 2$ Mio. mm/min), werden Schrägkugellager oft mit Federn vorgespannt (→ Bild 19). Federn steuern die Vorspannung unabhängig von der relativen wärmebedingten Ausdehnung und minimieren die von den Lagern erzeugte Reibungswärme.

Noch besser lässt sich die Vorspannung von Schrägkugellagern hydraulisch erzeugen. Ein Hydrauliksystem stellt die Vorspannung je nach Drehzahl der Spindel ein, sodass sich eine optimale Kombination aus Steifigkeit, Reibungswärme und Lagergebrauchsdauer ergibt.

Bild 19

Elektrospindeln für Innenschleifmaschinen



Systemsteifigkeit

Werkzeugmaschinen müssen eine sehr hohe Systemsteifigkeit aufweisen, da sich Durchbiegungen bei Belastung extrem auf die Bearbeitungsgenauigkeit auswirken. Die Lagersteifigkeit ist nur einer der Faktoren für die Systemsteifigkeit. Weitere Faktoren sind:

- Steifigkeit der Welle
- Werkzeugkraglänge
- Gehäusesteifigkeit
- Anzahl und Position der Lager und der Einfluß der Passungen

Für die Gestaltung von Hochgenauigkeits-Anwendungsfällen mit hohen Drehzahlen wird folgende Vorgehensweise empfohlen:

- Größtmöglichen Wellendurchmesser auswählen.
- Kleinstmöglichen Abstand zwischen Lager der Werkzeugseite und Spindelnase festlegen.
- Kleinstmöglichen Abstand zwischen den beiden Lagersätzen festlegen (→ Bild 20). Richtlinie für die Abstandsfestlegung:

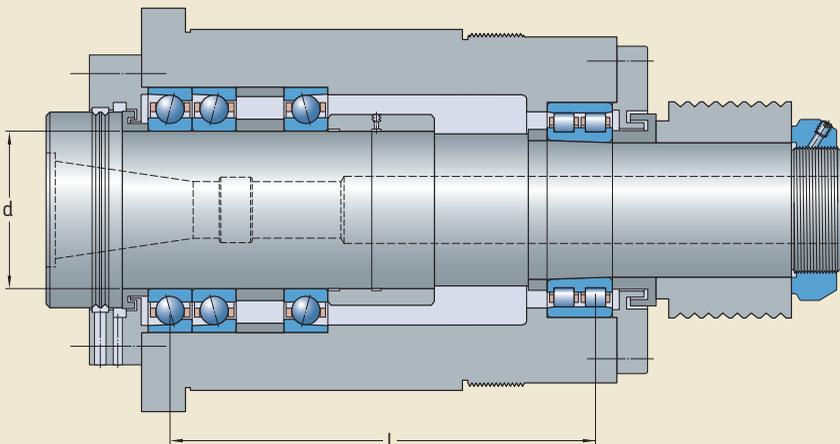
$$l \approx 3 \dots 3,5 d$$

Hierin sind

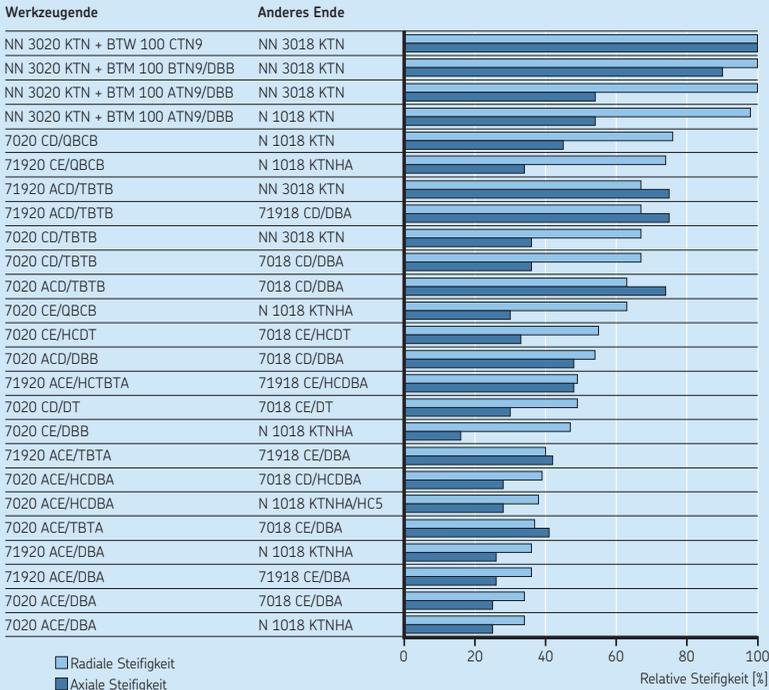
- l = Abstand zwischen der ersten Lagerreihe auf der Werkzeugseite und der hintersten Lagerreihe auf der Gegenseite
- d = Lagerbohrungsdurchmesser Werkzeugseite

Diagramm 9 gibt eine Vergleichsübersicht über die Steifigkeit unterschiedlicher Lagerungen. Einzelheiten zu den einzelnen Lagerreihen enthält der Abschnitt *Bezeichnungsschema* im jeweiligen Produktkapitel. Der Vergleich basiert auf vorgespannten Lagern mit 100-mm-Bohrung auf der Werkzeugseite und 90-mm-Bohrung auf der Gegenseite. Diese Richtwerte können eine genaue Berechnung der Systemsteifigkeit nicht ersetzen. Für eine erweiterte Systemanalyse wenden Sie sich bitte an den Technischen SKF Beratungsservice.

Bild 20



Vergleich der Steifigkeit typischer Spindellagersysteme



Schrägkugellager

- AC** Berührungswinkel 25°
- C** Berührungswinkel 15°
- D** Hochleistungsausführung D
- E** Hochgeschwindigkeitsausführung E
- HC** Keramikkugeln
- DB** Zwei Lager in O-Anordnung <>
- DT** Zwei Lager in Tandem-Anordnung <<
- TBT** Drei Lager, Drei Lager, in Tandem-O-Anordnung <>>
- QBC** Vier Lager, in Tandem-O-Tandem-Anordnung <<>>
- A** Extra leichte oder leichte Vorspannung
- B** Leichte oder mittlere Vorspannung

Zylinderrollenlager

- K** Kegelige Bohrung
- TN** Käfig aus PA66, rollengeführt
- TNHA** Glasfaserverstärkter Käfig aus PEEK, außenringgeführt
- HCS** Keramikkrollen

Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager

- A** Berührungswinkel 30°
- B** Berührungswinkel 40°
- C** Berührungswinkel 60°
- TN9** Glasfaserverstärkter Käfig aus PA66, kugelführend

Lagersteifigkeit

Die Steifigkeit eines Wälzlagers richtet sich nach der Größe der elastischen Verformung (Auslenkung) des belasteten Lagers. Sie wird als Verhältnis der Belastung zur Auslenkung berechnet und hängt von Lagertyp, Konstruktion und Größe ab. Die wichtigsten Parameter sind:

- Art der Wälzkörper: Rollenlager bieten aufgrund der Berührungsverhältnisse zwischen Wälzkörpern und Laufbahnen eine höhere Steifigkeit als Kugellager
- Werkstoff der Wälzkörper (→ **Diagramm 10**)
- Anzahl und Größe der Wälzkörper
- Berührungswinkel (→ **Diagramm 11**)
- Vorspannungsklasse (→ **Diagramm 12**)

Die Lagersteifigkeit kann durch eine Vorspannung weiter erhöht werden (siehe dazu den Abschnitt → *Lagervorspannung*, **Seite 90**). Lager für Werkzeugmaschinen werden serienmäßig vorgespannt.

Eine lose Passung kann sich negativ auf die Gesamtsteifigkeit der Lageranordnung auswirken. Allerdings kann eine lose Gehäusepassung

für Lagerungen erforderlich sein, in denen ein Schrägkugellager als Loslager eingesetzt wird. In der Regel befindet sich das Loslager nicht an der Werkzeugeite, sondern an der anderen Seite der Spindel. Der Einfluss auf die Systemsteifigkeit für die Werkzeugeite ist daher begrenzt. Wenn auch für das Loslager eine hohe Steifigkeit gefordert ist, sollte ein Zylinderrollenlager mit kegeliger Bohrung zum Einsatz kommen. Eine solche Anordnung kann axiale Verlagerungen der Spindel im Verhältnis zum Gehäuse innerhalb des Lagers aufnehmen und so eine feste Passung für Innen- und Außenring ermöglichen.

Diagramm 10

Radiale Steifigkeit federbelasteter Lager

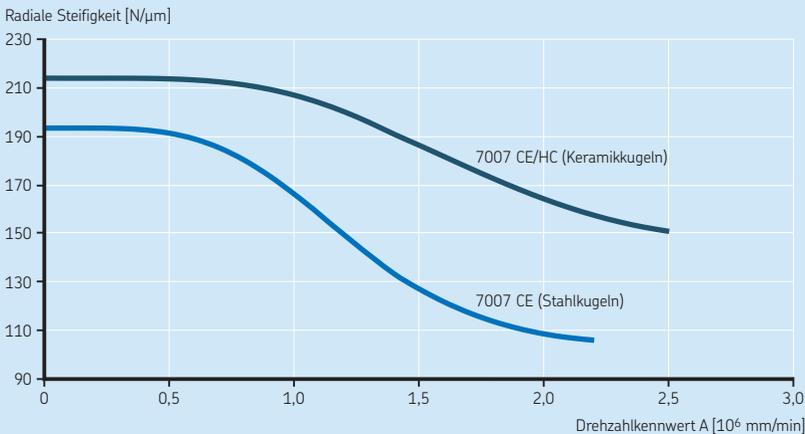
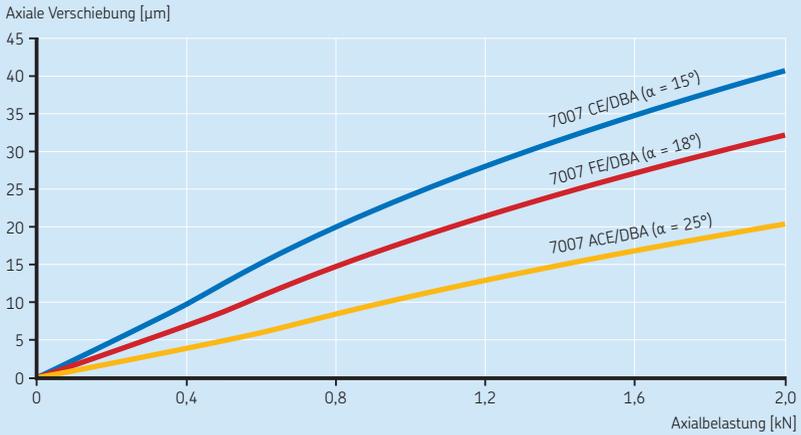


Diagramm 11

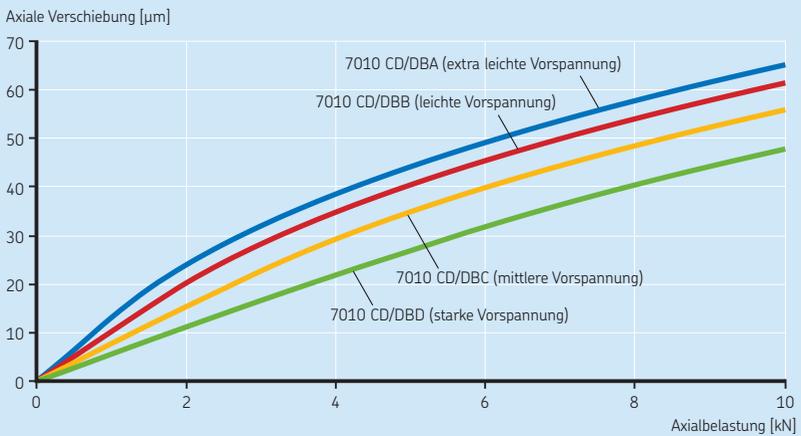
Axiale Verlagerung der Lagersätze in einer O-Anordnung mit unterschiedlichen Berührungswinkeln



1

Diagramm 12

Axiale Verlagerung der Lagersätze in einer O-Anordnung mit unterschiedlichen Vorspannungen



Radiale Befestigung der Lager

Wenn die Tragfähigkeit eines Lagers voll ausgenutzt werden soll, müssen seine Ringe oder Scheiben um den gesamten Umfang und über die gesamte Breite der Laufbahn vollständig unterstützt werden. Die Lagerung muss fest sein und kann ein geeigneter zylindrischer oder keglicher Sitz oder bei Axiallagern eine plane (ebene) Aufspannfläche sein. Die Lagersitze sollten mit angemessenen Toleranzklassen bearbeitet worden sein und nicht durch Nuten, Bohrungen oder ähnliche Aussparungen unterbrochen werden, sofern der Sitz nicht für das Druckölverfahren vorgesehen ist. Das ist besonders wichtig für Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-Precision Bearings“ mit relativ dünnen Ringen, die dazu neigen, die Form des Wellen- oder Gehäusesitzes anzunehmen. Außerdem sollten die Lagerringe zuverlässig fixiert werden, damit sie sich unter Belastung nicht in oder auf ihren Sitzen drehen.

Generell lässt sich eine zufriedenstellende radiale Befestigung und adäquate Unterstützung nur erreichen, wenn die Ringe mit ausreichend fester Passung eingebaut werden. Lagerringe, die nicht korrekt oder nicht ausreichend gesichert sind, verursachen im Allgemeinen Schäden am Lager und an den Anschlussteilen. Wenn allerdings ein einfacher Ein- und Ausbau erwünscht ist oder bei einem Loslager die axiale Verschiebbarkeit sichergestellt werden muss, kann keine feste Passung vorgesehen werden. In Fällen, in denen eine lose Passung erforderlich ist, normalerweise aber eine feste Passung benötigt werden würde, sind unter Umständen besondere Maßnahmen erforderlich, um den durch „Wandern“ unvermeidlichen Verschleiß in Grenzen zu halten (wenn sich der Lagerring auf seinem Sitz dreht). Mögliche Maßnahmen können z. B. sein: Oberflächenhärtung der Sitze und Anlageflächen.

Empfohlene Wellen- und Gehäusepassungen

Durchmessertoleranzen für Lagersitzflächen

Wellen- und Gehäusesitze für Schrägkugellager, Zylinderrollenlager und zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager der Reihe „Super-precision bearings“ sollten gemäß den folgenden empfohlenen Durchmessertoleranzen hergestellt werden:

- **Tabelle 7** für Wellensitz-Toleranzen
- **Tabelle 8** (→ **Seite 72**) für Gehäusesitz-Toleranzen

Empfehlungen für andere Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“ entnehmen Sie dem jeweiligen Abschnitt für:

- Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe (→ *Zugehörige Komponenten*, **Seite 349**)
- Axial-Radial-Zylinderrollenlager (→ *Gestaltung der Lagerungen*, **Seite 324**)

Werte geeigneter ISO-Toleranzklassen für Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“ sind aufgelistet in:

- **Tabelle 9** (→ **Seite 73**) für Wellentoleranzen
- **Tabelle 10** (→ **Seite 73**) für Gehäusetoleranzen

Für die gängigen Toleranzklassen ist die Toleranzfeldlage im Vergleich zur Bohrungs- und Außendurchmessertoleranz der Wälzlager schematisch in **Bild 21** dargestellt.

Tabelle 7

Durchmessertoleranzen für Lagersitze auf Stahlwellen

| Lagerart | Wellendurchmesser | | Toleranzklasse ¹⁾ | | Abmaß | |
|---|-------------------|-----|---|----|-------|------|
| | über | bis | Lager der Toleranzklasse P4, P4A, P4C, SP P2, PA9A, UP | | ob. | unt. |
| – | mm | | – | | µm | |
| Schrägkugellager | | | | | | |
| mit Umfanglast am Außenring | – | 400 | h4 | h3 | – | – |
| mit Umfanglast am Innenring | – | 30 | – | – | +1 | -3 |
| | 30 | 80 | – | – | +2 | -3 |
| | 80 | 120 | – | – | +3 | -3 |
| | 120 | 180 | – | – | +4 | -4 |
| | 180 | 250 | – | – | +5 | -5 |
| | 250 | 315 | – | – | +6 | -6 |
| | 315 | 400 | – | – | +6,5 | -6,5 |
| Zylinderrollenlager | | | | | | |
| mit zylindrischer Bohrung | – | 40 | js4 | – | – | – |
| | 40 | 280 | k4 | – | – | – |
| | 280 | 500 | k4 ²⁾ | – | – | – |
| | 500 | – | Es empfiehlt sich den Technischen SKF Beratungsservice einzuschalten. | | | |
| Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager | – | 200 | h4 | h3 | – | – |

Für Hohlwellen, wenn $A > 1\,000\,000$ mm/min, empfiehlt es sich den Technischen SKF Beratungsservice einzuschalten.

¹⁾ Die angegebenen Toleranzen gelten für das Tolerierungsprinzip nach ISO 14405-1.

²⁾ Dies sind nur allgemeine Richtwerte. Es empfiehlt sich den Technischen SKF Beratungsservice einzuschalten.

Bild 21

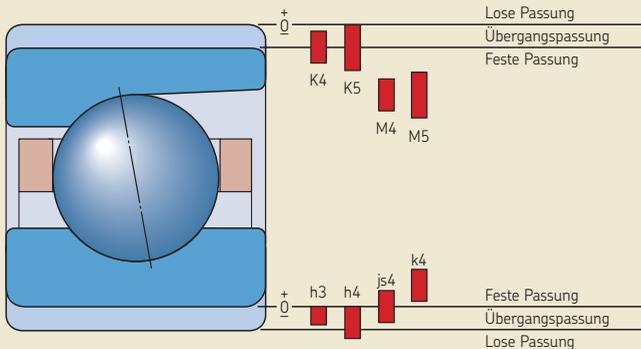


Tabelle 8

Durchmessertoleranzen für Lagersitze aus Gusseisen und Stahlgehäuse

| Lagerart | Betriebsverhältnisse | Gehäusebohrung | | Toleranzklasse ¹⁾ Lager der Toleranzklasse P4, P4A, P2, PA9A, P4C, SP UP | | Abmaß | |
|---|--|----------------|-----|--|----|-------|------|
| | | über | bis | | | ob. | unt. |
| – | – | mm | | – | | µm | |
| Schrägkugellager | Festlager, axiale Verschiebbarkeit des Außenrings nicht erforderlich | – | 18 | – | – | +4 | –1 |
| | | 18 | 30 | – | – | +5 | –1 |
| | | 30 | 50 | – | – | +6 | –1 |
| | | 50 | 80 | – | – | +7 | –1 |
| | | 80 | 120 | – | – | +7 | –3 |
| | | 120 | 180 | – | – | +9 | –3 |
| | Loslager, axiale Verschiebbarkeit des Außenrings wünschenswert | 180 | 250 | – | – | +10 | –4 |
| | | 250 | 315 | – | – | +12 | –4 |
| | | 315 | 400 | – | – | +13 | –5 |
| | | 400 | 500 | – | – | +14 | –6 |
| | | – | 18 | – | – | +7 | +2 |
| | | 18 | 30 | – | – | +8 | +2 |
| | | 30 | 50 | – | – | +9 | +2 |
| | | 50 | 80 | – | – | +10 | +2 |
| Zylinderrollenlager | Geringe bis normale Belastungen ($P \leq 0,1 C$) Hohe Belastungen ($0,1 C < P \leq 0,15 C$), Umfangslasten am Außenring | 80 | 120 | – | – | +13 | +3 |
| | | 120 | 180 | – | – | +16 | +4 |
| | | 180 | 250 | – | – | +19 | +5 |
| | | 250 | 315 | – | – | +21 | +5 |
| | | 315 | 400 | – | – | +24 | +6 |
| | | 400 | 500 | – | – | +27 | +7 |
| Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager | Umfangslast am Außenring | – | 500 | M5 | M4 | – | – |
| | | – | 900 | K5 | K4 | – | – |
| Zylinderrollenlager | Umfangslasten am Außenring | – | 900 | M5 | M4 | – | – |
| | | – | 315 | K5 | K4 | – | – |

¹⁾ Die angegebenen Toleranzen gelten für das Tolerierungsprinzip nach ISO 14405-1.

Tabelle 9

1

Werte der ISO-Toleranzklassen für Wellen

| Wellendurchmesser d | | Toleranzklassen h3(E) | | h4(E) | | js4(E) | | k4(E) | |
|------------------------|-----|--------------------------|------|-------------------|-----|-------------------|------|-------------------|----|
| Nennmaß über bis | | Abmaß ob. unt. | | Abmaß ob. unt. | | Abmaß ob. unt. | | Abmaß ob. unt. | |
| mm | | µm | | | | | | | |
| - | 3 | 0 | -2 | 0 | -3 | +1,5 | -1,5 | +3 | 0 |
| 3 | 6 | 0 | -2,5 | 0 | -4 | +2 | -2 | +5 | +1 |
| 6 | 10 | 0 | -2,5 | 0 | -4 | +2 | -2 | +5 | +1 |
| 10 | 18 | 0 | -3 | 0 | -5 | +2,5 | -2,5 | +6 | +1 |
| 18 | 30 | 0 | -4 | 0 | -6 | +3 | -3 | +8 | +2 |
| 30 | 50 | 0 | -4 | 0 | -7 | +3,5 | -3,5 | +9 | +2 |
| 50 | 80 | 0 | -5 | 0 | -8 | +4 | -4 | +10 | +2 |
| 80 | 120 | 0 | -6 | 0 | -10 | +5 | -5 | +13 | +3 |
| 120 | 180 | 0 | -8 | 0 | -12 | +6 | -6 | +15 | +3 |
| 180 | 250 | 0 | -10 | 0 | -14 | +7 | -7 | +18 | +4 |
| 250 | 315 | 0 | -12 | 0 | -16 | +8 | -8 | +20 | +4 |
| 315 | 400 | 0 | -13 | 0 | -18 | +9 | -9 | +22 | +4 |
| 400 | 500 | - | - | - | - | - | - | +25 | +5 |

Tabelle 10

Werte der ISO-Toleranzklassen für Gehäuse

| Gehäusebohrung D | | Toleranzklassen K4(E) | | K5(E) | | M4(E) | | M5(E) | |
|---------------------|-------|--------------------------|-----|-------------------|-----|-------------------|-----|-------------------|-----|
| Nennmaß über bis | | Abmaß ob. unt. | | Abmaß ob. unt. | | Abmaß ob. unt. | | Abmaß ob. unt. | |
| mm | | µm | | | | | | | |
| 10 | 18 | +1 | -4 | +2 | -6 | -5 | -10 | -4 | -12 |
| 18 | 30 | 0 | -6 | +1 | -8 | -6 | -12 | -5 | -14 |
| 30 | 50 | +1 | -6 | +2 | -9 | -6 | -13 | -5 | -16 |
| 50 | 80 | +1 | -7 | +3 | -10 | -8 | -16 | -6 | -19 |
| 80 | 120 | +1 | -9 | +2 | -13 | -9 | -19 | -8 | -23 |
| 120 | 180 | +1 | -11 | +3 | -15 | -11 | -23 | -9 | -27 |
| 180 | 250 | 0 | -14 | +2 | -18 | -13 | -27 | -11 | -31 |
| 250 | 315 | 0 | -16 | +3 | -20 | -16 | -32 | -13 | -36 |
| 315 | 400 | +1 | -17 | +3 | -22 | -16 | -34 | -14 | -39 |
| 400 | 500 | 0 | -20 | +2 | -25 | -18 | -38 | -16 | -43 |
| 500 | 630 | 0 | -22 | 0 | -32 | -26 | -48 | -26 | -58 |
| 630 | 800 | 0 | -25 | 0 | -36 | -30 | -55 | -30 | -66 |
| 800 | 1 000 | 0 | -28 | 0 | -40 | -34 | -62 | -34 | -74 |

Lagerwahl zur Erzielung bevorzugter Passungen

Schrägkugellager und Zylinderrollenlager unter normalen Betriebsbedingungen und gemäßigten Drehzahlen sollten so gewählt werden, dass sie die Passungs- bzw. Lagerluftwerte erreichen, die im Folgenden aufgelistet werden:

- **Tabelle 11** für Wellenpassungen
- **Tabelle 12** für Gehäusepassungen

Die Abmaße des Lagerdurchmessers sind auf der Verpackung der Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe „Super-precision bearings“ angegeben.

Für extreme Bedingungen, z. B. sehr hohe Drehzahlen oder hohe Belastungen, empfiehlt es sich, den Technischen SKF Beratungsservice einzuschalten.

Bei zweiseitig wirkenden Axial-Schrägkugellagern (der Reihen BTM und BTW) ist der Außendurchmesser der Gehäusescheibe nach einer Toleranz zu bearbeiten, die eine ausreichende radiale Lagerluft im Sitz der Gehäusebohrung zulässt. Daher sollten Lager der Reihen BTW und BTM, die neben einem geeigneten Zylinderrollenlager am gleichen Gehäusesitz eingebaut werden, nicht nach Toleranzen bearbeitet werden, die enger sind als in **Tabelle 8** (→ **Seite 72**) empfohlen. Weitere Informationen enthält der Abschnitt *Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager* (→ **Seite 301**).

Tabelle 11

Bevorzugte Wellenpassungen

| Lagerart | Lagerbohrung | | Interferenz |
|------------------|--------------|-----|-------------|
| | über | bis | |
| – | mm | | µm |
| Schrägkugellager | – | 50 | 0 bis 2 |
| | 50 | 80 | 1 bis 3 |
| | 80 | 120 | 1 bis 4 |
| | 120 | 180 | 2 bis 5 |
| | 180 | 250 | 2 bis 6 |
| | 250 | 315 | 2 bis 7 |
| | 315 | 400 | 3 bis 8 |

Tabelle 12

Bevorzugte Gehäusepassungen

| Lagerart | Lageraußendurchmesser | | Betriebsspiel | | Interferenz |
|---------------------|-----------------------|-----|---------------|-----------|-------------|
| | über | bis | Festlager | Loslager | |
| – | mm | | µm | | µm |
| Schrägkugellager | – | 50 | 2 bis 6 | 6 bis 10 | – |
| | 50 | 80 | 2 bis 6 | 6 bis 11 | – |
| | 80 | 120 | 2 bis 7 | 8 bis 13 | – |
| | 120 | 180 | 2 bis 9 | 10 bis 16 | – |
| | 180 | 250 | 4 bis 10 | 12 bis 19 | – |
| | 250 | 315 | 4 bis 10 | 14 bis 22 | – |
| | 315 | 500 | 5 bis 12 | 16 bis 25 | – |
| Zylinderrollenlager | – | 460 | – | – | 0 bis 2 |

Genauigkeit von Lagersitzen und Anlageflächen

Form- und Laufgenauigkeit

Eine maximale Laufgenauigkeit, hohe Nenn-drehzahlen und niedrige Betriebstemperaturen lassen sich selbst mit Hochgenauigkeitslagern der Reihe „Super-precision bearings“ nur erreichen, wenn die Anschlusssteile mit der gleichen Genauigkeit gefertigt wurden wie die Lager. Bei der mechanischen Bearbeitung ist daher darauf zu achten, dass die Formabweichungen der Lagersitze und Anlageflächen minimal bleiben. Die Form- und Lageempfehlungen nach ISO 1101 sind in **Tabelle 13** (→ **Seite 76**) angegeben.

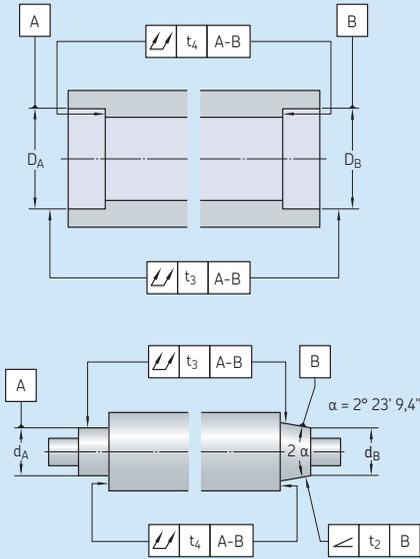
Dünnwandige Lagerringe passen sich an die Lagersitzform an. Daher kann sich jeder Formfehler der Welle oder des Gehäusesitzes negativ auf die Lagerlaufbahnen und die Lagerfunktion auswirken. So können beispielsweise axiale Schiefstellungen zwischen zwei Lagerringen zu einem Verlust der Laufgenauigkeit, zu Belastungskonzentrationen und zu hohen Betriebstemperaturen führen, insbesondere bei hohen Drehzahlen.

Die Zahlenwerte für die IT-Toleranzen nach DIN EN ISO 286-1 können **Tabelle 14** entnommen werden (→ **Seite 77**).

Oberflächenrauheit

Die Rauheit von Lagersitzflächen wirkt sich nicht in gleichem Maße auf die Lagerfunktion aus wie deren Maß- und Formgenauigkeit. Andererseits aber wird das erwartete Passungsübermaß und damit der Passungscharakter umso besser eingehalten, je geringer die Rauheit der Passflächen ist. Für Lagerungen, an deren Genauigkeit höhere Ansprüche gestellt werden, sind in **Tabelle 15** (→ **Seite 77**), in Abhängigkeit von der Toleranzklasse der Lager, Richtwerte für den Mittenrauwert R_a angegeben. Diese Richtwerte gelten für geschliffene Sitze.

Formgenauigkeit von Lagersitzen auf Wellen und in Gehäusen



Tolerierte Fläche
Eigenschaft

Symbol

Toleranzzone

Zulässige Abweichungen
Lager der Toleranzklasse
P4, P4A, P4C, SP

P2, PA9A, UP

Zylindrischer Sitz
Gesamtrundlauf



t_3

IT2/2

IT1/2

Ebene Anlagefläche
Gesamtplanlauf



t_4

IT1

IT0

Winkligkeit



t_2

IT3/2

IT2/2

Tabelle 14

1

Werte der ISO-Toleranzklassen

| Nennmaß | | Zahlenwerte der Grundtoleranzen | | | | | |
|---------|-------|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| über | bis | IT0 max. | IT1 | IT2 | IT3 | IT4 | IT5 |
| mm | | µm | | | | | |
| – | 3 | 0,5 | 0,8 | 1,2 | 2 | 3 | 4 |
| 3 | 6 | 0,6 | 1 | 1,5 | 2,5 | 4 | 5 |
| 6 | 10 | 0,6 | 1 | 1,5 | 2,5 | 4 | 6 |
| 10 | 18 | 0,8 | 1,2 | 2 | 3 | 5 | 8 |
| 18 | 30 | 1 | 1,5 | 2,5 | 4 | 6 | 9 |
| 30 | 50 | 1 | 1,5 | 2,5 | 4 | 7 | 11 |
| 50 | 80 | 1,2 | 2 | 3 | 5 | 8 | 13 |
| 80 | 120 | 1,5 | 2,5 | 4 | 6 | 10 | 15 |
| 120 | 180 | 2 | 3,5 | 5 | 8 | 12 | 18 |
| 180 | 250 | 3 | 4,5 | 7 | 10 | 14 | 20 |
| 250 | 315 | 4 | 6 | 8 | 12 | 16 | 23 |
| 315 | 400 | 5 | 7 | 9 | 13 | 18 | 25 |
| 400 | 500 | 6 | 8 | 10 | 15 | 20 | 27 |
| 500 | 630 | – | 9 | 11 | 16 | 22 | 32 |
| 630 | 800 | – | 10 | 13 | 18 | 25 | 36 |
| 800 | 1 000 | – | 11 | 15 | 21 | 28 | 40 |

Tabelle 15

Richtwerte für die Rauheit der Lagersitzflächen

| Durchmesser des Lagersitzes | | Empfohlener Mittenrauwert R_a für geschliffene Lagersitze | | | |
|-----------------------------|-------|---|--------------|--|--------------|
| über | bis | Wellen- Lager der Toleranzklasse P4, P4A, P4C, SP max. | | Gehäusebohrung Lager der Toleranzklasse P4, P4A, P4C, SP max. | |
| | | P2, PA9A, UP | P2, PA9A, UP | P2, PA9A, UP | P2, PA9A, UP |
| mm | | µm | | µm | |
| – | 80 | 0,2 | 0,1 | 0,4 | 0,4 |
| 80 | 250 | 0,4 | 0,2 | 0,4 | 0,4 |
| 250 | 500 | 0,8 | 0,4 | 0,8 | 0,8 |
| 500 | 800 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| 800 | 1 000 | 0,8 | 0,8 | 1,6 | 1,6 |

Axiale Befestigung der Lager

Im Allgemeinen reicht eine feste Passung allein nicht aus, um einen Lagerring auch in axialer Richtung auf der Welle oder in der Gehäusebohrung festzulegen. Unter Belastung kann der Lagerring auf seinem Sitz zu „wandern“ beginnen. In der Regel wird daher eine geeignete axiale Befestigung oder Sicherung erforderlich.

Bei Festlagern werden beide Lagerringe nach beiden Seiten axial festgelegt.

Bei Loslagern dagegen wird, sofern es sich um Lager handelt, die Axialverschiebungen nicht im Lager selbst ausgleichen, nur der Ring mit der festeren Passung – in der Regel der Innenring – axial befestigt. Der andere Ring muss sich ungehindert gegenüber dem Gegenstück in axialer Richtung verschieben können.

Zylinderrollenlager auf der Loslagerseite bilden die Ausnahme, müssen beide Lagerringe axial festgelegt werden.

In Werkzeugmaschinen übertragen die werkzeugseitigen Lager die Axialbelastung von der Welle auf das Gehäuse. Die werkzeugseitigen Lager werden in der Regel axial festgesetzt, während die Lager an Gegenseite axial frei sind.

Befestigungsverfahren

Wellenmuttern

Lagerinnenringe mit fester Passung stützen sich meist an einer Seite gegen eine Schulter an der Welle ab. Auf der gegenüberliegenden Seite werden sie im Allgemeinen mit Hilfe einer Präzisionswellenmutter befestigt (→ **Bild 22**).

Lager mit kegeliger Bohrung, die direkt auf kegeligen Wellensitzen montiert sind, werden in der Regel von einem Distanzring, der am größeren Ende des Kegels an einem festen Anschlag anliegt und von einer Präzisionsmutter am kleineren Ende auf der Welle gehalten. Die Breite des Abstandshalters wird angepasst, um den Verschiebeweg des Lagers auf seinem kegeligen Sitz zu begrenzen.

Weitere Informationen über Wellenmuttern enthält der Abschnitt *Präzisionswellenmuttern* (→ **Seite 375**).

Abstandshülsen

Statt gegen feste Wellen- und Gehäuseschultern werden die Lager häufig auch gegen Abstandsringe oder -hülsen zwischen den Lagerringen oder zwischen einem Lagerring und dem benachbarten Maschinenteil eingebaut (→ **Bild 23**). In diesen Fällen gelten die Maß- und Formtoleranzen der Anlageflächen.

Bild 22

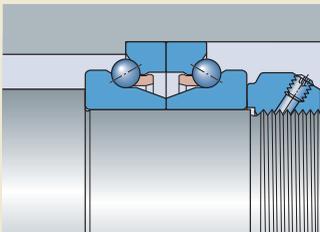
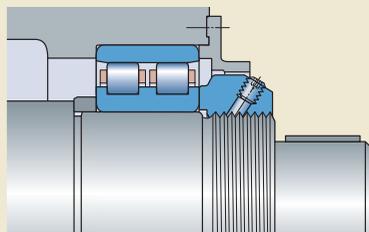


Bild 23



Stufenhülsen

Eine weitere Möglichkeit zur axialen Befestigung von Lagern ist die Verwendung von Stufenhülsen (→ Bild 24) mit enger Presspassung auf der Welle. Diese Hülsen sind besonders gut geeignet für Hochgenauigkeitslagerungen der Reihe „Super-precision bearings“, da sie eine sehr enge Planlauf toleranz aufweisen und eine höhere Genauigkeit bieten als Wellenmuttern mit Gewinde. Stufenhülsen kommen daher oft in Hochgeschwindigkeits-Spindeln zum Einsatz, in denen die Genauigkeit der herkömmlichen Befestigungstechnik nicht ausreicht.

Weitere Informationen über Stufenhülsen enthält der Abschnitt *Stufenhülsen* (→ Seite 80).

Gehäusedeckel

Lageraußenringe mit fester Passung stützen sich meist an einer Seite gegen eine Schulter im Gehäuse ab. Auf der gegenüberliegenden Seite werden sie im Allgemeinen mit Hilfe eines Gehäusedeckels befestigt.

Gehäusedeckel und die zugehörigen Befestigungsschrauben können sich negativ auf die Form oder Funktion von Lagern auswirken. Wenn die Wand zwischen Lagersitz und Schraubenlöchern zu dünn ist oder wenn die Schrauben zu fest angezogen werden, kann sich die Außenringlaufbahn verformen. Lager aus den kleinsten ISO-Maßreihen 18 und 19 sind für dieses Risiko anfälliger als Lager der ISO-Maßreihe 10 (oder darüber).

Es empfiehlt sich, möglichst viele Schrauben mit einem möglichst kleinen Durchmesser zu

verwenden. Erfolgt die Befestigung lediglich mit drei oder vier Schrauben, besteht infolge der geringen Anzahl von Anziehungspunkten das Risiko einer Bildung von Ausbuchtungen in der Gehäusebohrung. Dies kann aufgrund von Belastungskonzentrationen zu Betriebsgeräuschen, Schwingungen, einer instabilen Vorspannung oder vorzeitigen Ausfällen führen. Bei komplexen Spindelausführungen mit begrenzten Platzverhältnissen können nur Dünnringlager mit einer geringen Anzahl von Schraubverbindungen eingesetzt werden. In diesen Fällen empfiehlt SKF eine Finite-Element-Berechnung zur Verformungsanalyse.

Als Richtlinie zur Erzielung einer angemessenen Spannkraft zwischen der Endfläche des Gehäusedeckels und der Stirnseite des Lageraußenrings gilt, dass die Länge des Gehäusedeckels so angepasst werden sollte, der Axialspalt zwischen Deckel und Stirnseite des Gehäuses vor dem Anziehen der Schrauben zwischen 15 und 20 µm pro 100 mm Gehäusebohrungsdurchmesser liegt (→ Bild 25).

Bild 24

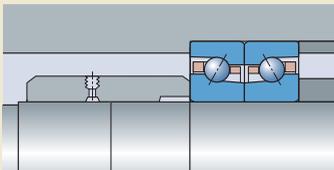
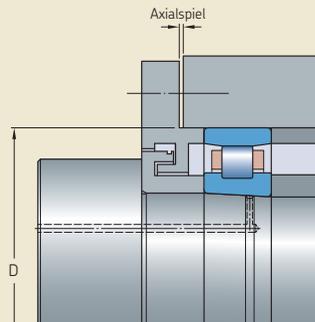


Bild 25



Stufenhülsen

Stufenhülsen sind Druckhülsen mit zwei geringfügig unterschiedlichen Innendurchmessern für abgesetzte Wellen. Durch eine feste Passung wird die Hülse axial festgesetzt und erhält gleichzeitig ihre axiale Tragfähigkeit. Die abgesetzte Ausführung der Passfläche vereinfacht die Ausrichtung beim Einbau und erleichtert den Ausbau beim Druckölverfahren.

Stufenhülsen verbessern die Wellensteifigkeit, ohne Spannungen zu erzeugen, die sich negativ auf die Laufgenauigkeit der Welle auswirken könnten. Die Hülsen kommen meist in Hochgeschwindigkeits-Anwendungsfällen zum Einsatz, in denen die Stoßbelastungen nur minimal sind. Stufenhülsen bieten eine höhere Einbaugenauigkeit als Wellenmutter, sofern Hülse und HülSENSITZ nach den geeigneten Spezifikationen bearbeitet wurden und die Hülse korrekt eingebaut wurde.

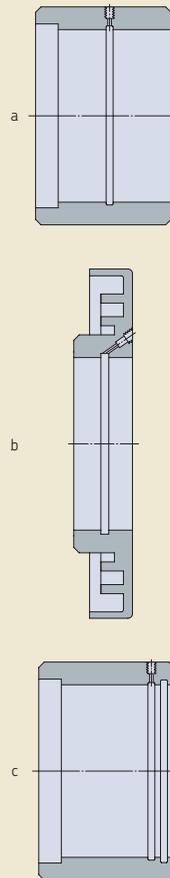
SKF hat zwar keine Stufenhülsen in seinem Sortiment, auf den folgenden Seiten finden Sie jedoch einige Ausführungs- und Maßempfehlungen.

Ausführungen

Stufenhülsen (→ **Bild 26**) haben entweder eine herkömmliche Hülsenform (**a**) oder sind ringförmig (**b**). Ringförmige Stufenhülsen werden meist in Anwendungsfällen eingesetzt, in denen die Hülse zugleich einen Teil der Labyrinthdichtung bildet (→ *Stufenhülsen in Sonderausführungen*, **Seite 84**).

Bei relativ leichten Axialbelastungen kann das Hülsenende mit dem kleineren Durchmesser mit loser Passung auf der Welle montiert werden. Kommt jedoch das Druckölverfahren beim Ausbau der Hülse zum Einsatz, sollte die Hülsen-seite mit der losen Passung mit einem O-Ring abgedichtet werden (**c**).

Bild 26



Empfohlene Abmessungen

Empfohlene Abmessungen finden Sie in:

- **Tabelle 16** (→ Seite 82) für Stufenhülsen (ohne O-Ring) und ihre Hülsensitze (Beispiel Lageranordnung → Bild 27)
- **Tabelle 17** (→ Seite 83) für Stufenhülsen (ohne O-Ring) und ihre Hülsensitze (Beispiel Lageranordnung → Bild 28)

Beim Fertigen von Stufenhülsen ist es sehr wichtig, dass der tatsächliche Grad der Passung für kleinen und großen Durchmesser so eng wie möglich ist. Die Erfahrung hat gezeigt, dass die Demontage wesentlich schwieriger ist, wenn bei der Passung auch nur ein kleiner Unterschied besteht.

Dünnwandige Hohlwellen können sich bei hohem Anpressdruck verformen. Die Hülsen für solche Wellen sollte daher möglichst nahe am Lager geführt werden, damit eine Verformung des Lagersitzes verhindert wird. Die Länge der Führung sollte 15 bis 20% des Wellendurchmessers betragen.

Bild 27

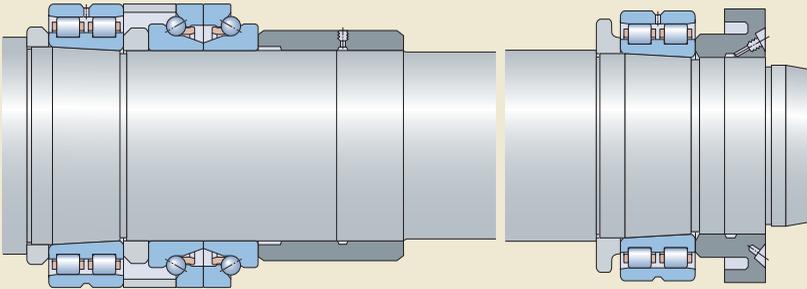
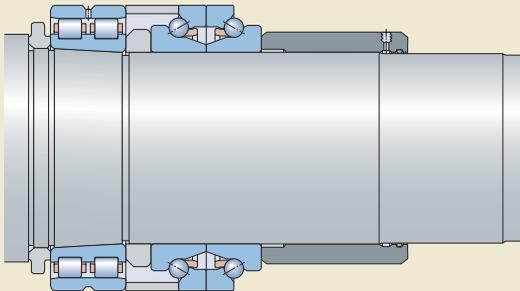
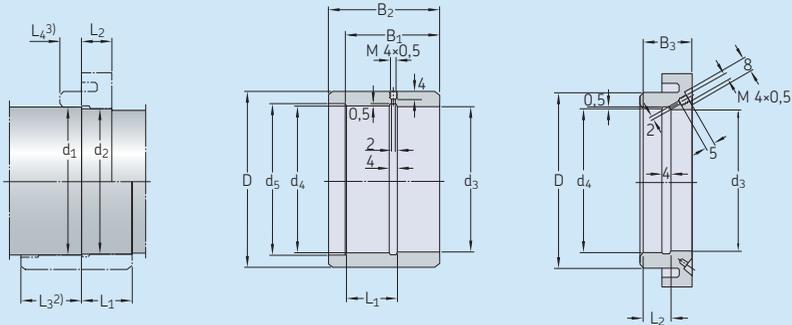


Bild 28



Empfohlene Abmessungen für Stufenhülsen und Sitze



| Abmessungen Wellen- | | Stufenhülse | | | | | | | | | | Temperaturunterschied ¹⁾ |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-----|----------------|----------------|----------------|------------------------|------------------------|-----|-------------------------------------|
| d ₁ h4(⊖) | d ₂ h4(⊖) | d ₃ H4(⊕) | d ₄ H4(⊕) | d ₅ +0,5 | D | B ₁ | B ₂ | B ₃ | L ₁ ±0,1 | L ₂ ±0,1 | | |
| mm | | | | | | | | | | | °C | |
| 17 | 16.968 | 16,95 | 16.977 | 19 | 27 | 26 | 31 | 13 | 15 | 8,5 | 150 | |
| 20 | 19.964 | 19,94 | 19.971 | 22 | 30 | 28 | 33 | 14 | 16 | 9 | 150 | |
| 25 | 24.956 | 24,92 | 24.954 | 27 | 35 | 30 | 35 | 15 | 17 | 9,5 | 150 | |
| 30 | 29.946 | 29,91 | 29.954 | 32 | 40 | 32 | 38 | 16 | 18 | 10 | 140 | |
| 35 | 34.937 | 34,9 | 34.943 | 37 | 47 | 34 | 40 | 17 | 19 | 10,5 | 140 | |
| 40 | 39.937 | 39,9 | 39.943 | 42 | 52 | 36 | 42 | 18 | 20 | 11 | 130 | |
| 45 | 44.927 | 44,88 | 44.933 | 47 | 58 | 38 | 46 | 19 | 21 | 11,5 | 130 | |
| 50 | 49.917 | 49,86 | 49.923 | 52 | 63 | 40 | 48 | 20 | 22 | 12 | 130 | |
| 55 | 54.908 | 54,85 | 54.922 | 57 | 70 | 42 | 50 | 21 | 23 | 12,5 | 120 | |
| 60 | 59.908 | 59,85 | 59.922 | 62 | 75 | 44 | 54 | 22 | 24 | 13 | 120 | |
| 65 | 64.898 | 64,83 | 64.912 | 67 | 80 | 46 | 56 | 23 | 25 | 13,5 | 120 | |
| 70 | 69.898 | 69,83 | 69.912 | 72 | 86 | 48 | 58 | 24 | 26 | 14 | 110 | |
| 75 | 74.898 | 74,83 | 74.912 | 77 | 91 | 50 | 60 | 25 | 27 | 14,5 | 100 | |
| 80 | 79.888 | 79,82 | 79.912 | 82 | 97 | 52 | 62 | 26 | 28 | 15 | 100 | |
| 85 | 84.88 | 84,81 | 84,9 | 87 | 102 | 54 | 64 | 27 | 29 | 15,5 | 100 | |
| 90 | 89.88 | 89,8 | 89,9 | 92 | 110 | 56 | 68 | 28 | 30 | 16 | 100 | |
| 95 | 94.87 | 94,79 | 94,9 | 97 | 114 | 58 | 70 | 29 | 31 | 16,5 | 90 | |
| 100 | 99.87 | 99,79 | 99,9 | 102 | 120 | 60 | 72 | 30 | 32 | 17 | 90 | |
| 105 | 104,87 | 104,78 | 104,89 | 107 | 125 | 62 | 74 | 31 | 33 | 17,5 | 90 | |
| 110 | 109,86 | 109,77 | 109,89 | 112 | 132 | 64 | 76 | 32 | 34 | 18 | 90 | |
| 120 | 119,86 | 119,77 | 119,89 | 122 | 142 | 68 | 80 | 34 | 36 | 19 | 80 | |
| 130 | 129.852 | 129,75 | 129.868 | 132 | 156 | 72 | 84 | 36 | 38 | 20 | 90 | |
| 140 | 139.852 | 139,74 | 139.858 | 142 | 166 | 76 | 88 | 38 | 40 | 21 | 90 | |
| 150 | 149.842 | 149,73 | 149.858 | 152 | 180 | 80 | 95 | 40 | 42 | 22 | 80 | |
| 160 | 159.842 | 159,73 | 159.858 | 162 | 190 | 84 | 99 | 42 | 44 | 23 | 80 | |
| 170 | 169.842 | 169,72 | 169.848 | 172 | 205 | 88 | 103 | 44 | 46 | 24 | 80 | |
| 180 | 179.832 | 179,71 | 179.848 | 182 | 220 | 92 | 110 | 46 | 48 | 25 | 80 | |
| 190 | 189.834 | 189,7 | 189.836 | 192 | 230 | 96 | 114 | 48 | 50 | 26 | 80 | |
| 200 | 199.834 | 199,7 | 199.836 | 202 | 245 | 100 | 118 | 50 | 52 | 27 | 70 | |

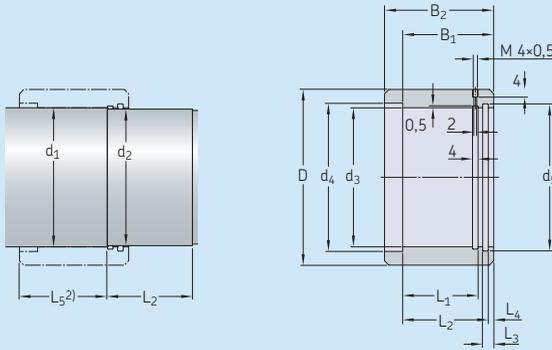
¹⁾ Temperaturunterschied zwischen Welle und Hülse bzw. Ring bei der Montage

²⁾ L₃ = Länge der Stufenhülse über den Durchmesser d₁ = L₁ + B₂ - B₁ - 4 [mm]

³⁾ L₄ = Länge des Stufenrings über den Durchmesser d₁ = L₂ - 4 + Überstand d₄ [mm]

Tabelle 17

Empfohlene Abmessungen für Stufenhülsen mit O-Ringen und Hülsenstutze



| Abmessungen Wellen- | | Stufenhülse | | | | | | | Geigneter O-Ring | | | | Temperaturunterschied ¹⁾ |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------|-----|----------------|----------------|------------------------|------------------------|----------------|------------------------|-----------|-------------------------------------|
| d ₁ h4(E) | d ₂ f7(E) | d ₃ H4(E) | d ₄ +0,5 | d ₅ H9 | D | B ₁ | B ₂ | L ₁ ±0,1 | L ₂ ±0,1 | L ₃ | L ₄ +0,2 | | °C |
| mm | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | 16,95 | 16,977 | 19 | 20,6 | 27 | 26 | 31 | 17 | 22,9 | 6,5 | 3,1 | 16,3x2,4 | 150 |
| 20 | 19,95 | 19,971 | 22 | 23,6 | 30 | 28 | 33 | 19 | 24,9 | 6,5 | 3,1 | 19,3x2,4 | 150 |
| 25 | 24,9 | 24,954 | 27 | 29,5 | 35 | 30 | 35 | 21 | 26,1 | 7 | 3,9 | 24,2x3 | 150 |
| 30 | 29,9 | 29,954 | 32 | 34,5 | 40 | 32 | 38 | 24 | 28,1 | 7 | 3,9 | 29,2x3 | 140 |
| 35 | 34,9 | 34,943 | 37 | 39,5 | 47 | 34 | 40 | 26 | 30,1 | 7 | 3,9 | 34,2x3 | 140 |
| 40 | 39,9 | 39,943 | 42 | 44,5 | 52 | 36 | 42 | 28 | 32,1 | 7 | 3,9 | 39,2x3 | 130 |
| 45 | 44,9 | 44,933 | 47 | 49,5 | 58 | 38 | 46 | 32 | 34,1 | 7 | 3,9 | 44,2x3 | 130 |
| 50 | 49,9 | 49,923 | 52 | 54,5 | 63 | 40 | 48 | 34 | 36,1 | 7 | 3,9 | 49,2x3 | 130 |
| 55 | 54,9 | 54,922 | 57 | 59,5 | 70 | 42 | 50 | 36 | 38,1 | 7 | 3,9 | 54,2x3 | 120 |
| 60 | 59,9 | 59,922 | 62 | 64,5 | 75 | 44 | 54 | 40 | 40,1 | 7 | 3,9 | 60x3 | 120 |
| 65 | 64,85 | 64,912 | 67 | 69,5 | 80 | 46 | 56 | 42 | 42,1 | 7 | 3,9 | 65x3 | 120 |
| 70 | 69,85 | 69,912 | 72 | 74,5 | 86 | 48 | 58 | 42 | 44,1 | 8 | 3,9 | 69,5x3 | 110 |
| 75 | 74,85 | 74,912 | 77 | 79,5 | 91 | 50 | 60 | 44 | 46,1 | 8 | 3,9 | 74,5x3 | 100 |
| 80 | 79,85 | 79,912 | 82 | 84,5 | 97 | 52 | 62 | 46 | 48,1 | 8 | 3,9 | 79,5x3 | 100 |
| 85 | 84,85 | 84,9 | 87 | 89,5 | 102 | 54 | 64 | 48 | 50,1 | 8 | 3,9 | 85x3 | 100 |
| 90 | 89,85 | 89,9 | 92 | 94,5 | 110 | 56 | 68 | 52 | 52,1 | 8 | 3,9 | 90x3 | 100 |
| 95 | 94,85 | 94,9 | 97 | 99,5 | 114 | 58 | 70 | 54 | 54,1 | 8 | 3,9 | 94,5x3 | 90 |
| 100 | 99,85 | 99,9 | 102 | 104,5 | 120 | 60 | 72 | 54 | 56,1 | 9 | 3,9 | 100x3 | 90 |
| 105 | 104,85 | 104,89 | 107 | 109,5 | 125 | 62 | 74 | 56 | 58,1 | 9 | 3,9 | 105x3 | 90 |
| 110 | 109,85 | 109,89 | 112 | 114,5 | 132 | 64 | 76 | 58 | 60,1 | 9 | 3,9 | 110x3 | 90 |
| 120 | 119,85 | 119,89 | 122 | 124,5 | 142 | 68 | 80 | 62 | 64,1 | 9 | 3,9 | 120x3 | 80 |
| 130 | 129,8 | 129,868 | 132 | 134,4 | 156 | 72 | 84 | 66 | 68,1 | 9 | 3,9 | 130x3 | 90 |
| 140 | 139,8 | 139,858 | 142 | 144,4 | 166 | 76 | 88 | 70 | 72,1 | 9 | 3,9 | 140x3 | 90 |
| 150 | 149,8 | 149,858 | 152 | 159 | 180 | 80 | 95 | 73 | 72,6 | 13 | 7,4 | 149,2x5,7 | 80 |
| 160 | 159,8 | 159,858 | 162 | 169 | 190 | 84 | 99 | 77 | 76,6 | 13 | 7,4 | 159,2x5,7 | 80 |
| 170 | 169,8 | 169,848 | 172 | 179 | 205 | 88 | 103 | 81 | 80,6 | 13 | 7,4 | 169,2x5,7 | 80 |
| 180 | 179,8 | 179,848 | 182 | 189 | 220 | 92 | 110 | 88 | 84,6 | 13 | 7,4 | 179,2x5,7 | 80 |
| 190 | 189,8 | 189,836 | 192 | 199 | 230 | 96 | 114 | 92 | 88,6 | 13 | 7,4 | 189,2x5,7 | 80 |
| 200 | 199,8 | 199,836 | 202 | 209 | 245 | 100 | 118 | 96 | 92,6 | 13 | 7,4 | 199,2x5,7 | 70 |

¹⁾ Temperaturunterschied zwischen Welle und Hülse bei der Montage
²⁾ L₅ = Länge der Stufenhülse über den Durchmesser d₁ = L₁ + B₂ - B₁ - 4 [mm]

Werkstoff

SKF empfiehlt die Verwendung von härtbarem Stahl mit einer Streckgrenze von mindestens 550 N/mm². Die Passflächen von Hülse und Welle sollten gehärtet und geschliffen sein.

Axiale Belastbarkeit

Der Grad der tatsächlichen festen Passung bestimmt die axiale Tragfähigkeit von Stufenhülsen. Bei der Fertigung von Stufenhülsen gemäß den empfohlenen Abmessungen aus **Tabelle 16** und **17** (→ **Seite 82** und **83**) lassen sich der Oberflächendruck zwischen einer Voll- bzw. einer dünnwandigen Hohlwelle und der Hülse sowie die axiale Haltekraft pro mm Nabenbreite anhand der ungefähren Werte in **Tabelle 18**. Stufenhülsen mit loser Passung am kleineren Durchmesser üben lediglich die halbe axiale Haltekraft einer Stufenhülse mit Passung für beide Durchmesser aus.

Bei der Gestaltung von Stufenhülsen sind die axialen Stoßkräfte, die auf die Hülse wirken, zu berücksichtigen. Bei Bedarf kann die Hülse mit

einer Gewindemutter gesichert werden. Die Mutter wird leicht angezogen und kann auch als Einbauhilfe dienen.

Stufenhülsen in Sonderausführungen

Stufenhülsen werden zur sicheren Verbindung von Bauteilen verwendet. Mit den Hülsen lassen sich Naben einfach ein- und ausbauen und Mitnehmerscheiben, Klauen usw. ersetzen. Die Keilriemenscheibe aus **Bild 29** zum Beispiel ist als Stufenhülse mit integrierter Labyrinthdichtung ausgeführt. In diesem Fall setzt die Hülse das Lager nicht nur axial fest, sondern überträgt auch das Drehmoment.

Bild 29

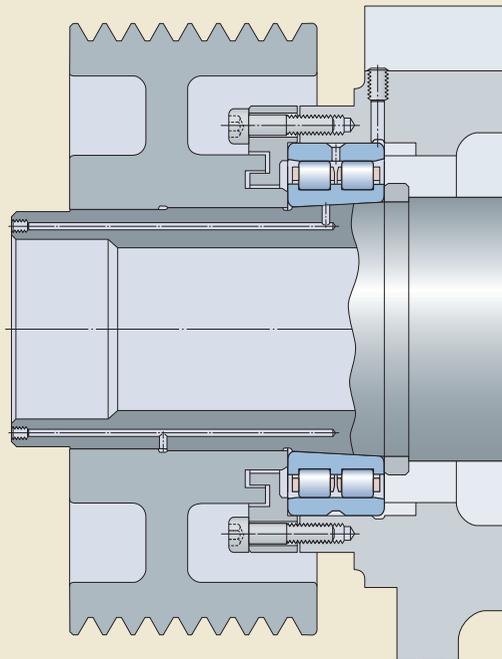


Tabelle 18

Ungefährer Oberflächendruck und axiale Haltekraft von Stufenhülsen¹⁾

| Ungefährer Wellendurchmesser d | Ungefährer Oberflächendruck | Ungefähre axiale Haltekraft pro mm Nabenbreite |
|-----------------------------------|-----------------------------|--|
| mm | N/mm ² | N/mm |
| 30 | 40 | 300 |
| 100 | 35 | 550 |
| 200 | 22 | 1 000 |

¹⁾ Bei Fertigung gemäß den empfohlenen Abmessungen in **Tabelle 16** und **17** (→ **Seite 82** und **83**).

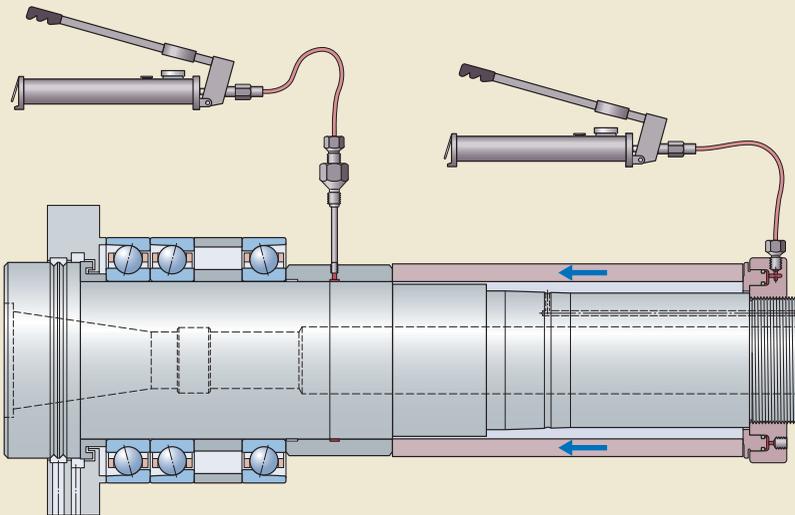
Einbau

Die folgende Anleitung hilft beim Einbau von Stufenhülsen. Wenn Stufenhülsen gegen bereits fettgeschmierte Lager angestellt werden sollen, darf sich das eingespritzte Öl bzw. die Einbauflüssigkeit nicht mit dem Fett mischen, da sich sonst die Schmierung verschlechtern würde.

- 1 Wärmen Sie die Hülse auf den erforderlichen Temperaturunterschied gemäß **Tabelle 16** und **17** (→ **Seite 82** und **83**) an.
- 2 Schieben Sie die Hülse auf den Wellensitz.
- 3 Nach dem Abkühlen der Hülse drücken Sie Öl oder eine SKF Einbauflüssigkeit zwischen Hülse und Welle. Verwenden Sie dafür die geeigneten Druckölgeräte (→ **Bild 30** und *Drucköltechnik und Druckmedien*). Zur Vermeidung lokaler Spannungsspitzen ist das Öl langsam bei kontrolliertem Öldruck einzudrücken.

- 4 Verwenden Sie eine Hydraulikmutter und eine geeignete Abstandshülse, um die Hülse in ihre Endposition zu bringen (→ **Bild 30**). Bei Verwendung einer Hydraulikmutter lässt sich die Kraft, mit der die Mutter gegen die Lageranordnung drückt, über den Öldruck steuern. Da die Hülse auf einem Ölfilm gleitet, werden Spannungen während des Schrumpfens abgeleitet (entstehen beim Abkühlen der Hülse), und die Komponenten können sich gegeneinander ausrichten. Sobald die erforderliche Axialkraft erreicht worden ist, hat die Hülse ihre Endposition eingenommen.
- 5 Lassen Sie den Öldruck zwischen den Passflächen ab, während das Werkzeug immer noch auf der Hülse ist. Das Öl muss ungehindert abfließen können. Es dauert in der Regel etwa 24 Stunden, bevor die Hülse ihre volle Nennlast aufnehmen kann.

Bild 30



Demontage

Zum Demontieren von Stufenhülsen drücken Sie Öl oder eine SKF Demontageflüssigkeit zwischen Hülse und Welle. Verwenden Sie dafür die geeigneten Druckölgeräte (→ *Drucköltechnik und Druckmedien*). Sobald sich genügend Öldruck aufgebaut hat, um die Passflächen zu trennen, bildet sich aufgrund der unterschiedlichen Bohrungsdurchmesser eine Axialkraft und die Hülse wird von ihrem Sitz geschoben, ohne dass eine zusätzliche externe Kraft erforderlich ist.

ACHTUNG!

Um der Gefahr von Verletzungen vorzubeugen, muss deshalb bei der Demontage ein Anschlag, z. B. in Form einer Wellenmutter, vorhanden sein, der ein plötzliches Abgleiten der losen Hülse verhindert.

Drucköltechnik und Druckmedien

SKF bietet Druckölgeräte zum (De-)Montieren von Hülsen. Ausführliche Informationen über diese Anwärmgeräte stehen unter Instandhaltungsprodukte online zur Verfügung www.skf.com/de/products.

Bei der Auswahl einer geeigneten Pumpe ist zu beachten, dass der zulässige Maximaldruck deutlich über dem berechneten Vorspanndruck liegen muss.

Für die Montage empfiehlt SKF die Verwendung der SKF Einbauflüssigkeit LHM 300. Diese Flüssigkeit hat eine Viskosität von $300 \text{ mm}^2/\text{s}$ bei $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Diese Einbauflüssigkeit bietet den Vorteil, dass sie nach abgeschlossenem Einbau schnell und vollständig abfließt und die Metallflächen sehr schnell wieder in Kontakt kommen.

Für die Demontage empfiehlt SKF die Verwendung der SKF Demontageflüssigkeit LHDF 900. Mit einer Viskosität von $900 \text{ mm}^2/\text{s}$ bei $20 \text{ }^\circ\text{C}$ schafft LHDF 900 einen ausreichenden Ölfilm auch bei zerkratzten Paarungsflächen. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Flüssigkeit eine geringe Durchflussrate hat und dass die zulässigen Drücke niemals überschritten werden dürfen.

Vorkehrungen für den Ein- und Ausbau

Bei der Gestaltung einer Lagerung müssen meist auch Merkmale vorgesehen werden, die den Ein- und Ausbau erleichtern. Wenn beispielsweise an den Wellen- oder Gehäuseschultern Aussparungen vorgesehen sind, können beim Ausbau problemlos Abziehwerkzeuge angesetzt werden (→ **Bild 31**). Gewindebohrungen in den Gehäuseschultern ermöglichen die Verwendung von Abdrückschrauben, um das Lager aus seinem Sitz zu drücken (→ **Bild 32**).

Wenn für den Ein- und Ausbau von Lagern auf einem kegeligen Zapfen oder für den Ausbau von Lagern auf zylindrischem Sitz die Anwendung des Druckölverfahren vorgesehen ist, sind Ölzuführbohrungen und Ölverteilungsnuten in der Welle erforderlich (→ **Bild 33**). Empfohlene Abmessungen für die Ölzuführbohrung, die Ölverteilungsnut und das Anschlussgewinde können den **Tabellen 19** und **20** zu entnehmen werden.

Bild 31

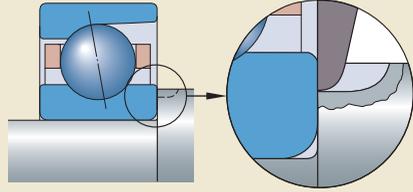


Bild 32

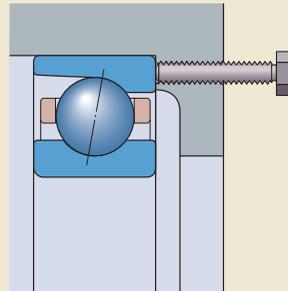


Bild 33

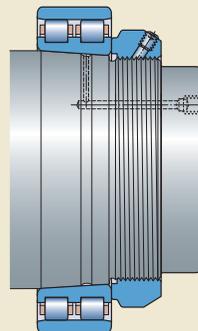
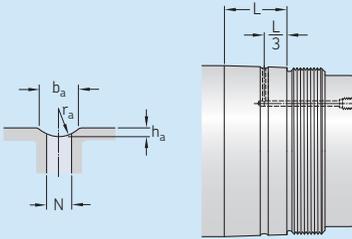


Tabelle 19

Ölverteilmuten und Zuführbohrungen

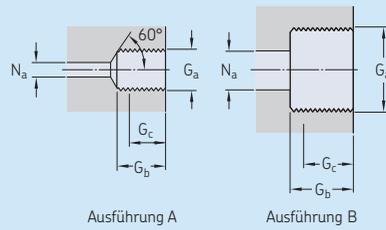


| Durchmesser des Lagersitzes | | Abmessungen | | | |
|-----------------------------|-----|-------------|-------|-------|-----|
| über | bis | b_a | h_a | r_a | N |
| mm | | mm | | | |
| - | 50 | 2,5 | 0,5 | 2 | 2 |
| 50 | 100 | 3 | 0,5 | 2,5 | 2,5 |
| 100 | 150 | 4 | 0,8 | 3 | 3 |
| 150 | 200 | 4 | 0,8 | 3 | 3 |
| 200 | 250 | 5 | 1 | 4 | 4 |
| 250 | 300 | 5 | 1 | 4 | 4 |
| 300 | 400 | 6 | 1,25 | 4,5 | 5 |
| 400 | 500 | 7 | 1,5 | 5 | 5 |
| 500 | 650 | 8 | 1,5 | 6 | 6 |
| 650 | 800 | 10 | 2 | 7 | 7 |

L = Breite des Lagersitzes

Tabelle 20

Ausführung der Anschlussgewinde und -bohrungen



| Gewinde G_a | Ausführung | Abmessungen | | |
|---------------|------------|-------------|---------------------|------------|
| | | G_b | G_c ¹⁾ | N_a max. |
| | | mm | | |
| - | - | | | |
| M 4x0,5 | A | 5 | 4 | 2 |
| M 6 | A | 10 | 8 | 3 |
| G 1/8 | A | 12 | 10 | 3 |
| G 1/4 | A | 15 | 12 | 5 |
| G 3/8 | B | 15 | 12 | 8 |
| G 1/2 | B | 18 | 14 | 8 |
| G 3/4 | B | 20 | 16 | 8 |

¹⁾ Effektive Gewindelänge

Lagervorspannung

Die Vorspannung ist eine Kraft, die zwischen Wälzkörpern und Lagerringen wirkt und nicht auf externe Belastungen zurückzuführen ist. Die Vorspannung ist gewissermaßen eine „negative Lagerluft“. Eine Vorspannung kann aus folgenden Gründen vorteilhaft sein:

- eine höhere Steifigkeit
- geringerer Geräuschpegel
- eine genauere Führung der Welle
- eine lange Gebrauchsdauer
- erhöhte Laufgenauigkeit
- zur Verhinderung von Gleitbewegungen bei hohen Drehzahlen bei schnellem Anfahren und Stoppen sowie bei sehr kleinen Belastungen

In der Mehrzahl von Hochgenauigkeits-Anwendungsfällen wird eine Vorspannung benötigt, um die Systemsteifigkeit zu verbessern.

Schrägkugellager

Einreihige Schrägkugellager werden in der Regel satzweise montiert – entweder als O-Anordnung (→ Bild 34 und 35) oder als X-Anordnung (→ Bild 36), die normalerweise einer axialen Vorspannung unterliegt. Die Vorspannkraft wird dadurch aufgebracht, dass einer der Ringe des einen Lagers in axialer Richtung um einen der gewünschten Vorspannkraft entsprechenden Weg verschoben wird (→ Bild 34 und 36). Die gewünschte Vorspannung wird mit Federn eingestellt (→ Bild 35).

Der Überstand von zusammengepassten Lagersätzen und Universallagern für den satzweisen Einbau ist präzise abgestimmt. Das heißt, dass eine festgelegte Vorspannung entsteht, wenn zwei Lager paarweise unmittelbar nebeneinander eingebaut werden. Dafür sind keine weiteren Einstellungen erforderlich. Dabei ist zu beachten, dass die Vorspannung von der Lagerpassung und von den Betriebsbedingungen abhängt. Weitere Informationen enthält der Abschnitt *Vorspannung in eingebauten Lagersätzen* (→ Seite 162).

Zur Änderung der Vorspannung können Zwischenringe zwischen die Lagerringe gesetzt werden. Weitere Informationen enthält der Abschnitt *Individuelle Anpassung der Vorspannung* (→ Seite 166).

Bild 34

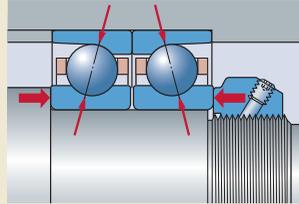


Bild 35

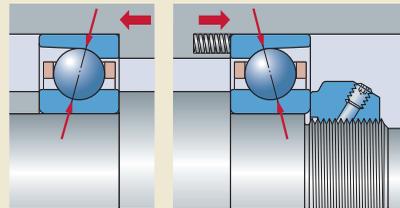
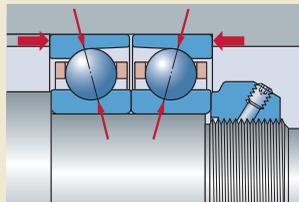


Bild 36



Einfluss externer Belastung auf vorgespannte Lagersätze

Der Einfluss einer externen Axialbelastung auf vorgespannten Lagersätzen ist in **Diagramm 13** dargestellt. Die Kurven repräsentieren die Federeigenschaften von zwei Lagern in einer O-Anordnung. Die blaue Kurve stellt Lager A dar, auf das die externe Axialkraft K_a wirkt. Die rote Kurve stellt Lager B dar, das axial nicht belastet ist.

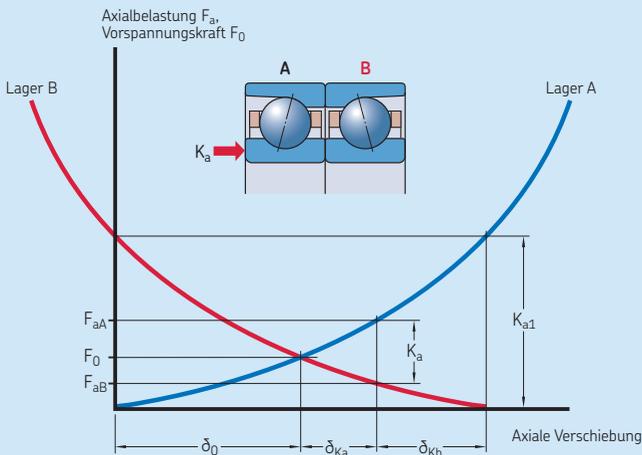
Die Lagerringe der beiden Lager sind gegeneinander durch die axiale Verschiebung δ_0 vorgespannt, sodass auf beide Lager die Vorspannung F_0 wirkt. Wenn Lager A einer externen Axialkraft K_a ausgesetzt ist, erhöht sich die Belastung in dem Lager auf F_{aA} , während die Belastung im Lager B auf F_{aB} sinkt. Die axiale Verlagerung der Lagerringe folgt den Federkennlinien. δ_{Ka} ist die Verlagerung des Lagersatzes, δ_{Kb} dagegen die verbleibende Vorspannung [μm] an Lager B.

Wenn die Axialkraft an der Spindel die natürliche Abhebekraft K_{a1} erreichen, wird das Lager B vollständig entlastet. In diesem Fall besteht eine erhebliche Gefahr, dass aus der Rotationsbewegung der unbelasteten Kugeln eine Gleitbewegung wird, die mit der Zeit vorzeitige Lagerschäden verursachen kann.

Die Abhebekraft hängt ganz von der Vorspannung und der jeweiligen Lageranordnung ab (\rightarrow **Tabelle 21, Seite 92**). Abhebekräfte lassen sich durch höhere Vorspannungen oder durch Verwendung von Lagersätzen mit unterschiedlichen Berührungswinkeln vermeiden. Weitere Auskünfte erhalten Sie vom Technischen SKF Beratungsservice.

Diagramm 13

Einfluss externer Belastung auf vorgespannte Lagersätze



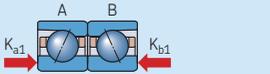
Abhebekräfte für Schrägkugellagerbaugruppen

Anordnung

Abhebekräfte
 K_{a1}

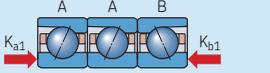
K_{b1}

Gleiche Berührungswinkel ($\alpha_A = \alpha_B$)



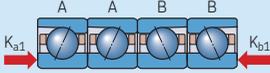
$2,83 F_0$

$2,83 F_0$



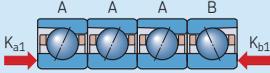
$4,16 F_0$

$2,08 F_0$



$2,83 F_0$

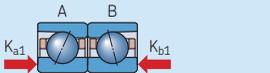
$2,83 F_0$



$5,4 F_0$

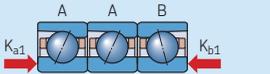
$1,8 F_0$

Unterschiedliche Berührungswinkel ($\alpha_A = 25^\circ, \alpha_B = 15^\circ$)



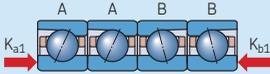
$5,9 F_0$

$1,75 F_0$



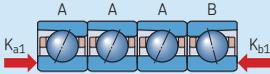
$9,85 F_0$

$1,45 F_0$



$5,9 F_0$

$1,75 F_0$



$13,66 F_0$

$1,33 F_0$

F_0 = Vorspannkraft

Vorspannung durch Federn

Häufig werden Federn zur Einstellung der Vorspannung in Schrägkugellagern verwendet, insbesondere für Hochgeschwindigkeitsschleifspindeln. Die Federn wirken auf den Außenring eines der beiden Lager, der in axialer Richtung verschiebbar sein muss. Die Vorspannungskraft bleibt praktisch konstant, auch wenn eine axiale Verschiebung des Lagers durch Wärmedehnung eintritt. Nähere Angaben zur Vorspannung mit Federn sowie Hinweise zu den empfohlenen Vorspannungswerten enthält der Abschnitt *Vorspannung mit konstanter Kraft* (→ Seite 165).

Nicht geeignet ist diese Art der Vorspannung für Anwendungen, bei denen eine hohe Steifigkeit gefordert wird, bei denen die Lastrichtung wechselt oder bei denen nicht näher bestimmbare Stoßbelastungen auftreten.

Zylinderrollenlager

Zylinderrollenlager lassen sich ausschließlich radial vorspannen (→ **Bild 37**). Lager mit kegeliger Bohrung werden vorgespannt, indem der Innenring auf den kegeligen Sitz verschoben wird. Die daraus resultierende feste Passung führt zur Aufweitung des Innenrings, wodurch sich die erforderliche Vorspannung bildet. Zur genauen Einstellung der Vorspannung sollte ein Hüllkreismessgerät verwendet werden. Ausführlichere Informationen entnehmen Sie dem Abschnitt *Einbau* (→ **Seite 280**) bzw. *Einstellung der Lagerluft bzw. Vorspannung* (→ **Seite 278**).

Axial-Schrägkugellager

Axial-Schrägkugellager lassen sich ausschließlich axial vorspannen (→ **Bild 38**). Der Überstand von axialen Schrägkugellagern ist präzisionsgeschliffen. Das heißt, wenn die beiden Hälften des Lagers zusammengesetzt werden, ohne weitere Einstellung eine festgelegte Vorspannung entsteht. Dabei ist zu beachten, dass diese Vorspannung von der Passung und von den Betriebsbedingungen abhängt.

Bei Belastung weisen Axial-Schrägkugellager ähnliche Eigenschaften auf wie Schrägkugellager. Daher gelten die Angaben für Schrägkugellager auch für diese Lager. Die Abhebekraft in einseitig wirkenden Axial-Schrägkugellagern für Gewindetriebe der Reihen BSA und BSD wird genauso berechnet wie in Schrägkugellagern (→ **Tabelle 21, Seite 92**).

Für zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager der Reihen BTW und BTM gilt für die Abhebekraft näherungsweise

$$K_{a1} = 2,85 F_0$$

Hierin sind

K_{a1} = Abhebekraft

F_0 = Vorspannung der Lager vor einer externen axialen Belastung

Bild 37

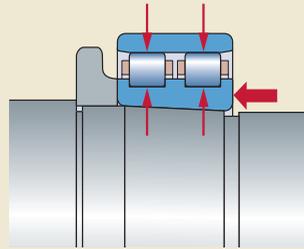
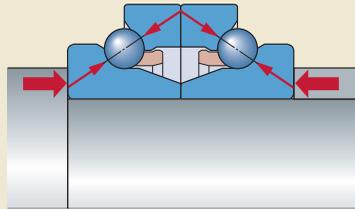


Bild 38



Abgedichtete Lager

Verunreinigungen und Feuchtigkeit können die Lagergebrauchsdauer und Leistung negativ beeinflussen. Das gilt insbesondere für Werkzeugmaschinen, in denen Kühlmittel und Späne zur Betriebsumgebung gehören. Eine wirksame Dichtungsanordnung ist daher unentbehrlich für einen zuverlässigen Spindelbetrieb. SKF bietet eine Vielzahl von externen und integrierten Dichtungstypen an.

Äußere Dichtungen

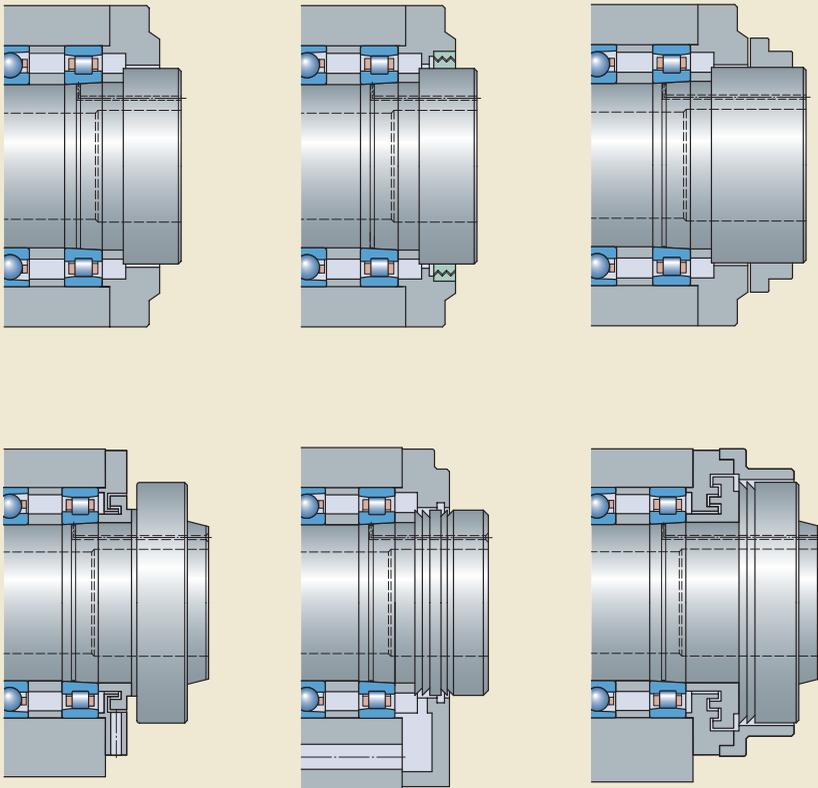
Bei Lageranordnungen, bei denen die Abdichtung unter den gegebenen Betriebsbedingungen wichtiger ist als der Platzbedarf oder die Kosten, gibt es zwei externe DichtungsbaufORMen zur Auswahl: berührungslose Dichtungen

(→ Bild 39) und berührende Dichtungen (→ Bild 41, Seite 98).

Für Dichtungen, die nicht von SKF angeboten werden, sind die Informationen in dem folgenden Abschnitt lediglich als Orientierung zu betrachten. Vor dem endgültigen Einsatz dieser Dichtungen empfiehlt es sich deshalb, deren Leistungsmerkmale eingehend zu prüfen. SKF kann für die einwandfreie Funktion dieser Dichtungen keine Verantwortung übernehmen.

1

Bild 39



Berührungsfreie Dichtungen

Bei Genauigkeitsanwendungsfällen mit hohen Drehzahlen kommen fast immer berührungsfreie Dichtungen zum Einsatz. Deren Wirkungsweise beruht im Prinzip auf der Dichtwirkung eines engen Spalts zwischen Welle und Gehäuse. Berührungsfreie Dichtungen weisen praktisch keine Reibung und keinen Verschleiß auf und begrenzen daher auch nicht die zulässige Drehzahl, wodurch sie eine ausgezeichnete Lösung für Werkzeugmaschinen sind.

Die erhältlichen Dichtungsausführungen reichen von einfachen Spaltdichtungen bis zu mehrstufigen Labyrinthdichtungen (→ **Bild 39, Seite 95**). Mehrstufige Labyrinthdichtungen sind erheblich wirksamer als Spaltdichtungen. Sie weisen mehrere sich axial und radial überkreuzende Komponenten auf, wodurch es für Verunreinigungen und Schneidflüssigkeit schwieriger wird, in das Lager einzudringen.

In stark kontaminierten Umgebungen wird häufig eine komplexe Labyrinthdichtung verwendet. Labyrinthdichtungen haben mindestens drei Stufen, die den Schmierstoff im Lager halten und das Eindringen von Verunreinigungen verhindern. Die Funktionsweise einer hochwirksamen Labyrinthdichtung ist in **Bild 40** dargestellt. Die Dichtung ist in drei Schutzstufen unterteilt:

- Primärstufe
- Sekundärstufe
- Endstufe

Diese Ausführung mit Ablasskammern und Rückstandssammlern geht auf Studien der Technischen Universität Stuttgart zurück.

Die Primärstufe umfasst einen Tropfwasserschutz (**1**), einen Gehäusedeckel (**2**) und die Welle, die gemeinsam ein Labyrinth bilden. Der Tropfwasserschutz nutzt die Zentrifugalkraft, um Verunreinigungen vom Deckel wegzuschleudern. Der Gehäusedeckel verhindert das direkte Eindringen von Verunreinigungen in das Labyrinth. Der radiale Spalt (**3**) zwischen Gehäusedeckel und Welle sollte 0,1 bis 0,2 mm breit sein.

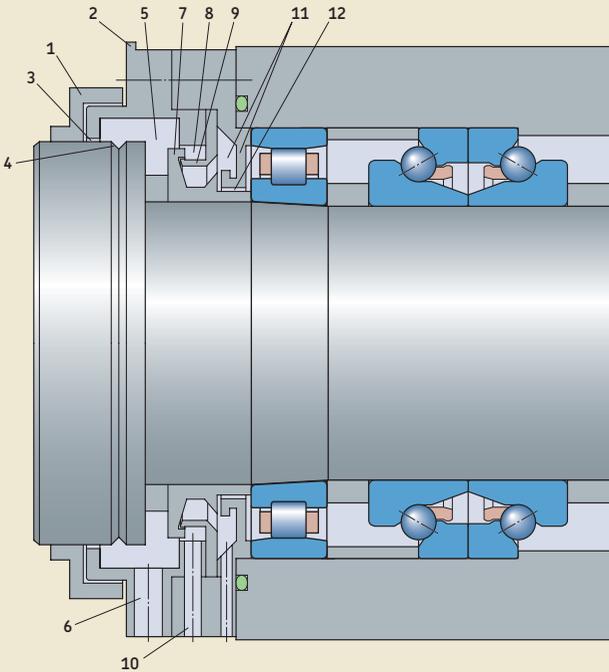
Flüssigkeiten, die die Primärstufe überwunden haben, werden von der Sekundärstufe gesammelt und abtransportiert. Die Stufe beginnt mit Umfangsnuten auf der Welle (**4**). Ihre zentralen Konstruktionsmerkmale sind die große Ablasskammer (**5**) und die Austrittsöffnung (**6**). Umfangsnuten unterstützen den Abtransport

von Flüssigkeit im Ruhezustand, die dann – statt an der Welle entlang zu laufen – in die Ablasskammer tropft. Bei Rotieren der Welle wird die Flüssigkeit fortgeschleudert, in der Ablasskammer gesammelt und über die Austrittsöffnung abgelassen. Große Ablassöffnungen (ca. 250 mm²) im Sammelbereich begrenzen die Flüssigkeitsmenge, die sich in der Kammer ansammelt.

Einige Merkmale der Primärstufe werden in der Endstufe wieder aufgegriffen. Sie besteht aus Labyrinth-Ringen (**7**) mit radialen Spalten von 0,2 bis 0,3 mm Breite, aus einer Flüssigkeitsbremskammer (**8**), aus einem Sammler (**9**) zum Transport der Flüssigkeit in den Ablassbereich und aus einer Austrittsöffnung (**10**) mit einem Ablassbereich von ca. 150 mm². Bei ausreichend Platz können eine weitere Kammer, ein Sammler und eine Ablaufbohrung von ca. 50 mm² vorgesehen werden (**11**). Der letzte Radialspalt (**12**) sollte dabei ca. 1 mm breit sein, um eine Kapillarwirkung zu verhindern.

Bei der Gestaltung solcher Dichtungsanordnungen sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Zur Vermeidung interner Pumpeffekte müssen die Labyrinthkomponenten von außen nach innen einen schrittweise verkleinerten Durchmesser aufweisen.
- Spiralrillen an rotierenden Komponenten können Flüssigkeiten sehr effektiv in beide axialen Richtungen bewegen, je nach Ausführung und Rotationsrichtung. Hierdurch lässt sich bei einseitig wirkenden Anwendungen und bei vorsichtiger Eingliederung in die Konstruktion die Effektivität von Spalt- oder Labyrinthdichtungen erhöhen. Spiralrillen an rotierenden Komponenten von Spalt- oder Labyrinthdichtungen sollten jedoch vermieden werden, wenn die Anwendung in beide Richtungen rotiert oder wenn bei einseitig wirkenden Anwendungen der Effektivität der Dichtung entgegengewirkt werden würde.
- Bei schwierigen Betriebsbedingungen kann durch starkes Einblasen von Luft in die Labyrinthspalten bzw. in die Spindel eine Luftbarriere erzeugt werden. Der Luftstrom muss dabei aber so ausgeglichen werden, dass der vorherrschende Strom immer nach außen gerichtet ist.



- Ein Dichtungssystem, das bevorzugt den axialen Platz belegt, ist vorzuziehen, da es große Ablassbereiche ermöglicht und die Sammler direkt in das System integriert werden können. In diesen Fällen ist die Spindel infolge des großen Überstands der vorderen Lager (und der Angriffsfläche der Spannkraft) jedoch weniger starr.

Dichtscheiben

Berührende Dichtungen (→ **Bild 41**) dichten in der Regel sehr zuverlässig ab. Ihr Wirkungsgrad ist jedoch von mehreren Faktoren abhängig, darunter:

- Dichtungsausführung
- Dichtungswerkstoff
- Kontaktdruck
- Oberflächengüte der Gegenlauffläche
- Zustand der Dichtlippe
- Vorhandensein von Schmierstoff zwischen Dichtlippe und Gegenlauffläche

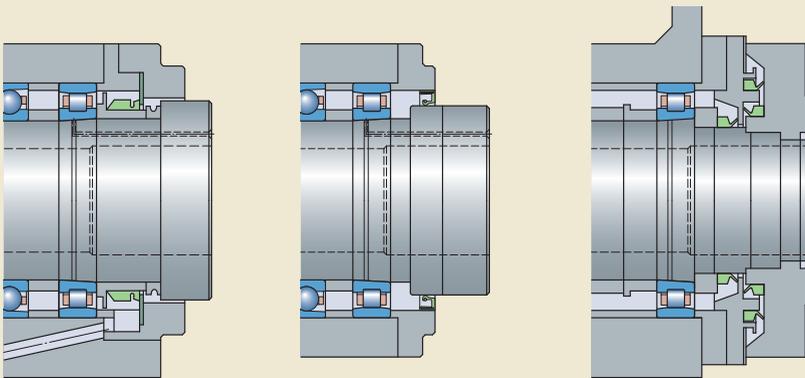
Die Reibung der Dichtung auf der Gegenlauffläche kann bei hohen Drehzahlen ($A \geq 2$ Mio. mm/min) zu einer beträchtlichen Wärme-erzeugung führen. Aus diesem Grund lassen sich derartige Dichtungen nur für Spindeln mit niedrigeren Drehzahlen verwenden und/oder für Anwendungen, bei denen sich die zusätzliche Wärme nicht wesentlich auf die Spindelleistung auswirkt.

Dichtungen im Lager

Abgedichtete Lager werden allgemein für Lageranordnungen eingesetzt, bei denen eine ausreichend effektive, externe Dichtung nicht gewährleistet werden kann, beispielsweise aus Platz- oder aus Kostengründen.

SKF bietet ein umfangreiches Sortiment an Hochgenauigkeitslagern der Reihe „Super-precision bearings“ mit Dichtungen an beiden Seiten. Ausführliche Details enthält der Abschnitt *Dichtungslösungen* im jeweiligen Produktkapitel.

Bild 41



Schmierung

Die Wahl eines geeigneten Schmierstoffs und eines geeigneten Schmierverfahrens hängt in erster Linie von den Betriebsbedingungen wie der erforderlichen Drehzahl oder der zulässigen Betriebstemperatur ab. Andere Faktoren wie Schwingungen, Belastungen und die Schmierung benachbarter Komponenten, wie Getriebe, können sich jedoch ebenfalls auf den Auswahlprozess auswirken.

Da für den Schmierfilm zwischen Wälzkörpern und Laufbahnen nur eine sehr geringe Menge Schmierstoff benötigt wird, setzt sich bei Spindellagerungen zunehmend die Fettschmierung durch. Bei einer angemessenen Fettschmierung sind die hydrodynamischen Reibungsverluste klein und die Betriebstemperaturen fallen entsprechend niedrig aus. Werden jedoch hohe Drehzahlen verlangt, ist eventuell die Ölschmierung vorzuziehen, da Schmierfett unter diesen Bedingungen nur eine kurze Gebrauchsdauer hat. In der Regel wird eine Ölschmierung mit einem Öl-Luft-Schmiersystem oder einem Ölumlaufschmiersystem gewährleistet, das außerdem den Vorteil einer Kühlung bietet.

Fettschmierung

Fettgeschmierte Lagerungen sind für einen breiten Drehzahlbereich geeignet. Werden Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“ mit geeigneten Mengen hochwertiger Fetts geschmiert, sind hohe Drehzahlen ohne starken Temperaturanstieg möglich.

Bei Verwendung von Fett kann die Lageranordnung relativ einfach gestaltet werden, da sich Fett einfacher in der Lageranordnung zurückhalten lässt als Öl, vor allem bei schräg oder senkrecht angeordneter Lagerachse. Außerdem kann das Schmierfett selbst zur Abdichtung der Lagerstelle gegenüber Verunreinigungen, Feuchtigkeit und Spritzwasser beitragen.

Wahl des richtigen Schmierfetts

Für die meisten Spindelwendungenfälle mit Hochgenauigkeitslagern der Reihe „Super-precision bearings“ sind Schmierfette auf der Grundlage mineralischer Grundöle mit Zusatz von Lithiumseifenfett geeignet. Diese Schmierfette haften gut an den Lagerflächen und sind bei Temperaturen von -30 bis $+110$ °C einsetzbar. Für hohe Drehzahlen, hohe Temperaturen

und hohe Anforderungen an die Gebrauchsdauer hat sich Schmierfett mit synthetischem Grundöl bewährt, z. B. das SKF Esterölbasisfett LGLT 2.

Für Axial-Schrägkugellager in Gewindetrieben ist bei den meisten Betriebsbedingungen ein Fett auf Ester- oder Mineralölbasis mit Calciumkomplex-Verdickungsmittel geeignet.

Bei folgenden Bedingungen können andere Schmierfette erforderlich werden:

- Betriebstemperaturen < 10 °C oder > 100 °C
- sehr hohe oder sehr niedrige Drehzahlen
- statischer Betrieb, geringe Rotation bzw. Schwingung
- hohe Schwingbeanspruchung für die Lager
- starke Belastungen oder Stoßbelastungen für die Lager
- hohe Anforderungen an die Wasserbeständigkeit
- Gewindetriebe sollten bei niedrigen Drehzahlen, bei schweren Belastungen oder bei Schwingungen mit einem Lithiumseifenfett auf Mineralölbasis und mit EP-Zusätzen geschmiert werden, z. B. mit SKF LGEP 2.

Eine angemessene Schmierfettauswahl erfolgt in vier Schritten.

1. Auswahl der Konsistenzklasse

Schmierfette werden nach der vom National Lubricating Grease Institute (NLGI) eingeführten Klassifikation in Konsistenzklassen eingeteilt. Schmierfette mit hoher Konsistenz, d. h. feste Fette, haben hohe NLGI-Klassen, während weiche Fette, also solche mit niedriger Konsistenz, niedrige NLGI-Klassen erhalten. Für Wälzlager kommen drei NLGI-Konsistenzklassen in Betracht:

- Die am häufigsten verwendeten Schmierfette für normale Lageranwendungsfälle haben die NLGI-Klasse 2.
- Wälzlagerschmierfette mit niedriger Konsistenz, d. h. Fette der NLGI-Klasse 1, kommen bevorzugt bei niedrigen Umgebungstemperaturen und bei Schwenkbewegungen zum Einsatz.
- Schmierfette der NLGI-Klasse 3 sind für große Lager, für senkrechte Wellenanordnungen, für hohe Umgebungstemperaturen und für hohe Schwingungsniveaus geeignet.

2. Bestimmung der erforderlichen Grundölviskosität

Ausführliche Informationen zur Berechnung der erforderlichen Grundölviskosität finden Sie unter *Schmierbedingungen – das Viskositätsverhältnis κ* im SKF Katalog *Wälzlager* und unter skf.com. Die Diagramme in dieser Publikation basieren auf der elasto-hydrodynamischen Schmierungs- theorie (EHL) bei durchgehendem Schmierfilm.

Es hat sich jedoch gezeigt, dass bei der Verwendung von Schmierfett mit sehr niedrig- bzw. sehr hochviskosen Grundölen ein dünnerer Ölfilm entsteht, als die Schmierungstheorien vermuten lassen. Daher sind bei der Verwendung der Diagramme zur Bestimmung der erforderlichen Grundölviskosität für fettgeschmierte Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“ möglicherweise Anpassungen erforderlich. In der Praxis hat sich die Bestimmung der erforderlichen Viskosität ν bei 40 °C mit anschließender Anpassung bewährt:

- $\nu \leq 20 \text{ mm}^2/\text{s}$ → die Viskosität mit einem Faktor zwischen 1 und 2 multiplizieren
In diesem niedrigen Bereich reicht die Viskosität des Öls nicht für die Bildung eines Ölfilms in der erforderlichen Stärke aus.
- $20 \text{ mm}^2/\text{s} < \nu \leq 250 \text{ mm}^2/\text{s}$ → Es wird kein Korrekturfaktor benötigt
- $\nu > 250 \text{ mm}^2/\text{s}$ → wenden Sie sich bitte an den Technischen SKF Beratungsservice

Berechnungen können auch mit dem SKF Programm Viskosität vorgenommen werden, unter skf.com/bearingcalculator.

Hochviskose Schmierfette erhöhen die Reibung und die vom Lager erzeugte Wärme. Sie sind aber z. B. für Stützlager für Kugelgewindetriebe in Anwendungen mit niedrigen Drehzahlen oder in Anwendungen erforderlich, bei denen ein Risiko von Schwingungsverschleiß („False Brinelling“) besteht.

3. Entscheidung über Verwendung von EP-Additiven

Fett mit Hochdruck-Additiven kann die richtige Wahl sein, wenn Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“ einer der folgenden Bedingungen ausgesetzt sind:

- sehr hohe Belastungen ($P < 0,15 \text{ C}$)
- Stoßbelastungen

- niedrige Drehzahlen
- zeitweiliger statischer Belastung
- häufiges Anfahren und Anhalten

Schmierstoffe mit EP-Zusätzen sollten nur im Bedarfsfall verwendet werden und grundsätzlich nur bei Einhaltung der korrekten Betriebstemperatur. Einige EP-Zusätze sind mit bestimmten Lagermaterialien nicht vereinbar, besonders bei hohen Temperaturen. Weitere Auskünfte erhalten Sie vom Technischen SKF Beratungsservice.

4. Kontrolle der zusätzlichen Anforderungen

Bei einigen Anwendungen können die Betriebsbedingungen zusätzliche Anforderungen an das Schmierfett stellen, wie z. B. spezielle Eigenschaften. Folgende Empfehlungen können als Richtlinien gelten:

- Bei hohen Anforderungen an die Beständigkeit gegen Auswaschen sollte ein Fett mit Calcium-Verdickungsmittel statt Lithium-Verdickungsmittel verwendet werden.
- Wird ein guter Rostschutz gefordert, ist ein geeignetes Additiv empfehlenswert.
- Bei hohen Schwingungspegeln sollte ein Fett mit hoher mechanischer Stabilität gewählt werden.

Zur Wahl des geeigneten Fetts für eine bestimmte Lagerbauform und Anwendung können Sie das Auswahlprogramm SKF LubeSelect unter skf.com/lubrication verwenden.

Erstbefüllung

Bei Hochgenauigkeitslagern der Reihe „Super-precision bearings“, die mit hohen Drehzahlen laufen, ist der Leerraum im Lager nur bis zu 30% mit Fett zu füllen.

Das Fett in Axial-Schrägkugellagern für Gewindetriebe sollte den Freiraum im Lager zu ~ 25 bis 35% ausfüllen.

Frisch fettgeschmierte Lager sollten in der Einlaufphase bei möglichst niedrigen Drehzahlen betrieben werden (→ *Einlaufen fettgeschmierter Lager*, **Seite 111**). Hierdurch wird überschüssiges Fett verdrängt, und der Rest kann sich gleichmäßig im Lager verteilen. Wird die Einlaufphase übersprungen, besteht die Gefahr, dass die Betriebstemperatur stark ansteigt und das Lager vorzeitig ausfällt.

Die Erstbefüllung hängt von der Lagergröße, -bauform und -reihe sowie vom Drehzahlkennwert A ab.

$$A = n d_m$$

Hierin sind

A = der Drehzahlkennwert [mm/min]

d_m = der mittlere Lagerdurchmesser [mm]

$$= 0,5 (d + D)$$

n = die Drehzahl [min⁻¹]

Die Erstbefüllung offener Lager kann näherungsweise wie folgt bestimmt werden:

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

Hierin sind

G = Erstbefüllung [cm³]

G_{ref} = Fettbezugsmenge [cm³]

– für Schrägkugellager

→ **Tabelle 22, Seite 102**

– für Zylinderrollenlager

→ **Tabelle 23, Seite 103**

– für zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager

→ **Tabelle 24, Seite 104**

– für einseitig wirkende Axial-

Schrägkugellager für Gewindetriebe

→ **Tabelle 25, Seite 104**

K = Berechnungsfaktor abhängig von der Lagerbauform und vom Drehzahlkennwert A (→ **Diagramm 14, Seite 105**)

Abgedichtete Lager werden mit einem hochwertigen, niedrigviskosen Fett befüllt, das ca. 15% des Freiraums im Lager ausfüllt. Unter normalen Betriebsbedingungen werden sie als auf Lebensdauer geschmiert eingestuft. Das Fett zeichnet sich durch folgende Merkmale aus:

- hohe Drehzahlen
- hervorragende Alterungsbeständigkeit
- sehr gute Rostschutzeigenschaften

Die Eigenschaften des Fetts werden in **Tabelle 26, Seite 104** angegeben.

Fettbezugsmenge für Schrägkugellager

| Lagerbohrung d | Größe | Fettbezugsmenge G_{ref} für Lager der Reihen | | | | | | | |
|-------------------|-------|--|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | 718 CD 718 ACD | 719 CD 719 ACD | 719 CE 719 ACE | 719 CB 719 ACB | 70 CD 70 ACD | 70 CE 70 ACE | 70 CB 70 ACB | 72 CD 72 ACD |
| mm | – | cm ³ | | | | | | | |
| 6 | 6 | – | – | – | – | 0,09 | 0,09 | – | – |
| 7 | 7 | – | – | – | – | 0,12 | 0,11 | – | 0,16 |
| 8 | 8 | – | – | 0,09 | – | 0,15 | 0,17 | – | 0,23 |
| 9 | 9 | – | – | 0,09 | – | 0,18 | 0,19 | – | 0,26 |
| 10 | 00 | 0,06 | 0,12 | 0,1 | – | 0,24 | 0,28 | – | 0,36 |
| 12 | 01 | 0,07 | 0,12 | 0,1 | – | 0,27 | 0,31 | – | 0,51 |
| 15 | 02 | 0,08 | 0,21 | 0,2 | – | 0,39 | 0,5 | – | 0,73 |
| 17 | 03 | 0,09 | 0,24 | 0,2 | – | 0,54 | 0,68 | – | 1 |
| 20 | 04 | 0,18 | 0,45 | 0,5 | – | 0,9 | 1,1 | – | 1,5 |
| 25 | 05 | 0,21 | 0,54 | 0,6 | – | 1 | 1,3 | – | 1,9 |
| 30 | 06 | 0,24 | 0,63 | 0,6 | 0,72 | 1,6 | 1,7 | 1,4 | 2,8 |
| 35 | 07 | 0,28 | 0,93 | 0,8 | 0,96 | 2 | 2,4 | 1,8 | 3,9 |
| 40 | 08 | 0,31 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 2,4 | 2,8 | 2,2 | 4,7 |
| 45 | 09 | 0,36 | 1,6 | 1,5 | 1,8 | 3,3 | 3,4 | 2,9 | 5,9 |
| 50 | 10 | 0,5 | 1,7 | 1,7 | 1,9 | 3,6 | 4,1 | 3,1 | 6,7 |
| 55 | 11 | 0,88 | 2,5 | 2,3 | 2,6 | 5,1 | 5 | 4,7 | 8,6 |
| 60 | 12 | 1,2 | 2,7 | 2,5 | 2,8 | 5,4 | 5,3 | 5 | 10 |
| 65 | 13 | 1,3 | 2,9 | 2,6 | 3 | 5,7 | 6,2 | 5,5 | 12 |
| 70 | 14 | 1,4 | 4,5 | 4,3 | 4,5 | 8,1 | 8,2 | 7,3 | 14 |
| 75 | 15 | 1,5 | 5,1 | 4,5 | 4,8 | 8,4 | 8,6 | 7,7 | 15 |
| 80 | 16 | 1,6 | 5,1 | 4,8 | 5,3 | 11 | 12 | 10 | 18 |
| 85 | 17 | 2,7 | 7,2 | 7 | 6,5 | 12 | 12 | 11 | 22 |
| 90 | 18 | 2,9 | 7,5 | 7 | 7,4 | 15 | 14 | 14 | 28 |
| 95 | 19 | 3,1 | 7,8 | 7,3 | 7,5 | 16 | 17 | 15 | 34 |
| 100 | 20 | 3,2 | 11 | 10 | 10 | 16 | 17 | 15 | 41 |
| 105 | 21 | 4 | 11 | – | – | 20 | – | – | 48 |
| 110 | 22 | 5,1 | 11 | 11 | 11 | 26 | 23 | 22 | 54 |
| 120 | 24 | 5,5 | 15 | 15 | 14 | 27 | 28 | 24 | 69 |
| 130 | 26 | 9,3 | 20 | – | – | 42 | – | – | 72 |
| 140 | 28 | 9,9 | 22 | – | – | 45 | – | – | 84 |
| 150 | 30 | 13 | 33 | – | – | 54 | – | – | – |
| 160 | 32 | 14 | 33 | – | – | 66 | – | – | – |
| 170 | 34 | – | 36 | – | – | 84 | – | – | – |
| 180 | 36 | – | 54 | – | – | 111 | – | – | – |
| 190 | 38 | – | 57 | – | – | 114 | – | – | – |
| 200 | 40 | – | 81 | – | – | 153 | – | – | – |
| 220 | 44 | – | 84 | – | – | 201 | – | – | – |
| 240 | 48 | – | 93 | – | – | 216 | – | – | – |
| 260 | 52 | – | 150 | – | – | 324 | – | – | – |
| 280 | 56 | – | 159 | – | – | – | – | – | – |
| 300 | 60 | – | 265 | – | – | – | – | – | – |
| 320 | 64 | – | 282 | – | – | – | – | – | – |
| 340 | 68 | – | 294 | – | – | – | – | – | – |
| 360 | 72 | – | 313 | – | – | – | – | – | – |

Die Werte beziehen sich auf ein Füllvolumen von 30%.

Tabelle 23

1

Fettbezugsmenge für Zylinderrollenlager

| Lagerbohrung d | Größe | Fettbezugsmenge G_{ref} für Lager der Reihen | | | | |
|-------------------|-------|--|-----------|----------|---------------------|----------------------|
| | | N 10 TN | N 10 TNHA | N 10 PHA | NN 30 ¹⁾ | NNU 49 ¹⁾ |
| mm | – | cm ³ | | | | |
| 25 | 05 | – | – | – | 0,9 | – |
| 30 | 06 | – | – | – | 1 | – |
| 35 | 07 | – | – | – | 1,9 | – |
| 40 | 08 | 2,3 | 2,5 | 3,1 | 1,8 | – |
| 45 | 09 | 2,9 | 3,2 | 4,1 | 2,4 | – |
| 50 | 10 | 3,2 | 3,5 | 4,4 | 2,7 | – |
| 55 | 11 | 4,4 | 4,9 | 6,1 | 3,6 | – |
| 60 | 12 | 4,7 | 5,2 | 6,5 | 3,8 | – |
| 65 | 13 | 5 | 5,5 | 6,9 | 4,1 | – |
| 70 | 14 | 6,7 | 7,2 | 9,2 | 5,9 | – |
| 75 | 15 | 7,1 | 7,7 | 9,6 | 6,3 | – |
| 80 | 16 | 9 | 9,8 | 13 | 8,3 | – |
| 85 | 17 | 9,2 | 10 | – | 8,4 | – |
| 90 | 18 | 12 | 14 | – | 11 | – |
| 95 | 19 | 13 | 14 | – | 12 | – |
| 100 | 20 | 13 | 14 | – | 12 | 13 |
| 105 | 21 | 18 | 18 | – | 17 | 15 |
| 110 | 22 | 21 | 21 | – | 20 | 17 |
| 120 | 24 | 22 | 34 | – | 23 | 27 |
| 130 | 26 | – | – | – | 34 | 31 |
| 140 | 28 | – | – | – | 52 | 45 |
| 150 | 30 | – | – | – | 63 | 57 |
| 160 | 32 | – | – | – | 78 | 63 |
| 170 | 34 | – | – | – | 105 | 72 |
| 180 | 36 | – | – | – | 138 | 81 |
| 190 | 38 | – | – | – | 144 | 85 |
| 200 | 40 | – | – | – | 191 | 117 |
| 220 | 44 | – | – | – | 260 | 150 |
| 240 | 48 | – | – | – | 288 | 171 |
| 260 | 52 | – | – | – | 392 | 366 |
| 280 | 56 | – | – | – | 420 | 384 |

Die Werte beziehen sich auf ein Füllvolumen von 30%.

¹⁾ Für Lager der Reihen NN 30 und NNU 49 mit $d > 280$ mm wenden Sie sich bitte an den Technischen SKF Beratungsservice.

Tabelle 24

Fettbezugsmenge für zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager

| Lagerbohrung d | Größe | Fettbezugsmenge G_{ref} für Lager der Reihen | |
|-------------------|-------|--|------|
| | | BTW | BTM |
| mm | – | cm ³ | |
| 35 | 07 | 1,9 | – |
| 40 | 08 | 2,5 | – |
| 45 | 09 | 3,1 | – |
| 50 | 10 | 3,3 | – |
| 55 | 11 | 4,8 | – |
| 60 | 12 | 5,2 | 7,8 |
| 65 | 13 | 5,6 | 8,4 |
| 70 | 14 | 7,4 | 11 |
| 75 | 15 | 7,8 | 11,8 |
| 80 | 16 | 11 | 16 |
| 85 | 17 | 11 | 16,8 |
| 90 | 18 | 14 | 22 |
| 95 | 19 | 15 | 22 |
| 100 | 20 | 16 | 22 |
| 105 | 21 | – | – |
| 110 | 22 | 27 | 38 |
| 120 | 24 | 28 | 40 |
| 130 | 26 | 40 | 58 |
| 140 | 28 | 45 | 62 |
| 150 | 30 | 56 | 80 |
| 160 | 32 | 67 | 94 |
| 170 | 34 | 90 | 126 |
| 180 | 36 | 117 | 160 |
| 190 | 38 | 122 | – |
| 200 | 40 | 157 | – |

Die Werte beziehen sich auf ein Füllvolumen von 30%.

Tabelle 25

Fettbezugsmenge für einseitig wirkende Axial-Schrägkugellager für Gewindetribe

| Kurzzeichen | Fettbezugsmenge G_{ref} |
|-------------|---------------------------|
| – | cm ³ |
| BSA 201 C | 0,4 |
| BSA 202 C | 0,5 |
| BSA 203 C | 0,7 |
| BSA 204 C | 1,2 |
| BSA 205 C | 1,5 |
| BSA 206 C | 2,2 |
| BSA 207 C | 3 |
| BSA 208 C | 3,7 |
| BSA 209 C | 4,5 |
| BSA 210 C | 5,2 |
| BSA 212 C | 8,5 |
| BSA 215 C | 11,1 |
| BSA 305 C | 2,4 |
| BSA 306 C | 2,1 |
| BSA 307 C | 4,2 |
| BSA 308 C | 6,4 |
| BSD 2047 C | 1,4 |
| BSD 2562 C | 2 |
| BSD 3062 C | 2 |
| BSD 3572 C | 2,5 |
| BSD 4072 C | 2,5 |
| BSD 4090 C | 5,2 |
| BSD 45100 C | 5,9 |
| BSD 4575 C | 2,7 |
| BSD 50100 C | 6,5 |
| BSD 55100 C | 6,5 |
| BSD 55120 C | 7,5 |
| BSD 60120 C | 7,5 |

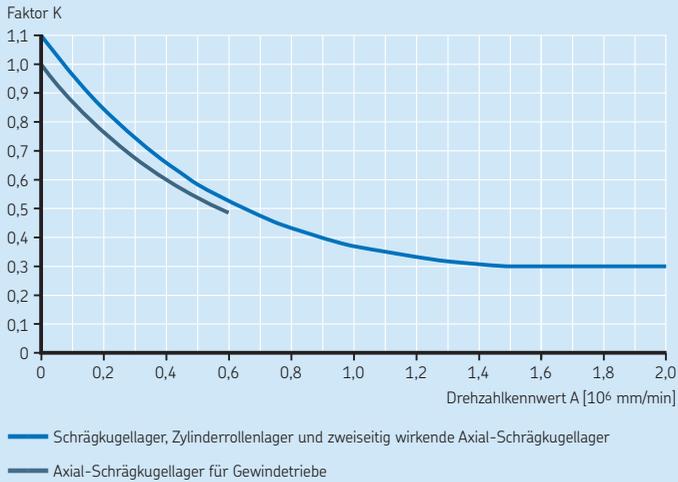
Die Werte beziehen sich auf ein Füllvolumen von 35%.

Tabelle 26

Technische Daten für Schmierfette in abgedichteten Lagern

| Eigenschaften | Fetteigenschaften |
|--|---------------------|
| Dickungsmittel | Lithiumspezielseife |
| Grundöl | Ester/PAO |
| NLGI-Konsistenzklasse | 2 |
| Temperaturbereich [°C] | -40 bis +120 |
| Kinematische Viskosität [mm ² /s] | |
| bei 40 °C | 25 |
| bei 100 °C | 6 |

Faktor K für Erstbefüllung (Näherungswert)



Die Grenzen für den Drehzahlkennwert hängen von Lagerausführung und -reihe ab.

Einbringen von Fett

Beim Schmieren ist das Fett gleichmäßig in den freien Bereich zwischen Wälzkörpern und Lageringen einzubringen. Drehen Sie die Lager von Hand, bis alle Innenflächen bedeckt sind.

Kleine Axial-Schrägkugellager für Gewindetribe erfordern oft nur sehr kleine Schmierfettmengen. Ist die Schmiermenge sehr klein, sollte das Lager vor der Schmierung in eine Lösung mit 3 bis 5 Prozent Fettanteil getaucht werden. Nach dem Abfließen und Verdunsten des Lösungsmittels ist das Schmierfett aufgetragen. Durch das Tauchen des Lagers in die Lösung wird gewährleistet, dass alle Flächen mit einem dünnen Schmierfilm überzogen sind.

Fettgebrauchsdauer und Schmierfristen

Auf die Fettgebrauchsdauer wirken sich mehrere Faktoren aus; einige davon lassen sich nur extrem schwer für die jeweilige Anwendung berechnen. Daher wird in der Regel eine geschätzte Fettgebrauchsdauer verwendet, die sich auf empirische Grundlagen stützt.

Das geschätzte Nachschmierintervall für fettgeschmierte Lager basiert auf der geschätzten Fettgebrauchsdauer. Hierfür können verschiedene Methoden verwendet werden, SKF empfiehlt jedoch die folgende Methode zur möglichst genauen Schätzung bei Hochgenauigkeitslagern der Reihe „Super-precision bearings“.

Diagramm 15 zeigt das Nachschmierintervall t_f für Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“ in unterschiedlichen Ausführungen. Das Diagramm gilt unter den folgenden Bedingungen:

- Lager mit Wälzkörpern aus Stahl
- waagrecht angeordnete Welle
- Betriebstemperatur $\leq 70^\circ\text{C}$
- Qualitätsfett mit Lithium-Verdickungsmittel
- Das Nachschmierintervall ist definiert als die Zeit, nach der 90% einer größeren Gruppe weitgehend identischer Lager noch zuverlässig geschmiert werden (L_{10}).

Bei Bedarf ist das gemäß **Diagramm 15** berechnete Nachschmierintervall mit Korrekturfaktoren für Lagertyp, Ausführung und Betriebsbedingungen anzupassen.

Das Nachschmierintervall kann wie folgt angenähert ermittelt werden

$$T_{\text{relub}} = t_f C_1 C_2 \dots C_8$$

Die Kennlinien für Schrägkugel- und Axiallager gelten ausschließlich für Einzellager. Werte für zusammengepasste Lagersätze sollten an die jeweilige Anordnung, die Anzahl der Lager im Satz und die Vorspannung angepasst werden. Dies erfolgt durch Multiplizieren des Nachschmierintervalls mit dem Faktor C_1 (\rightarrow **Tabelle 27, Seite 108**). Bei Sätzen mit mehr als vier Lagern empfiehlt es sich, die Technische SKF Beratung einzuschalten.

Für Hybridlager lässt sich die geschätzte Fettgebrauchsdauer bestimmen, indem der rechnerische Wert für ein Lager mit Wälzkörpern aus Stahl mit dem Korrekturfaktor C_2 (\rightarrow **Tabelle 28, Seite 108**) multipliziert wird.

Je nach Betriebsbedingungen sollte das Nachschmierintervall mit den einzelnen zutreffenden Korrekturfaktoren von C_3 bis C_8 (\rightarrow **Tabelle 29, Seite 109**) multipliziert werden.

Weitere Bedingungen – die hier nicht berücksichtigt sind – wie Wasser, Schneidflüssigkeit und Schwingungen können die Fettgebrauchsdauer ebenfalls beeinflussen.

Werkzeugmaschinen spindeln arbeiten häufig mit variierenden Drehzahlen, Belastungen und Betriebstemperaturen. Ist das Drehzahl- bzw. Belastungsspektrum bekannt und ausreichend zyklisch, lässt sich das Nachschmierintervall für jedes Drehzahl- bzw. Belastungsintervall wie oben beschrieben einschätzen. Ein Nachschmierintervall für den gesamten Betriebszyklus lässt sich dann wie folgt berechnen:

$$t_{f \text{ tot}} = \frac{100}{\sum (a_i / t_{fi})}$$

Hierin sind

$t_{f \text{ tot}}$ = Gesamtnachschmierintervall [Stunden]

a_i = Anteil der Gesamtzykluszeit bei Drehzahl n_i [%]

t_{fi} = Nachschmierintervall bei Drehzahl n_i [Stunden]

Richtlinien zur Bestimmung des Nachschmierintervalls

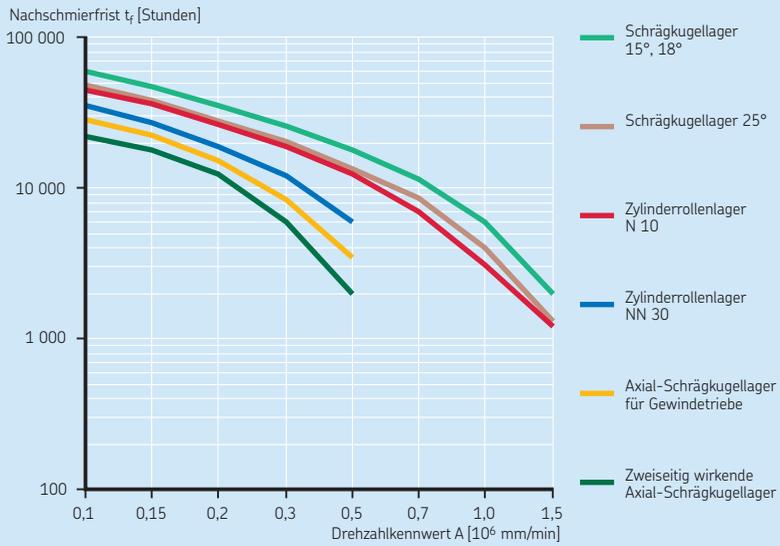


Tabelle 27

Korrekturfaktor für Lagersätze und verschiedene Vorspannungsklassen

| Lagerart Lagerreihe | Anordnung | Nachsetz- zeichen | Korrekturbeiwerte C_1 Vorspannungsklasse | | | | | | |
|---|--------------------------------------|----------------------|---|------|------|------|------|------|------|
| | | | A | L | B | M | C | F | D |
| Schrägkugellager | | | | | | | | | |
| 719 D, 70 D, 72 D | 2-er Satz, O-Anordnung | DB | 0,81 | – | 0,75 | – | 0,65 | – | 0,4 |
| | 2-er Satz, X-Anordnung | DF | 0,77 | – | 0,72 | – | 0,61 | – | 0,36 |
| | 3-er Satz, Tandem-O-Anordnung | TBT | 0,7 | – | 0,63 | – | 0,49 | – | 0,25 |
| | 3-er Satz, Tandem-X-Anordnung | TFT | 0,63 | – | 0,56 | – | 0,42 | – | 0,17 |
| | 4-er Satz, Tandem-O-Tandem-Anordnung | QBC | 0,64 | – | 0,6 | – | 0,53 | – | 0,32 |
| | 4-er Satz, Tandem-X-Tandem-Anordnung | QFC | 0,62 | – | 0,58 | – | 0,48 | – | 0,27 |
| 718 D, 719 E, 70 E | 2-er Satz, O-Anordnung | DB | 0,8 | – | 0,65 | – | 0,4 | – | – |
| | 2-er Satz, X-Anordnung | DF | 0,77 | – | 0,61 | – | 0,36 | – | – |
| | 3-er Satz, Tandem-O-Anordnung | TBT | 0,69 | 0,72 | 0,49 | 0,58 | 0,25 | 0,36 | – |
| | 3-er Satz, Tandem-X-Anordnung | TFT | 0,63 | 0,66 | 0,42 | 0,49 | 0,17 | 0,24 | – |
| | 4-er Satz, Tandem-O-Tandem-Anordnung | QBC | 0,64 | – | 0,53 | – | 0,32 | – | – |
| | 4-er Satz, Tandem-X-Tandem-Anordnung | QFC | 0,62 | – | 0,48 | – | 0,27 | – | – |
| 719 B, 70 B | 2-er Satz, O-Anordnung | DB | 0,83 | – | 0,78 | – | 0,58 | – | – |
| | 2-er Satz, X-Anordnung | DF | 0,8 | – | 0,74 | – | 0,54 | – | – |
| | 3-er Satz, Tandem-O-Anordnung | TBT | 0,72 | – | 0,66 | – | 0,4 | – | – |
| | 3-er Satz, Tandem-X-Anordnung | TFT | 0,64 | – | 0,56 | – | 0,3 | – | – |
| | 4-er Satz, Tandem-O-Tandem-Anordnung | QBC | 0,67 | – | 0,64 | – | 0,48 | – | – |
| | 4-er Satz, Tandem-X-Tandem-Anordnung | QFC | 0,64 | – | 0,6 | – | 0,41 | – | – |
| Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager | | | | | | | | | |
| BTW | – | – | 1 | – | – | – | – | – | – |
| BTM | – | – | 1 | – | 0,5 | – | – | – | – |
| Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe | | | | | | | | | |
| BSA, BSD | 2er Satz | – | 0,8 | – | 0,4 | – | – | – | – |
| | 3er Satz | – | 0,65 | – | 0,3 | – | – | – | – |
| | 4er Satz | – | 0,5 | – | 0,25 | – | – | – | – |

Tabelle 28

Korrekturfaktoren für Hybridlager

| Lagerart | Korrekturbeiwerte C_2 Drehzahlkennwert A [10^6 mm/min] | | | |
|---|--|-----|---|-----|
| | 0,5 | 0,7 | 1 | 1,5 |
| Schrägkugellager | 3 | 3,5 | 3 | 2,8 |
| Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager | 3 | – | – | – |
| Zylinderrollenlager | 3 | 3 | 3 | 2,5 |

Tabelle 29

Korrekturfaktoren für Betriebsbedingungen

| Betriebszustand | Korrekturbeiwert | |
|-------------------------------------|------------------|------|
| Wellenausrichtung | | |
| Vertikal | C ₃ | 0,5 |
| Horizontal | | 1 |
| Lagerbelastung | | |
| P < 0,05 C | C ₄ | 1 |
| P < 0,1 C | | 0,7 |
| P < 0,125 C | | 0,5 |
| P < 0,2 C | | 0,3 |
| P < 0,5 C | | 0,2 |
| P < C | | 0,1 |
| Überlebenswahrscheinlichkeit | | |
| L ₁ | C ₅ | 0,37 |
| L ₁₀ | | 1 |
| L ₅₀ | | 2 |
| Luftstrom durch das Lager | | |
| Leicht | C ₆ | 1 |
| Moderat | | 0,3 |
| Stark | | 0,1 |
| Feuchtigkeit und Staub | | |
| Leicht | C ₇ | 1 |
| Moderat | | 0,5 |
| Hoch | | 0,3 |
| Sehr hoch | | 0,1 |
| Betriebstemperaturen | | |
| 40 °C | C ₈ | 2 |
| 55 °C | | 2 |
| 70 °C | | 1 |
| 85 °C | | 0,5 |
| 100 °C | | 0,25 |

Mischbarkeit

Soll für einen vorhandenen Anwendungsfall ein anderes als das aktuelle Schmierfett verwendet werden, ist die Verträglichkeit des neuen Fetts mit dem aktuellen Fett insbesondere hinsichtlich des Grundöls (→ **Tabelle 30**) und des Verdickungsmittels (→ **Tabelle 31, Seite 110**) zu prüfen. Die Werte in den Tabellen basieren auf der Zusammensetzung des Schmierfetts und sollten nur als grobe Richtwerte verwendet werden. SKF empfiehlt, das neue Fett erst in der Anwendung zu testen, nachdem Sie hinsichtlich der Mischbarkeit Rücksprache mit einem Schmierfettexperten gehalten haben.

Entfernen Sie das alte Schmierfett so gut wie möglich aus der Lageranordnung, bevor Sie den neuen Fetttyp einfüllen. Wenn sich das neue Fett nicht mit dem alten verträgt, oder wenn das alte Fett ein PTFE-Verdickungsmittel ist bzw. auf Silikonbasis basiert, sollte das Lager erst gründlich mit einem geeigneten Lösungsmittel gereinigt werden. Nach dem Einfüllen des neuen Fetts sollten Sie die Lager gut beobachten um sicherzugehen, dass das neue Fett keine Probleme verursacht.

Tabelle 30

Verträglichkeit von Grundölen

| | Mineralöl | Esteröl | Polyglycol | Silikon-Methyl | Silikon-Phenyl | Polyphenylether |
|-----------------|-----------|---------|------------|----------------|----------------|-----------------|
| Mineralöl | + | + | - | - | + | o |
| Esteröl | + | + | + | - | + | o |
| Polyglycol | - | + | + | - | - | - |
| Silikon-Methyl | - | - | - | + | + | - |
| Silikon-Phenyl | + | + | - | + | + | + |
| Polyphenylether | o | o | - | - | + | + |

+ kompatibel
 - inkompatibel
 o Individuelle Tests erforderlich

Tabelle 31

Verträglichkeit von Dichtungsmitteln

| | Lithium- seife | Kalzium- seife | Natrium- seife | Lithium- Kom- plexseife | Kalzium- Kom- plexseife | Nat- rium- Kom- plexseife | Barium- Kom- plexseife | Alumi- nium- Kom- plexseife | Ben- tonit | Poly- harn- stoff |
|--------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|---------------|-------------------------|
| Lithium- seife | + | o | - | + | - | o | o | - | o | o |
| Kalzium- seife | o | + | o | + | - | o | o | - | o | o |
| Natrium- seife | - | o | + | o | o | + | + | - | o | o |
| Lithium- Komplex- seife | + | + | o | + | + | o | o | + | - | - |
| Kalzium- Komplex- seife | - | - | o | + | + | o | - | o | o | + |
| Natrium- Komplex- seife | o | o | + | o | o | + | + | - | - | o |
| Barium- Komplex- seife | o | o | + | o | - | + | + | + | o | o |
| Alumi- nium- Komplex- seife | - | - | - | + | o | - | + | + | - | o |
| Bentonit | o | o | o | - | o | - | o | - | + | o |
| Polyharn- stoff | o | o | o | - | + | o | o | o | o | + |

+ kompatibel
 - inkompatibel
 o Individuelle Tests erforderlich

Einlaufen fettgeschmierter Lager

Fettgeschmierte Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“ laufen mit relativ hohem Reibmoment ein. Werden die Lager ohne Einlaufphase bei hohen Drehzahlen betrieben, kann es zu einem deutlichen Temperaturanstieg kommen. Das hohe Reibmoment ist bedingt durch die Verdrängung des überschüssigen Fettes; es dauert einige Zeit, bis das Fett aus der Kontaktzone gefördert wird. Diese Phase lässt sich bei offenen Lagern durch Verwendung erforderlicher Fettmengen verkürzen, die beim Einbau gleichmäßig an beiden Lagerseiten aufgetragen werden. Zwischenringe zwischen benachbarten Lagern können ebenfalls die Einlaufphase verkürzen.

Die Zeit, die zur Stabilisierung der Betriebsdauer erforderlich ist, hängt von den folgenden Faktoren ab:

- Art des Schmierfetts
- Erstbefüllung
- Befüllungsart am Lager
- Anzahl und Anordnung der Lager in einem Satz
- der für überschüssiges Fett auf beiden Seiten des Lagers zur Verfügung stehende Platz
- Einlaufverfahren

Korrekt eingelaufene Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“ können meist mit minimaler Schmierung laufen, sodass sich ein möglichst geringes Reibmoment und niedrige Betriebstemperaturen erzielen lassen. Das Schmierfett, das sich zu beiden Seiten des Lagers sammelt, dient als Reserve. Das Schmieröl kann dann auf die Laufbahn fließen und so eine langfristige, effiziente Schmierung bieten.

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

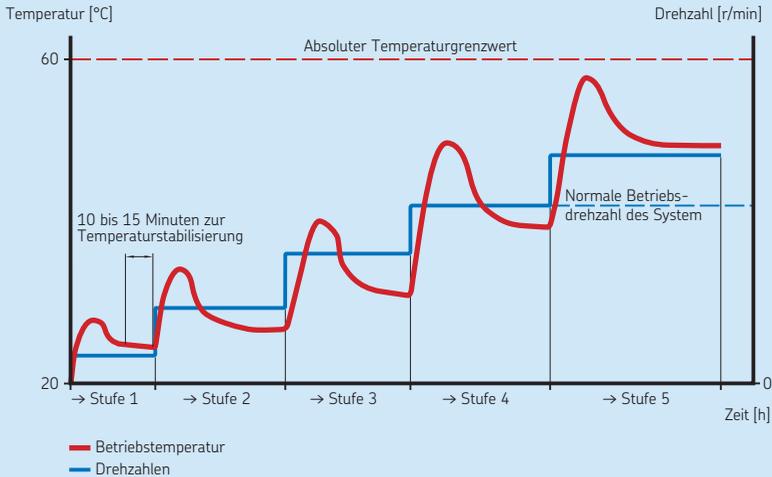
Standard-Einlaufverfahren

Das gängigste Einlaufverfahren lässt sich wie folgt zusammenfassen:

- 1** Mit einer niedrigen Drehzahl beginnen und in relativ kleinen Schritten steigern.
- 2** Temperaturobergrenze festlegen, meist 60 bis 65 °C. SKF empfiehlt, die Maschine oder Anlage nach Möglichkeit mit einer Abschaltung auszurüsten, die bei Überschreiten der Temperaturgrenze die Spindel anhält.
- 3** Betrieb bei der gewählten Anfangsdrehzahl starten.
- 4** Temperaturanstieg am Lageraußenring überwachen und Stabilisierung abwarten. Sobald die Temperatur den Grenzwert erreicht, die Spindel anhalten und Abkühlung des Lagers abwarten. Den Vorgang mit derselben Drehzahl wiederholen und die Spindel laufen lassen, bis sich die Temperatur unter dem Grenzwert stabilisiert.
- 5** Sobald sich die Lagertemperatur stabilisiert hat, die Spindel weitere 10 bis 15 Minuten laufen lassen. Die Drehzahl anschließend um eine Stufe erhöhen und Schritt **4** wiederholen.
- 6** Die Drehzahl in weiteren Schritten erhöhen und bei jedem Schritt abwarten, bis sich die Temperatur unterhalb der Obergrenze stabilisiert hat. So fortfahren, bis die Spindel ein Drehzahlintervall über der Betriebsdrehzahl des Systems liegt. Dieses Verfahren sorgt dafür, dass der Temperaturanstieg im Normalbetrieb niedriger ausfällt. Das Lager ist jetzt korrekt eingelaufen.

Dieses Standard-Einlaufverfahren ist zeitaufwändig. Bei Spindeln für mittlere bis hohe Drehzahlen kann es pro Stufe zwischen 30 Minuten und 2 Stunden dauern, bevor sich die Temperatur stabilisiert. Das gesamte Einlaufverfahren kann 8 bis 10 Stunden dauern (→ **Diagramm 16, Seite 112**).

Grafische Darstellung des Einlaufverfahrens



Verkürztes Einlaufverfahren

Beim verkürzten Einlaufen werden einige Stufen übersprungen. Die wichtigsten Schritte sind:

- 1 Bei Fettschmierung die Drehzahl auf 20 bis 25% der erreichbaren Drehzahl einstellen (→ **Produkttabellen**) und in relativ großen Schritten steigern.
- 2 Temperaturobergrenze festlegen, meist 60 bis 65 °C. Die Maschine oder Anlage nach Möglichkeit mit einer Abschaltung auszurüsten, die bei Überschreiten der Temperaturgrenze die Spindel anhält.
- 3 Betrieb bei der gewählten Anfangsdrehzahl starten.
- 4 Temperatur am Lageraußenring überwachen, bis das 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 10 bis 15 Minuten unterhalb des Grenzwerts stabilisiert. Das Lager wird bei dieser Drehzahl eingelaufen.

- 8 Drehzahl um eine Stufe erhöhen und Schritte 4 bis 7 wiederholen.
- 9 Drehzahl weiter bis zu einer Stufe über der Betriebsdrehzahl der Maschine erhöhen. Dieses Verfahren sorgt dafür, dass der Temperaturanstieg im Normalbetrieb niedriger ausfällt. Das Lager ist jetzt korrekt eingelaufen.

Jeder Schritt muss mehrfach wiederholt werden, ein Zyklus dauert aber nur wenige Minuten. Beim verkürzten Verfahren ist die Gesamtzeit deutlich kürzer als beim Standardverfahren.

Ölschmierung

Für viele Anwendungsfälle bietet sich eine Ölschmierung an, da sie an die Betriebsbedingungen und konstruktiven Gegebenheiten angepasst werden kann. Bei der Auswahl eines geeigneten Ölschmierverfahrens für eine Lageranordnung sind folgende Anforderungen zu berücksichtigen:

- erforderliche Menge und Viskosität des Öls
- Drehzahl und hydrodynamische Reibungsverluste
- zulässige Lagertemperatur

Das Verhältnis zwischen Ölmenge/Öldurchflussmenge, Reibungsverlusten und Lagertemperatur ist in **Diagramm 17** dargestellt. Das Diagramm zeigt die Bedingungen in unterschiedlichen Bereichen an:

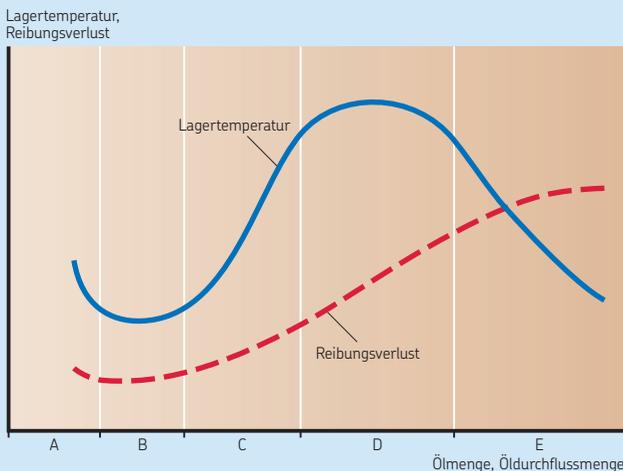
- **Bereich A**
Die Ölmenge reicht nicht aus, um zwischen Wälzkörpern und Laufbahnen einen Schmierfilm zu erzeugen. Direktkontakt von Metallflächen führt zu erhöhter Reibung, einer hohen Lagertemperatur, Verschleiß und Oberflächenermüdung.

- **Bereich B**
Öl ist in größerer Menge verfügbar, und zwischen Wälzkörpern und Laufbahnen kann sich ein einheitlicher, tragfähiger Ölfilm bilden. Die Reibung und auch die Betriebstemperaturerhöhung sind minimal.
- **Bereich C**
Eine weitere Erhöhung der Ölmenge führt zum Reibungs- und Temperaturanstieg.
- **Bereich D**
Die fließende Ölmenge wird so erhöht, dass der Öldurchfluss für ein Gleichgewicht zwischen Wärmeerzeugung am Lager und Wärmeabführung sorgt. Die Lagertemperatur erreicht ihren Höhepunkt.
- **Bereich E**
Mit zunehmendem Öldurchfluss übersteigt die Wärmeabführung die erzeugte Reibungswärme am Lager. Die Lagertemperatur nimmt ab.

Um die Betriebstemperatur bei extrem hohen Drehzahlen niedrig halten zu können, ist in der Regel entweder ein Öl-Luft-Schmiersystem oder eine Ölumlaufschmierung mit Kühlfunktion erforderlich. Mit diesen Systemen lassen sich die Betriebsbedingungen in den Bereichen B (Öl-Luft) und E (Ölumlaufschmierung) beibehalten.

Diagramm 17

Lagertemperatur und Reibungsverluste in Abhängigkeit von der Ölmenge



Ölschmierverfahren

Ölbadschmierung

Das einfachste Ölschmierverfahren ist das Ölbad. Das von den umlaufenden Komponenten des Lagers aufgenommene Öl wird im Lager verteilt und fließt dann zurück in eine Wanne. Der Ölstand muss in der Regel so gewählt sein, dass er fast bis zur Mitte des niedrigsten Wälzkörpers reicht, wenn sich das Lager im Stillstand befindet. Die Ölbadschmierung eignet sich insbesondere für niedrige Drehzahlen. Bei höheren Drehzahlen werden die Lager mit zu viel Öl geschmiert, wodurch die Reibung im Lager zunimmt und die Betriebstemperatur ansteigt.

Ölumlaufschmierung

Bei höheren Drehzahlen nehmen die Betriebstemperatur und die Reibungswärme im Allgemeinen zu und die Alterung des Schmieröls wird beschleunigt. Zur Senkung der Betriebstemperatur und zur Vermeidung häufiger Ölwechsel wird allgemein die Ölumlaufschmierung bevor-

zugt (→ Bild 42), wobei der Ölumlauf im Allgemeinen durch eine Pumpe aufrechterhalten wird. Nachdem das Öl durch das Lager geströmt ist, setzt es sich in einem Tank ab, wird gefiltert und gekühlt, und dann wieder zurück gefördert. Bei angemessener Filterung wird der Ölverschmutzungsgrad gesenkt und die Lagerlebensdauer verlängert. In größeren Systemen mit unterschiedlichen Lagergrößen lässt sich der Hauptvolumenstrom von der Pumpe in mehrere kleinere Ströme aufteilen. Die Durchflussmenge dieser einzelnen Ströme lässt sich mit SKF Strömungsüberwachungsgeräten überwachen.

Tabelle 32 enthält Richtwerte für den Öldurchfluss. Wenn Sie eine genaue Analyse benötigen, wenden Sie sich bitte an den Technischen SKF Beratungsservice.

Informationen zum SKF CircOil System und zu SKF Strömungsüberwachungsgeräten entnehmen Sie den Online-Produktinformationen unter skf.com/lubrication.

Bild 42

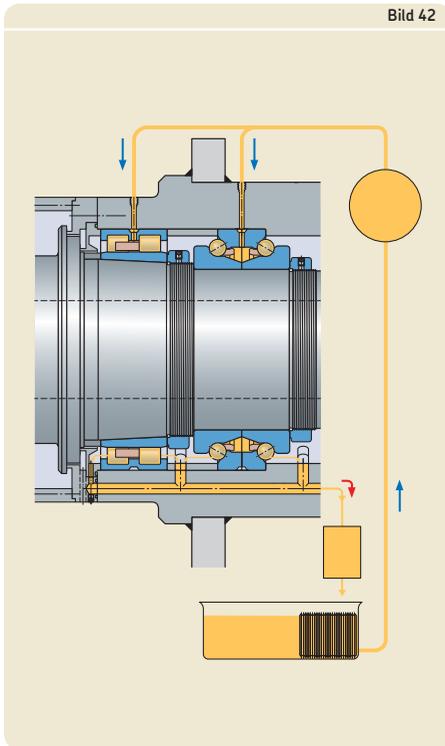


Tabelle 32

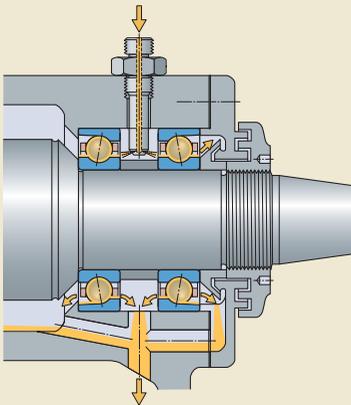
Richtlinien für den Öldurchfluss (gilt für Einzellager)

| Lagerbohrung d | Öldurchsatz Q | | | |
|-------------------|------------------|-----|------|-----|
| | über | bis | unt. | ob. |
| mm | l/min | | | |
| - | 50 | | 0,3 | 1 |
| 50 | 120 | | 0,8 | 3,6 |
| 120 | 400 | | 1,8 | 6 |

Öleinspritzschmierung

Die Öleinspritzschmierung (→ Bild 43) ist eine Erweiterung der Ölumlauftschmierung. Bei diesem Verfahren wird das Schmieröl unter hohem Druck seitlich in das Lager gespritzt. Die Geschwindigkeit des eingespritzten Öls sollte ausreichend hoch sein (mindestens 15 m/s), um die Turbulenzen rund um das Lager zu durchdringen. Die Öleinspritzschmierung kommt bei Anwendungen mit sehr hohen Drehzahlen zum Einsatz, bei denen eine ausreichende und nicht zu große Ölmenge in das Lagerinnere gelangen soll, ohne dabei die Betriebstemperatur unnötig zu erhöhen.

Bild 43



Öltropfen

Bei der Öltropfenschmierung wird dem Lager in definierten Abständen eine dosierte Ölmenge zugeführt. Die Ölmenge kann relativ klein sein, so dass die Reibungsverluste bei hohen Drehzahlen niedrig bleiben. Bei hohen Drehzahlen ist jedoch nicht sichergestellt, dass die Tropfen alle Schmierflächen erreichen. Daher ist bei dieser Art der Schmierung grundsätzlich eine Einzelfallprüfung ratsam. Nach Möglichkeit ist die Öl-Luft-Schmierung einer Öltropfenschmierung vorzuziehen.

Önebel schmierung

Moderne, anwendungsspezifische Önebelssysteme, wie die hochwertigen Spezialexsysteme von SKF, sind umwelt- und gesundheitsverträglich, wenn sie in Kombination mit einem geeigneten nicht-toxischen und nicht-karzinogenen Öl mit einem Minimum an Ölnebelemissionen sowie mit geeigneten Dichtungssystemen genutzt werden. Diese Systeme bieten bei guter Instandhaltung eine kostengünstige, umweltfreundliche Möglichkeit zur fortlaufenden effektiven Zerstäubung von Öl und zur Versorgung der Lager mit der exakten minimalen Ölmenge. Moderne Önebelssysteme verteilen Öltropfen mit einer Größe von 1 bis 5 µm in trockener Instrumentenluft. Dank des Verhältnisses von Öl zu Luft (in der Regel 1:200 000) entsteht ein sehr mageres, aber effektives Gemisch mit einem Druck von 0,005 MPa.

Öl-Luft-Schmierung

Öl-Luft-Schmiersysteme eignen sich für Hochgenauigkeitsanwendungen mit sehr hohen Betriebsdrehzahlen und den erforderlichen niedrigen Betriebstemperaturen. Informationen zu SKF Öl-Luft-Schmiersystemen entnehmen Sie den Online-Produktinformationen unter skf.com/lubrication.

Bei der Öl-Luft-Schmierung (→ **Bild 44**) wird mit äußerst geringen, genau dosierbaren Ölmenngen gearbeitet, die mit Hilfe von Druckluft und über eine Injektordüse jeder Lagerstelle einzeln zugeführt werden können (→ **Bild 45**). Dadurch gelangt nur die jeweils erforderliche minimale Ölmenge in das Lager, und es können sehr hohe Drehzahlen bei einer relativ niedrigen Betriebstemperatur erreicht werden. Die Druckluft kühlt zusätzlich das Lager und erzeugt einen gewissen Überdruck, der das Eindringen von Verunreinigungen verhindert. Da die Luft ausschließlich zum Transportieren des Öls dient und sich nicht mit diesem vermischt, verlässt die Trägerluft das Gehäuse nahezu frei von Öl. Bei kor-

rekter Entsorgung von eventuellen Ölrückständen bieten Öl-Luft-Schmiersysteme somit eine umweltverträgliche Lösung.

Bei Lagersätzen sollte jedes Lager über eine eigene Ölzuführung versorgt werden. Die meisten Ausführungen haben spezielle Zwischenringe mit Öldüsen.

Richtwerte für die bei hohen Drehzahlen erforderliche Ölmenge für Schrägkugellager lassen sich wie folgt bestimmen:

$$Q = 1,3 d_m$$

Richtwerte für die erforderliche Ölmenge für Zylinderrollenlager bzw. zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager lassen sich wie folgt bestimmen:

$$Q = \frac{q d B}{100}$$

Hierin sind

Q = Öldurchflussmenge [mm^3/h]

B = die Lagerbreite [mm]

d = die Lagerbohrung [mm]

d_m = der mittlere Lagerdurchmesser [mm]
 $= 0,5 (d + D)$

q = Faktor

= 1 – 2 für Zylinderrollenlager

= 2 bis 5 für zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager

Bild 44

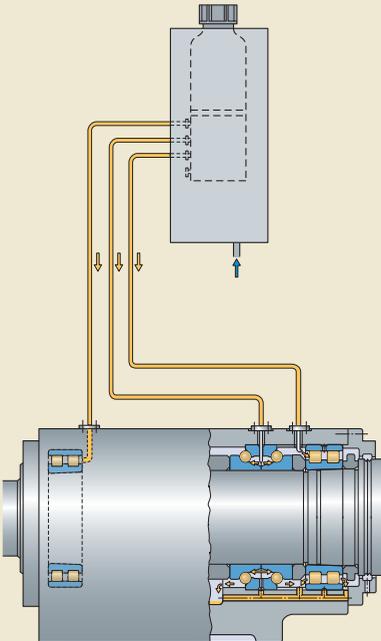
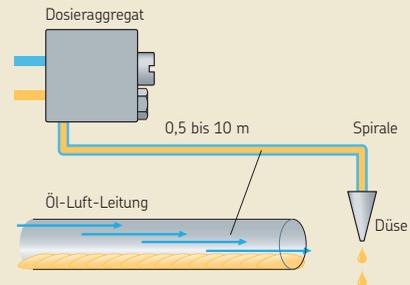


Bild 45



Für eine optimale Einstellung des Schmiersystems sollte grundsätzlich eine Einzelfallprüfung erfolgen.

Unterschiedliche Lagerausführungen reagieren unterschiedlich auf Änderungen in der Ölmenge. Z. B. reagieren Rollenlager sehr empfindlich, während Kugellager auch auf größere Mengenschwankungen ohne wesentliche Temperaturänderungen reagieren.

Die Nachschmierungsfrist, d. h. die Zeit zwischen zwei Ölgaben, beeinflusst den Temperaturanstieg und die Zuverlässigkeit der Öl-Luft-Schmierung. Allgemein wird die Nachschmierungsfrist durch den Öldurchfluss an den Einspritzdüsen und durch die Ölmenge pro Stunde bestimmt. Das Schmierintervall kann eine Minute, aber auch eine Stunde betragen. Typische Nachschmierungsfristen liegen zwischen 15 und 20 Minuten.

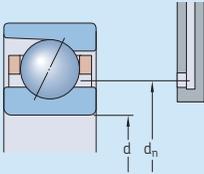
Die Zulaufleitungen von den Schmierstoffgebern sind je nach Nachschmierungsfrist 1 bis 5 m lang. Empfehlenswert ist der Einbau von Filtern, die das Eindringen von Partikeln ab 5 µm Durchmesser verhindern. Der Luftdruck sollte 0,2–0,3 MPa betragen. Bei längeren Zufuhrleitungen ist er zu erhöhen, um den Druckabfall auszugleichen.

Zur Beibehaltung einer möglichst niedrigen Betriebstemperatur müssen die Ablaufkanäle so dimensioniert sein, dass eventuelles überschüssiges Öl vom Lager abgeführt wird. Bei waagrecht angeordneten Wellen lassen sich die Ablaufkanäle meist unkompliziert an den Seiten des Lagers vorsehen. Bei vertikalen Wellen ist zu verhindern, dass das Öl, das durch die oberen Lager fließt, die unteren Lager erreicht, da diese sonst zu viel Schmierstoff erhalten würden. Die Ablaufvorrichtung sollte zusammen mit einer Abdichtvorrichtung unter dem Lager vorgesehen werden. Der Spindelkopf ist wirksam abzudichten, damit der Schmierstoff nicht auf das Werkstück gelangen kann.

Die Öldüsen sind so auszurichten, dass das Öl in die Kontaktzone zwischen Wälzkörper und Laufbahnen gelangt, ohne die Funktion des Käfigs zu beeinträchtigen. An welcher Stelle die Öleinspritzung je nach Lagerdurchmesser erfolgen sollte, entnehmen Sie den **Tabellen 33** und **34** (→ **Seite 118** und **119**). Hinweise für Lager mit anderen, hier nicht aufgeführten Käfigen erhalten Sie vom Technischen SKF Beratungsservice.

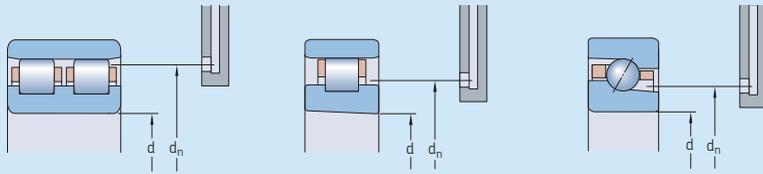
Die erreichbaren Drehzahlen in den Produkttabellen für die Ölschmierung gelten nur für Öl-Luft-Schmierung.

Einspritzteilkreis bei Schrägkugellagern



| Lagerbohrung d | Größe | Einspritzteilkreis d_n bei Lagern der Reihen | | | | | | | |
|-------------------|-------|--|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | 718 CD 718 ACD | 719 CD 719 ACD | 719 CE 719 ACE | 719 CB 719 ACB | 70 CD 70 ACD | 70 CE 70 ACE | 70 CB 70 ACB | 72 CD 72 ACD |
| mm | – | mm | | | | | | | |
| 6 | 6 | – | – | – | – | 10,3 | 10,1 | – | – |
| 7 | 7 | – | – | – | – | 11,7 | 11,4 | – | 13,6 |
| 8 | 8 | – | – | 12,2 | – | 13,6 | 13,3 | – | 14,3 |
| 9 | 9 | – | – | 13,3 | – | 15,1 | 14,8 | – | 16,3 |
| 10 | 00 | 13,4 | 14,8 | 14,8 | – | 16 | 16,5 | – | 18,3 |
| 12 | 01 | 15,4 | 16,8 | 16,8 | – | 18 | 18,5 | – | 20 |
| 15 | 02 | 18,4 | 20,1 | 20 | – | 21,5 | 21,9 | – | 23 |
| 17 | 03 | 20,4 | 22,1 | 22 | – | 23,7 | 24,1 | – | 25,9 |
| 20 | 04 | 24,5 | 26,8 | 26,7 | – | 28,4 | 28,1 | – | 31,1 |
| 25 | 05 | 29,5 | 31,8 | 31,8 | – | 33,4 | 33,1 | – | 36,1 |
| 30 | 06 | 34,5 | 36,8 | 36,8 | 36,6 | 39,3 | 39,9 | 40 | 42,7 |
| 35 | 07 | 39,5 | 43 | 43 | 43 | 45,3 | 45,6 | 46,1 | 49,7 |
| 40 | 08 | 44,5 | 48,7 | 48 | 49,1 | 50,8 | 51,6 | 51,6 | 56,2 |
| 45 | 09 | 50 | 54,2 | 54,2 | 54,2 | 56,2 | 57,6 | 57,2 | 60,6 |
| 50 | 10 | 55,6 | 58,7 | 58,4 | 58,7 | 61,2 | 62,3 | 61,8 | 65,6 |
| 55 | 11 | 61,3 | 64,7 | 64,6 | 64,8 | 68,1 | 69,6 | 69,2 | 72,6 |
| 60 | 12 | 66,4 | 69,7 | 69,6 | 69,8 | 73,1 | 74,6 | 74,2 | 80,1 |
| 65 | 13 | 72,4 | 74,7 | 74,5 | 74,8 | 78,1 | 79,3 | 79 | 86,6 |
| 70 | 14 | 77,4 | 81,7 | 81,5 | 81,9 | 85 | 86,5 | 86,1 | 91,6 |
| 75 | 15 | 82,4 | 86,7 | 86,5 | 86,9 | 90 | 91,5 | 91,1 | 96,6 |
| 80 | 16 | 87,4 | 91,7 | 91,5 | 91,7 | 96,9 | 98,5 | 98 | 103,4 |
| 85 | 17 | 94,1 | 98,6 | 98,6 | 99,2 | 101,9 | 103,5 | 103 | 111,5 |
| 90 | 18 | 99,1 | 103,3 | 103,5 | 103,9 | 108,7 | 111 | 110 | 117,5 |
| 95 | 19 | 104,1 | 108,6 | 108,5 | 109 | 113,7 | 115,4 | 115 | 124,4 |
| 100 | 20 | 109,1 | 115,6 | 115,4 | 116,1 | 118,7 | 120,4 | 120 | 131,4 |
| 105 | 21 | 114,6 | 120,6 | – | – | 125,6 | – | – | 138,4 |
| 110 | 22 | 120,9 | 125,6 | 125,4 | 125,7 | 132,6 | 135,4 | 134,6 | 145,9 |
| 120 | 24 | 130,9 | 137,6 | 137,4 | 138,2 | 142,6 | 144,9 | 144,7 | 158,2 |
| 130 | 26 | 144 | 149,5 | – | – | 156,4 | – | – | 170,7 |
| 140 | 28 | 153,2 | 159,5 | – | – | 166,3 | – | – | 184,8 |
| 150 | 30 | 165,6 | 173,5 | – | – | 178,2 | – | – | – |
| 160 | 32 | 175,6 | 183,5 | – | – | 191,4 | – | – | – |
| 170 | 34 | – | 193,5 | – | – | 205,8 | – | – | – |
| 180 | 36 | – | 207,4 | – | – | 219,7 | – | – | – |
| 190 | 38 | – | 217,4 | – | – | 229,7 | – | – | – |
| 200 | 40 | – | 231,4 | – | – | 243,2 | – | – | – |
| 220 | 44 | – | 251,4 | – | – | 267,1 | – | – | – |
| 240 | 48 | – | 271,4 | – | – | 287 | – | – | – |
| 260 | 52 | – | 299,7 | – | – | 315 | – | – | – |
| 280 | 56 | – | 319,7 | – | – | – | – | – | – |
| 300 | 60 | – | 347 | – | – | – | – | – | – |
| 320 | 64 | – | 367 | – | – | – | – | – | – |
| 340 | 68 | – | 387 | – | – | – | – | – | – |
| 360 | 72 | – | 407 | – | – | – | – | – | – |

Einspritzteilkreis bei Zylinderrollenlagern und zweiseitig wirkenden Axial-Schrägkugellagern



| Lagerbohrung d | Größe | Einspritzteilkreis d_n bei Lagern der Reihen ¹⁾ | | | |
|-------------------|-------|--|----------|--------|-------|
| | | N 10 NN 30 | N 10 PHA | NNU 49 | BTM |
| mm | – | mm | | | |
| 25 | 05 | 40,5 | – | – | – |
| 30 | 06 | 47,6 | – | – | – |
| 35 | 07 | 54 | – | – | – |
| 40 | 08 | 60 | 52,1 | – | – |
| 45 | 09 | 66,4 | 57,9 | – | – |
| 50 | 10 | 71,4 | 63 | – | – |
| 55 | 11 | 79,8 | 70,1 | – | – |
| 60 | 12 | 85 | 75,2 | – | 73,8 |
| 65 | 13 | 89,7 | 80,1 | – | 78,8 |
| 70 | 14 | 98,5 | 87,7 | – | 86,1 |
| 75 | 15 | 103,5 | 92,7 | – | 91,1 |
| 80 | 16 | 111,4 | 99,3 | – | 97,9 |
| 85 | 17 | 116,5 | – | – | 102,9 |
| 90 | 18 | 125,4 | – | – | 109,7 |
| 95 | 19 | 130,3 | – | – | 114,7 |
| 100 | 20 | 135,3 | – | 113,8 | 119,7 |
| 105 | 21 | 144,1 | – | 119 | – |
| 110 | 22 | 153 | – | 124 | 134,1 |
| 120 | 24 | 162,9 | – | 136,8 | 144,1 |
| 130 | 26 | 179,6 | – | 147 | 158,3 |
| 140 | 28 | 188 | – | 157 | 168,3 |
| 150 | 30 | 201,7 | – | 169,9 | 179,9 |
| 160 | 32 | 214,4 | – | 179,8 | 191,6 |
| 170 | 34 | 230,8 | – | 189,8 | 205,4 |
| 180 | 36 | 248,9 | – | 203,5 | 219,9 |
| 190 | 38 | 258,9 | – | 213 | – |
| 200 | 40 | 275,3 | – | 227 | – |
| 220 | 44 | 302,4 | – | 247 | – |
| 240 | 48 | 322,4 | – | 267 | – |
| 260 | 52 | 355,2 | – | 294,5 | – |
| 280 | 56 | 375,3 | – | 313,5 | – |

Die Abbildungen zeigen lediglich Beispiele. Die Position ist je nach Bauform und Reihe unterschiedlich.

¹⁾ Für Lager der Reihen N 10 mit TNHA-Käfig sowie Lager der Reihen NN 30 und NNU 49 mit $d > 280$ mm wenden Sie sich bitte an den Technischen SKF Beratungsservice.

Direkte Öl-Luft-Schmierung

Für Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe „Super-precision bearings“ mit sehr hohen Betriebsdrehzahlen ist die Einspritzung kleiner Mengen an Öl-Luft direkt durch den Außenring von Vorteil. Bei diesem Verfahren wird ein Zerstreuen des Schmierstoffs verhindert, da dieser direkt und zuverlässig zu den Anpressflächen zwischen Kugel und Laufbahn gelangt. Hierdurch wird der Schmierstoffverbrauch minimiert, und die Lager werden leistungsfähiger. Die unterschiedlichen Varianten der direkten Öl-Luft-Schmierung (→ **Bild 45**) bieten unterschiedliche Vorteile:

- Lager mit Umfangsnut und O-Ringen am Außenring (Nachsetzzeichen L oder L1) verhindern Schmierstoffleckagen zwischen Lager und Lagersitz im Gehäuse. Für Lager ohne diese Eigenschaften (Nachsetzzeichen H oder H1) empfiehlt SKF eine mechanische Bearbeitung der Gehäusebohrung unter Einbeziehung von O-Ringen in die Lageranordnung.
- Lager mit Schmierlöchern an der hohen Lagerschulter (Nachsetzzeichen H1 oder L1) ermöglichen eine Schmierstoffversorgung in direkter Nähe der Kontaktzone zwischen Kugel und Laufbahn. Dank der Lage dieser Schmierlöcher ist die Erzielung maximaler Drehzahlen möglich.

Bild 45

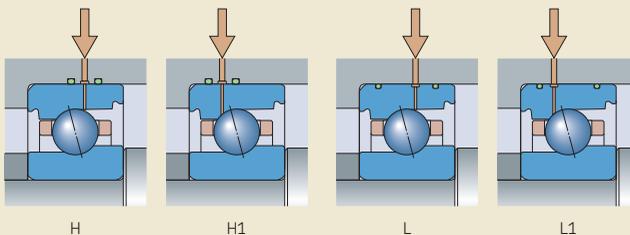


Bild 46

Direkte Schmierung mit der erforderlichen minimalen Ölmenge und minimalem Luftverbrauch

Öl-Luft-Schmiersysteme haben aufgrund des Einsatzes eines kontinuierlichen Luftstroms eine Reihe von Nachteilen, wie Kosten für die Druckluft, hoher Lärmpegel und komplexe Dosierung bzw. Steuerung. Das SKF Mikrodosiersystem (→ Bild 46) räumt diese Nachteile praktisch aus und bietet neben einer besseren Steuerung auch geringere Betriebs- und Wartungskosten.

Da es speziell für Ultra-Hochgeschwindigkeits-Spindeln mit einem Drehzahlkennwert $A \geq 2$ Mio. mm/min entwickelt wurde, versorgt dieses System jedes einzelne Lager mit der exakt dosierten Ölmenge – gemäß dem CAM-Programm der Werkzeugmaschine. Das SKF Mikrodosiersystem wird außerdem automatisch neu kalibriert, wenn sich Bedingungen wie Temperatur oder Ölviskosität ändern. Mit dieser Technik kann die Öldosierung in der Regel auf einen Wert zwischen 0,5 und 5 mm³/min reduziert werden, bei gleichzeitiger Beschränkung der Druckluft auf ein Minimum.

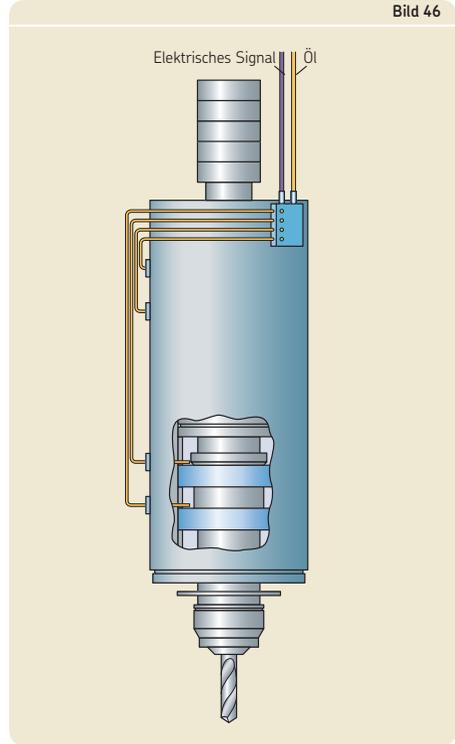
Informationen zum SKF Mikrodosiersystem entnehmen Sie den Online-Produktinformationen unter skf.com/lubrication.

Schmieröle

Für Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“ werden in der Regel hochwertige Schmieröle ohne EP-Additive empfohlen. Die erforderliche Ölviskosität hängt weitgehend von der Lagergröße, Drehzahl und Betriebstemperatur ab. Sie lässt sich anhand der Empfehlungen *Schmierbedingungen – das Viskositätsverhältnis κ* im SKF Katalog *Wälzlager* und online unter skf.com bestimmen.

Berechnungen können auch mit dem SKF Programm *Viskosität* vorgenommen werden, das unter skf.com/bearingcalculator zur Verfügung steht.

Viele Ölsorten sind für Öl-Luft-Schmierungssysteme geeignet. Meist kommen Schmieröle mit einer Viskosität von 40 bis 100 mm²/s bei 40 °C zum Einsatz, wie auch Ölschmierstoffe mit EP-Zusätzen, die sich sehr gut für Rollenlager eignen. Schmieröle mit einer Viskosität zwischen 10 und 15 mm²/s bei 40 °C kommen eher bei der Öleinspritzschmierung zum Einsatz, während Ölnebelschmierungssysteme typischerweise Schmieröl mit einer Viskosität von 32 mm²/s bei 40 °C verwenden.



Die Ölwechselintervalle (egal ob bei Ölbad-, Ölumlauf- oder Öleinspritzschmierung) hängen hauptsächlich von den Betriebsbedingungen und der Ölmenge ab. Bei Öltropfen-, Ölnebel- und Öl-Luft-Schmierung wird der Schmierstoff verbraucht und lässt sich daher nicht wiederverwenden.

Ölreinheit

Für die Reinheit von Öl, die sich auf die Leistung und die Lebensdauer von Lagern auswirkt, ist ein wirksames Dichtungssystem erforderlich. Aber auch bei wirksamen Dichtungen sollte der Zustand des Öls regelmäßig überprüft werden. Dies gilt vor allem für das Öl in Umlaufsystemen, in denen das Eindringen von Kühlmitteln, Schneidflüssigkeiten und anderen flüssigen Verunreinigungen die Schmiereigenschaften des Öls beeinträchtigen kann.

Die jeweiligen Anforderungen an die Reinheit von Öl lassen sich anhand der Partikel pro Milliliter Öl für verschiedene Partikelgrößen festmachen. ISO 4406 enthält Reinheitsklassen mit unterschiedlichen Graden der Verschmutzung mit Feststoffen. Bei Hochgenauigkeits-Anforderungen wie Elektroschneidspindeln gehen die Anforderungen an die Reinheit von Öl über diese Reinheitsklassen hinaus. Die Partikelgröße sollte maximal 5 µm betragen. Akzeptable Grade der Ölverschmutzung lassen sich aus den Reinheitsklassen in ISO 4406 (→ **Diagramm 18**) ableiten:

- 10/7, für neue Spindeln
- 13/10, nach langem Gebrauch (ca. 2 000 Stunden)

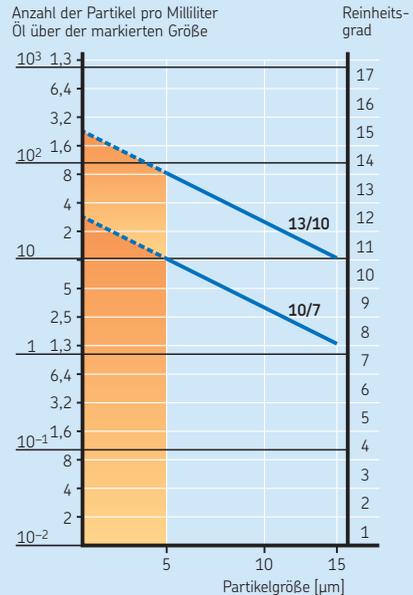
Lagerung von Schmierstoffen

Die Bedingungen, denen Schmierstoffe während ihrer Lagerung ausgesetzt sind, können im späteren Betrieb ihre Funktion beeinträchtigen. Daneben kann aber auch die Ersatzteildisposition die spätere Leistungsfähigkeit beeinflussen. SKF empfiehlt daher die Ersatzteilvervorratung unbedingt nach dem „FIFO Prinzip“ zu organisieren, d.h. was zuerst eingelagert wird, wird auch zuerst entnommen.

Bei Kontakt mit Luft bzw. Sauerstoff, Licht, Wasser, Feuchtigkeit, durch Ölabscheidung und Schmutzpartikel, sowie bei ungeeigneten Lagertemperaturen können sich die Eigenschaften von Schmierstoffen erheblich verschlechtern. Schmierstoffe sollten daher in einem kühlen, trockenen Innenbereich gelagert werden und nie direktem Sonnenlicht ausgesetzt sein. Die Aufbewahrung sollte im Originalbehälter erfolgen, der erst bei Bedarf zu öffnen ist. Nach der Entnahme der benötigten Schmierstoffmenge ist der Behälter sofort wieder luftdicht zu verschließen.

Diagramm 18

Akzeptable Grade der Ölverschmutzung



Die Lagerfrist sollten bei Schmierfetten nicht länger sein als zwei Jahre und bei Schmierölen nicht länger als zehn Jahre; diese Fristen gelten nur bei Einhaltung der Lagerungsempfehlungen (insbesondere der empfohlenen Lagertemperaturen).

Fett oder Öl, das die empfohlenen Lagerfristen überschritten hat, kann unter Umständen dennoch verwendet werden. Es sollte jedoch durch geeignete Prüfungen festgestellt werden, ob der Schmierstoff weiterhin die Produktanforderungen und Spezifikationen erfüllt.

Montagehinweise

Die Ein- und Ausbauempfehlungen und Richtlinien für Wälzlager gelten auch für Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“. Empfehlungen und Richtlinien finden Sie unter *Einbau, Ausbau und Lagerhandhabung* im SKF Katalog *Wälzlager*, unter skf.com und im *SKF Handbuch der Lagerinstandhaltung* (ISBN 978-91-978966-4-1). Anleitungen für Ein- und Ausbau bestimmter Lager finden Sie unter skf.com/mount.

Anforderungen an den Arbeitsplatz

Der Einbau sollte nach Möglichkeit in einem trockenen, staubfreien Raum vorgenommen werden, fern ab von spanabhebenden oder staub erzeugenden Maschinen. Wenn Lager außerhalb geschützter Räume eingebaut werden müssen, sind geeignete Vorsichtsmaßnahmen zu treffen, um die Lager bis zur Beendigung der Montage wirksam gegen Staub, Schmutz und Feuchtigkeit zu schützen. Zu diesen Maßnahmen gehört das Abdecken oder Umwickeln von Lagern, Maschinenkomponenten usw. mit Kunststoff oder Folie.

Verfahren und Werkzeuge

Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“ sind zuverlässige Maschinenelemente mit langer Gebrauchsdauer, vorausgesetzt sie werden ordnungsgemäß eingebaut und gewartet. Ordnungsgemäßer Einbau verlangt Sachkenntnis und Sorgfalt einen sauberen Arbeitsplatz sowie die richtigen Werkzeuge.

Ein ordnungsgemäßer, schneller, genauer und sicherer Einbau erfordert die Wahl zweckmäßiger Einbauverfahren und den Einsatz geeigneter Werkzeuge und Hilfsmittel. Das umfangreiche SKF Sortiment an praxisgerechten Werkzeugen umfasst mechanische und hydraulische Werkzeuge und Anwärmsgeräte sowie sonstige Hilfsmittel. Ausführliche Informationen zu Wartungsprodukten stehen online unter skf.com zur Verfügung.

Damit Lager richtig gehandhabt werden, bietet SKF Wälzlager-Seminare und praktische Trainingskurse an. Diese sind Teil des Konzepts „SKF Reliability Systems“ für mehr Zuverlässigkeit und Betriebssicherheit. Zusätzlich bieten die SKF Gesellschaften bzw. die SKF Vertragshändler

vor Ort Unterstützung bei der Montage und Wartung der Lager an.

Einbauempfehlungen

Der Einbau von Hochgenauigkeitslagern der Reihe „Super-precision bearings“ erfordert eine höhere Genauigkeit, Umsicht und Fachkenntnis als bei Wälzlagern.

Lagereinbau mit dünnwandigen Ringen

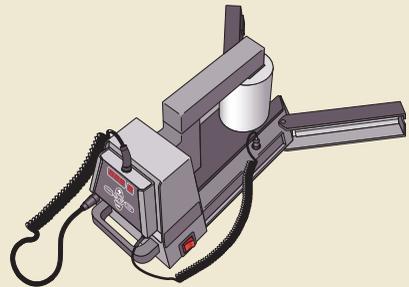
Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“ haben häufig im Verhältnis dünne Ringe. Bei diesen Lagern dürfen daher nur geringe Einbaukräfte angewendet werden. SKF empfiehlt für alle Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“ mit dünnen Ringen den Einbau im angewärmten Zustand. Für Lager der Reihe NNU 49 mit kegelförmiger Bohrung empfiehlt SKF die Verwendung des Druckölverfahrens.

Einbau im angewärmten Zustand

Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“ werden in der Regel mit loser Passung eingebaut. Daher kann die Temperaturdifferenz zwischen Lagerring und Aufnahmeteile relativ klein bleiben. Folgende Temperaturdifferenzen reichen meist aus:

- 20 bis 30 °C zwischen Innenring und Welle
- 10 bis 30 °C zwischen Gehäusebohrung und Außenring

Bild 47



Mit den elektrischen SKF Induktionsanwärmegeräten (→ **Bild 47**) lässt sich eine zuverlässige, gleichmäßige Anwärmung erzielen.

Manchmal werden Stufenhülsen zur Befestigung von Lagern an Wellen verwendet, die eine enge Presspassung bieten. Daher muss beim Einbau mit Stufenhülsen die Temperaturdifferenz zwischen den Anschlussteilen größer sein als beim Einbau ohne Hülsen. Temperaturunterschiede beim Einbau sind für Folgendes aufgeführt:

- Stufenhülsen ohne O-Ringe (→ **Tabelle 16, Seite 82**)
- Stufenhülsen mit O-Ringen (→ **Tabelle 17, Seite 83**)

Probelauf

Nach beendetem Einbau werden bei einem Probelauf die Lagerungen auf ordnungsgemäße Funktion hin überprüft. Der Probelauf findet bei Teillast und – im Falle eines größeren Betriebsdrehzahlbereichs – bei kleiner bis mittlerer Drehzahl statt. Unter keinen Umständen dürfen Wälzlager nach dem Einbau unbelastet anlaufen und auf höhere Drehzahlen beschleunigt werden, weil dabei die große Gefahr besteht, dass der Käfig unzulässig hoch beansprucht wird oder dass Gleitbewegungen zwischen den Wälzkörpern und Laufbahnen auftreten und dadurch die Laufflächen beschädigt werden.

Das Laufgeräusch oder die Schwingungen können mit dem elektronischen SKF Stethoskop geprüft werden. Normalerweise erzeugen Wälzlager ein gleichmäßiges, schnurrendes Geräusch. Pfeifende oder kreischende Laufgeräusche deuten auf Schmierstoffmangel hin. Ein ungleichmäßiger, polternder Lauf ist in den meisten Fällen ein Zeichen dafür, dass sich Verunreinigungen im Lager befinden oder dass das Lager beim Einbau beschädigt worden ist.

Ein Ansteigen der Lagertemperatur in der ersten Zeit nach der Inbetriebnahme ist normal, bis sich z.B. bei Fettschmierung das Schmierfett gleichmäßig in der Lagerung verteilt hat und sich die Beharrungstemperatur einstellt. Weitere Informationen über das Einlaufen fettgeschmierter Lager enthält der Abschnitt *Einlaufen fettgeschmierter Lager* (→ **Seite 111**).

Ungewöhnlich hohe Temperaturen und weiter ansteigende Temperaturen lassen u. a. auf eine zu starke Vorspannung, eine zu große Schmier-

stoffmenge in der Anordnung oder radiale bzw. axiale Verspannung der Lager schließen. Weitere Ursachen können sein fehlerhafte Ausführung der Gegenstücke oder zu große Reibung an den Dichtungen.

Gleichzeitig sollten beim oder nach dem Probelauf die ordnungsgemäße Funktion der Dichtungen und eventuell vorhandener Schmiereinrichtungen sowie bei Ölbadschmierung der Ölstand kontrolliert werden. Bei hohen Laufgeräuschen oder Schwingungen sind Schmierstoffproben zu entnehmen und auf Verunreinigungen hin zu untersuchen.

Ausbau

Da Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“ meist mit loser Passung eingebaut werden, sind die erforderlichen Ausbaukräfte niedriger als bei anderen Wälzlagern.

Demontagekräfte

Die erforderlichen Demontagekräfte für Spindelager werden näherungsweise wie folgt bestimmt:

- Ausbau eines Satzes aus drei Schrägkugellagern aus dem Gehäuse → $F \sim 0,02 D$
- Ausbau eines Satzes von drei Schrägkugellagern von der Welle → $F \sim 0,07 d$
- Ausbau eines Zylinderrollenlager von seinem kegeligen Sitz → $F \sim 0,3 d$

Hierin sind

F = Ausbaukraft [kN]

D = Außendurchmesser des Lagers [mm]

d = die Lagerbohrung [mm]

Wiederverwendung von Lagern

Vor der Wiederverwendung eines Lagers ist dieses umfassend zu prüfen. Dazu muss das Lager in seine Einzelteile zerlegt werden. Schrägkugellager lassen sich nur mit Spezialwerkzeugen beschädigungsfrei zerlegen. Zylinderrollenlager können nur teilweise zerlegt werden.

SKF empfiehlt keine Wiederverwendung von Hochgenauigkeitslagern der Reihe „Super-precision bearings“. Das Risiko ungeplanter Stillstandszeiten oder einer unzureichenden Lagerleistung ist in den meisten Fällen relevanter als die Kosten eines neuen Lagers.

Auch wenn keine Wiederverwendung geplant ist, sollte der Ausbau des Lagers vorsichtig erfolgen, um die Anschlussteile nicht zu beschädigen. Ein vorsichtig ausgebautes Lager bietet darüber hinaus bessere Voraussetzungen für die Zustands- und Schadensanalyse (sofern erforderlich).

SKF Spindelservice

Für die Instandhaltung und Reparatur von Werkzeugmaschinen spindeln wird häufig Spezialwerkzeug benötigt. Das weltweite SKF Netzwerk von Spindel-Servicezentren (→ skf.com) unterstützt Anwender bei diesen Aufgaben. Zu unseren Dienstleistungen gehört die Spindelreconditionierung (vom Lageraustausch bis zur Aufarbeitung von Wellen und Spindelköpfen), die Leistungssteigerung und die Problemanalyse. Wir können auch ein umfassendes Monitoring und eine vorbeugende Instandhaltung von Werkzeugmaschinen spindeln durchführen.

Aufbewahren von Lagern

Die Bedingungen, denen Lager und Dichtungen während ihrer Lagerung ausgesetzt sind, können ihre spätere Funktion im Betrieb beeinträchtigen. Daneben kann aber auch die Ersatzteildisposition, insbesondere bei Dichtungen, die spätere Leistungsfähigkeit der Teile im Betrieb beeinflussen. SKF empfiehlt daher die Ersatzteilbevorratung unbedingt nach dem „FIFO Prinzip“ zu organisieren, d.h. was zuerst eingelagert wird, wird auch zuerst entnommen.

Aufbewahrungsbedingungen

Zur Sicherstellung möglichst langer Aufbewahrungszeiten, die die spätere Leistungsfähigkeit der Wälzlager nicht beeinträchtigen, empfiehlt SKF die folgenden Empfehlungen zu beachten:

- Die Lager nur liegend aufbewahren und am ganzen Umfang der Ring-Seitenflächen unterstützen. Der Lagerraum soll kühl sein und keinen Schwingungen oder Erschütterungen und keinen größeren Temperaturschwankungen ausgesetzt sein.
- Die relative Luftfeuchtigkeit im Lagerraum ist zu überwachen. Sie soll die folgenden Richtwerte nicht übersteigen:

- 75% bei 20 °C
- 60% bei 22 °C
- 50% bei 25 °C

- Die Lager sollen in der ungeöffneten Originalverpackung aufbewahrt werden. Die Verpackung ist erst unmittelbar vor dem Einbau zu öffnen, damit das Risiko von Verunreinigungen und Korrosion möglichst niedrig bleibt.
- Lager, die nicht in der Originalverpackung aufbewahrt werden, müssen auf geeignete Weise ausreichend gegen Korrosion und Verschmutzung geschützt werden.

Aufbewahrungszeiten von offenen Lagern

SKF Wälzlager werden mit einem Korrosionsschutzmittel behandelt und in einer geeigneten Verpackung geschützt ausgeliefert. Der Korrosionsschutz hält bei offenen Lagern Aufbewahrungszeiten von rund drei Jahren stand, vorausgesetzt die oben genannten Empfehlungen werden eingehalten.

Aufbewahrungszeiten von abgedichteten Lagern

Die mögliche Aufbewahrungszeit von abgedichteten Lagern hängt vom eingefüllten Schmierstoff ab. Der eingefüllte Schmierstoff altert mit der Zeit und verliert letztendlich seine Schmierfähigkeit. Abgedichtete Lager sollten daher nicht länger als drei Jahre aufbewahrt werden.



Schrägkugellager

| | | | |
|---|------------|---|------------|
| Sortiment | 128 | Befestigung von Lagerringen | 183 |
| Lagerreihen und Ausführungsvarianten | 128 | Berechnung des erforderlichen Anzugsmoments | 184 |
| Lagerreihe | 130 | Befestigungsvorgang | 185 |
| Berührungswinkel | 130 | Tragfähigkeit von Lagersätzen | 189 |
| Lager der Hochleistungsausführung D | 131 | Äquivalente Lagerbelastungen | 190 |
| Hochgeschwindigkeitslager der Ausführung E | 132 | Äquivalente dynamische Lagerbelastung | 190 |
| Hochgeschwindigkeitslager der Ausführung B | 132 | Äquivalente statische Lagerbelastung | 191 |
| Hybridlager | 133 | Erreichbare Drehzahlen | 192 |
| Käfige | 134 | Montage | 194 |
| Abgedichtete Lager | 136 | Zusammenpressen der Lagersätze beim Einbau im angewärmten Zustand | 194 |
| Direkte Öl-Luft-Schmierung | 136 | Verpackungskennzeichnung | 194 |
| Lager aus NitroMax-Stahl | 141 | Bezeichnungsschema | 196 |
| Gestaltung der Lagerung | 141 | Produkttable | |
| Einzellager und Lagersätze | 141 | 2.1 Schrägkugellager | 198 |
| Einzellager | 141 | | |
| Lagersätze | 142 | | |
| Lageranordnungen | 142 | | |
| Kennzeichnung von Lagern und Lagersätzen | 145 | | |
| Lagerdaten | 146 | | |
| (Hauptabmessungen, Kantenabstände, Toleranzen) | | | |
| Vorspannung | 151 | | |
| Lager mit voreingestellter Vorspannung | 151 | | |
| Vorspannung in eingebauten Lagersätzen | 162 | | |
| Vorspannung mit konstanter Kraft | 165 | | |
| Vorspannung durch axiale Vorspannung | 166 | | |
| Individuelle Anpassung der Vorspannung | 166 | | |
| Abstandsringe | 167 | | |
| Auswirkung der Drehzahl auf die Vorspannung | 167 | | |
| Axiale Steifigkeit | 173 | | |
| | | Weitere Informationen | |
| | | Lebensdauer und Tragfähigkeit | 33 |
| | | Erforderliche Mindestbelastung | 34 |
| | | Grenzmaße für die Kantenabstände | 47 |
| | | Werkstoff | 51 |
| | | Gestaltung der Lagerungen | 57 |
| | | Schmierung | 99 |
| | | Montagehinweise | 123 |
| | | Aufbewahren von Lagern | 125 |

Sortiment

SKF fertigt Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe „Super-precision bearings“ für Welledurchmesser zwischen 6 und 360 mm. Aufgrund der verschiedenen Anwendungsanforderungen umfasst das SKF Sortiment an Hochgenauigkeits-Schrägkugellagern der Reihe „Super-precision bearings“ vier ISO-Maßreihen in einer Vielzahl von Ausführungen. Dank der großen Auswahl an Ausführungen und Varianten lassen sich die Lager in praktisch jede Werkzeugmaschine und in jede andere Anwendung integrieren, die Präzisionslager erfordert.

SKF bietet Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe „Super-precision bearings“ mit einer Vielzahl von Konstruktionsmerkmalen:

- drei verschiedene Berührungswinkel
- drei verschiedene Kugelgrößen
 - Ausführung D (→ Seite 131)
 - Ausführung E (→ Seite 132)
 - Ausführung B (→ Seite 132)
- zwei verschiedene Kugelwerkstoffe (Hybridausführung)
- Abdichtung
- Eigenschaften der direkten Öl-Luft-Schmierung
- zwei verschiedene Ringwerkstoffe (NitroMax-Stahlausführung)

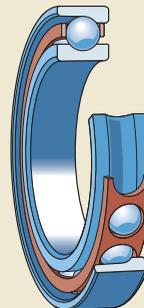
Tabelle 1 enthält das Sortiment mit Hochgenauigkeits-Schrägkugellagern der Reihe „Super-precision bearings“.

Lagerreihen und Ausführungsvarianten

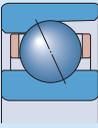
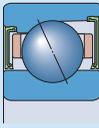
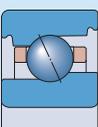
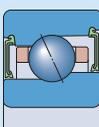
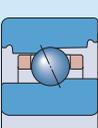
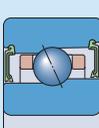
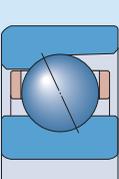
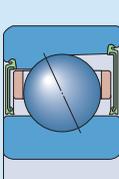
Einreihige SKF Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe „Super-precision bearings“ (→ Bild 1) sind selbsthaltend und haben – wie alle Schrägkugellager – entlang der Lagerachse gegeneinander versetzte Laufbahnen in den Innen- und Außenringen. Dadurch können sie neben Radiallasten auch einseitig wirkende Axialbelastungen aufnehmen. Radiallasten führen in diesem Lagertyp zur Bildung von axialen Kräften, die durch Gegenkräfte kompensiert werden müssen. Schrägkugellager werden deshalb immer gegen ein zweites Lager angestellt oder satzweise eingebaut.

Die Schultern der Ringe können an einem oder an beiden Lagerringen eine unterschiedliche Höhe aufweisen. Jedes Lager hat die größtmögliche Anzahl von Kugeln, die von einem Fensterkäfig geführt werden.

Bild 1



Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe „Super-precision bearings“ – Sortiment

| ISO-Maßreihe | Lagerausführung | Offene Ausführung | Abgedichtete Ausführung |
|--------------|---|---|---|
| 18 | Schwere Reihe, Ausführung D |  d = 10 bis 160 mm d = 19 bis 200 mm | – |
| 19 | Schwere Reihe, Ausführung D |  d = 10 bis 360 mm d = 22 bis 480 mm |  d = 10 bis 150 mm d = 22 bis 210 mm |
| | Hochgeschwindigkeitsreihe, Ausführung E |  d = 8 bis 120 mm d = 19 bis 165 mm |  d = 20 bis 120 mm d = 37 bis 165 mm |
| | Hochgeschwindigkeitsreihe, Ausführung B |  d = 30 bis 120 mm d = 47 bis 165 mm |  d = 30 bis 120 mm d = 47 bis 165 mm |
| 10 | Schwere Reihe, Ausführung D |  d = 6 bis 260 mm d = 17 bis 400 mm |  d = 10 bis 150 mm d = 26 bis 225 mm |
| | Hochgeschwindigkeitsreihe, Ausführung E |  d = 6 bis 120 mm d = 17 bis 180 mm |  d = 10 bis 120 mm d = 26 bis 180 mm |
| | Hochgeschwindigkeitsreihe, Ausführung B |  d = 30 bis 120 mm d = 55 bis 180 mm |  d = 30 bis 120 mm d = 55 bis 180 mm |
| 02 | Schwere Reihe, Ausführung D |  d = 7 bis 140 mm d = 22 bis 250 mm |  d = 10 bis 80 mm d = 30 bis 140 mm |

Lagerreihe

SKF fertigt Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe „Super-precision bearings“ in den folgenden Maßreihen an:

- Reihe 718, ultraleichte Ausführung
- Reihe 719, extrem leichte Ausführung
- Reihe 70, leichte Ausführung
- Reihe 72, robuste Ausführung

In **Bild 2** werden die Querschnitte der vier Lagerreihen mit denselben Bohrungs- und Außendurchmessern verglichen. Jede Lagerreihe hat charakteristische Eigenschaften, die sie für bestimmte Anwendungsfälle besonders geeignet macht.

Wenn für eine Konstruktion eine kleine Querschnittshöhe gefragt ist, sollten Lager der Reihe 718 gewählt werden. Steht mehr radialer Einbauraum zur Verfügung und sind die Belastungen nicht so groß, werden Lager der Reihen 719 oder 70 empfohlen. Lager der Reihe 72 haben bei einem vorgegebenen Bohrungsdurchmesser die größte Querschnittshöhe und eignen sich für schwere Belastungen bei relativ niedrigen Drehzahlen.

Wird eine hohe Steifigkeit verlangt, werden in der Regel Lager der Reihen 718 und 719 eingesetzt. Die Lager dieser beiden Reihen enthalten

im Verhältnis zur gewählten Bohrungsgröße die meisten Kugeln und können auch die größten Wellendurchmesser im Verhältnis zum Außendurchmesser aufnehmen. Diese beiden Punkte sind besonders für die Systemsteifigkeit wichtig, da sich die Steifigkeit einer Spindel mit ihrem Wellendurchmesser erhöht und die Steifigkeit einer Lageranordnung mit der Anzahl der Kugeln zunimmt.

Berührungswinkel

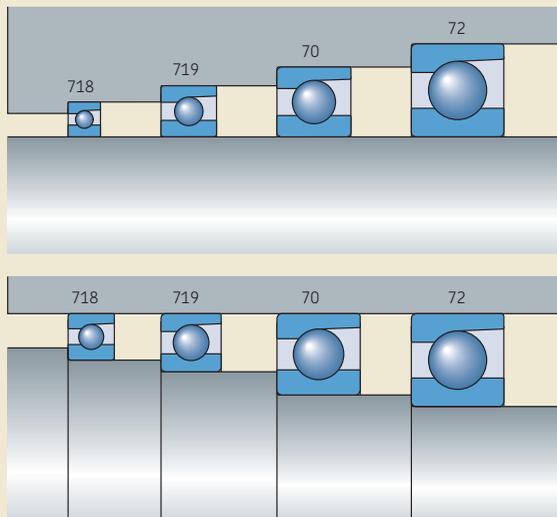
Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe „Super-precision bearings“ werden mit den folgenden Berührungswinkeln angefertigt (→ **Bild 3**):

- Berührungswinkel 15°: Nachsetzzeichen C
- Berührungswinkel 25°: Nachsetzzeichen AC

Für einige Reihen sind auf Anfrage Lager mit einem Berührungswinkel von 18° und dem Nachsetzzeichen F erhältlich.

Ein größerer Berührungswinkel bietet eine höhere axiale Steifigkeit und eine höhere axiale Tragfähigkeit. Dabei werden jedoch das Drehzahlvermögen, radiale Steifigkeit und radiale Tragfähigkeit reduziert.

Bild 2



Lager der Hochleistungsausführung D

Lager der Ausführung D (→ **Bild 4**) sind so konstruiert, dass sie schwere Belastungen bei relativ hohen Drehzahlen und niedrigen bis mäßigen Betriebstemperaturen aufnehmen können. Im Vergleich zu anderen Präzisions-Schräggugellagern enthalten Lager der Ausführung D die maximale Kugellanzahl und die größten Kugeln. Die enge Schmiegunng der Kugeln sorgt für eine relativ große Steifigkeit und maximale Tragfähigkeit.

Anwendungen

Typische Anwendungsbereiche für Lager der Reihe 718 .. D sind u. a.:

- Werkzeugmaschinen, z.B. Mehrspindelbohrköpfe (→ **Bild 14, Seite 60**)
- Roboter
- Druckmaschinen
- Messtechnik
- Rennwagenradlager

Typische Anwendungsbereiche für Lager der Reihe 719 .. D und 70 .. D sind u. a.:

- Bearbeitungszentren (horizontal und vertikal) (→ **Bild 17, Seite 63**)
- Fräsmaschinen
- Drehmaschinen (→ **Bild 11, Seite 58**)
- Außen- und Flächenschleifmaschinen
- Bohrmaschinen
- Maschinen zum Schneiden bzw. Polieren von Stein und Glas
- Halbleiterfertigung, z. B. Einheiten zur Erkennung von Defekten an Siliziumwafern (→ **Bild 15, Seite 61**)
- Schiffskreisel
- Teleskope
- Mikroturbinen
- Renn- bzw. Sportwagen-Radlager
- Medizintechnik

Typische Anwendungsbereiche für Lager der Reihe 72 .. D sind u. a.:

- Werkzeugmaschinenenspindeln, z.B. Zentrierspindeln (→ **Bild 13, Seite 59**)
- Drehmaschinen (Hauptspindeln, Reitstock)
- Schleifmaschinen
- Bohrmaschinen
- Parallelkinematische Maschinen (PKM)
- Dynamometer für Motorenprüfstände
- Turbolader

Bild 3

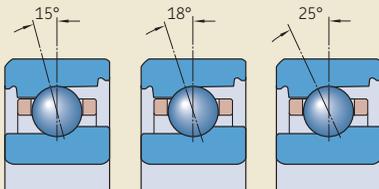
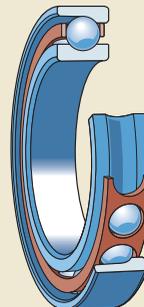


Bild 4



Hochgeschwindigkeitslager der Ausführung E

Lager der Ausführung E (→ **Bild 5**) haben im Vergleich zu Lagern der Ausführung D eine offenere Schmiegun und eine maximale Anzahl kleinerer Kugeln. Daher können sie sehr hohe Drehzahlen aufnehmen, bieten allerdings nicht dieselbe hohe Tragfähigkeit wie Lager der Ausführung D. Im Vergleich zu Lagern der Ausführung B haben Lager der Ausführung E eine etwas höhere Drehzahleignung und können höhere Belastungen aufnehmen.

Anwendungen

Typische Anwendungsbereiche für Lager der Reihe 719 .. E und 70 .. E sind u. a.:

- Elektroschindeln (→ **Bild 16, Seite 62**)
- Hochgeschwindigkeits-Bearbeitungszentren (horizontal und vertikal) (→ **Bild 17, Seite 63**)
- Hochgeschwindigkeits-Fräsmaschinen
- Hochgeschwindigkeits-Innenschleifmaschinen (→ **Bild 19, Seite 64**)
- Hochgeschwindigkeitschindeln für das Leiterplattenbohren
- Holzbearbeitungsmaschinen

Hochgeschwindigkeitslager der Ausführung B

Lager der Ausführung B (→ **Bild 6**) sind für den Betrieb mit hohen Drehzahlen konstruiert und eignen sich am besten für leichtere Belastungen sowie niedrigere Betriebstemperaturen. Im Vergleich zu Lagern der Ausführungen D und E sind Lager der Ausführung B mit einer maximalen Anzahl sehr kleiner Kugeln ausgestattet. Die kleineren, leichteren Kugeln reduzieren die Fliehkräfte, die auf die Außenringlaufbahn wirken, wodurch sich auch die Spannung an den Wälzkontakten verringert. Da kleinere Kugeln weniger Platz benötigen, weisen die Lagerringe eine größere Querschnittshöhe auf und sind damit weniger empfindlich für Verformungen infolge von Unregelmäßigkeiten des Lagersitzes auf der Welle oder im Gehäuse.

Anwendungen

Typische Anwendungsbereiche für Lager der Reihe 719 .. B und 70 .. B sind u. a.:

- Elektroschindeln (→ **Bild 18, Seite 63**)
- Zerspanungsmaschinen (→ **Bild 18**)
- Holzbearbeitungsmaschinen
- Fräsmaschinen
- Bearbeitungszentren

Bild 5

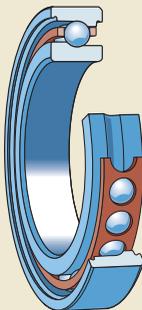
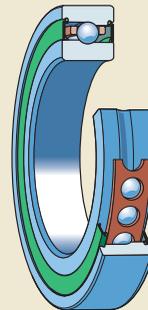


Bild 6



Hybridlager

Die Ringe von Hybrid-Schrägkugellagern (Nachsetzzeichen HC) bestehen aus Lagerstahl und ihre Wälzkörper aus Siliziumnitrid in Lagerqualität (Keramik). Da Keramikugeln leichter sind und ein höheres Elastizitätsmodul sowie einen niedrigeren Wärmeausdehnungskoeffizienten haben als Stahlkugeln, können Hybridkugeln folgende Vorteile bieten:

- höhere Steifigkeit
- höhere Drehzahleignung
- reduzierte Trägheits- und Fliehkräfte im Lager
- minimierte Spannung an den Wälzkontakten des Außenrings bei hohen Drehzahlen
- verringerte Reibungswärme
- niedrigerer Energieverbrauch
- längere Lager- und Fettgebrauchsdauer
- weniger anfällig für Gleitreibungsanschmier- und Käfigschäden bei häufigem schnellem Anfahren und Anhalten
- weniger anfällig für Temperaturschwankungen im Lager
- genauere Einstellung von Vorspannung/Spiel

Nähere Angaben zu Siliziumnitrid entnehmen Sie dem Abschnitt *Werkstoffe für Lagerringe und Wälzkörper* (→ Seite 51).

Käfige

Je nach Reihe und Größe sind einreihige Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe „Super-precision bearings“ serienmäßig mit den nachstehend aufgeführten Käfigen erhältlich (→ **Matrix 1**):

- Fensterkäfige aus Phenolharz mit Gewebeeinlage, außenringgeführt, ohne Nachsetzzeichen (→ **Bild 7**)
- Fensterkäfige aus glasfaserverstärktem PEEK, außenringgeführt, Nachsetzzeichen TNHA (→ **Bild 8**)
- Fensterkäfige aus kohlenstofffaserverstärktem PEEK, außenringgeführt, ohne Nachsetzzeichen (→ **Bild 9**)
- Massiv-Fensterkäfig aus Messing, außenringgeführt, Nachsetzzeichen MA

Die leichten Polymerkäfige reduzieren Trägheits- und Fliehkräfte bei gleichzeitiger Maximierung der Schmierstoffwirkung.

Andere Käfigwerkstoffe und Ausführung sind auf Anfrage erhältlich. Es empfiehlt sich den Technischen SKF Beratungsservice einzuschalten.

Weitere Informationen zu Werkstoffen entnehmen Sie dem Abschnitt *Käfigwerkstoffe* (→ **Seite 55**).

Bild 7



Bild 8



Bild 9



Matrix 1

| Bohrungsdurchmesser [mm] | Käfigwerkstoffe für Lager der Reihe | | | | | | | | Größe |
|-----------------------------|--|----------|---------|----------|---------|----------|---------|---------|-------|
| | 718 .. D | 719 .. D | 70 .. D | 719 .. E | 70 .. E | 719 .. B | 70 .. B | 72 .. D | |
| 6 | | | | | | | | | 6 |
| 7 | | | | | | | | | 7 |
| 8 | | | | | | | | | 8 |
| 9 | | | | | | | | | 9 |
| 10 | | | | | | | | | 00 |
| 12 | | | | | | | | | 01 |
| 15 | | | | | | | | | 02 |
| 17 | | | | | | | | | 03 |
| 20 | | | | | | | | | 04 |
| 25 | | | | | | | | | 05 |
| 30 | | | | | | | | | 06 |
| 35 | | | | | | | | | 07 |
| 40 | | | | | | | | | 08 |
| 45 | | | | | | | | | 09 |
| 50 | | | | | | | | | 10 |
| 55 | | | | | | | | | 11 |
| 60 | | | | | | | | | 12 |
| 65 | | | | | | | | | 13 |
| 70 | | | | | | | | | 14 |
| 75 | | | | | | | | | 15 |
| 80 | | | | | | | | | 16 |
| 85 | | | | | | | | | 17 |
| 90 | | | | | | | | | 18 |
| 95 | | | | | | | | | 19 |
| 100 | | | | | | | | | 20 |
| 105 | | | | | | | | | 21 |
| 110 | | | | | | | | | 22 |
| 120 | | | | | | | | | 24 |
| 130 | | | | | | | | | 26 |
| 140 | | | | | | | | | 28 |
| 150 | | | | | | | | | 30 |
| 160 | | | | | | | | | 32 |
| 170 | | | | | | | | | 34 |
| 180 | | | | | | | | | 36 |
| 190 | | | | | | | | | 38 |
| 200 | | | | | | | | | 40 |
| 220 | | | | | | | | | 44 |
| 240 | | | | | | | | | 48 |
| 260 | | | | | | | | | 52 |
| 280 | | | | | | | | | 56 |
| 300 | | | | | | | | | 60 |
| 320 | | | | | | | | | 64 |
| 340 | | | | | | | | | 68 |
| 360 | | | | | | | | | 72 |

-  Baumwollverstärktes Phenolharz (Hartgewebe)
-  Glasfaserverstärktes PEEK
-  Kohlenstoffaserverstärktes PEEK
-  Messing, spanabhebend gefertigt

Abgedichtete Lager

Die meisten gängigen Lager können beidseitig mit integrierten Dichtungen versehen werden (Vorsetzzeichen S). Die Dichtung bildet einen extrem engen Dichtspalt mit der Innenring-schulter (→ **Bild 10**), weshalb die Drehzahl-eignung nicht beeinträchtigt wird.

Die stahlblechverstärkten Dichtungen beste-hen aus öl- und verschleißfestem Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (NBR). Auf Anfrage sind auch Lager mit Dichtungen aus Fluor-Kautschuk erhältlich. Weitere Informationen entnehmen Sie dem Abschnitt *Dichtungswerkstoffe* (→ **Seite 56**).

Abgedichtete Lager werden serienmäßig mit einem niedrigviskosen Premiumfett auf Esteröl-basis und mit einem Dickungsmittel aus Lithium-seife befüllt. Die Fettmenge füllt ca. 15% des Raumes im Lager aus. Der Temperaturbereich des Fetts beträgt -55 bis $+110$ °C. Auf Anfrage sind die Lager auch mit anderen Fetten erhält-lich. Weitere Auskünfte erhalten Sie vom Techni-schen SKF Beratungsservice.

Im Vergleich zu Lageranordnungen mit offe-nen Lagern und externen Dichtungen bieten abgedichtete Lager eine ganze Reihe von Vortei-len, u. a.:

- potenziell längere Lagergebrauchsdauer
- längere Instandhaltungsintervalle
- kleineren Lagerbestand
- reduzierte Verunreinigungsgefahr des Schmierstoffs bei Einbau und Betrieb

Abgedichtete Lager sind auf Lebensdauer geschmiert. Sie dürfen deshalb vor dem Einbau nicht über 80 °C erwärmt oder ausgewaschen werden. Zum Anwärmen eines abgedichteten Lagers vor dem Einbau ist ein Induktions-Anwärmgerät zu verwenden. Das Lager sollte dann unmittelbar eingebaut werden, um die Zeit zu minimieren, in der das Lager hohen Tempe-raturen ausgesetzt ist. Informationen zur Aufbe-wahrungszeit abgedichteter Lager entnehmen Sie dem Abschnitt *Aufbewahrungszeiten von abgedichteten Lagern* (→ **Seite 125**).

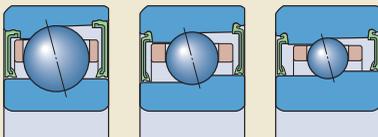
Direkte Öl-Luft-Schmierung

Einige Anwendungen mit sehr hohen Drehzahlen erfordern offene Lager der Reihen 719 .. D und 70 .. D, 719 .. E und 70 .. E und 719 .. B und 70 .. B, um mit einer minimalen Ölmenge direkt durch die Außenringe geschmiert zu werden.

Auf Anfrage sind Lager mit zwei Schmierboh-rungen in den Außenringen erhältlich. Außer-dem sind Lager mit einer Umfangsnut bzw. mit einer Umfangsnut und zwei Umfangsnuten für O-Ringe erhältlich, einschließlich O-Ringen zum Abdichten der Lagergehäusebohrung. Die Abmessungen dieser Ausführungen sind in den folgenden Tabellen aufgelistet:

- **Tabelle 2** für Lager der Reihen 719 .. D und 70 .. D
- **Tabelle 3** (→ **Seite 138**) für Lager der Reihen 719 .. E und 70 .. E
- **Tabelle 4** (→ **Seite 140**) für Lager der Reihen 719 .. B und 70 .. B

Bild 10



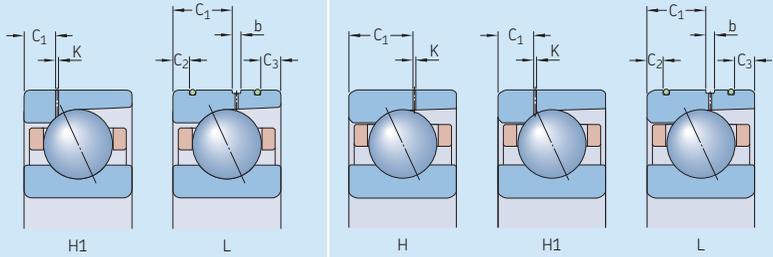
Ausführung D

Ausführung E

Ausführung B

Tabelle 2

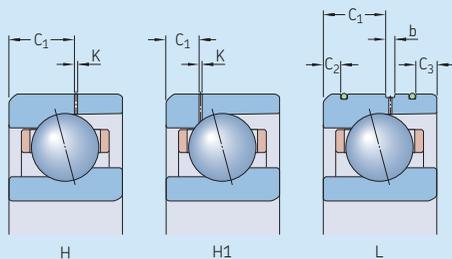
Abmessungen der direkten Öl-Luft-Schmierung – Reihen 719 .. D und 70 .. D


Lager- Größe
bohrung
d
Abmessungen
 Ausführungen für Lager der Reihen 719 .. D
 H1 L
 C₁ K C₁ C₂ C₃ b

 Ausführungen für Lager der Reihen 70 .. D
 H H1 L
 C₁ K C₁ K C₁ C₂ C₃ b

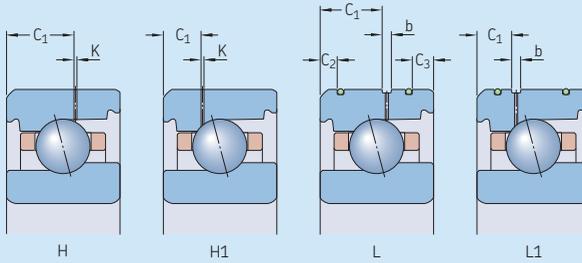
| mm | - | mm | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|
| 6 | 6 | - | - | - | - | - | - | 3,65 | 0,5 | - | - | - | - | - | - |
| 7 | 7 | - | - | - | - | - | - | 3,65 | 0,5 | - | - | - | - | - | - |
| 8 | 8 | - | - | - | - | - | - | 4,25 | 0,5 | - | - | - | - | - | - |
| 9 | 9 | - | - | - | - | - | - | 4,25 | 0,5 | - | - | - | - | - | - |
| 10 | 00 | - | - | - | - | - | - | 4,75 | 0,5 | - | - | - | - | - | - |
| 12 | 01 | - | - | - | - | - | - | 4,9 | 0,5 | - | - | - | - | - | - |
| 15 | 02 | - | - | - | - | - | - | 5,35 | 0,5 | - | - | - | - | - | - |
| 17 | 03 | - | - | - | - | - | - | 6,05 | 0,5 | - | - | - | - | - | - |
| 20 | 04 | - | - | - | - | - | - | 7,15 | 0,5 | - | - | - | - | - | - |
| 25 | 05 | - | - | - | - | - | - | 7,25 | 0,5 | - | - | - | - | - | - |
| 30 | 06 | - | - | - | - | - | - | 7,8 | 0,5 | - | - | - | - | - | - |
| 35 | 07 | - | - | - | - | - | - | 8,4 | 0,5 | - | - | - | - | - | - |
| 40 | 08 | - | - | - | - | - | - | 8,95 | 0,5 | - | - | - | - | - | - |
| 45 | 09 | - | - | - | - | - | - | 9,45 | 0,5 | - | - | - | - | - | - |
| 50 | 10 | - | - | - | - | - | - | 9,6 | 0,5 | - | - | - | - | - | - |
| 55 | 11 | - | - | 6,5 | 3,2 | 2 | 2,2 | - | - | 4,88 | 0,5 | 9 | 4,3 | 3,8 | 2,4 |
| 60 | 12 | - | - | 6,5 | 3,2 | 2 | 2,2 | - | - | 4,88 | 0,5 | 9 | 4,3 | 3,8 | 2,6 |
| 65 | 13 | - | - | 6,5 | 3,2 | 2 | 2,2 | - | - | 4,9 | 0,5 | 9,7 | 4,3 | 3,8 | 1,9 |
| 70 | 14 | 4,46 | 0,5 | 8,6 | 3,5 | 2,8 | 2 | - | - | 5,39 | 0,5 | 10,9 | 4,4 | 3,9 | 1,7 |
| 75 | 15 | 4,46 | 0,5 | 8,6 | 3,5 | 2,8 | 2 | - | - | 5,4 | 0,5 | 10,9 | 3,9 | 3,4 | 1,8 |
| 80 | 16 | 4,46 | 0,5 | 8,6 | 3,5 | 2,8 | 2 | - | - | 5,89 | 0,5 | 11,1 | 4,4 | 3,8 | 2,8 |
| 85 | 17 | 5,2 | 0,5 | 9,3 | 4 | 2,8 | 2,6 | - | - | 5,9 | 0,5 | 11,1 | 4,4 | 3,8 | 2,8 |
| 90 | 18 | 5,2 | 0,5 | 9,3 | 4,2 | 3 | 2,6 | - | - | 6,85 | 0,5 | 13,4 | 5,2 | 4,3 | 2,2 |
| 95 | 19 | 5,2 | 0,5 | 9,3 | 4,2 | 3 | 2,6 | - | - | 6,41 | 0,5 | 13,4 | 5,2 | 4,3 | 2,2 |
| 100 | 20 | 5,46 | 0,5 | 10,9 | 4 | 3,3 | 2,3 | - | - | 6,46 | 0,5 | 13,4 | 5,2 | 4 | 2,2 |
| 105 | 21 | 5,46 | 0,5 | 10,9 | 3,9 | 3,2 | 2,3 | - | - | 6,92 | 0,5 | 14,1 | 6,2 | 5 | 2,4 |
| 110 | 22 | 5,46 | 0,5 | 10,9 | 4 | 3 | 2,3 | - | - | 7,41 | 0,5 | 15,1 | 6,2 | 5,4 | 2,6 |
| 120 | 24 | 6,1 | 0,5 | 11,9 | 4,2 | 2,9 | 2,6 | - | - | 7,41 | 0,5 | 15 | 6,2 | 5,4 | 2,8 |
| 130 | 26 | 6,92 | 0,5 | 13,3 | 5,6 | 2,9 | 2,6 | - | - | 8,9 | 0,5 | 17,9 | 6,6 | 5,6 | 3,1 |
| 140 | 28 | 6,92 | 0,5 | 13,3 | 5,4 | 2,9 | 2,6 | - | - | 8,9 | 0,5 | 17,9 | 6,6 | 5,6 | 3,1 |
| 150 | 30 | 7,32 | 0,6 | 15,6 | 6,6 | 5,6 | 2,6 | - | - | 9,3 | 0,6 | 19,2 | 7,1 | 5,6 | 2,8 |
| 160 | 32 | 7,32 | 0,6 | 15,6 | 6,6 | 5,6 | 2,6 | - | - | 10,3 | 0,6 | 21,2 | 7,1 | 6,6 | 2,8 |
| 170 | 34 | 7,32 | 0,6 | - | - | - | - | - | - | 11,8 | 0,6 | 23,8 | 7,1 | 7,1 | 2,8 |
| 180 | 36 | 8,6 | 0,6 | - | - | - | - | - | - | 13,4 | 0,6 | 26,1 | 7,5 | 7,5 | 2,8 |
| 190 | 38 | 8,6 | 0,6 | - | - | - | - | - | - | 13,4 | 0,6 | - | - | - | - |
| 200 | 40 | 10 | 0,6 | - | - | - | - | - | - | 14 | 0,6 | - | - | - | - |
| 220 | 44 | - | - | 20,9 | 7,1 | 5,45 | 3,5 | - | - | 15,5 | 0,6 | - | - | - | - |
| 240 | 48 | - | - | 20,9 | 7,1 | 5,45 | 3,5 | - | - | 15,5 | 0,6 | - | - | - | - |
| 260 | 52 | - | - | 24,9 | 7,1 | 6,7 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | - |

Abmessungen der direkten Öl-Luft-Schmierung – Reihen 719 .. E



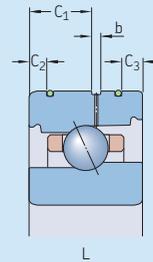
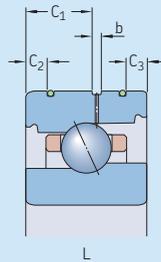
| Lager- bohrung | Größe | Abmessungen | | | | | | | |
|-------------------|-------|--|-----|----------------------|-----|---------------------|----------------|----------------|-----|
| | | Ausführungen für Lager der Reihen 719 .. E | | | | | | | |
| d | | H C ₁ | K | H1 C ₁ | K | L C ₁ | C ₂ | C ₃ | b |
| mm | – | mm | | | | | | | |
| 8 | 8 | 3,65 | 0,5 | – | – | – | – | – | – |
| 9 | 9 | 3,65 | 0,5 | – | – | – | – | – | – |
| 10 | 00 | 3,65 | 0,5 | – | – | – | – | – | – |
| 12 | 01 | 3,65 | 0,5 | – | – | – | – | – | – |
| 15 | 02 | 4,3 | 0,5 | – | – | – | – | – | – |
| 17 | 03 | 4,35 | 0,5 | – | – | – | – | – | – |
| 20 | 04 | 5,45 | 0,5 | – | – | 4,6 | 1,4 | 0,9 | 1,5 |
| 25 | 05 | 5,45 | 0,5 | – | – | 4,6 | 1,4 | 0,9 | 1,5 |
| 30 | 06 | 5,45 | 0,5 | – | – | 4,6 | 1,4 | 0,9 | 1,5 |
| 35 | 07 | 6,15 | 0,5 | – | – | 5,1 | 1,8 | 1,2 | 1,6 |
| 40 | 08 | – | – | 3,75 | 0,5 | 5,9 | 1,8 | 1,8 | 2 |
| 45 | 09 | – | – | 3,75 | 0,5 | 5,9 | 2,3 | 1,8 | 2 |
| 50 | 10 | – | – | 3,53 | 0,5 | 5,9 | 2,3 | 1,8 | 2,2 |
| 55 | 11 | – | – | 3,83 | 0,5 | 6,5 | 2,5 | 2 | 2,2 |
| 60 | 12 | – | – | 3,83 | 0,5 | 6,5 | 2,5 | 2 | 2,2 |
| 65 | 13 | – | – | 3,83 | 0,5 | 6,5 | 2,5 | 2 | 2,2 |
| 70 | 14 | – | – | 4,9 | 0,5 | 8,6 | 2,8 | 2,8 | 2 |
| 75 | 15 | – | – | 4,9 | 0,5 | 8,6 | 2,8 | 2,8 | 2 |
| 80 | 16 | – | – | 4,9 | 0,5 | 8,6 | 2,8 | 2,8 | 2 |
| 85 | 17 | – | – | 5,48 | 0,5 | 9,3 | 3 | 3 | 2,6 |
| 90 | 18 | – | – | 5,48 | 0,5 | 9,3 | 3 | 3 | 2,6 |
| 95 | 19 | – | – | 5,48 | 0,5 | 9,3 | 3 | 3 | 2,6 |
| 100 | 20 | – | – | 6,05 | 0,5 | 10,9 | 3 | 3,3 | 2,3 |
| 110 | 22 | – | – | 5,78 | 0,5 | 10,9 | 3,5 | 3 | 2,3 |
| 120 | 24 | – | – | 6,31 | 0,5 | 11,9 | 4,2 | 3,6 | 2,6 |

Abmessungen der direkten Öl-Luft-Schmierung – Reihen 70 .. E



| Lager- bohrung d | Größe | Abmessungen Ausführungen für Lager der Reihen 70 .. E | | | | | | | | | | | |
|------------------------|-------|--|-----|----------------------|-----|---------------------|----------------|----------------|-----|----------------------|----------------|----------------|-----|
| | | H C ₁ | K | H1 C ₁ | K | L C ₁ | C ₂ | C ₃ | b | L1 C ₁ | C ₂ | C ₃ | b |
| mm | – | mm | | | | | | | | | | | |
| 6 | 6 | 3,65 | 0,5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 7 | 7 | 3,65 | 0,5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 8 | 8 | 4,25 | 0,5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 9 | 9 | 4,25 | 0,5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 10 | 00 | 4,75 | 0,5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 12 | 01 | 4,9 | 0,5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 15 | 02 | 5,35 | 0,5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 17 | 03 | 6,05 | 0,5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 20 | 04 | – | – | 3,67 | 0,5 | 5,9 | 1,8 | 1,9 | 1,9 | 3,2 | 1,45 | 1,9 | 1,4 |
| 25 | 05 | – | – | 3,72 | 0,5 | 5,9 | 1,8 | 1,9 | 2,1 | 3,2 | 1,45 | 1,9 | 1,4 |
| 30 | 06 | – | – | 4,23 | 0,5 | 6,5 | 2,3 | 2,6 | 1,8 | 3,7 | 1,95 | 2,6 | 1,4 |
| 35 | 07 | – | – | 4,52 | 0,5 | 7,3 | 2,2 | 2,8 | 1,7 | 4 | 2,2 | 2,8 | 1,4 |
| 40 | 08 | – | – | 5,03 | 0,5 | 7,8 | 2,5 | 3 | 1,7 | 4,5 | 2,5 | 3 | 1,4 |
| 45 | 09 | – | – | 5,53 | 0,5 | 8,6 | 3 | 3 | 1,7 | 5 | 3 | 3 | 1,4 |
| 50 | 10 | – | – | 5,32 | 0,5 | 8,6 | 2,7 | 3 | 1,7 | 4,7 | 2,7 | 3 | 1,6 |
| 55 | 11 | – | – | 6,30 | 0,5 | 9 | 3,4 | 3,4 | 2,4 | 5,65 | 3,4 | 3,4 | 1,6 |
| 60 | 12 | – | – | 6,30 | 0,5 | 9 | 3,4 | 3,4 | 2,4 | 5,65 | 3,4 | 3,4 | 1,6 |
| 65 | 13 | – | – | 5,92 | 0,5 | 9,7 | 3,3 | 3,3 | 1,9 | 5,3 | 3,3 | 3,3 | 1,6 |
| 70 | 14 | – | – | 6,7 | 0,5 | 10,9 | 3,4 | 3,4 | 1,9 | 6,05 | 3,4 | 3,4 | 1,6 |
| 75 | 15 | – | – | 6,73 | 0,5 | 10,9 | 3,4 | 3,4 | 1,8 | 6,1 | 3,4 | 3,4 | 1,6 |
| 80 | 16 | – | – | 7,27 | 0,5 | 11,1 | 3,8 | 3,8 | 2,8 | 6,5 | 3,8 | 3,8 | 1,8 |
| 85 | 17 | – | – | 7,27 | 0,5 | 11,1 | 3,8 | 3,8 | 2,8 | 6,5 | 3,8 | 3,8 | 1,8 |
| 90 | 18 | – | – | 8,33 | 0,5 | 13,2 | 4,3 | 4,3 | 2,6 | 7,6 | 4,3 | 4,3 | 1,8 |
| 95 | 19 | – | – | 7,81 | 0,5 | 13,4 | 4,3 | 4,3 | 2,2 | 7,1 | 4,3 | 4,3 | 1,8 |
| 100 | 20 | – | – | 7,82 | 0,5 | 13,4 | 4 | 4 | 2,2 | 7,1 | 4 | 4 | 1,8 |
| 110 | 22 | – | – | 9,84 | 0,5 | 15,1 | 5,4 | 5,4 | 2,6 | 9,05 | 5,4 | 5,4 | 1,8 |
| 120 | 24 | – | – | 9,38 | 0,5 | 15 | 5,4 | 5,4 | 2,8 | 8,6 | 5,4 | 5,4 | 1,8 |

Abmessungen der direkten Öl-Luft-Schmierung – Reihen 719 .. B und 70 .. B



| Lager- bohrung d | Größe | Abmessungen Ausführung L für Lager der Reihen 719 .. B | | | | Ausführung L für Lager der Reihen 70 .. B | | | |
|------------------------|-------|---|----------------|----------------|-----|---|----------------|----------------|-----|
| | | C ₁ | C ₂ | C ₃ | b | C ₁ | C ₂ | C ₃ | b |
| mm | – | mm | | | | | | | |
| 30 | 06 | – | – | – | – | 6,5 | 3,4 | 2,4 | 1,7 |
| 35 | 07 | – | – | – | – | 7,3 | 3,4 | 2,4 | 1,4 |
| 40 | 08 | 5,9 | 2,8 | 1,7 | 2 | 7,8 | 3,6 | 2,6 | 1,5 |
| 45 | 09 | 5,9 | 2,8 | 1,7 | 2 | 8,6 | 3,6 | 2,6 | 1,5 |
| 50 | 10 | 5,9 | 2,8 | 1,7 | 2 | 8,6 | 3,6 | 2,6 | 1,5 |
| 55 | 11 | 6,5 | 3,8 | 1,7 | 2 | 9 | 4,3 | 2,8 | 2,2 |
| 60 | 12 | 6,5 | 3,8 | 1,7 | 2 | 9 | 4,3 | 2,8 | 2,2 |
| 65 | 13 | 6,5 | 3,8 | 1,7 | 2 | 9,7 | 4,3 | 2,8 | 1,5 |
| 70 | 14 | 8,6 | 3,8 | 1,7 | 1,5 | 10,9 | 4,4 | 2,9 | 1,5 |
| 75 | 15 | 8,6 | 3,8 | 2,7 | 1,5 | 10,9 | 4,4 | 2,9 | 1,5 |
| 80 | 16 | 8,6 | 3,8 | 2,7 | 2 | 11,1 | 4,7 | 3,2 | 2,5 |
| 85 | 17 | 9,3 | 4,5 | 2,9 | 2,2 | 11,1 | 4,7 | 3,2 | 2,5 |
| 90 | 18 | 9,3 | 4,5 | 2,9 | 2,2 | 13,4 | 5,2 | 4,2 | 2,2 |
| 95 | 19 | 9,3 | 4,5 | 2,9 | 2,2 | 13,4 | 5,2 | 4,2 | 2,2 |
| 100 | 20 | 10,9 | 4,5 | 2,9 | 2,2 | 13,4 | 5,2 | 4,2 | 2,2 |
| 110 | 22 | 10,9 | 4,5 | 2,9 | 2,2 | 15,1 | 6,2 | 4,2 | 2,2 |
| 120 | 24 | 11,9 | 4,5 | 2,9 | 2,2 | 15,1 | 6,2 | 4,2 | 2,2 |

Lager aus NitroMax-Stahl

Die Ringe herkömmlicher Hybrid-Schräggugellager der Reihe „Super-precision bearings“ bestehen aus Wälzlagerstahl. Hybridlager sind jedoch auch mit Ringen aus NitroMax-Stahl (Vorsetzzeichen V) erhältlich – einer neuen Generation stickstoffreichen Edelfstahls. Lageringeringe aus diesem Material sind besonders korrosionsbeständig, verschleißfest, ermüdungsbeständig und elastisch mit einem hohen Härtegrad und hoher Schlagfestigkeit.

Die kombinierten Vorteile von NitroMax-Stahlringen und Kugeln aus Siliziumnitrid erhöhen die Lagerleistung erheblich. Hierdurch können die Lager, je nach Schmierung, bis zu dreimal länger laufen als herkömmliche Hybridlager.

Diese Lager eignen sich insbesondere für sehr anspruchsvolle Anwendungen wie Hochgeschwindigkeits-Bearbeitungszentren und -Fräsmaschinen, bei denen hohe Drehzahlen, Steifigkeit und lange Lagerlebensdauer von ausschlaggebender Bedeutung für den Betrieb sind.

Nähere Angaben zu Siliziumnitrid, Wälzlagerstahl und Keramik entnehmen Sie dem Abschnitt *Werkstoffe für Lagerringe und Wälzkörper* (→ Seite 51).

Gestaltung der Lagerung

Lageranordnungen mit Hochgenauigkeits-Schräggugellagern der Reihe „Super-precision bearings“ lassen sich als Einzellager und als Lagersätze einsetzen.

Tabelle 5 enthält ein Beispiel mit Bestelloptionen für eine Anordnung aus drei Lagern.

Einzellager und Lagersätze

Einzellager

Einzelne Hochgenauigkeits-Schräggugellager der Reihe „Super-precision bearings“ sind als Einzellager sowie als 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 Lagerung zum Einsatz kommt. Auch wenn die Ringbreite nach sehr engen Toleranzen bearbeitet wurde, kommen diese Lager nicht für den Einbau direkt nebeneinander infrage.

Tabelle 5

Einige Bestellmöglichkeiten für eine Anordnung aus drei Lagern

| Entwurfskriterien | Bestellung | Lagerreihenbezeichnung | Bestellbeispiel |
|--|---|------------------------|---------------------|
| Die Lager können unmittelbar nebeneinander in beliebiger Reihenfolge und beliebiger Ausrichtung angeordnet werden. | drei einzelne Universallager für den satzweisen Einbau | 70 .. DG../P4A | 3 x 7014 CDGA/P4A |
| Die Lager können unmittelbar nebeneinander in beliebiger Reihenfolge und beliebiger Ausrichtung angeordnet werden. Verbesserte Lastverteilung gewünscht. | Satz aus drei Universallagern für den satzweisen Einbau | 70 .. D/P4ATG.. | 1 x 7014 CD/P4ATGA |
| Lager in 0- und Tandem-Anordnung Verbesserte Lastverteilung gewünscht. | drei Lager aus einem zusammengepassten Satz | 70 .. D/P4AT.. | 1 x 7014 CD/P4ATBTA |
| Lager in 0- und Tandem-Anordnung Funktionssicherheit bei hohen Drehzahlen mit maximaler Steifigkeit und verbesserter Lastverteilung gewünscht. | drei Lager aus einem zusammengepassten Satz | 70 .. E/P4AT.. | 1 x 7014 CE/P4ATBTA |
| Lager in 0- und Tandem-Anordnung Funktionssicherheit bei hohen Drehzahlen mit verbesserter Lastverteilung gewünscht. | drei Lager aus einem zusammengepassten Satz | 70 .. E/P4AT.. | 1 x 7014 CE/P4ATBTL |

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 Vorspannung in einem festgelegten Bereich und eine effektive Lastverteilung sichergestellt sind, ohne dass Passscheiben benötigt werden.

Universallager für den satzweisen Einbau sind einzeln in mehreren Vorspannungsklassen verfügbar und haben das Nachsetzzeichen G.

Lagersätze

Sätze von Hochgenauigkeits-Schrägkugellagern der Reihe „Super-precision bearings“ sind als zusammengepasste Lagersätze und als Universallagersätze erhältlich. 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 auch als Komplettlagersätze aus zwei, drei oder mehr Lagern erhältlich. Die Lager von Lagersätzen werden bereits bei der Fertigung so aufeinander abgestimmt, dass bei beliebiger Anordnung unmittelbar nebeneinander in einer bestimmten Reihenfolge eine Vorspannung in einem vordefinierten Bereich und eine effektive Lastverteilung ohne Passscheiben sichergestellt sind.

Bohrungen und Außendurchmesser dieser Lager weichen maximal ein Drittel der zulässigen Durchmessertoleranz voneinander ab. Dadurch wird eine bessere Lastverteilung erreicht als bei einzelnen Universallagern für den satzweisen Einbau.

Zusammengepasste Lagersätze sind in mehreren Vorspannungsklassen erhältlich.

Sätze aus zusammengepassten Universallagern

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

Sätze aus Universallagern für den satzweisen Einbau sind in mehreren Vorspannungsklassen verfügbar.

Genau wie einzelne Universallager tragen Universallagersätze das Nachsetzzeichen G, die Position des G's innerhalb des Nachsetzzeichens ist jedoch anders.

Lageranordnungen

Lagersatz in O-Anordnung

Bei Lagern in O-Anordnung (→ **Bild 11**) laufen die Berührungslinien entlang der Lagerachse auseinander. Axialbelastungen werden in beiden Richtungen, aber jeweils nur von einem Lager bzw. Lagersatz aufgenommen.

Lager in O-Anordnung ergeben eine relativ starre Lagerung. Dank des großen Abstands zwischen den wirksamen Lagermitten eignet sich diese Anordnung besonders gut für das Aufnehmen von Momentbelastungen.

Lagersatz in X-Anordnung

Bei Lagern in X-Anordnung (→ **Bild 12**) laufen die Berührungslinien entlang der Lagerachse aufeinander zu. Axialbelastungen werden in beiden Richtungen, aber jeweils nur von einem Lager bzw. Lagersatz aufgenommen.

Aufgrund des geringen Abstands zwischen den wirksamen Lagermitten sind Lager in X-Anordnungen weniger für die Aufnahme von Momentbelastungen geeignet.

Lagersätze in Tandem-Anordnung

Tandem-Anordnungen bieten eine erhöhte axiale und radiale Tragfähigkeit als Einzellager. Bei der Tandem-Anordnung (→ **Bild 13**) verlaufen die Berührungslinien parallel zueinander. Die Axial- und Radialbelastung verteilt sich auf beide Lager.

Der Lagersatz kann nur einseitig wirkende Axialbelastungen aufnehmen. Bei beidseitig wirkenden Axialbelastungen bzw. bei kombinierten Belastungen müssen weitere Lager hinzugefügt und gegen die Tandem-Anordnung angestellt werden.

Bild 11

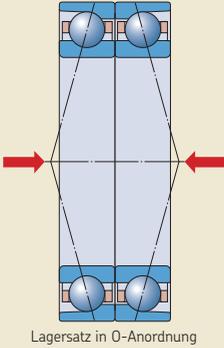


Bild 12

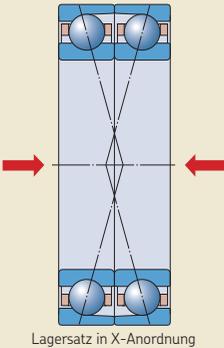
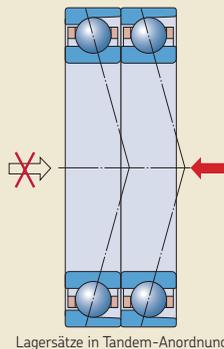


Bild 13



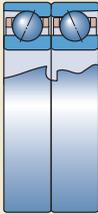
Beispiele

Universallager für den satzweisen Einbau und zusammengepasste Lagersätze können, je nach geforderter Steifigkeit und Belastung, in einer Vielzahl unterschiedlicher Anordnungen eingebaut werden. **Bild 14** (→ **Seite 144**) zeigt die möglichen Anordnungen mitsamt Nachsetzzeichen für zusammengepasste Lagersätze.

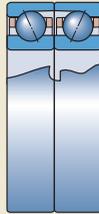
Reduzierung von Lagerbeständen

SKF empfiehlt die vornehmliche Verwendung von Universallagern für den satzweisen Einbau, da der Anwender mit diesen Lagern seinen Lagervorrat begrenzen und die Lagerverfügbarkeit verbessern kann. Mit Universallagern für den satzweisen Einbau lassen sich die unterschiedlichsten Lagersätze realisieren.

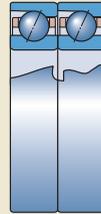
Lagersätze mit 2 Lagern



Lagerpaare in O-Anordnung
Nachsetzzeichen DB

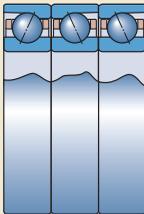


Lagerpaare in X-Anordnung
Nachsetzzeichen DF

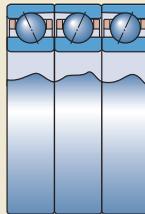


Tandem-Anordnung
Nachsetzzeichen DT

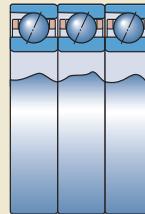
Lagersätze mit 3 Lagern



Tandem-O-Anordnung
Nachsetzzeichen TBT

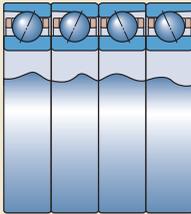


Tandem-X-Anordnung
Nachsetzzeichen TFT

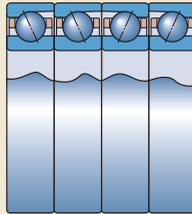


Tandem-Anordnung
Nachsetzzeichen TT

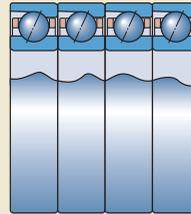
Lagersätze mit 4 Lagern



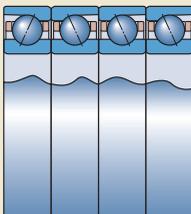
Tandem-O-Tandem-Anordnung
Nachsetzzeichen QBC



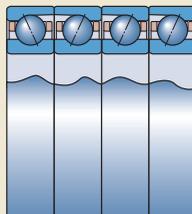
Tandem-X-Tandem-Anordnung
Nachsetzzeichen QFC



Tandem-Anordnung
Nachsetzzeichen QT



Tandem-O-Anordnung
Nachsetzzeichen QBT



Tandem-X-Anordnung
Nachsetzzeichen QFT

Kennzeichnung von Lagern und Lagersätzen

Alle Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe „Super-precision bearings“ haben mehrere Kennzeichen an den Außenseiten der Ringe (→ **Bild 15**):

- 1 SKF Marke
- 2 Komplette Lagerbezeichnung (Kurzzeichen)
- 3 Herstellungsland
- 4 Herstellungsdatum (kodiert)
- 5 Abweichung des mittleren Außendurchmessers Δ_{Dm} [μm] und Position der maximalen Unrundheit des Außenrings
- 6 Abweichung des mittleren Bohrungsdurchmessers Δ_{dm} [μm] und Position der maximalen Unrundheit des Innenrings
- 7 Markierung auf Druckrichtung, geprägt
- 8 Seriennummer (nur Lagersätze)
- 9 V-Zeichen (nur bei zusammengepassten Lagersätzen)

Abgedichtete Lager sind ähnlich gekennzeichnet.

"V-Zeichen"

Ein V-Zeichen an der Außenseite der Außenringe von zusammengepassten Lagersätzen gibt an, in welcher Richtung die Lager eingebaut werden müssen, um die korrekte Satzvorspannung einzustellen.

Das Zeichen gibt ebenfalls an, in welcher Richtung der Lagersatz bezogen auf die Axialbelastung einzubauen ist. Das V-Zeichen sollte in die Richtung zeigen, in der die Axialbelastung auf den Innenring wirkt (→ **Bild 16**). Wirken die Axialbelastungen in beide Richtungen, muss das V-Zeichen in die Richtung der stärkeren der beiden Belastungen zeigen.

Bild 16

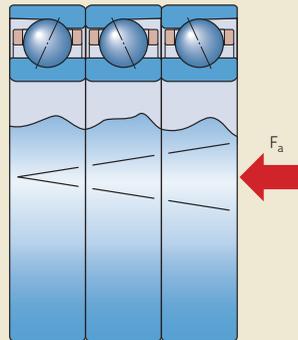
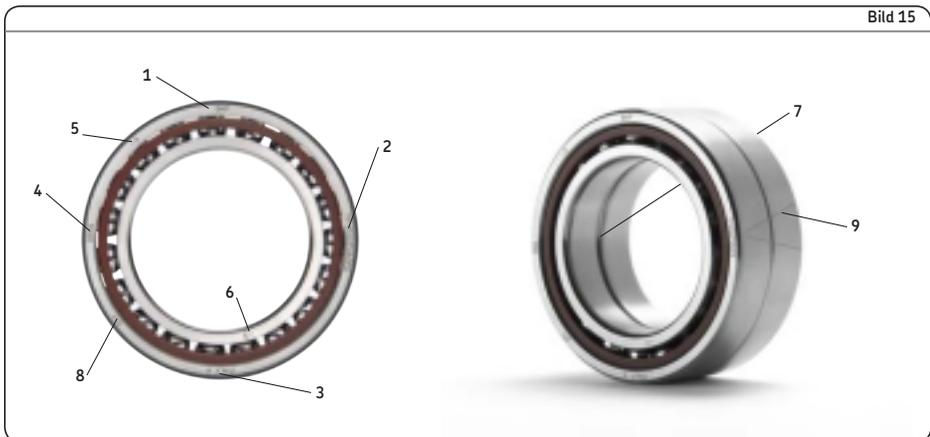


Bild 15



Lagerdaten

Haupt- abmessungen

ISO 15

Kantenabstände

Die minimalen Kantenabstände in radialer Richtung (r_1, r_3) und axialer Richtung (r_2, r_4) sind in den Produkttabellen angegeben (→ **Seite 198**). Die Eigenschaften variieren je nach Reihe.

718 .. D

- Werte für den Innenring und die Druckseite des Außenrings: ISO 15
- Die Werte für die druckabgewandte Seite des Außenrings sind nicht genormt.

719 .. D, 70 .. D und 72 .. D

- Werte für den Innenring und die Druckseite des Außenrings: ISO 15
- Werte für die druckabgewandte Seite des Außenrings: ISO 12044, wo zutreffend

719 .. E

- Werte für die druckabgewandte Seite des Außenrings ($d \leq 30$ mm), die Druckseite des Innenrings und die Druckseite des Außenrings: ISO 15
- Werte für die druckabgewandte Seite des Innenrings ($d > 30$ mm): kleiner als die nach ISO 15
- Werte für die druckabgewandte Seite des Außenrings: ISO 12044

70 .. E

- Werte für den Innenring und die Druckseite des Außenrings: ISO 15
- Werte für die druckabgewandte Seite des Außenrings: ISO 12044

719 .. B und 70 .. B

- Werte für den Innenring und die Druckseite des Außenrings: ISO 15
- Werte für die druckabgewandte Seite des Außenrings: kleiner als die nach ISO 15

Die angemessenen maximalen Kantenabstände, die für die Bemessung der Rundungsradien wichtig sind, entsprechen ISO 582 und sind in den Produkttabellen aufgelistet.

Toleranzen

Serienmäßig mit Toleranzklasse P4A oder P4. Die Toleranzklassen PA9A und P2 sind auf Anfrage erhältlich.
Die aufgelisteten Toleranzklassen gelten für:

Weiterführende
Informationen
(→ **Seite 47**)

- Toleranzklasse P4A (→ **Tabelle 6**)
- Toleranzklasse P4 (→ **Tabelle 7, Seite 148**)
- Toleranzklasse PPA9A (→ **Tabelle 8, Seite 149**)
- Toleranzklasse P2 (→ **Tabelle 9, Seite 150**)

Tabelle 6

Toleranzklasse P4A

| Innenring d | | $\Delta_{dmp}^{(1)}$ | | $\Delta_{ds}^{(2)}$ | | V_{dp} | V_{dmp} | Δ_{Bs} | | Δ_{B1s} | | V_{Bs} | K_{ia} | S_d | S_{ia} |
|----------------|-----|----------------------|------|---------------------|------|----------------|-----------------|--|------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| über | bis | ob. | unt. | ob. | unt. | max. | max. | ob. | unt. | ob. | unt. | max. | max. | max. | max. |
| mm | | μm | | μm | | μm | μm | μm | | μm | | μm | μm | μm | μm |
| 2,5 | 10 | 0 | -4 | 0 | -4 | 1,5 | 1 | 0 | -40 | 0 | -250 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| 10 | 18 | 0 | -4 | 0 | -4 | 1,5 | 1 | 0 | -80 | 0 | -250 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| 18 | 30 | 0 | -5 | 0 | -5 | 1,5 | 1 | 0 | -120 | 0 | -250 | 1,5 | 2,5 | 1,5 | 2,5 |
| 30 | 50 | 0 | -6 | 0 | -6 | 1,5 | 1 | 0 | -120 | 0 | -250 | 1,5 | 2,5 | 1,5 | 2,5 |
| 50 | 80 | 0 | -7 | 0 | -7 | 2 | 1,5 | 0 | -150 | 0 | -250 | 1,5 | 2,5 | 1,5 | 2,5 |
| 80 | 120 | 0 | -8 | 0 | -8 | 2,5 | 1,5 | 0 | -200 | 0 | -380 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| 120 | 150 | 0 | -10 | 0 | -10 | 6 | 3 | 0 | -250 | 0 | -380 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 150 | 180 | 0 | -10 | 0 | -10 | 6 | 3 | 0 | -250 | 0 | -380 | 4 | 6 | 5 | 6 |
| 180 | 250 | 0 | -12 | 0 | -12 | 7 | 4 | 0 | -300 | 0 | -500 | 5 | 7 | 6 | 7 |
| 250 | 315 | 0 | -13 | 0 | -13 | 8 | 5 | 0 | -350 | 0 | -550 | 6 | 8 | 7 | 7 |
| 315 | 400 | 0 | -16 | 0 | -16 | 10 | 6 | 0 | -400 | 0 | -600 | 6 | 9 | 8 | 8 |
| Außenring D | | $\Delta_{Dmp}^{(1)}$ | | $\Delta_{Ds}^{(2)}$ | | $V_{Dp}^{(3)}$ | $V_{Dmp}^{(3)}$ | $\Delta_{Cs}, \Delta_{C1s}$ | | V_{Cs} | K_{ea} | S_D | S_{ea} | | |
| über | bis | ob. | unt. | ob. | unt. | max. | max. | | | max. | max. | max. | max. | | |
| mm | | μm | | μm | | μm | μm | | | μm | μm | μm | μm | | |
| 10 | 18 | 0 | -4 | 0 | -4 | 1,5 | 1 | Die Werte sind die gleichen wie für den zugehörigen Innenring ($\Delta_{Bs}, \Delta_{B1s}$). | | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | | |
| 18 | 30 | 0 | -5 | 0 | -5 | 2 | 1,5 | | | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | | |
| 30 | 50 | 0 | -6 | 0 | -6 | 2 | 1,5 | | | 1,5 | 2,5 | 1,5 | 2,5 | | |
| 50 | 80 | 0 | -7 | 0 | -7 | 2 | 1,5 | | | 1,5 | 4 | 1,5 | 4 | | |
| 80 | 120 | 0 | -8 | 0 | -8 | 2,5 | 1,5 | | | 2,5 | 5 | 2,5 | 5 | | |
| 120 | 150 | 0 | -9 | 0 | -9 | 4 | 1,5 | | | 2,5 | 5 | 2,5 | 5 | | |
| 150 | 180 | 0 | -10 | 0 | -10 | 6 | 3 | | | 4 | 6 | 4 | 6 | | |
| 180 | 250 | 0 | -11 | 0 | -11 | 6 | 4 | | | 5 | 8 | 5 | 8 | | |
| 250 | 315 | 0 | -13 | 0 | -13 | 8 | 5 | | | 5 | 9 | 6 | 8 | | |
| 315 | 400 | 0 | -15 | 0 | -15 | 9 | 6 | | | 7 | 10 | 8 | 10 | | |
| 400 | 500 | 0 | -20 | 0 | -20 | 12 | 8 | | | 8 | 13 | 10 | 13 | | |

Toleranzsymbole und Definitionen → Tabelle 4, Seite 48

1) Diese Abweichungen beziehen sich ausschließlich auf Lager der Durchmesserreihen 8 und 9.

2) Diese Abweichungen beziehen sich ausschließlich auf Lager der Durchmesserreihen 0 und 2.

3) Bei abgedichteten Lagern beziehen sich die Werte auf den Ring vor dem Einbau der Dichtungen.

Tabelle 7

Toleranzklasse P4 (ABEC 7)

| Innenring | | $\Delta_{dmp}^{(1)}$ | | $\Delta_{ds}^{(2)}$ | | V_{dp} | V_{dmp} | Δ_{Bs} | | Δ_{B1s} | | V_{Bs} | K_{ia} | S_d | S_{ia} |
|-----------|-----|----------------------|------|---------------------|------|----------------|-----------------|--|------|----------------|----------|----------|----------|---------|----------|
| über | bis | ob. | unt. | ob. | unt. | max. | max. | ob. | unt. | ob. | unt. | max. | max. | max. | max. |
| mm | | μm | | μm | | μm | μm | μm | | μm | | μm | μm | μm | μm |
| 2,5 | 10 | 0 | -4 | 0 | -4 | 4 | 2 | 0 | -60 | 0 | -250 | 2,5 | 2,5 | 3 | 3 |
| 10 | 18 | 0 | -4 | 0 | -4 | 4 | 2 | 0 | -80 | 0 | -250 | 2,5 | 2,5 | 3 | 3 |
| 18 | 30 | 0 | -5 | 0 | -5 | 5 | 2,5 | 0 | -120 | 0 | -250 | 2,5 | 3 | 4 | 4 |
| 30 | 50 | 0 | -6 | 0 | -6 | 6 | 3 | 0 | -120 | 0 | -250 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| 50 | 80 | 0 | -7 | 0 | -7 | 7 | 3,5 | 0 | -150 | 0 | -250 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| 80 | 120 | 0 | -8 | 0 | -8 | 8 | 4 | 0 | -200 | 0 | -380 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| 120 | 150 | 0 | -10 | 0 | -10 | 10 | 5 | 0 | -250 | 0 | -380 | 5 | 6 | 6 | 7 |
| 150 | 180 | 0 | -10 | 0 | -10 | 10 | 5 | 0 | -250 | 0 | -380 | 5 | 6 | 6 | 7 |
| Außenring | | $\Delta_{Dmp}^{(1)}$ | | $\Delta_{Ds}^{(2)}$ | | $V_{Dp}^{(3)}$ | $V_{Dmp}^{(3)}$ | $\Delta_{Cs}, \Delta_{C1s}$ | | V_{Cs} | K_{ea} | S_D | S_{ea} | | |
| über | bis | ob. | unt. | ob. | unt. | max. | max. | | | max. | max. | max. | max. | | |
| mm | | μm | | μm | | μm | μm | | | μm | μm | μm | μm | | |
| 18 | 30 | 0 | -5 | 0 | -5 | 5 | 2,5 | Die Werte sind die gleichen wie für den zugehörigen Innenring ($\Delta_{Bs}, \Delta_{B1s}$). | | 2,5 | 4 | 4 | 5 | | |
| 30 | 50 | 0 | -6 | 0 | -6 | 6 | 3 | | | 2,5 | 5 | 4 | 5 | | |
| 50 | 80 | 0 | -7 | 0 | -7 | 7 | 3,5 | | | 3 | 5 | 4 | 5 | | |
| 80 | 120 | 0 | -8 | 0 | -8 | 8 | 4 | | | 4 | 6 | 5 | 6 | | |
| 120 | 150 | 0 | -9 | 0 | -9 | 9 | 5 | | | 5 | 7 | 5 | 7 | | |
| 150 | 180 | 0 | -10 | 0 | -10 | 10 | 5 | | | 5 | 8 | 5 | 8 | | |
| 180 | 250 | 0 | -11 | 0 | -11 | 11 | 6 | | | 7 | 10 | 7 | 10 | | |

Toleranzsymbole und Definitionen → Tabelle 4, Seite 48

¹⁾ Diese Abweichungen beziehen sich ausschließlich auf Lager der Durchmesserreihen 8 und 9.

²⁾ Diese Abweichungen beziehen sich ausschließlich auf Lager der Durchmesserreihen 0 und 2.

³⁾ Bei abgedichteten Lagern beziehen sich die Werte auf den Ring vor dem Einbau der Dichtungen.

Tabelle 8

Toleranzklasse PA9A

| Innenring d | | $\Delta_{dmp}^{(1)}$ | | $\Delta_{ds}^{(2)}$ | | V_{dp} | V_{dmp} | Δ_{Bs} | | Δ_{B1s} | | V_{Bs} | K_{ia} | S_d | S_{ia} |
|----------------|-----|----------------------|------|---------------------|------|----------------|-----------------|--|------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| über | bis | ob. | unt. | ob. | unt. | max. | max. | ob. | unt. | ob. | unt. | max. | max. | max. | max. |
| mm | | μm | | μm | | μm | μm | μm | | μm | | μm | μm | μm | μm |
| 2,5 | 10 | 0 | -2,5 | 0 | -2,5 | 1,5 | 1 | 0 | -40 | 0 | -250 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| 10 | 18 | 0 | -2,5 | 0 | -2,5 | 1,5 | 1 | 0 | -80 | 0 | -250 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| 18 | 30 | 0 | -2,5 | 0 | -2,5 | 1,5 | 1 | 0 | -120 | 0 | -250 | 1,5 | 2,5 | 1,5 | 2,5 |
| 30 | 50 | 0 | -2,5 | 0 | -2,5 | 1,5 | 1 | 0 | -120 | 0 | -250 | 1,5 | 2,5 | 1,5 | 2,5 |
| 50 | 80 | 0 | -4 | 0 | -4 | 2 | 1,5 | 0 | -150 | 0 | -250 | 1,5 | 2,5 | 1,5 | 2,5 |
| 80 | 120 | 0 | -5 | 0 | -5 | 2,5 | 1,5 | 0 | -200 | 0 | -380 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| 120 | 150 | 0 | -7 | 0 | -7 | 4 | 3 | 0 | -250 | 0 | -380 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| 150 | 180 | 0 | -7 | 0 | -7 | 4 | 3 | 0 | -250 | 0 | -380 | 4 | 5 | 4 | 5 |
| 180 | 250 | 0 | -8 | 0 | -8 | 5 | 4 | 0 | -300 | 0 | -500 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Außenring D | | $\Delta_{Dmp}^{(1)}$ | | $\Delta_{Ds}^{(2)}$ | | $V_{Dp}^{(3)}$ | $V_{Dmp}^{(3)}$ | $\Delta_{Cs}, \Delta_{C1s}$ | | V_{Cs} | K_{ea} | S_D | S_{ea} | | |
| über | bis | ob. | unt. | ob. | unt. | max. | max. | | | max. | max. | max. | max. | | |
| mm | | μm | | μm | | μm | μm | | | μm | μm | μm | μm | | |
| 10 | 18 | 0 | -2,5 | 0 | -2,5 | 1,5 | 1 | Die Werte sind die gleichen wie für den zugehörigen Innenring ($\Delta_{Bs}, \Delta_{B1s}$). | | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | | |
| 18 | 30 | 0 | -4 | 0 | -4 | 2 | 1,5 | | | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | |
| 30 | 50 | 0 | -4 | 0 | -4 | 2 | 1,5 | | | 1,5 | 2,5 | 1,5 | 1,5 | 2,5 | |
| 50 | 80 | 0 | -4 | 0 | -4 | 2 | 1,5 | | | 1,5 | 4 | 1,5 | 4 | | |
| 80 | 120 | 0 | -5 | 0 | -5 | 2,5 | 1,5 | | | 2,5 | 5 | 2,5 | 5 | | |
| 120 | 150 | 0 | -5 | 0 | -5 | 2,5 | 1,5 | | | 2,5 | 5 | 2,5 | 5 | | |
| 150 | 180 | 0 | -7 | 0 | -7 | 4 | 3 | | | 2,5 | 5 | 2,5 | 5 | | |
| 180 | 250 | 0 | -8 | 0 | -8 | 5 | 4 | | | 4 | 7 | 4 | 7 | | |
| 250 | 315 | 0 | -8 | 0 | -8 | 5 | 4 | | | 5 | 7 | 5 | 7 | | |
| 315 | 400 | 0 | -10 | 0 | -10 | 6 | 5 | | | 7 | 8 | 7 | 8 | | |

Toleranzsymbole und Definitionen → Tabelle 4, Seite 48

1) Diese Abweichungen beziehen sich ausschließlich auf Lager der Durchmesserreihen 8 und 9.

2) Diese Abweichungen beziehen sich ausschließlich auf Lager der Durchmesserreihen 0 und 2.

3) Bei abgedichteten Lagern beziehen sich die Werte auf den Ring vor dem Einbau der Dichtungen.

Tabelle 9

Toleranzklasse P2 (ABEC 9)

| Innenring | | $\Delta_{dmp}^{(1)}$ | | $\Delta_{ds}^{(2)}$ | | V_{dp} | V_{dmp} | Δ_{Bs} | | Δ_{B1s} | | V_{Bs} | K_{ia} | S_d | S_{ia} |
|-----------|-----|----------------------|------|---------------------|------|----------|-----------|--|------|----------------|----------|----------|----------|---------|----------|
| über | bis | ob. | unt. | ob. | unt. | max. | max. | ob. | unt. | ob. | unt. | max. | max. | max. | max. |
| mm | | μm | | μm | | μm | μm | μm | | μm | | μm | μm | μm | μm |
| 2,5 | 10 | 0 | -2,5 | 0 | -2,5 | 2,5 | 1,5 | 0 | -40 | 0 | -250 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| 10 | 18 | 0 | -2,5 | 0 | -2,5 | 2,5 | 1,5 | 0 | -80 | 0 | -250 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| 18 | 30 | 0 | -2,5 | 0 | -2,5 | 2,5 | 1,5 | 0 | -120 | 0 | -250 | 1,5 | 2,5 | 1,5 | 2,5 |
| 30 | 50 | 0 | -2,5 | 0 | -2,5 | 2,5 | 1,5 | 0 | -120 | 0 | -250 | 1,5 | 2,5 | 1,5 | 2,5 |
| 50 | 80 | 0 | -4 | 0 | -4 | 4 | 2 | 0 | -150 | 0 | -250 | 1,5 | 2,5 | 1,5 | 2,5 |
| 80 | 120 | 0 | -5 | 0 | -5 | 5 | 2,5 | 0 | -200 | 0 | -380 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| 120 | 150 | 0 | -7 | 0 | -7 | 7 | 3,5 | 0 | -250 | 0 | -380 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| 150 | 180 | 0 | -7 | 0 | -7 | 7 | 3,5 | 0 | -250 | 0 | -380 | 4 | 5 | 4 | 5 |
| Außenring | | $\Delta_{Dmp}^{(1)}$ | | $\Delta_{Ds}^{(2)}$ | | V_{Dp} | V_{Dmp} | $\Delta_{Cs}, \Delta_{C1s}$ | | V_{Cs} | K_{ea} | S_D | S_{ea} | | |
| über | bis | ob. | unt. | ob. | unt. | max. | max. | | | max. | max. | max. | max. | | |
| mm | | μm | | μm | | μm | μm | | | μm | μm | μm | μm | | |
| 18 | 30 | 0 | -4 | 0 | -4 | 4 | 2 | Die Werte sind die gleichen wie für den zugehörigen Innenring ($\Delta_{Bs}, \Delta_{B1s}$). | | 1,5 | 2,5 | 1,5 | 2,5 | | |
| 30 | 50 | 0 | -4 | 0 | -4 | 4 | 2 | | | 1,5 | 2,5 | 1,5 | 2,5 | | |
| 50 | 80 | 0 | -4 | 0 | -4 | 4 | 2 | | | 1,5 | 4 | 1,5 | 4 | | |
| 80 | 120 | 0 | -5 | 0 | -5 | 5 | 2,5 | | | 2,5 | 5 | 2,5 | 5 | | |
| 120 | 150 | 0 | -5 | 0 | -5 | 5 | 2,5 | | | 2,5 | 5 | 2,5 | 5 | | |
| 150 | 180 | 0 | -7 | 0 | -7 | 7 | 3,5 | | | 2,5 | 5 | 2,5 | 5 | | |
| 180 | 250 | 0 | -8 | 0 | -8 | 8 | 4 | | | 4 | 7 | 4 | 7 | | |

Toleranzsymbole und Definitionen → **Tabelle 4, Seite 48**

¹⁾ Diese Abweichungen beziehen sich ausschließlich auf Lager der Durchmesserreihen 8 und 9.

²⁾ Diese Abweichungen beziehen sich ausschließlich auf Lager der Durchmesserreihen 0 und 2.

Vorspannung

Ein einzelnes Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe „Super-precision bearings“ lässt sich erst vorspannen, wenn ein zweites Lager die Gegenführung übernimmt. Ausführliche Informationen zur Vorspannung entnehmen Sie den folgenden Abschnitten.

Lager mit voreingestellter Vorspannung

Universallager für den satzweisen Einbau bzw. zusammengepasste Universallagersätze sind in voreingestellten Vorspannungsklassen erhältlich, damit unterschiedliche Anforderungen hinsichtlich Drehzahl, Steifigkeit und Betriebstemperaturen berücksichtigt werden können.

Die Stärke der Vorspannung hängt von der Lagerreihe, dem Berührungswinkel, der inneren Geometrie sowie der Größe des Lagers ab und gilt für Sätze aus zwei Lagern in O- bzw. X-Anordnung. Die Werte für die Vorspannung sind nicht genormt und werden in den folgenden Tabellen angegeben.

- **Tabelle 10 (→ Seite 153)** für Lager der Reihen 718 .. D
- **Tabelle 11 (→ Seite 154)** für Lager der Reihen 719 .. D und 70 .. D
- **Tabelle 12 (→ Seite 156)** für Lager der Reihen 719 .. E und 70 .. E
- **Tabelle 13 (→ Seite 158)** für Lager der Reihen 719 .. B und 70 .. B
- **Tabelle 14 (→ Seite 160)** für Lager der Reihen 72 .. D

Auf Wunsch liefern wir auch zusammengepasste Lager mit Sondervorspannungen. Diese Lager erkennt man am Nachsetzzeichen G mit einer anschließenden Zahl. Die Zahl steht für den Vorspannungswert des Satzes in daN. Sondervorspannungen gibt es nicht für Sätze aus drei oder mehr Universallagern für den satzweisen Einbau. Zusammengepasste Sätze aus drei oder mehr Lagern haben eine höhere Vorspannung als Sätze aus zwei Lagern. Die Vorspannung eines Lagersatzes wird durch Multiplikation des in **Tabelle 15 (→ Seite 161)** angegebenen Werts für Einzellager mit folgendem Faktor berechnet:

Reihen 719 .. D, 70 .. D und 72 .. D

Lager der Reihe 719 .. D, 70 .. D und 72 .. D werden mit vier verschiedenen Vorspannungsklassen hergestellt:

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

Reihen 718 .. D, 719 .. E und 70 .. E

Lager der Reihe 718 .. D, 719 .. E und 70 .. E werden mit drei verschiedenen Vorspannungsklassen hergestellt:

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

Diese Vorspannungsklassen gelten für:

- einzelne Universallager für den satzweisen Einbau
- Sätze aus zusammengepassten Universallagern
- zusammengepasste Lagersätze

Für Anwendungsfälle, in denen hohe Betriebsdrehzahlen Vorrang vor hoher Steifigkeit haben, kommen zusätzlich folgende Vorspannungsklassen infrage:

- Klasse L, reduzierte leichte Vorspannung für asymmetrische Lagersätze
- Klasse M, reduzierte mittlere Vorspannung für asymmetrische Lagersätze
- Klasse F, reduzierte starke Vorspannung für asymmetrische Lagersätze

Wie erwähnt sind diese Vorspannungsklassen nur für asymmetrische, zusammengepasste Lagersätze verfügbar, z. B. für die Anordnungen TBT, TFT, QBT und QFT. Lagersätze der Vorspannungsklassen L, M und F mit drei oder vier Lagern besitzen dieselbe Vorspannung wie Sätze mit zwei Lagern der Vorspannungsklassen A, B oder C. Daher lassen sich die Vorspannungswerte für asymmetrische, zusammengesetzte Lagersätze, wie die der Anordnungen TBT, TFT, QBT und QFT direkt aus den Produkttabellen ablesen.

Tabelle 16 (→ Seite 161) enthält ein Beispiel für die Vorspannungsoptionen einer Anordnung

Schrägkugellager

mit einem zusammengepassten Lagersatz aus 7014 CE-Lagern.

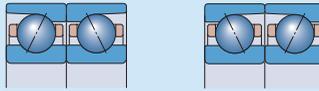
719 .. B und 70 .. B

Lager der Reihe 719 .. B und 70 .. B werden mit drei verschiedenen Vorspannungsklassen hergestellt:

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

Tabelle 10

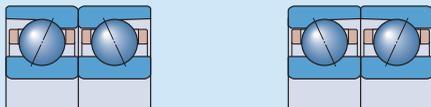
Axiale Vorspannung von Einzel-Universallagern für den paarweisen Einbau und für zusammengepasste Lagersätze, vor dem Einbau, in 0- oder X-Anordnung – Reihen 718 .. D



| Bohrung d | Größe | Axiale Vorspannung von Lagern der Reihen ¹⁾ | | | | | |
|--------------|-------|--|-----|-------|---|-------|-------|
| | | 718 CD, 718 CD/HC für Vorspannungsklasse | | | 718 ACD, 718 ACD/HC für Vorspannungsklasse | | |
| | | A | B | C | A | B | C |
| mm | – | N | | | | | |
| 10 | 00 | 10 | 30 | 60 | 16 | 48 | 100 |
| 12 | 01 | 11 | 33 | 66 | 17 | 53 | 105 |
| 15 | 02 | 12 | 36 | 72 | 19 | 58 | 115 |
| 17 | 03 | 12 | 37 | 75 | 20 | 60 | 120 |
| 20 | 04 | 20 | 60 | 120 | 32 | 100 | 200 |
| 25 | 05 | 22 | 66 | 132 | 35 | 105 | 210 |
| 30 | 06 | 23 | 70 | 140 | 37 | 110 | 220 |
| 35 | 07 | 25 | 75 | 150 | 39 | 115 | 230 |
| 40 | 08 | 26 | 78 | 155 | 40 | 120 | 240 |
| 45 | 09 | 27 | 80 | 160 | 41 | 125 | 250 |
| 50 | 10 | 40 | 120 | 240 | 60 | 180 | 360 |
| 55 | 11 | 55 | 165 | 330 | 87 | 260 | 520 |
| 60 | 12 | 70 | 210 | 420 | 114 | 340 | 680 |
| 65 | 13 | 71 | 215 | 430 | 115 | 345 | 690 |
| 70 | 14 | 73 | 220 | 440 | 117 | 350 | 700 |
| 75 | 15 | 76 | 225 | 450 | 120 | 360 | 720 |
| 80 | 16 | 78 | 235 | 470 | 123 | 370 | 740 |
| 85 | 17 | 115 | 345 | 690 | 183 | 550 | 1100 |
| 90 | 18 | 116 | 350 | 700 | 184 | 555 | 1110 |
| 95 | 19 | 117 | 355 | 710 | 186 | 560 | 1120 |
| 100 | 20 | 120 | 360 | 720 | 190 | 570 | 1140 |
| 105 | 21 | 130 | 390 | 780 | 200 | 600 | 1200 |
| 110 | 22 | 160 | 500 | 1 000 | 260 | 800 | 1 600 |
| 120 | 24 | 180 | 550 | 1 100 | 280 | 850 | 1 700 |
| 130 | 26 | 210 | 620 | 1 230 | 325 | 980 | 1 960 |
| 140 | 28 | 240 | 720 | 1 440 | 380 | 1 140 | 2 280 |
| 150 | 30 | 270 | 820 | 1 630 | 430 | 1 300 | 2 590 |
| 160 | 32 | 280 | 850 | 1 700 | 450 | 1 350 | 2 690 |

¹⁾ Das Nachsetzzeichen HC steht für ein Hybridlager. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Hybridlager*, Seite 133.

Axiale Vorspannung von Einzel-Universallagern für den paarweisen Einbau und für zusammengepasste Lagersätze, vor dem Einbau, in 0- oder X-Anordnung – Reihen 719 .. D

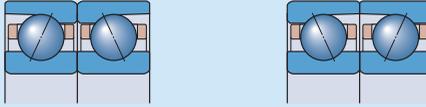


| Lager- bohrung | Größe | Axiale Vorspannung von Lagern der Reihen ¹⁾ | | | | | | | |
|-------------------|-------|--|-------|-------|--------|---|-------|-------|--------|
| | | 719 CD, 719 CD/HC für Vorspannungsklasse | | | | 719 ACD, 719 ACD/HC für Vorspannungsklasse | | | |
| d | | A | B | C | D | A | B | C | D |
| mm | – | N | | | | | | | |
| 10 | 00 | 10 | 20 | 40 | 80 | 15 | 30 | 60 | 120 |
| 12 | 01 | 10 | 20 | 40 | 80 | 15 | 30 | 60 | 120 |
| 15 | 02 | 15 | 30 | 60 | 120 | 25 | 50 | 100 | 200 |
| 17 | 03 | 15 | 30 | 60 | 120 | 25 | 50 | 100 | 200 |
| 20 | 04 | 25 | 50 | 100 | 200 | 35 | 70 | 140 | 280 |
| 25 | 05 | 25 | 50 | 100 | 200 | 40 | 80 | 160 | 320 |
| 30 | 06 | 25 | 50 | 100 | 200 | 40 | 80 | 160 | 320 |
| 35 | 07 | 35 | 70 | 140 | 280 | 60 | 120 | 240 | 480 |
| 40 | 08 | 45 | 90 | 180 | 360 | 70 | 140 | 280 | 560 |
| 45 | 09 | 50 | 100 | 200 | 400 | 80 | 160 | 320 | 640 |
| 50 | 10 | 50 | 100 | 200 | 400 | 80 | 160 | 320 | 640 |
| 55 | 11 | 70 | 140 | 280 | 560 | 120 | 240 | 480 | 960 |
| 60 | 12 | 70 | 140 | 280 | 560 | 120 | 240 | 480 | 960 |
| 65 | 13 | 80 | 160 | 320 | 640 | 120 | 240 | 480 | 960 |
| 70 | 14 | 130 | 260 | 520 | 1 040 | 200 | 400 | 800 | 1 600 |
| 75 | 15 | 130 | 260 | 520 | 1 040 | 210 | 420 | 840 | 1 680 |
| 80 | 16 | 140 | 280 | 560 | 1 120 | 220 | 440 | 880 | 1 760 |
| 85 | 17 | 170 | 340 | 680 | 1 360 | 270 | 540 | 1 080 | 2 160 |
| 90 | 18 | 180 | 360 | 720 | 1 440 | 280 | 560 | 1 120 | 2 240 |
| 95 | 19 | 190 | 380 | 760 | 1 520 | 290 | 580 | 1 160 | 2 320 |
| 100 | 20 | 230 | 460 | 920 | 1 840 | 360 | 720 | 1 440 | 2 880 |
| 105 | 21 | 230 | 460 | 920 | 1 840 | 360 | 720 | 1 440 | 2 880 |
| 110 | 22 | 230 | 460 | 920 | 1 840 | 370 | 740 | 1 480 | 2 960 |
| 120 | 24 | 290 | 580 | 1 160 | 2 320 | 450 | 900 | 1 800 | 3 600 |
| 130 | 26 | 350 | 700 | 1 400 | 2 800 | 540 | 1 080 | 2 160 | 4 320 |
| 140 | 28 | 360 | 720 | 1 440 | 2 880 | 560 | 1 120 | 2 240 | 4 480 |
| 150 | 30 | 470 | 940 | 1 880 | 3 760 | 740 | 1 480 | 2 960 | 5 920 |
| 160 | 32 | 490 | 980 | 1 960 | 3 920 | 800 | 1 600 | 3 200 | 6 400 |
| 170 | 34 | 500 | 1 000 | 2 000 | 4 000 | 800 | 1 600 | 3 200 | 6 400 |
| 180 | 36 | 630 | 1 260 | 2 520 | 5 040 | 1 000 | 2 000 | 4 000 | 8 000 |
| 190 | 38 | 640 | 1 280 | 2 560 | 5 120 | 1 000 | 2 000 | 4 000 | 8 000 |
| 200 | 40 | 800 | 1 600 | 3 200 | 6 400 | 1 250 | 2 500 | 5 000 | 10 000 |
| 220 | 44 | 850 | 1 700 | 3 400 | 6 800 | 1 300 | 2 600 | 5 200 | 10 400 |
| 240 | 48 | 860 | 1 720 | 3 440 | 6 880 | 1 350 | 2 700 | 5 400 | 10 800 |
| 260 | 52 | 1 050 | 2 100 | 4 200 | 8 400 | 1 650 | 3 300 | 6 600 | 13 200 |
| 280 | 56 | 1 090 | 2 180 | 4 360 | 8 720 | 1 700 | 3 400 | 6 800 | 13 600 |
| 300 | 60 | 1 400 | 2 800 | 5 600 | 11 200 | 2 200 | 4 400 | 8 800 | 17 600 |
| 320 | 64 | 1 400 | 2 800 | 5 600 | 11 200 | 2 200 | 4 400 | 8 800 | 17 600 |
| 340 | 68 | 1 460 | 2 920 | 5 840 | 11 680 | 2 300 | 4 600 | 9 200 | 18 400 |
| 360 | 72 | 1 460 | 2 920 | 5 840 | 11 680 | 2 300 | 4 600 | 9 200 | 18 400 |

¹⁾ Das Nachsetzzeichen HC steht für ein Hybridlager. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Hybridlager*, Seite 133.

Tabelle 11b

Axiale Vorspannung von Einzel-Universallagern für den paarweisen Einbau und für zusammengepasste Lagersätze, vor dem Einbau, in 0- oder X-Anordnung – Reihen 70 .. D



| Bohrung d | Größe | Axiale Vorspannung von Lagern der Reihen ¹⁾ | | | | | | | |
|--------------|-------|--|-------|-------|--------|---|-------|-------|--------|
| | | 70 CD, 70 CD/HC für Vorspannungsklasse | | | | 70 ACD, 70 ACD/HC für Vorspannungsklasse | | | |
| | | A | B | C | D | A | B | C | D |
| mm | – | N | | | | | | | |
| 6 | 6 | 7 | 13 | 25 | 50 | 12 | 25 | 50 | 100 |
| 7 | 7 | 9 | 18 | 35 | 70 | 15 | 30 | 60 | 120 |
| 8 | 8 | 11 | 22 | 45 | 90 | 20 | 40 | 80 | 160 |
| 9 | 9 | 12 | 25 | 50 | 100 | 22 | 45 | 90 | 180 |
| 10 | 00 | 15 | 30 | 60 | 120 | 25 | 50 | 100 | 200 |
| 12 | 01 | 15 | 30 | 60 | 120 | 25 | 50 | 100 | 200 |
| 15 | 02 | 20 | 40 | 80 | 160 | 30 | 60 | 120 | 240 |
| 17 | 03 | 25 | 50 | 100 | 200 | 40 | 80 | 160 | 320 |
| 20 | 04 | 35 | 70 | 140 | 280 | 50 | 100 | 200 | 400 |
| 25 | 05 | 35 | 70 | 140 | 280 | 60 | 120 | 240 | 480 |
| 30 | 06 | 50 | 100 | 200 | 400 | 90 | 180 | 360 | 720 |
| 35 | 07 | 60 | 120 | 240 | 480 | 90 | 180 | 360 | 720 |
| 40 | 08 | 60 | 120 | 240 | 480 | 100 | 200 | 400 | 800 |
| 45 | 09 | 110 | 220 | 440 | 880 | 170 | 340 | 680 | 1 360 |
| 50 | 10 | 110 | 220 | 440 | 880 | 180 | 360 | 720 | 1 440 |
| 55 | 11 | 150 | 300 | 600 | 1 200 | 230 | 460 | 920 | 1 840 |
| 60 | 12 | 150 | 300 | 600 | 1 200 | 240 | 480 | 960 | 1 920 |
| 65 | 13 | 160 | 320 | 640 | 1 280 | 240 | 480 | 960 | 1 920 |
| 70 | 14 | 200 | 400 | 800 | 1 600 | 300 | 600 | 1 200 | 2 400 |
| 75 | 15 | 200 | 400 | 800 | 1 600 | 310 | 620 | 1 240 | 2 480 |
| 80 | 16 | 240 | 480 | 960 | 1 920 | 390 | 780 | 1 560 | 3 120 |
| 85 | 17 | 250 | 500 | 1 000 | 2 000 | 400 | 800 | 1 600 | 3 200 |
| 90 | 18 | 300 | 600 | 1 200 | 2 400 | 460 | 920 | 1 840 | 3 680 |
| 95 | 19 | 310 | 620 | 1 240 | 2 480 | 480 | 960 | 1 920 | 3 840 |
| 100 | 20 | 310 | 620 | 1 240 | 2 480 | 500 | 1 000 | 2 000 | 4 000 |
| 105 | 21 | 360 | 720 | 1 440 | 2 880 | 560 | 1 120 | 2 240 | 4 480 |
| 110 | 22 | 420 | 840 | 1 680 | 3 360 | 650 | 1 300 | 2 600 | 5 200 |
| 120 | 24 | 430 | 860 | 1 720 | 3 440 | 690 | 1 380 | 2 760 | 5 520 |
| 130 | 26 | 560 | 1 120 | 2 240 | 4 480 | 900 | 1 800 | 3 600 | 7 200 |
| 140 | 28 | 570 | 1 140 | 2 280 | 4 560 | 900 | 1 800 | 3 600 | 7 200 |
| 150 | 30 | 650 | 1 300 | 2 600 | 5 200 | 1 000 | 2 000 | 4 000 | 8 000 |
| 160 | 32 | 730 | 1 460 | 2 920 | 5 840 | 1 150 | 2 300 | 4 600 | 9 200 |
| 170 | 34 | 800 | 1 600 | 3 200 | 6 400 | 1 250 | 2 500 | 5 000 | 10 000 |
| 180 | 36 | 900 | 1 800 | 3 600 | 7 200 | 1 450 | 2 900 | 5 800 | 11 600 |
| 190 | 38 | 950 | 1 900 | 3 800 | 7 600 | 1 450 | 2 900 | 5 800 | 11 600 |
| 200 | 40 | 1 100 | 2 200 | 4 400 | 8 800 | 1 750 | 3 500 | 7 000 | 14 000 |
| 220 | 44 | 1 250 | 2 500 | 5 000 | 10 000 | 2 000 | 4 000 | 8 000 | 16 000 |
| 240 | 48 | 1 300 | 2 600 | 5 200 | 10 400 | 2 050 | 4 100 | 8 200 | 16 400 |
| 260 | 52 | 1 550 | 3 100 | 6 200 | 12 400 | 2 480 | 4 960 | 9 920 | 19 840 |

¹⁾ Das Nachsetzzeichen HC steht für ein Hybridlager. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Hybridlager*, Seite 133.

Axiale Vorspannung von Einzel-Universallagern für den paarweisen Einbau und für zusammengepasste Lagersätze, vor dem Einbau, in O- oder X-Anordnung – Reihen 719 .. E

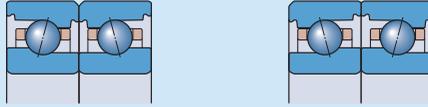


| Bohrung d | Größe | Axiale Vorspannung von Lagern der Reihen ¹⁾ | | | | | |
|--------------|-------|--|-----|-------|---|-------|-------|
| | | 719 CE, 719 CE/HC für Vorspannungsklasse | | | 719 ACE, 719 ACE/HC für Vorspannungsklasse | | |
| | | A | B | C | A | B | C |
| mm | – | N | | | | | |
| 8 | 8 | 9 | 27 | 55 | 15 | 46 | 91 |
| 9 | 09 | 11 | 32 | 64 | 17 | 50 | 100 |
| 10 | 00 | 11 | 32 | 65 | 17 | 50 | 100 |
| 12 | 01 | 11 | 34 | 68 | 18 | 55 | 110 |
| 15 | 02 | 17 | 51 | 102 | 28 | 84 | 170 |
| 17 | 03 | 18 | 54 | 108 | 29 | 87 | 175 |
| 20 | 04 | 26 | 79 | 157 | 42 | 130 | 250 |
| 25 | 05 | 28 | 85 | 170 | 45 | 140 | 270 |
| 30 | 06 | 30 | 90 | 180 | 48 | 145 | 290 |
| 35 | 07 | 41 | 125 | 250 | 66 | 200 | 400 |
| 40 | 08 | 52 | 157 | 315 | 84 | 250 | 505 |
| 45 | 09 | 55 | 166 | 331 | 88 | 265 | 529 |
| 50 | 10 | 69 | 210 | 410 | 110 | 330 | 660 |
| 55 | 11 | 83 | 250 | 500 | 133 | 400 | 800 |
| 60 | 12 | 87 | 262 | 523 | 139 | 418 | 836 |
| 65 | 13 | 89 | 266 | 532 | 142 | 425 | 850 |
| 70 | 14 | 120 | 360 | 710 | 190 | 570 | 1 130 |
| 75 | 15 | 120 | 361 | 722 | 192 | 577 | 1 150 |
| 80 | 16 | 123 | 370 | 740 | 195 | 590 | 1 170 |
| 85 | 17 | 160 | 479 | 957 | 255 | 765 | 1 529 |
| 90 | 18 | 163 | 488 | 977 | 260 | 780 | 1 560 |
| 95 | 19 | 166 | 500 | 995 | 265 | 795 | 1 590 |
| 100 | 20 | 208 | 624 | 1 250 | 332 | 996 | 1 990 |
| 110 | 22 | 220 | 650 | 1 300 | 340 | 1 030 | 2 070 |
| 120 | 24 | 250 | 760 | 1 530 | 410 | 1 220 | 2 440 |

¹⁾ Das Nachsetzzeichen HC steht für ein Hybridlager. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Hybridlager*, Seite 133.

Tabelle 12b

Axiale Vorspannung von Einzel-Universallagern für den paarweisen Einbau und für zusammengepasste Lagersätze, vor dem Einbau, in 0- oder X-Anordnung – Reihen 70 .. E



| Bohrung d | Größe | Axiale Vorspannung von Lagern der Reihen ¹⁾ | | | | | |
|--------------|-------|--|-----|-------|---|-------|-------|
| | | 70 CE, 70 CE/HC für Vorspannungsklasse | | | 70 ACE, 70 ACE/HC für Vorspannungsklasse | | |
| | | A | B | C | A | B | C |
| mm | – | N | | | | | |
| 6 | 6 | 10 | 25 | 50 | 14 | 41 | 82 |
| 7 | 7 | 10 | 30 | 60 | 17 | 50 | 100 |
| 8 | 8 | 15 | 35 | 75 | 20 | 60 | 120 |
| 9 | 09 | 15 | 40 | 80 | 23 | 65 | 130 |
| 10 | 00 | 15 | 48 | 95 | 26 | 80 | 160 |
| 12 | 01 | 17 | 53 | 110 | 28 | 85 | 170 |
| 15 | 02 | 25 | 70 | 140 | 38 | 115 | 230 |
| 17 | 03 | 30 | 90 | 185 | 50 | 150 | 300 |
| 20 | 04 | 40 | 120 | 235 | 64 | 193 | 390 |
| 25 | 05 | 45 | 130 | 260 | 70 | 210 | 430 |
| 30 | 06 | 50 | 150 | 300 | 80 | 240 | 480 |
| 35 | 07 | 60 | 180 | 370 | 100 | 300 | 590 |
| 40 | 08 | 65 | 200 | 390 | 105 | 310 | 630 |
| 45 | 09 | 70 | 210 | 410 | 110 | 330 | 660 |
| 50 | 10 | 85 | 250 | 500 | 130 | 400 | 800 |
| 55 | 11 | 90 | 270 | 540 | 140 | 430 | 860 |
| 60 | 12 | 92 | 275 | 550 | 150 | 440 | 870 |
| 65 | 13 | 110 | 330 | 650 | 170 | 520 | 1 040 |
| 70 | 14 | 130 | 380 | 760 | 200 | 610 | 1 220 |
| 75 | 15 | 140 | 420 | 840 | 220 | 670 | 1 340 |
| 80 | 16 | 180 | 550 | 1 090 | 280 | 850 | 1 700 |
| 85 | 17 | 185 | 560 | 1 110 | 290 | 890 | 1 780 |
| 90 | 18 | 190 | 580 | 1 150 | 300 | 920 | 1 840 |
| 95 | 19 | 230 | 700 | 1 400 | 380 | 1 130 | 2 270 |
| 100 | 20 | 240 | 720 | 1 440 | 390 | 1 150 | 2 310 |
| 110 | 22 | 250 | 760 | 1 520 | 400 | 1 210 | 2 420 |
| 120 | 24 | 310 | 930 | 1 850 | 490 | 1 480 | 2 950 |

¹⁾ Das Nachsetzzeichen HC steht für ein Hybridlager. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Hybridlager*, Seite 133.

Axiale Vorspannung von Einzel-Universallagern für den paarweisen Einbau und für zusammengepasste Lagersätze, vor dem Einbau, in 0- oder X-Anordnung – Reihen 719 .. B



| Bohrung d | Größe | Axiale Vorspannung von Lagern der Reihen ¹⁾ | | | | | |
|--------------|-------|--|-----|-----|---|-----|-----|
| | | 719 CB, 719 CB/HC für Vorspannungsklasse | | | 719 ACB, 719 ACB/HC für Vorspannungsklasse | | |
| | | A | B | C | A | B | C |
| mm | – | N | | | | | |
| 30 | 06 | 16 | 32 | 96 | 27 | 54 | 160 |
| 35 | 07 | 17 | 34 | 100 | 29 | 58 | 175 |
| 40 | 08 | 18 | 36 | 110 | 31 | 62 | 185 |
| 45 | 09 | 24 | 48 | 145 | 41 | 82 | 245 |
| 50 | 10 | 26 | 52 | 155 | 43 | 86 | 260 |
| 55 | 11 | 33 | 66 | 200 | 55 | 110 | 330 |
| 60 | 12 | 34 | 68 | 205 | 57 | 115 | 340 |
| 65 | 13 | 35 | 70 | 210 | 60 | 120 | 360 |
| 70 | 14 | 45 | 90 | 270 | 75 | 150 | 450 |
| 75 | 15 | 46 | 92 | 275 | 80 | 160 | 480 |
| 80 | 16 | 52 | 105 | 310 | 87 | 175 | 520 |
| 85 | 17 | 54 | 110 | 325 | 93 | 185 | 560 |
| 90 | 18 | 59 | 120 | 355 | 100 | 200 | 600 |
| 95 | 19 | 60 | 120 | 360 | 105 | 210 | 630 |
| 100 | 20 | 72 | 145 | 430 | 125 | 250 | 750 |
| 110 | 22 | 86 | 170 | 515 | 145 | 290 | 870 |
| 120 | 24 | 90 | 180 | 540 | 155 | 310 | 930 |

¹⁾ Das Nachsetzzeichen HC steht für ein Hybridlager. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Hybridlager*, Seite 133.

Tabelle 13b

Axiale Vorspannung von Einzel-Universallagern für den paarweisen Einbau und für zusammengepasste Lagersätze, vor dem Einbau, in 0- oder X-Anordnung – Reihen 70 .. B



| Bohrung d | Größe | Axiale Vorspannung von Lagern der Reihen ¹⁾ 70 CB, 70 CB /HC für Vorspannungsklasse | | | 70 ACB, 70 ACB/HC für Vorspannungsklasse | | |
|--------------|-------|--|-----|-----|---|-----|-------|
| | | A | B | C | A | B | C |
| mm | – | N | | | | | |
| 30 | 06 | 21 | 42 | 125 | 36 | 72 | 215 |
| 35 | 07 | 23 | 46 | 140 | 38 | 76 | 230 |
| 40 | 08 | 24 | 48 | 145 | 41 | 82 | 245 |
| 45 | 09 | 31 | 62 | 185 | 54 | 110 | 330 |
| 50 | 10 | 33 | 66 | 200 | 56 | 110 | 330 |
| 55 | 11 | 46 | 92 | 275 | 78 | 155 | 470 |
| 60 | 12 | 48 | 96 | 290 | 80 | 160 | 480 |
| 65 | 13 | 49 | 98 | 295 | 85 | 170 | 510 |
| 70 | 14 | 64 | 130 | 390 | 110 | 220 | 660 |
| 75 | 15 | 65 | 130 | 390 | 115 | 230 | 690 |
| 80 | 16 | 78 | 155 | 470 | 150 | 300 | 900 |
| 85 | 17 | 80 | 160 | 480 | 150 | 300 | 900 |
| 90 | 18 | 92 | 185 | 550 | 160 | 320 | 960 |
| 95 | 19 | 94 | 190 | 570 | 165 | 330 | 990 |
| 100 | 20 | 96 | 190 | 570 | 165 | 330 | 990 |
| 110 | 22 | 125 | 250 | 750 | 210 | 420 | 1 260 |
| 120 | 24 | 130 | 260 | 780 | 220 | 440 | 1 320 |

¹⁾ Das Nachsetzzeichen HC steht für ein Hybridlager. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Hybridlager*, Seite 133.

Axiale Vorspannung von Einzel-Universallagern für den paarweisen Einbau und für zusammengepasste Lagersätze, vor dem Einbau, in 0- oder X-Anordnung – Reihen 72 .. D



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

¹⁾ Das Nachsetzzeichen HC steht für ein Hybridlager. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Hybridlager*, Seite 133.

Tabelle 15

Beiwerte zur Berechnung der Vorspannung in einem Lagersatz

| Anzahl der Lager | Anordnung | Nachsetzzeichen | Faktor für Vorspannungsklasse | |
|------------------|---------------------------|-----------------|-------------------------------|------------|
| | | | A, B, C und D | L, M und F |
| 3 | Tandem-O-Tandem-Anordnung | TBT | 1,35 | 1 |
| | Tandem-X-Tandem-Anordnung | TFT | 1,35 | 1 |
| 4 | Tandem-O-Tandem-Anordnung | QBT | 1,6 | 1 |
| | Tandem-X-Tandem-Anordnung | QFT | 1,6 | 1 |
| | Tandem-O-Anordnung | QBC | 2 | 2 |
| | Tandem-X-Anordnung | QFC | 2 | 2 |
| 5 | Tandem-O-Tandem-Anordnung | PBT | 1,75 | 1 |
| | Tandem-X-Tandem-Anordnung | PFT | 1,75 | 1 |
| | Tandem-O-Anordnung | PBC | 2,45 | 2 |
| | Tandem-X-Anordnung | PFC | 2,45 | 2 |

2

Tabelle 16

Ausgewählte Möglichkeiten für eine (leichte) Vorspannung in einem zusammengepassten Satz von Lagern des Typs 7014 CE

| Anzahl der Lager | Anordnung | Vorspannung im zusammengepassten Satz, vor dem Einbau | | | |
|------------------|---------------------------|---|-------------|-------------------|-------------|
| | | maximale Steifigkeit | | maximale Drehzahl | |
| | | Nachsetzzeichen | Vorspannung | Nachsetzzeichen | Vorspannung |
| – | – | – | N | – | N |
| 2 | O-Anordnung | DBA | 130 | – | – |
| | X-Anordnung | DFA | 130 | – | – |
| 3 | Tandem-O-Tandem-Anordnung | TBTA | 175,5 | TBTL | 130 |
| | Tandem-X-Tandem-Anordnung | TFTA | 175,5 | TFTL | 130 |
| 4 | Tandem-O-Anordnung | QBCA | 260 | – | – |
| | Tandem-X-Anordnung | QFCA | 260 | – | – |
| | Tandem-O-Tandem-Anordnung | QBTA | 208 | QBTL | 130 |
| | Tandem-X-Tandem-Anordnung | QFTA | 208 | QFTL | 130 |

Für symmetrische Anordnungen gilt: Vorspannungsklasse A = Vorspannungsklasse L, d.h. es gibt kein Nachsetzzeichen DBL. Nähere Angaben über Lagersätze mit fünf Lagern erhalten Sie vom Technischen SKF Beratungsservice.

Vorspannung in eingebauten Lagersätzen

Die Vorspannung von Universallagern für den satzweisen Einbau und von zusammengepass-ten Lagersätzen kann nach dem Einbau höher sein als die voreingestellte Vorspannung, die bei der Herstellung festgelegt wird. Das Maß der Vorspannungserhöhung hängt in erster Linie von den tatsächlichen Toleranzen für Wellen- und Gehäuse-sitze ab, und davon, ob diese in einer festen Passung mit den Lagerringen resultieren.

Eine Erhöhung der Vorspannung kann u. a. durch geometrische Abweichungen zwischen den Anschulsteilen bedingt werden, z. B. Zylind-rität, Rechtwinkligkeit oder Rundlauf der Lagersitze.

Im Betrieb kann eine zusätzlich erhöhte Vor-spannung auch auf folgende Ursachen zurückgehen:

- bei Anordnungen mit konstanter Position die durch die Wellendrehzahl bedingte Fliehkraft
- Temperaturunterschiede zwischen Innenring, Außenring und Kugeln
- unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizi-enten von Welle und Gehäuse im Vergleich zu Lagerstahl

Bei Lagereinbau auf einer Stahlwelle ohne Pas-sungskräfte und in einem dickwandigen Stahl-oder Graugussgehäuse lässt sich die Vorspan-nung mit ausreichender Genauigkeit wie folgt bestimmen

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

Hierin sind

G_m = Vorspannung im eingebauten Lagersatz [N]

$G_{A,B,C,D}$ = vordefinierte Vorspannung im Lagersatz vor dem Einbau [N] (→ **Tabelle 10 bis 14, Seite 153 bis 160**)

f = Lagerbeiwert, abhängig von Lagerreihe und Größe (→ **Tabelle 17**)

f_1 = Korrekturfaktor, abhängig vom Berührungswinkel (→ **Tabelle 18, Seite 164**)

f_2 = Korrekturfaktor, abhängig von der Vorspannungsklasse (→ **Tabelle 18**)

f_{HC} = Korrekturfaktor für Hybridlager (→ **Tabelle 18**)

Bei sehr schnell umlaufenden Spindeln, bei denen Fliehkräfte den Innenring von seinem Wellensitz lösen können, ist eventuell eine erheblich festere Passung erforderlich. Die Vor-spannung für diese Lageranordnungen muss sorgfältig bestimmt werden. In solchen Fällen empfiehlt es sich jedoch, den Technischen SKF Beratungsservice einzuschalten.

Berechnungsbeispiel

Welche Vorspannung bildet sich in einem zusammengepassten Lagersatz 71924 CD/P4ADBC nach dem Einbau?

Die vordefinierte Vorspannung für einen Satz aus zwei Lagern der Reihe 719 CD beträgt vor dem Einbau bei der Vorspannungsklasse C und Größe 24 $G_C = 1\ 160\ \text{N}$ (→ **Tabelle 11, Seite 154**).

Bei dem Lagerbeiwert $f = 1,26$ (→ **Tabelle 17**) und den Korrekturfaktoren $f_1 = 1$ und $f_2 = 1,09$ (→ **Tabelle 18, Seite 164**) liegt die Vorspannung des eingebauten Lagersatzes bei

$$\begin{aligned} G_m &= f f_1 f_2 G_C \\ &= 1,26 \times 1 \times 1,09 \times 1\ 160 \\ &\approx 1\ 590\ \text{N} \end{aligned}$$

Tabelle 17

Lagerfaktor f zur Berechnung der Vorspannung in eingebauten Lagersätzen



| Bohrung d | Größe | Lagerfaktor von Lagern der Reihen | | | | 70 .. D | 70 .. E | 70 .. B | 72 .. D |
|--------------|-------|-----------------------------------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|
| | | 718 .. D | 719 .. D | 719 .. E | 719 .. B | | | | |
| mm | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 6 | 6 | - | - | - | - | 1,01 | 1,02 | - | - |
| 7 | 7 | - | - | - | - | 1,02 | 1,02 | - | 1,02 |
| 8 | 8 | - | - | 1,02 | - | 1,02 | 1,02 | - | 1,02 |
| 9 | 9 | - | - | 1,03 | - | 1,03 | 1,02 | - | 1,02 |
| 10 | 00 | 1,05 | 1,03 | 1,03 | - | 1,03 | 1,03 | - | 1,02 |
| 12 | 01 | 1,06 | 1,04 | 1,04 | - | 1,03 | 1,02 | - | 1,02 |
| 15 | 02 | 1,08 | 1,05 | 1,04 | - | 1,03 | 1,03 | - | 1,03 |
| 17 | 03 | 1,1 | 1,05 | 1,05 | - | 1,04 | 1,04 | - | 1,03 |
| 20 | 04 | 1,08 | 1,05 | 1,04 | - | 1,03 | 1,04 | - | 1,03 |
| 25 | 05 | 1,11 | 1,07 | 1,06 | - | 1,05 | 1,05 | - | 1,03 |
| 30 | 06 | 1,14 | 1,08 | 1,08 | 1,07 | 1,06 | 1,05 | 1,03 | 1,05 |
| 35 | 07 | 1,18 | 1,1 | 1,05 | 1,06 | 1,06 | 1,06 | 1,04 | 1,05 |
| 40 | 08 | 1,23 | 1,09 | 1,05 | 1,06 | 1,06 | 1,06 | 1,04 | 1,05 |
| 45 | 09 | 1,24 | 1,11 | 1,09 | 1,08 | 1,09 | 1,06 | 1,05 | 1,07 |
| 50 | 10 | 1,3 | 1,13 | 1,15 | 1,09 | 1,11 | 1,08 | 1,06 | 1,08 |
| 55 | 11 | 1,27 | 1,15 | 1,16 | 1,09 | 1,1 | 1,07 | 1,06 | 1,08 |
| 60 | 12 | 1,3 | 1,17 | 1,13 | 1,11 | 1,12 | 1,08 | 1,06 | 1,07 |
| 65 | 13 | 1,28 | 1,2 | 1,19 | 1,13 | 1,13 | 1,09 | 1,07 | 1,07 |
| 70 | 14 | 1,32 | 1,19 | 1,14 | 1,1 | 1,12 | 1,09 | 1,07 | 1,08 |
| 75 | 15 | 1,36 | 1,21 | 1,16 | 1,11 | 1,14 | 1,1 | 1,08 | 1,08 |
| 80 | 16 | 1,41 | 1,24 | 1,19 | 1,13 | 1,13 | 1,1 | 1,07 | 1,09 |
| 85 | 17 | 1,31 | 1,2 | 1,16 | 1,11 | 1,15 | 1,11 | 1,08 | 1,08 |
| 90 | 18 | 1,33 | 1,23 | 1,19 | 1,12 | 1,14 | 1,1 | 1,07 | 1,09 |
| 95 | 19 | 1,36 | 1,26 | 1,18 | 1,13 | 1,15 | 1,11 | 1,07 | 1,09 |
| 100 | 20 | 1,4 | 1,23 | 1,18 | 1,11 | 1,16 | 1,12 | 1,08 | 1,09 |
| 105 | 21 | 1,44 | 1,25 | - | - | 1,15 | - | - | 1,08 |
| 110 | 22 | 1,34 | 1,26 | 1,2 | 1,14 | 1,14 | 1,1 | 1,07 | 1,08 |
| 120 | 24 | 1,41 | 1,26 | 1,18 | 1,13 | 1,17 | 1,12 | 1,08 | 1,08 |
| 130 | 26 | 1,34 | 1,25 | - | - | 1,15 | - | - | 1,09 |
| 140 | 28 | 1,43 | 1,29 | - | - | 1,16 | - | - | 1,09 |
| 150 | 30 | 1,37 | 1,24 | - | - | 1,16 | - | - | - |
| 160 | 32 | 1,42 | 1,27 | - | - | 1,16 | - | - | - |
| 170 | 34 | - | 1,3 | - | - | 1,14 | - | - | - |
| 180 | 36 | - | 1,25 | - | - | 1,13 | - | - | - |
| 190 | 38 | - | 1,27 | - | - | 1,14 | - | - | - |
| 200 | 40 | - | 1,23 | - | - | 1,14 | - | - | - |
| 220 | 44 | - | 1,28 | - | - | 1,13 | - | - | - |
| 240 | 48 | - | 1,32 | - | - | 1,15 | - | - | - |
| 260 | 52 | - | 1,24 | - | - | 1,13 | - | - | - |
| 280 | 56 | - | 1,27 | - | - | - | - | - | - |
| 300 | 60 | - | 1,22 | - | - | - | - | - | - |
| 320 | 64 | - | 1,24 | - | - | - | - | - | - |
| 340 | 68 | - | 1,27 | - | - | - | - | - | - |
| 360 | 72 | - | 1,29 | - | - | - | - | - | - |

Korrekturfaktoren zur Berechnung der Vorspannung in eingebauten Lagersätzen

| Lagerreihe | Korrekturbeiwerte | | | | | f_{HC} |
|------------|-------------------|---------------------------------|------|------|------|----------|
| | f_1 | f_2 für Vorspannungsklasse | A | B | C | |
| 718 CD | 1 | 1 | 1,09 | 1,16 | – | 1 |
| 718 ACD | 0,97 | 1 | 1,08 | 1,15 | – | 1 |
| 718 CD/HC | 1 | 1 | 1,1 | 1,18 | – | 1,02 |
| 718 ACD/HC | 0,97 | 1 | 1,09 | 1,17 | – | 1,02 |
| 719 CD | 1 | 1 | 1,04 | 1,09 | 1,15 | 1 |
| 719 ACD | 0,98 | 1 | 1,04 | 1,08 | 1,14 | 1 |
| 719 CD/HC | 1 | 1 | 1,07 | 1,12 | 1,18 | 1,04 |
| 719 ACD/HC | 0,98 | 1 | 1,07 | 1,12 | 1,17 | 1,04 |
| 719 CE | 1 | 1 | 1,04 | 1,08 | – | 1 |
| 719 ACE | 0,99 | 1 | 1,04 | 1,07 | – | 1 |
| 719 CE/HC | 1 | 1 | 1,05 | 1,09 | – | 1,01 |
| 719 ACE/HC | 0,98 | 1 | 1,04 | 1,08 | – | 1,01 |
| 719 CB | 1 | 1 | 1,02 | 1,07 | – | 1 |
| 719 ACB | 0,99 | 1 | 1,02 | 1,07 | – | 1 |
| 719 CB/HC | 1 | 1 | 1,03 | 1,08 | – | 1,01 |
| 719 ACB/HC | 0,99 | 1 | 1,02 | 1,08 | – | 1,01 |
| 70 CD | 1 | 1 | 1,02 | 1,05 | 1,09 | 1 |
| 70 ACD | 0,99 | 1 | 1,02 | 1,05 | 1,08 | 1 |
| 70 CD/HC | 1 | 1 | 1,02 | 1,05 | 1,09 | 1,02 |
| 70 ACD/HC | 0,99 | 1 | 1,02 | 1,05 | 1,08 | 1,02 |
| 70 CE | 1 | 1 | 1,03 | 1,05 | – | 1 |
| 70 ACE | 0,99 | 1 | 1,03 | 1,06 | – | 1 |
| 70 CE/HC | 1 | 1 | 1,03 | 1,05 | – | 1,01 |
| 70 ACE/HC | 0,99 | 1 | 1,03 | 1,06 | – | 1,01 |
| 70 CB | 1 | 1 | 1,02 | 1,05 | – | 1 |
| 70 ACB | 0,99 | 1 | 1,01 | 1,04 | – | 1 |
| 70 CB/HC | 1 | 1 | 1,02 | 1,05 | – | 1,01 |
| 70 ACB/HC | 0,99 | 1 | 1,02 | 1,05 | – | 1,01 |
| 72 CD | 1 | 1 | 1,01 | 1,03 | 1,05 | 1 |
| 72 ACD | 0,99 | 1 | 1,01 | 1,02 | 1,05 | 1 |
| 72 CD/HC | 1 | 1 | 1,01 | 1,03 | 1,06 | 1,01 |
| 72 ACD/HC | 0,99 | 1 | 1,01 | 1,03 | 1,06 | 1,01 |

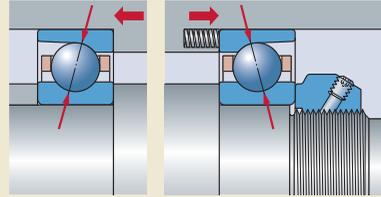
Das Nachsetzzeichen HC steht für ein Hybridlager. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Hybridlager*, Seite 133.

Vorspannung mit konstanter Kraft

In Präzisionsanwendungen mit hohen Drehzahlen ist eine konstante und gleichmäßige Vorspannung zu gewährleisten. Dafür eignen sich kalibrierte, lineare Federn zwischen Lageraußenring und Gehäuseschulter (→ **Bild 17**). Unter normalen Betriebsbedingungen hat das kinematische Verhalten des federbelasteten Lagers keinen Einfluss auf die Vorspannung. Eine federbelastete Lageranordnung hat jedoch eine geringere Steifigkeit als eine Anordnung, bei der die Vorspannung über die axiale Vorspannung eingestellt wird. Eine Vorspannung durch Federn ist die Norm für Spindeln in Innenschleifmaschinen.

Richtwerte für gängige federbelastete Lagerungen sind in → **Tabelle 19** angegeben. Die Werte beziehen sich auf Einzellager der Ausführungen CE und ACE. Für Lager in Tandem-Anordnungen sind die Werte mit der Anzahl der Lager zu multiplizieren, die mit Federkraft vorgespannt werden. Die angegebenen Federvorspannungskräfte sind ein Kompromiss aus einer möglichst geringen Berührungswinkeldifferenz zwischen Innen- und Außenringlaufbahnen und der axialen Steifigkeit bei hohen Drehzahlen. Höhere Vorspannungen führen zu höheren Betriebstemperaturen.

Weitere Auskünfte erhalten Sie vom Technischen SKF Beratungsservice.


Tabelle 19
Richtwerte für die Federvorspannung für die Lager der Reihen 70 .. E

| Lagerbohrung d | Größe | Vorspannung ¹⁾ | |
|-------------------|-------|---------------------------|----------------|
| | | Bauform CE | Bauform ACE |
| mm | – | N | |
| 6 | 6 | 50 | 80 |
| 7 | 7 | 60 | 100 |
| 8 | 8 | 70 | 120 |
| 9 | 9 | 80 | 130 |
| 10 | 00 | 90 | 140 |
| 12 | 01 | 90 | 150 |
| 15 | 02 | 120 | 200 |
| 17 | 03 | 160 | 250 |
| 20 | 04 | 200 | 320 |
| 25 | 05 | 220 | 350 |
| 30 | 06 | 240 | 400 |
| 35 | 07 | 300 | 480 |
| 40 | 08 | 320 | 500 |
| 45 | 09 | 340 | 540 |
| 50 | 10 | 400 | 650 |
| 55 | 11 | 420 | 700 |
| 60 | 12 | 450 | 700 |
| 65 | 13 | 520 | 840 |
| 70 | 14 | 600 | 1 000 |
| 75 | 15 | 700 | 1 100 |
| 80 | 16 | 900 | 1 400 |
| 85 | 17 | 900 | 1 400 |
| 90 | 18 | 900 | 1 500 |
| 95 | 19 | 1 200 | 1 900 |
| 100 | 20 | 1 200 | 1 900 |
| 110 | 22 | 1 200 | 2 000 |
| 120 | 24 | 1 500 | 2 400 |

¹⁾ Für Einzellager der Bauformen CE und ACE.
Für Lager in Tandem-Anordnung sind die Werte mit der Anzahl der Lager zu multiplizieren.

Vorspannung durch axiale Vorspannung

Bei Bearbeitungszentren, Fräsmaschinen, Spindel-einheiten und Bohrern sind die Steifigkeit und eine genaue Axialführung zentrale Parameter, insbesondere wenn entgegengesetzte Axialbelastungen 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. Je nach Innenkonstruktion und Kugelmaterial eines Lagers erhöht sich die Vorspannung allerdings deutlich mit der Betriebsdrehzahl, was auf Fliehkräfte zurückzuführen ist.

Universallager für den satzweisen Einbau und zusammengepasste Lagersätze werden so gefertigt, dass bei fachgerechtem Einbau die erforderliche axiale Vorspannung und die korrekte Vorspannung erreicht werden (→ Bild 18). Bei Einzellagern sind Präzisionsabstandsringe zu verwenden.

Individuelle Anpassung der Vorspannung

Bei Universallagern für den satzweisen Einbau und bei zusammengepassten Lagersätzen wird die Vorspannung serienmäßig von SKF voreingestellt. Bei bestimmten Betriebsbedingungen kann es jedoch erforderlich sein, die Vorspannung eines Lagersatzes zu optimieren. In diesen Fällen sollten die Lager nicht modifiziert werden, da dazu Spezialwerkzeuge und Fachwissen erforderlich ist und bei unsachgemäßem Vorgehen eine irreparable Beschädigung der Lager droht. Die Lageranpassung sollte ausschließlich in den SKF Spindel-Servicezentren erfolgen (→ skf.com).

Es ist allerdings möglich, die Vorspannung durch Abstandsringe zwischen den Lagern in O- bzw. X-Anordnungen zu erhöhen oder zu verringern, wenn diese in Sätzen zu zwei oder mehr Lagern verwendet werden. Zwischen Lagern in Tandem-Anordnungen ist kein Abstandsring erforderlich.

Durch Beschleifen der Seitenfläche des inneren oder äußeren Abstandsrings lässt sich die Vorspannung anpassen.

Tabelle 20 gibt an, welche Seitenflächen von gleich breiten Abstandsringen zu schleifen sind und welche Wirkung das Schleifen hat. Die erforderlichen Maßabweichungen für die Gesamtbreite der Abstandsringe finden Sie in den folgenden Tabellen:

- **Tabelle 21** (→ Seite 168) für Lager der Reihen 718 .. D
- **Tabelle 22** (→ Seite 169) für Lager der Reihen 719 .. D und 70 .. D
- **Tabelle 23** (→ Seite 170) für Lager der Reihen 719 .. E und 70 .. E
- **Tabelle 24** (→ Seite 171) für Lager der Reihen 719 .. B und 70 .. B
- **Tabelle 25** (→ Seite 172) für Lager der Reihen 72 .. D

Bild 18

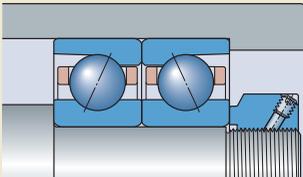


Tabelle 20

Richtlinien zur Anpassung von Abstandsringen

| Vorspannungsänderung des Lagersatzes | Breitenreduzierung Mehrwert-/ Lösungsverkauf | Erforderlicher Abstandsring zwischen den Lagern | |
|--------------------------------------|--|---|-------------|
| | | O-Anordnung | X-Anordnung |
| Erhöhung der Vorspannung | | | |
| | Hierin ist | | |
| von A nach B | a | innen | außen |
| von B nach C | b | innen | außen |
| von C nach D | c | innen | außen |
| von A nach C | a + b | innen | außen |
| von A nach D | a + b + c | innen | außen |
| Verringerung der Vorspannung | | | |
| | Hierin ist | | |
| von B nach A | a | außen | innen |
| von C nach B | b | außen | innen |
| von D nach C | c | außen | innen |
| von C nach A | a + b | außen | innen |
| von D nach A | a + b + c | außen | innen |

2

Abstandsringe

Bei folgenden Bedingungen wird die Verwendung von Abstandsringen für Schrägkugellager empfohlen:

- Die Vorspannung im Lagersatz muss angepasst werden.
- Momentensteifigkeit und -tragfähigkeit sollten erhöht werden.
- Die Düsen für die Ölschmierung müssen so eng wie möglich an den Lagerlaufbahnen liegen.
- Zur Reduzierung der Reibungswärme im Lager wird für überschüssiges Fett ein ausreichend großes Reservoir benötigt.
- Bei hohen Betriebsdrehzahlen ist eine verbesserte Wärmeableitung über das Gehäuse erforderlich.

Die optimale Lagerfunktion lässt sich nur erreichen, wenn sich die Abstandsringe nicht bei Belastung deformieren, da sich sonst Formabweichungen auf die Vorspannung im Lagersatz auswirken. Daher sind immer die Richtlinien für die Wellen- und Gehäusetoleranzen zu berücksichtigen.

Die Abstandsringe müssen aus Qualitätsstahl gefertigt sein und (je nach Anwendungsfall) einen Härtegrad zwischen 45 und 60 HRC aufweisen. Die Fluchtung der Seitenflächen ist von besonders großer Bedeutung. Die zulässige Abweichung darf 1 bis 2 μm nicht überschreiten.

Insofern die Vorspannung nicht angepasst zu werden braucht, sollte die Gesamtbreite der inneren und äußeren Abstandsringe gleich sein.

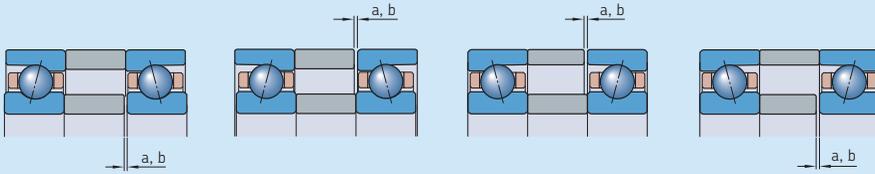
Das lässt sich am besten erreichen, wenn die Breite der konzentrischen inneren und äußeren Abstandsringe in einem einzigen Prozessschritt bearbeitet wird.

Auswirkung der Drehzahl auf die Vorspannung

Durch Prüfungen mit Dehnungsmessern konnte SKF feststellen, dass sich die Vorspannung bei sehr hohen Drehzahlen spürbar erhöht. Dieser Effekt ist hauptsächlich auf die hohen Fliehkräfte im Lager zurückzuführen. Die Kräfte wirken auf die Kugeln und verändern deren Position in den Laufbahnen.

Verglichen mit Stahllagern nehmen Hybridlager (Lager mit Keramikugeln), aufgrund der niedrigeren Masse der Kugeln, deutlich höhere Drehzahlen ohne erhebliche Vorspannungszunahme auf.

Richtwerte für die Breitenreduzierung des Abstandsringes – 718 .. D



Erhöhung der Vorspannung
(O-Anordnung)

Verringerung der Vorspannung
(O-Anordnung)

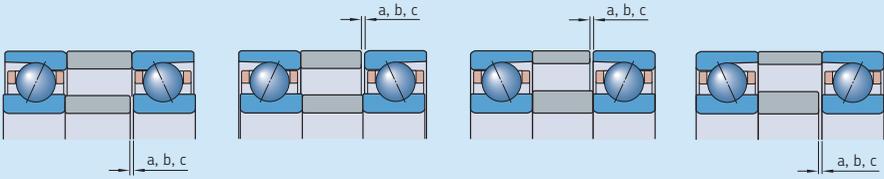
Erhöhung der Vorspannung
(X-Anordnung)

Verringerung der Vorspannung
(X-Anordnung)

| Lager- bohrung | Größe | Erforderliche Verringerung des Zwischenrings für Lager der Reihe | | | |
|-------------------|-------|--|----|----------------------------|----|
| | | 718 CD Hierin ist a | b | 718 ACD Hierin ist a | b |
| d | – | µm | | | |
| mm | – | µm | | | |
| 10 | 00 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| 12 | 01 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| 15 | 02 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| 17 | 03 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| 20 | 04 | 6 | 6 | 4 | 5 |
| 25 | 05 | 6 | 6 | 4 | 5 |
| 30 | 06 | 6 | 6 | 4 | 5 |
| 35 | 07 | 6 | 6 | 4 | 5 |
| 40 | 08 | 6 | 6 | 4 | 5 |
| 45 | 09 | 6 | 6 | 4 | 5 |
| 50 | 10 | 8 | 8 | 5 | 6 |
| 55 | 11 | 9 | 9 | 6 | 7 |
| 60 | 12 | 10 | 11 | 7 | 8 |
| 65 | 13 | 10 | 11 | 7 | 8 |
| 70 | 14 | 10 | 11 | 7 | 8 |
| 75 | 15 | 10 | 11 | 7 | 8 |
| 80 | 16 | 10 | 11 | 7 | 8 |
| 85 | 17 | 13 | 13 | 9 | 10 |
| 90 | 18 | 13 | 14 | 9 | 10 |
| 95 | 19 | 13 | 14 | 9 | 10 |
| 100 | 20 | 13 | 14 | 9 | 10 |
| 105 | 21 | 14 | 14 | 9 | 10 |
| 110 | 22 | 16 | 16 | 10 | 12 |
| 120 | 24 | 16 | 17 | 11 | 12 |
| 130 | 26 | 16 | 17 | 11 | 12 |
| 140 | 28 | 18 | 20 | 12 | 14 |
| 150 | 30 | 19 | 20 | 13 | 14 |
| 160 | 32 | 19 | 20 | 13 | 15 |

Tabelle 22

Richtwerte für die Breitenreduzierung des Abstandsringes – 719 .. D und 70 .. D



Erhöhung der Vorspannung (O-Anordnung)

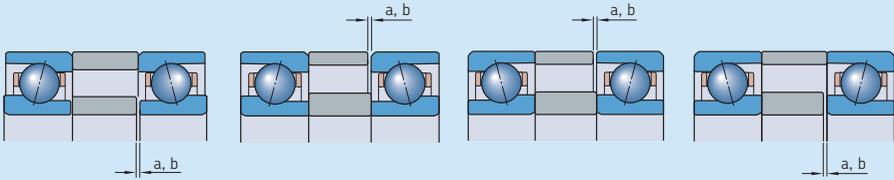
Verringerung der Vorspannung (O-Anordnung)

Erhöhung der Vorspannung (X-Anordnung)

Verringerung der Vorspannung (X-Anordnung)

| Lagerbohrung d | Größe | Erforderliche Verringerung des Zwischenringes für Lager der Reihe | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------|---|----|----|-----------------------|----|----|---------------------|----|----|----------------------|----|----|
| | | 719 CD Hierin ist | | | 719 ACD Hierin ist | | | 70 CD Hierin ist | | | 70 ACD Hierin ist | | |
| | | a | b | c | a | b | c | a | b | c | a | b | c |
| mm | – | µm | | | | | | | | | | | |
| 6 | 6 | – | – | – | – | – | – | 3 | 4 | 7 | 2 | 4 | 5 |
| 7 | 7 | – | – | – | – | – | – | 4 | 5 | 8 | 2 | 4 | 6 |
| 8 | 8 | – | – | – | – | – | – | 4 | 6 | 8 | 3 | 4 | 6 |
| 9 | 9 | – | – | – | – | – | – | 4 | 6 | 8 | 3 | 4 | 6 |
| 10 | 00 | 3 | 4 | 6 | 2 | 3 | 5 | 4 | 6 | 9 | 3 | 4 | 7 |
| 12 | 01 | 3 | 4 | 6 | 2 | 3 | 5 | 4 | 6 | 9 | 3 | 4 | 7 |
| 15 | 02 | 4 | 5 | 8 | 2 | 4 | 6 | 4 | 6 | 9 | 3 | 4 | 7 |
| 17 | 03 | 4 | 5 | 8 | 2 | 4 | 6 | 5 | 7 | 10 | 3 | 5 | 7 |
| 20 | 04 | 4 | 6 | 9 | 3 | 4 | 6 | 6 | 8 | 12 | 3 | 5 | 8 |
| 25 | 05 | 4 | 6 | 9 | 3 | 4 | 6 | 6 | 8 | 12 | 3 | 5 | 8 |
| 30 | 06 | 4 | 6 | 9 | 3 | 4 | 6 | 6 | 9 | 14 | 4 | 7 | 10 |
| 35 | 07 | 4 | 7 | 10 | 3 | 5 | 7 | 6 | 10 | 14 | 4 | 7 | 10 |
| 40 | 08 | 5 | 7 | 11 | 3 | 5 | 8 | 6 | 10 | 14 | 4 | 7 | 10 |
| 45 | 09 | 5 | 8 | 11 | 3 | 5 | 8 | 8 | 11 | 16 | 5 | 8 | 12 |
| 50 | 10 | 5 | 8 | 11 | 3 | 5 | 8 | 8 | 11 | 16 | 5 | 8 | 12 |
| 55 | 11 | 6 | 9 | 14 | 4 | 7 | 10 | 9 | 13 | 19 | 6 | 9 | 14 |
| 60 | 12 | 6 | 9 | 14 | 4 | 7 | 10 | 9 | 13 | 19 | 6 | 9 | 14 |
| 65 | 13 | 6 | 10 | 15 | 4 | 7 | 10 | 9 | 13 | 19 | 6 | 9 | 14 |
| 70 | 14 | 7 | 11 | 16 | 5 | 8 | 12 | 10 | 15 | 22 | 6 | 10 | 16 |
| 75 | 15 | 7 | 11 | 16 | 5 | 8 | 12 | 10 | 15 | 22 | 6 | 10 | 16 |
| 80 | 16 | 7 | 11 | 17 | 5 | 8 | 12 | 11 | 16 | 23 | 7 | 11 | 17 |
| 85 | 17 | 8 | 13 | 19 | 6 | 9 | 14 | 11 | 16 | 24 | 7 | 11 | 17 |
| 90 | 18 | 9 | 13 | 19 | 6 | 9 | 14 | 12 | 18 | 26 | 8 | 12 | 19 |
| 95 | 19 | 9 | 13 | 20 | 6 | 9 | 14 | 12 | 18 | 26 | 8 | 12 | 19 |
| 100 | 20 | 10 | 15 | 22 | 6 | 10 | 16 | 12 | 18 | 26 | 8 | 12 | 19 |
| 105 | 21 | 10 | 15 | 22 | 6 | 10 | 16 | 13 | 19 | 29 | 8 | 13 | 21 |
| 110 | 22 | 10 | 15 | 22 | 6 | 10 | 16 | 14 | 21 | 31 | 9 | 15 | 23 |
| 120 | 24 | 11 | 16 | 24 | 7 | 11 | 18 | 14 | 21 | 31 | 9 | 15 | 23 |
| 130 | 26 | 12 | 18 | 27 | 8 | 12 | 19 | 16 | 24 | 35 | 11 | 17 | 26 |
| 140 | 28 | 12 | 18 | 27 | 8 | 12 | 20 | 16 | 24 | 36 | 11 | 17 | 26 |
| 150 | 30 | 14 | 21 | 32 | 9 | 15 | 23 | 17 | 26 | 38 | 11 | 17 | 27 |
| 160 | 32 | 14 | 22 | 32 | 9 | 15 | 24 | 18 | 27 | 40 | 12 | 19 | 29 |
| 170 | 34 | 14 | 22 | 33 | 9 | 15 | 24 | 18 | 28 | 41 | 12 | 19 | 29 |
| 180 | 36 | 16 | 24 | 36 | 10 | 17 | 27 | 20 | 30 | 44 | 13 | 20 | 32 |
| 190 | 38 | 16 | 25 | 37 | 10 | 17 | 27 | 20 | 30 | 45 | 13 | 20 | 32 |
| 200 | 40 | 18 | 28 | 41 | 12 | 19 | 30 | 22 | 33 | 49 | 14 | 22 | 35 |
| 220 | 44 | 18 | 28 | 42 | 12 | 19 | 30 | 23 | 35 | 52 | 15 | 24 | 37 |
| 240 | 48 | 18 | 28 | 42 | 12 | 20 | 31 | 23 | 35 | 53 | 15 | 24 | 38 |
| 260 | 52 | 19 | 30 | 45 | 13 | 21 | 33 | 25 | 39 | 58 | 16 | 26 | 41 |
| 280 | 56 | 19 | 30 | 45 | 13 | 21 | 34 | – | – | – | – | – | – |
| 300 | 60 | 23 | 36 | 54 | 15 | 24 | 38 | – | – | – | – | – | – |
| 320 | 64 | 23 | 36 | 54 | 15 | 24 | 38 | – | – | – | – | – | – |
| 340 | 68 | 23 | 36 | 54 | 15 | 24 | 39 | – | – | – | – | – | – |
| 360 | 72 | 23 | 36 | 54 | 15 | 24 | 39 | – | – | – | – | – | – |

Richtwerte für die Breitenreduzierung des Abstandsringes – 719 .. E und 70 .. E



Erhöhung der Vorspannung (O-Anordnung)

Verringerung der Vorspannung (O-Anordnung)

Erhöhung der Vorspannung (X-Anordnung)

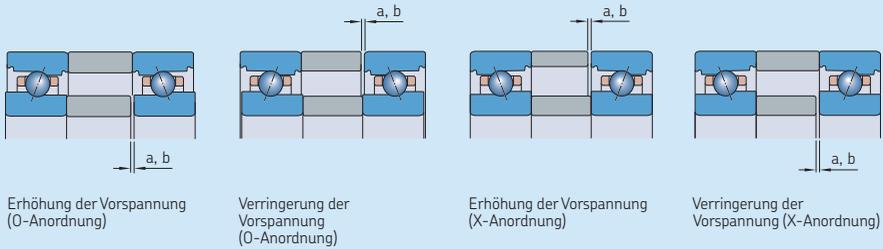
Verringerung der Vorspannung (X-Anordnung)

| Lagerbohrung | Größe | Erforderliche Verringerung des Zwischenrings für Lager der Reihe ¹⁾ | | | | | | | |
|--------------|-------|--|----|-----------------------|----|---------------------|----|----------------------|----|
| | | 719 CE Hierin ist | | 719 ACE Hierin ist | | 70 CE Hierin ist | | 70 ACE Hierin ist | |
| d | | a | b | a | b | a | b | a | b |
| mm | – | µm | | | | | | | |
| 6 | 6 | – | – | – | – | 6 | 7 | 5 | 5 |
| 7 | 7 | – | – | – | – | 8 | 8 | 5 | 6 |
| 8 | 8 | 7 | 8 | 5 | 5 | 8 | 10 | 6 | 6 |
| 9 | 9 | 7 | 8 | 5 | 5 | 8 | 10 | 6 | 6 |
| 10 | 00 | 7 | 8 | 5 | 5 | 9 | 10 | 6 | 6 |
| 12 | 01 | 7 | 8 | 5 | 5 | 9 | 10 | 6 | 6 |
| 15 | 02 | 8 | 9 | 6 | 6 | 9 | 10 | 6 | 11 |
| 17 | 03 | 9 | 9 | 6 | 6 | 11 | 12 | 7 | 11 |
| 20 | 04 | 10 | 10 | 7 | 7 | 13 | 13 | 8 | 11 |
| 25 | 05 | 10 | 10 | 7 | 7 | 13 | 13 | 8 | 11 |
| 30 | 06 | 10 | 10 | 7 | 7 | 13 | 13 | 8 | 11 |
| 35 | 07 | 11 | 11 | 7 | 8 | 13 | 15 | 9 | 11 |
| 40 | 08 | 12 | 13 | 8 | 9 | 13 | 15 | 9 | 11 |
| 45 | 09 | 12 | 13 | 8 | 9 | 13 | 15 | 9 | 11 |
| 50 | 10 | 14 | 14 | 9 | 10 | 14 | 15 | 9 | 11 |
| 55 | 11 | 15 | 16 | 9 | 11 | 14 | 15 | 9 | 11 |
| 60 | 12 | 15 | 16 | 9 | 11 | 14 | 15 | 9 | 11 |
| 65 | 13 | 15 | 16 | 9 | 11 | 15 | 16 | 10 | 11 |
| 70 | 14 | 17 | 19 | 11 | 12 | 16 | 17 | 10 | 11 |
| 75 | 15 | 17 | 19 | 11 | 13 | 16 | 17 | 10 | 11 |
| 80 | 16 | 17 | 19 | 11 | 13 | 18 | 19 | 12 | 13 |
| 85 | 17 | 20 | 22 | 13 | 14 | 18 | 19 | 12 | 13 |
| 90 | 18 | 20 | 22 | 13 | 14 | 18 | 19 | 12 | 13 |
| 95 | 19 | 20 | 22 | 13 | 15 | 20 | 22 | 13 | 15 |
| 100 | 20 | 22 | 25 | 14 | 16 | 20 | 22 | 13 | 15 |
| 110 | 22 | 22 | 25 | 14 | 16 | 20 | 22 | 13 | 15 |
| 120 | 24 | 25 | 28 | 16 | 18 | 22 | 24 | 14 | 16 |

¹⁾ Angaben für Lager mit Berührungswinkel 18° auf Anfrage verfügbar.

Tabelle 24

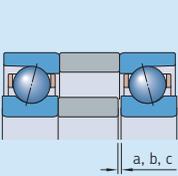
Richtwerte für die Breitenreduzierung des Abstandsrings – 719 .. B und 70 .. B



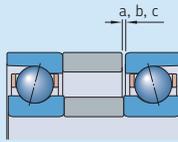
| Lager- bohrung | Größe | Erforderliche Verringerung des Zwischenrings für Lager der Reihe ¹⁾ | | | | | | | |
|-------------------|-------|--|----|-----------------------|----|---------------------|----|----------------------|----|
| | | 719 CB Hierin ist | | 719 ACB Hierin ist | | 70 CB Hierin ist | | 70 ACB Hierin ist | |
| d | | a | b | a | b | a | b | 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⁾ Angaben für Lager mit Berührungswinkel 18° auf Anfrage verfügbar.

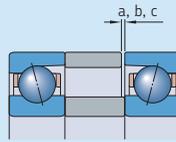
Richtwerte für die Breitenreduzierung des Abstandsrings – 72 .. D



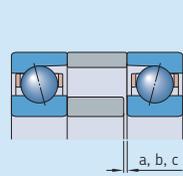
Erhöhung der Vorspannung (O-Anordnung)



Verringerung der Vorspannung (O-Anordnung)



Erhöhung der Vorspannung (X-Anordnung)



Verringerung der Vorspannung (X-Anordnung)

| Lagerbohrung | Größe | Erforderliche Verringerung des Zwischenrings für Lager der Reihe | | | | | |
|--------------|-------|--|----|----|----------------------|----|----|
| | | 72 CD Hierin ist | | | 72 ACD Hierin ist | | |
| d | | a | b | c | a | b | c |
| mm | – | µm | | | | | |
| 7 | 7 | 4 | 5 | 8 | 2 | 4 | 6 |
| 8 | 8 | 4 | 6 | 9 | 3 | 4 | 7 |
| 9 | 9 | 4 | 6 | 9 | 3 | 4 | 7 |
| 10 | 00 | 4 | 6 | 9 | 3 | 4 | 7 |
| 12 | 01 | 5 | 7 | 10 | 3 | 5 | 7 |
| 15 | 02 | 6 | 8 | 12 | 4 | 5 | 8 |
| 17 | 03 | 6 | 9 | 13 | 4 | 6 | 10 |
| 20 | 04 | 6 | 10 | 14 | 4 | 6 | 10 |
| 25 | 05 | 6 | 10 | 14 | 4 | 6 | 10 |
| 30 | 06 | 8 | 11 | 16 | 5 | 8 | 12 |
| 35 | 07 | 9 | 13 | 19 | 6 | 9 | 14 |
| 40 | 08 | 9 | 13 | 19 | 6 | 9 | 14 |
| 45 | 09 | 10 | 15 | 21 | 7 | 10 | 16 |
| 50 | 10 | 10 | 15 | 21 | 7 | 10 | 16 |
| 55 | 11 | 11 | 16 | 24 | 7 | 11 | 18 |
| 60 | 12 | 11 | 16 | 24 | 7 | 11 | 18 |
| 65 | 13 | 12 | 18 | 26 | 8 | 13 | 19 |
| 70 | 14 | 12 | 18 | 26 | 8 | 13 | 19 |
| 75 | 15 | 12 | 18 | 26 | 8 | 13 | 19 |
| 80 | 16 | 13 | 19 | 28 | 9 | 14 | 21 |
| 85 | 17 | 14 | 21 | 30 | 9 | 14 | 22 |
| 90 | 18 | 16 | 24 | 37 | 11 | 17 | 26 |
| 95 | 19 | 17 | 26 | 38 | 12 | 18 | 28 |
| 100 | 20 | 19 | 28 | 40 | 12 | 19 | 30 |
| 105 | 21 | 19 | 29 | 42 | 13 | 20 | 30 |
| 110 | 22 | 19 | 29 | 42 | 13 | 20 | 30 |
| 120 | 24 | 21 | 31 | 45 | 14 | 21 | 33 |
| 130 | 26 | 21 | 31 | 45 | 14 | 21 | 33 |
| 140 | 28 | 21 | 31 | 45 | 14 | 21 | 33 |

Axiale Steifigkeit

Die axiale Steifigkeit hängt davon ab, wie sich das Lager bei Belastung elastisch verformt. Sie wird als Verhältnis zwischen Belastung und Verformung angegeben. Da dieses Verhältnis nicht linear ist, lassen sich nur Richtwerte angeben. Die Werte sind in den folgenden Tabellen angegeben:

- **Tabelle 27** (→ Seite 174) für Lager der Reihen 718 .. D
- **Tabelle 28** (→ Seite 176) für Lager der Reihen 719 .. D und 70 .. D
- **Tabelle 29** (→ Seite 178) für Lager der Reihen 719 .. E und 70 .. E
- **Tabelle 30** (→ Seite 180) für Lager der Reihen 719 .. B und 70 .. B
- **Tabelle 31** (→ Seite 182) für Lager der Reihen 72 .. D

Diese Werte beziehen sich auf Lagerpaare, die ohne Passungskräfte unter statischen Betriebsbedingungen und bei mittleren Belastungen auf einer Stahlwelle montiert sind.

Genauere Werte für die axiale Steifigkeit lassen sich mit komplexen Formeln berechnen. Weitere Auskünfte erhalten Sie vom Technischen SKF Beratungsservice.

Lagersätze aus drei oder vier Lagern sind bei gleich großen Lagern axial steifer als Sätze aus zwei Lagern. Die Richtwerte für die axiale Steifigkeit dieser Sätze lassen sich durch Multiplizieren der Werte aus den **Tabellen 27 bis 31** mit dem Faktor aus **Tabelle 26** berechnen.

Bei Hybridlagern lassen sich die Werte für axiale Steifigkeit genauso bestimmen wie bei Lagern mit Stahlkugeln. Das Ergebnis sollte dann jedoch mit dem Faktor 1,11 multipliziert werden (gilt für alle Anordnungen und Vorspannungsklassen).

Tabelle 26

Beiwerte zur Berechnung der axialen Steifigkeit in einem Lagersatz

| Anzahl der Lager | Anordnung | Nachsetzzeichen | Faktor für Vorspannungsklasse | |
|------------------|---------------------------|-----------------|-------------------------------|------------|
| | | | A, B, C und D | L, M und F |
| 3 | Tandem-O-Tandem-Anordnung | TBT | 1,45 | 1,25 |
| | Tandem-X-Tandem-Anordnung | TFT | 1,45 | 1,25 |
| 4 | Tandem-O-Tandem-Anordnung | QBT | 1,8 | 1,45 |
| | Tandem-X-Tandem-Anordnung | QFT | 1,8 | 1,45 |
| | Tandem-O-Anordnung | QBC | 2 | 2 |
| | Tandem-X-Anordnung | QFC | 2 | 2 |

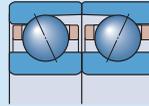
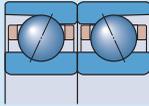
Nähere Angaben über Lagersätze mit fünf Lagern erhalten Sie vom Technischen SKF Beratungsservice.

Statische axiale Steifigkeit für zwei Lager in O- oder X-Anordnung – 718 .. D



| Lager- bohrung d | Größe | Statische axiale Steifigkeit von Lagern der Reihen 718 CD für Vorspannungsklasse | | | 718 ACD für Vorspannungsklasse | | |
|------------------------|-------|--|-----|-----|-----------------------------------|-----|-----|
| | | A | B | C | A | B | C |
| mm | – | N/μm | | | | | |
| 10 | 00 | 13 | 22 | 32 | 30 | 47 | 65 |
| 12 | 01 | 15 | 25 | 37 | 34 | 54 | 72 |
| 15 | 02 | 17 | 30 | 43 | 40 | 63 | 85 |
| 17 | 03 | 18 | 31 | 45 | 43 | 67 | 90 |
| 20 | 04 | 22 | 38 | 55 | 52 | 83 | 112 |
| 25 | 05 | 26 | 44 | 64 | 60 | 95 | 128 |
| 30 | 06 | 29 | 49 | 72 | 69 | 106 | 144 |
| 35 | 07 | 32 | 56 | 82 | 76 | 119 | 161 |
| 40 | 08 | 36 | 61 | 90 | 83 | 130 | 178 |
| 45 | 09 | 38 | 65 | 95 | 87 | 139 | 189 |
| 50 | 10 | 47 | 81 | 119 | 107 | 168 | 231 |
| 55 | 11 | 53 | 91 | 135 | 124 | 195 | 268 |
| 60 | 12 | 59 | 103 | 152 | 141 | 222 | 306 |
| 65 | 13 | 61 | 105 | 155 | 144 | 227 | 312 |
| 70 | 14 | 65 | 112 | 166 | 152 | 241 | 332 |
| 75 | 15 | 69 | 119 | 177 | 162 | 257 | 355 |
| 80 | 16 | 74 | 128 | 191 | 171 | 274 | 379 |
| 85 | 17 | 79 | 137 | 202 | 189 | 296 | 406 |
| 90 | 18 | 82 | 142 | 210 | 194 | 307 | 420 |
| 95 | 19 | 85 | 147 | 218 | 200 | 316 | 436 |
| 100 | 20 | 90 | 156 | 231 | 211 | 335 | 462 |
| 105 | 21 | 96 | 167 | 250 | 220 | 353 | 488 |
| 110 | 22 | 99 | 173 | 256 | 236 | 377 | 518 |
| 120 | 24 | 112 | 196 | 291 | 262 | 417 | 576 |
| 130 | 26 | 119 | 202 | 296 | 278 | 439 | 603 |
| 140 | 28 | 130 | 226 | 336 | 306 | 489 | 675 |
| 150 | 30 | 136 | 236 | 346 | 323 | 512 | 702 |
| 160 | 32 | 147 | 256 | 379 | 352 | 556 | 764 |

Statische axiale Steifigkeit für zwei Lager in O- oder X-Anordnung – 719 .. D



| Lager- bohrung d | Größe | Statische axiale Steifigkeit von Lagern der Reihen 719 CD für Vorspannungsklasse | | | | 719 ACD für Vorspannungsklasse | | | |
|------------------------|-------|--|-----|-----|-----|-----------------------------------|-----|------|------|
| | | A | B | C | D | A | B | C | D |
| mm | – | N/μm | | | | | | | |
| 10 | 00 | 12 | 16 | 22 | 32 | 29 | 38 | 49 | 65 |
| 12 | 01 | 13 | 17 | 23 | 33 | 31 | 39 | 52 | 69 |
| 15 | 02 | 16 | 21 | 29 | 41 | 40 | 51 | 67 | 88 |
| 17 | 03 | 16 | 22 | 30 | 43 | 42 | 54 | 70 | 93 |
| 20 | 04 | 22 | 29 | 40 | 56 | 51 | 65 | 85 | 113 |
| 25 | 05 | 24 | 32 | 44 | 62 | 60 | 78 | 101 | 134 |
| 30 | 06 | 26 | 35 | 47 | 67 | 65 | 83 | 109 | 145 |
| 35 | 07 | 32 | 42 | 58 | 82 | 81 | 105 | 137 | 183 |
| 40 | 08 | 36 | 48 | 66 | 93 | 89 | 115 | 151 | 199 |
| 45 | 09 | 40 | 53 | 73 | 103 | 100 | 129 | 168 | 225 |
| 50 | 10 | 43 | 57 | 78 | 110 | 105 | 137 | 180 | 240 |
| 55 | 11 | 49 | 65 | 89 | 126 | 124 | 161 | 211 | 282 |
| 60 | 12 | 50 | 67 | 92 | 130 | 128 | 166 | 218 | 292 |
| 65 | 13 | 56 | 75 | 104 | 148 | 136 | 176 | 232 | 311 |
| 70 | 14 | 76 | 104 | 147 | 215 | 180 | 235 | 314 | 428 |
| 75 | 15 | 80 | 110 | 156 | 228 | 194 | 255 | 340 | 464 |
| 80 | 16 | 85 | 117 | 167 | 246 | 204 | 267 | 358 | 490 |
| 85 | 17 | 89 | 122 | 172 | 251 | 214 | 281 | 374 | 509 |
| 90 | 18 | 94 | 129 | 183 | 268 | 224 | 293 | 392 | 536 |
| 95 | 19 | 101 | 139 | 198 | 291 | 240 | 315 | 420 | 576 |
| 100 | 20 | 107 | 147 | 209 | 306 | 255 | 336 | 449 | 613 |
| 105 | 21 | 110 | 151 | 215 | 316 | 263 | 346 | 463 | 633 |
| 110 | 22 | 113 | 156 | 221 | 325 | 274 | 359 | 482 | 661 |
| 120 | 24 | 127 | 174 | 246 | 361 | 302 | 396 | 529 | 724 |
| 130 | 26 | 137 | 188 | 266 | 391 | 325 | 427 | 570 | 780 |
| 140 | 28 | 146 | 201 | 286 | 420 | 348 | 457 | 614 | 841 |
| 150 | 30 | 154 | 211 | 297 | 435 | 370 | 485 | 648 | 882 |
| 160 | 32 | 166 | 227 | 321 | 471 | 402 | 530 | 710 | 970 |
| 170 | 34 | 171 | 236 | 334 | 493 | 415 | 546 | 731 | 1002 |
| 180 | 36 | 183 | 250 | 353 | 516 | 442 | 581 | 774 | 1055 |
| 190 | 38 | 189 | 260 | 367 | 538 | 455 | 599 | 798 | 1090 |
| 200 | 40 | 202 | 275 | 387 | 565 | 484 | 635 | 845 | 1148 |
| 220 | 44 | 224 | 306 | 434 | 635 | 533 | 699 | 934 | 1275 |
| 240 | 48 | 237 | 325 | 461 | 678 | 584 | 767 | 1029 | 1412 |
| 260 | 52 | 249 | 339 | 475 | 688 | 616 | 807 | 1071 | 1455 |
| 280 | 56 | 266 | 363 | 509 | 741 | 659 | 867 | 1154 | 1572 |
| 300 | 60 | 272 | 369 | 514 | 741 | 663 | 866 | 1146 | 1548 |
| 320 | 64 | 281 | 380 | 530 | 765 | 683 | 892 | 1183 | 1599 |
| 340 | 68 | 300 | 408 | 571 | 827 | 739 | 967 | 1284 | 1742 |
| 360 | 72 | 309 | 420 | 588 | 853 | 754 | 987 | 1311 | 1779 |

Tabelle 28b

Statische axiale Steifigkeit für zwei Lager in O- oder X-Anordnung – 70 .. D



| Lager- bohrung d | Größe | Statische axiale Steifigkeit von Lagern der Reihen | | | | 70 ACD für Vorspannungsklasse | | | |
|------------------------|-------|--|-----|-----|-----|----------------------------------|-----|-------|-------|
| | | 70 CD für Vorspannungsklasse | | | | A | B | C | D |
| mm | – | N/μm | | | | | | | |
| 6 | 6 | 8 | 10 | 13 | 18 | 19 | 26 | 33 | 44 |
| 7 | 7 | 9 | 12 | 16 | 22 | 22 | 28 | 37 | 49 |
| 8 | 8 | 10 | 14 | 19 | 26 | 27 | 35 | 45 | 60 |
| 9 | 9 | 11 | 15 | 21 | 29 | 30 | 39 | 51 | 67 |
| 10 | 00 | 13 | 17 | 23 | 33 | 32 | 41 | 54 | 71 |
| 12 | 01 | 14 | 18 | 25 | 35 | 34 | 44 | 57 | 76 |
| 15 | 02 | 17 | 23 | 31 | 44 | 41 | 53 | 69 | 92 |
| 17 | 03 | 19 | 26 | 35 | 50 | 48 | 62 | 81 | 107 |
| 20 | 04 | 23 | 30 | 42 | 59 | 54 | 69 | 90 | 120 |
| 25 | 05 | 25 | 33 | 46 | 64 | 64 | 83 | 108 | 143 |
| 30 | 06 | 30 | 40 | 55 | 77 | 79 | 102 | 133 | 176 |
| 35 | 07 | 36 | 47 | 64 | 90 | 86 | 110 | 144 | 190 |
| 40 | 08 | 38 | 51 | 69 | 96 | 96 | 124 | 162 | 214 |
| 45 | 09 | 56 | 76 | 107 | 155 | 132 | 173 | 229 | 309 |
| 50 | 10 | 58 | 79 | 111 | 161 | 141 | 184 | 244 | 331 |
| 55 | 11 | 67 | 91 | 128 | 186 | 159 | 207 | 275 | 372 |
| 60 | 12 | 70 | 95 | 133 | 193 | 168 | 219 | 291 | 393 |
| 65 | 13 | 74 | 101 | 143 | 207 | 174 | 227 | 302 | 409 |
| 70 | 14 | 81 | 111 | 156 | 227 | 191 | 249 | 330 | 447 |
| 75 | 15 | 84 | 115 | 162 | 235 | 200 | 262 | 347 | 471 |
| 80 | 16 | 92 | 125 | 175 | 254 | 223 | 291 | 386 | 523 |
| 85 | 17 | 97 | 132 | 185 | 268 | 233 | 304 | 405 | 549 |
| 90 | 18 | 103 | 141 | 198 | 287 | 245 | 321 | 425 | 575 |
| 95 | 19 | 108 | 148 | 208 | 302 | 258 | 337 | 448 | 607 |
| 100 | 20 | 112 | 153 | 215 | 312 | 270 | 355 | 472 | 640 |
| 105 | 21 | 117 | 159 | 223 | 324 | 279 | 365 | 484 | 655 |
| 110 | 22 | 122 | 166 | 232 | 337 | 290 | 379 | 503 | 681 |
| 120 | 24 | 131 | 179 | 251 | 364 | 318 | 416 | 552 | 749 |
| 130 | 26 | 145 | 198 | 277 | 400 | 353 | 460 | 610 | 826 |
| 140 | 28 | 151 | 206 | 289 | 418 | 364 | 477 | 633 | 856 |
| 150 | 30 | 163 | 221 | 310 | 449 | 388 | 506 | 671 | 909 |
| 160 | 32 | 171 | 233 | 327 | 472 | 414 | 540 | 717 | 968 |
| 170 | 34 | 179 | 243 | 339 | 488 | 433 | 563 | 744 | 1 003 |
| 180 | 36 | 186 | 251 | 349 | 501 | 456 | 593 | 782 | 1 052 |
| 190 | 38 | 196 | 266 | 370 | 532 | 471 | 613 | 809 | 1 088 |
| 200 | 40 | 208 | 280 | 389 | 556 | 509 | 660 | 871 | 1 170 |
| 220 | 44 | 222 | 300 | 415 | 592 | 546 | 710 | 935 | 1 254 |
| 240 | 48 | 234 | 316 | 438 | 627 | 571 | 743 | 979 | 1 315 |
| 260 | 52 | 250 | 336 | 464 | 660 | 617 | 801 | 1 053 | 1 409 |

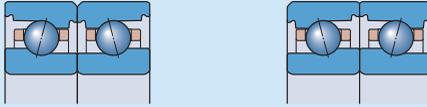
Statische axiale Steifigkeit für zwei Lager in O- oder X-Anordnung – 719 .. E



| Lager- bohrung d | Größe | Statische axiale Steifigkeit von Lagern der Reihen | | | | | |
|------------------------|-------|--|-----|-----|--|-----|-----|
| | | 719 CE für Vorspannungsklasse A B C | | | 719 ACE für Vorspannungsklasse A B C | | |
| mm | – | N/μm | | | | | |
| 8 | 8 | 8 | 13 | 18 | 21 | 32 | 41 |
| 9 | 9 | 10 | 16 | 21 | 25 | 37 | 48 |
| 10 | 00 | 10 | 16 | 22 | 25 | 37 | 48 |
| 12 | 01 | 11 | 17 | 23 | 27 | 41 | 53 |
| 15 | 02 | 13 | 21 | 29 | 34 | 51 | 66 |
| 17 | 03 | 14 | 23 | 31 | 35 | 55 | 71 |
| 20 | 04 | 18 | 28 | 39 | 47 | 69 | 88 |
| 25 | 05 | 20 | 32 | 44 | 51 | 77 | 100 |
| 30 | 06 | 23 | 35 | 49 | 55 | 85 | 111 |
| 35 | 07 | 28 | 43 | 59 | 69 | 104 | 136 |
| 40 | 08 | 32 | 49 | 67 | 78 | 117 | 153 |
| 45 | 09 | 34 | 53 | 73 | 85 | 127 | 166 |
| 50 | 10 | 38 | 61 | 83 | 96 | 145 | 190 |
| 55 | 11 | 42 | 67 | 92 | 105 | 160 | 210 |
| 60 | 12 | 47 | 73 | 100 | 115 | 173 | 228 |
| 65 | 13 | 47 | 76 | 105 | 120 | 181 | 238 |
| 70 | 14 | 52 | 83 | 113 | 131 | 197 | 258 |
| 75 | 15 | 54 | 86 | 118 | 137 | 205 | 269 |
| 80 | 16 | 56 | 89 | 123 | 141 | 214 | 281 |
| 85 | 17 | 63 | 99 | 136 | 157 | 237 | 311 |
| 90 | 18 | 65 | 102 | 141 | 164 | 247 | 324 |
| 95 | 19 | 68 | 107 | 147 | 170 | 256 | 338 |
| 100 | 20 | 73 | 116 | 160 | 187 | 280 | 367 |
| 110 | 22 | 80 | 126 | 174 | 199 | 301 | 397 |
| 120 | 24 | 82 | 129 | 179 | 207 | 312 | 411 |

Tabelle 29b

Statische axiale Steifigkeit für zwei Lager in O- oder X-Anordnung – 70 .. E



| Lager- bohrung d | Größe | Statische axiale Steifigkeit von Lagern der Reihen 70 CE für Vorspannungsklasse | | | 70 ACE für Vorspannungsklasse | | |
|------------------------|-------|---|-----|-----|----------------------------------|-----|-----|
| | | A | B | C | A | B | C |
| mm | – | N/μm | | | | | |
| 6 | 6 | 8 | 12 | 16 | 19 | 28 | 37 |
| 7 | 7 | 8 | 13 | 18 | 21 | 31 | 41 |
| 8 | 8 | 10 | 14 | 20 | 23 | 34 | 45 |
| 9 | 9 | 11 | 16 | 22 | 26 | 38 | 50 |
| 10 | 00 | 12 | 19 | 26 | 31 | 47 | 61 |
| 12 | 01 | 13 | 21 | 30 | 34 | 50 | 66 |
| 15 | 02 | 16 | 25 | 34 | 40 | 59 | 66 |
| 17 | 03 | 18 | 28 | 39 | 46 | 68 | 89 |
| 20 | 04 | 21 | 32 | 44 | 52 | 78 | 102 |
| 25 | 05 | 24 | 37 | 50 | 59 | 89 | 117 |
| 30 | 06 | 28 | 44 | 60 | 71 | 105 | 138 |
| 35 | 07 | 31 | 49 | 67 | 79 | 119 | 154 |
| 40 | 08 | 34 | 54 | 73 | 87 | 129 | 169 |
| 45 | 09 | 38 | 59 | 79 | 94 | 140 | 183 |
| 50 | 10 | 42 | 65 | 88 | 104 | 156 | 204 |
| 55 | 11 | 46 | 72 | 98 | 116 | 174 | 226 |
| 60 | 12 | 48 | 75 | 101 | 122 | 180 | 235 |
| 65 | 13 | 53 | 83 | 112 | 132 | 198 | 259 |
| 70 | 14 | 57 | 88 | 120 | 143 | 215 | 280 |
| 75 | 15 | 65 | 102 | 140 | 161 | 243 | 318 |
| 80 | 16 | 72 | 114 | 157 | 178 | 268 | 352 |
| 85 | 17 | 75 | 118 | 163 | 186 | 281 | 369 |
| 90 | 18 | 79 | 125 | 171 | 196 | 297 | 389 |
| 95 | 19 | 84 | 133 | 184 | 212 | 319 | 420 |
| 100 | 20 | 88 | 138 | 191 | 220 | 330 | 435 |
| 110 | 22 | 94 | 149 | 204 | 237 | 356 | 466 |
| 120 | 24 | 104 | 164 | 225 | 259 | 391 | 512 |

2

Statische axiale Steifigkeit für zwei Lager in O- oder X-Anordnung – 719 .. B



| Lager- bohrung d | Größe | Statische axiale Steifigkeit von Lagern der Reihen 719 CB für Vorspannungsklasse | | | 719 ACB für Vorspannungsklasse | | |
|------------------------|-------|--|----|-----|-----------------------------------|-----|-----|
| | | A | B | C | A | B | C |
| mm | – | N/μm | | | | | |
| 30 | 06 | 20 | 27 | 43 | 53 | 68 | 102 |
| 35 | 07 | 23 | 29 | 47 | 59 | 75 | 114 |
| 40 | 08 | 25 | 32 | 52 | 65 | 83 | 124 |
| 45 | 09 | 28 | 37 | 60 | 74 | 95 | 143 |
| 50 | 10 | 31 | 40 | 65 | 79 | 102 | 155 |
| 55 | 11 | 34 | 45 | 73 | 88 | 114 | 172 |
| 60 | 12 | 36 | 48 | 77 | 94 | 122 | 182 |
| 65 | 13 | 38 | 51 | 81 | 100 | 129 | 195 |
| 70 | 14 | 44 | 57 | 91 | 112 | 144 | 218 |
| 75 | 15 | 46 | 60 | 96 | 120 | 155 | 234 |
| 80 | 16 | 49 | 64 | 103 | 126 | 163 | 246 |
| 85 | 17 | 52 | 68 | 109 | 136 | 174 | 264 |
| 90 | 18 | 53 | 70 | 112 | 139 | 178 | 270 |
| 95 | 19 | 56 | 73 | 117 | 147 | 188 | 286 |
| 100 | 20 | 60 | 79 | 125 | 157 | 202 | 306 |
| 110 | 22 | 66 | 87 | 140 | 174 | 221 | 338 |
| 120 | 24 | 71 | 94 | 150 | 188 | 243 | 366 |

Tabelle 30b

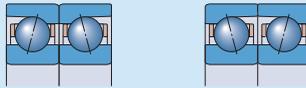
Statische axiale Steifigkeit für zwei Lager in O- oder X-Anordnung – 70 .. B



| Lager- bohrung d | Größe | Statische axiale Steifigkeit von Lagern der Reihen 70 CB für Vorspannungsklasse | | | 70 ACB für Vorspannungsklasse | | |
|------------------------|-------|---|----|-----|----------------------------------|-----|-----|
| | | A | B | C | A | B | C |
| mm | – | N/μm | | | | | |
| 30 | 06 | 22 | 29 | 46 | 58 | 74 | 111 |
| 35 | 07 | 25 | 33 | 52 | 64 | 82 | 124 |
| 40 | 08 | 28 | 36 | 57 | 71 | 92 | 138 |
| 45 | 09 | 31 | 40 | 64 | 79 | 103 | 157 |
| 50 | 10 | 33 | 43 | 69 | 87 | 110 | 165 |
| 55 | 11 | 38 | 50 | 80 | 100 | 128 | 194 |
| 60 | 12 | 41 | 54 | 86 | 107 | 135 | 204 |
| 65 | 13 | 41 | 54 | 85 | 107 | 138 | 208 |
| 70 | 14 | 47 | 63 | 99 | 123 | 159 | 239 |
| 75 | 15 | 50 | 65 | 104 | 133 | 169 | 255 |
| 80 | 16 | 52 | 68 | 109 | 144 | 182 | 276 |
| 85 | 17 | 54 | 71 | 112 | 148 | 188 | 284 |
| 90 | 18 | 54 | 71 | 112 | 142 | 183 | 275 |
| 95 | 19 | 56 | 74 | 117 | 147 | 190 | 286 |
| 100 | 20 | 58 | 76 | 120 | 152 | 194 | 294 |
| 110 | 22 | 71 | 93 | 147 | 184 | 236 | 355 |
| 120 | 24 | 75 | 98 | 156 | 197 | 252 | 379 |

2

Statische axiale Steifigkeit für zwei Lager in O- oder X-Anordnung – 72 .. D



| Lager- bohrung d | Größe | Statische axiale Steifigkeit von Lagern der Reihen 72 CD für Vorspannungsklasse | | | | 72 ACD für Vorspannungsklasse | | | |
|------------------------|-------|---|-----|-----|-----|----------------------------------|-----|-----|-----|
| | | A | B | C | D | A | B | C | D |
| mm | – | N/μm | | | | | | | |
| 7 | 7 | 11 | 15 | 21 | 30 | 27 | 35 | 46 | 61 |
| 8 | 8 | 12 | 15 | 21 | 30 | 28 | 36 | 48 | 63 |
| 9 | 9 | 13 | 17 | 23 | 33 | 32 | 41 | 54 | 71 |
| 10 | 00 | 14 | 19 | 26 | 37 | 35 | 45 | 59 | 78 |
| 12 | 01 | 16 | 22 | 30 | 42 | 41 | 52 | 68 | 90 |
| 15 | 02 | 19 | 26 | 35 | 49 | 46 | 60 | 78 | 102 |
| 17 | 03 | 21 | 28 | 38 | 53 | 53 | 68 | 89 | 118 |
| 20 | 04 | 25 | 33 | 45 | 63 | 61 | 79 | 102 | 135 |
| 25 | 05 | 29 | 38 | 52 | 72 | 71 | 92 | 119 | 158 |
| 30 | 06 | 43 | 59 | 82 | 118 | 105 | 137 | 181 | 244 |
| 35 | 07 | 50 | 67 | 94 | 136 | 119 | 154 | 204 | 275 |
| 40 | 08 | 53 | 71 | 100 | 143 | 127 | 165 | 218 | 294 |
| 45 | 09 | 61 | 82 | 115 | 166 | 146 | 190 | 252 | 341 |
| 50 | 10 | 65 | 88 | 124 | 178 | 154 | 201 | 266 | 359 |
| 55 | 11 | 72 | 98 | 137 | 197 | 172 | 224 | 296 | 399 |
| 60 | 12 | 75 | 102 | 142 | 205 | 182 | 238 | 315 | 424 |
| 65 | 13 | 78 | 106 | 148 | 212 | 189 | 245 | 324 | 437 |
| 70 | 14 | 83 | 112 | 156 | 225 | 201 | 261 | 345 | 464 |
| 75 | 15 | 87 | 118 | 165 | 237 | 211 | 274 | 361 | 487 |
| 80 | 16 | 96 | 130 | 181 | 260 | 257 | 303 | 401 | 540 |
| 85 | 17 | 102 | 139 | 193 | 278 | 250 | 325 | 429 | 578 |
| 90 | 18 | 114 | 154 | 215 | 314 | 273 | 355 | 469 | 632 |
| 95 | 19 | 115 | 156 | 217 | 313 | 280 | 365 | 482 | 649 |
| 100 | 20 | 122 | 165 | 230 | 331 | 296 | 388 | 509 | 685 |
| 105 | 21 | 129 | 174 | 243 | 349 | 308 | 399 | 527 | 708 |
| 110 | 22 | 135 | 183 | 254 | 364 | 325 | 423 | 557 | 748 |
| 120 | 24 | 139 | 188 | 261 | 373 | 338 | 440 | 579 | 777 |
| 130 | 26 | 155 | 209 | 291 | 416 | 378 | 491 | 650 | 869 |
| 140 | 28 | 163 | 220 | 305 | 437 | 397 | 516 | 679 | 911 |

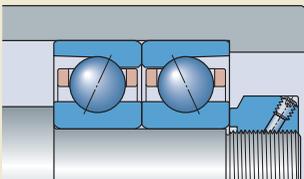
Befestigung von Lagerringen

Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe „Super-precision bearings“ werden in der Regel axial auf der Welle oder im Gehäuse mit Hilfe von Präzisionswellenmuttern (→ **Bild 19**) bzw. mit Lagerdeckeln festgesetzt. Eine zufriedenstellende Unterstützung und Festsetzung erfordert Komponenten mit hoher geometrischer Genauigkeit und guter mechanischer Festigkeit.

Das Anzugsmoment M_t für Präzisionswellenmuttern bzw. die Schrauben am Lagerdeckel, muss groß genug sein, um alle Komponenten, einschließlich Lagern, an ihrem Platz zu halten, ohne Verformungen oder andere Schäden zu verursachen.

Informationen über Präzisionswellenmuttern enthält der Abschnitt *Präzisionswellenmuttern* (→ **Seite 375**).

Bild 19



Berechnung des erforderlichen Anzugsmoments

Aufgrund der Anzahl der Variablen (Reibung zwischen benachbarten Komponenten, Grad der Passung, erhöhte Vorspannung aufgrund von fester Passung usw.) ist eine genaue Berechnung des erforderlichen Anzugsmoments M_t für Präzisionswellenmuttern bzw. für die Schrauben an Lagerdeckeln nicht möglich. Die folgende Formel ermöglicht eine näherungsweise Bestimmung von M_t , die Ergebnisse sollten jedoch in der Praxis kontrolliert werden.

Die erforderliche axiale Spannkraft für die Präzisionswellenmutter bzw. die Schrauben am Lagerdeckel lässt sich wie folgt ermitteln

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

Das erforderliche Anzugsmoment für eine Präzisionswellenmutter lässt sich wie folgt ermitteln

$$M_t = K P_a$$

Das erforderliche Anzugsmoment für die Schrauben am Lagerdeckel lässt sich wie folgt ermitteln

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

Hierin sind

- M_t = erforderliches Anzugsmoment [Nmm]
- P_a = erforderliche axiale Spannkraft [N]
- F_c = axiale Montagekraft [N]
 - für Lager der Reihen 718 .. D, 719 .. D, 70 .. D und 72 .. D (**→ Tabelle 32, Seite 186**)
 - für Lager der Reihen 719 .. E und 70 .. E (**→ Tabelle 33, Seite 187**)
 - für Lager der Reihen 719 .. B und 70 .. B (**→ Tabelle 34, Seite 188**)
- F_s = minimale axiale Spannkraft [N]
 - für Lager der Reihen 718 .. D, 719 .. D, 70 .. D und 72 .. D (**→ Tabelle 32**)
 - für Lager der Reihen 719 .. E und 70 .. E (**→ Tabelle 33**)
 - für Lager der Reihen 719 .. B und 70 .. B (**→ Tabelle 34**)
- $G_{A,B,C,D}$ = vordefinierte Vorspannung im Lagersatz vor dem Einbau [N] (**→ Tabelle 10 bis 14, Seite 153 bis 160**)
- K = Berechnungsfaktor, abhängig vom Gewinde (**→ Tabelle 35, Seite 189**)
- N_{cp} = Anzahl der Lager mit derselben Ausrichtung wie das Lager, mit dem die Präzisionswellenmutter bzw. die Schrauben am Lagerdeckel direkt verbunden sind¹⁾
- N_b = Anzahl der Schrauben am Lagerdeckel

¹⁾ Damit ist nicht die Gesamtanzahl der Lager in der Anordnung gemeint, sondern nur diejenigen Lager, die zum Schließen von Lücken zwischen Ringen bewegt werden müssen, um die voreingestellte Vorspannung zu erzielen. Siehe auch: *Befestigungsvorgang.*

Befestigungsvorgang

Beim axialen Befestigen von Hochgenauigkeits-Schrägkugellagern der Reihe „Super-precision bearings“ mit Hilfe einer Präzisionswellenmutter oder eines Lagerdeckels sollte das folgende Verfahren gewählt werden. Hierdurch kann sichergestellt werden, dass die Lager vollständig anliegen und die Spannkraft auf den geschätzten erforderlichen Grad zurückgesetzt wird.

- 1 Die Wellenmutter bzw. Schrauben am Lagerdeckel mit dem 2- bis 3-fachen des Wertes für M_t anziehen.
- 2 Die Wellenmutter bzw. Schrauben am Lagerdeckel lösen.
- 3 Anschließend die Wellenmutter bzw. Schrauben am Lagerdeckel auf den Wert M_t anziehen.

Minimale axiale Spannkraft und axiale Montagekraft für Präzisionswellenmuttern und Endscheiben für Lager der Ausführung D

| Lager- bohrung | Größe | Minimale axiale Spannkraft für Lager der Reihe | | | | Axiale Montagekraft für Lager der Reihe | | | |
|-------------------|-------|---|----------|---------|---------|--|----------|---------|---------|
| | | 718 .. D F _s | 719 .. D | 70 .. D | 72 .. D | 718 .. D F _c | 719 .. D | 70 .. D | 72 .. D |
| d | | N | | | | N | | | |
| mm | – | | | | | | | | |
| 6 | 6 | – | – | 260 | – | – | – | 430 | – |
| 7 | 7 | – | – | 310 | 490 | – | – | 410 | 550 |
| 8 | 8 | – | – | 450 | 490 | – | – | 490 | 600 |
| 9 | 9 | – | – | 600 | 650 | – | – | 490 | 600 |
| 10 | 00 | 370 | 500 | 600 | 850 | 240 | 280 | 500 | 700 |
| 12 | 01 | 430 | 600 | 700 | 1 000 | 210 | 280 | 470 | 700 |
| 15 | 02 | 550 | 650 | 1 000 | 950 | 180 | 280 | 490 | 600 |
| 17 | 03 | 600 | 750 | 1 000 | 1 300 | 160 | 280 | 490 | 700 |
| 20 | 04 | 950 | 1 300 | 1 600 | 2 300 | 250 | 400 | 650 | 850 |
| 25 | 05 | 1 200 | 1 600 | 2 000 | 2 400 | 210 | 340 | 550 | 750 |
| 30 | 06 | 1 400 | 1 900 | 2 500 | 3 400 | 180 | 300 | 550 | 700 |
| 35 | 07 | 1 600 | 2 600 | 3 300 | 5 500 | 210 | 440 | 750 | 1 200 |
| 40 | 08 | 1 800 | 3 100 | 4 100 | 6 000 | 180 | 500 | 750 | 1 200 |
| 45 | 09 | 2 400 | 3 800 | 4 500 | 7 000 | 190 | 480 | 750 | 1 200 |
| 50 | 10 | 2 900 | 3 100 | 5 000 | 6 000 | 180 | 380 | 650 | 1 000 |
| 55 | 11 | 3 300 | 4 100 | 6 000 | 7 500 | 230 | 430 | 800 | 1 100 |
| 60 | 12 | 3 300 | 4 500 | 6 500 | 11 000 | 240 | 400 | 750 | 1 300 |
| 65 | 13 | 4 700 | 4 800 | 7 000 | 13 000 | 260 | 370 | 700 | 1 300 |
| 70 | 14 | 5 000 | 6 500 | 8 500 | 14 000 | 240 | 500 | 800 | 1 300 |
| 75 | 15 | 5 500 | 6 500 | 9 000 | 15 000 | 230 | 480 | 750 | 1 300 |
| 80 | 16 | 5 500 | 7 000 | 11 000 | 17 000 | 300 | 650 | 1 200 | 1 900 |
| 85 | 17 | 7 500 | 9 000 | 11 000 | 19 000 | 550 | 900 | 1 400 | 2 500 |
| 90 | 18 | 8 000 | 9 500 | 14 000 | 19 000 | 500 | 850 | 1 700 | 2 500 |
| 95 | 19 | 8 000 | 10 000 | 14 000 | 27 000 | 480 | 850 | 1 500 | 3 000 |
| 100 | 20 | 8 500 | 12 000 | 15 000 | 27 000 | 460 | 1 000 | 1 400 | 3 100 |
| 105 | 21 | 9 000 | 12 500 | 17 000 | 31 000 | 450 | 900 | 1 600 | 3 300 |
| 110 | 22 | 11 000 | 13 000 | 20 000 | 37 000 | 600 | 900 | 1 800 | 3 600 |
| 120 | 24 | 12 000 | 16 000 | 22 000 | 45 000 | 600 | 1 200 | 1 900 | 4 300 |
| 130 | 26 | 17 000 | 23 000 | 27 000 | 48 000 | 900 | 1 300 | 2 700 | 4 500 |
| 140 | 28 | 16 000 | 24 000 | 29 000 | 59 000 | 800 | 1 300 | 2 500 | 5 000 |
| 150 | 30 | 21 000 | 27 000 | 34 000 | – | 1 000 | 1 800 | 2 700 | – |
| 160 | 32 | 23 000 | 28 000 | 38 000 | – | 1 000 | 1 700 | 2 900 | – |
| 170 | 34 | – | 30 000 | 51 000 | – | – | 1 600 | 3 500 | – |
| 180 | 36 | – | 37 000 | 59 000 | – | – | 2 200 | 4 000 | – |
| 190 | 38 | – | 39 000 | 62 000 | – | – | 2 600 | 4 500 | – |
| 200 | 40 | – | 48 000 | 66 000 | – | – | 3 200 | 5 500 | – |
| 220 | 44 | – | 52 000 | 79 000 | – | – | 2 900 | 6 000 | – |
| 240 | 48 | – | 57 000 | 86 000 | – | – | 2 700 | 5 500 | – |
| 260 | 52 | – | 77 000 | 109 000 | – | – | 4 000 | 7 500 | – |
| 280 | 56 | – | 83 000 | – | – | – | 4 000 | – | – |
| 300 | 60 | – | 107 000 | – | – | – | 5 300 | – | – |
| 320 | 64 | – | 114 000 | – | – | – | 5 700 | – | – |
| 340 | 68 | – | 120 000 | – | – | – | 6 000 | – | – |
| 360 | 72 | – | 127 000 | – | – | – | 6 200 | – | – |

Tabelle 33

Minimale axiale Spannkraft und axiale Montagekraft für Präzisionswellenmuttern und Endscheiben für Lager der Ausführung E

| Bohrung d | Größe | Minimale axiale Spannkraft für Lager der Reihe | | Axiale Montagekraft für Lager der Reihe | |
|--------------|-------|---|---------|--|---------|
| | | 719 .. E F_s | 70 .. E | 719 .. E F_c | 70 .. E |
| mm | – | N | | N | |
| 6 | 6 | – | 260 | – | 430 |
| 7 | 7 | – | 310 | – | 410 |
| 8 | 8 | 330 | 450 | 280 | 490 |
| 9 | 9 | 400 | 600 | 280 | 490 |
| 10 | 00 | 500 | 650 | 280 | 550 |
| 12 | 01 | 600 | 700 | 280 | 470 |
| 15 | 02 | 650 | 1 000 | 280 | 490 |
| 17 | 03 | 750 | 1 000 | 280 | 490 |
| 20 | 04 | 1 300 | 1 600 | 400 | 650 |
| 25 | 05 | 1 600 | 1 800 | 340 | 500 |
| 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 |

Minimale axiale Spannkraft und axiale Montagekraft für Präzisionswellenmutter und Endscheiben für Lager der Ausführung B

| Lager- bohrung | Größe | Minimale axiale Spannkraft für Lager der Reihe | | Axiale Montagekraft für Lager der Reihe | |
|-------------------|-------|---|---------|--|---------|
| | | 719 .. B F_s | 70 .. B | 719 .. B F_c | 70 .. B |
| d | | N | | N | |
| mm | – | | | | |
| 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 |

Tabelle 35

Faktor K zur Bestimmung des Anzugsmoments

| Gewinde-Nenn- durchmesser ¹⁾ | Faktor K bei Präzisionswellen- muttern | Endscheiben- schrauben |
|--|---|---------------------------|
| 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 | – |
| M 170 | 21 | – |
| M 180 | 22 | – |
| M 190 | 23 | – |
| M 200 | 24 | – |
| M 220 | 26 | – |
| M 240 | 27 | – |
| M 260 | 29 | – |
| M 280 | 32 | – |
| M 300 | 34 | – |
| M 320 | 36 | – |
| M 340 | 38 | – |
| M 360 | 40 | – |

¹⁾ Nur für Feingewinde

Tragfähigkeit von Lagersätzen

Die Werte für Tragzahlen (C , C_0) und Ermüdungsgrenzbelastung (P_u) in den Produkttabellen (→ **Seite 198**) beziehen sich auf Einzelager. Bei Lagersätzen müssen die entsprechenden Werte für Einzellager mit dem Beiwert aus **Tabelle 36** multipliziert werden.

2

Tabelle 36

Berechnungsbeiwerte für Lagersätze

| Anzahl Scheiben in einem Satz | Berechnungsfaktor | | |
|-------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|--|
| | bei dynamischer Tragzahl C | statischer Tragzahl C_0 | Ermüdungs- grenzbelas- tung P_u |
| 2 | 1,62 | 2 | 2 |
| 3 | 2,16 | 3 | 3 |
| 4 | 2,64 | 4 | 4 |
| 5 | 3,09 | 5 | 5 |

Äquivalente Lagerbelastungen

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

Radial belastete Lagerpaare, Einbau mit fester Passung:

$$F_a = G_m$$

Radial belastete Lagerpaare, mit Federn vorgespannt:

$$F_a = G_{\text{Federn}}$$

Axial belastete Lagerpaare, Einbau mit fester Passung:

$$\begin{aligned} K_a \leq 3 G_m &\rightarrow F_a = G_m + 0,67 K_a \\ K_a > 3 G_m &\rightarrow F_a = K_a \end{aligned}$$

Axial belastete Lagerpaare, mit Federn vorgespannt:

$$F_a = G_{\text{Federn}} + K_a$$

Hierin sind

- F_a = axialer Lastanteil [N]
- G_m = Vorspannung des eingebauten Lagerpaars [N] (\rightarrow *Vorspannung in eingebauten Lagersätzen, Seite 162*)
- G_{Federn} = Vorspannung durch die Federn [N] (bei Spindelanwendungen müssen sich die federbelasteten Lagerringe axial frei bewegen können)
- K_a = auf die Lageranordnung wirkende externe Axialkraft [N]

Äquivalente dynamische Lagerbelastung

Die äquivalente dynamische Lagerbelastung lässt sich folgendermaßen bestimmen:

Für Einzellager und Lager in Tandem-Anordnung

$$\begin{aligned} F_a/F_r \leq e &\rightarrow P = F_r \\ F_a/F_r > e &\rightarrow P = X_2 F_r + Y_2 F_a \end{aligned}$$

Lagerpaare in O- oder X-Anordnung:

$$\begin{aligned} F_a/F_r \leq e &\rightarrow P = F_r + Y_1 F_a \\ F_a/F_r > e &\rightarrow P = X_2 F_r + Y_2 F_a \end{aligned}$$

Die Faktoren e , X_2 , Y_1 und Y_2 hängen vom Berührungswinkel des Lagers ab und sind angegeben für:

- Einzellager und Lager in Tandem-Anordnung (\rightarrow **Tabelle 37**)
- Lagerpaare in O- oder X-Anordnung (\rightarrow **Tabelle 38**)

Für Lager mit einem Berührungswinkel von 15° hängen die Faktoren e , Y_1 und Y_2 vom Verhältnis $f_0 F_a/C_0$ ab.

Hierin sind

P = äquivalente dynamische Belastung am Lagersatz [kN]

F_r = die auf den Lagersatz wirkende Radialbelastung [kN]

F_a = die auf den Lagersatz wirkende Axialbelastung [kN]

f_0 = ein Berechnungsfaktor
(→ **Produkttabellen, Seite 198**)

C_0 = die statische Tragzahl, kN
(→ **Produkttabellen**)

Äquivalente statische Lagerbelastung

Die äquivalente statische Lagerbelastung lässt sich folgendermaßen bestimmen:

Für Einzellager und Lager in Tandem-Anordnung

$$P_0 = 0,5 F_r + Y_0 F_a$$

Lagerpaare in O- oder X-Anordnung:

$$P_0 = F_r + Y_0 F_a$$

Hierin sind

P_0 = äquivalente statische Belastung am Lagersatz [kN]

F_r = die auf den Lagersatz wirkende Radialbelastung [kN]

F_a = die auf den Lagersatz wirkende Axialbelastung [kN]

Wenn $P_0 < F_r$, sollte stattdessen $P_0 = F_r$ verwendet werden.

Der Faktor e, Y_0 hängt vom Berührungswinkel des Lagers ab und ist angegeben für:

- Einzellager und Lager in Tandem-Anordnung (→ **Tabelle 37**)
- Lagerpaare in O- oder X-Anordnung (→ **Tabelle 38**)

Tabelle 37

Faktoren für Einzellager und für Lager in Tandem-Anordnung

| $f_0 F_a/C_0$ | e | X_2 | Y_2 | Y_0 |
|--|------|-------|-------|-------|
| Berührungswinkel 15° (Nachsetzzeichen CD, CE oder CB) | | | | |
| ≤ 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 |
| Berührungswinkel 18° (Nachsetzzeichen FE oder FB) | | | | |
| – | 0,57 | 0,43 | 1 | 0,42 |
| Berührungswinkel 25° (Nachsetzzeichen ACD, ACE oder ACB) | | | | |
| – | 0,68 | 0,41 | 0,87 | 0,38 |

Tabelle 38

Faktoren für Lagerpaare in O- oder X-Anordnung

| $2 f_0 F_a/C_0$ | e | X_2 | Y_1 | Y_2 | Y_0 |
|--|------|-------|-------|-------|-------|
| Berührungswinkel 15° (Nachsetzzeichen CD, CE oder CB) | | | | | |
| ≤ 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 |
| Berührungswinkel 18° (Nachsetzzeichen FE oder FB) | | | | | |
| – | 0,57 | 0,7 | 1,09 | 1,63 | 0,84 |
| Berührungswinkel 25° (Nachsetzzeichen ACD, ACE oder ACB) | | | | | |
| – | 0,68 | 0,67 | 0,92 | 1,41 | 0,76 |

Erreichbare Drehzahlen

Die erreichbaren Drehzahlen in den Produkttabellen (→ Seite 198) sind Richtwerte. Sie gelten unter bestimmten Bedingungen. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Erreichbare Drehzahlen* auf Seite 44.

Abgedichtete Lager

Da an der Dichtlippe keine Reibung erzeugt wird, entspricht die erreichbare Drehzahl eines abgedichteten Lagers der eines offenen Lagers derselben Größe.

Schmierwirkung

Die Werte für Öl-Luft-Schmierung sind bei anderen Ölschmierverfahren nach unten zu korrigieren.

Die Werte für Fettschmierung lassen sich bei abgedichteten bzw. offenen Lagern mit der richtigen Menge an geeignetem, niedrigviskosem Premiumfett erzielen. Weitere Auskünfte erhalten Sie vom Technischen SKF Beratungsservice.

Eingepasste Lager

Wenn Einzellager zur Erzielung einer erhöhten Steifigkeit so eingepasst werden, dass eine starke Vorspannung entsteht, sind die erreichbaren Drehzahlen aus den Produkttabellen nach unten zu korrigieren. Weitere Auskünfte erhalten Sie vom Technischen SKF Beratungsservice.

Lagersätze

Werden Lagersätze mit zwei oder mehr direkt nebeneinander liegenden Lagern eingebaut,

sind die erreichbaren Drehzahlen aus den Produkttabellen nach unten zu korrigieren. Die in diesen Fällen zulässigen Höchstdrehzahlen lassen sich durch Multiplikation des Richtwerts in den Produkttabellen mit dem Reduktionsfaktor aus der **Tabelle 39** ermitteln (der Reduktionsfaktor ist abhängig von der Lagerkonstruktion, der Vorspannung und der Lageranordnung).

Abstandsringe

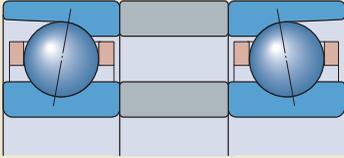
Sollte die berechnete erreichbare Drehzahl nicht für den Anwendungsfall ausreichen, können präzisionsgefertigte Abstandsringe in den Lagersatz eingebaut werden (→ Bild 20), um das Drehzahlvermögen zu erhöhen.

Drehzahlreduktionsfaktoren für Lagersätze

| Anzahl der Lager | Anordnung | Nachsetzzeichen für zusammengepasste Lagersätze | Drehzahlreduktionsfaktoren für Lager der Reihe 718 .. D, 719 .. E und 70 .. E für Vorspannungsklasse | | | | | |
|------------------|---------------------------|--|---|------|------|------|------|------|
| | | | A | L | B | M | C | F |
| 2 | O-Anordnung | DB | 0,8 | – | 0,65 | – | 0,4 | – |
| | X-Anordnung | DF | 0,77 | – | 0,61 | – | 0,36 | – |
| 3 | Tandem-O-Tandem-Anordnung | TBT | 0,69 | 0,72 | 0,49 | 0,58 | 0,25 | 0,36 |
| | Tandem-X-Tandem-Anordnung | TFT | 0,63 | 0,66 | 0,42 | 0,49 | 0,17 | 0,24 |
| 4 | Tandem-O-Anordnung | QBC | 0,64 | – | 0,53 | – | 0,32 | – |
| | Tandem-X-Anordnung | QFC | 0,62 | – | 0,48 | – | 0,27 | – |

Bei federbelasteten Tandemsätzen mit dem Nachsetzzeichen DT sollte ein Drehzahlreduktionsfaktor von 0,9 angewandt werden.

Bild 20



2

Tabelle 39

| 719 .. B und 70 .. B für Vorspannungsklasse | | | 719 .. D, 70 .. D und 72 .. D für Vorspannungsklasse | | | |
|--|------|------|---|------|------|------|
| A | B | C | A | B | C | D |
| 0,83 | 0,78 | 0,58 | 0,81 | 0,75 | 0,65 | 0,4 |
| 0,8 | 0,74 | 0,54 | 0,77 | 0,72 | 0,61 | 0,36 |
| 0,72 | 0,66 | 0,4 | 0,7 | 0,63 | 0,49 | 0,25 |
| 0,64 | 0,56 | 0,3 | 0,63 | 0,56 | 0,42 | 0,17 |
| 0,67 | 0,64 | 0,48 | 0,64 | 0,6 | 0,53 | 0,32 |
| 0,64 | 0,6 | 0,41 | 0,62 | 0,58 | 0,48 | 0,27 |

Montage

Zusammenpressen der Lagersätze beim Einbau im angewärmten Zustand

Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe „Super-precision bearings“ werden meist satzweise eingebaut. Im angewärmten Zustand sind die Bohrungsdurchmesser und die Breiten der Lager etwas größer. Der größere Bohrungsdurchmesser erleichtert den Einbau.

Beim Abkühlen zieht sich der Bohrungsdurchmesser auf die erforderliche (feste) Passung zusammen. Sie nehmen dadurch auch in der Breite ab, weshalb zwischen den Lagern ein kleiner Spalt entstehen kann. Dieser Spalt kann sich negativ auf die Vorspannung im Lagersatz auswirken. Um dies zu vermeiden, sollten die Lagerinnenringe beim Abkühlen mit einer Axialkraft gegeneinander gedrückt werden (→ Bild 21), die geringfügig höher ist als die Ausbaukraft. Beim Zusammenpressen der Lager sollte die Kraft nie direkt oder indirekt auf die Außenringe einwirken.

Verpackungskennzeichnung

Die SKF Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“ werden in Schachteln mit deutlichem SKF Ausdruck (→ Bild 22) ausgeliefert. Jede Schachtel enthält ein Merkblatt mit Angaben zum Einbau.

Die Angaben auf der Lagerverpackung sind hilfreich bei der Auswahl von Universallagern für den satzweisen Einbau. Vermerkt sind z. B. Abweichungen des mittleren Außen- bzw. mittleren Bohrungsdurchmessers von den Nenn-durchmessern sowie der tatsächliche Berührungswinkel des Lagers (→ Bild 23). Es sollten immer nur Lager mit ähnlichen Abweichungen und Berührungswinkeln zu einem Satz zusammengefasst werden.

Bild 21

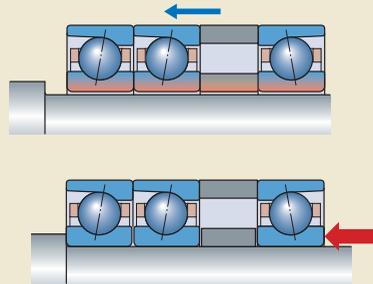


Bild 22



Bild 23



Bezeichnungsschema

Beispiele: Einzellager – 71922 CDGBTNHA/PA9AL
 Zusammengepasster Lagersatz – S7010 ACD/HCP4AQBCC

| | | | | | | | |
|---|-----|----|-----|----|------|---|--|
| | 719 | 22 | CD | GB | TNHA | / | |
| S | 70 | 10 | ACD | | | / | |

Vorsetzzeichen

- Offenes Lager (ohne Vorsetzzeichen)
- S Abgedichtetes Lager
- V Lager mit NitroMax-Stahlringen und Kugeln aus speziellem Siliziumnitrid Si₃N₄ (Hybridlager)

Lagerreihe

- 718 Schrägkugellager nach ISO-Maßreihe 18
- 719 Schrägkugellager nach ISO-Maßreihe 19
- 70 Schrägkugellager nach ISO-Maßreihe 10
- 72 Schrägkugellager nach ISO-Maßreihe 02

Lagergröße

- 6 6 mm Bohrungsdurchmesser
- 7 7 mm Bohrungsdurchmesser
- 8 8 mm Bohrungsdurchmesser
- 9 9 mm Bohrungsdurchmesser
- 00 10 mm Bohrungsdurchmesser
- 01 12 mm Bohrungsdurchmesser
- 02 15 mm Bohrungsdurchmesser
- 03 17 mm Bohrungsdurchmesser
- 04 (x 5) 20 mm Bohrungsdurchmesser
- bis
- 72 (x 5) 360 mm Bohrungsdurchmesser

Innere Konstruktion

- CD Berührungswinkel 15°, Hochleistungsausführung
- ACD Berührungswinkel 25°, Hochleistungsausführung
- CE Berührungswinkel 15°, Hochgeschwindigkeitsausführung E
- FE Berührungswinkel 18°, Hochgeschwindigkeitsausführung E
- ACE Berührungswinkel 25°, Hochgeschwindigkeitsausführung E
- CB Berührungswinkel 15°, Hochgeschwindigkeitsausführung B
- FB Berührungswinkel 18°, Hochgeschwindigkeitsausführung B
- ACB Berührungswinkel 25°, Hochgeschwindigkeitsausführung B

Einzellager – Ausführung und Vorspannung

- Unabhängiges Einzellager (ohne Nachsetzzeichen) (Reihen 718 .. D, 719 .. D, 70 .. D, 72 .. D, 719 .. E, 70 .. E, 719 .. B und 70 .. B)
- GA Einzelne Universallager für den satzweisen Einbau, extraleichte Vorspannung (Reihen 719 .. D, 70 .. D und 72 .. D)
- GA Einzelne Universallager für den satzweisen Einbau, leichte Vorspannung (Reihen 718 .. D, 719 .. E, 70 .. E, 719 .. B und 70 .. B)
- GB Einzelne Universallager für den satzweisen Einbau, leichte Vorspannung (Reihen 719 .. D, 70 .. D und 72 .. D)
- GB Einzelne Universallager für den satzweisen Einbau, mittlere Vorspannung (Reihen 718 .. D, 719 .. E, 70 .. E, 719 .. B und 70 .. B)
- GC Einzelne Universallager für den satzweisen Einbau, mittlere Vorspannung (Reihen 719 .. D, 70 .. D und 72 .. D)
- GC Einzelne Universallager für den satzweisen Einbau, starke Vorspannung (Reihen 718 .. D, 719 .. E, 70 .. E, 719 .. B und 70 .. B)
- GD Einzelne Universallager für den satzweisen Einbau, starke Vorspannung (Reihen 719 .. D, 70 .. D und 72 .. D)

Käfig

- Phenolharz mit Gewebeeinlage oder kohlenstoffaserverstärktes PEEK, außenringgeführt (ohne Nachsetzzeichen)
- MA Massives Messing, außenringgeführt
- TNHA Glasfaserverstärktes PEEK, außenringgeführt

| | | | | |
|----|------|---|-----|---|
| | PA9A | L | | |
| HC | P4A | | QBC | C |

Lagersatz – Vorspannung

- A** Extraleichte Vorspannung (Reihen 719.. D, 70 .. D und 72 .. D)
A Leichte Vorspannung (Reihen 718.. D, 719 .. E, 70 .. E, 719 .. B und 70 .. B)
L Leichte Vorspannung – nur für zusammengepasste Lagersätze in den Anordnungen TBT, TFT, QBT und QFT (Reihen 718 .. D, 719 .. E und 70 .. E)
B Leichte Vorspannung (Reihen 719.. D, 70 .. D und 72 .. D)
B Mittlere Vorspannung (Reihen 718.. D, 719 .. E, 70 .. E, 719 .. B und 70 .. B)
M Geringe Vorspannung – nur für zusammengepasste Lagersätze in den Anordnungen TBT, TFT, QBT und QFT (Reihen 718 .. D, 719 .. E und 70 .. E)
C Mittlere Vorspannung (Reihen 719.. D, 70 .. D und 72 .. D)
C Starke Vorspannung (Reihen 718.. D, 719 .. E, 70 .. E, 719 .. B und 70 .. B)
F Starke Vorspannung – nur für zusammengepasste Lagersätze in den Anordnungen TBT, TFT, QBT und QFT (Reihen 718 .. D, 719 .. E und 70 .. E)
D Starke Vorspannung (Reihen 719.. D, 70 .. D und 72 .. D)
G... Sondervorspannung, angegeben in daN, z.B. G240 (Reihen 718..) D, 719 .. D, 70 .. D, 72 .. D, 719 .. E, 70 .. E, 719 .. B und 70 .. B)

Lagersatzanordnung und Vorspannung

- DB** Satz aus zwei Lagern in O-Anordnung <>
DF Satz aus zwei Lagern in X-Anordnung ><
DT Satz aus zwei Lagern in Tandem-Anordnung <<
DG Satz aus zwei Universallagern für den satzweisen Einbau
TBT Satz aus drei Lagern in O- und Tandem-Anordnung <>>
TFT Satz aus drei Lagern in Tandem- und X-Anordnung >><
TT Satz aus drei Lagern in Tandem-Anordnung <<<
TG Satz aus drei Universallagern für den satzweisen Einbau
QBC Satz aus vier Lagern in Tandem-O-Anordnung <<>>
QFC Satz aus vier Lagern in Tandem-X-Anordnung >><<
QBT Satz aus vier Lagern in O- und Tandem-Anordnung <>>>
QFT Satz aus vier Lagern in X- und Tandem-Anordnung ><<<
QT Satz aus vier Lagern in Tandem-Anordnung <<<<
QG Satz aus vier Universallagern für den satzweisen Einbau
PBC Satz aus fünf Lagern in Tandem-O-Anordnung <<>>>
PFC Satz aus fünf Lagern in Tandem-X-Anordnung >><<<
PBT Satz aus fünf Lagern in O- und Tandem-Anordnung <>>>>
PFT Satz aus fünf Lagern in X- und Tandem-Anordnung ><<<<<
PT Satz aus fünf Lagern in Tandem-Anordnung <<<<<
PG Satz aus fünf Universallagern für den satzweisen Einbau

Schmierseigenschaften

- H** Zwei Schmierbohrungen an der druckabgewandten Seite des Außenrings
H1 Zwei Schmierbohrungen an der Druckseite des Außenrings
L Umfangsnut mit zwei Schmierbohrungen an der druckabgewandten Seite des Außenrings und zwei Umfangsnuten mit O-Ringen am Außenring
L1 Umfangsnut mit zwei Schmierbohrungen an der Druckseite des Außenrings und zwei Umfangsnuten mit O-Ringen am Außenring

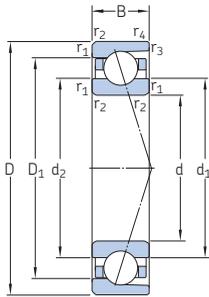
Genauigkeit

- P4** Maß- und Laufgenauigkeit nach ISO-Toleranzklasse 4
P4A Maßgenauigkeit nach ISO-Toleranzklasse 4 und Laufgenauigkeit besser als ISO-Toleranzklasse 4
P2 Maß- und Laufgenauigkeit nach ISO-Toleranzklasse 2
PA9A Maß- und Laufgenauigkeit nach ISO-Toleranzklasse 2

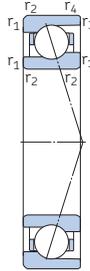
Kugelwerkstoff

- Chromstahl (kein Nachsetzzeichen)
HC Kugeln aus speziellem Lager-Siliziumnitrid Si₃N₄ (Hybridlager)

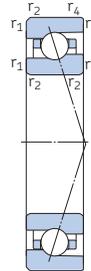
2.1 Schrägkugellager d 6 – 8 mm



ACD, CD



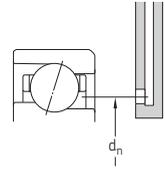
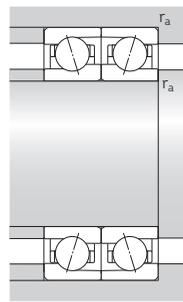
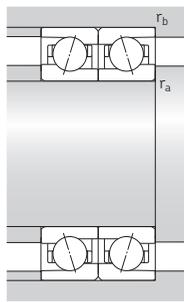
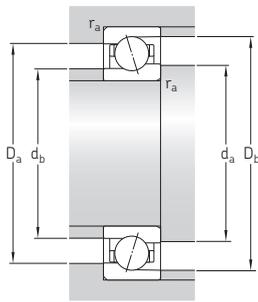
719 .. ACE,
719 .. CE



70 .. ACE,
70 .. CE

| Haupt- abmessungen | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenzbelas- tung P_u | Erreichbare Fettschmie- rung | Drehzahlen | | Gewicht | Kurzzeichen | Erhältliche Ausführungen | | | |
|-----------------------|------------|-------|--|------------------------------------|------------------------|---|---------|-------------|--------------------------|---|---|---|
| | dyn. | stat. | | | Öl-Luft- Schmierung | Direkte Öl- Luft- Schmie- rung ¹⁾ | | | | | | |
| d | D | B | C | C_0 | | | | | Dichtungs- lösung | Direkte Öl- Luft- Schmie- rung ¹⁾ | | |
| mm | | | | | min^{-1} | | kg | - | - | | | |
| 6 | 17 | 6 | 1,51 | 0,49 | 0,02 | 127 000 | 195 000 | 0,006 | 706 ACE/P4A | - | H | |
| | 17 | 6 | 1,51 | 0,49 | 0,02 | 150 000 | 230 000 | 0,005 | 706 ACE/HCP4A | - | H | |
| | 17 | 6 | 1,56 | 0,5 | 0,022 | 140 000 | 220 000 | 0,006 | 706 CE/P4A | - | H | |
| | 17 | 6 | 1,56 | 0,5 | 0,022 | 170 000 | 260 000 | 0,005 | 706 CE/HCP4A | - | H | |
| | 17 | 6 | 1,95 | 0,75 | 0,032 | 110 000 | 160 000 | 0,006 | 706 ACD/P4A | - | H | |
| | 17 | 6 | 1,95 | 0,75 | 0,032 | 130 000 | 190 000 | 0,005 | 706 ACD/HCP4A | - | H | |
| | 17 | 6 | 2,03 | 0,765 | 0,032 | 120 000 | 180 000 | 0,006 | 706 CD/P4A | - | H | |
| | 17 | 6 | 2,03 | 0,765 | 0,032 | 140 000 | 220 000 | 0,005 | 706 CD/HCP4A | - | H | |
| | 7 | 19 | 6 | 1,86 | 0,62 | 0,026 | 112 000 | 175 000 | 0,007 | 707 ACE/P4A | - | H |
| | | 19 | 6 | 1,86 | 0,62 | 0,026 | 133 000 | 205 000 | 0,006 | 707 ACE/HCP4A | - | H |
| | | 19 | 6 | 1,95 | 0,64 | 0,027 | 127 000 | 190 000 | 0,007 | 707 CE/P4A | - | H |
| | | 19 | 6 | 1,95 | 0,64 | 0,027 | 150 000 | 230 000 | 0,006 | 707 CE/HCP4A | - | H |
| 19 | | 6 | 2,42 | 0,95 | 0,04 | 95 000 | 140 000 | 0,008 | 707 ACD/P4A | - | H | |
| 19 | | 6 | 2,42 | 0,95 | 0,04 | 110 000 | 170 000 | 0,007 | 707 ACD/HCP4A | - | H | |
| 19 | | 6 | 2,51 | 0,98 | 0,04 | 100 000 | 160 000 | 0,008 | 707 CD/P4A | - | H | |
| 19 | | 6 | 2,51 | 0,98 | 0,04 | 120 000 | 190 000 | 0,007 | 707 CD/HCP4A | - | H | |
| 22 | | 7 | 2,91 | 1,12 | 0,048 | 70 000 | 110 000 | 0,013 | 727 ACD/P4A | - | - | |
| 22 | | 7 | 2,91 | 1,12 | 0,048 | 85 000 | 130 000 | 0,012 | 727 ACD/HCP4A | - | - | |
| 22 | | 7 | 2,96 | 1,16 | 0,049 | 80 000 | 120 000 | 0,013 | 727 CD/P4A | - | - | |
| 22 | | 7 | 2,96 | 1,16 | 0,049 | 95 000 | 150 000 | 0,012 | 727 CD/HCP4A | - | - | |
| 8 | 19 | 6 | 1,68 | 0,6 | 0,026 | 109 000 | 165 000 | 0,007 | 719/8 ACE/P4A | - | H | |
| | 19 | 6 | 1,68 | 0,6 | 0,026 | 130 000 | 200 000 | 0,006 | 719/8 ACE/HCP4A | - | H | |
| | 19 | 6 | 1,74 | 0,63 | 0,027 | 120 000 | 185 000 | 0,007 | 719/8 CE/P4A | - | H | |
| | 19 | 6 | 1,74 | 0,63 | 0,027 | 145 000 | 220 000 | 0,006 | 719/8 CE/HCP4A | - | H | |
| | 22 | 7 | 2,29 | 0,765 | 0,032 | 98 000 | 150 000 | 0,012 | 708 ACE/P4A | - | H | |
| | 22 | 7 | 2,29 | 0,765 | 0,032 | 115 000 | 180 000 | 0,011 | 708 ACE/HCP4A | - | H | |
| | 22 | 7 | 2,34 | 0,8 | 0,034 | 109 000 | 165 000 | 0,012 | 708 CE/P4A | - | H | |
| | 22 | 7 | 2,34 | 0,8 | 0,034 | 130 000 | 200 000 | 0,011 | 708 CE/HCP4A | - | H | |
| | 22 | 7 | 3,19 | 1,34 | 0,056 | 80 000 | 120 000 | 0,012 | 708 ACD/P4A | - | H | |
| | 22 | 7 | 3,19 | 1,34 | 0,056 | 95 000 | 150 000 | 0,011 | 708 ACD/HCP4A | - | H | |
| | 22 | 7 | 3,25 | 1,37 | 0,057 | 90 000 | 130 000 | 0,012 | 708 CD/P4A | - | H | |
| | 22 | 7 | 3,25 | 1,37 | 0,057 | 110 000 | 160 000 | 0,011 | 708 CD/HCP4A | - | H | |

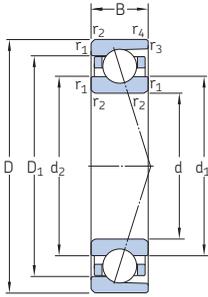
¹⁾ Nachsetzzeichen H, H1, L oder L1. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Direkte Öl-Luft-Schmierung* (→ Seite 136).



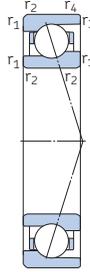
| Abmessungen | | | | | Anschlussmaße | | | | | | | | Fettbezugs- menge ¹⁾ | Berechnungs- faktor f ₀ | | | |
|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------------|--|----------------|-----------------|---|
| d | d ₁ | d ₂ | D ₁ | D ₂ | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | d _a min. | d _b min. | D _a max. | D _b max. | r _a max. | r _b max. | d _n | G _{ref} | f ₀ | | |
| mm | | | | | | | | | | | | | | | | cm ³ | – |
| 6 | 9,2 | 8,7 | 13,9 | – | 0,3 | 0,15 | 8 | 8 | 15 | 15,6 | 0,3 | 0,15 | 10,1 | 0,09 | – | | |
| | 9,2 | 8,7 | 13,9 | – | 0,3 | 0,15 | 8 | 8 | 15 | 15,6 | 0,3 | 0,15 | 10,1 | 0,09 | – | | |
| | 9,2 | 8,7 | 13,9 | – | 0,3 | 0,15 | 8 | 8 | 15 | 15,6 | 0,3 | 0,15 | 10,1 | 0,09 | 6,4 | | |
| | 9,2 | 8,7 | 13,9 | – | 0,3 | 0,15 | 8 | 8 | 15 | 15,6 | 0,3 | 0,15 | 10,1 | 0,09 | 6,4 | | |
| | 9,5 | 9,5 | 13,5 | – | 0,3 | 0,15 | 8 | 8 | 15 | 16,2 | 0,3 | 0,15 | 10,3 | 0,09 | – | | |
| | 9,5 | 9,5 | 13,5 | – | 0,3 | 0,15 | 8 | 8 | 15 | 16,2 | 0,3 | 0,15 | 10,3 | 0,09 | – | | |
| | 9,5 | 9,5 | 13,5 | – | 0,3 | 0,15 | 8 | 8 | 15 | 16,2 | 0,3 | 0,15 | 10,3 | 0,09 | 8,3 | | |
| | 9,5 | 9,5 | 13,5 | – | 0,3 | 0,15 | 8 | 8 | 15 | 16,2 | 0,3 | 0,15 | 10,3 | 0,09 | 8,3 | | |
| | 7 | 10,4 | 9,9 | 15,7 | – | 0,3 | 0,15 | 9 | 9 | 17 | 17,6 | 0,3 | 0,15 | 11,4 | 0,11 | – | |
| | | 10,4 | 9,9 | 15,7 | – | 0,3 | 0,15 | 9 | 9 | 17 | 17,6 | 0,3 | 0,15 | 11,4 | 0,11 | – | |
| | | 10,4 | 9,9 | 15,7 | – | 0,3 | 0,15 | 9 | 9 | 17 | 17,6 | 0,3 | 0,15 | 11,4 | 0,11 | 6,5 | |
| | | 10,4 | 9,9 | 15,7 | – | 0,3 | 0,15 | 9 | 9 | 17 | 17,6 | 0,3 | 0,15 | 11,4 | 0,11 | 6,5 | |
| 10,8 | | 10,8 | 15,2 | – | 0,3 | 0,15 | 9 | 9 | 17 | 18,2 | 0,3 | 0,15 | 11,7 | 0,12 | – | | |
| 10,8 | | 10,8 | 15,2 | – | 0,3 | 0,15 | 9 | 9 | 17 | 18,2 | 0,3 | 0,15 | 11,7 | 0,12 | – | | |
| 10,8 | | 10,8 | 15,2 | – | 0,3 | 0,15 | 9 | 9 | 17 | 18,2 | 0,3 | 0,15 | 11,7 | 0,12 | 8,1 | | |
| 10,8 | | 10,8 | 15,2 | – | 0,3 | 0,15 | 9 | 9 | 17 | 18,2 | 0,3 | 0,15 | 11,7 | 0,12 | 8,1 | | |
| 12,6 | | 12,6 | 17,4 | – | 0,3 | 0,2 | 9,4 | 9,4 | 19,6 | 20,2 | 0,3 | 0,2 | 13,6 | 0,16 | – | | |
| 12,6 | | 12,6 | 17,4 | – | 0,3 | 0,2 | 9,4 | 9,4 | 19,6 | 20,2 | 0,3 | 0,2 | 13,6 | 0,16 | – | | |
| 12,6 | | 12,6 | 17,4 | – | 0,3 | 0,2 | 9,4 | 9,4 | 19,6 | 20,2 | 0,3 | 0,2 | 13,6 | 0,16 | 8,4 | | |
| 12,6 | | 12,6 | 17,4 | – | 0,3 | 0,2 | 9,4 | 9,4 | 19,6 | 20,2 | 0,3 | 0,2 | 13,6 | 0,16 | 8,4 | | |
| 8 | 11,3 | 10,8 | 15,7 | – | 0,3 | 0,15 | 10 | 10 | 17 | 18,2 | 0,3 | 0,15 | 12,2 | 0,09 | – | | |
| | 11,3 | 10,8 | 15,7 | – | 0,3 | 0,15 | 10 | 10 | 17 | 18,2 | 0,3 | 0,15 | 12,2 | 0,09 | – | | |
| | 11,3 | 10,8 | 15,7 | – | 0,3 | 0,15 | 10 | 10 | 17 | 18,2 | 0,3 | 0,15 | 12,2 | 0,09 | 7,2 | | |
| | 11,3 | 10,8 | 15,7 | – | 0,3 | 0,15 | 10 | 10 | 17 | 18,2 | 0,3 | 0,15 | 12,2 | 0,09 | 7,2 | | |
| | 12,1 | 11,5 | 17,9 | – | 0,3 | 0,15 | 10 | 10 | 20 | 20,6 | 0,3 | 0,15 | 13,3 | 0,17 | – | | |
| | 12,1 | 11,5 | 17,9 | – | 0,3 | 0,15 | 10 | 10 | 20 | 20,6 | 0,3 | 0,15 | 13,3 | 0,17 | – | | |
| | 12,1 | 11,5 | 17,9 | – | 0,3 | 0,15 | 10 | 10 | 20 | 20,6 | 0,3 | 0,15 | 13,3 | 0,17 | 6,6 | | |
| | 12,1 | 11,5 | 17,9 | – | 0,3 | 0,15 | 10 | 10 | 20 | 20,6 | 0,3 | 0,15 | 13,3 | 0,17 | 6,6 | | |
| | 12,6 | 12,6 | 17,4 | – | 0,3 | 0,2 | 10 | 10 | 20 | 20,6 | 0,3 | 0,2 | 13,6 | 0,15 | – | | |
| | 12,6 | 12,6 | 17,4 | – | 0,3 | 0,2 | 10 | 10 | 20 | 20,6 | 0,3 | 0,2 | 13,6 | 0,15 | – | | |
| | 12,6 | 12,6 | 17,4 | – | 0,3 | 0,2 | 10 | 10 | 20 | 20,6 | 0,3 | 0,2 | 13,6 | 0,15 | 8,4 | | |
| | 12,6 | 12,6 | 17,4 | – | 0,3 | 0,2 | 10 | 10 | 20 | 20,6 | 0,3 | 0,2 | 13,6 | 0,15 | 8,4 | | |

¹⁾ Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101

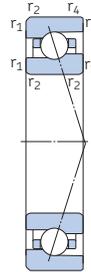
2.1 Schrägkugellager d 8 – 10 mm



ACD, CD



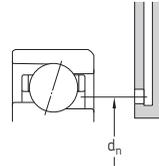
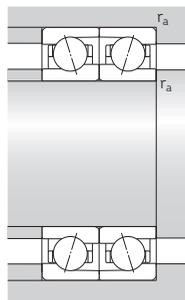
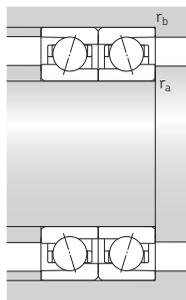
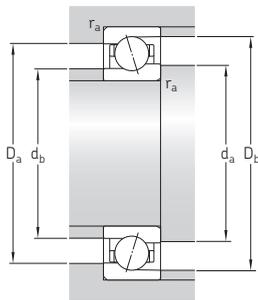
719 .. ACE,
719 .. CE



70 .. ACE,
70 .. CE

| Haupt- abmessungen | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenzbelas- tung P_u | Erreichbare Fettschmie- rung | Drehzahlen | | Gewicht | Kurzzeichen | Erhältliche Ausführungen | | |
|-----------------------|------------|-------|--|------------------------------------|------------------------|---|-------------------|-------------|--------------------------|---|---|
| | dyn. | stat. | | | Öl-Luft- Schmierung | Direkte Öl- Luft- Schmie- rung ¹⁾ | | | Dichtungs- lösung | Direkte Öl- Luft- Schmie- rung ¹⁾ | |
| d | D | B | C | C_0 | | | | | | | |
| mm | | | | | kN | kN | min^{-1} | kg | - | - | |
| 8 | 24 | 8 | 3,58 | 1,34 | 0,057 | 67 000 | 100 000 | 0,017 | 728 ACD/P4A | - | - |
| Forts. | 24 | 8 | 3,58 | 1,34 | 0,057 | 75 000 | 120 000 | 0,015 | 728 ACD/HCP4A | - | - |
| | 24 | 8 | 3,71 | 1,37 | 0,057 | 70 000 | 110 000 | 0,017 | 728 CD/P4A | - | - |
| | 24 | 8 | 3,71 | 1,37 | 0,057 | 85 000 | 130 000 | 0,015 | 728 CD/HCP4A | - | - |
| 9 | 20 | 6 | 1,95 | 0,765 | 0,032 | 100 000 | 150 000 | 0,008 | 719/9 ACE/P4A | - | H |
| | 20 | 6 | 1,95 | 0,765 | 0,032 | 120 000 | 180 000 | 0,007 | 719/9 ACE/HCP4A | - | H |
| | 20 | 6 | 2,03 | 0,8 | 0,034 | 109 000 | 165 000 | 0,008 | 719/9 CE/P4A | - | H |
| | 20 | 6 | 2,03 | 0,8 | 0,034 | 133 000 | 200 000 | 0,007 | 719/9 CE/HCP4A | - | H |
| | 24 | 7 | 2,51 | 0,9 | 0,038 | 90 000 | 137 000 | 0,014 | 709 ACE/P4A | - | H |
| | 24 | 7 | 2,51 | 0,9 | 0,038 | 106 000 | 165 000 | 0,013 | 709 ACE/HCP4A | - | H |
| | 24 | 7 | 2,6 | 0,93 | 0,04 | 98 000 | 150 000 | 0,014 | 709 CE/P4A | - | H |
| | 24 | 7 | 2,6 | 0,93 | 0,04 | 120 000 | 180 000 | 0,013 | 709 CE/HCP4A | - | H |
| | 24 | 7 | 3,45 | 1,53 | 0,064 | 75 000 | 110 000 | 0,015 | 709 ACD/P4A | - | H |
| | 24 | 7 | 3,45 | 1,53 | 0,064 | 85 000 | 130 000 | 0,013 | 709 ACD/HCP4A | - | H |
| | 24 | 7 | 3,58 | 1,6 | 0,068 | 80 000 | 120 000 | 0,015 | 709 CD/P4A | - | H |
| | 24 | 7 | 3,58 | 1,6 | 0,068 | 95 000 | 150 000 | 0,013 | 709 CD/HCP4A | - | H |
| | 26 | 8 | 3,97 | 1,6 | 0,067 | 60 000 | 90 000 | 0,02 | 729 ACD/P4A | - | - |
| | 26 | 8 | 3,97 | 1,6 | 0,067 | 70 000 | 110 000 | 0,018 | 729 ACD/HCP4A | - | - |
| | 26 | 8 | 4,1 | 1,66 | 0,071 | 67 000 | 100 000 | 0,02 | 729 CD/P4A | - | - |
| | 26 | 8 | 4,1 | 1,66 | 0,071 | 80 000 | 120 000 | 0,018 | 729 CD/HCP4A | - | - |
| 10 | 19 | 5 | 1,78 | 0,93 | 0,04 | 70 000 | 110 000 | 0,005 | 71800 ACD/P4 | - | - |
| | 19 | 5 | 1,78 | 0,93 | 0,04 | 85 000 | 130 000 | 0,005 | 71800 ACD/HCP4 | - | - |
| | 19 | 5 | 1,9 | 0,98 | 0,043 | 80 000 | 120 000 | 0,005 | 71800 CD/P4 | - | - |
| | 19 | 5 | 1,9 | 0,98 | 0,043 | 95 000 | 150 000 | 0,005 | 71800 CD/HCP4 | - | - |
| | 22 | 6 | 1,95 | 0,78 | 0,032 | 93 000 | 140 000 | 0,009 | 71900 ACE/P4A | - | H |
| | 22 | 6 | 1,95 | 0,78 | 0,032 | 109 000 | 165 000 | 0,008 | 71900 ACE/HCP4A | - | H |
| | 22 | 6 | 2,03 | 0,815 | 0,034 | 100 000 | 155 000 | 0,009 | 71900 CE/P4A | - | H |
| | 22 | 6 | 2,03 | 0,815 | 0,034 | 123 000 | 185 000 | 0,008 | 71900 CE/HCP4A | - | H |

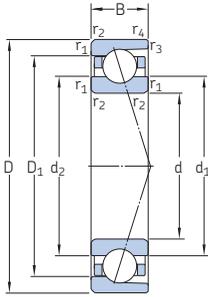
¹⁾ Nachsetzzeichen H, H1, L oder L1. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Direkte Öl-Luft-Schmierung* (→ Seite 136).



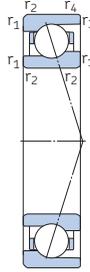
| Abmessungen | | | | | Anschlussmaße | | | | | | | | Fettbezugs- menge ¹⁾ | Berechnungs- faktor | |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------|----------------|
| d | d ₁ | d ₂ | D ₁ | D ₂ | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | d _a min. | d _b min. | D _a max. | D _b max. | r _a max. | r _b max. | d _n | G _{ref} | f ₀ |
| mm | | | | | | | | | | | | | | | |
| cm ³ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 Forts. | 13.1 | 13.1 | 18.9 | – | 0.3 | 0.2 | 10.4 | 10.4 | 21.6 | 22.2 | 0.3 | 0.2 | 14.3 | 0.23 | – |
| | 13.1 | 13.1 | 18.9 | – | 0.3 | 0.2 | 10.4 | 10.4 | 21.6 | 22.2 | 0.3 | 0.2 | 14.3 | 0.23 | – |
| | 13.1 | 13.1 | 18.9 | – | 0.3 | 0.2 | 10.4 | 10.4 | 21.6 | 22.2 | 0.3 | 0.2 | 14.3 | 0.23 | 7,9 |
| | 13.1 | 13.1 | 18.9 | – | 0.3 | 0.2 | 10.4 | 10.4 | 21.6 | 22.2 | 0.3 | 0.2 | 14.3 | 0.23 | 7,9 |
| 9 | 12.5 | 11.8 | 16.5 | – | 0.3 | 0.15 | 11 | 11 | 18 | 19.2 | 0.3 | 0.15 | 13.3 | 0.09 | – |
| | 12.5 | 11.8 | 16.5 | – | 0.3 | 0.15 | 11 | 11 | 18 | 19.2 | 0.3 | 0.15 | 13.3 | 0.09 | – |
| | 12.5 | 11.8 | 16.5 | – | 0.3 | 0.15 | 11 | 11 | 18 | 19.2 | 0.3 | 0.15 | 13.3 | 0.09 | 7,4 |
| | 12.5 | 11.8 | 16.5 | – | 0.3 | 0.15 | 11 | 11 | 18 | 19.2 | 0.3 | 0.15 | 13.3 | 0.09 | 7,4 |
| | 13.6 | 13 | 19.4 | – | 0.3 | 0.15 | 11 | 11 | 22 | 22.6 | 0.3 | 0.15 | 14.8 | 0.19 | – |
| | 13.6 | 13 | 19.4 | – | 0.3 | 0.15 | 11 | 11 | 22 | 22.6 | 0.3 | 0.15 | 14.8 | 0.19 | – |
| | 13.6 | 13 | 19.4 | – | 0.3 | 0.15 | 11 | 11 | 22 | 22.6 | 0.3 | 0.15 | 14.8 | 0.19 | 6,8 |
| | 13.6 | 13 | 19.4 | – | 0.3 | 0.15 | 11 | 11 | 22 | 22.6 | 0.3 | 0.15 | 14.8 | 0.19 | 6,8 |
| | 14.1 | 14.1 | 18.9 | – | 0.3 | 0.2 | 11 | 11 | 22 | 22.6 | 0.3 | 0.2 | 15.1 | 0.18 | – |
| | 14.1 | 14.1 | 18.9 | – | 0.3 | 0.2 | 11 | 11 | 22 | 22.6 | 0.3 | 0.2 | 15.1 | 0.18 | – |
| | 14.1 | 14.1 | 18.9 | – | 0.3 | 0.2 | 11 | 11 | 22 | 22.6 | 0.3 | 0.2 | 15.1 | 0.18 | 8,8 |
| | 14.1 | 14.1 | 18.9 | – | 0.3 | 0.2 | 11 | 11 | 22 | 22.6 | 0.3 | 0.2 | 15.1 | 0.18 | 8,8 |
| | 15.1 | 15.1 | 20.9 | – | 0.3 | 0.2 | 11.4 | 11.4 | 23.6 | 24.2 | 0.3 | 0.2 | 16.3 | 0.26 | – |
| | 15.1 | 15.1 | 20.9 | – | 0.3 | 0.2 | 11.4 | 11.4 | 23.6 | 24.2 | 0.3 | 0.2 | 16.3 | 0.26 | – |
| | 15.1 | 15.1 | 20.9 | – | 0.3 | 0.2 | 11.4 | 11.4 | 23.6 | 24.2 | 0.3 | 0.2 | 16.3 | 0.26 | 8,3 |
| | 15.1 | 15.1 | 20.9 | – | 0.3 | 0.2 | 11.4 | 11.4 | 23.6 | 24.2 | 0.3 | 0.2 | 16.3 | 0.26 | 8,3 |
| 10 | 13.1 | 13.1 | 16.1 | – | 0.3 | 0.15 | 12 | 12 | 17 | 18.2 | 0.3 | 0.15 | 13.4 | 0.06 | – |
| | 13.1 | 13.1 | 16.1 | – | 0.3 | 0.15 | 12 | 12 | 17 | 18.2 | 0.3 | 0.15 | 13.4 | 0.06 | – |
| | 13.1 | 13.1 | 16.1 | – | 0.3 | 0.15 | 12 | 12 | 17 | 18.2 | 0.3 | 0.15 | 13.4 | 0.06 | 15 |
| | 13.1 | 13.1 | 16.1 | – | 0.3 | 0.15 | 12 | 12 | 17 | 18.2 | 0.3 | 0.15 | 13.4 | 0.06 | 15 |
| | 14 | 13.3 | 17.9 | – | 0.3 | 0.15 | 12 | 12 | 20 | 21.2 | 0.3 | 0.15 | 14.8 | 0.1 | – |
| | 14 | 13.3 | 17.9 | – | 0.3 | 0.15 | 12 | 12 | 20 | 21.2 | 0.3 | 0.15 | 14.8 | 0.1 | – |
| | 14 | 13.3 | 17.9 | – | 0.3 | 0.15 | 12 | 12 | 20 | 21.2 | 0.3 | 0.15 | 14.8 | 0.1 | 7,6 |
| | 14 | 13.3 | 17.9 | – | 0.3 | 0.15 | 12 | 12 | 20 | 21.2 | 0.3 | 0.15 | 14.8 | 0.1 | 7,6 |

¹⁾ Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101

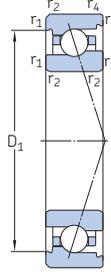
2.1 Schrägkugellager d 10 – 12 mm



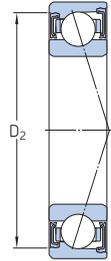
ACD, CD



719 .. ACE,
719 .. CE



70 .. ACE,
70 .. CE



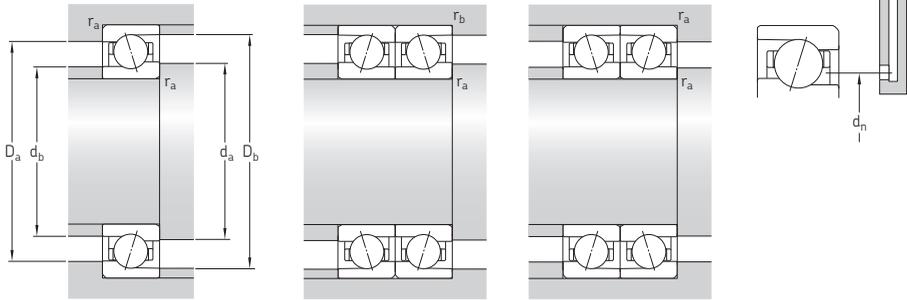
S... 1)

| Haupt- abmessungen | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenzbelas- tung P_u | Erreichbare Drehzahlen | Drehzahlen | Gewicht ²⁾ | Kurzzeichen | Erhältliche Ausführungen | | | |
|-----------------------|------------|-------|--|------------------------|---------------------|---|-------------------|------------------------------------|---|---|---|
| | dyn. | stat. | | | | | | Dichtungs- lösung ¹⁾ | Direkte Öl- Luft- Schmie- rung ³⁾ | | |
| d | D | B | C | C_0 | Fettschmie- rung | Öl-Luft- Schmie- rung ²⁾ | | | | | |
| mm | | | | | kN | kN | min^{-1} | kg | - | - | |
| 10 Forts. | 22 | 6 | 2,42 | 1,06 | 0,045 | 63 000 | 95 000 | 0,009 | 71900 ACD/P4A | S | - |
| | 22 | 6 | 2,42 | 1,06 | 0,045 | 70 000 | 110 000 | 0,009 | 71900 ACD/HCP4A | S | - |
| | 22 | 6 | 2,51 | 1,1 | 0,048 | 70 000 | 110 000 | 0,009 | 71900 CD/P4A | S | - |
| | 22 | 6 | 2,51 | 1,1 | 0,048 | 80 000 | 120 000 | 0,009 | 71900 CD/HCP4A | S | - |
| | 26 | 8 | 2,86 | 1,14 | 0,048 | 83 000 | 127 000 | 0,019 | 7000 ACE/P4A | S | H |
| | 26 | 8 | 2,86 | 1,14 | 0,048 | 98 000 | 150 000 | 0,017 | 7000 ACE/HCP4A | S | H |
| | 26 | 8 | 3,02 | 1,18 | 0,05 | 90 000 | 140 000 | 0,019 | 7000 CE/P4A | S | H |
| | 26 | 8 | 3,02 | 1,18 | 0,05 | 109 000 | 165 000 | 0,017 | 7000 CE/HCP4A | S | H |
| | 26 | 8 | 3,97 | 1,6 | 0,067 | 67 000 | 100 000 | 0,019 | 7000 ACD/P4A | S | H |
| | 26 | 8 | 3,97 | 1,6 | 0,067 | 80 000 | 120 000 | 0,017 | 7000 ACD/HCP4A | S | H |
| | 26 | 8 | 4,1 | 1,66 | 0,071 | 75 000 | 110 000 | 0,019 | 7000 CD/P4A | S | H |
| | 26 | 8 | 4,1 | 1,66 | 0,071 | 90 000 | 140 000 | 0,017 | 7000 CD/HCP4A | S | H |
| 12 | 30 | 9 | 4,36 | 1,86 | 0,078 | 53 000 | 80 000 | 0,032 | 7200 ACD/P4A | S | - |
| | 30 | 9 | 4,36 | 1,86 | 0,078 | 63 000 | 95 000 | 0,029 | 7200 ACD/HCP4A | S | - |
| | 30 | 9 | 4,49 | 1,93 | 0,08 | 60 000 | 90 000 | 0,032 | 7200 CD/P4A | S | - |
| | 30 | 9 | 4,49 | 1,93 | 0,08 | 70 000 | 100 000 | 0,029 | 7200 CD/HCP4A | S | - |
| | 21 | 5 | 1,95 | 1,12 | 0,048 | 63 000 | 95 000 | 0,006 | 71801 ACD/P4 | - | - |
| | 21 | 5 | 1,95 | 1,12 | 0,048 | 75 000 | 110 000 | 0,006 | 71801 ACD/HCP4 | - | - |
| | 21 | 5 | 2,08 | 1,18 | 0,05 | 70 000 | 110 000 | 0,006 | 71801 CD/P4 | - | - |
| | 21 | 5 | 2,08 | 1,18 | 0,05 | 85 000 | 130 000 | 0,006 | 71801 CD/HCP4 | - | - |
| | 24 | 6 | 2,03 | 0,865 | 0,036 | 83 000 | 123 000 | 0,01 | 71901 ACE/P4A | - | H |
| | 24 | 6 | 2,03 | 0,865 | 0,036 | 98 000 | 150 000 | 0,009 | 71901 ACE/HCP4A | - | H |
| | 24 | 6 | 2,12 | 0,915 | 0,039 | 90 000 | 137 000 | 0,01 | 71901 CE/P4A | - | H |
| | 24 | 6 | 2,12 | 0,915 | 0,039 | 109 000 | 165 000 | 0,009 | 71901 CE/HCP4A | - | H |
| 24 | 6 | 2,55 | 1,18 | 0,05 | 56 000 | 85 000 | 0,01 | 71901 ACD/P4A | S | - | |
| 24 | 6 | 2,55 | 1,18 | 0,05 | 67 000 | 100 000 | 0,01 | 71901 ACD/HCP4A | S | - | |
| 24 | 6 | 2,65 | 1,25 | 0,053 | 63 000 | 95 000 | 0,01 | 71901 CD/P4A | S | - | |
| 24 | 6 | 2,65 | 1,25 | 0,053 | 75 000 | 110 000 | 0,01 | 71901 CD/HCP4A | S | - | |

1) Vorsetzzeichen S. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Dichtungslösungen* (→ Seite 136).

2) Trifft ausschließlich auf offene Lager zu.

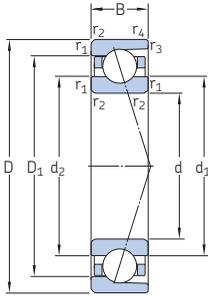
3) Nachsetzzeichen H, H1, L oder L1. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Direkte Öl-Luft-Schmierung* (→ Seite 136).



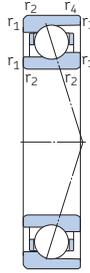
| Abmessungen | | | | | Anschlussmaße | | | | | | | | Fettbezugs- menge ¹⁾ | Berechnungs- faktor | | | |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------|----------------|-----------------|---|
| d | d ₁ | d ₂ | D ₁ | D ₂ | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | d _a min. | d _b min. | D _a max. | D _b max. | r _a max. | r _b max. | d _n | G _{ref} | f ₀ | | |
| mm | | | | | | | | | | | | | | | | cm ³ | – |
| 10 Forts. | 14 | 14 | 18 | 19,8 | 0,3 | 0,2 | 12 | 12 | 20 | 20,6 | 0,3 | 0,2 | 14,8 | 0,12 | – | | |
| | 14 | 14 | 18 | 19,8 | 0,3 | 0,2 | 12 | 12 | 20 | 20,6 | 0,3 | 0,2 | 14,8 | 0,12 | – | | |
| | 14 | 14 | 18 | 19,8 | 0,3 | 0,2 | 12 | 12 | 20 | 20,6 | 0,3 | 0,2 | 14,8 | 0,12 | 9,5 | | |
| | 14 | 14 | 18 | 19,8 | 0,3 | 0,2 | 12 | 12 | 20 | 20,6 | 0,3 | 0,2 | 14,8 | 0,12 | 9,5 | | |
| | 15,6 | 14,5 | 22,4 | 22,4 | 0,3 | 0,3 | 12 | 12 | 24 | 23,6 | 0,3 | 0,3 | 16,5 | 0,28 | – | | |
| | 15,6 | 14,5 | 22,4 | 22,4 | 0,3 | 0,3 | 12 | 12 | 24 | 23,6 | 0,3 | 0,3 | 16,5 | 0,28 | – | | |
| | 15,6 | 14,5 | 22,4 | 22,4 | 0,3 | 0,3 | 12 | 12 | 24 | 23,6 | 0,3 | 0,3 | 16,5 | 0,28 | 7,1 | | |
| | 15,6 | 14,5 | 22,4 | 22,4 | 0,3 | 0,3 | 12 | 12 | 24 | 23,6 | 0,3 | 0,3 | 16,5 | 0,28 | 7,1 | | |
| | 15,1 | 15,1 | 20,9 | 23,5 | 0,3 | 0,2 | 12 | 12 | 24 | 24,6 | 0,3 | 0,2 | 16 | 0,24 | – | | |
| | 15,1 | 15,1 | 20,9 | 23,5 | 0,3 | 0,2 | 12 | 12 | 24 | 24,6 | 0,3 | 0,2 | 16 | 0,24 | – | | |
| | 15,1 | 15,1 | 20,9 | 23,5 | 0,3 | 0,2 | 12 | 12 | 24 | 24,6 | 0,3 | 0,2 | 16 | 0,24 | 8,3 | | |
| | 15,1 | 15,1 | 20,9 | 23,5 | 0,3 | 0,2 | 12 | 12 | 24 | 24,6 | 0,3 | 0,2 | 16 | 0,24 | 8,3 | | |
| | 17,3 | 17,3 | 23,1 | 24,3 | 0,6 | 0,3 | 14,2 | 14,2 | 25,8 | 27,6 | 0,6 | 0,3 | 18,3 | 0,36 | – | | |
| | 17,3 | 17,3 | 23,1 | 24,3 | 0,6 | 0,3 | 14,2 | 14,2 | 25,8 | 27,6 | 0,6 | 0,3 | 18,3 | 0,36 | – | | |
| | 17,3 | 17,3 | 23,1 | 24,3 | 0,6 | 0,3 | 14,2 | 14,2 | 25,8 | 27,6 | 0,6 | 0,3 | 18,3 | 0,36 | 8,8 | | |
| | 17,3 | 17,3 | 23,1 | 24,3 | 0,6 | 0,3 | 14,2 | 14,2 | 25,8 | 27,6 | 0,6 | 0,3 | 18,3 | 0,36 | 8,8 | | |
| 12 | 15,1 | 15,1 | 18,1 | – | 0,3 | 0,15 | 14 | 14 | 19 | 20,2 | 0,3 | 0,15 | 15,4 | 0,07 | – | | |
| | 15,1 | 15,1 | 18,1 | – | 0,3 | 0,15 | 14 | 14 | 19 | 20,2 | 0,3 | 0,15 | 15,4 | 0,07 | – | | |
| | 15,1 | 15,1 | 18,1 | – | 0,3 | 0,15 | 14 | 14 | 19 | 20,2 | 0,3 | 0,15 | 15,4 | 0,07 | 15,4 | | |
| | 15,1 | 15,1 | 18,1 | – | 0,3 | 0,15 | 14 | 14 | 19 | 20,2 | 0,3 | 0,15 | 15,4 | 0,07 | 15,4 | | |
| | 16 | 15,3 | 20 | – | 0,3 | 0,15 | 14 | 14 | 22 | 23,2 | 0,3 | 0,15 | 16,8 | 0,1 | – | | |
| | 16 | 15,3 | 20 | – | 0,3 | 0,15 | 14 | 14 | 22 | 23,2 | 0,3 | 0,15 | 16,8 | 0,1 | – | | |
| | 16 | 15,3 | 20 | – | 0,3 | 0,15 | 14 | 14 | 22 | 23,2 | 0,3 | 0,15 | 16,8 | 0,1 | 7,8 | | |
| | 16 | 15,3 | 20 | – | 0,3 | 0,15 | 14 | 14 | 22 | 23,2 | 0,3 | 0,15 | 16,8 | 0,1 | 7,8 | | |
| | 16 | 16 | 20 | 21,8 | 0,3 | 0,2 | 14 | 14 | 22 | 22,6 | 0,3 | 0,2 | 16,8 | 0,12 | – | | |
| | 16 | 16 | 20 | 21,8 | 0,3 | 0,2 | 14 | 14 | 22 | 22,6 | 0,3 | 0,2 | 16,8 | 0,12 | – | | |
| | 16 | 16 | 20 | 21,8 | 0,3 | 0,2 | 14 | 14 | 22 | 22,6 | 0,3 | 0,2 | 16,8 | 0,12 | 9,8 | | |
| | 16 | 16 | 20 | 21,8 | 0,3 | 0,2 | 14 | 14 | 22 | 22,6 | 0,3 | 0,2 | 16,8 | 0,12 | 9,8 | | |

¹⁾ Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101

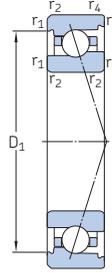
2.1 Schrägkugellager d 12 – 15 mm



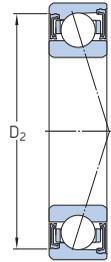
ACD, CD



719 .. ACE,
719 .. CE



70 .. ACE,
70 .. CE



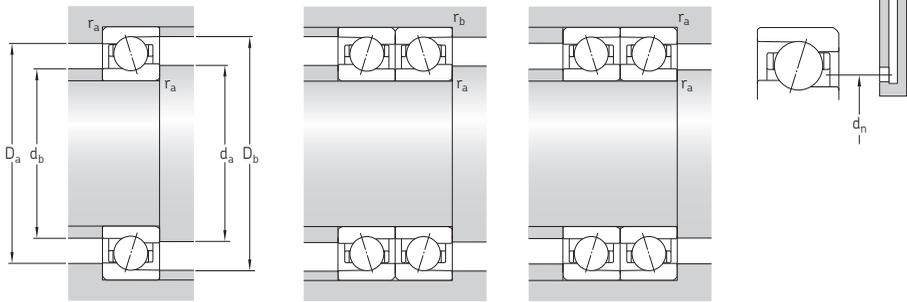
S...¹⁾

| Haupt- abmessungen | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenzbelas- tung P _u | Erreichbare Drehzahlen | Gewicht ²⁾ | Kurzzeichen | Erhältliche Ausführungen | | | | |
|-----------------------|------------|-------|---|------------------------|-----------------------|---|------------------------------------|---|--------------------------------------|---|---|
| | dyn. | stat. | | | | | Dichtungs- lösung ¹⁾ | Direkte Öl- Luft- Schmie- rung ³⁾ | Öl- Schmie- rung ³⁾ | | |
| d | D | B | C | C ₀ | Fettschmie- rung | Öl-Luft- Schmie- rung ²⁾ | | | | | |
| mm | | | | | kN | kN | min ⁻¹ | kg | - | - | |
| 12 Forts. | 28 | 8 | 3,07 | 1,27 | 0,054 | 73 000 | 112 000 | 0,021 | 7001 ACE/P4A | S | H |
| | 28 | 8 | 3,07 | 1,27 | 0,054 | 88 000 | 133 000 | 0,019 | 7001 ACE/HCP4A | S | H |
| | 28 | 8 | 3,19 | 1,34 | 0,057 | 80 000 | 127 000 | 0,021 | 7001 CE/P4A | S | H |
| | 28 | 8 | 3,19 | 1,34 | 0,057 | 98 000 | 150 000 | 0,019 | 7001 CE/HCP4A | S | H |
| | 28 | 8 | 4,36 | 1,83 | 0,078 | 60 000 | 90 000 | 0,021 | 7001 ACD/P4A | S | H |
| | 28 | 8 | 4,36 | 1,83 | 0,078 | 70 000 | 110 000 | 0,018 | 7001 ACD/HCP4A | S | H |
| | 28 | 8 | 4,49 | 1,9 | 0,08 | 67 000 | 100 000 | 0,021 | 7001 CD/P4A | S | H |
| | 28 | 8 | 4,49 | 1,9 | 0,08 | 80 000 | 120 000 | 0,018 | 7001 CD/HCP4A | S | H |
| | 32 | 10 | 5,72 | 2,45 | 0,104 | 48 000 | 70 000 | 0,037 | 7201 ACD/P4A | S | - |
| | 32 | 10 | 5,72 | 2,45 | 0,104 | 56 000 | 85 000 | 0,033 | 7201 ACD/HCP4A | S | - |
| | 32 | 10 | 5,85 | 2,55 | 0,108 | 53 000 | 80 000 | 0,037 | 7201 CD/P4A | S | - |
| | 32 | 10 | 5,85 | 2,55 | 0,108 | 67 000 | 95 000 | 0,033 | 7201 CD/HCP4A | S | - |
| 15 | 24 | 5 | 2,16 | 1,4 | 0,06 | 53 000 | 80 000 | 0,007 | 71802 ACD/P4 | - | - |
| | 24 | 5 | 2,16 | 1,4 | 0,06 | 63 000 | 100 000 | 0,006 | 71802 ACD/HCP4 | - | - |
| | 24 | 5 | 2,29 | 1,5 | 0,063 | 60 000 | 90 000 | 0,007 | 71802 CD/P4 | - | - |
| | 24 | 5 | 2,29 | 1,5 | 0,063 | 70 000 | 110 000 | 0,006 | 71802 CD/HCP4 | - | - |
| | 28 | 7 | 3,02 | 1,34 | 0,057 | 68 000 | 106 000 | 0,015 | 71902 ACE/P4A | - | H |
| | 28 | 7 | 3,02 | 1,34 | 0,057 | 83 000 | 127 000 | 0,013 | 71902 ACE/HCP4A | - | H |
| | 28 | 7 | 3,19 | 1,4 | 0,06 | 75 000 | 115 000 | 0,015 | 71902 CE/P4A | - | H |
| | 28 | 7 | 3,19 | 1,4 | 0,06 | 90 000 | 140 000 | 0,013 | 71902 CE/HCP4A | - | H |
| | 28 | 7 | 3,77 | 1,8 | 0,078 | 50 000 | 75 000 | 0,015 | 71902 ACD/P4A | S | - |
| | 28 | 7 | 3,77 | 1,8 | 0,078 | 60 000 | 90 000 | 0,014 | 71902 ACD/HCP4A | S | - |
| | 28 | 7 | 3,97 | 1,9 | 0,08 | 56 000 | 85 000 | 0,015 | 71902 CD/P4A | S | - |
| | 28 | 7 | 3,97 | 1,9 | 0,08 | 70 000 | 100 000 | 0,014 | 71902 CD/HCP4A | S | - |
| | 32 | 9 | 4,23 | 1,83 | 0,078 | 63 000 | 95 000 | 0,028 | 7002 ACE/P4A | S | H |
| | 32 | 9 | 4,23 | 1,83 | 0,078 | 75 000 | 115 000 | 0,025 | 7002 ACE/HCP4A | S | H |
| | 32 | 9 | 4,42 | 1,93 | 0,08 | 68 000 | 106 000 | 0,028 | 7002 CE/P4A | S | H |
| | 32 | 9 | 4,42 | 1,93 | 0,08 | 83 000 | 127 000 | 0,025 | 7002 CE/HCP4A | S | H |

¹⁾ Vorsetzzeichen S. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Dichtungslösungen* (→ Seite 136).

²⁾ Trifft ausschließlich auf offene Lager zu.

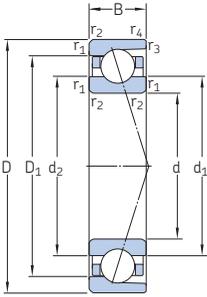
³⁾ Nachsetzzeichen H, H1, L oder L1. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Direkte Öl-Luft-Schmierung* (→ Seite 136).



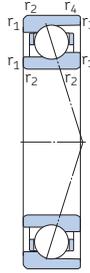
| Abmessungen | | | | | Anschlussmaße | | | | | | | | Fettbezugs- | Berechnungs- | | |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------|------------------|-----------------|---|
| d | d ₁ | d ₂ | D ₁ | D ₂ | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | d _a min. | d _b min. | D _a max. | D _b max. | r _a max. | r _b max. | d _n | G _{ref} | f ₀ | |
| mm | | | | | | | | | | | | | | | cm ³ | – |
| 12 Forts. | 17,5 | 16,5 | 24,4 | 24,4 | 0,3 | 0,15 | 14 | 14 | 26 | 26,6 | 0,3 | 0,15 | 18,5 | 0,31 | – | |
| | 17,5 | 16,5 | 24,4 | 24,4 | 0,3 | 0,15 | 14 | 14 | 26 | 26,6 | 0,3 | 0,15 | 18,5 | 0,31 | – | |
| | 17,5 | 16,5 | 24,4 | 24,4 | 0,3 | 0,15 | 14 | 14 | 26 | 26,6 | 0,3 | 0,15 | 18,5 | 0,31 | 7,3 | |
| | 17,5 | 16,5 | 24,4 | 24,4 | 0,3 | 0,15 | 14 | 14 | 26 | 26,6 | 0,3 | 0,15 | 18,5 | 0,31 | 7,3 | |
| | 17,1 | 17,1 | 22,9 | 25,5 | 0,3 | 0,2 | 14 | 14 | 26 | 26,6 | 0,3 | 0,2 | 18 | 0,27 | – | |
| | 17,1 | 17,1 | 22,9 | 25,5 | 0,3 | 0,2 | 14 | 14 | 26 | 26,6 | 0,3 | 0,2 | 18 | 0,27 | – | |
| | 17,1 | 17,1 | 22,9 | 25,5 | 0,3 | 0,2 | 14 | 14 | 26 | 26,6 | 0,3 | 0,2 | 18 | 0,27 | 8,7 | |
| | 17,1 | 17,1 | 22,9 | 25,5 | 0,3 | 0,2 | 14 | 14 | 26 | 26,6 | 0,3 | 0,2 | 18 | 0,27 | 8,7 | |
| | 18,6 | 18,6 | 25,4 | 26,6 | 0,6 | 0,3 | 16,2 | 16,2 | 27,8 | 29,6 | 0,6 | 0,3 | 20 | 0,51 | – | |
| | 18,6 | 18,6 | 25,4 | 26,6 | 0,6 | 0,3 | 16,2 | 16,2 | 27,8 | 29,6 | 0,6 | 0,3 | 20 | 0,51 | – | |
| | 18,6 | 18,6 | 25,4 | 26,6 | 0,6 | 0,3 | 16,2 | 16,2 | 27,8 | 29,6 | 0,6 | 0,3 | 20 | 0,51 | 8,5 | |
| | 18,6 | 18,6 | 25,4 | 26,6 | 0,6 | 0,3 | 16,2 | 16,2 | 27,8 | 29,6 | 0,6 | 0,3 | 20 | 0,51 | 8,5 | |
| 15 | 18,1 | 18,1 | 21,1 | – | 0,3 | 0,15 | 17 | 17 | 22 | 23,2 | 0,3 | 0,15 | 18,4 | 0,08 | – | |
| | 18,1 | 18,1 | 21,1 | – | 0,3 | 0,15 | 17 | 17 | 22 | 23,2 | 0,3 | 0,15 | 18,4 | 0,08 | – | |
| | 18,1 | 18,1 | 21,1 | – | 0,3 | 0,15 | 17 | 17 | 22 | 23,2 | 0,3 | 0,15 | 18,4 | 0,08 | 16 | |
| | 18,1 | 18,1 | 21,1 | – | 0,3 | 0,15 | 17 | 17 | 22 | 23,2 | 0,3 | 0,15 | 18,4 | 0,08 | 16 | |
| | 19,1 | 18,1 | 23,9 | – | 0,3 | 0,15 | 17 | 17 | 26 | 27,2 | 0,3 | 0,15 | 20 | 0,2 | – | |
| | 19,1 | 18,1 | 23,9 | – | 0,3 | 0,15 | 17 | 17 | 26 | 27,2 | 0,3 | 0,15 | 20 | 0,2 | – | |
| | 19,1 | 18,1 | 23,9 | – | 0,3 | 0,15 | 17 | 17 | 26 | 27,2 | 0,3 | 0,15 | 20 | 0,2 | 7,7 | |
| | 19,1 | 18,1 | 23,9 | – | 0,3 | 0,15 | 17 | 17 | 26 | 27,2 | 0,3 | 0,15 | 20 | 0,2 | 7,7 | |
| | 19,1 | 19,1 | 23,7 | 25,8 | 0,3 | 0,2 | 17 | 17 | 26 | 26,6 | 0,3 | 0,2 | 20,1 | 0,21 | – | |
| | 19,1 | 19,1 | 23,7 | 25,8 | 0,3 | 0,2 | 17 | 17 | 26 | 26,6 | 0,3 | 0,2 | 20,1 | 0,21 | – | |
| | 19,1 | 19,1 | 23,7 | 25,8 | 0,3 | 0,2 | 17 | 17 | 26 | 26,6 | 0,3 | 0,2 | 20,1 | 0,21 | 9,6 | |
| | 19,1 | 19,1 | 23,7 | 25,8 | 0,3 | 0,2 | 17 | 17 | 26 | 26,6 | 0,3 | 0,2 | 20,1 | 0,21 | 9,6 | |
| | 20,7 | 19,5 | 28,8 | 28,8 | 0,3 | 0,15 | 17 | 17 | 30 | 30,6 | 0,3 | 0,15 | 21,9 | 0,5 | – | |
| | 20,7 | 19,5 | 28,8 | 28,8 | 0,3 | 0,15 | 17 | 17 | 30 | 30,6 | 0,3 | 0,15 | 21,9 | 0,5 | – | |
| | 20,7 | 19,5 | 28,8 | 28,8 | 0,3 | 0,15 | 17 | 17 | 30 | 30,6 | 0,3 | 0,15 | 21,9 | 0,5 | 7,3 | |
| | 20,7 | 19,5 | 28,8 | 28,8 | 0,3 | 0,15 | 17 | 17 | 30 | 30,6 | 0,3 | 0,15 | 21,9 | 0,5 | 7,3 | |

¹⁾ Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101

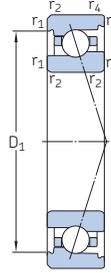
2.1 Schrägkugellager d 15 – 17 mm



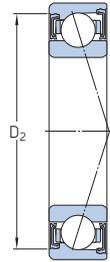
ACD, CD



719 .. ACE,
719 .. CE



70 .. ACE,
70 .. CE



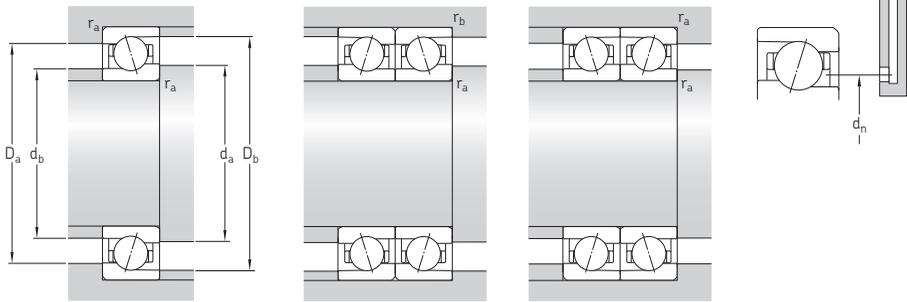
S... 1)

| Haupt- abmessungen | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenzbelas- tung P_u | Erreichbare Fettschmie- rung | Drehzahlen | | Gewicht ²⁾ kg | Kurzzeichen | Erhältliche Ausführungen | | | |
|-----------------------|------------|-------|--|------------------------------------|---|------------------------------------|-----------------------------|----------------|---|----------------|---|---|
| | dyn. | stat. | | | Öl-Luft- Schmie- rung ²⁾ | Dichtungs- lösung ¹⁾ | | | Direkte Öl- Luft- Schmie- rung ³⁾ | | | |
| d | D | B | C | C_0 | | | | | | | | |
| mm | | | | | kN | kN | min^{-1} | | - | - | - | |
| 15 | 32 | 9 | 4,94 | 2,32 | 0,098 | 50 000 | 75 000 | 0,03 | 7002 ACD/P4A | S | H | |
| | Forts. | 32 | 9 | 4,94 | 2,32 | 0,098 | 60 000 | 95 000 | 0,027 | 7002 ACD/HCP4A | S | H |
| | | 32 | 9 | 5,2 | 2,45 | 0,104 | 56 000 | 85 000 | 0,03 | 7002 CD/P4A | S | H |
| | | 32 | 9 | 5,2 | 2,45 | 0,104 | 67 000 | 100 000 | 0,027 | 7002 CD/HCP4A | S | H |
| 17 | 35 | 11 | 7,15 | 3,2 | 0,134 | 43 000 | 63 000 | 0,043 | 7202 ACD/P4A | S | - | |
| | 35 | 11 | 7,15 | 3,2 | 0,134 | 50 000 | 75 000 | 0,037 | 7202 ACD/HCP4A | S | - | |
| | 35 | 11 | 7,41 | 3,35 | 0,14 | 48 000 | 70 000 | 0,043 | 7202 CD/P4A | S | - | |
| | 35 | 11 | 7,41 | 3,35 | 0,14 | 60 000 | 85 000 | 0,037 | 7202 CD/HCP4A | S | - | |
| 17 | 26 | 5 | 2,21 | 1,53 | 0,064 | 48 000 | 75 000 | 0,01 | 71803 ACD/P4 | - | - | |
| | 26 | 5 | 2,21 | 1,53 | 0,064 | 60 000 | 90 000 | 0,009 | 71803 ACD/HCP4 | - | - | |
| | 26 | 5 | 2,34 | 1,6 | 0,068 | 53 000 | 85 000 | 0,01 | 71803 CD/P4 | - | - | |
| | 26 | 5 | 2,34 | 1,6 | 0,068 | 63 000 | 100 000 | 0,009 | 71803 CD/HCP4 | - | - | |
| | 30 | 7 | 3,19 | 1,46 | 0,063 | 63 000 | 95 000 | 0,016 | 71903 ACE/P4A | - | H | |
| | 30 | 7 | 3,19 | 1,46 | 0,063 | 75 000 | 115 000 | 0,014 | 71903 ACE/HCP4A | - | H | |
| | 30 | 7 | 3,32 | 1,56 | 0,067 | 70 000 | 106 000 | 0,016 | 71903 CE/P4A | - | H | |
| | 30 | 7 | 3,32 | 1,56 | 0,067 | 83 000 | 127 000 | 0,014 | 71903 CE/HCP4A | - | H | |
| | 30 | 7 | 3,97 | 2 | 0,085 | 45 000 | 67 000 | 0,017 | 71903 ACD/P4A | S | - | |
| | 30 | 7 | 3,97 | 2 | 0,085 | 53 000 | 80 000 | 0,015 | 71903 ACD/HCP4A | S | - | |
| | 30 | 7 | 4,16 | 2,08 | 0,088 | 50 000 | 75 000 | 0,017 | 71903 CD/P4A | S | - | |
| | 30 | 7 | 4,16 | 2,08 | 0,088 | 63 000 | 90 000 | 0,015 | 71903 CD/HCP4A | S | - | |
| | 35 | 10 | 5,59 | 2,45 | 0,104 | 56 000 | 88 000 | 0,035 | 7003 ACE/P4A | S | H | |
| | 35 | 10 | 5,59 | 2,45 | 0,104 | 68 000 | 103 000 | 0,03 | 7003 ACE/HCP4A | S | H | |
| | 35 | 10 | 5,85 | 2,55 | 0,108 | 63 000 | 95 000 | 0,035 | 7003 CE/P4A | S | H | |
| | 35 | 10 | 5,85 | 2,55 | 0,108 | 75 000 | 115 000 | 0,03 | 7003 CE/HCP4A | S | H | |
| 35 | 10 | 6,5 | 3,1 | 0,132 | 45 000 | 70 000 | 0,038 | 7003 ACD/P4A | S | H | | |
| 35 | 10 | 6,5 | 3,1 | 0,132 | 56 000 | 85 000 | 0,033 | 7003 ACD/HCP4A | S | H | | |
| 35 | 10 | 6,76 | 3,25 | 0,137 | 50 000 | 75 000 | 0,038 | 7003 CD/P4A | S | H | | |
| 35 | 10 | 6,76 | 3,25 | 0,137 | 60 000 | 95 000 | 0,033 | 7003 CD/HCP4A | S | H | | |

1) Vorsetzzeichen S. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Dichtungslösungen* (→ Seite 136).

2) Trifft ausschließlich auf offene Lager zu.

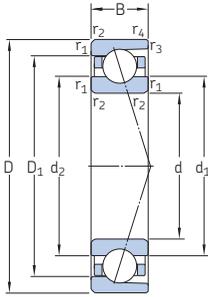
3) Nachsetzzeichen H, H1, L oder L1. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Direkte Öl-Luft-Schmierung* (→ Seite 136).



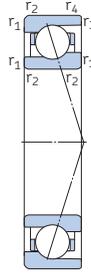
| Abmessungen | | | | | Anschlussmaße | | | | | | | | Fettbezugs- menge ¹⁾ | Berechnungs- faktor f ₀ | | |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------------|--|-----------------|---|
| d | d ₁ | d ₂ | D ₁ | D ₂ | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | d _a min. | d _b min. | D _a max. | D _b max. | r _a max. | r _b max. | d _n | G _{ref} | | |
| mm | | | | | | | | | | | | | | | cm ³ | – |
| 15 Forts. | 20,6 | 20,6 | 26,4 | 29,2 | 0,3 | 0,2 | 17 | 17 | 30 | 30,6 | 0,3 | 0,2 | 21,5 | 0,39 | – | |
| | 20,6 | 20,6 | 26,4 | 29,2 | 0,3 | 0,2 | 17 | 17 | 30 | 30,6 | 0,3 | 0,2 | 21,5 | 0,39 | – | |
| | 20,6 | 20,6 | 26,4 | 29,2 | 0,3 | 0,2 | 17 | 17 | 30 | 30,6 | 0,3 | 0,2 | 21,5 | 0,39 | 9,3 | |
| | 20,6 | 20,6 | 26,4 | 29,2 | 0,3 | 0,2 | 17 | 17 | 30 | 30,6 | 0,3 | 0,2 | 21,5 | 0,39 | 9,3 | |
| | 21,4 | 21,4 | 29,1 | 30,7 | 0,6 | 0,3 | 19,2 | 19,2 | 30,8 | 32,6 | 0,6 | 0,3 | 23 | 0,73 | – | |
| | 21,4 | 21,4 | 29,1 | 30,7 | 0,6 | 0,3 | 19,2 | 19,2 | 30,8 | 32,6 | 0,6 | 0,3 | 23 | 0,73 | – | |
| | 21,4 | 21,4 | 29,1 | 30,7 | 0,6 | 0,3 | 19,2 | 19,2 | 30,8 | 32,6 | 0,6 | 0,3 | 23 | 0,73 | 8,5 | |
| | 21,4 | 21,4 | 29,1 | 30,7 | 0,6 | 0,3 | 19,2 | 19,2 | 30,8 | 32,6 | 0,6 | 0,3 | 23 | 0,73 | 8,5 | |
| 17 | 20,1 | 20,1 | 23 | – | 0,3 | 0,15 | 19 | 19 | 24 | 25,2 | 0,3 | 0,15 | 20,4 | 0,09 | – | |
| | 20,1 | 20,1 | 23 | – | 0,3 | 0,15 | 19 | 19 | 24 | 25,2 | 0,3 | 0,15 | 20,4 | 0,09 | – | |
| | 20,1 | 20,1 | 23 | – | 0,3 | 0,15 | 19 | 19 | 24 | 25,2 | 0,3 | 0,15 | 20,4 | 0,09 | 16,2 | |
| | 20,1 | 20,1 | 23 | – | 0,3 | 0,15 | 19 | 19 | 24 | 25,2 | 0,3 | 0,15 | 20,4 | 0,09 | 16,2 | |
| | 21,1 | 20,1 | 25,9 | – | 0,3 | 0,15 | 19 | 19 | 28 | 29,2 | 0,3 | 0,15 | 22 | 0,2 | – | |
| | 21,1 | 20,1 | 25,9 | – | 0,3 | 0,15 | 19 | 19 | 28 | 29,2 | 0,3 | 0,15 | 22 | 0,2 | – | |
| | 21,1 | 20,1 | 25,9 | – | 0,3 | 0,15 | 19 | 19 | 28 | 29,2 | 0,3 | 0,15 | 22 | 0,2 | 7,9 | |
| | 21,1 | 20,1 | 25,9 | – | 0,3 | 0,15 | 19 | 19 | 28 | 29,2 | 0,3 | 0,15 | 22 | 0,2 | 7,9 | |
| | 20,9 | 20,9 | 25,7 | 27,8 | 0,3 | 0,2 | 19 | 19 | 28 | 28,6 | 0,3 | 0,2 | 22,1 | 0,24 | – | |
| | 20,9 | 20,9 | 25,7 | 27,8 | 0,3 | 0,2 | 19 | 19 | 28 | 28,6 | 0,3 | 0,2 | 22,1 | 0,24 | – | |
| | 20,9 | 20,9 | 25,7 | 27,8 | 0,3 | 0,2 | 19 | 19 | 28 | 28,6 | 0,3 | 0,2 | 22,1 | 0,24 | 9,8 | |
| | 20,9 | 20,9 | 25,7 | 27,8 | 0,3 | 0,2 | 19 | 19 | 28 | 28,6 | 0,3 | 0,2 | 22,1 | 0,24 | 9,8 | |
| | 22,7 | 21,1 | 31,2 | 31,2 | 0,3 | 0,15 | 19 | 19 | 33 | 33,6 | 0,3 | 0,15 | 24,1 | 0,68 | – | |
| | 22,7 | 21,1 | 31,2 | 31,2 | 0,3 | 0,15 | 19 | 19 | 33 | 33,6 | 0,3 | 0,15 | 24,1 | 0,68 | – | |
| | 22,7 | 21,1 | 31,2 | 31,2 | 0,3 | 0,15 | 19 | 19 | 33 | 33,6 | 0,3 | 0,15 | 24,1 | 0,68 | 7,2 | |
| | 22,7 | 21,1 | 31,2 | 31,2 | 0,3 | 0,15 | 19 | 19 | 33 | 33,6 | 0,3 | 0,15 | 24,1 | 0,68 | 7,2 | |
| 22,6 | 22,6 | 29,3 | 32,4 | 0,3 | 0,2 | 19 | 19 | 33 | 33,6 | 0,3 | 0,2 | 23,7 | 0,54 | – | | |
| 22,6 | 22,6 | 29,3 | 32,4 | 0,3 | 0,2 | 19 | 19 | 33 | 33,6 | 0,3 | 0,2 | 23,7 | 0,54 | – | | |
| 22,6 | 22,6 | 29,3 | 32,4 | 0,3 | 0,2 | 19 | 19 | 33 | 33,6 | 0,3 | 0,2 | 23,7 | 0,54 | 9,1 | | |
| 22,6 | 22,6 | 29,3 | 32,4 | 0,3 | 0,2 | 19 | 19 | 33 | 33,6 | 0,3 | 0,2 | 23,7 | 0,54 | 9,1 | | |

¹⁾ Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101

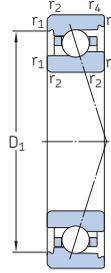
2.1 Schrägkugellager d 17 – 20 mm



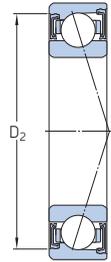
ACD, CD



719 .. ACE,
719 .. CE



70 .. ACE,
70 .. CE



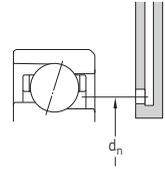
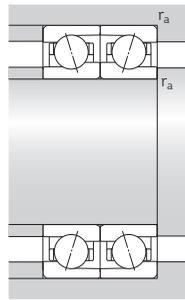
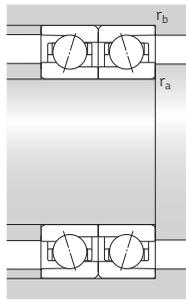
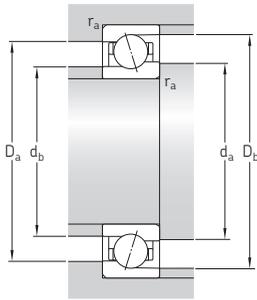
S... 1)

| Haupt- abmessungen | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenzbelas- tung P_u | Erreichbare Fettschmie- rung | Drehzahlen | | Gewicht ²⁾ kg | Kurzzeichen | Erhältliche Ausführungen | | |
|------------------------------------|------------|-------|--|------------------------------------|---|------------------------------------|-----------------------------|-------------|---|---|-----------|
| | dyn. | stat. | | | Öl-Luft- Schmie- rung ²⁾ | Dichtungs- lösung ¹⁾ | | | Direkte Öl- Luft- Schmie- rung ³⁾ | | |
| d D B C C ₀ | kN | | kN | min ⁻¹ | min ⁻¹ | | kg | - | - | | |
| mm | kN | | kN | min ⁻¹ | min ⁻¹ | | kg | - | - | | |
| 17 | 40 | 12 | 8,84 | 4 | 0,17 | 38 000 | 56 000 | 0,063 | 7203 ACD/P4A | S | - |
| Forts. | 40 | 12 | 8,84 | 4 | 0,17 | 45 000 | 67 000 | 0,054 | 7203 ACD/HCP4A | S | - |
| | 40 | 12 | 9,23 | 4,15 | 0,176 | 43 000 | 63 000 | 0,063 | 7203 CD/P4A | S | - |
| | 40 | 12 | 9,23 | 4,15 | 0,176 | 53 000 | 75 000 | 0,054 | 7203 CD/HCP4A | S | - |
| 20 | 32 | 7 | 3,64 | 2,5 | 0,106 | 40 000 | 63 000 | 0,018 | 71804 ACD/P4 | - | - |
| | 32 | 7 | 3,64 | 2,5 | 0,106 | 48 000 | 75 000 | 0,017 | 71804 ACD/HCP4 | - | - |
| | 32 | 7 | 3,9 | 2,65 | 0,112 | 45 000 | 70 000 | 0,018 | 71804 CD/P4 | - | - |
| | 32 | 7 | 3,9 | 2,65 | 0,112 | 53 000 | 80 000 | 0,017 | 71804 CD/HCP4 | - | - |
| | 37 | 9 | 4,68 | 2,28 | 0,098 | 52 000 | 78 000 | 0,036 | 71904 ACE/P4A | S | H, L |
| | 37 | 9 | 4,68 | 2,28 | 0,098 | 60 000 | 95 000 | 0,032 | 71904 ACE/HCP4A | S | H, L |
| | 37 | 9 | 4,88 | 2,4 | 0,102 | 56 000 | 88 000 | 0,036 | 71904 CE/P4A | S | H, L |
| | 37 | 9 | 4,88 | 2,4 | 0,102 | 68 000 | 106 000 | 0,032 | 71904 CE/HCP4A | S | H, L |
| | 37 | 9 | 5,72 | 3,05 | 0,129 | 38 000 | 56 000 | 0,035 | 71904 ACD/P4A | S | - |
| | 37 | 9 | 5,72 | 3,05 | 0,129 | 45 000 | 67 000 | 0,033 | 71904 ACD/HCP4A | S | - |
| | 37 | 9 | 6,05 | 3,2 | 0,137 | 43 000 | 63 000 | 0,035 | 71904 CD/P4A | S | - |
| | 37 | 9 | 6,05 | 3,2 | 0,137 | 53 000 | 75 000 | 0,033 | 71904 CD/HCP4A | S | - |
| | 42 | 12 | 7,15 | 3,25 | 0,137 | 48 000 | 75 000 | 0,064 | 7004 ACE/P4A | S | H1, L, L1 |
| | 42 | 12 | 7,15 | 3,25 | 0,137 | 58 000 | 88 000 | 0,056 | 7004 ACE/HCP4A | S | H1, L, L1 |
| | 42 | 12 | 7,41 | 3,35 | 0,143 | 54 000 | 83 000 | 0,064 | 7004 CE/P4A | S | H1, L, L1 |
| | 42 | 12 | 7,41 | 3,35 | 0,143 | 65 000 | 100 000 | 0,056 | 7004 CE/HCP4A | S | H1, L, L1 |
| | 42 | 12 | 8,32 | 4,15 | 0,173 | 38 000 | 60 000 | 0,068 | 7004 ACD/P4A | S | H |
| | 42 | 12 | 8,32 | 4,15 | 0,173 | 45 000 | 70 000 | 0,06 | 7004 ACD/HCP4A | S | H |
| | 42 | 12 | 8,71 | 4,3 | 0,18 | 43 000 | 63 000 | 0,068 | 7004 CD/P4A | S | H |
| | 42 | 12 | 8,71 | 4,3 | 0,18 | 50 000 | 80 000 | 0,06 | 7004 CD/HCP4A | S | H |
| | 47 | 14 | 11,4 | 5,6 | 0,236 | 32 000 | 48 000 | 0,1 | 7204 ACD/P4A | S | - |
| | 47 | 14 | 11,4 | 5,6 | 0,236 | 38 000 | 56 000 | 0,09 | 7204 ACD/HCP4A | S | - |
| | 47 | 14 | 11,9 | 5,85 | 0,245 | 36 000 | 53 000 | 0,1 | 7204 CD/P4A | S | - |
| | 47 | 14 | 11,9 | 5,85 | 0,245 | 43 000 | 60 000 | 0,09 | 7204 CD/HCP4A | S | - |

1) Vorsetzzeichen S. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Dichtungslösungen* (→ Seite 136).

2) Trifft ausschließlich auf offene Lager zu.

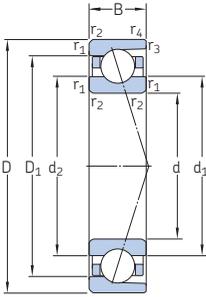
3) Nachsetzzeichen H, H1, L oder L1. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Direkte Öl-Luft-Schmierung* (→ Seite 136).



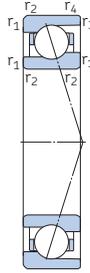
| Abmessungen | | | | | Anschlussmaße | | | | | | | | Fettbezugs- | Berechnungs- | | |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------|------------------|-----------------|---|
| d | d ₁ | d ₂ | D ₁ | D ₂ | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | d _a min. | d _b min. | D _a max. | D _b max. | r _a max. | r _b max. | d _n | G _{ref} | f ₀ | |
| mm | | | | | | | | | | | | | | | cm ³ | – |
| 17 Forts. | 24,1 | 24,1 | 32,8 | 34,4 | 0,6 | 0,3 | 21,2 | 21,2 | 35,8 | 37,6 | 0,6 | 0,3 | 25,9 | 1 | – | |
| | 24,1 | 24,1 | 32,8 | 34,4 | 0,6 | 0,3 | 21,2 | 21,2 | 35,8 | 37,6 | 0,6 | 0,3 | 25,9 | 1 | – | |
| | 24,1 | 24,1 | 32,8 | 34,4 | 0,6 | 0,3 | 21,2 | 21,2 | 35,8 | 37,6 | 0,6 | 0,3 | 25,9 | 1 | 8,5 | |
| | 24,1 | 24,1 | 32,8 | 34,4 | 0,6 | 0,3 | 21,2 | 21,2 | 35,8 | 37,6 | 0,6 | 0,3 | 25,9 | 1 | 8,5 | |
| 20 | 24,1 | 24,1 | 28,1 | – | 0,3 | 0,15 | 22 | 22 | 30 | 31,2 | 0,3 | 0,15 | 24,5 | 0,18 | – | |
| | 24,1 | 24,1 | 28,1 | – | 0,3 | 0,15 | 22 | 22 | 30 | 31,2 | 0,3 | 0,15 | 24,5 | 0,18 | – | |
| | 24,1 | 24,1 | 28,1 | – | 0,3 | 0,15 | 22 | 22 | 30 | 31,2 | 0,3 | 0,15 | 24,5 | 0,18 | 16 | |
| | 24,1 | 24,1 | 28,1 | – | 0,3 | 0,15 | 22 | 22 | 30 | 31,2 | 0,3 | 0,15 | 24,5 | 0,18 | 16 | |
| | 25,7 | 24,4 | 31,5 | 33,5 | 0,3 | 0,15 | 22 | 22 | 35 | 36,2 | 0,3 | 0,15 | 26,7 | 0,5 | – | |
| | 25,7 | 24,4 | 31,5 | 33,5 | 0,3 | 0,15 | 22 | 22 | 35 | 36,2 | 0,3 | 0,15 | 26,7 | 0,5 | – | |
| | 25,7 | 24,4 | 31,5 | 33,5 | 0,3 | 0,15 | 22 | 22 | 35 | 36,2 | 0,3 | 0,15 | 26,7 | 0,5 | 7,8 | |
| | 25,7 | 24,4 | 31,5 | 33,5 | 0,3 | 0,15 | 22 | 22 | 35 | 36,2 | 0,3 | 0,15 | 26,7 | 0,5 | 7,8 | |
| | 25,6 | 25,6 | 31,4 | 34 | 0,3 | 0,2 | 22 | 22 | 35 | 35,6 | 0,3 | 0,2 | 26,8 | 0,45 | – | |
| | 25,6 | 25,6 | 31,4 | 34 | 0,3 | 0,2 | 22 | 22 | 35 | 35,6 | 0,3 | 0,2 | 26,8 | 0,45 | – | |
| | 25,6 | 25,6 | 31,4 | 34 | 0,3 | 0,2 | 22 | 22 | 35 | 35,6 | 0,3 | 0,2 | 26,8 | 0,45 | 9,8 | |
| | 25,6 | 25,6 | 31,4 | 34 | 0,3 | 0,2 | 22 | 22 | 35 | 35,6 | 0,3 | 0,2 | 26,8 | 0,45 | 9,8 | |
| | 26,6 | 24,8 | 36,5 | 36,5 | 0,6 | 0,3 | 22 | 22 | 40 | 39,6 | 0,6 | 0,3 | 28,1 | 1,1 | – | |
| | 26,6 | 24,8 | 36,5 | 36,5 | 0,6 | 0,3 | 22 | 22 | 40 | 39,6 | 0,6 | 0,3 | 28,1 | 1,1 | – | |
| | 26,6 | 24,8 | 36,5 | 36,5 | 0,6 | 0,3 | 22 | 22 | 40 | 39,6 | 0,6 | 0,3 | 28,1 | 1,1 | 7,2 | |
| | 26,6 | 24,8 | 36,5 | 36,5 | 0,6 | 0,3 | 22 | 22 | 40 | 39,6 | 0,6 | 0,3 | 28,1 | 1,1 | 7,2 | |
| 27,1 | 27,1 | 34,8 | 37,1 | 0,6 | 0,3 | 23,2 | 23,2 | 38,8 | 40 | 0,6 | 0,3 | 28,4 | 0,9 | – | | |
| 27,1 | 27,1 | 34,8 | 37,1 | 0,6 | 0,3 | 23,2 | 23,2 | 38,8 | 40 | 0,6 | 0,3 | 28,4 | 0,9 | – | | |
| 27,1 | 27,1 | 34,8 | 37,1 | 0,6 | 0,3 | 23,2 | 23,2 | 38,8 | 40 | 0,6 | 0,3 | 28,4 | 0,9 | 9,2 | | |
| 27,1 | 27,1 | 34,8 | 37,1 | 0,6 | 0,3 | 23,2 | 23,2 | 38,8 | 40 | 0,6 | 0,3 | 28,4 | 0,9 | 9,2 | | |
| 29,1 | 29,1 | 38,7 | 40,9 | 1 | 0,3 | 25,6 | 25,6 | 41,4 | 44,6 | 1 | 0,3 | 31,1 | 1,5 | – | | |
| 29,1 | 29,1 | 38,7 | 40,9 | 1 | 0,3 | 25,6 | 25,6 | 41,4 | 44,6 | 1 | 0,3 | 31,1 | 1,5 | – | | |
| 29,1 | 29,1 | 38,7 | 40,9 | 1 | 0,3 | 25,6 | 25,6 | 41,4 | 44,6 | 1 | 0,3 | 31,1 | 1,5 | 8,7 | | |
| 29,1 | 29,1 | 38,7 | 40,9 | 1 | 0,3 | 25,6 | 25,6 | 41,4 | 44,6 | 1 | 0,3 | 31,1 | 1,5 | 8,7 | | |

1) Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101

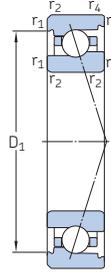
2.1 Schrägkugellager d 25 – 30 mm



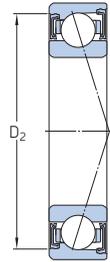
ACD, CD



719 .. ACE,
719 .. CE



70 .. ACE,
70 .. CE



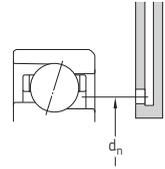
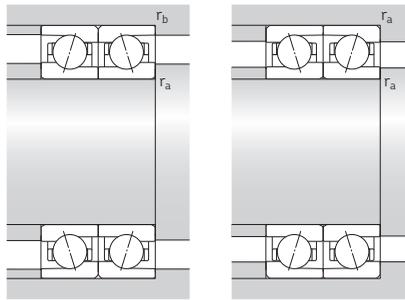
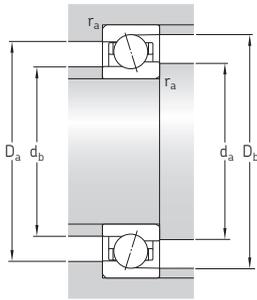
S...¹⁾

| Haupt- abmessungen | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenzbelas- tung P _u | Erreichbare Fettschmie- rung | Drehzahlen | | Gewicht ²⁾ | Kurzzeichen | Erhältliche Ausführungen | | |
|-----------------------|------------|-------|---|------------------------------------|---|---|-----------------------|-------------|------------------------------------|--|-----------|
| | dyn. | stat. | | | Öl-Luft- Schmie- rung ²⁾ | Öl-Luft- Schmie- rung ²⁾ | | | Dichtungs- lösung ¹⁾ | Direkte Öl- Schmie- rung ³⁾ | |
| d | D | B | C | C ₀ | | | | | | | |
| mm | | | | | kN | min ⁻¹ | kg | - | - | - | |
| 25 | 37 | 7 | 3,9 | 3,05 | 0,129 | 34 000 | 53 000 | 0,021 | 71805 ACD/P4 | - | - |
| | 37 | 7 | 3,9 | 3,05 | 0,129 | 40 000 | 63 000 | 0,019 | 71805 ACD/HCP4 | - | - |
| | 37 | 7 | 4,16 | 3,2 | 0,137 | 38 000 | 56 000 | 0,021 | 71805 CD/P4 | - | - |
| | 37 | 7 | 4,16 | 3,2 | 0,137 | 45 000 | 70 000 | 0,019 | 71805 CD/HCP4 | - | - |
| | 42 | 9 | 4,94 | 2,7 | 0,114 | 44 000 | 68 000 | 0,04 | 71905 ACE/P4A | S | H, L |
| | 42 | 9 | 4,94 | 2,7 | 0,114 | 52 000 | 83 000 | 0,036 | 71905 ACE/HCP4A | S | H, L |
| | 42 | 9 | 5,27 | 2,85 | 0,12 | 49 000 | 75 000 | 0,04 | 71905 CE/P4A | S | H, L |
| | 42 | 9 | 5,27 | 2,85 | 0,12 | 58 000 | 90 000 | 0,036 | 71905 CE/HCP4A | S | H, L |
| | 42 | 9 | 6,37 | 3,8 | 0,16 | 32 000 | 48 000 | 0,042 | 71905 ACD/P4A | S | - |
| | 42 | 9 | 6,37 | 3,8 | 0,16 | 38 000 | 56 000 | 0,039 | 71905 ACD/HCP4A | S | - |
| | 42 | 9 | 6,76 | 4 | 0,17 | 36 000 | 53 000 | 0,042 | 71905 CD/P4A | S | - |
| | 42 | 9 | 6,76 | 4 | 0,17 | 45 000 | 63 000 | 0,039 | 71905 CD/HCP4A | S | - |
| 30 | 47 | 12 | 7,93 | 3,9 | 0,166 | 42 000 | 63 000 | 0,074 | 7005 ACE/P4A | S | H1, L, L1 |
| | 47 | 12 | 7,93 | 3,9 | 0,166 | 50 000 | 75 000 | 0,065 | 7005 ACE/HCP4A | S | H1, L, L1 |
| | 47 | 12 | 8,32 | 4,15 | 0,173 | 46 000 | 70 000 | 0,074 | 7005 CE/P4A | S | H1, L, L1 |
| | 47 | 12 | 8,32 | 4,15 | 0,173 | 56 000 | 85 000 | 0,065 | 7005 CE/HCP4A | S | H1, L, L1 |
| | 47 | 12 | 9,23 | 5 | 0,212 | 34 000 | 50 000 | 0,079 | 7005 ACD/P4A | S | H |
| | 47 | 12 | 9,23 | 5 | 0,212 | 40 000 | 60 000 | 0,07 | 7005 ACD/HCP4A | S | H |
| | 47 | 12 | 9,56 | 5,2 | 0,22 | 36 000 | 56 000 | 0,079 | 7005 CD/P4A | S | H |
| | 47 | 12 | 9,56 | 5,2 | 0,22 | 43 000 | 67 000 | 0,07 | 7005 CD/HCP4A | S | H |
| | 52 | 15 | 13 | 6,95 | 0,29 | 26 000 | 40 000 | 0,13 | 7205 ACD/P4A | S | - |
| | 52 | 15 | 13 | 6,95 | 0,29 | 32 000 | 48 000 | 0,11 | 7205 ACD/HCP4A | S | - |
| | 52 | 15 | 13,5 | 7,2 | 0,305 | 30 000 | 45 000 | 0,13 | 7205 CD/P4A | S | - |
| | 52 | 15 | 13,5 | 7,2 | 0,305 | 38 000 | 53 000 | 0,11 | 7205 CD/HCP4A | S | - |
| 30 | 42 | 7 | 4,16 | 3,55 | 0,15 | 28 000 | 45 000 | 0,026 | 71806 ACD/P4 | - | - |
| | 42 | 7 | 4,16 | 3,55 | 0,15 | 34 000 | 53 000 | 0,024 | 71806 ACD/HCP4 | - | - |
| | 42 | 7 | 4,42 | 3,75 | 0,16 | 32 000 | 50 000 | 0,026 | 71806 CD/P4 | - | - |
| | 42 | 7 | 4,42 | 3,75 | 0,16 | 38 000 | 60 000 | 0,024 | 71806 CD/HCP4 | - | - |

¹⁾ Vorsetzzeichen S. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Dichtungslösungen* (→ Seite 136).

²⁾ Trifft ausschließlich auf offene Lager zu.

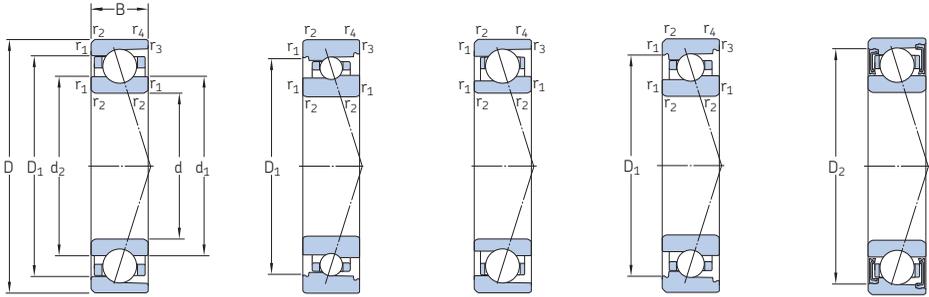
³⁾ Nachsetzzeichen H, H1, L oder L1. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Direkte Öl-Luft-Schmierung* (→ Seite 136).



| Abmessungen | | | | | Anschlussmaße | | | | | | | | Fettbezugs- | Berechnungs- | | |
|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------|------------------|-----------------|---|
| d | d ₁ | d ₂ | D ₁ | D ₂ | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | d _a min. | d _b min. | D _a max. | D _b max. | r _a max. | r _b max. | d _n | G _{ref} | f ₀ | |
| mm | | | | | | | | | | | | | | | cm ³ | – |
| 25 | 29,1 | 29,1 | 33,1 | – | 0,3 | 0,15 | 27 | 27 | 35 | 36,2 | 0,3 | 0,15 | 29,5 | 0,21 | – | |
| | 29,1 | 29,1 | 33,1 | – | 0,3 | 0,15 | 27 | 27 | 35 | 36,2 | 0,3 | 0,15 | 29,5 | 0,21 | – | |
| | 29,1 | 29,1 | 33,1 | – | 0,3 | 0,15 | 27 | 27 | 35 | 36,2 | 0,3 | 0,15 | 29,5 | 0,21 | 16,4 | |
| | 29,1 | 29,1 | 33,1 | – | 0,3 | 0,15 | 27 | 27 | 35 | 36,2 | 0,3 | 0,15 | 29,5 | 0,21 | 16,4 | |
| | 30,7 | 29,4 | 36,4 | 38,4 | 0,3 | 0,15 | 27 | 27 | 40 | 41,2 | 0,3 | 0,15 | 31,8 | 0,6 | – | |
| | 30,7 | 29,4 | 36,4 | 38,4 | 0,3 | 0,15 | 27 | 27 | 40 | 41,2 | 0,3 | 0,15 | 31,8 | 0,6 | – | |
| | 30,7 | 29,4 | 36,4 | 38,4 | 0,3 | 0,15 | 27 | 27 | 40 | 41,2 | 0,3 | 0,15 | 31,8 | 0,6 | 8,1 | |
| | 30,7 | 29,4 | 36,4 | 38,4 | 0,3 | 0,15 | 27 | 27 | 40 | 41,2 | 0,3 | 0,15 | 31,8 | 0,6 | 8,1 | |
| | 30,6 | 30,6 | 36,4 | 39 | 0,3 | 0,2 | 27 | 27 | 40 | 40,6 | 0,3 | 0,2 | 31,8 | 0,54 | – | |
| | 30,6 | 30,6 | 36,4 | 39 | 0,3 | 0,2 | 27 | 27 | 40 | 40,6 | 0,3 | 0,2 | 31,8 | 0,54 | – | |
| | 30,6 | 30,6 | 36,4 | 39 | 0,3 | 0,2 | 27 | 27 | 40 | 40,6 | 0,3 | 0,2 | 31,8 | 0,54 | 10,2 | |
| | 30,6 | 30,6 | 36,4 | 39 | 0,3 | 0,2 | 27 | 27 | 40 | 40,6 | 0,3 | 0,2 | 31,8 | 0,54 | 10,2 | |
| 30 | 31,6 | 29,8 | 41,5 | 41,5 | 0,6 | 0,3 | 28,2 | 28,2 | 43,8 | 44,6 | 0,6 | 0,3 | 33,1 | 1,3 | – | |
| | 31,6 | 29,8 | 41,5 | 41,5 | 0,6 | 0,3 | 28,2 | 28,2 | 43,8 | 44,6 | 0,6 | 0,3 | 33,1 | 1,3 | – | |
| | 31,6 | 29,8 | 41,5 | 41,5 | 0,6 | 0,3 | 28,2 | 28,2 | 43,8 | 44,6 | 0,6 | 0,3 | 33,1 | 1,3 | 7,5 | |
| | 31,6 | 29,8 | 41,5 | 41,5 | 0,6 | 0,3 | 28,2 | 28,2 | 43,8 | 44,6 | 0,6 | 0,3 | 33,1 | 1,3 | 7,5 | |
| | 32,1 | 32,1 | 39,9 | 42,2 | 0,6 | 0,3 | 28,2 | 28,2 | 43,8 | 45 | 0,6 | 0,3 | 33,4 | 1 | – | |
| | 32,1 | 32,1 | 39,9 | 42,2 | 0,6 | 0,3 | 28,2 | 28,2 | 43,8 | 45 | 0,6 | 0,3 | 33,4 | 1 | – | |
| | 32,1 | 32,1 | 39,9 | 42,2 | 0,6 | 0,3 | 28,2 | 28,2 | 43,8 | 45 | 0,6 | 0,3 | 33,4 | 1 | 9,6 | |
| | 32,1 | 32,1 | 39,9 | 42,2 | 0,6 | 0,3 | 28,2 | 28,2 | 43,8 | 45 | 0,6 | 0,3 | 33,4 | 1 | 9,6 | |
| | 34,1 | 34,1 | 43,7 | 45,9 | 1 | 0,3 | 30,6 | 30,6 | 46,4 | 49,6 | 1 | 0,3 | 36,1 | 1,9 | – | |
| | 34,1 | 34,1 | 43,7 | 45,9 | 1 | 0,3 | 30,6 | 30,6 | 46,4 | 49,6 | 1 | 0,3 | 36,1 | 1,9 | – | |
| | 34,1 | 34,1 | 43,7 | 45,9 | 1 | 0,3 | 30,6 | 30,6 | 46,4 | 49,6 | 1 | 0,3 | 36,1 | 1,9 | 9,1 | |
| | 34,1 | 34,1 | 43,7 | 45,9 | 1 | 0,3 | 30,6 | 30,6 | 46,4 | 49,6 | 1 | 0,3 | 36,1 | 1,9 | 9,1 | |
| 30 | 34,1 | 34,1 | 38,1 | – | 0,3 | 0,15 | 32 | 32 | 40 | 41,2 | 0,3 | 0,15 | 34,5 | 0,24 | – | |
| | 34,1 | 34,1 | 38,1 | – | 0,3 | 0,15 | 32 | 32 | 40 | 41,2 | 0,3 | 0,15 | 34,5 | 0,24 | – | |
| | 34,1 | 34,1 | 38,1 | – | 0,3 | 0,15 | 32 | 32 | 40 | 41,2 | 0,3 | 0,15 | 34,5 | 0,24 | 16,8 | |
| | 34,1 | 34,1 | 38,1 | – | 0,3 | 0,15 | 32 | 32 | 40 | 41,2 | 0,3 | 0,15 | 34,5 | 0,24 | 16,8 | |

¹⁾ Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101

2.1 Schrägkugellager d 30 mm



ACD, CD

ACB, CB

719 .. ACE,
719 .. CE70 .. ACE,
70 .. CE

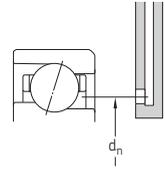
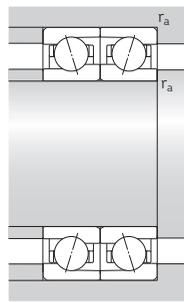
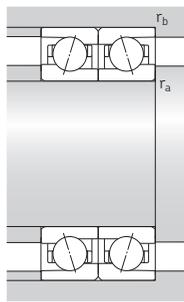
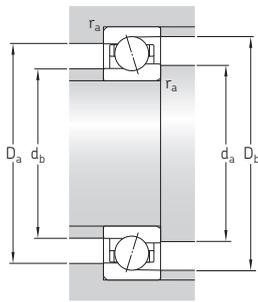
S... 1)

| Haupt- abmessungen | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenzbelas- tung P_u | Erreichbare Fettschmie- rung | Drehzahlen | | Gewicht ²⁾ kg | Kurzzeichen | Erhältliche Ausführungen Dichtungs- lösung ¹⁾ | Direkte Öl- Luft- Schmie- rung ³⁾ | |
|------------------------------------|------------|-------|--|------------------------------------|---|-------------------|-----------------------------|-------------|--|---|-----------|
| | dyn. | stat. | | | Öl-Luft- Schmie- rung ²⁾ | min ⁻¹ | | | | | |
| d D B C C ₀ | kN | | kN | min ⁻¹ | min ⁻¹ | | kg | - | - | - | |
| mm | kN | | kN | min ⁻¹ | min ⁻¹ | | kg | - | - | - | |
| 30 | 47 | 9 | 4,62 | 3 | 0,127 | 36 000 | 56 000 | 0,047 | 71906 ACB/P4A | S | - |
| Forts. | 47 | 9 | 4,62 | 3 | 0,127 | 43 000 | 67 000 | 0,044 | 71906 ACB/HCP4A | S | - |
| | 47 | 9 | 4,88 | 3,15 | 0,134 | 40 000 | 60 000 | 0,047 | 71906 CB/P4A | S | - |
| | 47 | 9 | 4,88 | 3,15 | 0,134 | 48 000 | 75 000 | 0,044 | 71906 CB/HCP4A | S | - |
| | 47 | 9 | 5,27 | 3,1 | 0,132 | 37 000 | 58 000 | 0,05 | 71906 ACE/P4A | S | H, L |
| | 47 | 9 | 5,27 | 3,1 | 0,132 | 44 000 | 70 000 | 0,045 | 71906 ACE/HCP4A | S | H, L |
| | 47 | 9 | 5,59 | 3,25 | 0,14 | 41 000 | 63 000 | 0,05 | 71906 CE/P4A | S | H, L |
| | 47 | 9 | 5,59 | 3,25 | 0,14 | 49 000 | 75 000 | 0,045 | 71906 CE/HCP4A | S | H, L |
| | 47 | 9 | 6,76 | 4,3 | 0,183 | 26 000 | 40 000 | 0,048 | 71906 ACD/P4A | S | - |
| | 47 | 9 | 6,76 | 4,3 | 0,183 | 32 000 | 48 000 | 0,045 | 71906 ACD/HCP4A | S | - |
| | 47 | 9 | 7,15 | 4,55 | 0,193 | 30 000 | 45 000 | 0,048 | 71906 CD/P4A | S | - |
| | 47 | 9 | 7,15 | 4,55 | 0,193 | 38 000 | 53 000 | 0,045 | 71906 CD/HCP4A | S | - |
| | 55 | 13 | 6,18 | 3,9 | 0,166 | 34 000 | 50 000 | 0,13 | 7006 ACB/P4A | S | - |
| | 55 | 13 | 6,18 | 3,9 | 0,166 | 40 000 | 60 000 | 0,13 | 7006 ACB/HCP4A | S | - |
| | 55 | 13 | 6,5 | 4,15 | 0,176 | 36 000 | 56 000 | 0,13 | 7006 CB/P4A | S | - |
| | 55 | 13 | 6,5 | 4,15 | 0,176 | 43 000 | 67 000 | 0,13 | 7006 CB/HCP4A | S | - |
| | 55 | 13 | 8,84 | 5 | 0,212 | 35 000 | 54 000 | 0,11 | 7006 ACE/P4A | S | H1, L, L1 |
| | 55 | 13 | 8,84 | 5 | 0,212 | 42 000 | 65 000 | 0,1 | 7006 ACE/HCP4A | S | H1, L, L1 |
| | 55 | 13 | 9,36 | 5,2 | 0,22 | 39 000 | 60 000 | 0,11 | 7006 CE/P4A | S | H1, L, L1 |
| | 55 | 13 | 9,36 | 5,2 | 0,22 | 47 000 | 73 000 | 0,1 | 7006 CE/HCP4A | S | H1, L, L1 |
| | 55 | 13 | 13,8 | 7,65 | 0,325 | 28 000 | 43 000 | 0,11 | 7006 ACD/P4A | S | H |
| | 55 | 13 | 13,8 | 7,65 | 0,325 | 34 000 | 53 000 | 0,095 | 7006 ACD/HCP4A | S | H |
| | 55 | 13 | 14,3 | 8 | 0,34 | 32 000 | 48 000 | 0,11 | 7006 CD/P4A | S | H |
| | 55 | 13 | 14,3 | 8 | 0,34 | 38 000 | 56 000 | 0,095 | 7006 CD/HCP4A | S | H |
| | 62 | 16 | 23,4 | 15,3 | 0,64 | 20 000 | 34 000 | 0,2 | 7206 ACD/P4A | S | - |
| | 62 | 16 | 23,4 | 15,3 | 0,64 | 26 000 | 40 000 | 0,17 | 7206 ACD/HCP4A | S | - |
| | 62 | 16 | 24,2 | 16 | 0,67 | 24 000 | 38 000 | 0,2 | 7206 CD/P4A | S | - |
| | 62 | 16 | 24,2 | 16 | 0,67 | 32 000 | 45 000 | 0,17 | 7206 CD/HCP4A | S | - |

1) Vorsetzzeichen S. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Dichtungslösungen* (→ Seite 136).

2) Trifft ausschließlich auf offene Lager zu.

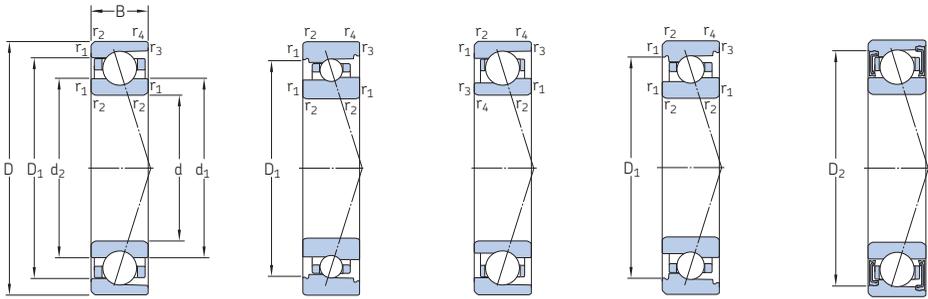
3) Nachsetzzeichen H, H1, L oder L1. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Direkte Öl-Luft-Schmierung* (→ Seite 136).



| Abmessungen | | | | | Anschlussmaße | | | | | | | | Fettbezugs- | Berechnungs- | | | |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------|------------------|----------------|-----------------|---|
| d | d ₁ | d ₂ | D ₁ | D ₂ | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | d _a min. | d _b min. | D _a max. | D _b max. | r _a max. | r _b max. | d _n | G _{ref} | f ₀ | | |
| mm | | | | | | | | | | | | | | | | cm ³ | – |
| 30 Forts. | 36 | 35,1 | 43 | 43 | 0,3 | 0,15 | 32 | 32 | 45 | 46,2 | 0,3 | 0,15 | 36,6 | 0,72 | – | | |
| | 36 | 35,1 | 43 | 43 | 0,3 | 0,15 | 32 | 32 | 45 | 46,2 | 0,3 | 0,15 | 36,6 | 0,72 | – | | |
| | 36 | 35,1 | 43 | 43 | 0,3 | 0,15 | 32 | 32 | 45 | 46,2 | 0,3 | 0,15 | 36,6 | 0,72 | 9,5 | | |
| | 36 | 35,1 | 43 | 43 | 0,3 | 0,15 | 32 | 32 | 45 | 46,2 | 0,3 | 0,15 | 36,6 | 0,72 | 9,5 | | |
| | 35,8 | 34,4 | 41,4 | 43,4 | 0,3 | 0,15 | 32 | 32 | 45 | 46,2 | 0,3 | 0,15 | 36,8 | 0,6 | – | | |
| | 35,8 | 34,4 | 41,4 | 43,4 | 0,3 | 0,15 | 32 | 32 | 45 | 46,2 | 0,3 | 0,15 | 36,8 | 0,6 | – | | |
| | 35,8 | 34,4 | 41,4 | 43,4 | 0,3 | 0,15 | 32 | 32 | 45 | 46,2 | 0,3 | 0,15 | 36,8 | 0,6 | 8,3 | | |
| | 35,8 | 34,4 | 41,4 | 43,4 | 0,3 | 0,15 | 32 | 32 | 45 | 46,2 | 0,3 | 0,15 | 36,8 | 0,6 | 8,3 | | |
| | 35,6 | 35,6 | 41,4 | 44 | 0,3 | 0,2 | 32 | 32 | 45 | 45,6 | 0,3 | 0,2 | 36,8 | 0,63 | – | | |
| | 35,6 | 35,6 | 41,4 | 44 | 0,3 | 0,2 | 32 | 32 | 45 | 45,6 | 0,3 | 0,2 | 36,8 | 0,63 | – | | |
| | 35,6 | 35,6 | 41,4 | 44 | 0,3 | 0,2 | 32 | 32 | 45 | 45,6 | 0,3 | 0,2 | 36,8 | 0,63 | 10,4 | | |
| | 35,6 | 35,6 | 41,4 | 44 | 0,3 | 0,2 | 32 | 32 | 45 | 45,6 | 0,3 | 0,2 | 36,8 | 0,63 | 10,4 | | |
| | 39,5 | 38,3 | 47,3 | 47,3 | 1 | 0,6 | 34,6 | 34,6 | 50,4 | 51,8 | 1 | 0,6 | 40 | 1,4 | – | | |
| | 39,5 | 38,3 | 47,3 | 47,3 | 1 | 0,6 | 34,6 | 34,6 | 50,4 | 51,8 | 1 | 0,6 | 40 | 1,4 | – | | |
| | 39,5 | 38,3 | 47,3 | 47,3 | 1 | 0,6 | 34,6 | 34,6 | 50,4 | 51,8 | 1 | 0,6 | 40 | 1,4 | 9,4 | | |
| | 39,5 | 38,3 | 47,3 | 47,3 | 1 | 0,6 | 34,6 | 34,6 | 50,4 | 51,8 | 1 | 0,6 | 40 | 1,4 | 9,4 | | |
| | 38,2 | 36,4 | 48,1 | 48,1 | 1 | 0,6 | 34,6 | 34,6 | 50,4 | 50,8 | 1 | 0,6 | 39,9 | 1,7 | – | | |
| | 38,2 | 36,4 | 48,1 | 48,1 | 1 | 0,6 | 34,6 | 34,6 | 50,4 | 50,8 | 1 | 0,6 | 39,9 | 1,7 | – | | |
| | 38,2 | 36,4 | 48,1 | 48,1 | 1 | 0,6 | 34,6 | 34,6 | 50,4 | 50,8 | 1 | 0,6 | 39,9 | 1,7 | 7,9 | | |
| | 38,2 | 36,4 | 48,1 | 48,1 | 1 | 0,6 | 34,6 | 34,6 | 50,4 | 50,8 | 1 | 0,6 | 39,9 | 1,7 | 7,9 | | |
| | 37,7 | 37,7 | 47,3 | 49,6 | 1 | 0,3 | 34,6 | 34,6 | 50,4 | 53 | 1 | 0,3 | 39,3 | 1,6 | – | | |
| | 37,7 | 37,7 | 47,3 | 49,6 | 1 | 0,3 | 34,6 | 34,6 | 50,4 | 53 | 1 | 0,3 | 39,3 | 1,6 | – | | |
| | 37,7 | 37,7 | 47,3 | 49,6 | 1 | 0,3 | 34,6 | 34,6 | 50,4 | 53 | 1 | 0,3 | 39,3 | 1,6 | 9,4 | | |
| | 37,7 | 37,7 | 47,3 | 49,6 | 1 | 0,3 | 34,6 | 34,6 | 50,4 | 53 | 1 | 0,3 | 39,3 | 1,6 | 9,4 | | |
| | 40,2 | 40,2 | 51,8 | 54 | 1 | 0,3 | 35,6 | 35,6 | 56,4 | 59,6 | 1 | 0,3 | 42,7 | 2,8 | – | | |
| | 40,2 | 40,2 | 51,8 | 54 | 1 | 0,3 | 35,6 | 35,6 | 56,4 | 59,6 | 1 | 0,3 | 42,7 | 2,8 | – | | |
| | 40,2 | 40,2 | 51,8 | 54 | 1 | 0,3 | 35,6 | 35,6 | 56,4 | 59,6 | 1 | 0,3 | 42,7 | 2,8 | 14 | | |
| | 40,2 | 40,2 | 51,8 | 54 | 1 | 0,3 | 35,6 | 35,6 | 56,4 | 59,6 | 1 | 0,3 | 42,7 | 2,8 | 14 | | |

¹⁾ Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101

2.1 Schrägkugellager d 35 mm



ACD, CD

ACB, CB

719 .. ACE,
719 .. CE70 .. ACE,
70 .. CE

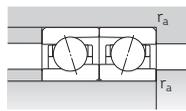
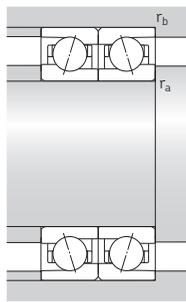
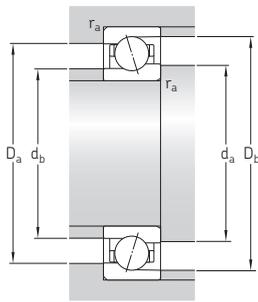
S... 1)

| Haupt- abmessungen | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenzbelas- tung P_u | Erreichbare Fettschmie- rung | Drehzahlen | | Gewicht ²⁾ kg | Kurzzeichen | Erhältliche Ausführungen | | |
|-----------------------|------------|-------|--|------------------------------------|---|------------------------------------|-----------------------------|-------------|---|---|-----------|
| | dyn. | stat. | | | Öl-Luft- Schmie- rung ²⁾ | Dichtungs- lösung ¹⁾ | | | Direkte Öl- Luft- Schmie- rung ³⁾ | | |
| d D B | C | C_0 | kN | kN | min^{-1} | min^{-1} | kg | - | - | - | |
| 35 | 47 | 7 | 4,36 | 4,05 | 0,173 | 26 000 | 40 000 | 0,028 | 71807 ACD/P4 | - | - |
| | 47 | 7 | 4,36 | 4,05 | 0,173 | 30 000 | 48 000 | 0,026 | 71807 ACD/HCP4 | - | - |
| | 47 | 7 | 4,62 | 4,3 | 0,183 | 28 000 | 43 000 | 0,028 | 71807 CD/P4 | - | - |
| | 47 | 7 | 4,62 | 4,3 | 0,183 | 34 000 | 53 000 | 0,026 | 71807 CD/HCP4 | - | - |
| | 55 | 10 | 4,88 | 3,45 | 0,146 | 30 000 | 48 000 | 0,078 | 71907 ACB/P4A | S | - |
| | 55 | 10 | 4,88 | 3,45 | 0,146 | 36 000 | 56 000 | 0,074 | 71907 ACB/HCP4A | S | - |
| | 55 | 10 | 5,2 | 3,65 | 0,156 | 34 000 | 53 000 | 0,078 | 71907 CB/P4A | S | - |
| | 55 | 10 | 5,2 | 3,65 | 0,156 | 40 000 | 63 000 | 0,074 | 71907 CB/HCP4A | S | - |
| | 55 | 10 | 7,28 | 4,5 | 0,19 | 32 000 | 50 000 | 0,075 | 71907 ACE/P4A | S | H, L |
| | 55 | 10 | 7,28 | 4,5 | 0,19 | 38 000 | 60 000 | 0,067 | 71907 ACE/HCP4A | S | H, L |
| | 55 | 10 | 7,61 | 4,75 | 0,2 | 36 000 | 54 000 | 0,075 | 71907 CE/P4A | S | H, L |
| | 55 | 10 | 7,61 | 4,75 | 0,2 | 43 000 | 65 000 | 0,067 | 71907 CE/HCP4A | S | H, L |
| | 55 | 10 | 9,23 | 6,2 | 0,26 | 22 000 | 36 000 | 0,074 | 71907 ACD/P4A | S | - |
| | 55 | 10 | 9,23 | 6,2 | 0,26 | 28 000 | 43 000 | 0,068 | 71907 ACD/HCP4A | S | - |
| | 55 | 10 | 9,75 | 6,55 | 0,275 | 26 000 | 40 000 | 0,074 | 71907 CD/P4A | S | - |
| | 55 | 10 | 9,75 | 6,55 | 0,275 | 32 000 | 45 000 | 0,068 | 71907 CD/HCP4A | S | - |
| | 62 | 14 | 6,5 | 4,55 | 0,193 | 28 000 | 43 000 | 0,17 | 7007 ACB/P4A | S | - |
| | 62 | 14 | 6,5 | 4,55 | 0,193 | 34 000 | 53 000 | 0,16 | 7007 ACB/HCP4A | S | - |
| | 62 | 14 | 6,89 | 4,8 | 0,204 | 32 000 | 48 000 | 0,17 | 7007 CB/P4A | S | - |
| | 62 | 14 | 6,89 | 4,8 | 0,204 | 38 000 | 60 000 | 0,16 | 7007 CB/HCP4A | S | - |
| | 62 | 14 | 11,1 | 6,3 | 0,265 | 31 000 | 46 000 | 0,15 | 7007 ACE/P4A | S | H1, L, L1 |
| | 62 | 14 | 11,1 | 6,3 | 0,265 | 36 000 | 56 000 | 0,13 | 7007 ACE/HCP4A | S | H1, L, L1 |
| | 62 | 14 | 11,4 | 6,55 | 0,28 | 34 000 | 50 000 | 0,15 | 7007 CE/P4A | S | H1, L, L1 |
| | 62 | 14 | 11,4 | 6,55 | 0,28 | 40 000 | 63 000 | 0,13 | 7007 CE/HCP4A | S | H1, L, L1 |
| | 62 | 14 | 14,8 | 9 | 0,38 | 20 000 | 32 000 | 0,15 | 7007 ACD/P4A | S | H |
| | 62 | 14 | 14,8 | 9 | 0,38 | 24 000 | 38 000 | 0,13 | 7007 ACD/HCP4A | S | H |
| | 62 | 14 | 15,6 | 9,5 | 0,4 | 24 000 | 36 000 | 0,15 | 7007 CD/P4A | S | H |
| | 62 | 14 | 15,6 | 9,5 | 0,4 | 28 000 | 43 000 | 0,13 | 7007 CD/HCP4A | S | H |

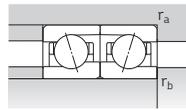
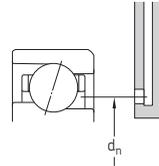
1) Vorsetzzeichen S. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Dichtungslösungen* (→ Seite 136).

2) Trifft ausschließlich auf offene Lager zu.

3) Nachsetzzeichen H, H1, L oder L1. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Direkte Öl-Luft-Schmierung* (→ Seite 136).



ACD, CD, ACB, CB,
70 .. ACE, 70 .. CE

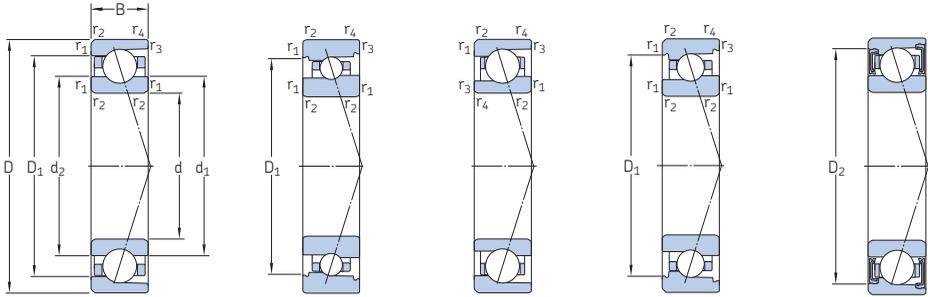


719 .. ACE, 719 .. CE

| Abmessungen | | | | | Anschlussmaße | | | | | | | | | | Fettbezugs- menge ¹⁾ | Berechnungs- faktor f ₀ | |
|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------|------------------|------------------------------------|--|---|
| d | d ₁ | d ₂ | D ₁ | D ₂ | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | d _a min. | d _b min. | D _a max. | D _b max. | r _a max. | r _b max. | d _n | G _{ref} | f ₀ | | |
| mm | | | | | | | | | | | | | | | | cm ³ | – |
| 35 | 39,1 | 39,1 | 43,1 | – | 0,3 | 0,15 | 37 | 37 | 45 | 46,2 | 0,3 | 0,15 | 39,5 | 0,28 | – | | |
| | 39,1 | 39,1 | 43,1 | – | 0,3 | 0,15 | 37 | 37 | 45 | 46,2 | 0,3 | 0,15 | 39,5 | 0,28 | – | | |
| | 39,1 | 39,1 | 43,1 | – | 0,3 | 0,15 | 37 | 37 | 45 | 46,2 | 0,3 | 0,15 | 39,5 | 0,28 | 17 | | |
| | 39,1 | 39,1 | 43,1 | – | 0,3 | 0,15 | 37 | 37 | 45 | 46,2 | 0,3 | 0,15 | 39,5 | 0,28 | 17 | | |
| | 42,5 | 41,6 | 49,5 | 49,5 | 0,6 | 0,3 | 38,2 | 38,2 | 51,8 | 53 | 0,6 | 0,3 | 43 | 0,96 | – | | |
| | 42,5 | 41,6 | 49,5 | 49,5 | 0,6 | 0,3 | 38,2 | 38,2 | 51,8 | 53 | 0,6 | 0,3 | 43 | 0,96 | – | | |
| | 42,5 | 41,6 | 49,5 | 49,5 | 0,6 | 0,3 | 38,2 | 38,2 | 51,8 | 53 | 0,6 | 0,3 | 43 | 0,96 | 9,7 | | |
| | 42,5 | 41,6 | 49,5 | 49,5 | 0,6 | 0,3 | 38,2 | 38,2 | 51,8 | 53 | 0,6 | 0,3 | 43 | 0,96 | 9,7 | | |
| | 41,7 | 40,2 | 48,3 | 50,3 | 0,6 | 0,3 | 38,2 | 37 | 51,8 | 53 | 0,6 | 0,3 | 43 | 0,8 | – | | |
| | 41,7 | 40,2 | 48,3 | 50,3 | 0,6 | 0,3 | 38,2 | 37 | 51,8 | 53 | 0,6 | 0,3 | 43 | 0,8 | – | | |
| | 41,7 | 40,2 | 48,3 | 50,3 | 0,6 | 0,3 | 38,2 | 37 | 51,8 | 53 | 0,6 | 0,3 | 43 | 0,8 | 8,3 | | |
| | 41,7 | 40,2 | 48,3 | 50,3 | 0,6 | 0,3 | 38,2 | 37 | 51,8 | 53 | 0,6 | 0,3 | 43 | 0,8 | 8,3 | | |
| 41,6 | 41,6 | 48,4 | 50,1 | 0,6 | 0,3 | 38,2 | 38,2 | 51,8 | 53,6 | 0,6 | 0,3 | 43 | 0,93 | – | | | |
| 41,6 | 41,6 | 48,4 | 50,1 | 0,6 | 0,3 | 38,2 | 38,2 | 51,8 | 53,6 | 0,6 | 0,3 | 43 | 0,93 | – | | | |
| 41,6 | 41,6 | 48,4 | 50,1 | 0,6 | 0,3 | 38,2 | 38,2 | 51,8 | 53,6 | 0,6 | 0,3 | 43 | 0,93 | 10,4 | | | |
| 41,6 | 41,6 | 48,4 | 50,1 | 0,6 | 0,3 | 38,2 | 38,2 | 51,8 | 53,6 | 0,6 | 0,3 | 43 | 0,93 | 10,4 | | | |
| 45,5 | 44,3 | 53,4 | 53,4 | 1 | 0,6 | 39,6 | 39,6 | 57,4 | 58,8 | 1 | 0,6 | 46,1 | 1,8 | – | | | |
| 45,5 | 44,3 | 53,4 | 53,4 | 1 | 0,6 | 39,6 | 39,6 | 57,4 | 58,8 | 1 | 0,6 | 46,1 | 1,8 | – | | | |
| 45,5 | 44,3 | 53,4 | 53,4 | 1 | 0,6 | 39,6 | 39,6 | 57,4 | 58,8 | 1 | 0,6 | 46,1 | 1,8 | 9,6 | | | |
| 45,5 | 44,3 | 53,4 | 53,4 | 1 | 0,6 | 39,6 | 39,6 | 57,4 | 58,8 | 1 | 0,6 | 46,1 | 1,8 | 9,6 | | | |
| 43,7 | 41,6 | 54,9 | 54,9 | 1 | 0,6 | 39,6 | 39,6 | 57,4 | 57,8 | 1 | 0,6 | 45,6 | 2,4 | – | | | |
| 43,7 | 41,6 | 54,9 | 54,9 | 1 | 0,6 | 39,6 | 39,6 | 57,4 | 57,8 | 1 | 0,6 | 45,6 | 2,4 | – | | | |
| 43,7 | 41,6 | 54,9 | 54,9 | 1 | 0,6 | 39,6 | 39,6 | 57,4 | 57,8 | 1 | 0,6 | 45,6 | 2,4 | 7,9 | | | |
| 43,7 | 41,6 | 54,9 | 54,9 | 1 | 0,6 | 39,6 | 39,6 | 57,4 | 57,8 | 1 | 0,6 | 45,6 | 2,4 | 7,9 | | | |
| 43,7 | 43,7 | 53,3 | 55,6 | 1 | 0,3 | 39,6 | 39,6 | 57,4 | 60 | 1 | 0,3 | 45,3 | 2 | – | | | |
| 43,7 | 43,7 | 53,3 | 55,6 | 1 | 0,3 | 39,6 | 39,6 | 57,4 | 60 | 1 | 0,3 | 45,3 | 2 | – | | | |
| 43,7 | 43,7 | 53,3 | 55,6 | 1 | 0,3 | 39,6 | 39,6 | 57,4 | 60 | 1 | 0,3 | 45,3 | 2 | 9,7 | | | |
| 43,7 | 43,7 | 53,3 | 55,6 | 1 | 0,3 | 39,6 | 39,6 | 57,4 | 60 | 1 | 0,3 | 45,3 | 2 | 9,7 | | | |

¹⁾ Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101

2.1 Schrägkugellager d 35 – 40 mm



ACD, CD

ACB, CB

719 .. ACE,
719 .. CE70 .. ACE,
70 .. CE

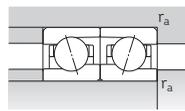
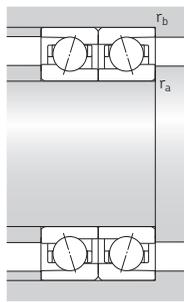
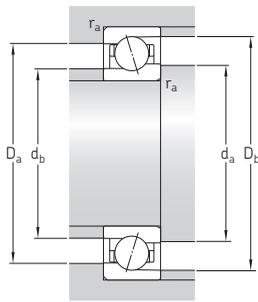
S... 1)

| Haupt- abmessungen | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenzbelas- tung P_u | Erreichbare Fettschmie- rung | Drehzahlen | | Gewicht ²⁾ kg | Kurzzeichen | Erhältliche Ausführungen | | |
|-----------------------|------------|------|--|------------------------------------|-------------------|--------|-----------------------------|----------------|---|------------------------------------|--|
| | d | D | | | dyn. | stat. | | | Öl-Luft- Schmie- rung ²⁾ | Dichtungs- lösung ¹⁾ | Direkte Öl- Schmie- rung ³⁾ |
| mm | | | kN | | min^{-1} | | | - | - | - | |
| 35 Forts. | 72 | 17 | 30,7 | 20,8 | 0,88 | 18 000 | 30 000 | 0,29 | 7207 ACD/P4A | S | - |
| | 72 | 17 | 30,7 | 20,8 | 0,88 | 20 000 | 34 000 | 0,24 | 7207 ACD/HCP4A | S | - |
| | 72 | 17 | 31,9 | 21,6 | 0,915 | 20 000 | 34 000 | 0,29 | 7207 CD/P4A | S | - |
| | 72 | 17 | 31,9 | 21,6 | 0,915 | 26 000 | 38 000 | 0,24 | 7207 CD/HCP4A | S | - |
| 40 | 52 | 7 | 4,49 | 4,55 | 0,196 | 22 000 | 34 000 | 0,031 | 71808 ACD/P4 | - | - |
| | 52 | 7 | 4,49 | 4,55 | 0,196 | 28 000 | 43 000 | 0,029 | 71808 ACD/HCP4 | - | - |
| | 52 | 7 | 4,88 | 4,9 | 0,208 | 26 000 | 38 000 | 0,031 | 71808 CD/P4 | - | - |
| | 52 | 7 | 4,88 | 4,9 | 0,208 | 30 000 | 45 000 | 0,029 | 71808 CD/HCP4 | - | - |
| | 62 | 12 | 5,07 | 4 | 0,166 | 28 000 | 43 000 | 0,12 | 71908 ACB/P4A | S | L |
| | 62 | 12 | 5,07 | 4 | 0,166 | 32 000 | 50 000 | 0,11 | 71908 ACB/HCP4A | S | L |
| | 62 | 12 | 5,4 | 4,15 | 0,176 | 30 000 | 45 000 | 0,12 | 71908 CB/P4A | S | L |
| | 62 | 12 | 5,4 | 4,15 | 0,176 | 36 000 | 56 000 | 0,11 | 71908 CB/HCP4A | S | L |
| | 62 | 12 | 9,23 | 5,85 | 0,245 | 28 000 | 44 000 | 0,1 | 71908 ACE/P4A | S | H1, L |
| | 62 | 12 | 9,23 | 5,85 | 0,245 | 34 000 | 52 000 | 0,088 | 71908 ACE/HCP4A | S | H1, L |
| | 62 | 12 | 9,75 | 6,1 | 0,26 | 32 000 | 49 000 | 0,1 | 71908 CE/P4A | S | H1, L |
| | 62 | 12 | 9,75 | 6,1 | 0,26 | 38 000 | 58 000 | 0,088 | 71908 CE/HCP4A | S | H1, L |
| | 62 | 12 | 11,7 | 8 | 0,34 | 18 000 | 30 000 | 0,11 | 71908 ACD/P4A | S | - |
| | 62 | 12 | 11,7 | 8 | 0,34 | 22 000 | 36 000 | 0,1 | 71908 ACD/HCP4A | S | - |
| | 62 | 12 | 12,4 | 8,5 | 0,36 | 20 000 | 34 000 | 0,11 | 71908 CD/P4A | S | - |
| | 62 | 12 | 12,4 | 8,5 | 0,36 | 28 000 | 40 000 | 0,1 | 71908 CD/HCP4A | S | - |
| 68 | 15 | 6,89 | 5,3 | 0,224 | 26 000 | 40 000 | 0,21 | 7008 ACB/P4A | S | L | |
| 68 | 15 | 6,89 | 5,3 | 0,224 | 32 000 | 48 000 | 0,2 | 7008 ACB/HCP4A | S | L | |
| 68 | 15 | 7,41 | 5,6 | 0,236 | 28 000 | 43 000 | 0,21 | 7008 CB/P4A | S | L | |
| 68 | 15 | 7,41 | 5,6 | 0,236 | 34 000 | 53 000 | 0,2 | 7008 CB/HCP4A | S | L | |
| 68 | 15 | 11,7 | 7,2 | 0,305 | 27 000 | 41 000 | 0,19 | 7008 ACE/P4A | S | H1, L, L1 | |
| 68 | 15 | 11,7 | 7,2 | 0,305 | 32 000 | 50 000 | 0,17 | 7008 ACE/HCP4A | S | H1, L, L1 | |
| 68 | 15 | 12,4 | 7,65 | 0,32 | 30 000 | 45 000 | 0,19 | 7008 CE/P4A | S | H1, L, L1 | |
| 68 | 15 | 12,4 | 7,65 | 0,32 | 36 000 | 56 000 | 0,17 | 7008 CE/HCP4A | S | H1, L, L1 | |

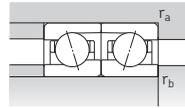
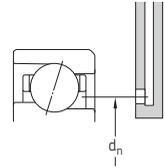
1) Vorsetzzeichen S. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Dichtungslösungen* (→ Seite 136).

2) Trifft ausschließlich auf offene Lager zu.

3) Nachsetzzeichen H, H1, L oder L1. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Direkte Öl-Luft-Schmierung* (→ Seite 136).



ACD, CD, ACB, CB,
70 .. ACE, 70 .. CE

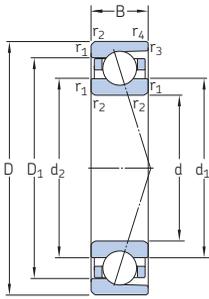


719 .. ACE, 719 .. CE

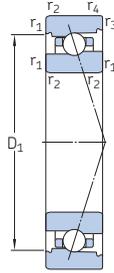
| Abmessungen | | | | | Anschlussmaße | | | | | | | | Fettbezugs- menge ¹⁾ | Berechnungs- faktor f ₀ | | |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------------|--|-----------------|---|
| d | d ₁ | d ₂ | D ₁ | D ₂ | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | d _a min. | d _b min. | D _a max. | D _b max. | r _a max. | r _b max. | d _n | G _{ref} | f ₀ | |
| mm | | | | | | | | | | | | | | | cm ³ | – |
| 35 Forts. | 46,8 | 46,8 | 60,2 | 63,2 | 1,1 | 0,3 | 42 | 42 | 65 | 69,6 | 1 | 0,3 | 49,7 | 3,9 | – | |
| | 46,8 | 46,8 | 60,2 | 63,2 | 1,1 | 0,3 | 42 | 42 | 65 | 69,6 | 1 | 0,3 | 49,7 | 3,9 | – | |
| | 46,8 | 46,8 | 60,2 | 63,2 | 1,1 | 0,3 | 42 | 42 | 65 | 69,6 | 1 | 0,3 | 49,7 | 3,9 | 13,9 | |
| | 46,8 | 46,8 | 60,2 | 63,2 | 1,1 | 0,3 | 42 | 42 | 65 | 69,6 | 1 | 0,3 | 49,7 | 3,9 | 13,9 | |
| 40 | 44,1 | 44,1 | 48,1 | – | 0,3 | 0,15 | 42 | 42 | 50 | 51,2 | 0,3 | 0,15 | 44,5 | 0,31 | – | |
| | 44,1 | 44,1 | 48,1 | – | 0,3 | 0,15 | 42 | 42 | 50 | 51,2 | 0,3 | 0,15 | 44,5 | 0,31 | – | |
| | 44,1 | 44,1 | 48,1 | – | 0,3 | 0,15 | 42 | 42 | 50 | 51,2 | 0,3 | 0,15 | 44,5 | 0,31 | 17,2 | |
| | 44,1 | 44,1 | 48,1 | – | 0,3 | 0,15 | 42 | 42 | 50 | 51,2 | 0,3 | 0,15 | 44,5 | 0,31 | 17,2 | |
| | 48,5 | 47,6 | 55,6 | 55,6 | 0,6 | 0,3 | 43,2 | 43,2 | 58,8 | 60 | 0,6 | 0,3 | 49,1 | 1,4 | – | |
| | 48,5 | 47,6 | 55,6 | 55,6 | 0,6 | 0,3 | 43,2 | 43,2 | 58,8 | 60 | 0,6 | 0,3 | 49,1 | 1,4 | – | |
| | 48,5 | 47,6 | 55,6 | 55,6 | 0,6 | 0,3 | 43,2 | 43,2 | 58,8 | 60 | 0,6 | 0,3 | 49,1 | 1,4 | 9,8 | |
| | 48,5 | 47,6 | 55,6 | 55,6 | 0,6 | 0,3 | 43,2 | 43,2 | 58,8 | 60 | 0,6 | 0,3 | 49,1 | 1,4 | 9,8 | |
| | 46,5 | 44,8 | 54,2 | 56,5 | 0,6 | 0,3 | 43,2 | 42 | 58,8 | 60 | 0,6 | 0,3 | 48 | 1,4 | – | |
| | 46,5 | 44,8 | 54,2 | 56,5 | 0,6 | 0,3 | 43,2 | 42 | 58,8 | 60 | 0,6 | 0,3 | 48 | 1,4 | – | |
| | 46,5 | 44,8 | 54,2 | 56,5 | 0,6 | 0,3 | 43,2 | 42 | 58,8 | 60 | 0,6 | 0,3 | 48 | 1,4 | 8,3 | |
| | 46,5 | 44,8 | 54,2 | 56,5 | 0,6 | 0,3 | 43,2 | 42 | 58,8 | 60 | 0,6 | 0,3 | 48 | 1,4 | 8,3 | |
| | 47,1 | 47,1 | 54,9 | 57,1 | 0,6 | 0,3 | 43,2 | 43,2 | 58,8 | 60,6 | 0,6 | 0,3 | 48,7 | 1,4 | – | |
| | 47,1 | 47,1 | 54,9 | 57,1 | 0,6 | 0,3 | 43,2 | 43,2 | 58,8 | 60,6 | 0,6 | 0,3 | 48,7 | 1,4 | – | |
| | 47,1 | 47,1 | 54,9 | 57,1 | 0,6 | 0,3 | 43,2 | 43,2 | 58,8 | 60,6 | 0,6 | 0,3 | 48,7 | 1,4 | 10,4 | |
| | 47,1 | 47,1 | 54,9 | 57,1 | 0,6 | 0,3 | 43,2 | 43,2 | 58,8 | 60,6 | 0,6 | 0,3 | 48,7 | 1,4 | 10,4 | |
| 51 | 49,9 | 58,9 | 58,9 | 1 | 0,6 | 44,6 | 44,6 | 63,4 | 64,8 | 1 | 0,6 | 51,6 | 2,2 | – | | |
| 51 | 49,9 | 58,9 | 58,9 | 1 | 0,6 | 44,6 | 44,6 | 63,4 | 64,8 | 1 | 0,6 | 51,6 | 2,2 | – | | |
| 51 | 49,9 | 58,9 | 58,9 | 1 | 0,6 | 44,6 | 44,6 | 63,4 | 64,8 | 1 | 0,6 | 51,6 | 2,2 | 9,8 | | |
| 51 | 49,9 | 58,9 | 58,9 | 1 | 0,6 | 44,6 | 44,6 | 63,4 | 64,8 | 1 | 0,6 | 51,6 | 2,2 | 9,8 | | |
| 49,7 | 47,6 | 60,9 | 60,9 | 1 | 0,6 | 44,6 | 44,6 | 63,4 | 63,8 | 1 | 0,6 | 51,6 | 2,8 | – | | |
| 49,7 | 47,6 | 60,9 | 60,9 | 1 | 0,6 | 44,6 | 44,6 | 63,4 | 63,8 | 1 | 0,6 | 51,6 | 2,8 | – | | |
| 49,7 | 47,6 | 60,9 | 60,9 | 1 | 0,6 | 44,6 | 44,6 | 63,4 | 63,8 | 1 | 0,6 | 51,6 | 2,8 | 8,1 | | |
| 49,7 | 47,6 | 60,9 | 60,9 | 1 | 0,6 | 44,6 | 44,6 | 63,4 | 63,8 | 1 | 0,6 | 51,6 | 2,8 | 8,1 | | |

¹⁾ Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101

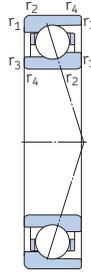
2.1 Schrägkugellager d 40 – 45 mm



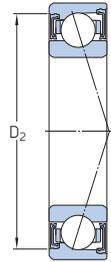
ACD, CD



ACB, CB



719 .. ACE,
719 .. CE



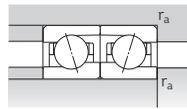
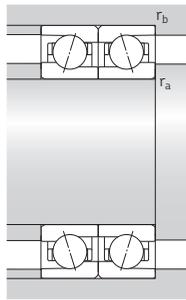
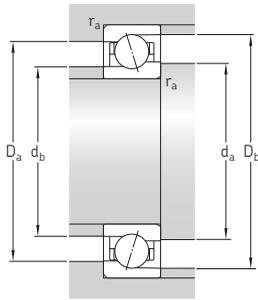
S... 1)

| Haupt- abmessungen | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenzbelas- tung P _u | Erreichbare Fettschmie- rung | Drehzahlen | | Gewicht ²⁾ kg | Kurzzeichen | Erhältliche Ausführungen | | | |
|------------------------------------|------------|-------|---|------------------------------------|---|------------------------------------|-----------------------------|-------------|---|----------------|-------|---|
| | dyn. | stat. | | | Öl-Luft- Schmie- rung ²⁾ | Dichtungs- lösung ¹⁾ | | | Direkte Öl- Luft- Schmie- rung ³⁾ | – | – | |
| d D B C C ₀ | kN | | kN | min ⁻¹ | min ⁻¹ | | kg | – | – | | | |
| 40 | 68 | 15 | 15,9 | 10,4 | 0,44 | 19 000 | 30 000 | 0,19 | 7008 ACD/P4A | S | H | |
| | 68 | 15 | 15,9 | 10,4 | 0,44 | 22 000 | 34 000 | 0,17 | 7008 ACD/HCP4A | S | H | |
| | 68 | 15 | 16,8 | 11 | 0,465 | 20 000 | 32 000 | 0,19 | 7008 CD/P4A | S | H | |
| | 68 | 15 | 16,8 | 11 | 0,465 | 24 000 | 38 000 | 0,17 | 7008 CD/HCP4A | S | H | |
| | 80 | 18 | 31,9 | 22,8 | 0,98 | 16 000 | 26 000 | 0,37 | 7208 ACD/P4A | S | – | |
| | 80 | 18 | 31,9 | 22,8 | 0,98 | 19 000 | 32 000 | 0,33 | 7208 ACD/HCP4A | S | – | |
| | 80 | 18 | 33,8 | 24 | 1,02 | 18 000 | 30 000 | 0,37 | 7208 CD/P4A | S | – | |
| | 80 | 18 | 33,8 | 24 | 1,02 | 22 000 | 34 000 | 0,33 | 7208 CD/HCP4A | S | – | |
| | 45 | 58 | 7 | 4,62 | 5 | 0,212 | 20 000 | 30 000 | 0,039 | 71809 ACD/P4 | – | – |
| | | 58 | 7 | 4,62 | 5 | 0,212 | 24 000 | 38 000 | 0,037 | 71809 ACD/HCP4 | – | – |
| | | 58 | 7 | 4,88 | 5,3 | 0,224 | 22 000 | 34 000 | 0,039 | 71809 CD/P4 | – | – |
| | | 58 | 7 | 4,88 | 5,3 | 0,224 | 26 000 | 40 000 | 0,037 | 71809 CD/HCP4 | – | – |
| 68 | | 12 | 7,02 | 5,4 | 0,232 | 24 000 | 38 000 | 0,13 | 71909 ACB/P4A | S | L | |
| 68 | | 12 | 7,02 | 5,4 | 0,232 | 30 000 | 45 000 | 0,13 | 71909 ACB/HCP4A | S | L | |
| 68 | | 12 | 7,41 | 5,7 | 0,245 | 28 000 | 43 000 | 0,13 | 71909 CB/P4A | S | L | |
| 68 | | 12 | 7,41 | 5,7 | 0,245 | 32 000 | 50 000 | 0,13 | 71909 CB/HCP4A | S | L | |
| 68 | | 12 | 9,75 | 6,55 | 0,275 | 25 000 | 39 000 | 0,13 | 71909 ACE/P4A | S | H1, L | |
| 68 | | 12 | 9,75 | 6,55 | 0,275 | 30 000 | 47 000 | 0,12 | 71909 ACE/HCP4A | S | H1, L | |
| 68 | | 12 | 10,1 | 6,95 | 0,29 | 29 000 | 44 000 | 0,13 | 71909 CE/P4A | S | H1, L | |
| 68 | | 12 | 10,1 | 6,95 | 0,29 | 34 000 | 52 000 | 0,12 | 71909 CE/HCP4A | S | H1, L | |
| 68 | | 12 | 12,4 | 9 | 0,38 | 17 000 | 28 000 | 0,13 | 71909 ACD/P4A | S | – | |
| 68 | | 12 | 12,4 | 9 | 0,38 | 20 000 | 34 000 | 0,12 | 71909 ACD/HCP4A | S | – | |
| 68 | | 12 | 13 | 9,5 | 0,4 | 19 000 | 32 000 | 0,13 | 71909 CD/P4A | S | – | |
| 68 | | 12 | 13 | 9,5 | 0,4 | 24 000 | 36 000 | 0,12 | 71909 CD/HCP4A | S | – | |
| 75 | | 16 | 9,04 | 6,8 | 0,285 | 24 000 | 36 000 | 0,26 | 7009 ACB/P4A | S | L | |
| 75 | | 16 | 9,04 | 6,8 | 0,285 | 28 000 | 43 000 | 0,25 | 7009 ACB/HCP4A | S | L | |
| 75 | | 16 | 9,56 | 7,2 | 0,305 | 26 000 | 40 000 | 0,26 | 7009 CB/P4A | S | L | |
| 75 | | 16 | 9,56 | 7,2 | 0,305 | 30 000 | 48 000 | 0,25 | 7009 CB/HCP4A | S | L | |

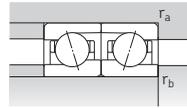
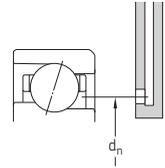
1) Vorsetzzeichen S. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Dichtungslösungen* (→ Seite 136).

2) Trifft ausschließlich auf offene Lager zu.

3) Nachsetzzeichen H, H1, L oder L1. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Direkte Öl-Luft-Schmierung* (→ Seite 136).



ACD, CD, ACB, CB

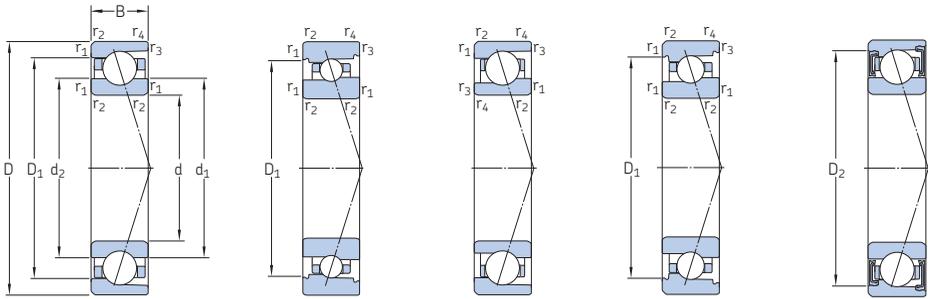


719 .. ACE, 719 .. CE

| Abmessungen | | | | | Anschlussmaße | | | | | | | | Fettbezugs- | Berechnungs- | | |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------|------------------|-----------------|-----|
| d | d ₁ | d ₂ | D ₁ | D ₂ | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | d _a min. | d _b min. | D _a max. | D _b max. | r _a max. | r _b max. | d _n | G _{ref} | f ₀ | |
| mm | | | | | | | | | | | | | | | cm ³ | – |
| 40 Forts. | 49,2 | 49,2 | 58,8 | 61 | 1 | 0,3 | 44,6 | 44,6 | 63,4 | 66 | 1 | 0,3 | 50,8 | 2,4 | – | |
| | 49,2 | 49,2 | 58,8 | 61 | 1 | 0,3 | 44,6 | 44,6 | 63,4 | 66 | 1 | 0,3 | 50,8 | 2,4 | – | |
| | 49,2 | 49,2 | 58,8 | 61 | 1 | 0,3 | 44,6 | 44,6 | 63,4 | 66 | 1 | 0,3 | 50,8 | 2,4 | 10 | |
| | 49,2 | 49,2 | 58,8 | 61 | 1 | 0,3 | 44,6 | 44,6 | 63,4 | 66 | 1 | 0,3 | 50,8 | 2,4 | 10 | |
| | 53,3 | 53,3 | 66,7 | 69,7 | 1,1 | 0,6 | 47 | 47 | 73 | 75,8 | 1 | 0,6 | 56,2 | 4,7 | – | |
| | 53,3 | 53,3 | 66,7 | 69,7 | 1,1 | 0,6 | 47 | 47 | 73 | 75,8 | 1 | 0,6 | 56,2 | 4,7 | – | |
| | 53,3 | 53,3 | 66,7 | 69,7 | 1,1 | 0,6 | 47 | 47 | 73 | 75,8 | 1 | 0,6 | 56,2 | 4,7 | 14,4 | |
| | 53,3 | 53,3 | 66,7 | 69,7 | 1,1 | 0,6 | 47 | 47 | 73 | 75,8 | 1 | 0,6 | 56,2 | 4,7 | 14,4 | |
| 45 | 49,6 | 49,6 | 53,6 | – | 0,3 | 0,15 | 47 | 47 | 56 | 57,2 | 0,3 | 0,15 | 50 | 0,36 | – | |
| | 49,6 | 49,6 | 53,6 | – | 0,3 | 0,15 | 47 | 47 | 56 | 57,2 | 0,3 | 0,15 | 50 | 0,36 | – | |
| | 49,6 | 49,6 | 53,6 | – | 0,3 | 0,15 | 47 | 47 | 56 | 57,2 | 0,3 | 0,15 | 50 | 0,36 | 17,4 | |
| | 49,6 | 49,6 | 53,6 | – | 0,3 | 0,15 | 47 | 47 | 56 | 57,2 | 0,3 | 0,15 | 50 | 0,36 | 17,4 | |
| | | 53,5 | 52,4 | 61,8 | 61,8 | 0,6 | 0,3 | 48,2 | 48,2 | 64,8 | 66 | 0,6 | 0,3 | 54,2 | 1,8 | – |
| | | 53,5 | 52,4 | 61,8 | 61,8 | 0,6 | 0,3 | 48,2 | 48,2 | 64,8 | 66 | 0,6 | 0,3 | 54,2 | 1,8 | – |
| | | 53,5 | 52,4 | 61,8 | 61,8 | 0,6 | 0,3 | 48,2 | 48,2 | 64,8 | 66 | 0,6 | 0,3 | 54,2 | 1,8 | 9,7 |
| | | 53,5 | 52,4 | 61,8 | 61,8 | 0,6 | 0,3 | 48,2 | 48,2 | 64,8 | 66 | 0,6 | 0,3 | 54,2 | 1,8 | 9,7 |
| | | 52,7 | 51 | 60,3 | 62,6 | 0,6 | 0,3 | 48,2 | 47 | 64,8 | 66 | 0,6 | 0,3 | 54,2 | 1,5 | – |
| | | 52,7 | 51 | 60,3 | 62,6 | 0,6 | 0,3 | 48,2 | 47 | 64,8 | 66 | 0,6 | 0,3 | 54,2 | 1,5 | – |
| | | 52,7 | 51 | 60,3 | 62,6 | 0,6 | 0,3 | 48,2 | 47 | 64,8 | 66 | 0,6 | 0,3 | 54,2 | 1,5 | 8,4 |
| | | 52,7 | 51 | 60,3 | 62,6 | 0,6 | 0,3 | 48,2 | 47 | 64,8 | 66 | 0,6 | 0,3 | 54,2 | 1,5 | 8,4 |
| | 52,6 | 52,6 | 60,4 | 62,6 | 0,6 | 0,3 | 48,2 | 48,2 | 64,8 | 66,6 | 0,6 | 0,3 | 54,2 | 1,6 | – | |
| | 52,6 | 52,6 | 60,4 | 62,6 | 0,6 | 0,3 | 48,2 | 48,2 | 64,8 | 66,6 | 0,6 | 0,3 | 54,2 | 1,6 | – | |
| | 52,6 | 52,6 | 60,4 | 62,6 | 0,6 | 0,3 | 48,2 | 48,2 | 64,8 | 66,6 | 0,6 | 0,3 | 54,2 | 1,6 | 10,5 | |
| | 52,6 | 52,6 | 60,4 | 62,6 | 0,6 | 0,3 | 48,2 | 48,2 | 64,8 | 66,6 | 0,6 | 0,3 | 54,2 | 1,6 | 10,5 | |
| | 56,4 | 55,2 | 65,6 | 65,6 | 1 | 0,6 | 49,6 | 49,6 | 70,4 | 71,8 | 1 | 0,6 | 57,2 | 2,9 | – | |
| | 56,4 | 55,2 | 65,6 | 65,6 | 1 | 0,6 | 49,6 | 49,6 | 70,4 | 71,8 | 1 | 0,6 | 57,2 | 2,9 | – | |
| | 56,4 | 55,2 | 65,6 | 65,6 | 1 | 0,6 | 49,6 | 49,6 | 70,4 | 71,8 | 1 | 0,6 | 57,2 | 2,9 | 9,6 | |
| | 56,4 | 55,2 | 65,6 | 65,6 | 1 | 0,6 | 49,6 | 49,6 | 70,4 | 71,8 | 1 | 0,6 | 57,2 | 2,9 | 9,6 | |

1) Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101

2.1 Schrägkugellager d 45 – 50 mm



ACD, CD

ACB, CB

719 .. ACE,
719 .. CE70 .. ACE,
70 .. CE

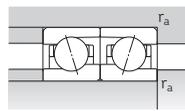
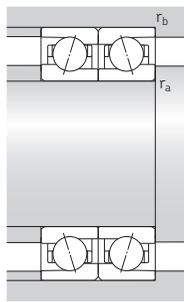
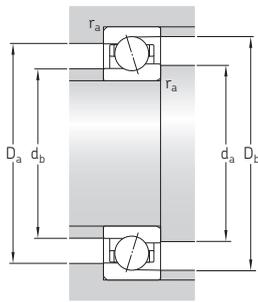
S... 1)

| Haupt- abmessungen | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenzbelas- tung P_u | Erreichbare Fettschmie- rung | Drehzahlen | | Gewicht ²⁾ | Kurzzeichen | Erhältliche Ausführungen | | |
|------------------------|------------|-------|--|------------------------------------|---|------------------------------------|-----------------------|-------------|---|---|-----------|
| | dyn. | stat. | | | Öl-Luft- Schmie- rung ²⁾ | Dichtungs- lösung ¹⁾ | | | Direkte Öl- Luft- Schmie- rung ³⁾ | | |
| d D B C C ₀ | kN | | kN | min ⁻¹ | kg | - | - | - | | | |
| 45 | 75 | 16 | 12,1 | 8,15 | 0,345 | 24 000 | 37 000 | 0,24 | 7009 ACE/P4A | S | H1, L, L1 |
| Forts. | 75 | 16 | 12,1 | 8,15 | 0,345 | 29 000 | 45 000 | 0,22 | 7009 ACE/HCP4A | S | H1, L, L1 |
| | 75 | 16 | 13 | 8,5 | 0,36 | 27 000 | 41 000 | 0,24 | 7009 CE/P4A | S | H1, L, L1 |
| | 75 | 16 | 13 | 8,5 | 0,36 | 32 000 | 50 000 | 0,22 | 7009 CE/HCP4A | S | H1, L, L1 |
| | 75 | 16 | 27,6 | 21,6 | 0,9 | 17 000 | 26 000 | 0,24 | 7009 ACD/P4A | S | H |
| | 75 | 16 | 27,6 | 21,6 | 0,9 | 20 000 | 32 000 | 0,2 | 7009 ACD/HCP4A | S | H |
| | 75 | 16 | 28,6 | 22,4 | 0,95 | 19 000 | 30 000 | 0,24 | 7009 CD/P4A | S | H |
| | 75 | 16 | 28,6 | 22,4 | 0,95 | 22 000 | 34 000 | 0,2 | 7009 CD/HCP4A | S | H |
| | 85 | 19 | 41 | 30 | 1,25 | 15 000 | 24 000 | 0,41 | 7209 ACD/P4A | S | - |
| | 85 | 19 | 41 | 30 | 1,25 | 17 000 | 28 000 | 0,34 | 7209 ACD/HCP4A | S | - |
| | 85 | 19 | 42,3 | 31 | 1,32 | 17 000 | 28 000 | 0,41 | 7209 CD/P4A | S | - |
| | 85 | 19 | 42,3 | 31 | 1,32 | 20 000 | 32 000 | 0,34 | 7209 CD/HCP4A | S | - |
| 50 | 65 | 7 | 6,89 | 7,35 | 0,315 | 18 000 | 28 000 | 0,051 | 71810 ACD/P4 | - | - |
| | 65 | 7 | 6,89 | 7,35 | 0,315 | 22 000 | 34 000 | 0,046 | 71810 ACD/HCP4 | - | - |
| | 65 | 7 | 7,41 | 7,8 | 0,335 | 20 000 | 30 000 | 0,051 | 71810 CD/P4 | - | - |
| | 65 | 7 | 7,41 | 7,8 | 0,335 | 24 000 | 36 000 | 0,046 | 71810 CD/HCP4 | - | - |
| | 72 | 12 | 7,28 | 5,85 | 0,25 | 22 000 | 36 000 | 0,13 | 71910 ACB/P4A | S | L |
| | 72 | 12 | 7,28 | 5,85 | 0,25 | 28 000 | 43 000 | 0,13 | 71910 ACB/HCP4A | S | L |
| | 72 | 12 | 7,61 | 6,2 | 0,265 | 26 000 | 38 000 | 0,13 | 71910 CB/P4A | S | L |
| | 72 | 12 | 7,61 | 6,2 | 0,265 | 30 000 | 45 000 | 0,13 | 71910 CB/HCP4A | S | L |
| | 72 | 12 | 12,1 | 8,15 | 0,345 | 23 000 | 36 000 | 0,13 | 71910 ACE/P4A | S | H1, L |
| | 72 | 12 | 12,1 | 8,15 | 0,345 | 28 000 | 43 000 | 0,11 | 71910 ACE/HCP4A | S | H1, L |
| | 72 | 12 | 12,7 | 8,65 | 0,365 | 26 000 | 40 000 | 0,13 | 71910 CE/P4A | S | H1, L |
| | 72 | 12 | 12,7 | 8,65 | 0,365 | 32 000 | 48 000 | 0,11 | 71910 CE/HCP4A | S | H1, L |
| | 72 | 12 | 12,7 | 9,8 | 0,415 | 16 000 | 26 000 | 0,13 | 71910 ACD/P4A | S | - |
| | 72 | 12 | 12,7 | 9,8 | 0,415 | 19 000 | 30 000 | 0,12 | 71910 ACD/HCP4A | S | - |
| | 72 | 12 | 13,5 | 10,4 | 0,44 | 17 000 | 28 000 | 0,13 | 71910 CD/P4A | S | - |
| | 72 | 12 | 13,5 | 10,4 | 0,44 | 22 000 | 34 000 | 0,12 | 71910 CD/HCP4A | S | - |

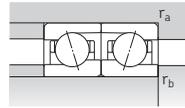
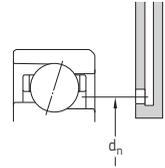
1) Vorsetzzeichen S. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Dichtungslösungen* (→ Seite 136).

2) Trifft ausschließlich auf offene Lager zu.

3) Nachsetzzeichen H, H1, L oder L1. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Direkte Öl-Luft-Schmierung* (→ Seite 136).



ACD, CD, ACB, CB,
70 .. ACE, 70 .. CE

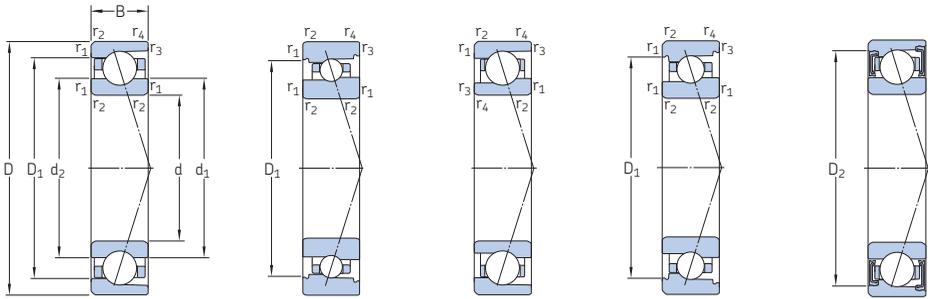


719 .. ACE, 719 .. CE

| Abmessungen | | | | | Anschlussmaße | | | | | | | | Fettbezugs- | Berechnungs- | | |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------|------------------|-----------------|---|
| d | d ₁ | d ₂ | D ₁ | D ₂ | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | d _a min. | d _b min. | D _a max. | D _b max. | r _a max. | r _b max. | d _n | G _{ref} | f ₀ | |
| mm | | | | | | | | | | | | | | | cm ³ | - |
| 45 Forts. | 55,7 | 53,6 | 66,9 | 66,9 | 1 | 0,6 | 49,6 | 49,6 | 70,4 | 70,8 | 1 | 0,6 | 57,6 | 3,4 | - | |
| | 55,7 | 53,6 | 66,9 | 66,9 | 1 | 0,6 | 49,6 | 49,6 | 70,4 | 70,8 | 1 | 0,6 | 57,6 | 3,4 | - | |
| | 55,7 | 53,6 | 66,9 | 66,9 | 1 | 0,6 | 49,6 | 49,6 | 70,4 | 70,8 | 1 | 0,6 | 57,6 | 3,4 | 8,2 | |
| | 55,7 | 53,6 | 66,9 | 66,9 | 1 | 0,6 | 49,6 | 49,6 | 70,4 | 70,8 | 1 | 0,6 | 57,6 | 3,4 | 8,2 | |
| | 54,2 | 54,2 | 65,8 | 68,3 | 1 | 0,3 | 49,6 | 49,6 | 70,4 | 73 | 1 | 0,3 | 56,2 | 3,3 | - | |
| | 54,2 | 54,2 | 65,8 | 68,3 | 1 | 0,3 | 49,6 | 49,6 | 70,4 | 73 | 1 | 0,3 | 56,2 | 3,3 | - | |
| | 54,2 | 54,2 | 65,8 | 68,3 | 1 | 0,3 | 49,6 | 49,6 | 70,4 | 73 | 1 | 0,3 | 56,2 | 3,3 | 15,1 | |
| | 54,2 | 54,2 | 65,8 | 68,3 | 1 | 0,3 | 49,6 | 49,6 | 70,4 | 73 | 1 | 0,3 | 56,2 | 3,3 | 15,1 | |
| | 57,3 | 57,3 | 72,7 | 75,7 | 1,1 | 0,6 | 52 | 52 | 78 | 80,8 | 1 | 0,6 | 60,6 | 5,9 | - | |
| | 57,3 | 57,3 | 72,7 | 75,7 | 1,1 | 0,6 | 52 | 52 | 78 | 80,8 | 1 | 0,6 | 60,6 | 5,9 | - | |
| | 57,3 | 57,3 | 72,7 | 75,7 | 1,1 | 0,6 | 52 | 52 | 78 | 80,8 | 1 | 0,6 | 60,6 | 5,9 | 14,2 | |
| | 57,3 | 57,3 | 72,7 | 75,7 | 1,1 | 0,6 | 52 | 52 | 78 | 80,8 | 1 | 0,6 | 60,6 | 5,9 | 14,2 | |
| 50 | 55,1 | 55,1 | 60 | - | 0,3 | 0,15 | 52 | 52 | 63 | 64,2 | 0,3 | 0,15 | 55,6 | 0,5 | - | |
| | 55,1 | 55,1 | 60 | - | 0,3 | 0,15 | 52 | 52 | 63 | 64,2 | 0,3 | 0,15 | 55,6 | 0,5 | - | |
| | 55,1 | 55,1 | 60 | - | 0,3 | 0,15 | 52 | 52 | 63 | 64,2 | 0,3 | 0,15 | 55,6 | 0,5 | 17,2 | |
| | 55,1 | 55,1 | 60 | - | 0,3 | 0,15 | 52 | 52 | 63 | 64,2 | 0,3 | 0,15 | 55,6 | 0,5 | 17,2 | |
| | 58 | 56,9 | 66 | 66 | 0,6 | 0,3 | 53,2 | 53,2 | 68,8 | 70 | 0,6 | 0,3 | 58,7 | 1,9 | - | |
| | 58 | 56,9 | 66 | 66 | 0,6 | 0,3 | 53,2 | 53,2 | 68,8 | 70 | 0,6 | 0,3 | 58,7 | 1,9 | - | |
| | 58 | 56,9 | 66 | 66 | 0,6 | 0,3 | 53,2 | 53,2 | 68,8 | 70 | 0,6 | 0,3 | 58,7 | 1,9 | 9,8 | |
| | 58 | 56,9 | 66 | 66 | 0,6 | 0,3 | 53,2 | 53,2 | 68,8 | 70 | 0,6 | 0,3 | 58,7 | 1,9 | 9,8 | |
| | 56,7 | 54,9 | 65,3 | 67,7 | 0,6 | 0,3 | 53,2 | 52 | 68,8 | 70 | 0,6 | 0,3 | 58,4 | 1,7 | - | |
| | 56,7 | 54,9 | 65,3 | 67,7 | 0,6 | 0,3 | 53,2 | 52 | 68,8 | 70 | 0,6 | 0,3 | 58,4 | 1,7 | - | |
| | 56,7 | 54,9 | 65,3 | 67,7 | 0,6 | 0,3 | 53,2 | 52 | 68,8 | 70 | 0,6 | 0,3 | 58,4 | 1,7 | 8,4 | |
| | 56,7 | 54,9 | 65,3 | 67,7 | 0,6 | 0,3 | 53,2 | 52 | 68,8 | 70 | 0,6 | 0,3 | 58,4 | 1,7 | 8,4 | |
| | 57,1 | 57,1 | 64,9 | 67,1 | 0,6 | 0,3 | 53,2 | 53,2 | 68,8 | 70,6 | 0,6 | 0,3 | 58,7 | 1,7 | - | |
| | 57,1 | 57,1 | 64,9 | 67,1 | 0,6 | 0,3 | 53,2 | 53,2 | 68,8 | 70,6 | 0,6 | 0,3 | 58,7 | 1,7 | - | |
| | 57,1 | 57,1 | 64,9 | 67,1 | 0,6 | 0,3 | 53,2 | 53,2 | 68,8 | 70,6 | 0,6 | 0,3 | 58,7 | 1,7 | 10,7 | |
| | 57,1 | 57,1 | 64,9 | 67,1 | 0,6 | 0,3 | 53,2 | 53,2 | 68,8 | 70,6 | 0,6 | 0,3 | 58,7 | 1,7 | 10,7 | |

1) Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101

2.1 Schrägkugellager d 50 – 55 mm



ACD, CD

ACB, CB

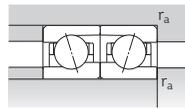
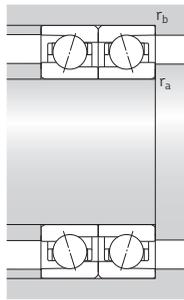
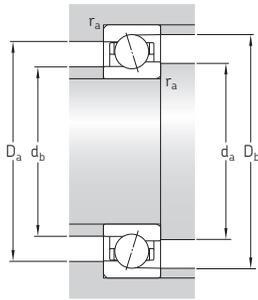
719 .. ACE,
719 .. CE70 .. ACE,
70 .. CES...¹⁾

| Haupt- abmessungen | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenzbelas- tung P _u | Erreichbare Fettschmie- rung | Drehzahlen | | Gewicht ²⁾ kg | Kurzzeichen | Erhältliche Ausführungen | | |
|-----------------------|------------|-------|---|------------------------------------|---|------------------------------------|-----------------------------|-----------------|---|-------|-----------|
| | dyn. | stat. | | | Öl-Luft- Schmie- rung ²⁾ | Dichtungs- lösung ¹⁾ | | | Direkte Öl- Luft- Schmie- rung ³⁾ | | |
| d | D | B | C | C ₀ | | | | | | | |
| mm | | | | | kN | kN | min ⁻¹ | | - | - | |
| 50 Forts. | 80 | 16 | 9,36 | 7,35 | 0,31 | 22 000 | 32 000 | 0,29 | 7010 ACB/P4A | S | L |
| | 80 | 16 | 9,36 | 7,35 | 0,31 | 26 000 | 40 000 | 0,28 | 7010 ACB/HCP4A | S | L |
| | 80 | 16 | 9,95 | 7,8 | 0,335 | 24 000 | 36 000 | 0,29 | 7010 CB/P4A | S | L |
| | 80 | 16 | 9,95 | 7,8 | 0,335 | 28 000 | 45 000 | 0,28 | 7010 CB/HCP4A | S | L |
| | 80 | 16 | 14,8 | 10 | 0,425 | 23 000 | 34 000 | 0,25 | 7010 ACE/P4A | S | H1, L, L1 |
| | 80 | 16 | 14,8 | 10 | 0,425 | 27 000 | 41 000 | 0,23 | 7010 ACE/HCP4A | S | H1, L, L1 |
| | 80 | 16 | 15,6 | 10,6 | 0,45 | 25 000 | 38 000 | 0,25 | 7010 CE/P4A | S | H1, L, L1 |
| | 80 | 16 | 15,6 | 10,6 | 0,45 | 30 000 | 46 000 | 0,23 | 7010 CE/HCP4A | S | H1, L, L1 |
| | 80 | 16 | 28,1 | 23,2 | 0,98 | 15 000 | 24 000 | 0,25 | 7010 ACD/P4A | S | H, L |
| | 80 | 16 | 28,1 | 23,2 | 0,98 | 18 000 | 28 000 | 0,22 | 7010 ACD/HCP4A | S | H, L |
| | 80 | 16 | 29,6 | 24 | 1,02 | 17 000 | 28 000 | 0,25 | 7010 CD/P4A | S | H, L |
| | 80 | 16 | 29,6 | 24 | 1,02 | 20 000 | 32 000 | 0,22 | 7010 CD/HCP4A | S | H, L |
| 55 | 90 | 20 | 42,3 | 32,5 | 1,37 | 14 000 | 22 000 | 0,46 | 7210 ACD/P4A | S | - |
| | 90 | 20 | 42,3 | 32,5 | 1,37 | 16 000 | 26 000 | 0,39 | 7210 ACD/HCP4A | S | - |
| | 90 | 20 | 44,9 | 34 | 1,43 | 16 000 | 26 000 | 0,46 | 7210 CD/P4A | S | - |
| | 90 | 20 | 44,9 | 34 | 1,43 | 19 000 | 30 000 | 0,39 | 7210 CD/HCP4A | S | - |
| | 72 | 9 | 9,56 | 10,2 | 0,43 | 16 000 | 24 000 | 0,081 | 71811 ACD/P4 | - | - |
| | 72 | 9 | 9,56 | 10,2 | 0,43 | 19 000 | 30 000 | 0,073 | 71811 ACD/HCP4 | - | - |
| | 72 | 9 | 10,1 | 10,8 | 0,455 | 18 000 | 28 000 | 0,081 | 71811 CD/P4 | - | - |
| | 72 | 9 | 10,1 | 10,8 | 0,455 | 22 000 | 32 000 | 0,073 | 71811 CD/HCP4 | - | - |
| | 80 | 13 | 9,36 | 7,65 | 0,325 | 20 000 | 32 000 | 0,18 | 71911 ACB/P4A | S | L |
| | 80 | 13 | 9,36 | 7,65 | 0,325 | 24 000 | 38 000 | 0,17 | 71911 ACB/HCP4A | S | L |
| | 80 | 13 | 9,95 | 8,15 | 0,345 | 22 000 | 34 000 | 0,18 | 71911 CB/P4A | S | L |
| | 80 | 13 | 9,95 | 8,15 | 0,345 | 28 000 | 43 000 | 0,17 | 71911 CB/HCP4A | S | L |
| 80 | 13 | 14,6 | 10,2 | 0,43 | 21 000 | 32 000 | 0,17 | 71911 ACE/P4A | S | H1, L | |
| 80 | 13 | 14,6 | 10,2 | 0,43 | 25 000 | 39 000 | 0,14 | 71911 ACE/HCP4A | S | H1, L | |
| 80 | 13 | 15,3 | 10,6 | 0,455 | 24 000 | 36 000 | 0,17 | 71911 CE/P4A | S | H1, L | |
| 80 | 13 | 15,3 | 10,6 | 0,455 | 28 000 | 43 000 | 0,14 | 71911 CE/HCP4A | S | H1, L | |

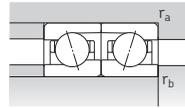
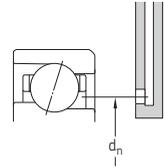
1) Vorsetzzeichen S. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Dichtungslösungen* (→ Seite 136).

2) Trifft ausschließlich auf offene Lager zu.

3) Nachsetzzeichen H, H1, L oder L1. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Direkte Öl-Luft-Schmierung* (→ Seite 136).



ACD, CD, ACB, CB,
70 .. ACE, 70 .. CE

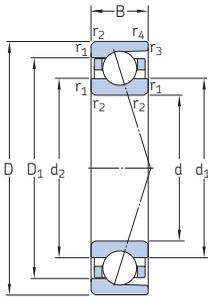


719 .. ACE, 719 .. CE

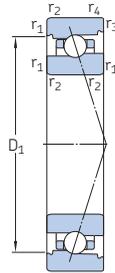
| Abmessungen | | | | | Anschlussmaße | | | | | | | | Fettbezugs- menge ¹⁾ | Berechnungs- faktor | | |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------|-----------------|---|
| d | d ₁ | d ₂ | D ₁ | D ₂ | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | d _a min. | d _b min. | D _a max. | D _b max. | r _a max. | r _b max. | d _n | G _{ref} | f ₀ | |
| mm | | | | | | | | | | | | | | | cm ³ | – |
| 50 Forts. | 61.4 | 59.7 | 70.7 | 70.7 | 1 | 0,6 | 54,6 | 54,6 | 75,4 | 76,8 | 1 | 0,6 | 61,8 | 3,1 | – | |
| | 61.4 | 59.7 | 70.7 | 70.7 | 1 | 0,6 | 54,6 | 54,6 | 75,4 | 76,8 | 1 | 0,6 | 61,8 | 3,1 | – | |
| | 61.4 | 59.7 | 70.7 | 70.7 | 1 | 0,6 | 54,6 | 54,6 | 75,4 | 76,8 | 1 | 0,6 | 61,8 | 3,1 | 9,7 | |
| | 61.4 | 59.7 | 70.7 | 70.7 | 1 | 0,6 | 54,6 | 54,6 | 75,4 | 76,8 | 1 | 0,6 | 61,8 | 3,1 | 9,7 | |
| | 60.3 | 57.9 | 72.9 | 72.9 | 1 | 0,6 | 54,6 | 54,6 | 75,4 | 75,8 | 1 | 0,6 | 62,3 | 4,1 | – | |
| | 60.3 | 57.9 | 72.9 | 72.9 | 1 | 0,6 | 54,6 | 54,6 | 75,4 | 75,8 | 1 | 0,6 | 62,3 | 4,1 | – | |
| | 60.3 | 57.9 | 72.9 | 72.9 | 1 | 0,6 | 54,6 | 54,6 | 75,4 | 75,8 | 1 | 0,6 | 62,3 | 4,1 | 8,2 | |
| | 60.3 | 57.9 | 72.9 | 72.9 | 1 | 0,6 | 54,6 | 54,6 | 75,4 | 75,8 | 1 | 0,6 | 62,3 | 4,1 | 8,2 | |
| | 59.2 | 59.2 | 70.8 | 73.3 | 1 | 0,3 | 54,6 | 54,6 | 75,4 | 78 | 1 | 0,3 | 61,2 | 3,6 | – | |
| | 59.2 | 59.2 | 70.8 | 73.3 | 1 | 0,3 | 54,6 | 54,6 | 75,4 | 78 | 1 | 0,3 | 61,2 | 3,6 | – | |
| | 59.2 | 59.2 | 70.8 | 73.3 | 1 | 0,3 | 54,6 | 54,6 | 75,4 | 78 | 1 | 0,3 | 61,2 | 3,6 | 15,4 | |
| | 59.2 | 59.2 | 70.8 | 73.3 | 1 | 0,3 | 54,6 | 54,6 | 75,4 | 78 | 1 | 0,3 | 61,2 | 3,6 | 15,4 | |
| 62.3 | 62.3 | 77.7 | 80.7 | 1,1 | 0,6 | 57 | 57 | 83 | 85,8 | 1 | 0,6 | 65,6 | 6,7 | – | | |
| 62.3 | 62.3 | 77.7 | 80.7 | 1,1 | 0,6 | 57 | 57 | 83 | 85,8 | 1 | 0,6 | 65,6 | 6,7 | – | | |
| 62.3 | 62.3 | 77.7 | 80.7 | 1,1 | 0,6 | 57 | 57 | 83 | 85,8 | 1 | 0,6 | 65,6 | 6,7 | 14,5 | | |
| 62.3 | 62.3 | 77.7 | 80.7 | 1,1 | 0,6 | 57 | 57 | 83 | 85,8 | 1 | 0,6 | 65,6 | 6,7 | 14,5 | | |
| 55 | 60.7 | 60.7 | 66.5 | – | 0,3 | 0,15 | 57 | 57 | 70 | 71,2 | 0,3 | 0,15 | 61,3 | 0,88 | – | |
| | 60.7 | 60.7 | 66.5 | – | 0,3 | 0,15 | 57 | 57 | 70 | 71,2 | 0,3 | 0,15 | 61,3 | 0,88 | – | |
| | 60.7 | 60.7 | 66.5 | – | 0,3 | 0,15 | 57 | 57 | 70 | 71,2 | 0,3 | 0,15 | 61,3 | 0,88 | 17,1 | |
| | 60.7 | 60.7 | 66.5 | – | 0,3 | 0,15 | 57 | 57 | 70 | 71,2 | 0,3 | 0,15 | 61,3 | 0,88 | 17,1 | |
| | 63.9 | 62.7 | 73.2 | 73.2 | 1 | 0,3 | 59,6 | 59,6 | 75,4 | 78 | 1 | 0,3 | 64,8 | 2,6 | – | |
| | 63.9 | 62.7 | 73.2 | 73.2 | 1 | 0,3 | 59,6 | 59,6 | 75,4 | 78 | 1 | 0,3 | 64,8 | 2,6 | – | |
| | 63.9 | 62.7 | 73.2 | 73.2 | 1 | 0,3 | 59,6 | 59,6 | 75,4 | 78 | 1 | 0,3 | 64,8 | 2,6 | 9,8 | |
| | 63.9 | 62.7 | 73.2 | 73.2 | 1 | 0,3 | 59,6 | 59,6 | 75,4 | 78 | 1 | 0,3 | 64,8 | 2,6 | 9,8 | |
| | 62.8 | 60.7 | 72.3 | 74.7 | 1 | 0,3 | 59,6 | 57 | 75,4 | 78 | 1 | 0,3 | 64,6 | 2,3 | – | |
| | 62.8 | 60.7 | 72.3 | 74.7 | 1 | 0,3 | 59,6 | 57 | 75,4 | 78 | 1 | 0,3 | 64,6 | 2,3 | – | |
| | 62.8 | 60.7 | 72.3 | 74.7 | 1 | 0,3 | 59,6 | 57 | 75,4 | 78 | 1 | 0,3 | 64,6 | 2,3 | 8,4 | |
| | 62.8 | 60.7 | 72.3 | 74.7 | 1 | 0,3 | 59,6 | 57 | 75,4 | 78 | 1 | 0,3 | 64,6 | 2,3 | 8,4 | |

¹⁾ Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101

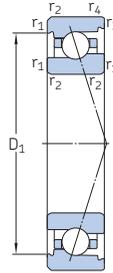
2.1 Schrägkugellager d 55 – 60 mm



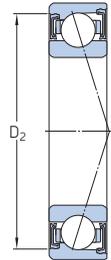
ACD, CD



ACB, CB



70 .. ACE,
70 .. CE



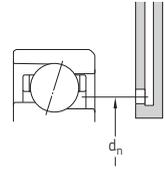
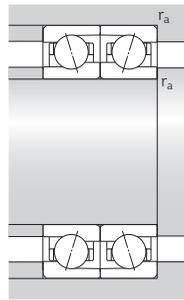
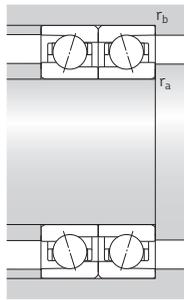
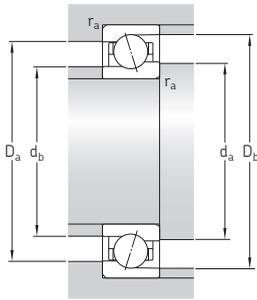
S... 1)

| Haupt- abmessungen | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenzbelas- tung P _u | Erreichbare Drehzahlen | | Gewicht ²⁾ | Kurzzeichen | Erhältliche Ausführungen | | | |
|------------------------------------|------------|-------|---|------------------------|---|-----------------------|-------------|------------------------------------|---|-------|-----------|
| | dyn. | stat. | | Fettschmie- rung | Öl-Luft- Schmie- rung ²⁾ | | | Dichtungs- lösung ¹⁾ | Direkte Öl- Luft- Schmie- rung ³⁾ | | |
| d D B C C ₀ | kN | | kN | min ⁻¹ | | kg | - | - | | | |
| mm | | | | | | | | | | | |
| 55 Forts. | 80 | 13 | 18,2 | 13,7 | 0,585 | 15 000 | 24 000 | 0,18 | 71911 ACD/P4A | S | L |
| | 80 | 13 | 18,2 | 13,7 | 0,585 | 17 000 | 28 000 | 0,15 | 71911 ACD/HCP4A | S | L |
| | 80 | 13 | 19,5 | 14,6 | 0,62 | 16 000 | 26 000 | 0,18 | 71911 CD/P4A | S | L |
| | 80 | 13 | 19,5 | 14,6 | 0,62 | 19 000 | 30 000 | 0,15 | 71911 CD/HCP4A | S | L |
| | 90 | 18 | 13,3 | 10,4 | 0,44 | 19 000 | 30 000 | 0,42 | 7011 ACB/P4A | S | L |
| | 90 | 18 | 13,3 | 10,4 | 0,44 | 24 000 | 36 000 | 0,4 | 7011 ACB/HCP4A | S | L |
| | 90 | 18 | 14 | 11 | 0,465 | 22 000 | 32 000 | 0,42 | 7011 CB/P4A | S | L |
| | 90 | 18 | 14 | 11 | 0,465 | 26 000 | 40 000 | 0,4 | 7011 CB/HCP4A | S | L |
| | 90 | 18 | 15,9 | 11,6 | 0,49 | 19 000 | 30 000 | 0,39 | 7011 ACE/P4A | S | H1, L, L1 |
| | 90 | 18 | 15,9 | 11,6 | 0,49 | 23 000 | 35 000 | 0,36 | 7011 ACE/HCP4A | S | H1, L, L1 |
| | 90 | 18 | 16,8 | 12,2 | 0,52 | 22 000 | 34 000 | 0,39 | 7011 CE/P4A | S | H1, L, L1 |
| | 90 | 18 | 16,8 | 12,2 | 0,52 | 25 000 | 39 000 | 0,36 | 7011 CE/HCP4A | S | H1, L, L1 |
| 90 | 18 | 37,1 | 31 | 1,32 | 14 000 | 22 000 | 0,38 | 7011 ACD/P4A | S | H1, L | |
| 90 | 18 | 37,1 | 31 | 1,32 | 17 000 | 26 000 | 0,32 | 7011 ACD/HCP4A | S | H1, L | |
| 90 | 18 | 39,7 | 32,5 | 1,37 | 15 000 | 24 000 | 0,38 | 7011 CD/P4A | S | H1, L | |
| 90 | 18 | 39,7 | 32,5 | 1,37 | 18 000 | 28 000 | 0,32 | 7011 CD/HCP4A | S | H1, L | |
| 100 | 21 | 52,7 | 40,5 | 1,73 | 13 000 | 20 000 | 0,61 | 7211 ACD/P4A | S | - | |
| 100 | 21 | 52,7 | 40,5 | 1,73 | 15 000 | 24 000 | 0,51 | 7211 ACD/HCP4A | S | - | |
| 100 | 21 | 55,3 | 43 | 1,8 | 14 000 | 22 000 | 0,61 | 7211 CD/P4A | S | - | |
| 100 | 21 | 55,3 | 43 | 1,8 | 17 000 | 26 000 | 0,51 | 7211 CD/HCP4A | S | - | |
| 60 | 78 | 10 | 12,7 | 13,4 | 0,57 | 15 000 | 22 000 | 0,1 | 71812 ACD/P4 | - | - |
| | 78 | 10 | 12,7 | 13,4 | 0,57 | 18 000 | 26 000 | 0,088 | 71812 ACD/HCP4 | - | - |
| | 78 | 10 | 13,5 | 14,3 | 0,6 | 16 000 | 24 000 | 0,1 | 71812 CD/P4 | - | - |
| | 78 | 10 | 13,5 | 14,3 | 0,6 | 19 000 | 30 000 | 0,088 | 71812 CD/HCP4 | - | - |
| | 85 | 13 | 9,75 | 8,3 | 0,355 | 19 000 | 30 000 | 0,2 | 71912 ACB/P4A | S | L |
| | 85 | 13 | 9,75 | 8,3 | 0,355 | 22 000 | 36 000 | 0,18 | 71912 ACB/HCP4A | S | L |
| | 85 | 13 | 10,4 | 8,8 | 0,375 | 22 000 | 32 000 | 0,2 | 71912 CB/P4A | S | L |
| | 85 | 13 | 10,4 | 8,8 | 0,375 | 26 000 | 40 000 | 0,18 | 71912 CB/HCP4A | S | L |

1) Vorsetzzeichen S. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Dichtungslösungen* (→ Seite 136).

2) Trifft ausschließlich auf offene Lager zu.

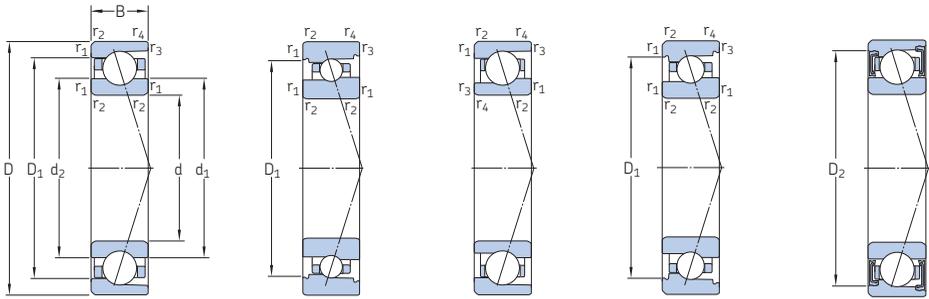
3) Nachsetzzeichen H, H1, L oder L1. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Direkte Öl-Luft-Schmierung* (→ Seite 136).



| Abmessungen | | | | | Anschlussmaße | | | | | | | | Fettbezugs- | Berechnungs- | |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|------------------|----------------|
| d | d ₁ | d ₂ | D ₁ | D ₂ | r _{1,2} | r _{3,4} | d _a | d _b | D _a | D _b | r _a | r _b | d _n | G _{ref} | f ₀ |
| | | | | | mm | | | | | | | | cm ³ | – | |
| 55 Forts. | 62,7 | 62,7 | 72,3 | 74,6 | 1 | 0,3 | 59,6 | 59,6 | 75,4 | 78 | 1 | 0,3 | 64,7 | 2,5 | – |
| | 62,7 | 62,7 | 72,3 | 74,6 | 1 | 0,3 | 59,6 | 59,6 | 75,4 | 78 | 1 | 0,3 | 64,7 | 2,5 | – |
| | 62,7 | 62,7 | 72,3 | 74,6 | 1 | 0,3 | 59,6 | 59,6 | 75,4 | 78 | 1 | 0,3 | 64,7 | 2,5 | 10,4 |
| | 62,7 | 62,7 | 72,3 | 74,6 | 1 | 0,3 | 59,6 | 59,6 | 75,4 | 78 | 1 | 0,3 | 64,7 | 2,5 | 10,4 |
| | 68,2 | 66,7 | 79,4 | 79,4 | 1,1 | 0,6 | 61 | 61 | 84 | 86,8 | 1 | 0,6 | 69,2 | 4,7 | – |
| | 68,2 | 66,7 | 79,4 | 79,4 | 1,1 | 0,6 | 61 | 61 | 84 | 86,8 | 1 | 0,6 | 69,2 | 4,7 | – |
| | 68,2 | 66,7 | 79,4 | 79,4 | 1,1 | 0,6 | 61 | 61 | 84 | 86,8 | 1 | 0,6 | 69,2 | 4,7 | 9,7 |
| | 68,2 | 66,7 | 79,4 | 79,4 | 1,1 | 0,6 | 61 | 61 | 84 | 86,8 | 1 | 0,6 | 69,2 | 4,7 | 9,7 |
| | 67,7 | 65,6 | 80,4 | 80,4 | 1,1 | 0,6 | 61 | 61 | 84 | 85,8 | 1 | 0,6 | 69,6 | 5 | – |
| | 67,7 | 65,6 | 80,4 | 80,4 | 1,1 | 0,6 | 61 | 61 | 84 | 85,8 | 1 | 0,6 | 69,6 | 5 | – |
| | 67,7 | 65,6 | 80,4 | 80,4 | 1,1 | 0,6 | 61 | 61 | 84 | 85,8 | 1 | 0,6 | 69,6 | 5 | 8,4 |
| | 67,7 | 65,6 | 80,4 | 80,4 | 1,1 | 0,6 | 61 | 61 | 84 | 85,8 | 1 | 0,6 | 69,6 | 5 | 8,4 |
| 65,8 | 65,8 | 79,2 | 81,8 | 1,1 | 0,6 | 61 | 61 | 84 | 86,8 | 1 | 0,6 | 68,1 | 5,1 | – | |
| 65,8 | 65,8 | 79,2 | 81,8 | 1,1 | 0,6 | 61 | 61 | 84 | 86,8 | 1 | 0,6 | 68,1 | 5,1 | – | |
| 65,8 | 65,8 | 79,2 | 81,8 | 1,1 | 0,6 | 61 | 61 | 84 | 86,8 | 1 | 0,6 | 68,1 | 5,1 | 15,1 | |
| 65,8 | 65,8 | 79,2 | 81,8 | 1,1 | 0,6 | 61 | 61 | 84 | 86,8 | 1 | 0,6 | 68,1 | 5,1 | 15,1 | |
| 68,9 | 68,9 | 86,1 | 89,1 | 1,5 | 0,6 | 64 | 64 | 91 | 95,8 | 1,5 | 0,6 | 72,6 | 8,6 | – | |
| 68,9 | 68,9 | 86,1 | 89,1 | 1,5 | 0,6 | 64 | 64 | 91 | 95,8 | 1,5 | 0,6 | 72,6 | 8,6 | – | |
| 68,9 | 68,9 | 86,1 | 89,1 | 1,5 | 0,6 | 64 | 64 | 91 | 95,8 | 1,5 | 0,6 | 72,6 | 8,6 | 14,5 | |
| 68,9 | 68,9 | 86,1 | 89,1 | 1,5 | 0,6 | 64 | 64 | 91 | 95,8 | 1,5 | 0,6 | 72,6 | 8,6 | 14,5 | |
| 60 | 65,7 | 65,7 | 72,5 | – | 0,3 | 0,15 | 62 | 62 | 76 | 77,2 | 0,3 | 0,15 | 66,4 | 1,2 | – |
| | 65,7 | 65,7 | 72,5 | – | 0,3 | 0,15 | 62 | 62 | 76 | 77,2 | 0,3 | 0,15 | 66,4 | 1,2 | – |
| | 65,7 | 65,7 | 72,5 | – | 0,3 | 0,15 | 62 | 62 | 76 | 77,2 | 0,3 | 0,15 | 66,4 | 1,2 | 17 |
| | 65,7 | 65,7 | 72,5 | – | 0,3 | 0,15 | 62 | 62 | 76 | 77,2 | 0,3 | 0,15 | 66,4 | 1,2 | 17 |
| | 68,9 | 67,7 | 78,4 | 78,4 | 1 | 0,3 | 64,6 | 64,6 | 80,4 | 83 | 1 | 0,3 | 69,8 | 2,8 | – |
| | 68,9 | 67,7 | 78,4 | 78,4 | 1 | 0,3 | 64,6 | 64,6 | 80,4 | 83 | 1 | 0,3 | 69,8 | 2,8 | – |
| | 68,9 | 67,7 | 78,4 | 78,4 | 1 | 0,3 | 64,6 | 64,6 | 80,4 | 83 | 1 | 0,3 | 69,8 | 2,8 | 9,8 |
| | 68,9 | 67,7 | 78,4 | 78,4 | 1 | 0,3 | 64,6 | 64,6 | 80,4 | 83 | 1 | 0,3 | 69,8 | 2,8 | 9,8 |

¹⁾ Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101

2.1 Schrägkugellager d 60 – 65 mm



ACD, CD

ACB, CB

719 .. ACE,
719 .. CE70 .. ACE,
70 .. CE

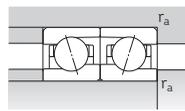
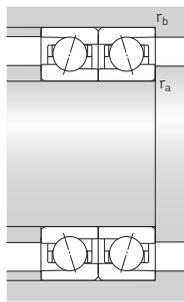
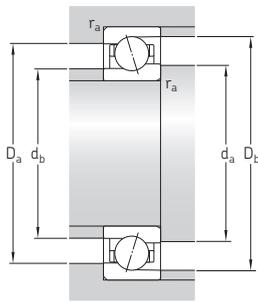
S... 1)

| Haupt- abmessungen | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenzbelas- tung P_u | Erreichbare Fettschmie- rung | Drehzahlen | | Gewicht ²⁾ kg | Kurzzeichen | Erhältliche Ausführungen | | |
|-----------------------|------------|-------|--|------------------------------------|---|------------------------------------|-----------------------------|-------------|---|---|-----------|
| | dyn. | stat. | | | Öl-Luft- Schmie- rung ²⁾ | Dichtungs- lösung ¹⁾ | | | Direkte Öl- Luft- Schmie- rung ³⁾ | | |
| d D B | C | C_0 | kN | min^{-1} | min^{-1} | min^{-1} | kg | - | - | - | |
| 60 | 85 | 13 | 15,3 | 11,2 | 0,475 | 19 500 | 30 000 | 0,19 | 71912 ACE/P4A | S | H1, L |
| Forts. | 85 | 13 | 15,3 | 11,2 | 0,475 | 23 000 | 36 000 | 0,16 | 71912 ACE/HCP4A | S | H1, L |
| | 85 | 13 | 16,3 | 11,8 | 0,5 | 22 000 | 34 000 | 0,19 | 71912 CE/P4A | S | H1, L |
| | 85 | 13 | 16,3 | 11,8 | 0,5 | 26 000 | 40 000 | 0,16 | 71912 CE/HCP4A | S | H1, L |
| | 85 | 13 | 18,6 | 14,6 | 0,62 | 14 000 | 22 000 | 0,19 | 71912 ACD/P4A | S | L |
| | 85 | 13 | 18,6 | 14,6 | 0,62 | 16 000 | 26 000 | 0,16 | 71912 ACD/HCP4A | S | L |
| | 85 | 13 | 19,9 | 15,3 | 0,655 | 15 000 | 24 000 | 0,19 | 71912 CD/P4A | S | L |
| | 85 | 13 | 19,9 | 15,3 | 0,655 | 18 000 | 28 000 | 0,16 | 71912 CD/HCP4A | S | L |
| | 95 | 18 | 13,5 | 11,4 | 0,48 | 17 000 | 26 000 | 0,45 | 7012 ACB/P4A | S | L |
| | 95 | 18 | 13,5 | 11,4 | 0,48 | 22 000 | 32 000 | 0,43 | 7012 ACB/HCP4A | S | L |
| | 95 | 18 | 14,6 | 12 | 0,51 | 19 000 | 30 000 | 0,45 | 7012 CB/P4A | S | L |
| | 95 | 18 | 14,6 | 12 | 0,51 | 24 000 | 36 000 | 0,43 | 7012 CB/HCP4A | S | L |
| | 95 | 18 | 16,3 | 12,2 | 0,52 | 18 000 | 28 000 | 0,42 | 7012 ACE/P4A | S | H1, L, L1 |
| | 95 | 18 | 16,3 | 12,2 | 0,52 | 22 000 | 33 000 | 0,39 | 7012 ACE/HCP4A | S | H1, L, L1 |
| | 95 | 18 | 17,2 | 12,9 | 0,54 | 20 000 | 31 000 | 0,42 | 7012 CE/P4A | S | H1, L, L1 |
| | 95 | 18 | 17,2 | 12,9 | 0,54 | 24 000 | 37 000 | 0,39 | 7012 CE/HCP4A | S | H1, L, L1 |
| | 95 | 18 | 39 | 33,5 | 1,4 | 13 000 | 20 000 | 0,4 | 7012 ACD/P4A | S | H1, L |
| | 95 | 18 | 39 | 33,5 | 1,4 | 15 000 | 24 000 | 0,34 | 7012 ACD/HCP4A | S | H1, L |
| | 95 | 18 | 40,3 | 34,5 | 1,5 | 14 000 | 22 000 | 0,4 | 7012 CD/P4A | S | H1, L |
| | 95 | 18 | 40,3 | 34,5 | 1,5 | 17 000 | 26 000 | 0,34 | 7012 CD/HCP4A | S | H1, L |
| | 110 | 22 | 55,3 | 45 | 1,9 | 11 000 | 18 000 | 0,81 | 7212 ACD/P4A | S | - |
| | 110 | 22 | 55,3 | 45 | 1,9 | 14 000 | 22 000 | 0,69 | 7212 ACD/HCP4A | S | - |
| | 110 | 22 | 57,2 | 46,5 | 2 | 13 000 | 20 000 | 0,81 | 7212 CD/P4A | S | - |
| | 110 | 22 | 57,2 | 46,5 | 2 | 16 000 | 24 000 | 0,69 | 7212 CD/HCP4A | S | - |
| 65 | 85 | 10 | 12,7 | 14 | 0,585 | 13 000 | 20 000 | 0,13 | 71813 ACD/P4 | - | - |
| | 85 | 10 | 12,7 | 14 | 0,585 | 16 000 | 24 000 | 0,11 | 71813 ACD/HCP4 | - | - |
| | 85 | 10 | 13,5 | 14,6 | 0,63 | 15 000 | 22 000 | 0,13 | 71813 CD/P4 | - | - |
| | 85 | 10 | 13,5 | 14,6 | 0,63 | 18 000 | 28 000 | 0,11 | 71813 CD/HCP4 | - | - |

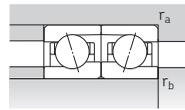
1) Vorsetzzeichen S. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Dichtungslösungen* (→ Seite 136).

2) Trifft ausschließlich auf offene Lager zu.

3) Nachsetzzeichen H, H1, L oder L1. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Direkte Öl-Luft-Schmierung* (→ Seite 136).



ACD, CD, ACB, CB,
70 .. ACE, 70 .. CE

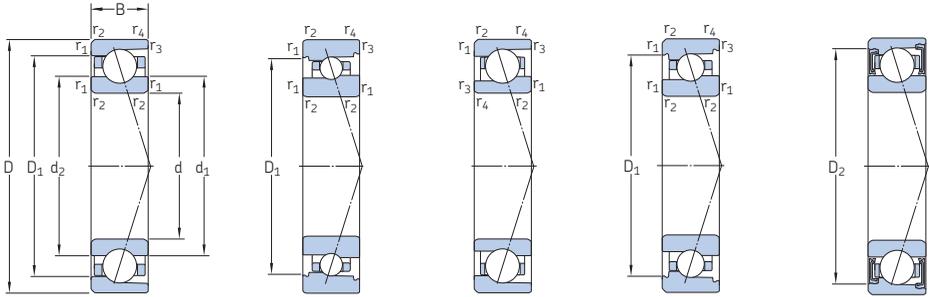


719 .. ACE, 719 .. CE

| Abmessungen | | | | | Anschlussmaße | | | | | | | | Fettbezugs- | Berechnungs- | | |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------|------------------|-----------------|---|
| d | d ₁ | d ₂ | D ₁ | D ₂ | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | d _a min. | d _b min. | D _a max. | D _b max. | r _a max. | r _b max. | d _n | G _{ref} | f ₀ | |
| mm | | | | | | | | | | | | | | | cm ³ | - |
| 60 Forts. | 67,8 | 65,7 | 77,3 | 79,7 | 1 | 0,3 | 64,6 | 62 | 80,4 | 83 | 1 | 0,3 | 69,6 | 2,5 | - | |
| | 67,8 | 65,7 | 77,3 | 79,7 | 1 | 0,3 | 64,6 | 62 | 80,4 | 83 | 1 | 0,3 | 69,6 | 2,5 | - | |
| | 67,8 | 65,7 | 77,3 | 79,7 | 1 | 0,3 | 64,6 | 62 | 80,4 | 83 | 1 | 0,3 | 69,6 | 2,5 | 8,5 | |
| | 67,8 | 65,7 | 77,3 | 79,7 | 1 | 0,3 | 64,6 | 62 | 80,4 | 83 | 1 | 0,3 | 69,6 | 2,5 | 8,5 | |
| | 67,7 | 67,7 | 77,3 | 79,6 | 1 | 0,3 | 64,6 | 64,6 | 80,4 | 83 | 1 | 0,3 | 69,7 | 2,7 | - | |
| | 67,7 | 67,7 | 77,3 | 79,6 | 1 | 0,3 | 64,6 | 64,6 | 80,4 | 83 | 1 | 0,3 | 69,7 | 2,7 | - | |
| | 67,7 | 67,7 | 77,3 | 79,6 | 1 | 0,3 | 64,6 | 64,6 | 80,4 | 83 | 1 | 0,3 | 69,7 | 2,7 | 10,5 | |
| | 67,7 | 67,7 | 77,3 | 79,6 | 1 | 0,3 | 64,6 | 64,6 | 80,4 | 83 | 1 | 0,3 | 69,7 | 2,7 | 10,5 | |
| | 73,2 | 71,7 | 84,4 | 84,4 | 1,1 | 0,6 | 66 | 66 | 89 | 91,8 | 1 | 0,6 | 74,2 | 5 | - | |
| | 73,2 | 71,7 | 84,4 | 84,4 | 1,1 | 0,6 | 66 | 66 | 89 | 91,8 | 1 | 0,6 | 74,2 | 5 | - | |
| | 73,2 | 71,7 | 84,4 | 84,4 | 1,1 | 0,6 | 66 | 66 | 89 | 91,8 | 1 | 0,6 | 74,2 | 5 | 9,7 | |
| | 73,2 | 71,7 | 84,4 | 84,4 | 1,1 | 0,6 | 66 | 66 | 89 | 91,8 | 1 | 0,6 | 74,2 | 5 | 9,7 | |
| | 72,7 | 70,6 | 85,4 | 85,4 | 1,1 | 0,6 | 66 | 66 | 89 | 90,8 | 1 | 0,6 | 74,6 | 5,3 | - | |
| | 72,7 | 70,6 | 85,4 | 85,4 | 1,1 | 0,6 | 66 | 66 | 89 | 90,8 | 1 | 0,6 | 74,6 | 5,3 | - | |
| | 72,7 | 70,6 | 85,4 | 85,4 | 1,1 | 0,6 | 66 | 66 | 89 | 90,8 | 1 | 0,6 | 74,6 | 5,3 | 8,5 | |
| | 72,7 | 70,6 | 85,4 | 85,4 | 1,1 | 0,6 | 66 | 66 | 89 | 90,8 | 1 | 0,6 | 74,6 | 5,3 | 8,5 | |
| | 70,8 | 70,8 | 84,2 | 86,7 | 1,1 | 0,6 | 66 | 66 | 89 | 91,8 | 1 | 0,6 | 73,1 | 5,4 | - | |
| | 70,8 | 70,8 | 84,2 | 86,7 | 1,1 | 0,6 | 66 | 66 | 89 | 91,8 | 1 | 0,6 | 73,1 | 5,4 | - | |
| | 70,8 | 70,8 | 84,2 | 86,7 | 1,1 | 0,6 | 66 | 66 | 89 | 91,8 | 1 | 0,6 | 73,1 | 5,4 | 15,4 | |
| | 70,8 | 70,8 | 84,2 | 86,7 | 1,1 | 0,6 | 66 | 66 | 89 | 91,8 | 1 | 0,6 | 73,1 | 5,4 | 15,4 | |
| | 76,4 | 76,4 | 93,6 | 96,8 | 1,5 | 0,6 | 69 | 69 | 101 | 105,8 | 1,5 | 0,6 | 80,1 | 10 | - | |
| | 76,4 | 76,4 | 93,6 | 96,8 | 1,5 | 0,6 | 69 | 69 | 101 | 105,8 | 1,5 | 0,6 | 80,1 | 10 | - | |
| | 76,4 | 76,4 | 93,6 | 96,8 | 1,5 | 0,6 | 69 | 69 | 101 | 105,8 | 1,5 | 0,6 | 80,1 | 10 | 14,9 | |
| | 76,4 | 76,4 | 93,6 | 96,8 | 1,5 | 0,6 | 69 | 69 | 101 | 105,8 | 1,5 | 0,6 | 80,1 | 10 | 14,9 | |
| 65 | 71,7 | 71,7 | 78,5 | - | 0,6 | 0,3 | 68,2 | 68,2 | 81,8 | 83 | 0,6 | 0,3 | 72,4 | 1,3 | - | |
| | 71,7 | 71,7 | 78,5 | - | 0,6 | 0,3 | 68,2 | 68,2 | 81,8 | 83 | 0,6 | 0,3 | 72,4 | 1,3 | - | |
| | 71,7 | 71,7 | 78,5 | - | 0,6 | 0,3 | 68,2 | 68,2 | 81,8 | 83 | 0,6 | 0,3 | 72,4 | 1,3 | 17,1 | |
| | 71,7 | 71,7 | 78,5 | - | 0,6 | 0,3 | 68,2 | 68,2 | 81,8 | 83 | 0,6 | 0,3 | 72,4 | 1,3 | 17,1 | |

1) Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101

2.1 Schrägkugellager d 65 mm



ACD, CD

ACB, CB

719 .. ACE,
719 .. CE70 .. ACE,
70 .. CE

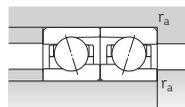
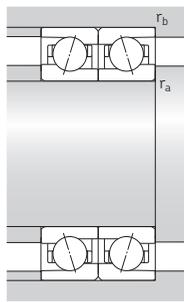
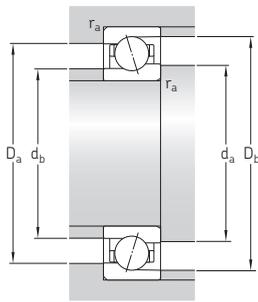
S... 1)

| Haupt- abmessungen | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenzbelas- tung P_u | Erreichbare Fettschmie- rung | Drehzahlen | | Gewicht ²⁾ kg | Kurzzeichen | Erhältliche Ausführungen | | |
|------------------------------------|------------|-------|--|------------------------------------|---|------------------------------------|-----------------------------|-------------|---|---|-----------|
| | dyn. | stat. | | | Öl-Luft- Schmie- rung ²⁾ | Dichtungs- lösung ¹⁾ | | | Direkte Öl- Luft- Schmie- rung ³⁾ | | |
| d D B C C ₀ | kN | | kN | min ⁻¹ | min ⁻¹ | | kg | - | - | | |
| mm | | | | | | | | | | | |
| 65 | 90 | 13 | 9,95 | 9 | 0,38 | 18 000 | 28 000 | 0,21 | 71913 ACB/P4A | S | L |
| Forts. | 90 | 13 | 9,95 | 9 | 0,38 | 22 000 | 34 000 | 0,19 | 71913 ACB/HCP4A | S | L |
| | 90 | 13 | 10,6 | 9,5 | 0,4 | 20 000 | 30 000 | 0,21 | 71913 CB/P4A | S | L |
| | 90 | 13 | 10,6 | 9,5 | 0,4 | 24 000 | 36 000 | 0,19 | 71913 CB/HCP4A | S | L |
| | 90 | 13 | 15,6 | 11,8 | 0,5 | 18 000 | 28 000 | 0,2 | 71913 ACE/P4A | S | H1, L |
| | 90 | 13 | 15,6 | 11,8 | 0,5 | 22 000 | 34 000 | 0,17 | 71913 ACE/HCP4A | S | H1, L |
| | 90 | 13 | 16,5 | 12,5 | 0,53 | 20 000 | 31 000 | 0,2 | 71913 CE/P4A | S | H1, L |
| | 90 | 13 | 16,5 | 12,5 | 0,53 | 24 000 | 38 000 | 0,17 | 71913 CE/HCP4A | S | H1, L |
| | 90 | 13 | 19,5 | 16 | 0,68 | 13 000 | 20 000 | 0,21 | 71913 ACD/P4A | S | L |
| | 90 | 13 | 19,5 | 16 | 0,68 | 15 000 | 24 000 | 0,17 | 71913 ACD/HCP4A | S | L |
| | 90 | 13 | 20,8 | 17 | 0,71 | 14 000 | 22 000 | 0,21 | 71913 CD/P4A | S | L |
| | 90 | 13 | 20,8 | 17 | 0,71 | 17 000 | 26 000 | 0,17 | 71913 CD/HCP4A | S | L |
| | 100 | 18 | 14,6 | 12,2 | 0,52 | 16 000 | 26 000 | 0,47 | 7013 ACB/P4A | S | L |
| | 100 | 18 | 14,6 | 12,2 | 0,52 | 19 000 | 30 000 | 0,45 | 7013 ACB/HCP4A | S | L |
| | 100 | 18 | 15,6 | 12,9 | 0,55 | 18 000 | 28 000 | 0,47 | 7013 CB/P4A | S | L |
| | 100 | 18 | 15,6 | 12,9 | 0,55 | 22 000 | 34 000 | 0,45 | 7013 CB/HCP4A | S | L |
| | 100 | 18 | 19,5 | 14,6 | 0,62 | 17 000 | 26 000 | 0,43 | 7013 ACE/P4A | S | H1, L, L1 |
| | 100 | 18 | 19,5 | 14,6 | 0,62 | 20 000 | 31 000 | 0,39 | 7013 ACE/HCP4A | S | H1, L, L1 |
| | 100 | 18 | 20,3 | 15,6 | 0,655 | 19 000 | 30 000 | 0,43 | 7013 CE/P4A | S | H1, L, L1 |
| | 100 | 18 | 20,3 | 15,6 | 0,655 | 22 000 | 34 000 | 0,39 | 7013 CE/HCP4A | S | H1, L, L1 |
| | 100 | 18 | 39 | 35,5 | 1,5 | 12 000 | 19 000 | 0,43 | 7013 ACD/P4A | S | H1, L |
| | 100 | 18 | 39 | 35,5 | 1,5 | 15 000 | 22 000 | 0,36 | 7013 ACD/HCP4A | S | H1, L |
| | 100 | 18 | 41,6 | 37,5 | 1,6 | 14 000 | 22 000 | 0,43 | 7013 CD/P4A | S | H1, L |
| | 100 | 18 | 41,6 | 37,5 | 1,6 | 16 000 | 24 000 | 0,36 | 7013 CD/HCP4A | S | H1, L |
| | 120 | 23 | 63,7 | 51 | 2,2 | 10 000 | 17 000 | 1,05 | 7213 ACD/P4A | S | - |
| | 120 | 23 | 63,7 | 51 | 2,2 | 13 000 | 20 000 | 0,88 | 7213 ACD/HCP4A | S | - |
| | 120 | 23 | 66,3 | 53 | 2,28 | 12 000 | 19 000 | 1,05 | 7213 CD/P4A | S | - |
| | 120 | 23 | 66,3 | 53 | 2,28 | 15 000 | 22 000 | 0,88 | 7213 CD/HCP4A | S | - |

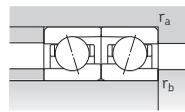
1) Vorsetzzeichen S. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Dichtungslösungen* (→ Seite 136).

2) Trifft ausschließlich auf offene Lager zu.

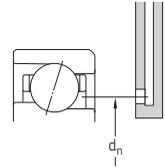
3) Nachsetzzeichen H, H1, L oder L1. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Direkte Öl-Luft-Schmierung* (→ Seite 136).



ACD, CD, ACB, CB,
70 .. ACE, 70 .. CE



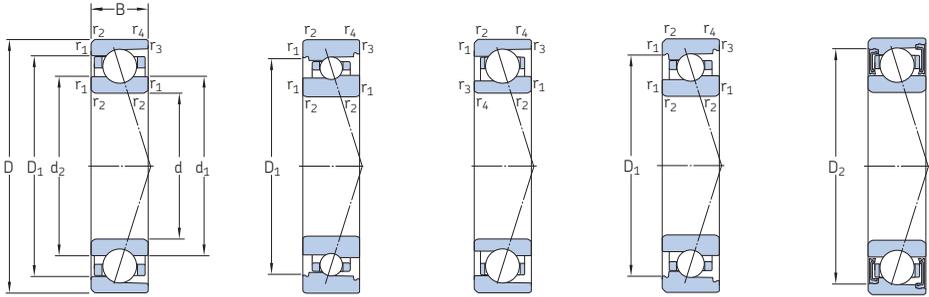
719 .. ACE, 719 .. CE



| Abmessungen | | | | | Anschlussmaße | | | | | | | | Fettbezugs- menge ¹⁾ | Berechnungs- faktor f ₀ | | |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------------|--|-----------------|---|
| d | d ₁ | d ₂ | D ₁ | D ₂ | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | d _a min. | d _b min. | D _a max. | D _b max. | r _a max. | r _b max. | d _n | G _{ref} | f ₀ | |
| mm | | | | | | | | | | | | | | | cm ³ | – |
| 65 Forts. | 73,9 | 72,7 | 83,5 | 83,5 | 1 | 0,3 | 69,6 | 69,6 | 85,4 | 88 | 1 | 0,3 | 74,8 | 3 | – | |
| | 73,9 | 72,7 | 83,5 | 83,5 | 1 | 0,3 | 69,6 | 69,6 | 85,4 | 88 | 1 | 0,3 | 74,8 | 3 | – | |
| | 73,9 | 72,7 | 83,5 | 83,5 | 1 | 0,3 | 69,6 | 69,6 | 85,4 | 88 | 1 | 0,3 | 74,8 | 3 | 9,9 | |
| | 73,9 | 72,7 | 83,5 | 83,5 | 1 | 0,3 | 69,6 | 69,6 | 85,4 | 88 | 1 | 0,3 | 74,8 | 3 | 9,9 | |
| | 72,8 | 70,7 | 82,3 | 84,7 | 1 | 0,3 | 69,6 | 67 | 85,4 | 88 | 1 | 0,3 | 74,5 | 2,6 | – | |
| | 72,8 | 70,7 | 82,3 | 84,7 | 1 | 0,3 | 69,6 | 67 | 85,4 | 88 | 1 | 0,3 | 74,5 | 2,6 | – | |
| | 72,8 | 70,7 | 82,3 | 84,7 | 1 | 0,3 | 69,6 | 67 | 85,4 | 88 | 1 | 0,3 | 74,5 | 2,6 | 8,5 | |
| | 72,8 | 70,7 | 82,3 | 84,7 | 1 | 0,3 | 69,6 | 67 | 85,4 | 88 | 1 | 0,3 | 74,5 | 2,6 | 8,5 | |
| | 72,7 | 72,7 | 82,3 | 84,5 | 1 | 0,3 | 69,6 | 69,6 | 85,4 | 88 | 1 | 0,3 | 74,7 | 2,9 | – | |
| | 72,7 | 72,7 | 82,3 | 84,5 | 1 | 0,3 | 69,6 | 69,6 | 85,4 | 88 | 1 | 0,3 | 74,7 | 2,9 | – | |
| | 72,7 | 72,7 | 82,3 | 84,5 | 1 | 0,3 | 69,6 | 69,6 | 85,4 | 88 | 1 | 0,3 | 74,7 | 2,9 | 10,7 | |
| | 72,7 | 72,7 | 82,3 | 84,5 | 1 | 0,3 | 69,6 | 69,6 | 85,4 | 88 | 1 | 0,3 | 74,7 | 2,9 | 10,7 | |
| 78 | 76,4 | 89,7 | 89,7 | 1,1 | 0,6 | 71 | 71 | 94 | 96,8 | 1 | 0,6 | 79 | 5,5 | – | | |
| 78 | 76,4 | 89,7 | 89,7 | 1,1 | 0,6 | 71 | 71 | 94 | 96,8 | 1 | 0,6 | 79 | 5,5 | – | | |
| 78 | 76,4 | 89,7 | 89,7 | 1,1 | 0,6 | 71 | 71 | 94 | 96,8 | 1 | 0,6 | 79 | 5,5 | 9,7 | | |
| 78 | 76,4 | 89,7 | 89,7 | 1,1 | 0,6 | 71 | 71 | 94 | 96,8 | 1 | 0,6 | 79 | 5,5 | 9,7 | | |
| 77,3 | 74,9 | 91,1 | 91,1 | 1,1 | 0,6 | 71 | 71 | 94 | 95,8 | 1 | 0,6 | 79,3 | 6,2 | – | | |
| 77,3 | 74,9 | 91,1 | 91,1 | 1,1 | 0,6 | 71 | 71 | 94 | 95,8 | 1 | 0,6 | 79,3 | 6,2 | – | | |
| 77,3 | 74,9 | 91,1 | 91,1 | 1,1 | 0,6 | 71 | 71 | 94 | 95,8 | 1 | 0,6 | 79,3 | 6,2 | 8,4 | | |
| 77,3 | 74,9 | 91,1 | 91,1 | 1,1 | 0,6 | 71 | 71 | 94 | 95,8 | 1 | 0,6 | 79,3 | 6,2 | 8,4 | | |
| 75,8 | 75,8 | 89,2 | 91,7 | 1,1 | 0,6 | 71 | 71 | 94 | 96,8 | 1 | 0,6 | 78,1 | 5,7 | – | | |
| 75,8 | 75,8 | 89,2 | 91,7 | 1,1 | 0,6 | 71 | 71 | 94 | 96,8 | 1 | 0,6 | 78,1 | 5,7 | – | | |
| 75,8 | 75,8 | 89,2 | 91,7 | 1,1 | 0,6 | 71 | 71 | 94 | 96,8 | 1 | 0,6 | 78,1 | 5,7 | 15,6 | | |
| 75,8 | 75,8 | 89,2 | 91,7 | 1,1 | 0,6 | 71 | 71 | 94 | 96,8 | 1 | 0,6 | 78,1 | 5,7 | 15,6 | | |
| 82,9 | 82,9 | 102,1 | 105,3 | 1,5 | 0,6 | 74 | 74 | 111 | 115,8 | 1,5 | 0,6 | 86,6 | 12 | – | | |
| 82,9 | 82,9 | 102,1 | 105,3 | 1,5 | 0,6 | 74 | 74 | 111 | 115,8 | 1,5 | 0,6 | 86,6 | 12 | – | | |
| 82,9 | 82,9 | 102,1 | 105,3 | 1,5 | 0,6 | 74 | 74 | 111 | 115,8 | 1,5 | 0,6 | 86,6 | 12 | 14,6 | | |
| 82,9 | 82,9 | 102,1 | 105,3 | 1,5 | 0,6 | 74 | 74 | 111 | 115,8 | 1,5 | 0,6 | 86,6 | 12 | 14,6 | | |

¹⁾ Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101

2.1 Schrägkugellager d 70 mm



ACD, CD

ACB, CB

719 .. ACE,
719 .. CE70 .. ACE,
70 .. CE

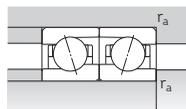
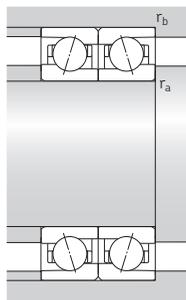
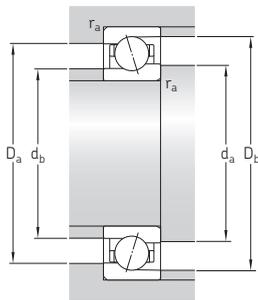
S... 1)

| Haupt- abmessungen | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenzbelas- tung P_u | Erreichbare Fettschmie- rung | Drehzahlen | | Gewicht ²⁾ kg | Kurzzeichen | Erhältliche Ausführungen | | |
|-----------------------|------------|------|--|------------------------------------|-------------------|--------|-----------------------------|-----------------|---|------------------------------------|---|
| | d | D | | | dyn. | stat. | | | Öl-Luft- Schmie- rung ²⁾ | Dichtungs- lösung ¹⁾ | Direkte Öl- Luft- Schmie- rung ³⁾ |
| mm | | | kN | | min^{-1} | | | - | - | | |
| 70 | 90 | 10 | 13 | 15 | 0,64 | 13 000 | 19 000 | 0,13 | 71814 ACD/P4 | - | - |
| | 90 | 10 | 13 | 15 | 0,64 | 15 000 | 24 000 | 0,12 | 71814 ACD/HCP4 | - | - |
| | 90 | 10 | 13,8 | 16 | 0,67 | 14 000 | 22 000 | 0,13 | 71814 CD/P4 | - | - |
| | 90 | 10 | 13,8 | 16 | 0,67 | 17 000 | 26 000 | 0,12 | 71814 CD/HCP4 | - | - |
| | 100 | 16 | 12,7 | 11,6 | 0,49 | 16 000 | 24 000 | 0,35 | 71914 ACB/P4A | S | L |
| | 100 | 16 | 12,7 | 11,6 | 0,49 | 19 000 | 30 000 | 0,33 | 71914 ACB/HCP4A | S | L |
| | 100 | 16 | 13,5 | 12,2 | 0,52 | 18 000 | 28 000 | 0,35 | 71914 CB/P4A | S | L |
| | 100 | 16 | 13,5 | 12,2 | 0,52 | 22 000 | 32 000 | 0,33 | 71914 CB/HCP4A | S | L |
| | 100 | 16 | 20,8 | 15,3 | 0,655 | 16 500 | 26 000 | 0,32 | 71914 ACE/P4A | S | H1, L |
| | 100 | 16 | 20,8 | 15,3 | 0,655 | 20 000 | 31 000 | 0,27 | 71914 ACE/HCP4A | S | H1, L |
| | 100 | 16 | 22,1 | 16,3 | 0,68 | 18 500 | 28 000 | 0,32 | 71914 CE/P4A | S | H1, L |
| | 100 | 16 | 22,1 | 16,3 | 0,68 | 22 000 | 34 000 | 0,27 | 71914 CE/HCP4A | S | H1, L |
| 100 | 16 | 32,5 | 32,5 | 1,37 | 11 000 | 18 000 | 0,33 | 71914 ACD/P4A | S | H1, L | |
| 100 | 16 | 32,5 | 32,5 | 1,37 | 14 000 | 22 000 | 0,28 | 71914 ACD/HCP4A | S | H1, L | |
| 100 | 16 | 34,5 | 34 | 1,43 | 13 000 | 20 000 | 0,33 | 71914 CD/P4A | S | H1, L | |
| 100 | 16 | 34,5 | 34 | 1,43 | 16 000 | 24 000 | 0,28 | 71914 CD/HCP4A | S | H1, L | |
| 110 | 20 | 18,2 | 15,6 | 0,655 | 15 000 | 24 000 | 0,66 | 7014 ACB/P4A | S | L | |
| 110 | 20 | 18,2 | 15,6 | 0,655 | 18 000 | 28 000 | 0,63 | 7014 ACB/HCP4A | S | L | |
| 110 | 20 | 19 | 16,3 | 0,695 | 17 000 | 26 000 | 0,66 | 7014 CB/P4A | S | L | |
| 110 | 20 | 19 | 16,3 | 0,695 | 19 000 | 30 000 | 0,63 | 7014 CB/HCP4A | S | L | |
| 110 | 20 | 22,5 | 17,3 | 0,735 | 15 500 | 24 000 | 0,61 | 7014 ACE/P4A | S | H1, L, L1 | |
| 110 | 20 | 22,5 | 17,3 | 0,735 | 18 500 | 29 000 | 0,56 | 7014 ACE/HCP4A | S | H1, L, L1 | |
| 110 | 20 | 23,8 | 18,3 | 0,78 | 17 000 | 27 000 | 0,61 | 7014 CE/P4A | S | H1, L, L1 | |
| 110 | 20 | 23,8 | 18,3 | 0,78 | 20 500 | 32 000 | 0,56 | 7014 CE/HCP4A | S | H1, L, L1 | |
| 110 | 20 | 48,8 | 44 | 1,86 | 11 000 | 17 000 | 0,6 | 7014 ACD/P4A | S | H1, L | |
| 110 | 20 | 48,8 | 44 | 1,86 | 13 000 | 20 000 | 0,5 | 7014 ACD/HCP4A | S | H1, L | |
| 110 | 20 | 52 | 45,5 | 1,93 | 12 000 | 19 000 | 0,6 | 7014 CD/P4A | S | H1, L | |
| 110 | 20 | 52 | 45,5 | 1,93 | 15 000 | 22 000 | 0,5 | 7014 CD/HCP4A | S | H1, L | |

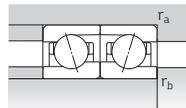
1) Vorsetzzeichen S. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Dichtungslösungen* (→ Seite 136).

2) Trifft ausschließlich auf offene Lager zu.

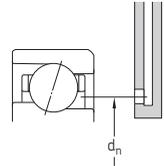
3) Nachsetzzeichen H, H1, L oder L1. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Direkte Öl-Luft-Schmierung* (→ Seite 136).



ACD, CD, ACB, CB,
70 .. ACE, 70 .. CE



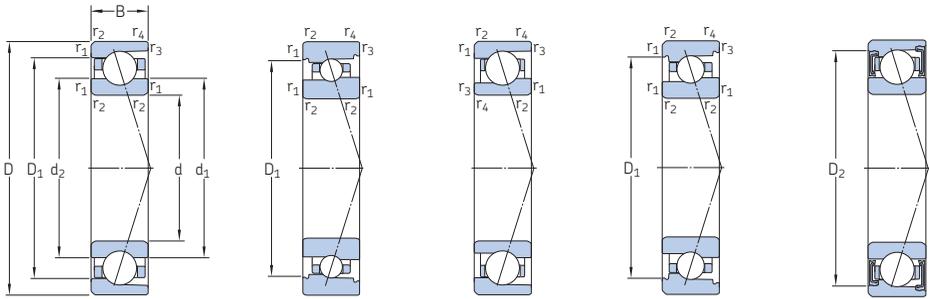
719 .. ACE, 719 .. CE



| Abmessungen | | | | | Anschlussmaße | | | | | | | | Fettbezugs- menge ¹⁾ | Berechnungs- faktor f ₀ | | |
|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------------|--|-----------------|---|
| d | d ₁ | d ₂ | D ₁ | D ₂ | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | d _a min. | d _b min. | D _a max. | D _b max. | r _a max. | r _b max. | d _n | G _{ref} | | |
| mm | | | | | | | | | | | | | | | cm ³ | - |
| 70 | 76,7 | 76,7 | 83,5 | - | 0,6 | 0,3 | 73,2 | 73,2 | 86,8 | 88 | 0,6 | 0,3 | 77,4 | 1,4 | - | |
| | 76,7 | 76,7 | 83,5 | - | 0,6 | 0,3 | 73,2 | 73,2 | 86,8 | 88 | 0,6 | 0,3 | 77,4 | 1,4 | - | |
| | 76,7 | 76,7 | 83,5 | - | 0,6 | 0,3 | 73,2 | 73,2 | 86,8 | 88 | 0,6 | 0,3 | 77,4 | 1,4 | 17,2 | |
| | 76,7 | 76,7 | 83,5 | - | 0,6 | 0,3 | 73,2 | 73,2 | 86,8 | 88 | 0,6 | 0,3 | 77,4 | 1,4 | 17,2 | |
| | 76,7 | 76,7 | 83,5 | - | 0,6 | 0,3 | 73,2 | 73,2 | 86,8 | 88 | 0,6 | 0,3 | 77,4 | 1,4 | 17,2 | |
| 80,9 | 79,6 | 79,6 | 91,7 | 91,7 | 1 | 0,3 | 74,6 | 74,6 | 95,4 | 98 | 1 | 0,3 | 81,9 | 4,5 | - | |
| | 79,6 | 79,6 | 91,7 | 91,7 | 1 | 0,3 | 74,6 | 74,6 | 95,4 | 98 | 1 | 0,3 | 81,9 | 4,5 | - | |
| | 79,6 | 79,6 | 91,7 | 91,7 | 1 | 0,3 | 74,6 | 74,6 | 95,4 | 98 | 1 | 0,3 | 81,9 | 4,5 | 9,9 | |
| | 79,6 | 79,6 | 91,7 | 91,7 | 1 | 0,3 | 74,6 | 74,6 | 95,4 | 98 | 1 | 0,3 | 81,9 | 4,5 | 9,9 | |
| | 79,6 | 79,6 | 91,7 | 91,7 | 1 | 0,3 | 74,6 | 74,6 | 95,4 | 98 | 1 | 0,3 | 81,9 | 4,5 | 9,9 | |
| 79,3 | 76,8 | 76,8 | 90,5 | 93,6 | 1 | 0,3 | 74,6 | 72 | 95,4 | 98 | 1 | 0,3 | 81,5 | 4,3 | - | |
| | 76,8 | 76,8 | 90,5 | 93,6 | 1 | 0,3 | 74,6 | 72 | 95,4 | 98 | 1 | 0,3 | 81,5 | 4,3 | - | |
| | 76,8 | 76,8 | 90,5 | 93,6 | 1 | 0,3 | 74,6 | 72 | 95,4 | 98 | 1 | 0,3 | 81,5 | 4,3 | 8,4 | |
| | 76,8 | 76,8 | 90,5 | 93,6 | 1 | 0,3 | 74,6 | 72 | 95,4 | 98 | 1 | 0,3 | 81,5 | 4,3 | 8,4 | |
| | 76,8 | 76,8 | 90,5 | 93,6 | 1 | 0,3 | 74,6 | 72 | 95,4 | 98 | 1 | 0,3 | 81,5 | 4,3 | 8,4 | |
| 79,2 | 79,2 | 79,2 | 90,8 | 93,7 | 1 | 0,3 | 74,6 | 74,6 | 95,4 | 98 | 1 | 0,3 | 81,7 | 4,5 | - | |
| | 79,2 | 79,2 | 90,8 | 93,7 | 1 | 0,3 | 74,6 | 74,6 | 95,4 | 98 | 1 | 0,3 | 81,7 | 4,5 | - | |
| | 79,2 | 79,2 | 90,8 | 93,7 | 1 | 0,3 | 74,6 | 74,6 | 95,4 | 98 | 1 | 0,3 | 81,7 | 4,5 | 16,2 | |
| | 79,2 | 79,2 | 90,8 | 93,7 | 1 | 0,3 | 74,6 | 74,6 | 95,4 | 98 | 1 | 0,3 | 81,7 | 4,5 | 16,2 | |
| | 79,2 | 79,2 | 90,8 | 93,7 | 1 | 0,3 | 74,6 | 74,6 | 95,4 | 98 | 1 | 0,3 | 81,7 | 4,5 | 16,2 | |
| 85 | 83,2 | 83,2 | 97,8 | 97,8 | 1,1 | 0,6 | 76 | 76 | 104 | 106,8 | 1 | 0,6 | 86,1 | 7,3 | - | |
| | 83,2 | 83,2 | 97,8 | 97,8 | 1,1 | 0,6 | 76 | 76 | 104 | 106,8 | 1 | 0,6 | 86,1 | 7,3 | - | |
| | 83,2 | 83,2 | 97,8 | 97,8 | 1,1 | 0,6 | 76 | 76 | 104 | 106,8 | 1 | 0,6 | 86,1 | 7,3 | 9,6 | |
| | 83,2 | 83,2 | 97,8 | 97,8 | 1,1 | 0,6 | 76 | 76 | 104 | 106,8 | 1 | 0,6 | 86,1 | 7,3 | 9,6 | |
| | 83,2 | 83,2 | 97,8 | 97,8 | 1,1 | 0,6 | 76 | 76 | 104 | 106,8 | 1 | 0,6 | 86,1 | 7,3 | 9,6 | |
| 84,3 | 81,6 | 81,6 | 98,6 | 98,6 | 1,1 | 0,6 | 76 | 76 | 104 | 105,8 | 1 | 0,6 | 86,5 | 8,2 | - | |
| | 81,6 | 81,6 | 98,6 | 98,6 | 1,1 | 0,6 | 76 | 76 | 104 | 105,8 | 1 | 0,6 | 86,5 | 8,2 | - | |
| | 81,6 | 81,6 | 98,6 | 98,6 | 1,1 | 0,6 | 76 | 76 | 104 | 105,8 | 1 | 0,6 | 86,5 | 8,2 | 8,4 | |
| | 81,6 | 81,6 | 98,6 | 98,6 | 1,1 | 0,6 | 76 | 76 | 104 | 105,8 | 1 | 0,6 | 86,5 | 8,2 | 8,4 | |
| | 81,6 | 81,6 | 98,6 | 98,6 | 1,1 | 0,6 | 76 | 76 | 104 | 105,8 | 1 | 0,6 | 86,5 | 8,2 | 8,4 | |
| 82,3 | 82,3 | 82,3 | 97,7 | 100,6 | 1,1 | 0,6 | 76 | 76 | 104 | 106 | 1 | 0,6 | 85 | 8,1 | - | |
| | 82,3 | 82,3 | 97,7 | 100,6 | 1,1 | 0,6 | 76 | 76 | 104 | 106 | 1 | 0,6 | 85 | 8,1 | - | |
| | 82,3 | 82,3 | 97,7 | 100,6 | 1,1 | 0,6 | 76 | 76 | 104 | 106 | 1 | 0,6 | 85 | 8,1 | 15,5 | |
| | 82,3 | 82,3 | 97,7 | 100,6 | 1,1 | 0,6 | 76 | 76 | 104 | 106 | 1 | 0,6 | 85 | 8,1 | 15,5 | |
| | 82,3 | 82,3 | 97,7 | 100,6 | 1,1 | 0,6 | 76 | 76 | 104 | 106 | 1 | 0,6 | 85 | 8,1 | 15,5 | |

¹⁾ Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101

2.1 Schrägkugellager d 70 – 75 mm



ACD, CD

ACB, CB

719 .. ACE,
719 .. CE70 .. ACE,
70 .. CE

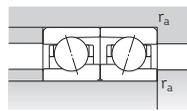
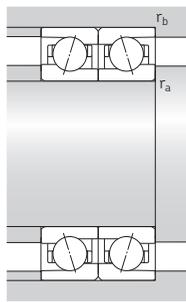
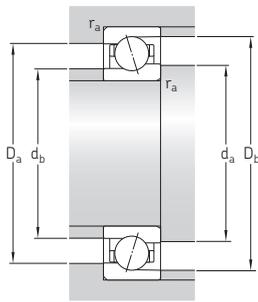
S... 1)

| Haupt- abmessungen | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenzbelas- tung P_u | Erreichbare Fettschmie- rung | Drehzahlen | | Gewicht ²⁾ kg | Kurzzeichen | Erhältliche Ausführungen | | |
|------------------------------------|------------|-------|--|------------------------------------|---|------------------------------------|-----------------------------|----------------|---|-----------|-------|
| | dyn. | stat. | | | Öl-Luft- Schmie- rung ²⁾ | Dichtungs- lösung ¹⁾ | | | Direkte Öl- Luft- Schmie- rung ³⁾ | | |
| d D B C C ₀ | kN | | kN | min ⁻¹ | min ⁻¹ | | kg | - | - | | |
| mm | kN | | kN | min ⁻¹ | min ⁻¹ | | kg | - | - | | |
| 70 Forts. | 125 | 24 | 66,3 | 55 | 2,36 | 9 500 | 16 000 | 1,1 | 7214 ACD/P4A | S | - |
| | 125 | 24 | 66,3 | 55 | 2,36 | 12 000 | 19 000 | 0,95 | 7214 ACD/HCP4A | S | - |
| | 125 | 24 | 68,9 | 58,5 | 2,45 | 11 000 | 18 000 | 1,1 | 7214 CD/P4A | S | - |
| | 125 | 24 | 68,9 | 58,5 | 2,45 | 14 000 | 20 000 | 0,95 | 7214 CD/HCP4A | S | - |
| 75 | 95 | 10 | 13,3 | 16 | 0,68 | 12 000 | 18 000 | 0,14 | 71815 ACD/P4 | - | - |
| | 95 | 10 | 13,3 | 16 | 0,68 | 14 000 | 22 000 | 0,13 | 71815 ACD/HCP4 | - | - |
| | 95 | 10 | 14,3 | 17 | 0,72 | 13 000 | 20 000 | 0,14 | 71815 CD/P4 | - | - |
| | 95 | 10 | 14,3 | 17 | 0,72 | 16 000 | 24 000 | 0,13 | 71815 CD/HCP4 | - | - |
| | 105 | 16 | 13,3 | 12,5 | 0,52 | 15 000 | 24 000 | 0,37 | 71915 ACB/P4A | S | L |
| | 105 | 16 | 13,3 | 12,5 | 0,52 | 18 000 | 28 000 | 0,34 | 71915 ACB/HCP4A | S | L |
| | 105 | 16 | 14 | 13,2 | 0,56 | 17 000 | 26 000 | 0,37 | 71915 CB/P4A | S | L |
| | 105 | 16 | 14 | 13,2 | 0,56 | 20 000 | 30 000 | 0,34 | 71915 CB/HCP4A | S | L |
| | 105 | 16 | 21,2 | 16,3 | 0,68 | 15 500 | 24 000 | 0,34 | 71915 ACE/P4A | S | H1, L |
| | 105 | 16 | 21,2 | 16,3 | 0,68 | 18 500 | 29 000 | 0,29 | 71915 ACE/HCP4A | S | H1, L |
| | 105 | 16 | 22,5 | 17 | 0,72 | 17 500 | 27 000 | 0,34 | 71915 CE/P4A | S | H1, L |
| | 105 | 16 | 22,5 | 17 | 0,72 | 20 500 | 32 000 | 0,29 | 71915 CE/HCP4A | S | H1, L |
| | 105 | 16 | 33,8 | 35,5 | 1,5 | 10 000 | 17 000 | 0,35 | 71915 ACD/P4A | S | H1, L |
| | 105 | 16 | 33,8 | 35,5 | 1,5 | 13 000 | 20 000 | 0,3 | 71915 ACD/HCP4A | S | H1, L |
| | 105 | 16 | 35,8 | 37,5 | 1,56 | 12 000 | 19 000 | 0,35 | 71915 CD/P4A | S | H1, L |
| | 105 | 16 | 35,8 | 37,5 | 1,56 | 15 000 | 22 000 | 0,3 | 71915 CD/HCP4A | S | H1, L |
| 115 | 20 | 19 | 16,6 | 0,71 | 14 000 | 22 000 | 0,7 | 7015 ACB/P4A | S | L | |
| 115 | 20 | 19 | 16,6 | 0,71 | 17 000 | 26 000 | 0,66 | 7015 ACB/HCP4A | S | L | |
| 115 | 20 | 19,9 | 17,6 | 0,75 | 16 000 | 24 000 | 0,7 | 7015 CB/P4A | S | L | |
| 115 | 20 | 19,9 | 17,6 | 0,75 | 18 000 | 28 000 | 0,66 | 7015 CB/HCP4A | S | L | |
| 115 | 20 | 24,7 | 20,4 | 0,865 | 14 500 | 23 000 | 0,65 | 7015 ACE/P4A | S | H1, L, L1 | |
| 115 | 20 | 24,7 | 20,4 | 0,865 | 17 000 | 27 000 | 0,59 | 7015 ACE/HCP4A | S | H1, L, L1 | |
| 115 | 20 | 26 | 21,6 | 0,915 | 16 000 | 26 000 | 0,65 | 7015 CE/P4A | S | H1, L, L1 | |
| 115 | 20 | 26 | 21,6 | 0,915 | 19 000 | 29 000 | 0,59 | 7015 CE/HCP4A | S | H1, L, L1 | |

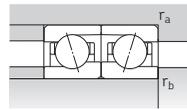
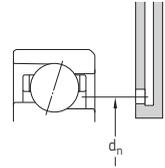
1) Vorsetzzeichen S. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Dichtungslösungen* (→ Seite 136).

2) Trifft ausschließlich auf offene Lager zu.

3) Nachsetzzeichen H, H1, L oder L1. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Direkte Öl-Luft-Schmierung* (→ Seite 136).



ACD, CD, ACB, CB,
70 .. ACE, 70 .. CE

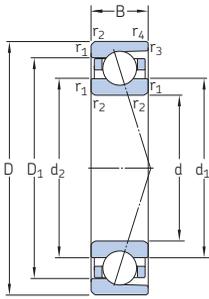


719 .. ACE, 719 .. CE

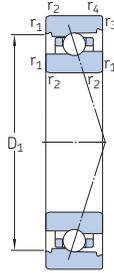
| Abmessungen | | | | | Anschlussmaße | | | | | | | | Fettbezugs- | Berechnungs- | | |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------|------------------|-----------------|---|
| d | d ₁ | d ₂ | D ₁ | D ₂ | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | d _a min. | d _b min. | D _a max. | D _b max. | r _a max. | r _b max. | d _n | G _{ref} | f ₀ | |
| mm | | | | | | | | | | | | | | | cm ³ | - |
| 70 Forts. | 87,9 | 87,9 | 107,1 | 110,3 | 1,5 | 0,6 | 79 | 79 | 116 | 120,8 | 1,5 | 0,6 | 91,6 | 14 | - | |
| | 87,9 | 87,9 | 107,1 | 110,3 | 1,5 | 0,6 | 79 | 79 | 116 | 120,8 | 1,5 | 0,6 | 91,6 | 14 | - | |
| | 87,9 | 87,9 | 107,1 | 110,3 | 1,5 | 0,6 | 79 | 79 | 116 | 120,8 | 1,5 | 0,6 | 91,6 | 14 | 14,8 | |
| | 87,9 | 87,9 | 107,1 | 110,3 | 1,5 | 0,6 | 79 | 79 | 116 | 120,8 | 1,5 | 0,6 | 91,6 | 14 | 14,8 | |
| 75 | 81,7 | 81,7 | 88,5 | - | 0,6 | 0,3 | 78,2 | 78,2 | 91,8 | 93 | 0,6 | 0,3 | 82,4 | 1,5 | - | |
| | 81,7 | 81,7 | 88,5 | - | 0,6 | 0,3 | 78,2 | 78,2 | 91,8 | 93 | 0,6 | 0,3 | 82,4 | 1,5 | - | |
| | 81,7 | 81,7 | 88,5 | - | 0,6 | 0,3 | 78,2 | 78,2 | 91,8 | 93 | 0,6 | 0,3 | 82,4 | 1,5 | 17,3 | |
| | 81,7 | 81,7 | 88,5 | - | 0,6 | 0,3 | 78,2 | 78,2 | 91,8 | 93 | 0,6 | 0,3 | 82,4 | 1,5 | 17,3 | |
| | 85,9 | 84,6 | 97,5 | 97,5 | 1 | 0,6 | 79,6 | 79,6 | 100 | 101,8 | 1 | 0,6 | 86,9 | 4,8 | - | |
| | 85,9 | 84,6 | 97,5 | 97,5 | 1 | 0,6 | 79,6 | 79,6 | 100 | 101,8 | 1 | 0,6 | 86,9 | 4,8 | - | |
| | 85,9 | 84,6 | 97,5 | 97,5 | 1 | 0,6 | 79,6 | 79,6 | 100 | 101,8 | 1 | 0,6 | 86,9 | 4,8 | 9,9 | |
| | 85,9 | 84,6 | 97,5 | 97,5 | 1 | 0,6 | 79,6 | 79,6 | 100 | 101,8 | 1 | 0,6 | 86,9 | 4,8 | 9,9 | |
| | 84,3 | 81,8 | 95,5 | 98,6 | 1 | 0,3 | 79,6 | 77 | 100,4 | 103 | 1 | 0,3 | 86,5 | 4,5 | - | |
| | 84,3 | 81,8 | 95,5 | 98,6 | 1 | 0,3 | 79,6 | 77 | 100,4 | 103 | 1 | 0,3 | 86,5 | 4,5 | - | |
| | 84,3 | 81,8 | 95,5 | 98,6 | 1 | 0,3 | 79,6 | 77 | 100,4 | 103 | 1 | 0,3 | 86,5 | 4,5 | 8,5 | |
| | 84,3 | 81,8 | 95,5 | 98,6 | 1 | 0,3 | 79,6 | 77 | 100,4 | 103 | 1 | 0,3 | 86,5 | 4,5 | 8,5 | |
| 84,2 | 84,2 | 95,8 | 98,7 | 1 | 0,3 | 79,6 | 79,6 | 100 | 103 | 1 | 0,3 | 86,7 | 5,1 | - | | |
| 84,2 | 84,2 | 95,8 | 98,7 | 1 | 0,3 | 79,6 | 79,6 | 100 | 103 | 1 | 0,3 | 86,7 | 5,1 | - | | |
| 84,2 | 84,2 | 95,8 | 98,7 | 1 | 0,3 | 79,6 | 79,6 | 100 | 103 | 1 | 0,3 | 86,7 | 5,1 | 16,3 | | |
| 84,2 | 84,2 | 95,8 | 98,7 | 1 | 0,3 | 79,6 | 79,6 | 100 | 103 | 1 | 0,3 | 86,7 | 5,1 | 16,3 | | |
| 90 | 88,2 | 102,8 | 102,8 | 1,1 | 0,6 | 81 | 81 | 109 | 111,8 | 1 | 0,6 | 91,1 | 7,7 | - | | |
| 90 | 88,2 | 102,8 | 102,8 | 1,1 | 0,6 | 81 | 81 | 109 | 111,8 | 1 | 0,6 | 91,1 | 7,7 | - | | |
| 90 | 88,2 | 102,8 | 102,8 | 1,1 | 0,6 | 81 | 81 | 109 | 111,8 | 1 | 0,6 | 91,1 | 7,7 | 9,7 | | |
| 90 | 88,2 | 102,8 | 102,8 | 1,1 | 0,6 | 81 | 81 | 109 | 111,8 | 1 | 0,6 | 91,1 | 7,7 | 9,7 | | |
| 89,3 | 86,8 | 104,1 | 104,1 | 1,1 | 0,6 | 81 | 81 | 109 | 110,8 | 1 | 0,6 | 91,5 | 8,6 | - | | |
| 89,3 | 86,8 | 104,1 | 104,1 | 1,1 | 0,6 | 81 | 81 | 109 | 110,8 | 1 | 0,6 | 91,5 | 8,6 | - | | |
| 89,3 | 86,8 | 104,1 | 104,1 | 1,1 | 0,6 | 81 | 81 | 109 | 110,8 | 1 | 0,6 | 91,5 | 8,6 | 9,5 | | |
| 89,3 | 86,8 | 104,1 | 104,1 | 1,1 | 0,6 | 81 | 81 | 109 | 110,8 | 1 | 0,6 | 91,5 | 8,6 | 9,5 | | |

1) Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101

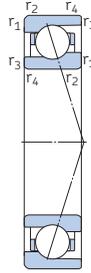
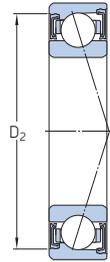
2.1 Schrägkugellager d 75 – 80 mm



ACD, CD



ACB, CB

719 .. ACE,
719 .. CE

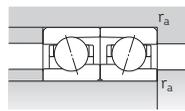
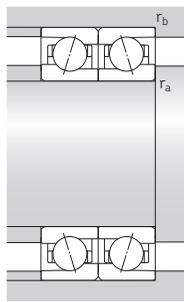
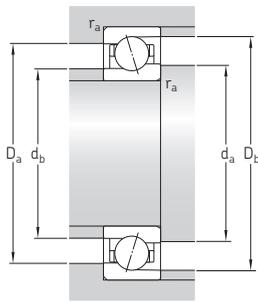
S... 1)

| Hauptabmessungen | | | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenzbelas- tung P_u | Erreichbare Fettschmie- rung | Drehzahlen | | Gewicht ²⁾ kg | Kurzzeichen | Erhältliche Ausführungen | |
|------------------|-----|-----|------------|-------|--|------------------------------------|---|-------------------|-----------------------------|----------------|--------------------------|------------------------------------|
| d | D | B | C | C_0 | | | Öl-Luft- Schmie- rung ²⁾ | min ⁻¹ | | | – | Dichtungs- lösung ¹⁾ |
| mm | | | kN | | kN | min ⁻¹ | | | kg | – | – | |
| 75 Forts. | 115 | 20 | 49,4 | 46,5 | 1,96 | 10 000 | 16 000 | 0,63 | 7015 ACD/P4A | S | H1, L | |
| | 115 | 20 | 49,4 | 46,5 | 1,96 | 13 000 | 20 000 | 0,53 | 7015 ACD/HCP4A | S | H1, L | |
| | 115 | 20 | 52,7 | 49 | 2,08 | 11 000 | 18 000 | 0,63 | 7015 CD/P4A | S | H1, L | |
| | 115 | 20 | 52,7 | 49 | 2,08 | 14 000 | 22 000 | 0,53 | 7015 CD/HCP4A | S | H1, L | |
| 130 | 130 | 25 | 68,9 | 58,5 | 2,5 | 9 000 | 15 000 | 1,2 | 7215 ACD/P4A | S | – | |
| | 130 | 25 | 68,9 | 58,5 | 2,5 | 11 000 | 18 000 | 1,05 | 7215 ACD/HCP4A | S | – | |
| | 130 | 25 | 71,5 | 62 | 2,65 | 10 000 | 17 000 | 1,2 | 7215 CD/P4A | S | – | |
| | 130 | 25 | 71,5 | 62 | 2,65 | 14 000 | 20 000 | 1,05 | 7215 CD/HCP4A | S | – | |
| | 80 | 100 | 10 | 13,8 | 17 | 0,72 | 11 000 | 17 000 | 0,15 | 71816 ACD/P4 | – | – |
| | | 100 | 10 | 13,8 | 17 | 0,72 | 13 000 | 20 000 | 0,14 | 71816 ACD/HCP4 | – | – |
| 100 | | 10 | 14,6 | 18,3 | 0,765 | 12 000 | 19 000 | 0,15 | 71816 CD/P4 | – | – | |
| 100 | | 10 | 14,6 | 18,3 | 0,765 | 15 000 | 22 000 | 0,14 | 71816 CD/HCP4 | – | – | |
| 110 | 110 | 16 | 14,8 | 14 | 0,585 | 14 000 | 22 000 | 0,38 | 71916 ACB/P4A | S | L | |
| | 110 | 16 | 14,8 | 14 | 0,585 | 17 000 | 26 000 | 0,35 | 71916 ACB/HCP4A | S | L | |
| | 110 | 16 | 15,6 | 14,6 | 0,63 | 16 000 | 24 000 | 0,38 | 71916 CB/P4A | S | L | |
| | 110 | 16 | 15,6 | 14,6 | 0,63 | 19 000 | 30 000 | 0,35 | 71916 CB/HCP4A | S | L | |
| 110 | 110 | 16 | 21,2 | 17 | 0,71 | 14 500 | 22 000 | 0,36 | 71916 ACE/P4A | S | H1, L | |
| | 110 | 16 | 21,2 | 17 | 0,71 | 17 500 | 27 000 | 0,31 | 71916 ACE/HCP4A | S | H1, L | |
| | 110 | 16 | 22,5 | 18 | 0,75 | 16 500 | 25 000 | 0,36 | 71916 CE/P4A | S | H1, L | |
| | 110 | 16 | 22,5 | 18 | 0,75 | 19 000 | 30 000 | 0,31 | 71916 CE/HCP4A | S | H1, L | |
| 110 | 110 | 16 | 34,5 | 36,5 | 1,56 | 9 500 | 16 000 | 0,37 | 71916 ACD/P4A | S | H1, L | |
| | 110 | 16 | 34,5 | 36,5 | 1,56 | 12 000 | 19 000 | 0,32 | 71916 ACD/HCP4A | S | H1, L | |
| | 110 | 16 | 36,4 | 39 | 1,66 | 11 000 | 18 000 | 0,37 | 71916 CD/P4A | S | H1, L | |
| | 110 | 16 | 36,4 | 39 | 1,66 | 15 000 | 22 000 | 0,32 | 71916 CD/HCP4A | S | H1, L | |
| 125 | 125 | 22 | 25,1 | 21,6 | 0,9 | 12 000 | 19 000 | 0,92 | 7016 ACB/P4A | S | L | |
| | 125 | 22 | 25,1 | 21,6 | 0,9 | 15 000 | 22 000 | 0,86 | 7016 ACB/HCP4A | S | L | |
| | 125 | 22 | 26,5 | 22,8 | 0,95 | 14 000 | 20 000 | 0,92 | 7016 CB/P4A | S | L | |
| | 125 | 22 | 26,5 | 22,8 | 0,95 | 17 000 | 26 000 | 0,86 | 7016 CB/HCP4A | S | L | |

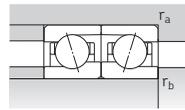
1) Vorsetzzeichen S. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Dichtungslösungen* (→ Seite 136).

2) Trifft ausschließlich auf offene Lager zu.

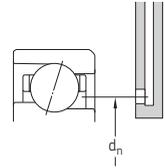
3) Nachsetzzeichen H, H1, L oder L1. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Direkte Öl-Luft-Schmierung* (→ Seite 136).



ACD, CD, ACB, CB



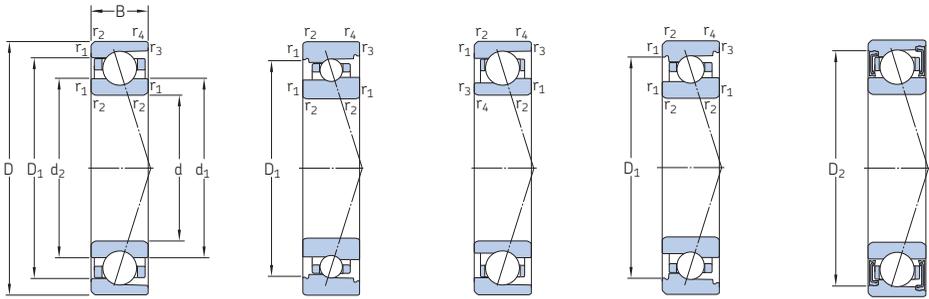
719 .. ACE, 719 .. CE



| Abmessungen | | | | | Anschlussmaße | | | | | | | | Fettbezugs- | Berechnungs- | | |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------|------------------|-----------------|------|
| d | d ₁ | d ₂ | D ₁ | D ₂ | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | d _a min. | d _b min. | D _a max. | D _b max. | r _a max. | r _b max. | d _n | G _{ref} | f ₀ | |
| mm | | | | | | | | | | | | | | | cm ³ | – |
| 75 Forts. | 87,3 | 87,3 | 102,7 | 105,6 | 1,1 | 0,6 | 81 | 81 | 109 | 111 | 1 | 0,6 | 90 | 8,4 | – | |
| | 87,3 | 87,3 | 102,7 | 105,6 | 1,1 | 0,6 | 81 | 81 | 109 | 111 | 1 | 0,6 | 90 | 8,4 | – | |
| | 87,3 | 87,3 | 102,7 | 105,6 | 1,1 | 0,6 | 81 | 81 | 109 | 111 | 1 | 0,6 | 90 | 8,4 | 15,7 | |
| | 87,3 | 87,3 | 102,7 | 105,6 | 1,1 | 0,6 | 81 | 81 | 109 | 111 | 1 | 0,6 | 90 | 8,4 | 15,7 | |
| | 92,9 | 92,9 | 112,1 | 115,3 | 1,5 | 0,6 | 84 | 84 | 121 | 125,8 | 1,5 | 0,6 | 96,6 | 15 | – | |
| | 92,9 | 92,9 | 112,1 | 115,3 | 1,5 | 0,6 | 84 | 84 | 121 | 125,8 | 1,5 | 0,6 | 96,6 | 15 | – | |
| | 92,9 | 92,9 | 112,1 | 115,3 | 1,5 | 0,6 | 84 | 84 | 121 | 125,8 | 1,5 | 0,6 | 96,6 | 15 | 15 | |
| | 92,9 | 92,9 | 112,1 | 115,3 | 1,5 | 0,6 | 84 | 84 | 121 | 125,8 | 1,5 | 0,6 | 96,6 | 15 | 15 | |
| 80 | 86,7 | 86,7 | 93,5 | – | 0,6 | 0,3 | 83,2 | 83,2 | 96,8 | 98 | 0,6 | 0,3 | 87,4 | 1,6 | – | |
| | 86,7 | 86,7 | 93,5 | – | 0,6 | 0,3 | 83,2 | 83,2 | 96,8 | 98 | 0,6 | 0,3 | 87,4 | 1,6 | – | |
| | 86,7 | 86,7 | 93,5 | – | 0,6 | 0,3 | 83,2 | 83,2 | 96,8 | 98 | 0,6 | 0,3 | 87,4 | 1,6 | 17,4 | |
| | 86,7 | 86,7 | 93,5 | – | 0,6 | 0,3 | 83,2 | 83,2 | 96,8 | 98 | 0,6 | 0,3 | 87,4 | 1,6 | 17,4 | |
| | | 90,7 | 89,2 | 102,2 | 102,2 | 1 | 0,6 | 84,6 | 84,6 | 105 | 106,8 | 1 | 0,6 | 91,7 | 5,3 | – |
| | | 90,7 | 89,2 | 102,2 | 102,2 | 1 | 0,6 | 84,6 | 84,6 | 105 | 106,8 | 1 | 0,6 | 91,7 | 5,3 | – |
| | | 90,7 | 89,2 | 102,2 | 102,2 | 1 | 0,6 | 84,6 | 84,6 | 105 | 106,8 | 1 | 0,6 | 91,7 | 5,3 | 9,9 |
| | | 90,7 | 89,2 | 102,2 | 102,2 | 1 | 0,6 | 84,6 | 84,6 | 105 | 106,8 | 1 | 0,6 | 91,7 | 5,3 | 9,9 |
| | | 89,3 | 86,8 | 100,5 | 103,6 | 1 | 0,3 | 84,6 | 82 | 105,4 | 108 | 1 | 0,3 | 91,5 | 4,8 | – |
| | | 89,3 | 86,8 | 100,5 | 103,6 | 1 | 0,3 | 84,6 | 82 | 105,4 | 108 | 1 | 0,3 | 91,5 | 4,8 | – |
| | | 89,3 | 86,8 | 100,5 | 103,6 | 1 | 0,3 | 84,6 | 82 | 105,4 | 108 | 1 | 0,3 | 91,5 | 4,8 | 8,6 |
| | | 89,3 | 86,8 | 100,5 | 103,6 | 1 | 0,3 | 84,6 | 82 | 105,4 | 108 | 1 | 0,3 | 91,5 | 4,8 | 8,6 |
| | | 89,2 | 89,2 | 100,8 | 103,7 | 1 | 0,3 | 84,6 | 84,6 | 105 | 108 | 1 | 0,3 | 91,7 | 5,1 | – |
| | | 89,2 | 89,2 | 100,8 | 103,7 | 1 | 0,3 | 84,6 | 84,6 | 105 | 108 | 1 | 0,3 | 91,7 | 5,1 | – |
| | | 89,2 | 89,2 | 100,8 | 103,7 | 1 | 0,3 | 84,6 | 84,6 | 105 | 108 | 1 | 0,3 | 91,7 | 5,1 | 16,5 |
| | | 89,2 | 89,2 | 100,8 | 103,7 | 1 | 0,3 | 84,6 | 84,6 | 105 | 108 | 1 | 0,3 | 91,7 | 5,1 | 16,5 |
| | 96,7 | 94,3 | 111,4 | 111,4 | 1,1 | 0,6 | 86 | 86 | 119 | 121,8 | 1 | 0,6 | 98 | 10 | – | |
| | 96,7 | 94,3 | 111,4 | 111,4 | 1,1 | 0,6 | 86 | 86 | 119 | 121,8 | 1 | 0,6 | 98 | 10 | – | |
| | 96,7 | 94,3 | 111,4 | 111,4 | 1,1 | 0,6 | 86 | 86 | 119 | 121,8 | 1 | 0,6 | 98 | 10 | 9,6 | |
| | 96,7 | 94,3 | 111,4 | 111,4 | 1,1 | 0,6 | 86 | 86 | 119 | 121,8 | 1 | 0,6 | 98 | 10 | 9,6 | |

1) Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101

2.1 Schrägkugellager d 80 – 85 mm



ACD, CD

ACB, CB

719 .. ACE,
719 .. CE70 .. ACE,
70 .. CE

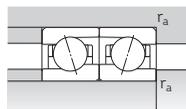
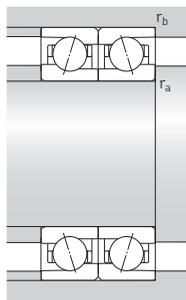
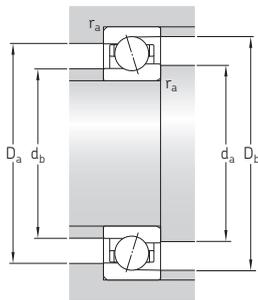
S... 1)

| Haupt- abmessungen | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenzbelas- tung P_u | Erreichbare Drehzahlen Fettschmie- rung | Drehzahlen Öl-Luft- Schmie- rung ²⁾ | | Gewicht ²⁾ kg | Kurzzeichen | Erhältliche Ausführungen | | |
|-----------------------|------------|-------|--|---|---|-------------------|-----------------------------|-------------|------------------------------------|---|-----------|
| | dyn. | stat. | | | C_0 | C_0 | | | Dichtungs- lösung ¹⁾ | Direkte Öl- Luft- Schmie- rung ³⁾ | |
| d | D | B | C | C_0 | P_u | n_1 | n_2 | | | | |
| mm | | | | | kN | min^{-1} | | | | | |
| 80 | 125 | 22 | 32,5 | 26,5 | 1,12 | 13 700 | 21 000 | 0,86 | 7016 ACE/P4A | S | H1, L, L1 |
| | 125 | 22 | 32,5 | 26,5 | 1,12 | 15 500 | 24 000 | 0,77 | 7016 ACE/HCP4A | S | H1, L, L1 |
| | 125 | 22 | 33,8 | 28 | 1,18 | 15 000 | 24 000 | 0,86 | 7016 CE/P4A | S | H1, L, L1 |
| | 125 | 22 | 33,8 | 28 | 1,18 | 17 500 | 27 000 | 0,77 | 7016 CE/HCP4A | S | H1, L, L1 |
| | 125 | 22 | 62,4 | 58,5 | 2,45 | 9 500 | 15 000 | 0,85 | 7016 ACD/P4A | S | H1, L |
| | 125 | 22 | 62,4 | 58,5 | 2,45 | 12 000 | 18 000 | 0,71 | 7016 ACD/HCP4A | S | H1, L |
| | 125 | 22 | 65 | 61 | 2,55 | 10 000 | 17 000 | 0,85 | 7016 CD/P4A | S | H1, L |
| | 125 | 22 | 65 | 61 | 2,55 | 13 000 | 20 000 | 0,71 | 7016 CD/HCP4A | S | H1, L |
| | 140 | 26 | 81,9 | 72 | 2,9 | 8 500 | 14 000 | 1,45 | 7216 ACD/P4A | S | - |
| | 140 | 26 | 81,9 | 72 | 2,9 | 10 000 | 17 000 | 1,25 | 7216 ACD/HCP4A | S | - |
| | 140 | 26 | 85,2 | 75 | 3,05 | 9 500 | 16 000 | 1,45 | 7216 CD/P4A | S | - |
| | 140 | 26 | 85,2 | 75 | 3,05 | 12 000 | 18 000 | 1,25 | 7216 CD/HCP4A | S | - |
| 85 | 110 | 13 | 20,3 | 24 | 1,02 | 10 000 | 16 000 | 0,27 | 71817 ACD/P4 | - | - |
| | 110 | 13 | 20,3 | 24 | 1,02 | 12 000 | 19 000 | 0,24 | 71817 ACD/HCP4 | - | - |
| | 110 | 13 | 21,6 | 25,5 | 1,08 | 11 000 | 17 000 | 0,27 | 71817 CD/P4 | - | - |
| | 110 | 13 | 21,6 | 25,5 | 1,08 | 14 000 | 20 000 | 0,24 | 71817 CD/HCP4 | - | - |
| | 120 | 18 | 15,3 | 15,3 | 0,64 | 13 000 | 20 000 | 0,57 | 71917 ACB/P4A | S | L |
| | 120 | 18 | 15,3 | 15,3 | 0,64 | 16 000 | 24 000 | 0,54 | 71917 ACB/HCP4A | S | L |
| | 120 | 18 | 16,3 | 16,3 | 0,68 | 15 000 | 22 000 | 0,57 | 71917 CB/P4A | S | L |
| | 120 | 18 | 16,3 | 16,3 | 0,68 | 18 000 | 28 000 | 0,54 | 71917 CB/HCP4A | S | L |
| | 120 | 18 | 28,1 | 22 | 0,9 | 13 700 | 21 000 | 0,5 | 71917 ACE/P4A | S | H1, L |
| | 120 | 18 | 28,1 | 22 | 0,9 | 16 500 | 25 000 | 0,42 | 71917 ACE/HCP4A | S | H1, L |
| | 120 | 18 | 29,6 | 23,2 | 0,95 | 15 500 | 24 000 | 0,5 | 71917 CE/P4A | S | H1, L |
| | 120 | 18 | 29,6 | 23,2 | 0,95 | 18 000 | 28 000 | 0,42 | 71917 CE/HCP4A | S | H1, L |
| | 120 | 18 | 43,6 | 45,5 | 1,93 | 9 000 | 15 000 | 0,53 | 71917 ACD/P4A | S | H1, L |
| | 120 | 18 | 43,6 | 45,5 | 1,93 | 11 000 | 18 000 | 0,45 | 71917 ACD/HCP4A | S | H1, L |
| | 120 | 18 | 46,2 | 48 | 2,04 | 10 000 | 17 000 | 0,53 | 71917 CD/P4A | S | H1, L |
| | 120 | 18 | 46,2 | 48 | 2,04 | 14 000 | 20 000 | 0,45 | 71917 CD/HCP4A | S | H1, L |

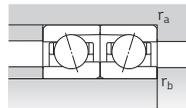
1) Vorsetzzeichen S. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Dichtungslösungen* (→ Seite 136).

2) Trifft ausschließlich auf offene Lager zu.

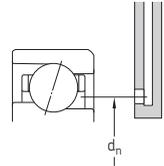
3) Nachsetzzeichen H, H1, L oder L1. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Direkte Öl-Luft-Schmierung* (→ Seite 136).



ACD, CD, ACB, CB,
70 .. ACE, 70 .. CE



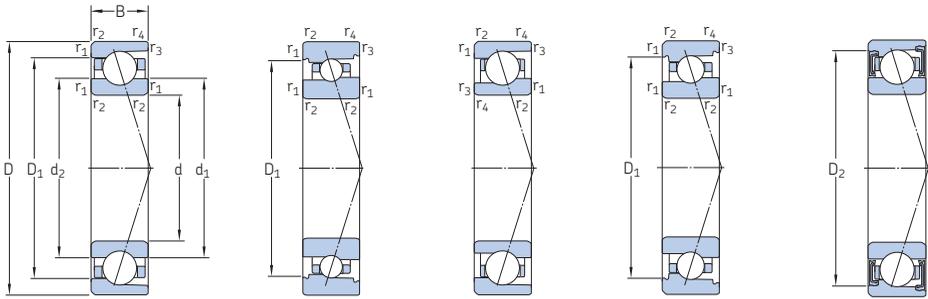
719 .. ACE, 719 .. CE



| Abmessungen | | | | | Anschlussmaße | | | | | | | | Fettbezugs- menge ¹⁾ | Berechnungs- faktor f ₀ | | |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------------|--|-----------------|---|
| d | d ₁ | d ₂ | D ₁ | D ₂ | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | d _a min. | d _b min. | D _a max. | D _b max. | r _a max. | r _b max. | d _n | G _{ref} | | |
| mm | | | | | | | | | | | | | | | cm ³ | - |
| 80 Forts. | 95,8 | 93 | 112,6 | 112,6 | 1,1 | 0,6 | 86 | 86 | 119 | 120,8 | 1 | 0,6 | 98,5 | 12 | - | |
| | 95,8 | 93 | 112,6 | 112,6 | 1,1 | 0,6 | 86 | 86 | 119 | 120,8 | 1 | 0,6 | 98,5 | 12 | - | |
| | 95,8 | 93 | 112,6 | 112,6 | 1,1 | 0,6 | 86 | 86 | 119 | 120,8 | 1 | 0,6 | 98,5 | 12 | 9,4 | |
| | 95,8 | 93 | 112,6 | 112,6 | 1,1 | 0,6 | 86 | 86 | 119 | 120,8 | 1 | 0,6 | 98,5 | 12 | 9,4 | |
| | 93,9 | 93,9 | 111,1 | 114 | 1,1 | 0,6 | 86 | 86 | 119 | 121 | 1 | 0,6 | 96,9 | 11 | - | |
| | 93,9 | 93,9 | 111,1 | 114 | 1,1 | 0,6 | 86 | 86 | 119 | 121 | 1 | 0,6 | 96,9 | 11 | - | |
| | 93,9 | 93,9 | 111,1 | 114 | 1,1 | 0,6 | 86 | 86 | 119 | 121 | 1 | 0,6 | 96,9 | 11 | 15,5 | |
| | 93,9 | 93,9 | 111,1 | 114 | 1,1 | 0,6 | 86 | 86 | 119 | 121 | 1 | 0,6 | 96,9 | 11 | 15,5 | |
| | 99,5 | 99,5 | 120,5 | 124,3 | 2 | 1 | 91 | 91 | 129 | 134,4 | 2 | 1 | 103,4 | 18 | - | |
| | 99,5 | 99,5 | 120,5 | 124,3 | 2 | 1 | 91 | 91 | 129 | 134,4 | 2 | 1 | 103,4 | 18 | - | |
| | 99,5 | 99,5 | 120,5 | 124,3 | 2 | 1 | 91 | 91 | 129 | 134,4 | 2 | 1 | 103,4 | 18 | 15,1 | |
| | 99,5 | 99,5 | 120,5 | 124,3 | 2 | 1 | 91 | 91 | 129 | 134,4 | 2 | 1 | 103,4 | 18 | 15,1 | |
| 85 | 93,2 | 93,2 | 102,1 | - | 1 | 0,3 | 89,6 | 89,6 | 105,4 | 108 | 1 | 0,3 | 94,1 | 2,7 | - | |
| | 93,2 | 93,2 | 102,1 | - | 1 | 0,3 | 89,6 | 89,6 | 105,4 | 108 | 1 | 0,3 | 94,1 | 2,7 | - | |
| | 93,2 | 93,2 | 102,1 | - | 1 | 0,3 | 89,6 | 89,6 | 105,4 | 108 | 1 | 0,3 | 94,1 | 2,7 | 17,1 | |
| | 93,2 | 93,2 | 102,1 | - | 1 | 0,3 | 89,6 | 89,6 | 105,4 | 108 | 1 | 0,3 | 94,1 | 2,7 | 17,1 | |
| | 98,2 | 96,7 | 110,2 | 110,2 | 1,1 | 0,6 | 91 | 91 | 114 | 116,8 | 1 | 0,6 | 99,2 | 6,5 | - | |
| | 98,2 | 96,7 | 110,2 | 110,2 | 1,1 | 0,6 | 91 | 91 | 114 | 116,8 | 1 | 0,6 | 99,2 | 6,5 | - | |
| | 98,2 | 96,7 | 110,2 | 110,2 | 1,1 | 0,6 | 91 | 91 | 114 | 116,8 | 1 | 0,6 | 99,2 | 6,5 | 10 | |
| | 98,2 | 96,7 | 110,2 | 110,2 | 1,1 | 0,6 | 91 | 91 | 114 | 116,8 | 1 | 0,6 | 99,2 | 6,5 | 10 | |
| | 96 | 92,9 | 109,2 | 112,3 | 1,1 | 0,6 | 91 | 88,2 | 114 | 116,8 | 1 | 0,6 | 98,6 | 7 | - | |
| | 96 | 92,9 | 109,2 | 112,3 | 1,1 | 0,6 | 91 | 88,2 | 114 | 116,8 | 1 | 0,6 | 98,6 | 7 | - | |
| | 96 | 92,9 | 109,2 | 112,3 | 1,1 | 0,6 | 91 | 88,2 | 114 | 116,8 | 1 | 0,6 | 98,6 | 7 | 8,4 | |
| | 96 | 92,9 | 109,2 | 112,3 | 1,1 | 0,6 | 91 | 88,2 | 114 | 116,8 | 1 | 0,6 | 98,6 | 7 | 8,4 | |
| | 95,8 | 95,8 | 109,2 | 112,2 | 1,1 | 0,6 | 91 | 91 | 114 | 116 | 1 | 0,6 | 98,6 | 7,2 | - | |
| | 95,8 | 95,8 | 109,2 | 112,2 | 1,1 | 0,6 | 91 | 91 | 114 | 116 | 1 | 0,6 | 98,6 | 7,2 | - | |
| | 95,8 | 95,8 | 109,2 | 112,2 | 1,1 | 0,6 | 91 | 91 | 114 | 116 | 1 | 0,6 | 98,6 | 7,2 | 16,2 | |
| | 95,8 | 95,8 | 109,2 | 112,2 | 1,1 | 0,6 | 91 | 91 | 114 | 116 | 1 | 0,6 | 98,6 | 7,2 | 16,2 | |

¹⁾ Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101

2.1 Schrägkugellager d 85 – 90 mm



ACD, CD

ACB, CB

719 .. ACE,
719 .. CE70 .. ACE,
70 .. CE

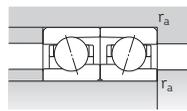
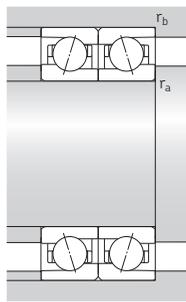
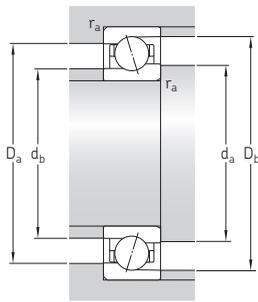
S... 1)

| Haupt- abmessungen | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenzbelas- tung P_u | Erreichbare Fettschmie- rung | Drehzahlen | | Gewicht ²⁾ kg | Kurzzeichen | Erhältliche Ausführungen | | |
|-----------------------|------------|-------|--|------------------------------------|---|------------------------------------|-----------------------------|-------------|---|---|-----------|
| | dyn. | stat. | | | Öl-Luft- Schmie- rung ²⁾ | Dichtungs- lösung ¹⁾ | | | Direkte Öl- Luft- Schmie- rung ³⁾ | | |
| d D B | C | C_0 | kN | min^{-1} | min^{-1} | min^{-1} | kg | - | - | - | |
| 85 Forts. | 130 | 22 | 25,1 | 22,4 | 0,915 | 12 000 | 18 000 | 0,96 | 7017 ACB/P4A | S | L |
| | 130 | 22 | 25,1 | 22,4 | 0,915 | 14 000 | 22 000 | 0,9 | 7017 ACB/HCP4A | S | L |
| | 130 | 22 | 27 | 23,6 | 0,965 | 13 000 | 20 000 | 0,96 | 7017 CB/P4A | S | L |
| | 130 | 22 | 27 | 23,6 | 0,965 | 16 000 | 24 000 | 0,9 | 7017 CB/HCP4A | S | L |
| | 130 | 22 | 32,5 | 28 | 1,14 | 13 000 | 20 000 | 0,9 | 7017 ACE/P4A | S | H1, L, L1 |
| | 130 | 22 | 32,5 | 28 | 1,14 | 15 000 | 23 000 | 0,81 | 7017 ACE/HCP4A | S | H1, L, L1 |
| | 130 | 22 | 34,5 | 29 | 1,2 | 14 000 | 22 000 | 0,9 | 7017 CE/P4A | S | H1, L, L1 |
| | 130 | 22 | 34,5 | 29 | 1,2 | 16 500 | 26 000 | 0,81 | 7017 CE/HCP4A | S | H1, L, L1 |
| | 130 | 22 | 63,7 | 62 | 2,5 | 9 000 | 14 000 | 0,9 | 7017 ACD/P4A | S | H1, L |
| | 130 | 22 | 63,7 | 62 | 2,5 | 11 000 | 17 000 | 0,75 | 7017 ACD/HCP4A | S | H1, L |
| | 130 | 22 | 67,6 | 65,5 | 2,65 | 10 000 | 16 000 | 0,9 | 7017 CD/P4A | S | H1, L |
| | 130 | 22 | 67,6 | 65,5 | 2,65 | 12 000 | 19 000 | 0,75 | 7017 CD/HCP4A | S | H1, L |
| | 150 | 28 | 95,6 | 85 | 3,35 | 8 000 | 13 000 | 1,85 | 7217 ACD/P4A | - | - |
| | 150 | 28 | 95,6 | 85 | 3,35 | 9 500 | 16 000 | 1,55 | 7217 ACD/HCP4A | - | - |
| | 150 | 28 | 99,5 | 88 | 3,45 | 9 000 | 15 000 | 1,85 | 7217 CD/P4A | - | - |
| | 150 | 28 | 99,5 | 88 | 3,45 | 11 000 | 17 000 | 1,55 | 7217 CD/HCP4A | - | - |
| 90 | 115 | 13 | 20,3 | 25 | 1,04 | 10 000 | 15 000 | 0,28 | 71818 ACD/P4 | - | - |
| | 115 | 13 | 20,3 | 25 | 1,04 | 12 000 | 18 000 | 0,25 | 71818 ACD/HCP4 | - | - |
| | 115 | 13 | 21,6 | 26,5 | 1,1 | 11 000 | 17 000 | 0,28 | 71818 CD/P4 | - | - |
| | 115 | 13 | 21,6 | 26,5 | 1,1 | 13 000 | 20 000 | 0,25 | 71818 CD/HCP4 | - | - |
| | 125 | 18 | 16,8 | 16,6 | 0,68 | 12 000 | 19 000 | 0,59 | 71918 ACB/P4A | S | L |
| | 125 | 18 | 16,8 | 16,6 | 0,68 | 15 000 | 22 000 | 0,56 | 71918 ACB/HCP4A | S | L |
| | 125 | 18 | 17,8 | 17,6 | 0,72 | 14 000 | 22 000 | 0,59 | 71918 CB/P4A | S | L |
| | 125 | 18 | 17,8 | 17,6 | 0,72 | 16 000 | 26 000 | 0,56 | 71918 CB/HCP4A | S | L |
| | 125 | 18 | 28,6 | 23,2 | 0,915 | 13 000 | 20 000 | 0,54 | 71918 ACE/P4A | S | H1, L |
| | 125 | 18 | 28,6 | 23,2 | 0,915 | 15 500 | 24 000 | 0,46 | 71918 ACE/HCP4A | S | H1, L |
| | 125 | 18 | 30,2 | 24,5 | 0,965 | 14 500 | 22 000 | 0,54 | 71918 CE/P4A | S | H1, L |
| | 125 | 18 | 30,2 | 24,5 | 0,965 | 17 000 | 27 000 | 0,46 | 71918 CE/HCP4A | S | H1, L |

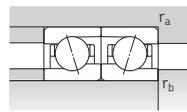
1) Vorsetzzeichen S. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Dichtungslösungen* (→ Seite 136).

2) Trifft ausschließlich auf offene Lager zu.

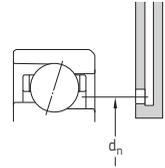
3) Nachsetzzeichen H, H1, L oder L1. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Direkte Öl-Luft-Schmierung* (→ Seite 136).



ACD, CD, ACB, CB,
70 .. ACE, 70 .. CE



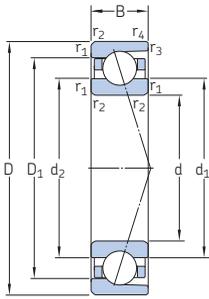
719 .. ACE, 719 .. CE



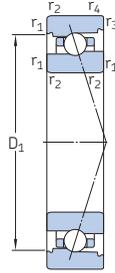
| Abmessungen | | | | | Anschlussmaße | | | | | | | | | | Fettbezugs- menge ¹⁾ | Berechnungs- faktor f ₀ | |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------|------------------|------------------------------------|--|---|
| d | d ₁ | d ₂ | D ₁ | D ₂ | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | d _a min. | d _b min. | D _a max. | D _b max. | r _a max. | r _b max. | d _n | G _{ref} | f ₀ | | |
| mm | | | | | | | | | | | | | | | | cm ³ | - |
| 85 Forts. | 101,7 | 99,3 | 116,4 | 116,4 | 1,1 | 0,6 | 91 | 91 | 124 | 126,8 | 1 | 0,6 | 103 | 11 | - | | |
| | 101,7 | 99,3 | 116,4 | 116,4 | 1,1 | 0,6 | 91 | 91 | 124 | 126,8 | 1 | 0,6 | 103 | 11 | - | | |
| | 101,7 | 99,3 | 116,4 | 116,4 | 1,1 | 0,6 | 91 | 91 | 124 | 126,8 | 1 | 0,6 | 103 | 11 | 9,6 | | |
| | 101,7 | 99,3 | 116,4 | 116,4 | 1,1 | 0,6 | 91 | 91 | 124 | 126,8 | 1 | 0,6 | 103 | 11 | 9,6 | | |
| | 100,8 | 98 | 117,6 | 117,6 | 1,1 | 0,6 | 91 | 91 | 124 | 125,8 | 1 | 0,6 | 103,5 | 12 | - | | |
| | 100,8 | 98 | 117,6 | 117,6 | 1,1 | 0,6 | 91 | 91 | 124 | 125,8 | 1 | 0,6 | 103,5 | 12 | - | | |
| | 100,8 | 98 | 117,6 | 117,6 | 1,1 | 0,6 | 91 | 91 | 124 | 125,8 | 1 | 0,6 | 103,5 | 12 | 9,5 | | |
| | 100,8 | 98 | 117,6 | 117,6 | 1,1 | 0,6 | 91 | 91 | 124 | 125,8 | 1 | 0,6 | 103,5 | 12 | 9,5 | | |
| | 98,9 | 98,9 | 116,1 | 119,1 | 1,1 | 0,6 | 91 | 91 | 124 | 126 | 1 | 0,6 | 101,9 | 12 | - | | |
| | 98,9 | 98,9 | 116,1 | 119,1 | 1,1 | 0,6 | 91 | 91 | 124 | 126 | 1 | 0,6 | 101,9 | 12 | - | | |
| | 98,9 | 98,9 | 116,1 | 119,1 | 1,1 | 0,6 | 91 | 91 | 124 | 126 | 1 | 0,6 | 101,9 | 12 | 15,7 | | |
| | 98,9 | 98,9 | 116,1 | 119,1 | 1,1 | 0,6 | 91 | 91 | 124 | 126 | 1 | 0,6 | 101,9 | 12 | 15,7 | | |
| | 106,5 | 106,5 | 129,5 | - | 2 | 1 | 96 | 96 | 139 | 144,4 | 2 | 1 | 111,5 | 22 | - | | |
| | 106,5 | 106,5 | 129,5 | - | 2 | 1 | 96 | 96 | 139 | 144,4 | 2 | 1 | 111,5 | 22 | - | | |
| | 106,5 | 106,5 | 129,5 | - | 2 | 1 | 96 | 96 | 139 | 144,4 | 2 | 1 | 111,5 | 22 | 14,9 | | |
| | 106,5 | 106,5 | 129,5 | - | 2 | 1 | 96 | 96 | 139 | 144,4 | 2 | 1 | 111,5 | 22 | 14,9 | | |
| 90 | 98,2 | 98,2 | 107,1 | - | 1 | 0,3 | 94,6 | 94,6 | 110,4 | 113 | 1 | 0,3 | 99,1 | 2,9 | - | | |
| | 98,2 | 98,2 | 107,1 | - | 1 | 0,3 | 94,6 | 94,6 | 110,4 | 113 | 1 | 0,3 | 99,1 | 2,9 | - | | |
| | 98,2 | 98,2 | 107,1 | - | 1 | 0,3 | 94,6 | 94,6 | 110,4 | 113 | 1 | 0,3 | 99,1 | 2,9 | 17,2 | | |
| | 98,2 | 98,2 | 107,1 | - | 1 | 0,3 | 94,6 | 94,6 | 110,4 | 113 | 1 | 0,3 | 99,1 | 2,9 | 17,2 | | |
| | 103 | 101,4 | 115 | 115 | 1,1 | 0,6 | 96 | 96 | 119 | 121,8 | 1 | 0,6 | 103,9 | 7,4 | - | | |
| | 103 | 101,4 | 115 | 115 | 1,1 | 0,6 | 96 | 96 | 119 | 121,8 | 1 | 0,6 | 103,9 | 7,4 | - | | |
| | 103 | 101,4 | 115 | 115 | 1,1 | 0,6 | 96 | 96 | 119 | 121,8 | 1 | 0,6 | 103,9 | 7,4 | 10 | | |
| | 103 | 101,4 | 115 | 115 | 1,1 | 0,6 | 96 | 96 | 119 | 121,8 | 1 | 0,6 | 103,9 | 7,4 | 10 | | |
| | 101 | 97,9 | 114,2 | 117,3 | 1,1 | 0,6 | 96 | 93,2 | 119 | 121,8 | 1 | 0,6 | 103,5 | 7 | - | | |
| | 101 | 97,9 | 114,2 | 117,3 | 1,1 | 0,6 | 96 | 93,2 | 119 | 121,8 | 1 | 0,6 | 103,5 | 7 | - | | |
| | 101 | 97,9 | 114,2 | 117,3 | 1,1 | 0,6 | 96 | 93,2 | 119 | 121,8 | 1 | 0,6 | 103,5 | 7 | 8,5 | | |
| | 101 | 97,9 | 114,2 | 117,3 | 1,1 | 0,6 | 96 | 93,2 | 119 | 121,8 | 1 | 0,6 | 103,5 | 7 | 8,5 | | |

¹⁾ Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101

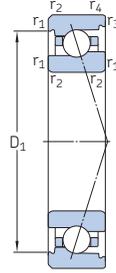
2.1 Schrägkugellager d 90 – 95 mm



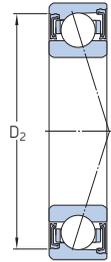
ACD, CD



ACB, CB



70 .. ACE,
70 .. CE



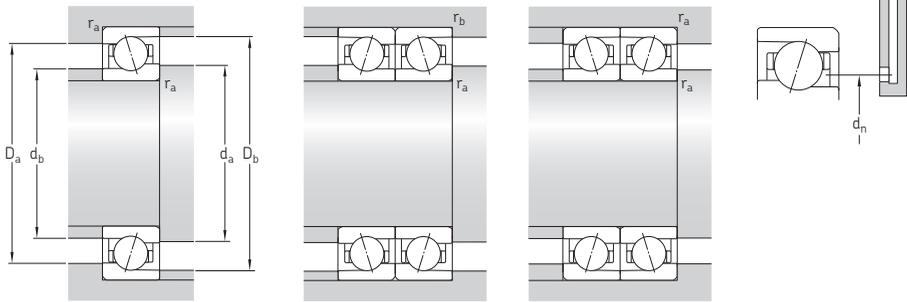
S... 1)

| Haupt- abmessungen | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenzbelas- tung P _u | Erreichbare Drehzahlen | | Gewicht ²⁾ | Kurzzeichen | Erhältliche Ausführungen | | | | |
|-----------------------|------------|-------|---|------------------------|---|-----------------------|-------------------|------------------------------------|---|-----------------|-------|-----------|
| | dyn. | stat. | | Fettschmie- rung | Öl-Luft- Schmie- rung ²⁾ | | | Dichtungs- lösung ¹⁾ | Direkte Öl- Luft- Schmie- rung ³⁾ | | | |
| d | D | B | C | C ₀ | | | | | | | | |
| mm | | | | | kN | kN | min ⁻¹ | kg | - | - | | |
| 90 | 125 | 18 | 44,2 | 48 | 1,96 | 8 500 | 14 000 | 0,55 | 71918 ACD/P4A | S | H1, L | |
| | Forts. | 125 | 18 | 44,2 | 48 | 1,96 | 10 000 | 17 000 | 0,47 | 71918 ACD/HCP4A | S | H1, L |
| | | 125 | 18 | 47,5 | 51 | 2,08 | 9 500 | 16 000 | 0,55 | 71918 CD/P4A | S | H1, L |
| | | 125 | 18 | 47,5 | 51 | 2,08 | 13 000 | 19 000 | 0,47 | 71918 CD/HCP4A | S | H1, L |
| | | 140 | 24 | 27 | 23,6 | 0,93 | 11 000 | 17 000 | 1,25 | 7018 ACB/P4A | S | L |
| | | 140 | 24 | 27 | 23,6 | 0,93 | 13 000 | 20 000 | 1,2 | 7018 ACB/HCP4A | S | L |
| | | 140 | 24 | 29,1 | 25 | 0,98 | 12 000 | 19 000 | 1,25 | 7018 CB/P4A | S | L |
| | | 140 | 24 | 29,1 | 25 | 0,98 | 15 000 | 24 000 | 1,2 | 7018 CB/HCP4A | S | L |
| | | 140 | 24 | 33,8 | 30 | 1,2 | 12 000 | 19 000 | 1,2 | 7018 ACE/P4A | S | H1, L, L1 |
| | | 140 | 24 | 33,8 | 30 | 1,2 | 14 000 | 22 000 | 1,1 | 7018 ACE/HCP4A | S | H1, L, L1 |
| | | 140 | 24 | 35,8 | 32 | 1,27 | 13 300 | 21 000 | 1,2 | 7018 CE/P4A | S | H1, L, L1 |
| | | 140 | 24 | 35,8 | 32 | 1,27 | 15 500 | 24 000 | 1,1 | 7018 CE/HCP4A | S | H1, L, L1 |
| 95 | 140 | 24 | 74,1 | 72 | 2,85 | 8 500 | 13 000 | 1,15 | 7018 ACD/P4A | S | H1, L | |
| | | 140 | 24 | 74,1 | 72 | 2,85 | 10 000 | 16 000 | 1 | 7018 ACD/HCP4A | S | H1, L |
| | | 140 | 24 | 79,3 | 76,5 | 3 | 9 000 | 15 000 | 1,15 | 7018 CD/P4A | S | H1, L |
| | | 140 | 24 | 79,3 | 76,5 | 3 | 11 000 | 18 000 | 1 | 7018 CD/HCP4A | S | H1, L |
| | | 160 | 30 | 121 | 106 | 4,05 | 7 500 | 12 000 | 2,25 | 7218 ACD/P4A | - | - |
| | | 160 | 30 | 121 | 106 | 4,05 | 9 000 | 15 000 | 1,85 | 7218 ACD/HCP4A | - | - |
| | | 160 | 30 | 127 | 112 | 4,25 | 8 500 | 14 000 | 2,25 | 7218 CD/P4A | - | - |
| | | 160 | 30 | 127 | 112 | 4,25 | 10 000 | 16 000 | 1,85 | 7218 CD/HCP4A | - | - |
| | | 120 | 13 | 20,8 | 25,5 | 1,06 | 9 500 | 14 000 | 0,29 | 71819 ACD/P4 | - | - |
| | | 120 | 13 | 20,8 | 25,5 | 1,06 | 11 000 | 17 000 | 0,26 | 71819 ACD/HCP4 | - | - |
| | | 120 | 13 | 22,1 | 27,5 | 1,12 | 10 000 | 16 000 | 0,29 | 71819 CD/P4 | - | - |
| | | 120 | 13 | 22,1 | 27,5 | 1,12 | 12 000 | 19 000 | 0,26 | 71819 CD/HCP4 | - | - |
| | 130 | 18 | 17,2 | 17,6 | 0,71 | 12 000 | 18 000 | 0,61 | 71919 ACB/P4A | S | L | |
| | 130 | 18 | 17,2 | 17,6 | 0,71 | 14 000 | 22 000 | 0,58 | 71919 ACB/HCP4A | S | L | |
| | 130 | 18 | 18,2 | 18,6 | 0,75 | 13 000 | 20 000 | 0,61 | 71919 CB/P4A | S | L | |
| | 130 | 18 | 18,2 | 18,6 | 0,75 | 16 000 | 24 000 | 0,58 | 71919 CB/HCP4A | S | L | |

1) Vorsetzzeichen S. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Dichtungslösungen* (→ Seite 136).

2) Trifft ausschließlich auf offene Lager zu.

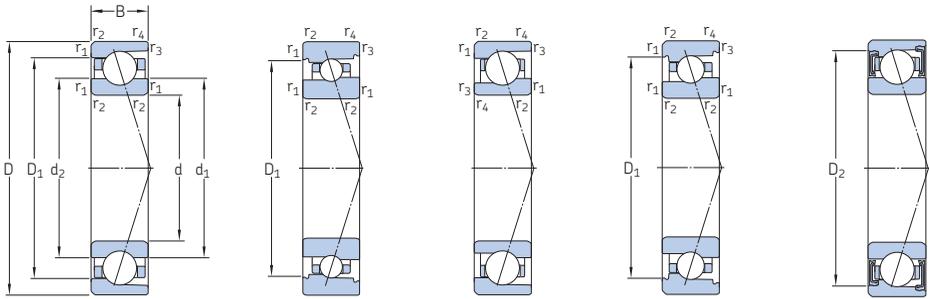
3) Nachsetzzeichen H, H1, L oder L1. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Direkte Öl-Luft-Schmierung* (→ Seite 136).



| Abmessungen | | | | | Anschlussmaße | | | | | | | | Fettbezugs- | Berechnungs- | | |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------|------------------|-----------------|---|
| d | d ₁ | d ₂ | D ₁ | D ₂ | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | d _a min. | d _b min. | D _a max. | D _b max. | r _a max. | r _b max. | d _n | G _{ref} | f ₀ | |
| mm | | | | | | | | | | | | | | | cm ³ | – |
| 90 Forts. | 100,8 | 100,8 | 114,2 | 117,2 | 1,1 | 0,6 | 96 | 96 | 119 | 121 | 1 | 0,6 | 103,3 | 7,5 | – | |
| | 100,8 | 100,8 | 114,2 | 117,2 | 1,1 | 0,6 | 96 | 96 | 119 | 121 | 1 | 0,6 | 103,3 | 7,5 | – | |
| | 100,8 | 100,8 | 114,2 | 117,2 | 1,1 | 0,6 | 96 | 96 | 119 | 121 | 1 | 0,6 | 103,3 | 7,5 | 16,3 | |
| | 100,8 | 100,8 | 114,2 | 117,2 | 1,1 | 0,6 | 96 | 96 | 119 | 121 | 1 | 0,6 | 103,3 | 7,5 | 16,3 | |
| | 108,7 | 106,1 | 125 | 125 | 1,5 | 1 | 97 | 97 | 133 | 135,4 | 1,5 | 1 | 110 | 14 | – | |
| | 108,7 | 106,1 | 125 | 125 | 1,5 | 1 | 97 | 97 | 133 | 135,4 | 1,5 | 1 | 110 | 14 | – | |
| | 108,7 | 106,1 | 125 | 125 | 1,5 | 1 | 97 | 97 | 133 | 135,4 | 1,5 | 1 | 110 | 14 | 9,7 | |
| | 108,7 | 106,1 | 125 | 125 | 1,5 | 1 | 97 | 97 | 133 | 135,4 | 1,5 | 1 | 110 | 14 | 9,7 | |
| | 108,3 | 105,5 | 125,2 | 125,2 | 1,5 | 1 | 97 | 97 | 133 | 134,4 | 1,5 | 1 | 111 | 14 | – | |
| | 108,3 | 105,5 | 125,2 | 125,2 | 1,5 | 1 | 97 | 97 | 133 | 134,4 | 1,5 | 1 | 111 | 14 | – | |
| | 108,3 | 105,5 | 125,2 | 125,2 | 1,5 | 1 | 97 | 97 | 133 | 134,4 | 1,5 | 1 | 111 | 14 | 9,6 | |
| | 108,3 | 105,5 | 125,2 | 125,2 | 1,5 | 1 | 97 | 97 | 133 | 134,4 | 1,5 | 1 | 111 | 14 | 9,6 | |
| 105,4 | 105,4 | 124,6 | 128,3 | 1,5 | 1 | 97 | 97 | 133 | 136 | 1,5 | 1 | 108,7 | 15 | – | | |
| 105,4 | 105,4 | 124,6 | 128,3 | 1,5 | 1 | 97 | 97 | 133 | 136 | 1,5 | 1 | 108,7 | 15 | – | | |
| 105,4 | 105,4 | 124,6 | 128,3 | 1,5 | 1 | 97 | 97 | 133 | 136 | 1,5 | 1 | 108,7 | 15 | 15,6 | | |
| 105,4 | 105,4 | 124,6 | 128,3 | 1,5 | 1 | 97 | 97 | 133 | 136 | 1,5 | 1 | 108,7 | 15 | 15,6 | | |
| 111,6 | 111,6 | 138,4 | – | 2 | 1 | 101 | 101 | 149 | 154,4 | 2 | 1 | 117,5 | 28 | – | | |
| 111,6 | 111,6 | 138,4 | – | 2 | 1 | 101 | 101 | 149 | 154,4 | 2 | 1 | 117,5 | 28 | – | | |
| 111,6 | 111,6 | 138,4 | – | 2 | 1 | 101 | 101 | 149 | 154,4 | 2 | 1 | 117,5 | 28 | 14,6 | | |
| 111,6 | 111,6 | 138,4 | – | 2 | 1 | 101 | 101 | 149 | 154,4 | 2 | 1 | 117,5 | 28 | 14,6 | | |
| 95 | 103,2 | 103,2 | 112,1 | – | 1 | 0,3 | 99,6 | 99,6 | 115,4 | 118 | 1 | 0,3 | 104,1 | 3,1 | – | |
| | 103,2 | 103,2 | 112,1 | – | 1 | 0,3 | 99,6 | 99,6 | 115,4 | 118 | 1 | 0,3 | 104,1 | 3,1 | – | |
| | 103,2 | 103,2 | 112,1 | – | 1 | 0,3 | 99,6 | 99,6 | 115,4 | 118 | 1 | 0,3 | 104,1 | 3,1 | 17,3 | |
| | 103,2 | 103,2 | 112,1 | – | 1 | 0,3 | 99,6 | 99,6 | 115,4 | 118 | 1 | 0,3 | 104,1 | 3,1 | 17,3 | |
| | 107,9 | 106,4 | 120,7 | 120,7 | 1,1 | 0,6 | 101 | 101 | 124 | 126,8 | 1 | 0,6 | 109 | 7,5 | – | |
| | 107,9 | 106,4 | 120,7 | 120,7 | 1,1 | 0,6 | 101 | 101 | 124 | 126,8 | 1 | 0,6 | 109 | 7,5 | – | |
| | 107,9 | 106,4 | 120,7 | 120,7 | 1,1 | 0,6 | 101 | 101 | 124 | 126,8 | 1 | 0,6 | 109 | 7,5 | 10 | |
| | 107,9 | 106,4 | 120,7 | 120,7 | 1,1 | 0,6 | 101 | 101 | 124 | 126,8 | 1 | 0,6 | 109 | 7,5 | 10 | |

¹⁾ Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101

2.1 Schrägkugellager d 95 – 100 mm



ACD, CD

ACB, CB

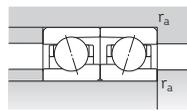
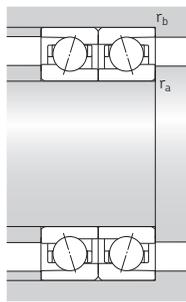
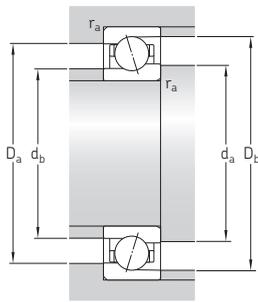
719 .. ACE,
719 .. CE70 .. ACE,
70 .. CES...¹⁾

| Haupt- abmessungen | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenzbelas- tung P _u | Erreichbare Fettschmie- rung | Drehzahlen | | Gewicht ²⁾ kg | Kurzzeichen | Erhältliche Ausführungen | | |
|-----------------------|------------|----------------|---|------------------------------------|---|------------------------------------|-----------------------------|-------------|---|---|-----------|
| | dyn. | stat. | | | Öl-Luft- Schmie- rung ²⁾ | Dichtungs- lösung ¹⁾ | | | Direkte Öl- Luft- Schmie- rung ³⁾ | | |
| d D B | C | C ₀ | kN | min ⁻¹ | min ⁻¹ | kg | – | – | – | – | |
| 95 | 130 | 18 | 29,1 | 24 | 0,93 | 12 300 | 19 000 | 0,56 | 71919 ACE/P4A | S | H1, L |
| Forts. | 130 | 18 | 29,1 | 24 | 0,93 | 15 000 | 23 000 | 0,48 | 71919 ACE/HCP4A | S | H1, L |
| | 130 | 18 | 30,7 | 25,5 | 0,98 | 14 000 | 21 000 | 0,56 | 71919 CE/P4A | S | H1, L |
| | 130 | 18 | 30,7 | 25,5 | 0,98 | 16 000 | 25 000 | 0,48 | 71919 CE/HCP4A | S | H1, L |
| | 130 | 18 | 46,2 | 52 | 2,08 | 8 500 | 14 000 | 0,58 | 71919 ACD/P4A | S | H1, L |
| | 130 | 18 | 46,2 | 52 | 2,08 | 9 500 | 16 000 | 0,5 | 71919 ACD/HCP4A | S | H1, L |
| | 130 | 18 | 49,4 | 55 | 2,2 | 9 000 | 15 000 | 0,58 | 71919 CD/P4A | S | H1, L |
| | 130 | 18 | 49,4 | 55 | 2,2 | 12 000 | 18 000 | 0,5 | 71919 CD/HCP4A | S | H1, L |
| | 145 | 24 | 27,6 | 24,5 | 0,95 | 11 000 | 16 000 | 1,3 | 7019 ACB/P4A | S | L |
| | 145 | 24 | 27,6 | 24,5 | 0,95 | 13 000 | 19 000 | 1,25 | 7019 ACB/HCP4A | S | L |
| | 145 | 24 | 29,6 | 26 | 1 | 12 000 | 18 000 | 1,3 | 7019 CB/P4A | S | L |
| | 145 | 24 | 29,6 | 26 | 1 | 14 000 | 22 000 | 1,25 | 7019 CB/HCP4A | S | L |
| | 145 | 24 | 41,6 | 36 | 1,4 | 11 500 | 18 000 | 1,2 | 7019 ACE/P4A | S | H1, L, L1 |
| | 145 | 24 | 41,6 | 36 | 1,4 | 13 300 | 20 500 | 1,1 | 7019 ACE/HCP4A | S | H1, L, L1 |
| | 145 | 24 | 44,2 | 38 | 1,46 | 12 700 | 20 000 | 1,2 | 7019 CE/P4A | S | H1, L, L1 |
| | 145 | 24 | 44,2 | 38 | 1,46 | 15 000 | 23 000 | 1,1 | 7019 CE/HCP4A | S | H1, L, L1 |
| | 145 | 24 | 76,1 | 76,5 | 2,9 | 8 000 | 13 000 | 1,2 | 7019 ACD/P4A | S | H1, L |
| | 145 | 24 | 76,1 | 76,5 | 2,9 | 10 000 | 16 000 | 1 | 7019 ACD/HCP4A | S | H1, L |
| | 145 | 24 | 81,9 | 80 | 3,1 | 8 500 | 14 000 | 1,2 | 7019 CD/P4A | S | H1, L |
| | 145 | 24 | 81,9 | 80 | 3,1 | 11 000 | 17 000 | 1 | 7019 CD/HCP4A | S | H1, L |
| | 170 | 32 | 133 | 114 | 4,25 | 7 500 | 12 000 | 2,7 | 7219 ACD/P4A | – | – |
| | 170 | 32 | 133 | 114 | 4,25 | 8 500 | 14 000 | 2,2 | 7219 ACD/HCP4A | – | – |
| | 170 | 32 | 138 | 120 | 4,4 | 8 000 | 13 000 | 2,7 | 7219 CD/P4A | – | – |
| | 170 | 32 | 138 | 120 | 4,4 | 9 500 | 15 000 | 2,2 | 7219 CD/HCP4A | – | – |
| 100 | 125 | 13 | 21,2 | 27,5 | 1,1 | 8 500 | 13 000 | 0,31 | 71820 ACD/P4 | – | – |
| | 125 | 13 | 21,2 | 27,5 | 1,1 | 10 000 | 15 000 | 0,28 | 71820 ACD/HCP4 | – | – |
| | 125 | 13 | 22,5 | 29 | 1,16 | 9 000 | 14 000 | 0,31 | 71820 CD/P4 | – | – |
| | 125 | 13 | 22,5 | 29 | 1,16 | 11 000 | 17 000 | 0,28 | 71820 CD/HCP4 | – | – |

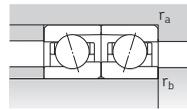
¹⁾ Vorsetzzeichen S. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Dichtungslösungen* (→ Seite 136).

²⁾ Trifft ausschließlich auf offene Lager zu.

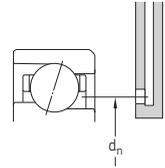
³⁾ Nachsetzzeichen H, H1, L oder L1. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Direkte Öl-Luft-Schmierung* (→ Seite 136).



ACD, CD, ACB, CB,
70 .. ACE, 70 .. CE



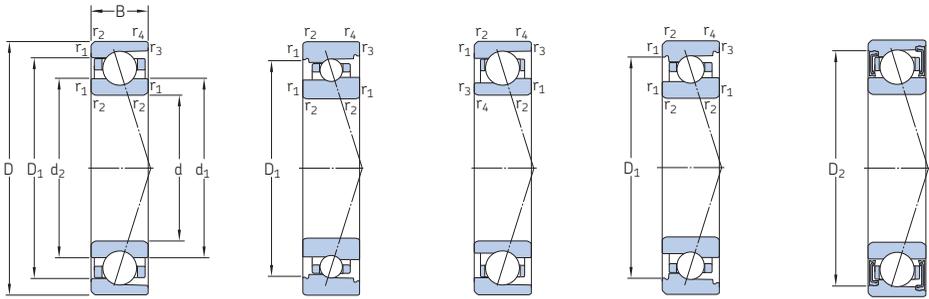
719 .. ACE, 719 .. CE



| Abmessungen | | | | | Anschlussmaße | | | | | | | | Fettbezugs- menge ¹⁾ | Berechnungs- faktor f ₀ | | |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------------|--|-----------------|---|
| d | d ₁ | d ₂ | D ₁ | D ₂ | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | d _a min. | d _b min. | D _a max. | D _b max. | r _a max. | r _b max. | d _n | G _{ref} | f ₀ | |
| mm | | | | | | | | | | | | | | | cm ³ | - |
| 95 Forts. | 106 | 102,9 | 119,2 | 122,6 | 1,1 | 0,6 | 101 | 98,2 | 124 | 126,8 | 1 | 0,6 | 108,5 | 7,3 | - | |
| | 106 | 102,9 | 119,2 | 122,6 | 1,1 | 0,6 | 101 | 98,2 | 124 | 126,8 | 1 | 0,6 | 108,5 | 7,3 | - | |
| | 106 | 102,9 | 119,2 | 122,6 | 1,1 | 0,6 | 101 | 98,2 | 124 | 126,8 | 1 | 0,6 | 108,5 | 7,3 | 8,6 | |
| | 106 | 102,9 | 119,2 | 122,6 | 1,1 | 0,6 | 101 | 98,2 | 124 | 126,8 | 1 | 0,6 | 108,5 | 7,3 | 8,6 | |
| | 105,8 | 105,8 | 119,2 | 122,2 | 1,1 | 0,6 | 101 | 101 | 124 | 126 | 1 | 0,6 | 108,6 | 7,8 | - | |
| | 105,8 | 105,8 | 119,2 | 122,2 | 1,1 | 0,6 | 101 | 101 | 124 | 126 | 1 | 0,6 | 108,6 | 7,8 | - | |
| | 105,8 | 105,8 | 119,2 | 122,2 | 1,1 | 0,6 | 101 | 101 | 124 | 126 | 1 | 0,6 | 108,6 | 7,8 | 16,4 | |
| | 105,8 | 105,8 | 119,2 | 122,2 | 1,1 | 0,6 | 101 | 101 | 124 | 126 | 1 | 0,6 | 108,6 | 7,8 | 16,4 | |
| | 113,7 | 111,2 | 130 | 130 | 1,5 | 1 | 102 | 102 | 138 | 140,4 | 1,5 | 1 | 115 | 15 | - | |
| | 113,7 | 111,2 | 130 | 130 | 1,5 | 1 | 102 | 102 | 138 | 140,4 | 1,5 | 1 | 115 | 15 | - | |
| | 113,7 | 111,2 | 130 | 130 | 1,5 | 1 | 102 | 102 | 138 | 140,4 | 1,5 | 1 | 115 | 15 | 9,7 | |
| | 113,7 | 111,2 | 130 | 130 | 1,5 | 1 | 102 | 102 | 138 | 140,4 | 1,5 | 1 | 115 | 15 | 9,7 | |
| 112,4 | 109,2 | 131 | 131 | 1,5 | 1 | 102 | 102 | 138 | 139,4 | 1,5 | 1 | 115,4 | 17 | - | | |
| 112,4 | 109,2 | 131 | 131 | 1,5 | 1 | 102 | 102 | 138 | 139,4 | 1,5 | 1 | 115,4 | 17 | - | | |
| 112,4 | 109,2 | 131 | 131 | 1,5 | 1 | 102 | 102 | 138 | 139,4 | 1,5 | 1 | 115,4 | 17 | 9,4 | | |
| 112,4 | 109,2 | 131 | 131 | 1,5 | 1 | 102 | 102 | 138 | 139,4 | 1,5 | 1 | 115,4 | 17 | 9,4 | | |
| 110,4 | 110,4 | 129,6 | 133,3 | 1,5 | 1 | 102 | 102 | 138 | 141 | 1,5 | 1 | 113,7 | 16 | - | | |
| 110,4 | 110,4 | 129,6 | 133,3 | 1,5 | 1 | 102 | 102 | 138 | 141 | 1,5 | 1 | 113,7 | 16 | - | | |
| 110,4 | 110,4 | 129,6 | 133,3 | 1,5 | 1 | 102 | 102 | 138 | 141 | 1,5 | 1 | 113,7 | 16 | 15,7 | | |
| 110,4 | 110,4 | 129,6 | 133,3 | 1,5 | 1 | 102 | 102 | 138 | 141 | 1,5 | 1 | 113,7 | 16 | 15,7 | | |
| 118,1 | 118,1 | 146,9 | - | 2,1 | 1,1 | 107 | 107 | 158 | 163 | 2 | 1 | 124,4 | 34 | - | | |
| 118,1 | 118,1 | 146,9 | - | 2,1 | 1,1 | 107 | 107 | 158 | 163 | 2 | 1 | 124,4 | 34 | - | | |
| 118,1 | 118,1 | 146,9 | - | 2,1 | 1,1 | 107 | 107 | 158 | 163 | 2 | 1 | 124,4 | 34 | 14,6 | | |
| 118,1 | 118,1 | 146,9 | - | 2,1 | 1,1 | 107 | 107 | 158 | 163 | 2 | 1 | 124,4 | 34 | 14,6 | | |
| 100 | 108,2 | 108,2 | 117 | - | 1 | 0,3 | 104,6 | 104,6 | 120,4 | 123 | 1 | 0,3 | 109,1 | 3,2 | - | |
| | 108,2 | 108,2 | 117 | - | 1 | 0,3 | 104,6 | 104,6 | 120,4 | 123 | 1 | 0,3 | 109,1 | 3,2 | - | |
| | 108,2 | 108,2 | 117 | - | 1 | 0,3 | 104,6 | 104,6 | 120,4 | 123 | 1 | 0,3 | 109,1 | 3,2 | 17,4 | |
| | 108,2 | 108,2 | 117 | - | 1 | 0,3 | 104,6 | 104,6 | 120,4 | 123 | 1 | 0,3 | 109,1 | 3,2 | 17,4 | |

¹⁾ Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101

2.1 Schrägkugellager d 100 mm



ACD, CD

ACB, CB

719 .. ACE,
719 .. CE70 .. ACE,
70 .. CE

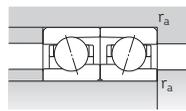
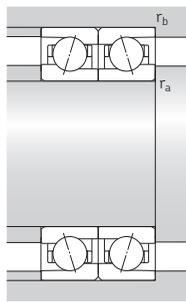
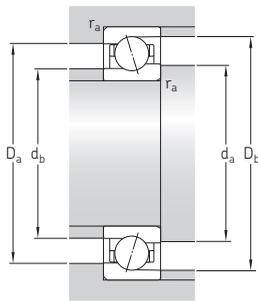
S... 1)

| Haupt- abmessungen | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenzbelas- tung P_u | Erreichbare Fettschmie- rung | Drehzahlen | | Gewicht ²⁾ kg | Kurzzeichen | Erhältliche Ausführungen | | |
|-----------------------|------------|-------|--|------------------------------------|---|------------------------------------|-----------------------------|-------------|---|---|-----------|
| | dyn. | stat. | | | Öl-Luft- Schmie- rung ²⁾ | Dichtungs- lösung ¹⁾ | | | Direkte Öl- Luft- Schmie- rung ³⁾ | | |
| d D B | C | C_0 | kN | min^{-1} | min^{-1} | min^{-1} | kg | - | - | - | |
| 100 | 140 | 20 | 20,8 | 21,2 | 0,815 | 11 000 | 17 000 | 0,85 | 71920 ACB/P4A | S | L |
| Forts. | 140 | 20 | 20,8 | 21,2 | 0,815 | 13 000 | 20 000 | 0,8 | 71920 ACB/HCP4A | S | L |
| | 140 | 20 | 21,6 | 22,4 | 0,865 | 12 000 | 19 000 | 0,85 | 71920 CB/P4A | S | L |
| | 140 | 20 | 21,6 | 22,4 | 0,865 | 15 000 | 24 000 | 0,8 | 71920 CB/HCP4A | S | L |
| | 140 | 20 | 36,4 | 30 | 1,14 | 11 500 | 18 000 | 0,77 | 71920 ACE/P4A | S | H1, L |
| | 140 | 20 | 36,4 | 30 | 1,14 | 13 700 | 22 000 | 0,65 | 71920 ACE/HCP4A | S | H1, L |
| | 140 | 20 | 39 | 31,5 | 1,2 | 13 300 | 20 500 | 0,77 | 71920 CE/P4A | S | H1, L |
| | 140 | 20 | 39 | 31,5 | 1,2 | 15 500 | 24 000 | 0,65 | 71920 CE/HCP4A | S | H1, L |
| | 140 | 20 | 57,2 | 63 | 2,4 | 8 000 | 13 000 | 0,8 | 71920 ACD/P4A | S | H1, L |
| | 140 | 20 | 57,2 | 63 | 2,4 | 9 000 | 15 000 | 0,67 | 71920 ACD/HCP4A | S | H1, L |
| | 140 | 20 | 60,5 | 65,5 | 2,55 | 8 500 | 14 000 | 0,8 | 71920 CD/P4A | S | H1, L |
| | 140 | 20 | 60,5 | 65,5 | 2,55 | 11 000 | 17 000 | 0,67 | 71920 CD/HCP4A | S | H1, L |
| | 150 | 24 | 28,1 | 25,5 | 0,98 | 10 000 | 15 000 | 1,35 | 7020 ACB/P4A | S | L |
| | 150 | 24 | 28,1 | 25,5 | 0,98 | 12 000 | 18 000 | 1,3 | 7020 ACB/HCP4A | S | L |
| | 150 | 24 | 29,6 | 27 | 1,02 | 11 000 | 17 000 | 1,35 | 7020 CB/P4A | S | L |
| | 150 | 24 | 29,6 | 27 | 1,02 | 13 000 | 20 000 | 1,3 | 7020 CB/HCP4A | S | L |
| | 150 | 24 | 42,3 | 38 | 1,43 | 11 200 | 17 500 | 1,25 | 7020 ACE/P4A | S | H1, L, L1 |
| | 150 | 24 | 42,3 | 38 | 1,43 | 12 700 | 20 000 | 1,1 | 7020 ACE/HCP4A | S | H1, L, L1 |
| | 150 | 24 | 44,9 | 40 | 1,5 | 12 300 | 19 000 | 1,25 | 7020 CE/P4A | S | H1, L, L1 |
| | 150 | 24 | 44,9 | 40 | 1,5 | 14 500 | 22 000 | 1,1 | 7020 CE/HCP4A | S | H1, L, L1 |
| | 150 | 24 | 79,3 | 80 | 3,05 | 8 000 | 12 000 | 1,25 | 7020 ACD/P4A | S | H1, L |
| | 150 | 24 | 79,3 | 80 | 3,05 | 9 500 | 15 000 | 1,05 | 7020 ACD/HCP4A | S | H1, L |
| | 150 | 24 | 83,2 | 85 | 3,2 | 8 500 | 14 000 | 1,25 | 7020 CD/P4A | S | H1, L |
| | 150 | 24 | 83,2 | 85 | 3,2 | 10 000 | 16 000 | 1,05 | 7020 CD/HCP4A | S | H1, L |
| | 180 | 34 | 148 | 129 | 4,65 | 7 000 | 11 000 | 3,25 | 7220 ACD/P4A | - | - |
| | 180 | 34 | 148 | 129 | 4,65 | 8 000 | 13 000 | 2,65 | 7220 ACD/HCP4A | - | - |
| | 180 | 34 | 156 | 137 | 4,9 | 7 500 | 12 000 | 3,25 | 7220 CD/P4A | - | - |
| | 180 | 34 | 156 | 137 | 4,9 | 9 000 | 14 000 | 2,65 | 7220 CD/HCP4A | - | - |

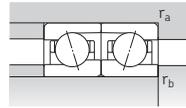
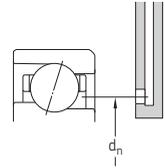
1) Vorsetzzeichen S. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Dichtungslösungen* (→ Seite 136).

2) Trifft ausschließlich auf offene Lager zu.

3) Nachsetzzeichen H, H1, L oder L1. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Direkte Öl-Luft-Schmierung* (→ Seite 136).



ACD, CD, ACB, CB,
70 .. ACE, 70 .. CE

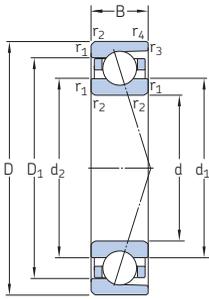


719 .. ACE, 719 .. CE

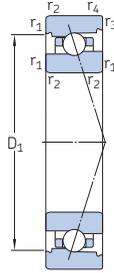
| Abmessungen | | | | | Anschlussmaße | | | | | | | | Fettbezugs- | Berechnungs- | | |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------|------------------|-----------------|---|
| d | d ₁ | d ₂ | D ₁ | D ₂ | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | d _a min. | d _b min. | D _a max. | D _b max. | r _a max. | r _b max. | d _n | G _{ref} | f ₀ | |
| mm | | | | | | | | | | | | | | | cm ³ | – |
| 100 Forts. | 114,9 | 113,2 | 128,7 | 128,7 | 1,1 | 0,6 | 106 | 106 | 134 | 136,8 | 1 | 0,6 | 116,1 | 10 | – | |
| | 114,9 | 113,2 | 128,7 | 128,7 | 1,1 | 0,6 | 106 | 106 | 134 | 136,8 | 1 | 0,6 | 116,1 | 10 | – | |
| | 114,9 | 113,2 | 128,7 | 128,7 | 1,1 | 0,6 | 106 | 106 | 134 | 136,8 | 1 | 0,6 | 116,1 | 10 | 10 | |
| | 114,9 | 113,2 | 128,7 | 128,7 | 1,1 | 0,6 | 106 | 106 | 134 | 136,8 | 1 | 0,6 | 116,1 | 10 | 10 | |
| | 112,4 | 109 | 127,5 | 130,9 | 1,1 | 0,6 | 106 | 103,2 | 134 | 136,8 | 1 | 0,6 | 115,4 | 10 | – | |
| | 112,4 | 109 | 127,5 | 130,9 | 1,1 | 0,6 | 106 | 103,2 | 134 | 136,8 | 1 | 0,6 | 115,4 | 10 | – | |
| | 112,4 | 109 | 127,5 | 130,9 | 1,1 | 0,6 | 106 | 103,2 | 134 | 136,8 | 1 | 0,6 | 115,4 | 10 | 8,5 | |
| | 112,4 | 109 | 127,5 | 130,9 | 1,1 | 0,6 | 106 | 103,2 | 134 | 136,8 | 1 | 0,6 | 115,4 | 10 | 8,5 | |
| | 112,3 | 112,3 | 127,7 | 130,7 | 1,1 | 0,6 | 106 | 106 | 134 | 136 | 1 | 0,6 | 115,6 | 11 | – | |
| | 112,3 | 112,3 | 127,7 | 130,7 | 1,1 | 0,6 | 106 | 106 | 134 | 136 | 1 | 0,6 | 115,6 | 11 | – | |
| | 112,3 | 112,3 | 127,7 | 130,7 | 1,1 | 0,6 | 106 | 106 | 134 | 136 | 1 | 0,6 | 115,6 | 11 | 16,3 | |
| | 112,3 | 112,3 | 127,7 | 130,7 | 1,1 | 0,6 | 106 | 106 | 134 | 136 | 1 | 0,6 | 115,6 | 11 | 16,3 | |
| | 118,7 | 116,2 | 135 | 135 | 1,5 | 1 | 107 | 107 | 143 | 145,4 | 1,5 | 1 | 120 | 15 | – | |
| | 118,7 | 116,2 | 135 | 135 | 1,5 | 1 | 107 | 107 | 143 | 145,4 | 1,5 | 1 | 120 | 15 | – | |
| | 118,7 | 116,2 | 135 | 135 | 1,5 | 1 | 107 | 107 | 143 | 145,4 | 1,5 | 1 | 120 | 15 | 9,8 | |
| | 118,7 | 116,2 | 135 | 135 | 1,5 | 1 | 107 | 107 | 143 | 145,4 | 1,5 | 1 | 120 | 15 | 9,8 | |
| | 117,4 | 114,2 | 136 | 136 | 1,5 | 1 | 107 | 107 | 143 | 144,4 | 1,5 | 1 | 120,4 | 17 | – | |
| | 117,4 | 114,2 | 136 | 136 | 1,5 | 1 | 107 | 107 | 143 | 144,4 | 1,5 | 1 | 120,4 | 17 | – | |
| | 117,4 | 114,2 | 136 | 136 | 1,5 | 1 | 107 | 107 | 143 | 144,4 | 1,5 | 1 | 120,4 | 17 | 9,5 | |
| | 117,4 | 114,2 | 136 | 136 | 1,5 | 1 | 107 | 107 | 143 | 144,4 | 1,5 | 1 | 120,4 | 17 | 9,5 | |
| | 115,4 | 115,4 | 134,6 | 138,2 | 1,5 | 1 | 107 | 107 | 143 | 146 | 1,5 | 1 | 118,7 | 16 | – | |
| | 115,4 | 115,4 | 134,6 | 138,2 | 1,5 | 1 | 107 | 107 | 143 | 146 | 1,5 | 1 | 118,7 | 16 | – | |
| | 115,4 | 115,4 | 134,6 | 138,2 | 1,5 | 1 | 107 | 107 | 143 | 146 | 1,5 | 1 | 118,7 | 16 | 15,8 | |
| | 115,4 | 115,4 | 134,6 | 138,2 | 1,5 | 1 | 107 | 107 | 143 | 146 | 1,5 | 1 | 118,7 | 16 | 15,8 | |
| | 124,7 | 124,7 | 155,3 | – | 2,1 | 1,1 | 112 | 112 | 168 | 173 | 2 | 1 | 131,4 | 41 | – | |
| | 124,7 | 124,7 | 155,3 | – | 2,1 | 1,1 | 112 | 112 | 168 | 173 | 2 | 1 | 131,4 | 41 | – | |
| | 124,7 | 124,7 | 155,3 | – | 2,1 | 1,1 | 112 | 112 | 168 | 173 | 2 | 1 | 131,4 | 41 | 14,5 | |
| | 124,7 | 124,7 | 155,3 | – | 2,1 | 1,1 | 112 | 112 | 168 | 173 | 2 | 1 | 131,4 | 41 | 14,5 | |

1) Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101

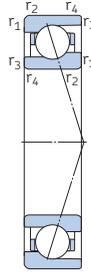
2.1 Schrägkugellager d 105 – 110 mm



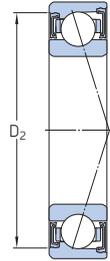
ACD, CD



ACB, CB



719 .. ACE,
719 .. CE



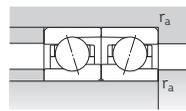
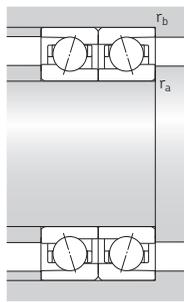
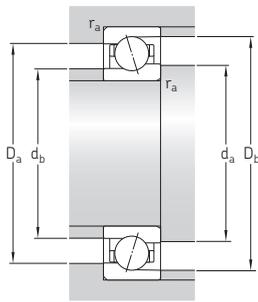
S... 1)

| Haupt- abmessungen | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenzbelas- tung P _u | Erreichbare Fettschmie- rung | Drehzahlen | | Gewicht ²⁾ kg | Kurzzeichen | Erhältliche Ausführungen | | |
|-----------------------|------------|-------|---|------------------------------------|---|------------------------------------|-----------------------------|-----------------|---|-------|-------|
| | dyn. | stat. | | | Öl-Luft- Schmie- rung ²⁾ | Dichtungs- lösung ¹⁾ | | | Direkte Öl- Luft- Schmie- rung ³⁾ | | |
| d | D | B | C | C ₀ | | | | | | | |
| mm | | | | | kN | kN | min ⁻¹ | | - | - | |
| 105 | 130 | 13 | 21,6 | 28,5 | 1,1 | 8 000 | 12 000 | 0,32 | 71821 ACD/P4 | - | - |
| | 130 | 13 | 21,6 | 28,5 | 1,1 | 9 500 | 15 000 | 0,29 | 71821 ACD/HCP4 | - | - |
| | 130 | 13 | 22,9 | 30 | 1,18 | 9 000 | 14 000 | 0,32 | 71821 CD/P4 | - | - |
| | 130 | 13 | 22,9 | 30 | 1,18 | 11 000 | 16 000 | 0,29 | 71821 CD/HCP4 | - | - |
| | 145 | 20 | 57,2 | 65,5 | 2,5 | 7 500 | 12 000 | 0,82 | 71921 ACD/P4A | S | H1, L |
| | 145 | 20 | 57,2 | 65,5 | 2,5 | 9 000 | 15 000 | 0,7 | 71921 ACD/HCP4A | S | H1, L |
| | 145 | 20 | 61,8 | 69,5 | 2,6 | 8 500 | 14 000 | 0,82 | 71921 CD/P4A | S | H1, L |
| | 145 | 20 | 61,8 | 69,5 | 2,6 | 10 000 | 16 000 | 0,7 | 71921 CD/HCP4A | S | H1, L |
| | 160 | 26 | 90,4 | 93 | 3,4 | 7 500 | 12 000 | 1,6 | 7021 ACD/P4A | S | H1, L |
| | 160 | 26 | 90,4 | 93 | 3,4 | 9 000 | 14 000 | 1,3 | 7021 ACD/HCP4A | S | H1, L |
| | 160 | 26 | 95,6 | 96,5 | 3,6 | 8 000 | 13 000 | 1,6 | 7021 CD/P4A | S | H1, L |
| | 160 | 26 | 95,6 | 96,5 | 3,6 | 10 000 | 15 000 | 1,3 | 7021 CD/HCP4A | S | H1, L |
| 190 | 36 | 163 | 146 | 5,1 | 6 700 | 10 000 | 3,85 | 7221 ACD/P4A | - | - | |
| | 36 | 163 | 146 | 5,1 | 7 500 | 12 000 | 3,15 | 7221 ACD/HCP4A | - | - | |
| | 36 | 172 | 153 | 5,3 | 7 500 | 12 000 | 3,85 | 7221 CD/P4A | - | - | |
| | 36 | 172 | 153 | 5,3 | 9 000 | 14 000 | 3,15 | 7221 CD/HCP4A | - | - | |
| 110 | 140 | 16 | 30,2 | 38 | 1,46 | 7 500 | 12 000 | 0,51 | 71822 ACD/P4 | - | - |
| | 140 | 16 | 30,2 | 38 | 1,46 | 9 000 | 14 000 | 0,45 | 71822 ACD/HCP4 | - | - |
| | 140 | 16 | 31,9 | 40,5 | 1,53 | 8 000 | 13 000 | 0,51 | 71822 CD/P4 | - | - |
| | 140 | 16 | 31,9 | 40,5 | 1,53 | 10 000 | 15 000 | 0,45 | 71822 CD/HCP4 | - | - |
| 150 | 20 | 24,7 | 25,5 | 0,95 | 10 000 | 15 000 | 0,9 | 71922 ACB/P4A | S | L | |
| | 20 | 24,7 | 25,5 | 0,95 | 12 000 | 19 000 | 0,84 | 71922 ACB/HCP4A | S | L | |
| | 20 | 26 | 27 | 1 | 11 000 | 17 000 | 0,9 | 71922 CB/P4A | S | L | |
| | 20 | 26 | 27 | 1 | 14 000 | 22 000 | 0,84 | 71922 CB/HCP4A | S | L | |
| 150 | 20 | 37,7 | 32,5 | 1,18 | 10 300 | 16 000 | 0,83 | 71922 ACE/P4A | S | H1, L | |
| | 20 | 37,7 | 32,5 | 1,18 | 12 300 | 19 000 | 0,7 | 71922 ACE/HCP4A | S | H1, L | |
| | 20 | 39,7 | 34,5 | 1,25 | 12 000 | 18 000 | 0,83 | 71922 CE/P4A | S | H1, L | |
| | 20 | 39,7 | 34,5 | 1,25 | 14 000 | 22 000 | 0,7 | 71922 CE/HCP4A | S | H1, L | |

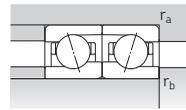
1) Vorsetzzeichen S. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Dichtungslösungen* (→ Seite 136).

2) Trifft ausschließlich auf offene Lager zu.

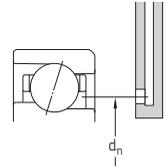
3) Nachsetzzeichen H, H1, L oder L1. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Direkte Öl-Luft-Schmierung* (→ Seite 136).



ACD, CD, ACB, CB



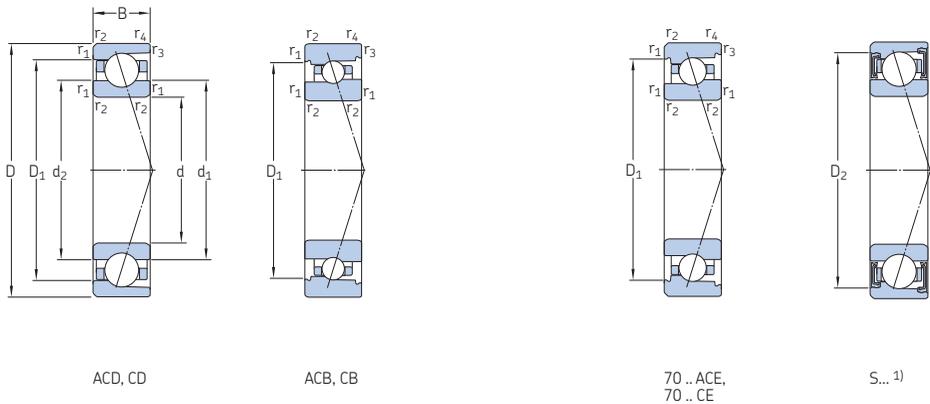
719 .. ACE, 719 .. CE



| Abmessungen | | | | | Anschlussmaße | | | | | | | | Fettbezugs- menge ¹⁾ | Berechnungs- faktor f ₀ | | |
|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------------|--|-----------------|---|
| d | d ₁ | d ₂ | D ₁ | D ₂ | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | d _a min. | d _b min. | D _a max. | D _b max. | r _a max. | r _b max. | d _n | G _{ref} | f ₀ | |
| mm | | | | | | | | | | | | | | | cm ³ | – |
| 105 | 113,2 | 113,2 | 122 | – | 1 | 0,3 | 109,6 | 109,6 | 125,4 | 128 | 1 | 0,3 | 114,6 | 4 | – | |
| | 113,2 | 113,2 | 122 | – | 1 | 0,3 | 109,6 | 109,6 | 125,4 | 128 | 1 | 0,3 | 114,6 | 4 | – | |
| | 113,2 | 113,2 | 122 | – | 1 | 0,3 | 109,6 | 109,6 | 125,4 | 128 | 1 | 0,3 | 114,6 | 4 | 17,4 | |
| | 113,2 | 113,2 | 122 | – | 1 | 0,3 | 109,6 | 109,6 | 125,4 | 128 | 1 | 0,3 | 114,6 | 4 | 17,4 | |
| | 117,3 | 117,3 | 132,7 | 135,7 | 1,1 | 0,6 | 111 | 111 | 139 | 141 | 1 | 0,6 | 120,6 | 11 | – | |
| | 117,3 | 117,3 | 132,7 | 135,7 | 1,1 | 0,6 | 111 | 111 | 139 | 141 | 1 | 0,6 | 120,6 | 11 | – | |
| | 117,3 | 117,3 | 132,7 | 135,7 | 1,1 | 0,6 | 111 | 111 | 139 | 141 | 1 | 0,6 | 120,6 | 11 | 16,4 | |
| | 117,3 | 117,3 | 132,7 | 135,7 | 1,1 | 0,6 | 111 | 111 | 139 | 141 | 1 | 0,6 | 120,6 | 11 | 16,4 | |
| | 121,9 | 121,9 | 143,1 | 146,8 | 2 | 1 | 114 | 114 | 151 | 155 | 2 | 1 | 125,6 | 20 | – | |
| | 121,9 | 121,9 | 143,1 | 146,8 | 2 | 1 | 114 | 114 | 151 | 155 | 2 | 1 | 125,6 | 20 | – | |
| | 121,9 | 121,9 | 143,1 | 146,8 | 2 | 1 | 114 | 114 | 151 | 155 | 2 | 1 | 125,6 | 20 | 15,7 | |
| | 121,9 | 121,9 | 143,1 | 146,8 | 2 | 1 | 114 | 114 | 151 | 155 | 2 | 1 | 125,6 | 20 | 15,7 | |
| 131,2 | 131,2 | 131,2 | 163,8 | – | 2,1 | 1,1 | 117 | 117 | 178 | 183 | 2 | 1 | 138,4 | 48 | – | |
| | 131,2 | 131,2 | 163,8 | – | 2,1 | 1,1 | 117 | 117 | 178 | 183 | 2 | 1 | 138,4 | 48 | – | |
| | 131,2 | 131,2 | 163,8 | – | 2,1 | 1,1 | 117 | 117 | 178 | 183 | 2 | 1 | 138,4 | 48 | 14,5 | |
| | 131,2 | 131,2 | 163,8 | – | 2,1 | 1,1 | 117 | 117 | 178 | 183 | 2 | 1 | 138,4 | 48 | 14,5 | |
| | 131,2 | 131,2 | 163,8 | – | 2,1 | 1,1 | 117 | 117 | 178 | 183 | 2 | 1 | 138,4 | 48 | 14,5 | |
| 110 | 119,8 | 119,8 | 130,6 | – | 1 | 0,3 | 114,6 | 114,6 | 135,4 | 138 | 1 | 0,3 | 120,9 | 5,1 | – | |
| | 119,8 | 119,8 | 130,6 | – | 1 | 0,3 | 114,6 | 114,6 | 135,4 | 138 | 1 | 0,3 | 120,9 | 5,1 | – | |
| | 119,8 | 119,8 | 130,6 | – | 1 | 0,3 | 114,6 | 114,6 | 135,4 | 138 | 1 | 0,3 | 120,9 | 5,1 | 17,2 | |
| | 119,8 | 119,8 | 130,6 | – | 1 | 0,3 | 114,6 | 114,6 | 135,4 | 138 | 1 | 0,3 | 120,9 | 5,1 | 17,2 | |
| | 124,4 | 122,5 | 139 | 139 | 1,1 | 0,6 | 116 | 116 | 144 | 146,8 | 1 | 0,6 | 125,7 | 11 | – | |
| | 124,4 | 122,5 | 139 | 139 | 1,1 | 0,6 | 116 | 116 | 144 | 146,8 | 1 | 0,6 | 125,7 | 11 | – | |
| | 124,4 | 122,5 | 139 | 139 | 1,1 | 0,6 | 116 | 116 | 144 | 146,8 | 1 | 0,6 | 125,7 | 11 | 10 | |
| | 124,4 | 122,5 | 139 | 139 | 1,1 | 0,6 | 116 | 116 | 144 | 146,8 | 1 | 0,6 | 125,7 | 11 | 10 | |
| | 122,4 | 119 | 137,5 | 140,9 | 1,1 | 0,6 | 116 | 113,2 | 144 | 146,8 | 1 | 0,6 | 125,4 | 11 | – | |
| | 122,4 | 119 | 137,5 | 140,9 | 1,1 | 0,6 | 116 | 113,2 | 144 | 146,8 | 1 | 0,6 | 125,4 | 11 | – | |
| | 122,4 | 119 | 137,5 | 140,9 | 1,1 | 0,6 | 116 | 113,2 | 144 | 146,8 | 1 | 0,6 | 125,4 | 11 | 8,6 | |
| | 122,4 | 119 | 137,5 | 140,9 | 1,1 | 0,6 | 116 | 113,2 | 144 | 146,8 | 1 | 0,6 | 125,4 | 11 | 8,6 | |

¹⁾ Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101

2.1 Schrägkugellager d 110 – 120 mm

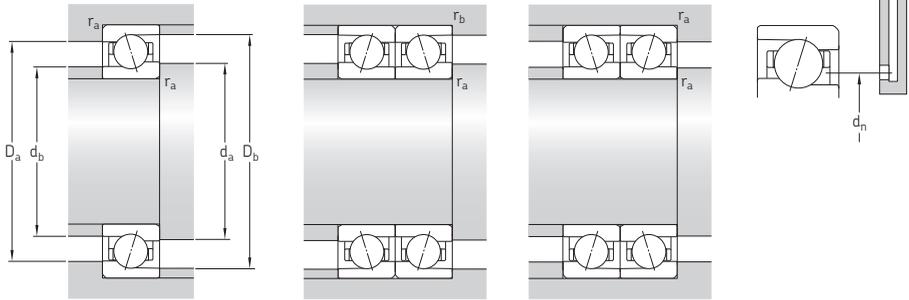


| | Hauptabmessungen | | | Tragzahlen | | Ermüdungsgrenzbelastung P _u | Erreichbare Drehzahlen | | Gewicht ²⁾ kg | Kurzzeichen | Erhältliche Ausführungen | |
|------------|------------------|-----|------|------------|----------------|---|------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------|-------------------------------|--|
| | d | D | B | C | C ₀ | | Fettschmierung | Öl-Luft-Schmierung ²⁾ | | | Dichtungslösung ¹⁾ | Direkte Öl-Luft-Schmierung ³⁾ |
| | mm | | | kN | | kN | min ⁻¹ | | | - | - | |
| 110 | 150 | 20 | 20 | 58,5 | 68 | 2,55 | 7 500 | 12 000 | 0,86 | 71922 ACD/P4A | S | H1, L |
| | Forts. | 150 | 20 | 58,5 | 68 | 2,55 | 8 500 | 14 000 | 0,73 | 71922 ACD/HCP4A | S | H1, L |
| | | 150 | 20 | 62,4 | 72 | 2,7 | 8 000 | 13 000 | 0,86 | 71922 CD/P4A | S | H1, L |
| | | 150 | 20 | 62,4 | 72 | 2,7 | 10 000 | 16 000 | 0,73 | 71922 CD/HCP4A | S | H1, L |
| | | 170 | 28 | 35,1 | 34 | 1,22 | 9 000 | 14 000 | 2,2 | 7022 ACB/P4A | S | L |
| | | 170 | 28 | 35,1 | 34 | 1,22 | 11 000 | 16 000 | 2,1 | 7022 ACB/HCP4A | S | L |
| | | 170 | 28 | 37,1 | 36 | 1,29 | 10 000 | 16 000 | 2,2 | 7022 CB/P4A | S | L |
| | | 170 | 28 | 37,1 | 36 | 1,29 | 12 000 | 19 000 | 2,1 | 7022 CB/HCP4A | S | L |
| | | 170 | 28 | 44,9 | 42,5 | 1,53 | 10 000 | 15 500 | 2,1 | 7022 ACE/P4A | S | H1, L, L1 |
| | | 170 | 28 | 44,9 | 42,5 | 1,53 | 11 500 | 17 500 | 1,95 | 7022 ACE/HCP4A | S | H1, L, L1 |
| | | 170 | 28 | 47,5 | 45 | 1,6 | 10 900 | 17 000 | 2,1 | 7022 CE/P4A | S | H1, L, L1 |
| | | 170 | 28 | 47,5 | 45 | 1,6 | 12 700 | 20 000 | 1,95 | 7022 CE/HCP4A | S | H1, L, L1 |
| | 170 | 28 | 104 | 104 | 3,75 | 7 000 | 11 000 | 1,95 | 7022 ACD/P4A | S | H1, L | |
| | 170 | 28 | 104 | 104 | 3,75 | 8 500 | 13 000 | 1,65 | 7022 ACD/HCP4A | S | H1, L | |
| | 170 | 28 | 111 | 108 | 3,9 | 7 500 | 12 000 | 1,95 | 7022 CD/P4A | S | H1, L | |
| | 170 | 28 | 111 | 108 | 3,9 | 9 500 | 14 000 | 1,65 | 7022 CD/HCP4A | S | H1, L | |
| | 200 | 38 | 168 | 160 | 5,4 | 6 700 | 10 000 | 4,65 | 7222 ACD/P4A | - | - | |
| | 200 | 38 | 168 | 160 | 5,4 | 7 500 | 12 000 | 3,85 | 7222 ACD/HCP4A | - | - | |
| | 200 | 38 | 178 | 166 | 5,6 | 7 000 | 11 000 | 4,65 | 7222 CD/P4A | - | - | |
| | 200 | 38 | 178 | 166 | 5,6 | 8 500 | 13 000 | 3,85 | 7222 CD/HCP4A | - | - | |
| 120 | 150 | 16 | 31,2 | 42,5 | 1,53 | 6 700 | 11 000 | 0,55 | 71824 ACD/P4 | - | - | |
| | | 150 | 16 | 31,2 | 42,5 | 1,53 | 8 000 | 13 000 | 0,49 | 71824 ACD/HCP4 | - | - |
| | | 150 | 16 | 33,2 | 45 | 1,63 | 7 500 | 12 000 | 0,55 | 71824 CD/P4 | - | - |
| | | 150 | 16 | 33,2 | 45 | 1,63 | 9 000 | 14 000 | 0,49 | 71824 CD/HCP4 | - | - |
| | | 165 | 22 | 25,5 | 28,5 | 1,02 | 9 000 | 14 000 | 1,25 | 71924 ACB/P4A | S | L |
| | | 165 | 22 | 25,5 | 28,5 | 1,02 | 11 000 | 17 000 | 1,2 | 71924 ACB/HCP4A | S | L |
| | | 165 | 22 | 27 | 30,5 | 1,08 | 10 000 | 16 000 | 1,25 | 71924 CB/P4A | S | L |
| | | 165 | 22 | 27 | 30,5 | 1,08 | 12 000 | 20 000 | 1,2 | 71924 CB/HCP4A | S | L |

¹⁾ Vorsetzzeichen S. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Dichtungslösungen* (→ Seite 136).

²⁾ Trifft ausschließlich auf offene Lager zu.

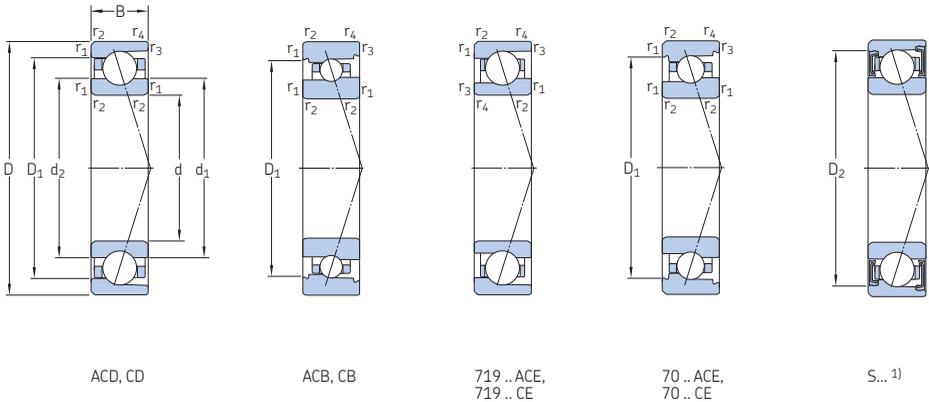
³⁾ Nachsetzzeichen H, H1, L oder L1. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Direkte Öl-Luft-Schmierung* (→ Seite 136).



| Abmessungen | | | | | Anschlussmaße | | | | | | | | Fettbezugs- menge ¹⁾ | Berechnungs- faktor f ₀ | | |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------------|--|-----------------|---|
| d | d ₁ | d ₂ | D ₁ | D ₂ | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | d _a min. | d _b min. | D _a max. | D _b max. | r _a max. | r _b max. | d _n | G _{ref} | | |
| mm | | | | | | | | | | | | | | | cm ³ | – |
| 110 Forts. | 122,3 | 122,3 | 137,7 | 140,6 | 1,1 | 0,6 | 116 | 116 | 144 | 146 | 1 | 0,6 | 125,6 | 11 | – | |
| | 122,3 | 122,3 | 137,7 | 140,6 | 1,1 | 0,6 | 116 | 116 | 144 | 146 | 1 | 0,6 | 125,6 | 11 | – | |
| | 122,3 | 122,3 | 137,7 | 140,6 | 1,1 | 0,6 | 116 | 116 | 144 | 146 | 1 | 0,6 | 125,6 | 11 | 16,5 | |
| | 122,3 | 122,3 | 137,7 | 140,6 | 1,1 | 0,6 | 116 | 116 | 144 | 146 | 1 | 0,6 | 125,6 | 11 | 16,5 | |
| | 133,2 | 130,5 | 151,9 | 151,9 | 2 | 1 | 119 | 119 | 161 | 165,4 | 2 | 1 | 134,6 | 22 | – | |
| | 133,2 | 130,5 | 151,9 | 151,9 | 2 | 1 | 119 | 119 | 161 | 165,4 | 2 | 1 | 134,6 | 22 | – | |
| | 133,2 | 130,5 | 151,9 | 151,9 | 2 | 1 | 119 | 119 | 161 | 165,4 | 2 | 1 | 134,6 | 22 | 9,7 | |
| | 133,2 | 130,5 | 151,9 | 151,9 | 2 | 1 | 119 | 119 | 161 | 165,4 | 2 | 1 | 134,6 | 22 | 9,7 | |
| | 132,4 | 129,2 | 152,2 | 152,2 | 2 | 1 | 118,8 | 118,8 | 161,2 | 164,4 | 2 | 1 | 135,4 | 23 | – | |
| | 132,4 | 129,2 | 152,2 | 152,2 | 2 | 1 | 118,8 | 118,8 | 161,2 | 164,4 | 2 | 1 | 135,4 | 23 | – | |
| | 132,4 | 129,2 | 152,2 | 152,2 | 2 | 1 | 118,8 | 118,8 | 161,2 | 164,4 | 2 | 1 | 135,4 | 23 | 9,6 | |
| | 132,4 | 129,2 | 152,2 | 152,2 | 2 | 1 | 118,8 | 118,8 | 161,2 | 164,4 | 2 | 1 | 135,4 | 23 | 9,6 | |
| | 128,5 | 128,5 | 151,5 | 155,2 | 2 | 1 | 119 | 119 | 161 | 165 | 2 | 1 | 132,6 | 26 | – | |
| | 128,5 | 128,5 | 151,5 | 155,2 | 2 | 1 | 119 | 119 | 161 | 165 | 2 | 1 | 132,6 | 26 | – | |
| | 128,5 | 128,5 | 151,5 | 155,2 | 2 | 1 | 119 | 119 | 161 | 165 | 2 | 1 | 132,6 | 26 | 15,5 | |
| | 128,5 | 128,5 | 151,5 | 155,2 | 2 | 1 | 119 | 119 | 161 | 165 | 2 | 1 | 132,6 | 26 | 15,5 | |
| | 138,7 | 138,7 | 171,3 | – | 2,1 | 1,1 | 122 | 122 | 188 | 193 | 2 | 1 | 145,9 | 54 | – | |
| | 138,7 | 138,7 | 171,3 | – | 2,1 | 1,1 | 122 | 122 | 188 | 193 | 2 | 1 | 145,9 | 54 | – | |
| | 138,7 | 138,7 | 171,3 | – | 2,1 | 1,1 | 122 | 122 | 188 | 193 | 2 | 1 | 145,9 | 54 | 14,7 | |
| | 138,7 | 138,7 | 171,3 | – | 2,1 | 1,1 | 122 | 122 | 188 | 193 | 2 | 1 | 145,9 | 54 | 14,7 | |
| 120 | 129,8 | 129,8 | 140,6 | – | 1 | 0,3 | 124,6 | 124,6 | 145,4 | 148 | 1 | 0,3 | 130,9 | 5,5 | – | |
| | 129,8 | 129,8 | 140,6 | – | 1 | 0,3 | 124,6 | 124,6 | 145,4 | 148 | 1 | 0,3 | 130,9 | 5,5 | – | |
| | 129,8 | 129,8 | 140,6 | – | 1 | 0,3 | 124,6 | 124,6 | 145,4 | 148 | 1 | 0,3 | 130,9 | 5,5 | 17,3 | |
| | 129,8 | 129,8 | 140,6 | – | 1 | 0,3 | 124,6 | 124,6 | 145,4 | 148 | 1 | 0,3 | 130,9 | 5,5 | 17,3 | |
| | 136,9 | 135 | 151,9 | 151,9 | 1,1 | 0,6 | 126 | 126 | 159 | 161,8 | 1 | 0,6 | 138,2 | 14 | – | |
| | 136,9 | 135 | 151,9 | 151,9 | 1,1 | 0,6 | 126 | 126 | 159 | 161,8 | 1 | 0,6 | 138,2 | 14 | – | |
| | 136,9 | 135 | 151,9 | 151,9 | 1,1 | 0,6 | 126 | 126 | 159 | 161,8 | 1 | 0,6 | 138,2 | 14 | 10 | |
| | 136,9 | 135 | 151,9 | 151,9 | 1,1 | 0,6 | 126 | 126 | 159 | 161,8 | 1 | 0,6 | 138,2 | 14 | 10 | |

¹⁾ Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101

2.1 Schrägkugellager d 120 – 130 mm

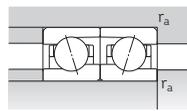
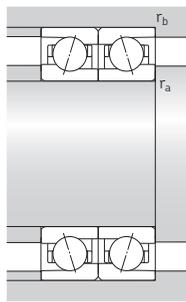
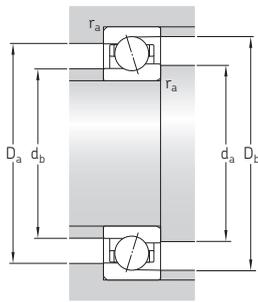


| Haupt- abmessungen | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenzbelas- tung P_u | Erreichbare Fettschmie- rung | Drehzahlen | | Gewicht ²⁾ kg | Kurzzeichen | Erhältliche Ausführungen Dichtungs- lösung ¹⁾ | Direkte Öl- Luft- Schmie- rung ³⁾ | |
|------------------------------------|------------|-------|--|------------------------------------|---|-------------------|-----------------------------|-------------|--|---|-----------|
| | dyn. | stat. | | | Öl-Luft- Schmie- rung ²⁾ | min ⁻¹ | | | | | |
| d D B C C ₀ | kN | | kN | min ⁻¹ | min ⁻¹ | | kg | – | – | – | |
| mm | kN | | kN | min ⁻¹ | min ⁻¹ | | kg | – | – | – | |
| 120 | 165 | 22 | 44,9 | 38 | 1,32 | 9 500 | 15 000 | 1,1 | 71924 ACE/P4A | S | H1, L |
| Forts. | 165 | 22 | 44,9 | 38 | 1,32 | 11 500 | 17 500 | 0,93 | 71924 ACE/HCP4A | S | H1, L |
| | 165 | 22 | 47,5 | 40,5 | 1,4 | 11 200 | 16 000 | 1,1 | 71924 CE/P4A | S | H1, L |
| | 165 | 22 | 47,5 | 40,5 | 1,4 | 12 700 | 19 000 | 0,93 | 71924 CE/HCP4A | S | H1, L |
| | 165 | 22 | 72,8 | 86,5 | 3,05 | 7 000 | 11 000 | 1,15 | 71924 ACD/P4A | S | H1, L |
| | 165 | 22 | 72,8 | 86,5 | 3,05 | 8 000 | 13 000 | 0,99 | 71924 ACD/HCP4A | S | H1, L |
| | 165 | 22 | 78 | 91,5 | 3,25 | 7 500 | 12 000 | 1,15 | 71924 CD/P4A | S | H1, L |
| | 165 | 22 | 78 | 91,5 | 3,25 | 9 000 | 14 000 | 0,99 | 71924 CD/HCP4A | S | H1, L |
| | 180 | 28 | 35,8 | 36,5 | 1,27 | 8 500 | 13 000 | 2,35 | 7024 ACB/P4A | S | L |
| | 180 | 28 | 35,8 | 36,5 | 1,27 | 10 000 | 15 000 | 2,25 | 7024 ACB/HCP4A | S | L |
| | 180 | 28 | 37,7 | 39 | 1,34 | 9 500 | 14 000 | 2,35 | 7024 CB/P4A | S | L |
| | 180 | 28 | 37,7 | 39 | 1,34 | 11 000 | 17 000 | 2,25 | 7024 CB/HCP4A | S | L |
| | 180 | 28 | 54 | 52 | 1,8 | 8 300 | 13 000 | 2,15 | 7024 ACE/P4A | S | H1, L, L1 |
| | 180 | 28 | 54 | 52 | 1,8 | 10 000 | 15 500 | 1,95 | 7024 ACE/HCP4A | S | H1, L, L1 |
| | 180 | 28 | 57,2 | 55 | 1,9 | 9 300 | 14 500 | 2,15 | 7024 CE/P4A | S | H1, L, L1 |
| | 180 | 28 | 57,2 | 55 | 1,9 | 11 200 | 17 500 | 1,95 | 7024 CE/HCP4A | S | H1, L, L1 |
| | 180 | 28 | 111 | 116 | 4 | 6 700 | 10 000 | 2,15 | 7024 ACD/P4A | S | H1, L |
| | 180 | 28 | 111 | 116 | 4 | 8 000 | 12 000 | 1,75 | 7024 ACD/HCP4A | S | H1, L |
| | 180 | 28 | 114 | 122 | 4,25 | 7 000 | 11 000 | 2,15 | 7024 CD/P4A | S | H1, L |
| | 180 | 28 | 114 | 122 | 4,25 | 8 500 | 13 000 | 1,75 | 7024 CD/HCP4A | S | H1, L |
| | 215 | 40 | 190 | 183 | 6 | 6 000 | 9 000 | 5,4 | 7224 ACD/P4A | – | – |
| | 215 | 40 | 190 | 183 | 6 | 7 000 | 11 000 | 4,4 | 7224 ACD/HCP4A | – | – |
| | 215 | 40 | 199 | 193 | 6,3 | 6 700 | 10 000 | 5,4 | 7224 CD/P4A | – | – |
| | 215 | 40 | 199 | 193 | 6,3 | 8 000 | 12 000 | 4,4 | 7224 CD/HCP4A | – | – |
| 130 | 165 | 18 | 36,4 | 50 | 1,76 | 6 300 | 9 500 | 0,77 | 71826 ACD/P4 | – | – |
| | 165 | 18 | 36,4 | 50 | 1,76 | 7 500 | 12 000 | 0,7 | 71826 ACD/HCP4 | – | – |
| | 165 | 18 | 39 | 53 | 1,86 | 7 000 | 11 000 | 0,77 | 71826 CD/P4 | – | – |
| | 165 | 18 | 39 | 53 | 1,86 | 8 500 | 13 000 | 0,7 | 71826 CD/HCP4 | – | – |

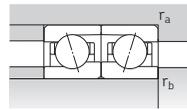
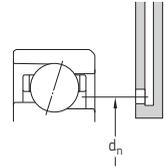
¹⁾ Vorsetzzeichen S. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Dichtungslösungen* (→ Seite 136).

²⁾ Trifft ausschließlich auf offene Lager zu.

³⁾ Nachsetzzeichen H, H1, L oder L1. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Direkte Öl-Luft-Schmierung* (→ Seite 136).



ACD, CD, ACB, CB,
70 .. ACE, 70 .. CE

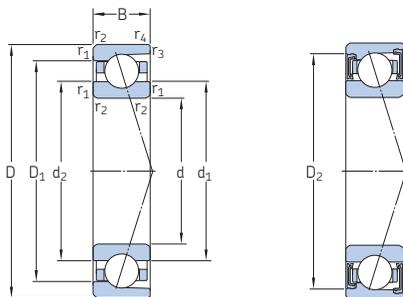


719 .. ACE, 719 .. CE

| Abmessungen | | | | | Anschlussmaße | | | | | | | | Fettbezugs- menge ¹⁾ | Berechnungs- faktor f ₀ | | |
|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------------|--|-----------------|---|
| d | d ₁ | d ₂ | D ₁ | D ₂ | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | d _a min. | d _b min. | D _a max. | D _b max. | r _a max. | r _b max. | d _n | G _{ref} | f ₀ | |
| mm | | | | | | | | | | | | | | | cm ³ | – |
| 120 Forts. | 134 | 130,2 | 151 | 154,4 | 1,1 | 0,6 | 126 | 123,2 | 159 | 161,8 | 1 | 0,6 | 137,4 | 15 | – | |
| | 134 | 130,2 | 151 | 154,4 | 1,1 | 0,6 | 126 | 123,2 | 159 | 161,8 | 1 | 0,6 | 137,4 | 15 | – | |
| | 134 | 130,2 | 151 | 154,4 | 1,1 | 0,6 | 126 | 123,2 | 159 | 161,8 | 1 | 0,6 | 137,4 | 15 | 8,5 | |
| | 134 | 130,2 | 151 | 154,4 | 1,1 | 0,6 | 126 | 123,2 | 159 | 161,8 | 1 | 0,6 | 137,4 | 15 | 8,5 | |
| | 133,9 | 133,9 | 151,1 | 154,1 | 1,1 | 0,6 | 126 | 126 | 159 | 161 | 1 | 0,6 | 137,6 | 15 | – | |
| | 133,9 | 133,9 | 151,1 | 154,1 | 1,1 | 0,6 | 126 | 126 | 159 | 161 | 1 | 0,6 | 137,6 | 15 | – | |
| | 133,9 | 133,9 | 151,1 | 154,1 | 1,1 | 0,6 | 126 | 126 | 159 | 161 | 1 | 0,6 | 137,6 | 15 | 16,5 | |
| | 133,9 | 133,9 | 151,1 | 154,1 | 1,1 | 0,6 | 126 | 126 | 159 | 161 | 1 | 0,6 | 137,6 | 15 | 16,5 | |
| | 143,2 | 140,8 | 161,9 | 161,9 | 2 | 1 | 129 | 129 | 171 | 175,4 | 2 | 1 | 144,7 | 24 | – | |
| | 143,2 | 140,8 | 161,9 | 161,9 | 2 | 1 | 129 | 129 | 171 | 175,4 | 2 | 1 | 144,7 | 24 | – | |
| | 143,2 | 140,8 | 161,9 | 161,9 | 2 | 1 | 129 | 129 | 171 | 175,4 | 2 | 1 | 144,7 | 24 | 9,8 | |
| | 143,2 | 140,8 | 161,9 | 161,9 | 2 | 1 | 129 | 129 | 171 | 175,4 | 2 | 1 | 144,7 | 24 | 9,8 | |
| 141,4 | 137,8 | 163,2 | 163,2 | 2 | 1 | 128,8 | 128,8 | 171,2 | 174,4 | 2 | 1 | 144,9 | 28 | – | | |
| 141,4 | 137,8 | 163,2 | 163,2 | 2 | 1 | 128,8 | 128,8 | 171,2 | 174,4 | 2 | 1 | 144,9 | 28 | – | | |
| 141,4 | 137,8 | 163,2 | 163,2 | 2 | 1 | 128,8 | 128,8 | 171,2 | 174,4 | 2 | 1 | 144,9 | 28 | 9,6 | | |
| 141,4 | 137,8 | 163,2 | 163,2 | 2 | 1 | 128,8 | 128,8 | 171,2 | 174,4 | 2 | 1 | 144,9 | 28 | 9,6 | | |
| 138,5 | 138,5 | 161,5 | 165,1 | 2 | 1 | 129 | 129 | 171 | 175 | 2 | 1 | 142,6 | 27 | – | | |
| 138,5 | 138,5 | 161,5 | 165,1 | 2 | 1 | 129 | 129 | 171 | 175 | 2 | 1 | 142,6 | 27 | – | | |
| 138,5 | 138,5 | 161,5 | 165,1 | 2 | 1 | 129 | 129 | 171 | 175 | 2 | 1 | 142,6 | 27 | 15,7 | | |
| 138,5 | 138,5 | 161,5 | 165,1 | 2 | 1 | 129 | 129 | 171 | 175 | 2 | 1 | 142,6 | 27 | 15,7 | | |
| 150,3 | 150,3 | 186,7 | – | 2,1 | 1,1 | 132 | 132 | 203 | 208 | 2 | 1 | 158,2 | 69 | – | | |
| 150,3 | 150,3 | 186,7 | – | 2,1 | 1,1 | 132 | 132 | 203 | 208 | 2 | 1 | 158,2 | 69 | – | | |
| 150,3 | 150,3 | 186,7 | – | 2,1 | 1,1 | 132 | 132 | 203 | 208 | 2 | 1 | 158,2 | 69 | 14,6 | | |
| 150,3 | 150,3 | 186,7 | – | 2,1 | 1,1 | 132 | 132 | 203 | 208 | 2 | 1 | 158,2 | 69 | 14,6 | | |
| 130 | 141,8 | 141,8 | 153,2 | – | 1,1 | 0,6 | 136 | 136 | 159 | 161,8 | 1 | 0,6 | 144 | 9,3 | – | |
| | 141,8 | 141,8 | 153,2 | – | 1,1 | 0,6 | 136 | 136 | 159 | 161,8 | 1 | 0,6 | 144 | 9,3 | – | |
| | 141,8 | 141,8 | 153,2 | – | 1,1 | 0,6 | 136 | 136 | 159 | 161,8 | 1 | 0,6 | 144 | 9,3 | 17,3 | |
| | 141,8 | 141,8 | 153,2 | – | 1,1 | 0,6 | 136 | 136 | 159 | 161,8 | 1 | 0,6 | 144 | 9,3 | 17,3 | |

¹⁾ Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101

2.1 Schrägkugellager d 130 – 140 mm



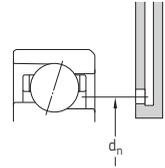
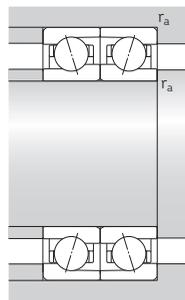
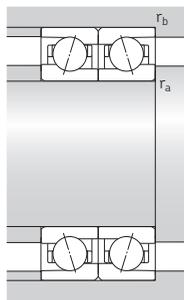
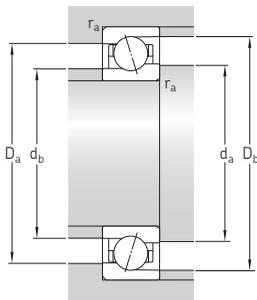
S... 1)

| Haupt- abmessungen | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenzbelas- tung P_u | Erreichbare Drehzahlen | | Gewicht ²⁾ kg | Kurzzeichen | Erhältliche Ausführungen | | | |
|-----------------------|------------|-------|--|------------------------|---|-----------------------------|-------------|------------------------------------|---|---|-------|
| | dyn. | stat. | | Fettschmie- rung | Öl-Luft- Schmie- rung ²⁾ | | | Dichtungs- lösung ¹⁾ | Direkte Öl- Luft- Schmie- rung ³⁾ | | |
| d D B | C | C_0 | kN | min^{-1} | min^{-1} | | – | – | | | |
| 130 | 180 | 24 | 87,1 | 102 | 3,45 | 6 700 | 10 000 | 1,55 | 71926 ACD/P4A | S | H1, L |
| Forts. | 180 | 24 | 87,1 | 102 | 3,45 | 7 500 | 12 000 | 1,3 | 71926 ACD/HCP4A | S | H1, L |
| | 180 | 24 | 92,3 | 108 | 3,65 | 7 000 | 11 000 | 1,55 | 71926 CD/P4A | S | H1, L |
| | 180 | 24 | 92,3 | 108 | 3,65 | 8 500 | 13 000 | 1,3 | 71926 CD/HCP4A | S | H1, L |
| | 200 | 33 | 140 | 150 | 4,9 | 6 000 | 9 000 | 3,25 | 7026 ACD/P4A | S | H1, L |
| | 200 | 33 | 140 | 150 | 4,9 | 7 500 | 12 000 | 2,65 | 7026 ACD/HCP4A | S | H1, L |
| | 200 | 33 | 148 | 156 | 5,2 | 7 000 | 10 000 | 3,25 | 7026 CD/P4A | S | H1, L |
| | 200 | 33 | 148 | 156 | 5,2 | 8 000 | 13 000 | 2,65 | 7026 CD/HCP4A | S | H1, L |
| | 230 | 40 | 203 | 212 | 6,7 | 5 600 | 8 500 | 6,35 | 7226 ACD/P4A | – | – |
| | 230 | 40 | 203 | 212 | 6,7 | 6 700 | 10 000 | 5,2 | 7226 ACD/HCP4A | – | – |
| | 230 | 40 | 216 | 224 | 6,95 | 6 300 | 9 500 | 6,35 | 7226 CD/P4A | – | – |
| | 230 | 40 | 216 | 224 | 6,95 | 7 500 | 11 000 | 5,2 | 7226 CD/HCP4A | – | – |
| 140 | 175 | 18 | 42,3 | 58,5 | 2 | 6 000 | 9 000 | 0,8 | 71828 ACD/P4 | – | – |
| | 175 | 18 | 42,3 | 58,5 | 2 | 7 000 | 11 000 | 0,71 | 71828 ACD/HCP4 | – | – |
| | 175 | 18 | 44,9 | 62 | 2,12 | 6 300 | 10 000 | 0,8 | 71828 CD/P4 | – | – |
| | 175 | 18 | 44,9 | 62 | 2,12 | 8 000 | 12 000 | 0,71 | 71828 CD/HCP4 | – | – |
| | 190 | 24 | 90,4 | 110 | 3,65 | 6 000 | 9 000 | 1,65 | 71928 ACD/P4A | S | H1, L |
| | 190 | 24 | 90,4 | 110 | 3,65 | 7 000 | 11 000 | 1,4 | 71928 ACD/HCP4A | S | H1, L |
| | 190 | 24 | 95,6 | 116 | 3,9 | 6 700 | 10 000 | 1,65 | 71928 CD/P4A | S | H1, L |
| | 190 | 24 | 95,6 | 116 | 3,9 | 8 000 | 12 000 | 1,4 | 71928 CD/HCP4A | S | H1, L |
| | 210 | 33 | 146 | 156 | 5,1 | 5 600 | 8 500 | 3,4 | 7028 ACD/P4A | S | H1, L |
| | 210 | 33 | 146 | 156 | 5,1 | 7 000 | 11 000 | 2,85 | 7028 ACD/HCP4A | S | H1, L |
| | 210 | 33 | 153 | 166 | 5,3 | 6 700 | 10 000 | 3,4 | 7028 CD/P4A | S | H1, L |
| | 210 | 33 | 153 | 166 | 5,3 | 7 500 | 12 000 | 2,85 | 7028 CD/HCP4A | S | H1, L |
| | 250 | 42 | 212 | 228 | 6,95 | 5 000 | 7 500 | 8,15 | 7228 ACD/P4A | – | – |
| | 250 | 42 | 212 | 228 | 6,95 | 6 000 | 9 000 | 6,9 | 7228 ACD/HCP4A | – | – |
| | 250 | 42 | 221 | 240 | 7,35 | 5 600 | 8 500 | 8,15 | 7228 CD/P4A | – | – |
| | 250 | 42 | 221 | 240 | 7,35 | 7 000 | 10 000 | 6,9 | 7228 CD/HCP4A | – | – |

1) Vorsetzzeichen S. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Dichtungslösungen* (→ Seite 136).

2) Trifft ausschließlich auf offene Lager zu.

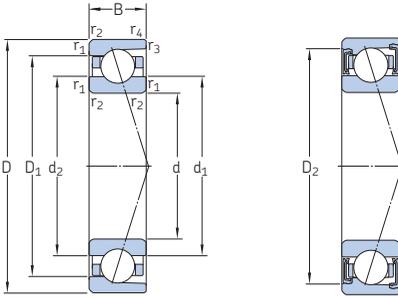
3) Nachsetzzeichen H, H1, L oder L1. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Direkte Öl-Luft-Schmierung* (→ Seite 136).



| Abmessungen | | | | | Anschlussmaße | | | | | | | | Fettbezugs- | Berechnungs- | |
|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|------------------|----------------|
| d | d ₁ | d ₂ | D ₁ | D ₂ | r _{1,2} | r _{3,4} | d _a | d _b | D _a | D _b | r _a | r _b | d _n | G _{ref} | f ₀ |
| | | | | | mm | | | | | | | | cm ³ | – | |
| 130 | 145,4 | 145,4 | 164,6 | 168,3 | 1,5 | 0,6 | 137 | 137 | 173 | 176 | 1,5 | 0,6 | 149,5 | 20 | – |
| Forts. | 145,4 | 145,4 | 164,6 | 168,3 | 1,5 | 0,6 | 137 | 137 | 173 | 176 | 1,5 | 0,6 | 149,5 | 20 | – |
| | 145,4 | 145,4 | 164,6 | 168,3 | 1,5 | 0,6 | 137 | 137 | 173 | 176 | 1,5 | 0,6 | 149,5 | 20 | 16,4 |
| | 145,4 | 145,4 | 164,6 | 168,3 | 1,5 | 0,6 | 137 | 137 | 173 | 176 | 1,5 | 0,6 | 149,5 | 20 | 16,4 |
| | 151,6 | 151,6 | 178,4 | 183,1 | 2 | 1 | 139 | 139 | 191 | 195 | 2 | 1 | 156,4 | 42 | – |
| | 151,6 | 151,6 | 178,4 | 183,1 | 2 | 1 | 139 | 139 | 191 | 195 | 2 | 1 | 156,4 | 42 | – |
| | 151,6 | 151,6 | 178,4 | 183,1 | 2 | 1 | 139 | 139 | 191 | 195 | 2 | 1 | 156,4 | 42 | 15,6 |
| | 151,6 | 151,6 | 178,4 | 183,1 | 2 | 1 | 139 | 139 | 191 | 195 | 2 | 1 | 156,4 | 42 | 15,6 |
| | 162,8 | 162,8 | 199,2 | – | 3 | 1,1 | 144 | 144 | 216 | 223 | 2,5 | 1 | 170,7 | 72 | – |
| | 162,8 | 162,8 | 199,2 | – | 3 | 1,1 | 144 | 144 | 216 | 223 | 2,5 | 1 | 170,7 | 72 | – |
| | 162,8 | 162,8 | 199,2 | – | 3 | 1,1 | 144 | 144 | 216 | 223 | 2,5 | 1 | 170,7 | 72 | 14,9 |
| | 162,8 | 162,8 | 199,2 | – | 3 | 1,1 | 144 | 144 | 216 | 223 | 2,5 | 1 | 170,7 | 72 | 14,9 |
| 140 | 151,3 | 151,3 | 163,7 | – | 1,1 | 0,6 | 146 | 146 | 169 | 171,8 | 1 | 0,6 | 153,2 | 9,9 | – |
| | 151,3 | 151,3 | 163,7 | – | 1,1 | 0,6 | 146 | 146 | 169 | 171,8 | 1 | 0,6 | 153,2 | 9,9 | – |
| | 151,3 | 151,3 | 163,7 | – | 1,1 | 0,6 | 146 | 146 | 169 | 171,8 | 1 | 0,6 | 153,2 | 9,9 | 17,3 |
| | 151,3 | 151,3 | 163,7 | – | 1,1 | 0,6 | 146 | 146 | 169 | 171,8 | 1 | 0,6 | 153,2 | 9,9 | 17,3 |
| | 155,4 | 155,4 | 174,6 | 178,3 | 1,5 | 0,6 | 147 | 147 | 183 | 186 | 1,5 | 0,6 | 159,5 | 22 | – |
| | 155,4 | 155,4 | 174,6 | 178,3 | 1,5 | 0,6 | 147 | 147 | 183 | 186 | 1,5 | 0,6 | 159,5 | 22 | – |
| | 155,4 | 155,4 | 174,6 | 178,3 | 1,5 | 0,6 | 147 | 147 | 183 | 186 | 1,5 | 0,6 | 159,5 | 22 | 16,6 |
| | 155,4 | 155,4 | 174,6 | 178,3 | 1,5 | 0,6 | 147 | 147 | 183 | 186 | 1,5 | 0,6 | 159,5 | 22 | 16,6 |
| | 161,6 | 161,6 | 188,4 | 193,1 | 2 | 1 | 149 | 149 | 201 | 205 | 2 | 1 | 166,3 | 45 | – |
| | 161,6 | 161,6 | 188,4 | 193,1 | 2 | 1 | 149 | 149 | 201 | 205 | 2 | 1 | 166,3 | 45 | – |
| | 161,6 | 161,6 | 188,4 | 193,1 | 2 | 1 | 149 | 149 | 201 | 205 | 2 | 1 | 166,3 | 45 | 15,8 |
| | 161,6 | 161,6 | 188,4 | 193,1 | 2 | 1 | 149 | 149 | 201 | 205 | 2 | 1 | 166,3 | 45 | 15,8 |
| | 176,9 | 176,9 | 213,2 | – | 3 | 1,5 | 154 | 154 | 236 | 241 | 2,5 | 1,5 | 184,8 | 84 | – |
| | 176,9 | 176,9 | 213,2 | – | 3 | 1,5 | 154 | 154 | 236 | 241 | 2,5 | 1,5 | 184,8 | 84 | – |
| | 176,9 | 176,9 | 213,2 | – | 3 | 1,5 | 154 | 154 | 236 | 241 | 2,5 | 1,5 | 184,8 | 84 | 15,2 |
| | 176,9 | 176,9 | 213,2 | – | 3 | 1,5 | 154 | 154 | 236 | 241 | 2,5 | 1,5 | 184,8 | 84 | 15,2 |

¹⁾ Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101

2.1 Schrägkugellager d 150 – 170 mm



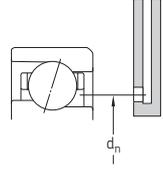
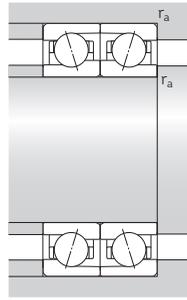
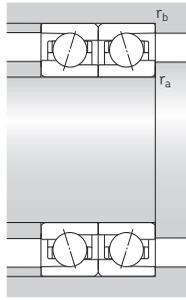
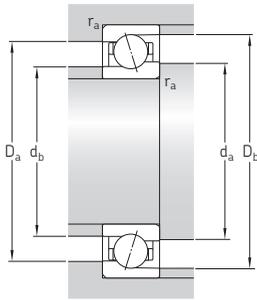
S... 1)

| Hauptabmessungen | | | Tragzahlen | | Ermüdungsgrenzbelastung P_u | Erreichbare Drehzahlen | | Gewicht ²⁾ | Kurzzeichen | Erhältliche Ausführungen | |
|------------------|-----|----|------------|-------|----------------------------------|------------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------------|--------------------------------|--|
| d | D | B | dyn. | stat. | | Fettschmierung | Öl-Luft-Schmierung ²⁾ | | | Dichtungs-lösung ¹⁾ | Direkte Öl-Luft-Schmierung ³⁾ |
| mm | | | kN | | kN | min^{-1} | | kg | - | - | |
| 150 | 190 | 20 | 48,8 | 68 | 2,2 | 5 300 | 8 500 | 1,1 | 71830 ACD/P4 | - | - |
| | 190 | 20 | 48,8 | 68 | 2,2 | 6 300 | 10 000 | 0,98 | 71830 ACD/HCP4 | - | - |
| | 190 | 20 | 52 | 72 | 2,36 | 6 000 | 9 000 | 1,1 | 71830 CD/P4 | - | - |
| | 190 | 20 | 52 | 72 | 2,36 | 7 000 | 11 000 | 0,98 | 71830 CD/HCP4 | - | - |
| | 210 | 28 | 119 | 140 | 4,5 | 5 600 | 8 500 | 2,55 | 71930 ACD/P4A | S | H1, L |
| | 210 | 28 | 119 | 140 | 4,5 | 6 700 | 10 000 | 2,05 | 71930 ACD/HCP4A | S | H1, L |
| | 210 | 28 | 125 | 146 | 4,75 | 6 300 | 9 500 | 2,55 | 71930 CD/P4A | S | H1, L |
| | 210 | 28 | 125 | 146 | 4,75 | 7 500 | 11 000 | 2,05 | 71930 CD/HCP4A | S | H1, L |
| | 225 | 35 | 163 | 180 | 5,6 | 5 300 | 8 000 | 4,15 | 7030 ACD/P4A | S | H1, L |
| | 225 | 35 | 163 | 180 | 5,6 | 6 700 | 10 000 | 3,45 | 7030 ACD/HCP4A | S | H1, L |
| | 225 | 35 | 172 | 190 | 5,85 | 6 000 | 9 000 | 4,15 | 7030 CD/P4A | S | H1, L |
| | 225 | 35 | 172 | 190 | 5,85 | 7 000 | 11 000 | 3,45 | 7030 CD/HCP4A | S | H1, L |
| 160 | 200 | 20 | 50,7 | 75 | 2,36 | 5 000 | 8 000 | 1,25 | 71832 ACD/P4 | - | - |
| | 200 | 20 | 50,7 | 75 | 2,36 | 6 000 | 9 500 | 1,1 | 71832 ACD/HCP4 | - | - |
| | 200 | 20 | 54 | 78 | 2,5 | 5 600 | 8 500 | 1,25 | 71832 CD/P4 | - | - |
| | 200 | 20 | 54 | 78 | 2,5 | 6 700 | 10 000 | 1,1 | 71832 CD/HCP4 | - | - |
| | 220 | 28 | 124 | 153 | 4,75 | 5 300 | 8 000 | 2,7 | 71932 ACD/P4A | - | H1, L |
| | 220 | 28 | 124 | 153 | 4,75 | 6 300 | 9 500 | 2,25 | 71932 ACD/HCP4A | - | H1, L |
| | 220 | 28 | 130 | 160 | 5 | 6 000 | 9 000 | 2,7 | 71932 CD/P4A | - | H1, L |
| | 220 | 28 | 130 | 160 | 5 | 7 500 | 11 000 | 2,25 | 71932 CD/HCP4A | - | H1, L |
| | 240 | 38 | 182 | 204 | 6,2 | 5 000 | 7 500 | 5,15 | 7032 ACD/P4A | - | H1, L |
| | 240 | 38 | 182 | 204 | 6,2 | 6 300 | 9 500 | 4,25 | 7032 ACD/HCP4A | - | H1, L |
| | 240 | 38 | 195 | 216 | 6,55 | 5 600 | 8 500 | 5,15 | 7032 CD/P4A | - | H1, L |
| | 240 | 38 | 195 | 216 | 6,55 | 6 700 | 11 000 | 4,25 | 7032 CD/HCP4A | - | H1, L |
| 170 | 230 | 28 | 124 | 160 | 4,8 | 5 000 | 7 500 | 2,85 | 71934 ACD/P4A | - | H1 |
| | 230 | 28 | 124 | 160 | 4,8 | 6 000 | 9 000 | 2,35 | 71934 ACD/HCP4A | - | H1 |
| | 230 | 28 | 133 | 166 | 5,1 | 5 600 | 8 500 | 2,85 | 71934 CD/P4A | - | H1 |
| | 230 | 28 | 133 | 166 | 5,1 | 7 000 | 10 000 | 2,35 | 71934 CD/HCP4A | - | H1 |

1) Vorsetzzeichen S. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Dichtungslösungen* (→ Seite 136).

2) Trifft ausschließlich auf offene Lager zu.

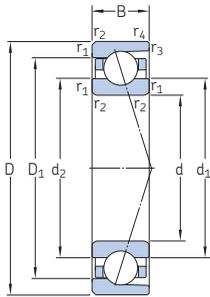
3) Nachsetzzeichen H, H1, L oder L1. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Direkte Öl-Luft-Schmierung* (→ Seite 136).



| Abmessungen | | | | | Anschlussmaße | | | | | | | | Fettbezugs- menge ¹⁾ | Berechnungs- faktor f ₀ | | |
|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------------|--|-----------------|---|
| d | d ₁ | d ₂ | D ₁ | D ₂ | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | d _a min. | d _b min. | D _a max. | D _b max. | r _a max. | r _b max. | d _n | G _{ref} | | |
| mm | | | | | | | | | | | | | | | cm ³ | – |
| 150 | 163,4 | 163,4 | 176,7 | – | 1,1 | 0,6 | 156 | 156 | 184 | 186,8 | 1 | 0,6 | 165,6 | 13 | – | |
| | 163,4 | 163,4 | 176,7 | – | 1,1 | 0,6 | 156 | 156 | 184 | 186,8 | 1 | 0,6 | 165,6 | 13 | – | |
| | 163,4 | 163,4 | 176,7 | – | 1,1 | 0,6 | 156 | 156 | 184 | 186,8 | 1 | 0,6 | 165,6 | 13 | 17,3 | |
| | 163,4 | 163,4 | 176,7 | – | 1,1 | 0,6 | 156 | 156 | 184 | 186,8 | 1 | 0,6 | 165,6 | 13 | 17,3 | |
| | 168,5 | 168,5 | 191,5 | 195,2 | 2 | 1 | 159 | 159 | 201 | 205 | 2 | 1 | 173,5 | 33 | – | |
| | 168,5 | 168,5 | 191,5 | 195,2 | 2 | 1 | 159 | 159 | 201 | 205 | 2 | 1 | 173,5 | 33 | – | |
| | 168,5 | 168,5 | 191,5 | 195,2 | 2 | 1 | 159 | 159 | 201 | 205 | 2 | 1 | 173,5 | 33 | 16,2 | |
| | 168,5 | 168,5 | 191,5 | 195,2 | 2 | 1 | 159 | 159 | 201 | 205 | 2 | 1 | 173,5 | 33 | 16,2 | |
| | 173,1 | 173,1 | 201,9 | 206,6 | 2,1 | 1 | 161 | 161 | 214 | 220 | 2 | 1 | 178,2 | 54 | – | |
| | 173,1 | 173,1 | 201,9 | 206,6 | 2,1 | 1 | 161 | 161 | 214 | 220 | 2 | 1 | 178,2 | 54 | – | |
| | 173,1 | 173,1 | 201,9 | 206,6 | 2,1 | 1 | 161 | 161 | 214 | 220 | 2 | 1 | 178,2 | 54 | 15,8 | |
| | 173,1 | 173,1 | 201,9 | 206,6 | 2,1 | 1 | 161 | 161 | 214 | 220 | 2 | 1 | 178,2 | 54 | 15,8 | |
| 160 | 173,4 | 173,4 | 186,7 | – | 1,1 | 0,6 | 166 | 166 | 194 | 196,8 | 1 | 0,6 | 175,6 | 14 | – | |
| | 173,4 | 173,4 | 186,7 | – | 1,1 | 0,6 | 166 | 166 | 194 | 196,8 | 1 | 0,6 | 175,6 | 14 | – | |
| | 173,4 | 173,4 | 186,7 | – | 1,1 | 0,6 | 166 | 166 | 194 | 196,8 | 1 | 0,6 | 175,6 | 14 | 17,4 | |
| | 173,4 | 173,4 | 186,7 | – | 1,1 | 0,6 | 166 | 166 | 194 | 196,8 | 1 | 0,6 | 175,6 | 14 | 17,4 | |
| | 178,5 | 178,5 | 201,5 | – | 2 | 1 | 169 | 169 | 211 | 215 | 2 | 1 | 183,5 | 33 | – | |
| | 178,5 | 178,5 | 201,5 | – | 2 | 1 | 169 | 169 | 211 | 215 | 2 | 1 | 183,5 | 33 | – | |
| | 178,5 | 178,5 | 201,5 | – | 2 | 1 | 169 | 169 | 211 | 215 | 2 | 1 | 183,5 | 33 | 16,4 | |
| | 178,5 | 178,5 | 201,5 | – | 2 | 1 | 169 | 169 | 211 | 215 | 2 | 1 | 183,5 | 33 | 16,4 | |
| | 184,7 | 184,7 | 215,3 | – | 2,1 | 1 | 171 | 171 | 229 | 235 | 2 | 1 | 191,4 | 66 | – | |
| | 184,7 | 184,7 | 215,3 | – | 2,1 | 1 | 171 | 171 | 229 | 235 | 2 | 1 | 191,4 | 66 | – | |
| | 184,7 | 184,7 | 215,3 | – | 2,1 | 1 | 171 | 171 | 229 | 235 | 2 | 1 | 191,4 | 66 | 15,8 | |
| | 184,7 | 184,7 | 215,3 | – | 2,1 | 1 | 171 | 171 | 229 | 235 | 2 | 1 | 191,4 | 66 | 15,8 | |
| 170 | 188,5 | 188,5 | 211,5 | – | 2 | 1 | 179 | 179 | 221 | 225 | 2 | 1 | 193,5 | 36 | – | |
| | 188,5 | 188,5 | 211,5 | – | 2 | 1 | 179 | 179 | 221 | 225 | 2 | 1 | 193,5 | 36 | – | |
| | 188,5 | 188,5 | 211,5 | – | 2 | 1 | 179 | 179 | 221 | 225 | 2 | 1 | 193,5 | 36 | 16,5 | |
| | 188,5 | 188,5 | 211,5 | – | 2 | 1 | 179 | 179 | 221 | 225 | 2 | 1 | 193,5 | 36 | 16,5 | |

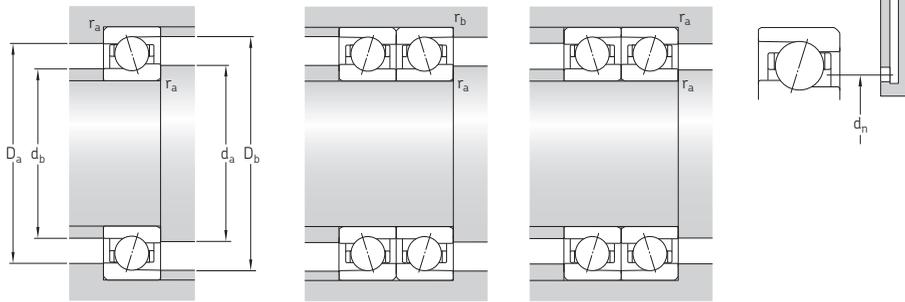
¹⁾ Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101

2.1 Schrägkugellager d 170 – 200 mm



| Haupt- abmessungen | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenzbelas- tung P_u | Erreichbare Fettschmie- rung | Drehzahlen | | Gewicht | Kurzzeichen | Erhältliche Ausführungen | | |
|-----------------------|------------|-------|--|------------------------------------|------------------------|-------------------|-------------------|-------------|---|---|-------|
| | dyn. | stat. | | | Öl-Luft- Schmierung | Dichte- lösung | | | Direkte Öl- Luft- Schmie- rung ¹⁾ | | |
| d | D | B | C | C_0 | | | | | | | |
| mm | | | | | kN | kN | min^{-1} | kg | - | - | |
| 170 Forts. | 260 | 42 | 199 | 232 | 6,7 | 4 800 | 7 000 | 7 | 7034 ACD/P4A | - | H1, L |
| | 260 | 42 | 199 | 232 | 6,7 | 6 000 | 9 000 | 5,95 | 7034 ACD/HCP4A | - | H1, L |
| | 260 | 42 | 212 | 245 | 7,1 | 5 300 | 8 000 | 7 | 7034 CD/P4A | - | H1, L |
| | 260 | 42 | 212 | 245 | 7,1 | 6 300 | 10 000 | 5,95 | 7034 CD/HCP4A | - | H1, L |
| 180 | 250 | 33 | 159 | 200 | 5,85 | 4 800 | 7 000 | 4,2 | 71936 ACD/P4A | - | H1 |
| | 250 | 33 | 159 | 200 | 5,85 | 5 600 | 8 500 | 3,5 | 71936 ACD/HCP4A | - | H1 |
| | 250 | 33 | 168 | 212 | 6,1 | 5 300 | 8 000 | 4,2 | 71936 CD/P4A | - | H1 |
| | 250 | 33 | 168 | 212 | 6,1 | 6 700 | 9 500 | 3,5 | 71936 CD/HCP4A | - | H1 |
| | 280 | 46 | 229 | 275 | 7,65 | 4 300 | 6 300 | 9,1 | 7036 ACD/P4A | - | H1, L |
| | 280 | 46 | 229 | 275 | 7,65 | 5 300 | 8 000 | 7,7 | 7036 ACD/HCP4A | - | H1, L |
| | 280 | 46 | 242 | 290 | 8,15 | 5 000 | 7 500 | 9,1 | 7036 CD/P4A | - | H1, L |
| | 280 | 46 | 242 | 290 | 8,15 | 6 000 | 9 000 | 7,7 | 7036 CD/HCP4A | - | H1, L |
| 190 | 260 | 33 | 163 | 208 | 5,85 | 4 500 | 6 700 | 4,35 | 71938 ACD/P4A | - | H1 |
| | 260 | 33 | 163 | 208 | 5,85 | 5 300 | 8 000 | 3,65 | 71938 ACD/HCP4A | - | H1 |
| | 260 | 33 | 172 | 220 | 6,2 | 5 000 | 7 500 | 4,35 | 71938 CD/P4A | - | H1 |
| | 260 | 33 | 172 | 220 | 6,2 | 6 300 | 9 000 | 3,65 | 71938 CD/HCP4A | - | H1 |
| | 290 | 46 | 234 | 290 | 8 | 4 300 | 6 300 | 9,5 | 7038 ACD/P4A | - | H1 |
| | 290 | 46 | 234 | 290 | 8 | 5 300 | 8 000 | 8,05 | 7038 ACD/HCP4A | - | H1 |
| | 290 | 46 | 247 | 305 | 8,3 | 4 800 | 7 000 | 9,5 | 7038 CD/P4A | - | H1 |
| | 290 | 46 | 247 | 305 | 8,3 | 5 600 | 9 000 | 8,05 | 7038 CD/HCP4A | - | H1 |
| 200 | 280 | 38 | 199 | 250 | 6,8 | 4 300 | 6 300 | 6,1 | 71940 ACD/P4A | - | H1 |
| | 280 | 38 | 199 | 250 | 6,8 | 5 000 | 7 500 | 5,1 | 71940 ACD/HCP4A | - | H1 |
| | 280 | 38 | 208 | 265 | 7,2 | 4 800 | 7 000 | 6,1 | 71940 CD/P4A | - | H1 |
| | 280 | 38 | 208 | 265 | 7,2 | 6 000 | 8 500 | 5,1 | 71940 CD/HCP4A | - | H1 |
| | 310 | 51 | 281 | 365 | 9,8 | 4 000 | 6 000 | 12,5 | 7040 ACD/P4A | - | H1 |
| | 310 | 51 | 281 | 365 | 9,8 | 5 000 | 7 500 | 10 | 7040 ACD/HCP4A | - | H1 |
| | 310 | 51 | 296 | 390 | 10,2 | 4 500 | 6 700 | 12,5 | 7040 CD/P4A | - | H1 |
| | 310 | 51 | 296 | 390 | 10,2 | 5 300 | 8 000 | 10 | 7040 CD/HCP4A | - | H1 |

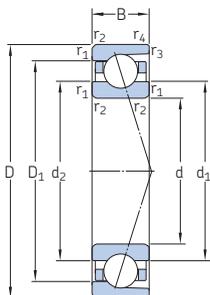
¹⁾ Nachsetzzeichen H, H1, L oder L1. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Direkte Öl-Luft-Schmierung* (→ Seite 136).



| Abmessungen | | | | | Anschlussmaße | | | | | | | | Fettbezugs- | Berechnungs- | | |
|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------|------------------|-----------------|---|
| d | d ₁ | d ₂ | D ₁ | D ₂ | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | d _a min. | d _b min. | D _a max. | D _b max. | r _a max. | r _b max. | d _n | G _{ref} | f ₀ | |
| mm | | | | | | | | | | | | | | | cm ³ | - |
| 170 | 198,7 | 198,7 | 231,3 | - | 2,1 | 1,1 | 181 | 181 | 249 | 254 | 2 | 1 | 205,8 | 84 | - | |
| Forts. | 198,7 | 198,7 | 231,3 | - | 2,1 | 1,1 | 181 | 181 | 249 | 254 | 2 | 1 | 205,8 | 84 | - | |
| | 198,7 | 198,7 | 231,3 | - | 2,1 | 1,1 | 181 | 181 | 249 | 254 | 2 | 1 | 205,8 | 84 | 15,9 | |
| | 198,7 | 198,7 | 231,3 | - | 2,1 | 1,1 | 181 | 181 | 249 | 254 | 2 | 1 | 205,8 | 84 | 15,9 | |
| 180 | 201,6 | 201,6 | 228,4 | - | 2 | 1 | 189 | 189 | 241 | 245 | 2 | 1 | 207,4 | 54 | - | |
| | 201,6 | 201,6 | 228,4 | - | 2 | 1 | 189 | 189 | 241 | 245 | 2 | 1 | 207,4 | 54 | - | |
| | 201,6 | 201,6 | 228,4 | - | 2 | 1 | 189 | 189 | 241 | 245 | 2 | 1 | 207,4 | 54 | 16,3 | |
| | 201,6 | 201,6 | 228,4 | - | 2 | 1 | 189 | 189 | 241 | 245 | 2 | 1 | 207,4 | 54 | 16,3 | |
| | 211,8 | 211,8 | 248,2 | - | 2,1 | 1,1 | 191 | 191 | 269 | 274 | 2 | 1 | 219,7 | 111 | - | |
| | 211,8 | 211,8 | 248,2 | - | 2,1 | 1,1 | 191 | 191 | 269 | 274 | 2 | 1 | 219,7 | 111 | - | |
| | 211,8 | 211,8 | 248,2 | - | 2,1 | 1,1 | 191 | 191 | 269 | 274 | 2 | 1 | 219,7 | 111 | 15,7 | |
| | 211,8 | 211,8 | 248,2 | - | 2,1 | 1,1 | 191 | 191 | 269 | 274 | 2 | 1 | 219,7 | 111 | 15,7 | |
| 190 | 211,6 | 211,6 | 238,4 | - | 2 | 1 | 199 | 199 | 251 | 255 | 2 | 1 | 217,4 | 57 | - | |
| | 211,6 | 211,6 | 238,4 | - | 2 | 1 | 199 | 199 | 251 | 255 | 2 | 1 | 217,4 | 57 | - | |
| | 211,6 | 211,6 | 238,4 | - | 2 | 1 | 199 | 199 | 251 | 255 | 2 | 1 | 217,4 | 57 | 16,4 | |
| | 211,6 | 211,6 | 238,4 | - | 2 | 1 | 199 | 199 | 251 | 255 | 2 | 1 | 217,4 | 57 | 16,4 | |
| | 221,8 | 221,8 | 258,2 | - | 2,1 | 1,1 | 201 | 201 | 279 | 284 | 2 | 1 | 229,7 | 114 | - | |
| | 221,8 | 221,8 | 258,2 | - | 2,1 | 1,1 | 201 | 201 | 279 | 284 | 2 | 1 | 229,7 | 114 | - | |
| | 221,8 | 221,8 | 258,2 | - | 2,1 | 1,1 | 201 | 201 | 279 | 284 | 2 | 1 | 229,7 | 114 | 15,9 | |
| | 221,8 | 221,8 | 258,2 | - | 2,1 | 1,1 | 201 | 201 | 279 | 284 | 2 | 1 | 229,7 | 114 | 15,9 | |
| 200 | 224,7 | 224,7 | 255,3 | - | 2,1 | 1 | 209 | 209 | 271 | 275 | 2 | 1 | 231,4 | 81 | - | |
| | 224,7 | 224,7 | 255,3 | - | 2,1 | 1 | 209 | 209 | 271 | 275 | 2 | 1 | 231,4 | 81 | - | |
| | 224,7 | 224,7 | 255,3 | - | 2,1 | 1 | 209 | 209 | 271 | 275 | 2 | 1 | 231,4 | 81 | 16,3 | |
| | 224,7 | 224,7 | 255,3 | - | 2,1 | 1 | 209 | 209 | 271 | 275 | 2 | 1 | 231,4 | 81 | 16,3 | |
| | 233,9 | 233,9 | 276,1 | - | 2,1 | 1,1 | 211 | 211 | 299 | 304 | 2 | 1 | 243,2 | 153 | - | |
| | 233,9 | 233,9 | 276,1 | - | 2,1 | 1,1 | 211 | 211 | 299 | 304 | 2 | 1 | 243,2 | 153 | - | |
| | 233,9 | 233,9 | 276,1 | - | 2,1 | 1,1 | 211 | 211 | 299 | 304 | 2 | 1 | 243,2 | 153 | 15,6 | |
| | 233,9 | 233,9 | 276,1 | - | 2,1 | 1,1 | 211 | 211 | 299 | 304 | 2 | 1 | 243,2 | 153 | 15,6 | |

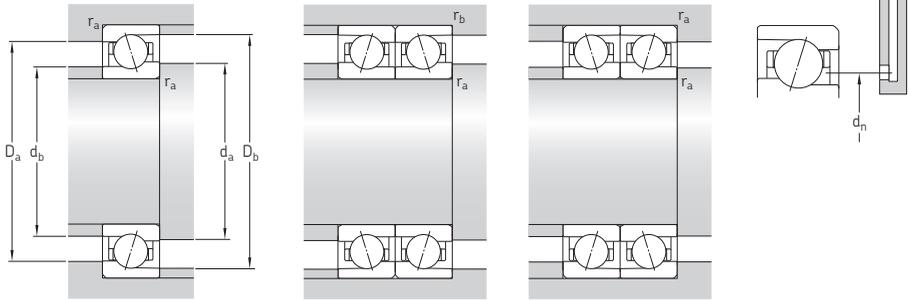
1) Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101

2.1 Schrägkugellager d 220 – 300 mm



| Haupt- abmessungen | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenzbelas- tung P_u | Erreichbare Fettschmie- rung | Drehzahlen | | Gewicht | Kurzzeichen | Erhältliche Ausführungen | | | |
|-----------------------|------------|-------|--|------------------------------------|------------------------|-------------------|---------|-------------|---|-----------------|---|---|
| | dyn. | stat. | | | Öl-Luft- Schmierung | Dichte- lösung | | | Direkte Öl- Luft- Schmie- rung ¹⁾ | | | |
| d D B | C | C_0 | kN | kN | min^{-1} | min^{-1} | kg | - | - | - | | |
| 220 | 300 | 38 | 208 | 285 | 7,5 | 3 800 | 5 600 | 6,6 | 71944 ACD/P4A | - | L | |
| | 300 | 38 | 208 | 285 | 7,5 | 4 500 | 6 700 | 5,55 | 71944 ACD/HCP4A | - | L | |
| | 300 | 38 | 221 | 300 | 7,8 | 4 300 | 6 300 | 6,6 | 71944 CD/P4A | - | L | |
| | 300 | 38 | 221 | 300 | 7,8 | 5 300 | 7 500 | 5,55 | 71944 CD/HCP4A | - | L | |
| | 340 | 56 | 319 | 440 | 11 | 3 600 | 5 300 | 16 | 7044 ACD/P4A | - | - | |
| | 340 | 56 | 319 | 440 | 11 | 4 500 | 6 700 | 13 | 7044 ACD/HCP4A | - | - | |
| | 340 | 56 | 338 | 455 | 11,6 | 4 000 | 6 000 | 16 | 7044 CD/P4A | - | - | |
| | 340 | 56 | 338 | 455 | 11,6 | 4 800 | 7 500 | 13 | 7044 CD/HCP4A | - | - | |
| | 240 | 320 | 38 | 216 | 305 | 7,8 | 3 200 | 4 800 | 8,5 | 71948 ACD/P4A | - | L |
| | | 320 | 38 | 216 | 305 | 7,8 | 3 800 | 5 600 | 6 | 71948 ACD/HCP4A | - | L |
| | | 320 | 38 | 229 | 325 | 8,15 | 3 800 | 5 600 | 8,5 | 71948 CD/P4A | - | L |
| | | 320 | 38 | 229 | 325 | 8,15 | 4 800 | 6 700 | 6 | 71948 CD/HCP4A | - | L |
| 360 | | 56 | 325 | 465 | 11,4 | 3 400 | 5 000 | 17 | 7048 ACD/P4A | - | - | |
| 360 | | 56 | 325 | 465 | 11,4 | 4 300 | 6 300 | 14 | 7048 ACD/HCP4A | - | - | |
| 360 | | 56 | 345 | 490 | 12 | 3 800 | 5 600 | 17 | 7048 CD/P4A | - | - | |
| 360 | | 56 | 345 | 490 | 12 | 4 500 | 7 000 | 14 | 7048 CD/HCP4A | - | - | |
| 260 | | 360 | 46 | 265 | 400 | 9,65 | 2 800 | 4 300 | 12 | 71952 ACD/P4A | - | L |
| | | 360 | 46 | 265 | 400 | 9,65 | 3 600 | 5 300 | 10,5 | 71952 ACD/HCP4A | - | L |
| | 360 | 46 | 281 | 425 | 10,2 | 3 400 | 5 000 | 12 | 71952 CD/P4A | - | L | |
| | 360 | 46 | 281 | 425 | 10,2 | 4 300 | 6 000 | 10,5 | 71952 CD/HCP4A | - | L | |
| | 400 | 65 | 397 | 600 | 14 | 3 000 | 4 500 | 25,5 | 7052 ACD/P4A | - | - | |
| | 400 | 65 | 416 | 630 | 14,6 | 3 400 | 5 300 | 25,5 | 7052 CD/P4A | - | - | |
| | 280 | 380 | 46 | 276 | 430 | 10 | 2 600 | 4 000 | 13 | 71956 ACD/P4A | - | - |
| | | 380 | 46 | 276 | 430 | 10 | 3 200 | 4 800 | 11 | 71956 ACD/HCP4A | - | - |
| 380 | | 46 | 291 | 455 | 10,6 | 3 200 | 4 800 | 13 | 71956 CD/P4A | - | - | |
| 380 | | 46 | 291 | 455 | 10,6 | 4 000 | 5 600 | 11 | 71956 CD/HCP4A | - | - | |
| 300 | 420 | 56 | 351 | 560 | 12,7 | 2 200 | 3 400 | 23 | 71960 ACDMA/P4A | - | - | |
| | 420 | 56 | 351 | 560 | 12,7 | 2 600 | 4 000 | 19,5 | 71960 ACDMA/HCP4A | - | - | |
| | 420 | 56 | 371 | 600 | 13,4 | 3 000 | 4 500 | 23 | 71960 CDMA/P4A | - | - | |
| | 420 | 56 | 371 | 600 | 13,4 | 3 800 | 5 300 | 19,5 | 71960 CDMA/HCP4A | - | - | |

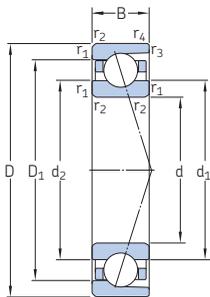
¹⁾ Nachsetzzeichen H, H1, L oder L1. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Direkte Öl-Luft-Schmierung* (→ Seite 136).



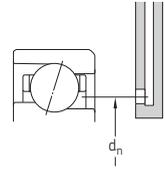
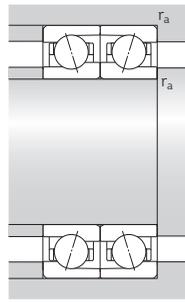
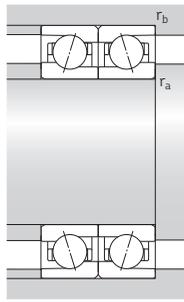
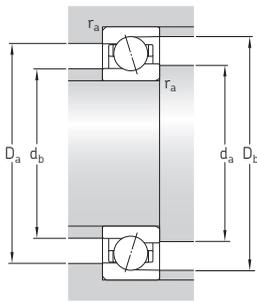
| Abmessungen | | | | | Anschlussmaße | | | | | | | | Fettbezugs- menge ¹⁾ | Berechnungs- faktor f ₀ | | |
|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------------|--|-----------------|---|
| d | d ₁ | d ₂ | D ₁ | D ₂ | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | d _a min. | d _b min. | D _a max. | D _b max. | r _a max. | r _b max. | d _n | G _{ref} | | |
| mm | | | | | | | | | | | | | | | cm ³ | – |
| 220 | 244,7 | 244,7 | 275,3 | – | 2,1 | 1 | 231 | 231 | 289 | 295 | 2 | 1 | 251,4 | 84 | – | |
| | 244,7 | 244,7 | 275,3 | – | 2,1 | 1 | 231 | 231 | 289 | 295 | 2 | 1 | 251,4 | 84 | – | |
| | 244,7 | 244,7 | 275,3 | – | 2,1 | 1 | 231 | 231 | 289 | 295 | 2 | 1 | 251,4 | 84 | 16,5 | |
| | 244,7 | 244,7 | 275,3 | – | 2,1 | 1 | 231 | 231 | 289 | 295 | 2 | 1 | 251,4 | 84 | 16,5 | |
| | 257 | 257 | 303 | – | 3 | 1,5 | 233 | 233 | 327 | 334 | 2,5 | 1,5 | 267,1 | 201 | – | |
| 257 | 257 | 303 | – | 3 | 1,5 | 233 | 233 | 327 | 334 | 2,5 | 1,5 | 267,1 | 201 | – | | |
| 257 | 257 | 303 | – | 3 | 1,5 | 233 | 233 | 327 | 334 | 2,5 | 1,5 | 267,1 | 201 | 15,6 | | |
| 257 | 257 | 303 | – | 3 | 1,5 | 233 | 233 | 327 | 334 | 2,5 | 1,5 | 267,1 | 201 | 15,6 | | |
| 240 | 264,7 | 264,7 | 295,3 | – | 2,1 | 1 | 251 | 251 | 309 | 315 | 2 | 1 | 271,4 | 93 | – | |
| | 264,7 | 264,7 | 295,3 | – | 2,1 | 1 | 251 | 251 | 309 | 315 | 2 | 1 | 271,4 | 93 | – | |
| | 264,7 | 264,7 | 295,3 | – | 2,1 | 1 | 251 | 251 | 309 | 315 | 2 | 1 | 271,4 | 93 | 16,7 | |
| | 264,7 | 264,7 | 295,3 | – | 2,1 | 1 | 251 | 251 | 309 | 315 | 2 | 1 | 271,4 | 93 | 16,7 | |
| | 277 | 277 | 323 | – | 3 | 1,5 | 253 | 253 | 347 | 354 | 2,5 | 1,5 | 287 | 216 | – | |
| 277 | 277 | 323 | – | 3 | 1,5 | 253 | 253 | 347 | 354 | 2,5 | 1,5 | 287 | 216 | – | | |
| 277 | 277 | 323 | – | 3 | 1,5 | 253 | 253 | 347 | 354 | 2,5 | 1,5 | 287 | 216 | 15,8 | | |
| 277 | 277 | 323 | – | 3 | 1,5 | 253 | 253 | 347 | 354 | 2,5 | 1,5 | 287 | 216 | 15,8 | | |
| 260 | 291,8 | 291,8 | 328,2 | – | 2,1 | 1,1 | 271 | 271 | 349 | 354 | 2 | 1 | 299,7 | 150 | – | |
| | 291,8 | 291,8 | 328,2 | – | 2,1 | 1,1 | 271 | 271 | 349 | 354 | 2 | 1 | 299,7 | 150 | – | |
| | 291,8 | 291,8 | 328,2 | – | 2,1 | 1,1 | 271 | 271 | 349 | 354 | 2 | 1 | 299,7 | 150 | 16,5 | |
| | 291,8 | 291,8 | 328,2 | – | 2,1 | 1,1 | 271 | 271 | 349 | 354 | 2 | 1 | 299,7 | 150 | 16,5 | |
| | 303,2 | 303,2 | 356,8 | – | 4 | 1,5 | 275 | 275 | 385 | 393 | 3 | 1,5 | 315 | 324 | – | |
| 303,2 | 303,2 | 356,8 | – | 4 | 1,5 | 275 | 275 | 385 | 393 | 3 | 1,5 | 315 | 324 | 15,7 | | |
| 280 | 311,8 | 311,8 | 348,2 | – | 2,1 | 1,1 | 291 | 291 | 369 | 374 | 2 | 1 | 319,7 | 159 | – | |
| | 311,8 | 311,8 | 348,2 | – | 2,1 | 1,1 | 291 | 291 | 369 | 374 | 2 | 1 | 319,7 | 159 | – | |
| | 311,8 | 311,8 | 348,2 | – | 2,1 | 1,1 | 291 | 291 | 369 | 374 | 2 | 1 | 319,7 | 159 | 16,7 | |
| | 311,8 | 311,8 | 348,2 | – | 2,1 | 1,1 | 291 | 291 | 369 | 374 | 2 | 1 | 319,7 | 159 | 16,7 | |
| 300 | 337 | 337 | 383 | – | 3 | 1,1 | 313 | 313 | 405 | 414 | 2,5 | 1 | 347 | 265 | – | |
| | 337 | 337 | 383 | – | 3 | 1,1 | 313 | 313 | 405 | 414 | 2,5 | 1 | 347 | 265 | – | |
| | 337 | 337 | 383 | – | 3 | 1,1 | 313 | 313 | 405 | 414 | 2,5 | 1 | 347 | 265 | 16,3 | |
| | 337 | 337 | 383 | – | 3 | 1,1 | 313 | 313 | 405 | 414 | 2,5 | 1 | 347 | 265 | 16,3 | |

¹⁾ Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101

2.1 Schrägkugellager d 320 – 360 mm



| Hauptabmessungen | | | Tragzahlen dyn. stat. | | Ermüdungs- grenzbelas- tung P_u | Erreichbare Fettschmie- rung | Drehzahlen Öl-Luft- Schmierung | Gewicht | Kurzzeichen | Erhältliche Ausführungen | |
|------------------|-----|----|--------------------------|-------|--|------------------------------------|--------------------------------------|---------|-------------------|--------------------------|------------------------------------|
| d | D | B | C | C_0 | | | | | | Dichtungs- lösung | Direkte Öl- Luft- Schmierung |
| mm | | | kN | | kN | min^{-1} | kg | - | - | | |
| 320 | 440 | 56 | 351 | 585 | 12,9 | 2 200 | 3 400 | 24 | 71964 ACDMA/P4A | - | - |
| | 440 | 56 | 351 | 585 | 12,9 | 2 600 | 4 000 | 20,5 | 71964 ACDMA/HCP4A | - | - |
| | 440 | 56 | 377 | 620 | 13,7 | 2 600 | 4 300 | 24 | 71964 CDMA/P4A | - | - |
| | 440 | 56 | 377 | 620 | 13,7 | 3 600 | 5 000 | 20,5 | 71964 CDMA/HCP4A | - | - |
| 340 | 460 | 56 | 364 | 640 | 13,4 | 2 000 | 3 200 | 25,5 | 71968 ACDMA/P4A | - | - |
| | 460 | 56 | 364 | 640 | 13,4 | 2 400 | 3 800 | 21,5 | 71968 ACDMA/HCP4A | - | - |
| | 460 | 56 | 390 | 670 | 14,3 | 2 400 | 4 000 | 25,5 | 71968 CDMA/P4A | - | - |
| | 460 | 56 | 390 | 670 | 14,3 | 3 400 | 4 800 | 21,5 | 71968 CDMA/HCP4A | - | - |
| 360 | 480 | 56 | 371 | 670 | 13,7 | 1 900 | 3 000 | 26,5 | 71972 ACDMA/P4A | - | - |
| | 480 | 56 | 371 | 670 | 13,7 | 2 200 | 3 600 | 22,5 | 71972 ACDMA/HCP4A | - | - |
| | 480 | 56 | 397 | 710 | 14,6 | 2 400 | 4 000 | 26,5 | 71972 CDMA/P4A | - | - |
| | 480 | 56 | 397 | 710 | 14,6 | 3 400 | 4 800 | 22,5 | 71972 CDMA/HCP4A | - | - |



| Abmessungen | | | | | Anschlussmaße | | | | | | | | Fettbezugs- menge ¹⁾ | Berechnungs- faktor f_0 | |
|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------------|---------------------------------|------|
| d | d ₁ | d ₂ | D ₁ | D ₂ | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | d _a min. | d _b min. | D _a max. | D _b max. | r _a max. | r _b max. | d _n | G _{ref} | |
| mm | | | | | | | | | | | | | | cm ³ | – |
| 320 | 357 | 357 | 403 | – | 3 | 1,1 | 333 | 333 | 425 | 434 | 2,5 | 1 | 367 | 282 | – |
| | 357 | 357 | 403 | – | 3 | 1,1 | 333 | 333 | 425 | 434 | 2,5 | 1 | 367 | 282 | – |
| | 357 | 357 | 403 | – | 3 | 1,1 | 333 | 333 | 425 | 434 | 2,5 | 1 | 367 | 282 | 16,5 |
| | 357 | 357 | 403 | – | 3 | 1,1 | 333 | 333 | 425 | 434 | 2,5 | 1 | 367 | 282 | 16,5 |
| 340 | 377 | 377 | 423 | – | 3 | 1,1 | 353 | 353 | 445 | 454 | 2,5 | 1 | 387 | 294 | – |
| | 377 | 377 | 423 | – | 3 | 1,1 | 353 | 353 | 445 | 454 | 2,5 | 1 | 387 | 294 | – |
| | 377 | 377 | 423 | – | 3 | 1,1 | 353 | 353 | 445 | 454 | 2,5 | 1 | 387 | 294 | 16,6 |
| | 377 | 377 | 423 | – | 3 | 1,1 | 353 | 353 | 445 | 454 | 2,5 | 1 | 387 | 294 | 16,6 |
| 360 | 397 | 397 | 443 | – | 3 | 1,1 | 373 | 373 | 465 | 474 | 2,5 | 1 | 407 | 313 | – |
| | 397 | 397 | 443 | – | 3 | 1,1 | 373 | 373 | 465 | 474 | 2,5 | 1 | 407 | 313 | – |
| | 397 | 397 | 443 | – | 3 | 1,1 | 373 | 373 | 465 | 474 | 2,5 | 1 | 407 | 313 | 16,7 |
| | 397 | 397 | 443 | – | 3 | 1,1 | 373 | 373 | 465 | 474 | 2,5 | 1 | 407 | 313 | 16,7 |

¹⁾ Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101



Super-precision bearing

SKF

Zylinderrollenlager

| | |
|--|------------|
| Lagerreihen und Ausführungsvarianten | 264 |
| Einreihige Zylinderrollenlager | 264 |
| Lager der Grundausführung | 264 |
| Hochgeschwindigkeitslager | 264 |
| Zweireihige Zylinderrollenlager | 265 |
| Umfangsnut und Schmierbohrungen .. | 266 |
| Lager mit vorgeschliffener Laufbahn .. | 267 |
| Käfige | 267 |
| Hybridlager | 268 |
| Lagerdaten | 269 |
| (Hauptabmessungen, Toleranzen, Axiale Verschiebbarkeit) | |
| Lagerluft | 273 |
| Radialluft bzw. Vorspannung in eingebauten Lagern | 275 |
| Radiale Steifigkeit | 275 |
| Äquivalente Lagerbelastungen | 277 |
| Erreichbare Drehzahlen | 277 |
| Gestaltung der Lagerungen | 278 |
| Einstellung der Lagerluft bzw. Vorspannung | 278 |
| Freiräume an den Lagerstirnseiten | 280 |
| Montage | 280 |
| Einbau eines Lagers der Reihe NN 30 K mit einem Messgerät der Reihe GB 30 ... | 282 |
| Einbau von Lagern mit kegeliger Bohrung durch Messen der radialen Lagerluft vor dem Einbau | 284 |
| Einbau und Ausbau mittels Druckölverfahren | 285 |
| Bezeichnungsschema | 286 |

Produkttabellen

| | |
|--|-----|
| 3.1 Einreihige Zylinderrollenlager | 288 |
| 3.2 Zweireihige Zylinderrollenlager | 294 |

Weitere Informationen

| | |
|--------------------------------------|-----|
| Lebensdauer und Tragfähigkeit | 33 |
| Erforderliche Mindestbelastung | 34 |
| Grenzmaße für die Kantenabstände ... | 47 |
| Werkstoff | 51 |
| Gestaltung der Lagerungen | 57 |
| Schmierung | 99 |
| Montagehinweise | 123 |
| Aufbewahren von Lagern | 125 |
| Messgeräte | 391 |

Lagerreihen und Ausführungsvarianten

SKF fertigt einreihige und zweireihige Hochgenauigkeits-Zylinderrollenlager in drei Ausführungen und Reihen. Die Lager lassen zwischen Welle und Gehäuse Axialverschiebungen innerhalb des Lagers in beiden Richtungen zu und sind nicht selbsthaltend, d. h. der Lagerring lässt sich mit den beiden Borden und dem Rollensatz vom anderen Ring abnehmen. Dadurch wird der Ein- und Ausbau wesentlich erleichtert, vor allem dann, wenn für beide Lagerringe wegen der Belastungsverhältnisse feste Passungen notwendig sind.

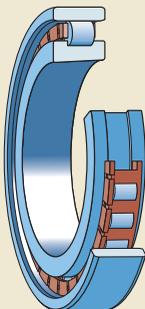
SKF Hochgenauigkeits-Zylinderrollenlager der Reihe Super-precision haben folgende Eigenschaften:

- hohe Drehzahlen
- hohe radiale Tragfähigkeit
- hohe Steifigkeit
- geringe Reibung
- niedrige Querschnittshöhe

Besonders gut eignen sich diese Lager für Werkzeugmaschinen spindeln, in denen die Lageranordnung hohe Radiallasten und hohe Drehzahlen bei Wahrung einer hohen Steifigkeit aufnehmen muss.

Einreihige SKF Hochgenauigkeits-Zylinderrollenlager der Reihe Super-precision lassen wesentlich höhere Drehzahlen zu als zweireihige Lager, während sich letztere besser für höhere Belastungen eignen.

Bild 1



Einreihige Zylinderrollenlager

Einreihige SKF Hochgenauigkeits-Zylinderrollenlager der Reihe der Reihe N 10 (→ Bild 1) sind serienmäßig mit einer kegelförmigen Bohrung (Kegel 1:12) versehen (Nachsetzzeichen K). Die kegelförmige Bohrung empfiehlt sich, da der Kegel eine präzisere Einstellung der Lagerluft bzw. Vorspannung beim Einbau ermöglicht. Die Lager haben zwei feste Borde am Innenring und einen bordlosen Außenring. Um die Fettzufuhr zu verbessern, können diese Lager auf Anfrage mit einer Schmierbohrung im Außenring geliefert werden.

Lager der Grundaufbauausführung

Einreihige Zylinderrollenlager der Grundaufbauausführung haben serienmäßig einen rollengeführten PA66-Käfig, ohne Glasfaserverstärkung für Bohrungsdurchmesser bis zu 80 mm (Nachsetzzeichen TN) und mit Glasfaserverstärkung für größere Durchmesser (Nachsetzzeichen TN9). Diese Lager eignen sich gut für die meisten hochgenauen Anwendungen.

Hochgeschwindigkeitslager

Bei einreihigen Zylinderrollenlagern der Hochgeschwindigkeitsausführung sind die innere Geometrie und die Käfige für hohe Drehzahlen optimiert. Hochgeschwindigkeitslager enthalten weniger Rollen als Lager der Grundaufbauausführung. Sie sind entweder mit einem asymmetrischen Käfig aus glasfaserverstärktem PEEK (Nachsetzzeichen TNHA) oder einem symmetrischen Käfig aus kohlefaserverstärktem PEEK (Nachsetzzeichen PHA) versehen. Beides sind außenringgeführte Käfige, die die Schmierwirkung verbessern und der Schmierstoffverdrängung bei hohen Drehzahlen entgegenwirken. Bei einem Vergleich der beiden Versionen sorgt der PHA-Käfig für eine bessere Führung und bessere Schmierbedingungen – für eine überlegene Leistung.

Lager mit kohlefaserverstärktem PEEK-Käfig können in fettgeschmierten Anwendungen bis zu 30% und bei Schmierung mit einem Öl-Luft-System bis zu 15% höhere Drehzahlen aufnehmen als Lager mit glasfaserverstärktem PEEK-Käfig.

Für Anwendungen wie die Antriebsseite einer motorisierten Spindel, bei der es mehr auf höhere Drehzahlen als auf eine höhere Steifigkeit ankommt, können auf Anfrage Lager geliefert werden, die nur mit der Hälfte der Rollen ausgestattet sind.

Zweireihige Zylinderrollenlager

Zweireihige Hochgenauigkeits-Zylinderrollenlager werden von SKF (→ **Bild 2**) serienmäßig in den Ausführungen NN 30 und NNU 49 gefertigt.

Beide Reihen sind entweder mit zylindrischer oder kegeliger Bohrung (Kegel 1:12, Nachsetzzeichen K) verfügbar. In Werkzeugmaschinen kommen bevorzugt Zylinderrollenlager mit kegeliger Bohrung (statt zylindrischer Bohrung) zum Einsatz, da der Kegel eine präzisere Einstellung der Lagerluft bzw. Vorspannung beim Einbau ermöglicht.

Reihe NN 30

Lager der Ausführung NN 30 bieten ein besonders vorteilhaftes Verhältnis zwischen Tragfähigkeit, Steifigkeit und Drehzahl. Sie werden deshalb oft auf der Antriebsseite in Werkzeugmaschinen spindeln eingesetzt.

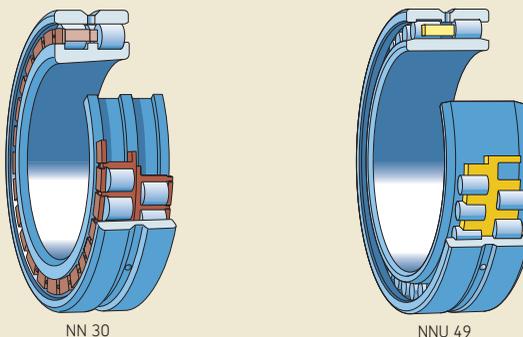
Lager der Reihe NN 30 haben drei feste Borde am Innenring und einen bordlosen Außenring.

Reihe NNU 49

Lager der Ausführung NNU 49 haben einen kleineren Querschnitt und bieten eine höhere Steifigkeit als Lager der Reihe NN 30, weisen allerdings eine etwas geringere Tragfähigkeit auf.

Lager der Reihe NN 49 haben drei feste Borde am Außenring und einen bordlosen Innenring.

Bild 2



NN 30

NNU 49

Umfangsnut und Schmierbohrungen

Für eine einfachere Schmierung haben alle Lager der Reihen NNU 49 und NN 30 mit einem Bohrungsdurchmesser $d \geq 140$ mm eine Umfangsnut und drei Schmierbohrungen im Außenring (→ Bild 3). Diese Lager haben das Nachsetzzeichen W33.

Lager ohne Umfangsnut und Schmierbohrungen werden in der Regel entweder mit der erforderlichen Mindestmenge an Fett geschmiert oder mit exakt dosierten, kleinen Mengen an Öl oder Öl-Luft. In diesem Fall wird der Schmierstoff durch eine Düse zugeführt, die seitlich am Lager platziert ist (→ Bild 4 und Produkttabellen, Seite 294).

Wenn für Lager der Reihe NN 30 mit einem Bohrungsdurchmesser $d \leq 130$ mm (→ Tabelle 1) eine Umfangsnut und Schmierbohrungen erforderlich sind, ist die Verfügbarkeit frühzeitig in der Konstruktionsphase bei SKF zu erfragen.

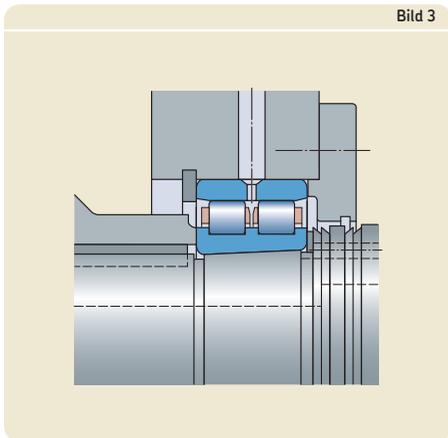
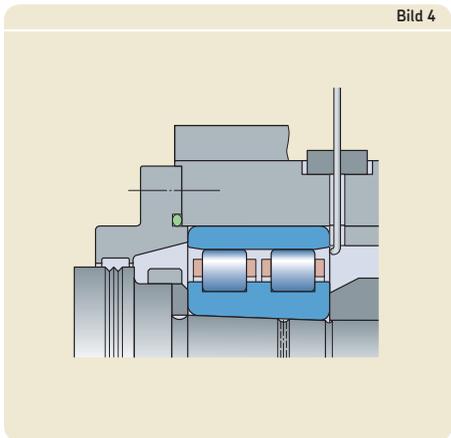


Tabelle 1

Umfangsnut und Schmierbohrungsabmessungen für Lager der Reihen NN 30 .. Lager der Reihe W33 ($d \leq 130$ mm)

| Bohrungsdurchmesser Abmessungen | | |
|---------------------------------|-----|-----|
| d | b | K |
| mm | mm | |
| 50 | 3,7 | 2 |
| 55 | 3,7 | 2 |
| 60 | 3,7 | 2 |
| 65 | 3,7 | 2 |
| 70 | 5,5 | 3 |
| 75 | 5,5 | 3 |
| 80 | 5,5 | 3 |
| 85 | 5,5 | 3 |
| 90 | 5,5 | 3 |
| 95 | 5,5 | 3 |
| 100 | 5,5 | 3 |
| 105 | 5,5 | 3 |
| 110 | 5,5 | 3 |
| 120 | 5,5 | 3 |
| 130 | 8,3 | 4,5 |



Lager mit vorgeschliffener Laufbahn

Bei extrem hohen Anforderungen an die Laufgenauigkeit empfiehlt SKF den Einbau des bordlosen Innenrings eines Lagers aus der Reihe NNU 49 auf die Welle und anschließendes Fertigschleifen der Innenring-Laufbahn und der anderen Wellendurchmesser in einem Arbeitsgang.

Für diese Anwendungen kann SKF Lager der Reihe NNU 49 mit kegeliger Bohrung und Schleifzugabe an der Innenring-Laufbahn liefern (Nachsetzzeichen VU001). Die Schleifzugabe hängt vom Bohrungsdurchmesser des Innenrings ab und ist in **Tabelle 2** angegeben.

Käfige

Einreihige SKF Hochgenauigkeits-Zylinderrollenlager der Reihe Super-precision sind mit einem der folgenden Käfige lieferbar:

- Fensterkäfig aus Polyamid 66, rollengeführt, Nachsetzzeichen TN
- Fensterkäfig aus glasfaserverstärktem Polyamid 66, rollengeführt, Nachsetzzeichen TN9
- Fensterkäfig aus glasfaserverstärktem PEEK, außenringgeführt, Nachsetzzeichen TNHA
- Fensterkäfig aus kohlefaserverstärktem PEEK, außenringgeführt, Nachsetzzeichen PHA

Zweireihige SKF Hochgenauigkeits-Zylinderrollenlager der Reihe Super-precision sind je nach Bauform, Reihe und Größe serienmäßig mit den folgenden Käfigen lieferbar:

- zwei Fensterkäfige aus Polyamid 66, rollengeführt, Nachsetzzeichen TN
- zwei Fensterkäfige aus glasfaserverstärktem Polyamid 66, rollengeführt, Nachsetzzeichen TN9
- ein oder zwei Kammkäfige aus Messing, rollengeführt, kein Nachsetzzeichen

Weitere Hinweise zur Eignung von Käfigen finden Sie im Abschnitt *Werkstoffe für Käfige* (→ Seite 55).

Tabelle 2

Schleifzugabe an der Innenring-Laufbahn von Lagern der Reihe NNU 49.. K/VU001

| Bohrungsdurchmesser d | Schleifzugabe | |
|--------------------------|---------------|-----|
| | über | bis |
| mm | mm | |
| – | 110 | 0,2 |
| 110 | 360 | 0,3 |
| 360 | – | 0,4 |

Hybridlager

Hybrid-Zylinderrollenlager (Nachsetzzeichen HC5) sind in der Reihe N 10 erhältlich und auf Anfrage auch in der Reihe NN 30 lieferbar. Sie haben Ringe aus Wälzlagerstahl und Rollen aus Siliziumnitrid in Lagerqualität (Keramik). Da Keramikrollen ein geringeres Gewicht sowie einen höheren Elastizitätsmodul und niedrigeren Wärmeausdehnungskoeffizienten als Stahlrollen haben, bieten Hybridlager folgende Vorteile:

- höhere Steifigkeit
- höhere Drehzahleignung
- reduzierte Trägheits- und Fliehkräfte im Lager
- minimierte Spannung an den Wälzkontakten des Außenrings bei hohen Drehzahlen
- verringerte Reibungswärme
- niedrigerer Energieverbrauch
- längere Lager- und Fettgebrauchsdauer
- weniger anfällig für Ansmier- und Käfigschäden bei häufigem schnellem Anfahren und Stoppen
- weniger anfällig für Temperaturschwankungen im Lager
- genauere Einstellung der Vorspannung

Nähere Angaben zu Siliziumnitrid entnehmen Sie dem Abschnitt *Werkstoffe für Lagerringe und Wälzkörper* (→ **Seite 51**).

Für eine maximale Leistung empfiehlt SKF die Verwendung von einreihigen Hybridlagern mit außenringgeführten PEEK-Fensterkäfig (Nachsetzzeichen PHA oder TNHA). Bei leichter Belastung und Schmierung mit einem Öl-Luft-System sind diese Lager, je nach Käfigausführung, für Drehzahlen bis $A = 2\,200\,000$ mm/min geeignet (→ **Diagramm 5, Seite 40**). Bei Fettschmierung sind Drehzahlen bis $A = 1\,800\,000$ mm/min zulässig (→ **Diagramm 6, Seite 42**). Für eine weitere Verbesserung des Schmierstoffdurchflusses sind die Lager der Reihe N 10 auf Wunsch auch mit einer Schmierbohrung im Außenring erhältlich.

Lagerdaten

| | |
|--|---|
| Haupt- abmessungen | ISO 15 |
| Toleranzen Weiterführende Informationen (→ Seite 47) | <ul style="list-style-type: none"> • Toleranzklasse SP (→ Tabelle 3, Seite 270) als Standard • Hochgenauigkeits-Toleranzklasse UP (→ Tabelle 4, Seite 271) auf Anfrage • Toleranzklassen SP und UP für Kegelbohrungen (Kegel 1:12) (→ Tabelle 5, Seite 272) |
| Axiale Verschiebbarkeit | Ausgleich axialer Verschiebungen der Welle gegenüber dem Gehäuse innerhalb bestimmter Grenzen (→ Produkttabellen). Während des Betriebs kommt es zu axialen Verschiebungen innerhalb des Lagers und nicht zwischen Lager und Welle oder Gehäusebohrung. Dadurch nimmt die Reibung praktisch nicht zu. |

Toleranzklasse SP

| Innenring | | $\Delta_{ds}, \Delta_{dmp}^{1)2)}$ | | V_{dp} max. | Δ_{Bs} | | V_{Bs} max. | K_{ia} max. | S_d max. |
|-----------|-------|------------------------------------|------|------------------|--|------|------------------|------------------|---------------|
| über | bis | ob. | unt. | | ob. | unt. | | | |
| mm | | μm | | μm | μm | | μm | μm | |
| - | 18 | 0 | -5 | 3 | 0 | -100 | 5 | 3 | 8 |
| 18 | 30 | 0 | -6 | 3 | 0 | -100 | 5 | 3 | 8 |
| 30 | 50 | 0 | -8 | 4 | 0 | -120 | 5 | 4 | 8 |
| 50 | 80 | 0 | -9 | 5 | 0 | -150 | 6 | 4 | 8 |
| 80 | 120 | 0 | -10 | 5 | 0 | -200 | 7 | 5 | 9 |
| 120 | 180 | 0 | -13 | 7 | 0 | -250 | 8 | 6 | 10 |
| 180 | 250 | 0 | -15 | 8 | 0 | -300 | 10 | 8 | 11 |
| 250 | 315 | 0 | -18 | 9 | 0 | -350 | 13 | 10 | 13 |
| 315 | 400 | 0 | -23 | 12 | 0 | -400 | 15 | 12 | 15 |
| 400 | 500 | 0 | -28 | 14 | 0 | -450 | 25 | 12 | 18 |
| 500 | 630 | 0 | -35 | 18 | 0 | -500 | 30 | 15 | 20 |
| 630 | 800 | 0 | -45 | 23 | 0 | -750 | 35 | 15 | 23 |
| Außenring | | $\Delta_{Ds}, \Delta_{Dmp}^{2)}$ | | V_{Dp} max. | Δ_{Cs}, V_{Cs} | | K_{ea} max. | S_D max. | |
| über | bis | ob. | unt. | | | | | | |
| mm | | μm | | μm | | | μm | μm | |
| 30 | 50 | 0 | -7 | 4 | Gleiche Toleranzen wie für den zugehörigen Innenring. | | 5 | 8 | |
| 50 | 80 | 0 | -9 | 5 | | | 5 | 8 | |
| 80 | 120 | 0 | -10 | 5 | | | 6 | 9 | |
| 120 | 150 | 0 | -11 | 6 | | | 7 | 10 | |
| 150 | 180 | 0 | -13 | 7 | | | 8 | 10 | |
| 180 | 250 | 0 | -15 | 8 | | | 10 | 11 | |
| 250 | 315 | 0 | -18 | 9 | | | 11 | 13 | |
| 315 | 400 | 0 | -20 | 10 | | | 13 | 13 | |
| 400 | 500 | 0 | -23 | 12 | | | 15 | 15 | |
| 500 | 630 | 0 | -28 | 14 | | | 17 | 18 | |
| 630 | 800 | 0 | -35 | 18 | | | 20 | 20 | |
| 800 | 1 000 | 0 | -50 | 25 | | | 25 | 30 | |

 Toleranzsymbole und Definitionen → **Tabelle 4, Seite 48**

 1) SP-Toleranzen für Kegelbohrungen (Kegel 1:12) → **Tabelle 5, Seite 272**

 2) Die Toleranzen Δ_{Ds} und Δ_{Ds} gelten für Lager der Reihe NNU mit Außendurchmesser D ≤ 630 mm. Die Toleranzen Δ_{dmp} und Δ_{Dmp} gelten für größere Lager der Reihe NNU sowie für Lager der Reihen N und NN.

Tabelle 4

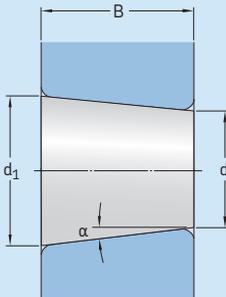
Toleranzklasse UP

| Innenring d | | $\Delta_{ds}^{(1)}$ | | V_{dp} | Δ_{Bs} | | V_{Bs} | K_{ia} | S_d |
|------------------|-------|---------------------|------|---------------|--|------|---------------|---------------|---------------|
| über | bis | ob. | unt. | max. | ob. | unt. | max. | max. | max. |
| mm | | μm | | μm | μm | | μm | μm | μm |
| – | 18 | 0 | –4 | 2 | 0 | –70 | 1,5 | 1,5 | 2 |
| 18 | 30 | 0 | –5 | 2,5 | 0 | –80 | 1,5 | 1,5 | 3 |
| 30 | 50 | 0 | –6 | 3 | 0 | –100 | 2 | 2 | 3 |
| 50 | 80 | 0 | –7 | 3,5 | 0 | –100 | 3 | 2 | 4 |
| 80 | 120 | 0 | –8 | 4 | 0 | –100 | 3 | 3 | 4 |
| 120 | 180 | 0 | –10 | 5 | 0 | –100 | 4 | 3 | 5 |
| 180 | 250 | 0 | –12 | 6 | 0 | –150 | 5 | 4 | 6 |
| 250 | 315 | 0 | –15 | 8 | 0 | –150 | 5 | 4 | 6 |
| 315 | 400 | 0 | –19 | 10 | 0 | –150 | 6 | 5 | 7 |
| 400 | 500 | 0 | –23 | 12 | 0 | –200 | 7 | 5 | 8 |
| 500 | 630 | 0 | –26 | 13 | 0 | –200 | 8 | 6 | 9 |
| 630 | 800 | 0 | –34 | 17 | 0 | –200 | 10 | 7 | 11 |
| Außenring | | | | | | | | | |
| D | | Δ_{Ds} | | V_{Dp} | Δ_{Cs}, V_{Cs} | | | K_{ea} | S_D |
| über | bis | ob. | unt. | max. | | | | max. | max. |
| mm | | μm | | μm | | | | μm | μm |
| 30 | 50 | 0 | –5 | 3 | Gleiche Toleranzen wie für den zugehörigen Innenring. | | | 3 | 2 |
| 50 | 80 | 0 | –6 | 3 | | | | 3 | 2 |
| 80 | 120 | 0 | –7 | 4 | | | | 3 | 3 |
| 120 | 150 | 0 | –8 | 4 | | | | 4 | 3 |
| 150 | 180 | 0 | –9 | 5 | | | | 4 | 3 |
| 180 | 250 | 0 | –10 | 5 | | | | 5 | 4 |
| 250 | 315 | 0 | –12 | 6 | | | | 6 | 4 |
| 315 | 400 | 0 | –14 | 7 | | | | 7 | 5 |
| 400 | 500 | 0 | –17 | 9 | | | | 8 | 5 |
| 500 | 630 | 0 | –20 | 10 | | | | 9 | 6 |
| 630 | 800 | 0 | –25 | 13 | | | | 11 | 7 |
| 800 | 1 000 | 0 | –30 | 15 | | | | 12 | 10 |

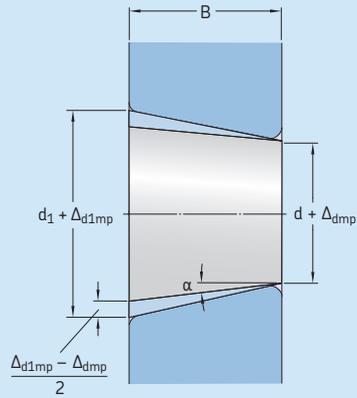
Toleranzsymbole und Definitionen → Tabelle 4, Seite 48

¹⁾ UP-Toleranzen für Kegelbohrungen (Kegel 1:12) → Tabelle 5, Seite 272

Toleranzklassen SP und UP für kegelige Bohrungen (Kegel 1:12)



Halber Winkel, Kegel 1:12
 $\alpha = 2^\circ 23' 9,4''$



Größter theoretischer Durchmesser d_1
 $d_1 = d + \frac{1}{12} B$

| Bohrungsdurchmesser | | Toleranzklasse SP | | | Toleranzklasse UP | | | | | | |
|---------------------|-----|--------------------|------|---------------------|------------------------------------|------|--------------------|------|---------------------|------------------------------------|------|
| d über | bis | Δ_{dmp} ob. | unt. | $V_{dp}^{(1)}$ max. | $\Delta_{d1mp} - \Delta_{dmp}$ ob. | unt. | Δ_{dmp} ob. | unt. | $V_{dp}^{(1)}$ max. | $\Delta_{d1mp} - \Delta_{dmp}$ ob. | unt. |
| mm | | μm | | μm | μm | | μm | | μm | μm | |
| 18 | 30 | +10 | 0 | 3 | +4 | 0 | +6 | 0 | 2,5 | +2 | 0 |
| 30 | 50 | +12 | 0 | 4 | +4 | 0 | +7 | 0 | 3 | +3 | 0 |
| 50 | 80 | +15 | 0 | 5 | +5 | 0 | +8 | 0 | 3,5 | +3 | 0 |
| 80 | 120 | +20 | 0 | 5 | +6 | 0 | +10 | 0 | 4 | +4 | 0 |
| 120 | 180 | +25 | 0 | 7 | +8 | 0 | +12 | 0 | 5 | +4 | 0 |
| 180 | 250 | +30 | 0 | 8 | +10 | 0 | +14 | 0 | 6 | +5 | 0 |
| 250 | 315 | +35 | 0 | 9 | +12 | 0 | +15 | 0 | 8 | +6 | 0 |
| 315 | 400 | +40 | 0 | 12 | +12 | 0 | +17 | 0 | 10 | +6 | 0 |
| 400 | 500 | +45 | 0 | 14 | +14 | 0 | +19 | 0 | 12 | +7 | 0 |
| 500 | 630 | +50 | 0 | 18 | +15 | 0 | +20 | 0 | 13 | +11 | 0 |
| 630 | 800 | +65 | 0 | 23 | +19 | 0 | +22 | 0 | 17 | +13 | 0 |

Toleranzsymbole und Definitionen → Tabelle 4, Seite 48

¹⁾ Gilt in beliebigen Radialschnitten der Bohrung.

Lagerluft

SKF Hochgenauigkeits-Zylinderrollenlager der Reihe Super-precision mit der Genauigkeit SP werden serienmäßig mit der Radialluft C1 gefertigt (kein Nachsetzzeichen).

Lager der Reihen N 10 und NN 30 sind auf Wunsch auch mit einer speziellen, reduzierten Radialluft lieferbar (kleiner als C1), falls Betriebs-spiel oder Vorspannung nach dem Einbau mög-lichst niedrig sein sollen. Auskünfte zur Lagerluft und Produktverfügbarkeit erteilt der Technische SKF Beratungsservice.

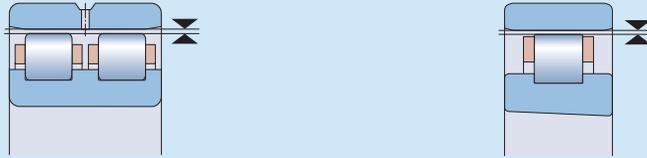
Lager der Toleranzklasse SP, insbesondere Lager der Reihe NNU 49, sind auch mit einer Radialluft größer als C1 erhältlich. Bei der Bestellung ist die erforderliche Lagerluft im Nachsetzzeichen anzugeben:

- SPC2 für Lagerluft größer als C1
- CN für normale Lagerluft größer als SPC2
- C3 für Lagerluft größer als Normal

Die Werte für die radiale Lagerluft sind in der **Tabelle 6** angegeben (→ **Seite 274**). Sie entsprechen ISO 5753:1 (außer SPC2) und gelten für neue, unbelastete Lager im nicht eingebau-ten Zustand. Die radiale Lagerluft SPC2 weicht von der genormten C2-Luft ab. Der Lagerluft-bereich ist reduziert und in Richtung der Unter-grenze verschoben.

Um die erforderliche radiale Lagerluft zu erzielen, sind die Ringe der Einzellager werksei-tig zusammengepasst, mit derselben Kennzeich-nungsnummer markiert und in der Regel im gleichen Karton verpackt. Vor dem Einbau ist sicherzustellen, dass die Nummern an beiden Ringen übereinstimmen. Eine Fehlpaarung kann dazu führen, dass die Lagerluft im eingebauten Zustand abweicht und dass die Lager nicht mehr ihre Leistungsmerkmale erreichen.

Radialluft von Hochgenauigkeits-Zylinderrollenlagern



| Bohrungs- durchmesser d | | Radiale Lagerluft Lager mit zylindrischer Bohrung | | | | | | | | Lager mit kegeliger Bohrung | | | |
|-------------------------------|-----|--|------|------|------|--------|------|------|------|-----------------------------|------|------|------|
| über | bis | C1 | | SPC2 | | Normal | | C3 | | C1 | | SPC2 | |
| | | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. |
| mm | | µm | | | | | | | | | | | |
| 24 | 30 | 5 | 15 | 10 | 25 | 20 | 45 | 35 | 60 | 15 | 25 | 25 | 35 |
| 30 | 40 | 5 | 15 | 12 | 25 | 25 | 50 | 45 | 70 | 15 | 25 | 25 | 40 |
| 40 | 50 | 5 | 18 | 15 | 30 | 30 | 60 | 50 | 80 | 17 | 30 | 30 | 45 |
| 50 | 65 | 5 | 20 | 15 | 35 | 40 | 70 | 60 | 90 | 20 | 35 | 35 | 50 |
| 65 | 80 | 10 | 25 | 20 | 40 | 40 | 75 | 65 | 100 | 25 | 40 | 40 | 60 |
| 80 | 100 | 10 | 30 | 25 | 45 | 50 | 85 | 75 | 110 | 35 | 55 | 45 | 70 |
| 100 | 120 | 10 | 30 | 25 | 50 | 50 | 90 | 85 | 125 | 40 | 60 | 50 | 80 |
| 120 | 140 | 10 | 35 | 30 | 60 | 60 | 105 | 100 | 145 | 45 | 70 | 60 | 90 |
| 140 | 160 | 10 | 35 | 35 | 65 | 70 | 120 | 115 | 165 | 50 | 75 | 65 | 100 |
| 160 | 180 | 10 | 40 | 35 | 75 | 75 | 125 | 120 | 170 | 55 | 85 | 75 | 110 |
| 180 | 200 | 15 | 45 | 40 | 80 | 90 | 145 | 140 | 195 | 60 | 90 | 80 | 120 |
| 200 | 225 | 15 | 50 | 45 | 90 | 105 | 165 | 160 | 220 | 60 | 95 | 90 | 135 |
| 225 | 250 | 15 | 50 | 50 | 100 | 110 | 175 | 170 | 235 | 65 | 100 | 100 | 150 |
| 250 | 280 | 20 | 55 | 55 | 110 | 125 | 195 | 190 | 260 | 75 | 110 | 110 | 165 |
| 280 | 315 | 20 | 60 | 60 | 120 | 130 | 205 | 200 | 275 | 80 | 120 | 120 | 180 |
| 315 | 355 | 20 | 65 | 65 | 135 | 145 | 225 | 225 | 305 | 90 | 135 | 135 | 200 |
| 355 | 400 | 25 | 75 | 75 | 150 | 190 | 280 | 280 | 370 | 100 | 150 | 150 | 225 |
| 400 | 450 | 25 | 85 | 85 | 170 | 210 | 310 | 310 | 410 | 110 | 170 | 170 | 255 |
| 450 | 500 | 25 | 95 | 95 | 190 | 220 | 330 | 330 | 440 | 120 | 190 | 190 | 285 |
| 500 | 560 | 25 | 105 | 105 | 210 | 240 | 360 | 360 | 480 | 130 | 210 | 210 | 315 |
| 560 | 630 | 25 | 115 | 115 | 230 | 260 | 380 | 380 | 500 | 140 | 230 | 230 | 345 |
| 630 | 710 | 30 | 130 | 130 | 260 | 260 | 380 | 380 | 500 | 160 | 260 | 260 | 390 |
| 710 | 800 | 35 | 145 | 145 | 290 | 290 | 425 | 425 | 565 | 180 | 290 | 290 | 435 |

Radialluft bzw. Vorspannung in eingebauten Lagern

Für eine optimale Laufgenauigkeit und Steifigkeit sollten Hochgenauigkeits-Zylinderrollenlager der Reihe Super-precision eine Mindestradialluft bzw. -vorspannung nach dem Einbau aufweisen. Zylinderrollenlager mit kegeliger Bohrung werden in der Regel mit Vorspannung eingebaut.

Die erforderliche Betriebslagerluft bzw. Vorspannung hängen von der Drehzahl, der Belastung, dem Schmierstoff und der geforderten Steifigkeit des Spindel-Lager-Gesamtsystems ab. Die geometrische Genauigkeit der Lagersitze spielt ebenfalls eine zentrale Rolle für das Erreichen der erforderlichen Lagerluft bzw. Vorspannung. Die Betriebstemperatur und die Temperaturverteilung im Lager sollten ebenfalls berücksichtigt werden, da sie zu einer Reduzierung der Betriebslagerluft bzw. einer Erhöhung der Vorspannung führen können.

Radiale Steifigkeit

Die radiale Steifigkeit hängt von der elastischen Verformung (Auslenkung) des Lagers bei Belastung ab. Sie wird als Verhältnis zwischen Belastung und Auslenkung angegeben. Da dieses Verhältnis nicht linear ist, lassen sich nur Richtwerte angeben (→ **Tabelle 7, Seite 276**). Sie gelten für mäßig vorgespannte, eingebaute Lager unter statischen Bedingungen und bei mittleren Belastungen.

Exaktere Werte für die radiale Steifigkeit können mithilfe moderner Computerprogramme ermittelt werden. Weitere Informationen erhalten Sie im Abschnitt *Lagersteifigkeit* (→ **Seite 68**) bzw. vom Technischen SKF Beratungsservice.

Statische radiale Steifigkeit

| Bohrungs- durchmesser d | Statische radiale Steifigkeit N 10 | | | | | | NN 30 ¹⁾ | NNU 49 ¹⁾ |
|-------------------------------|---------------------------------------|------------|-----------|----------------------------------|------------|-----------|---------------------|----------------------|
| | mit Stahlrollen TN(9)-Käfig | TNHA-Käfig | PHA-Käfig | mit Keramikrollen TN(9)-Käfig | TNHA-Käfig | PHA-Käfig | mit Stahlrollen | mit Stahlrollen |
| mm | N/μm | | | | | | N/μm | N/μm |
| 25 | – | – | – | – | – | – | 640 | – |
| 30 | – | – | – | – | – | – | 690 | – |
| 35 | – | – | – | – | – | – | 820 | – |
| 40 | 450 | 430 | 390 | 610 | 580 | 510 | 890 | – |
| 45 | 480 | 460 | 410 | 620 | 590 | 530 | 940 | – |
| 50 | 530 | 510 | 460 | 690 | 660 | 590 | 1 040 | – |
| 55 | 620 | 590 | 540 | 810 | 770 | 700 | 1 220 | – |
| 60 | 680 | 650 | 590 | 890 | 850 | 770 | 1 330 | – |
| 65 | 740 | 710 | 650 | 970 | 930 | 840 | 1 450 | – |
| 70 | 810 | 780 | 720 | 1 090 | 1 050 | 950 | 1 610 | – |
| 75 | 820 | 790 | 720 | 1 090 | 1 050 | 960 | 1 610 | – |
| 80 | 920 | 880 | 810 | 1 190 | 1 140 | 1 040 | 1 820 | – |
| 85 | 990 | 950 | – | 1 280 | 1 230 | – | 1 970 | – |
| 90 | 980 | 940 | – | 1 320 | 1 270 | – | 2 010 | – |
| 95 | 1 060 | 1 020 | – | 1 430 | 1 380 | – | 2 190 | – |
| 100 | 1 140 | 1 100 | – | 1 540 | 1 490 | – | 2 350 | 2 950 |
| 105 | 1 140 | 1 100 | – | 1 540 | 1 490 | – | 2 330 | 3 040 |
| 110 | 1 210 | 1 160 | – | 1 600 | 1 540 | – | 2 470 | 3 130 |
| 120 | 1 310 | 1 260 | – | 1 730 | 1 670 | – | 2 760 | 3 140 |
| 130 | – | – | – | – | – | – | 2 900 | 3 570 |
| 140 | – | – | – | – | – | – | 3 070 | 3 670 |
| 150 | – | – | – | – | – | – | 3 310 | 4 160 |
| 160 | – | – | – | – | – | – | 3 540 | 4 310 |
| 170 | – | – | – | – | – | – | 3 790 | 4 460 |
| 180 | – | – | – | – | – | – | 3 970 | 5 190 |
| 190 | – | – | – | – | – | – | 4 280 | 5 380 |
| 200 | – | – | – | – | – | – | 4 380 | 5 480 |
| 220 | – | – | – | – | – | – | 4 700 | 5 990 |
| 240 | – | – | – | – | – | – | 5 180 | 6 340 |
| 260 | – | – | – | – | – | – | 5 570 | 6 830 |
| 280 | – | – | – | – | – | – | 6 010 | 7 260 |

¹⁾ Für Lager der Reihen NN 30 und NNU 49 mit d > 280 mm wenden Sie sich bitte an den Technischen SKF Beratungsservice.

Äquivalente Lagerbelastungen

Die äquivalente dynamische Lagerbelastung wird folgendermaßen bestimmt:

$$P = F_r$$

Die äquivalente statische Lagerbelastung wird folgendermaßen bestimmt:

$$P_0 = F_r$$

Hierin sind

P = die äquivalente dynamische Lagerbelastung [kN]

P_0 = die äquivalente statische Lagerbelastung [kN]

F_r = die Radialbelastung [kN]

Erreichbare Drehzahlen

Die erreichbaren Drehzahlen in den Produkttabellen sind Richtwerte basierend auf Zylinderrollenlagern mit einer Radialluft nahe null (→ *Erreichbare Drehzahlen, Seite 44*).

In Anwendungen, bei denen ein radiales Betriebsspiel $> 0,002$ mm oder eine Vorspannung angewandt wird oder wenn die Sitze bzw. Anlaufflächen nicht die Genauigkeitsanforderungen erfüllen, sind die Bezugsdrehzahlen zu reduzieren (→ *Empfohlene Wellen- und Gehäusepassungen und Genauigkeit von Lagersitzen und Anlaufflächen, Seiten 70 und 75*).

Die erreichbaren Drehzahlen für vorgespannte Lager der Reihen N 10 und NN 30 können mithilfe der Richtwerte in **Tabelle 8** angenähert ermittelt werden. Bezüglich der erreichbaren Drehzahlen für vorgespannte Lager der Reihe NNU 49 wenden Sie sich bitte an den Technischen SKF Beratungsservice.

3

Tabelle 8

Erreichbarer Drehzahlkennwert für vorgespannte Lager der Reihen N 10 und NN 30

| Vorspannung | | Drehzahlkennwerte |
|---------------|------|------------------------|
| min. | max. | $A = n d_m$ |
| μm | | mm/min |
| 0 | 2 | $\leq 1\,300\,000$ |
| 1 | 3 | $\leq 1\,000\,000$ |
| 2 | 5 | $\leq 500\,000$ |

n = die Betriebsdrehzahl, min^{-1}
 d_m = mittlerer Lagerdurchmesser [mm]
 $= 0,5 (d + D)$

Gestaltung der Lagerungen

Einstellung der Lagerluft bzw. Vorspannung

Die radiale Lagerluft bzw. Vorspannung eines Zylinderrollenlagers mit kegeliger Bohrung wird durch die Position des Lagerinnenrings auf dem kegeligen Wellensitz festgelegt. Je weiter der Ring auf die Welle geschoben wird, desto geringer wird die Lagerluft, bis sich schließlich eine Vorspannung im Lager bildet. Um schnell und präzise die spezifizierte Lagerluft bzw. Vorspannung beim Einbau zu erzielen, empfiehlt SKF die Verwendung von Hüllkreismessgeräten (→ **Seite 391**). Hüllkreismessgeräte sind besonders nützlich für den Einbau von zwei oder drei Lagern, da in diesem Fall die axiale Verschiebung der einzelnen Lager nicht gemessen und berechnet werden muss (→ *Einbau*, **Seite 280**).

Wenn eine exakte radiale Lagerluft bzw. Vorspannung keine kritische Größe ist oder keine SKF Hüllkreismessgeräte zur Verfügung stehen, kann die erforderliche axiale Verschiebung bestimmt werden. Hierfür wird das montierte Lager an einem Referenzpunkt auf der Welle festgesetzt und die radiale Lagerluft mit einer an der Außenfläche des Außenrings positionierten Messuhr gemessen (→ *Einbau von Lagern mit kegeliger Bohrung durch Messen der radialen Lagerluft vor dem Einbau*, **Seite 284**).

Wenn die radiale Lagerluft mithilfe eines der beiden o. g. Verfahren gemessen wird, kann die axiale Verschiebung wie folgt ermittelt werden:

$$B_a = \frac{e \cdot c}{1\,000}$$

Wird das Lager gegen eine Distanzhülse eingebaut (→ **Bild 5**), muss die Breite der Distanzhülse angepasst werden, um den Wert B_a zu erhalten.

Wenn kein fester Anschlag vorhanden ist und der Innenring mit einer Gewindemutter auf den kegeligen Sitz getrieben wird, lässt sich der Anzugswinkel der Mutter nach folgender Gleichung bestimmen:

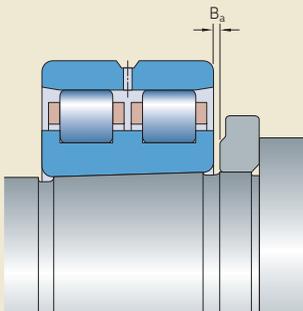
$$\alpha = \frac{360 \cdot e \cdot c}{1\,000 \cdot p}$$

Hierin sind

- B_a = die axiale Verschiebung [mm]
- α = der erforderliche Muttern-Anzugswinkel [°]
- c = die gemessene radiale Lagerluft am Referenzpunkt
 - plus der erforderlichen Vorspannung [μm] (bei Vorspannung)
 - minus der erforderlichen Lagerluft [μm] (bei Lagerluft)
 - minus der Einstellung [μm] für eine feste Passung in der Gehäusebohrung, wenn keine SKF Hüllkreismessgeräte verwendet werden (→ *Einbau von Lagern mit kegeliger Bohrung durch Messen der radialen Lagerluft vor dem Einbau*)
- e = ein Faktor, abhängig vom Durchmesserverhältnis zwischen Hohlwelle und Lagerreihe (→ **Bild 6** und **Tabelle 9**)
- p = die Gewindesteigung der Mutter [mm]

Einbauverfahren für Hochgenauigkeits-Zylinderrollenlager siehe *Einbau* (→ **Seite 280**).

Bild 5



Berechnungsbeispiel

Bestimmen Sie die axiale Verschiebung für ein zweireihiges Zylinderrollenlager auf einer Hohlwelle. Eingabedaten:

- Lager NN 3040 K/SPW33
- gemessene radiale Restlagerluft = 10 μm
- erforderliche Vorspannung = 2 μm
- mittlerer Lagersitzdurchmesser
 $d_{\text{om}} = 203 \text{ mm}$
- Innendurchmesser der Hohlwelle
 $d_i = 140 \text{ mm}$

Aus **Tabelle 9** $e = 18$ für $d_i/d_{\text{om}} = 140/203 = 0,69$
Mit $c = 10 + 2 = 12 \text{ } \mu\text{m}$

$$B_a = \frac{18 \times 12}{1\,000} = 0,216 \text{ mm}$$

Bild 6

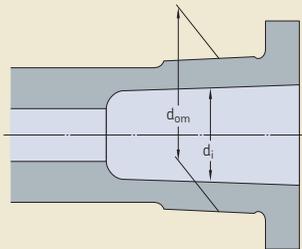


Tabelle 9

| Faktor e | | Beiwert e für Lager der Reihe | |
|--|-----|-------------------------------|----------|
| Durchmesser- verhältnis der Hohlwelle d_i/d_{om} über bis | | N 10 K, NN 30 K | NNU 49 K |
| – | 0,2 | 12,5 | 12 |
| 0,2 | 0,3 | 14,5 | 13 |
| 0,3 | 0,4 | 15 | 14 |
| 0,4 | 0,5 | 16 | 15 |
| 0,5 | 0,6 | 17 | 18 |
| 0,6 | 0,7 | 18 | 17 |

Freiräume an den Lagerstirnseiten

Wenn Lager der Reihen N 10 und NN 30, die mit einem Polymerkäfig ausgerüstet sind (Nachsetzzeichen TN, TN9, TNHA oder PHA), axiale Verschiebungen der Welle gegenüber dem Gehäuse ausgleichen müssen, sind an beiden Stirnseiten der Lager Freiräume vorzusehen (→ **Bild 7**). Dadurch lassen sich schädliche Auswirkungen vermeiden, z. B. durch Anstreifen des Käfigs an den Anschlussstellen. Der Freiraum sollte folgende Mindestbreite aufweisen:

$$C_a = 1,3 s$$

Hierin sind

C_a = die Mindestbreite des Freiraums [mm]

s = die zulässige axiale Verschiebung zwischen der Ausgangsstellung eines Rings gegenüber dem anderen Ring [mm] (→ **Produkttabellen**)

Montage

Um die erforderliche radiale Lagerluft zu erzielen, sind die Ringe der Einzellager werkseitig zusammengepasst, mit derselben Kennzeichnungsnummer markiert und in der Regel im gleichen Karton verpackt. Vor dem Einbau ist sicherzustellen, dass die Nummern an beiden Ringen übereinstimmen. Eine Fehlpaarung kann dazu führen, dass die Lagerluft im eingebauten Zustand abweicht und dass die Lager nicht mehr ihre Leistungsmerkmale erreichen.

Beim Einbau von Hochgenauigkeits-Zylinderrollenlagern der Reihe Super-precision mit kegeliger Bohrung ist die Radialluft bzw. Vorspannung sehr genau einzustellen. Dazu wird der Innenring auf seinem kegeligen Wellensitz nach oben geschoben (→ **Bild 8**). Die daraus resultierende Expansion des Innenrings bestimmt die Lagerluft bzw. die Vorspannung des eingebauten Lagers. Für einen sachgerechten Einbau sind der innere oder der äußere Hüllkreisdurchmesser des Rollensatzes genau zu messen. Die SKF Hüllkreismessgeräte der Reihen GB 30 und GB 10 (→ **Bild 9**) oder GB 49 (→ **Bild 10**) ermöglichen eine einfache und präzise Messung dieser Merkmale. Weitere Informationen über Hüllkreismessgeräte finden Sie unter *Messgeräte* (→ **Seite 391**).

Der Einbau eines Zylinderrollenlagers der Reihe NN 30 K mit einem Hüllkreismessgerät der Reihe GB 30 wird im Folgenden beschrieben. Beim Einbau von Zylinderrollenlagern der Reihe N 10 K mit einem Hüllkreismessgerät aus der Reihe GB 10 oder GB 30 ist genauso vorzuge-

Bild 7

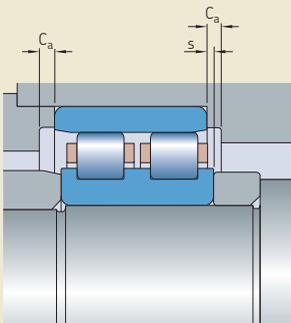


Bild 8

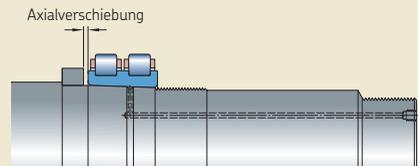


Bild 9



GB 3006 ... GB 3020
GB 1010 ... GB 1020



GB 3021 ... GB 3068

3

Bild 10



GB 4920 ... GB 4938



GB 4940 ... GB 4960

hen. Beim Einbau von Zylinderrollenlagern der Reihe NNU 49 K mit einem Hüllkreismessgerät aus der Reihe GB 49 ist ähnlich vorzugehen.

Erfolgt der Einbau ohne Hüllkreismessgerät, ist darauf zu achten, dass die Messgenauigkeit für die Anwendungsanforderungen ausreichend ist.

Einbau eines Lagers der Reihe NN 30 K mit einem Hüllkreismessgerät der Reihe GB 30

Für den Einbau eines Lagers der Reihe NN 30 K empfiehlt SKF die Verwendung eines GB 30 Hüllkreismessgeräts (→ **Seite 400**), einer Messuhr und geeigneter Hydraulikwerkzeuge, um das Lager auf seinen Sitz aufzutreiben. Hinweise zu Vorkehrungen für das Druckölverfahren zum Lagerausbau (→ *Hinweise für den Ein- und Ausbau*, **Seite 88**). Beim Einbau wird meist folgendermaßen vorgegangen:

- 1 Einbau des Außenrings
 - Gehäuse anwärmen und Außenring aufschieben.
- 2 Einstellen des Hüllkreismessgeräts
 - Gehäuse und Außenring auf Umgebungstemperatur abkühlen lassen. Eine Messuhr am Laufbahndurchmesser ansetzen und die Anzeige auf null stellen (→ **Bild 11**).
 - Die Messuhr in die Mitte der Messzone der GB 30 Lehre schieben (→ **Bild 12**). Das GB 30 Hüllkreismessgerät mit Stellschraube einstellen, bis die Messuhr auf null steht (minus Korrekturwert für GB 30 laut Bedienungsanleitung).
 - Mit der Stellschraube den Innendurchmesser der GB 30 um die gewünschte Vorspannung vergrößern bzw. um die gewünschte Lagerluft reduzieren. Dann das GB 30 Hüllkreismessgerät auf null stellen. Diese Einstellung muss während des Einbaus immer gleich bleiben.
- 3 Einbau des Innenrings (Probe)
 - Den kegeligen Wellensitz leicht einölen und den Innenring mit Rollenkranz aufschieben, bis die Lagerbohrung guten Kontakt mit ihrem Sitz hat.
 - GB 30 mit der Stellschraube aufweiten, über dem Rollensatz ausrichten und die Stellschraube so einstellen, dass die Messuhr den Rollensatz berührt (→ **Bild 13**).
- 4 Einbau des Innenrings (Endposition)
 - Den Abstand zwischen Lagerstirnseite und Wellenanlauffläche mit Messblöcken bestimmen (→ **Bild 14**). Messung an mehreren Stellen wiederholen, um Genauigkeit zu kontrollieren und Fluchtungsfehler auszuschließen. Die Differenz zwischen den Einzelmessungen darf nicht größer sein als 4 µm.
 - Einen vorbereiteten Abstandsring auf die gemessene Breite schleifen.
 - Innenring entfernen, Abstandsring einsetzen und Innenring wieder aufschieben, bis er fest am Abstandsring sitzt.
 - GB 30 Messuhr über dem Rollensatz ausrichten (wie vorstehend beschrieben), Stellschraube lösen. Sobald die Anzeige wieder auf null steht, ist der Innenring korrekt ausgerichtet. Messuhr entfernen und Innenring mit geeigneter Befestigungstechnik festsetzen.
- Den Innenring mit Rollenkranz zusammen mit der Messuhr weiter auf den Sitz schieben, bis Null angezeigt wird. Der Innenring ist jetzt für die geforderte Vorspannung bzw. Lagerluft eingestellt.
- Messuhr mit Stellschraube aufweiten und vom Rollenkranz ziehen.

Bild 11



Bild 12



Bild 13



Bild 14



3

Einbau von Lagern mit kegeliger Bohrung durch Messen der radialen Lagerluft vor dem Einbau

Wenn eine exakte radiale Lagerluft bzw. Vorspannung keine kritische Größe ist oder keine SKF Hüllkreismessgeräte zur Verfügung stehen, kann die erforderliche axiale Verschiebung bestimmt werden. Hierfür wird das montierte Lager an einem Referenzpunkt auf der Welle festgesetzt und die radiale Lagerluft mit einer an der Außenfläche des Außenrings positionierten Messuhr gemessen. Die Kompression des Außenrings bei fester Passung im Gehäuse wird bei diesem Verfahren allerdings nicht berücksichtigt. Zum Ausgleich kann davon ausgegangen werden, dass sich der Durchmesser der Außenringlaufbahn um 80% der festen Passung verringert. Bei diesem Verfahren wird folgendermaßen vorgegangen:

- 1 Einbau des Innenrings (Probe)
 - Den kegeligen Wellensitz leicht einölen und das montierte Lager aufchieben, bis die Lagerbohrung guten Kontakt mit ihrem Sitz hat.
 - Zwischen Außenring und Rollen muss noch ausreichend Lagerluft vorhanden sein.
 - Bitte beachten: Kleine Lager haben vor dem Einbau u. U. eine Lagerluft von nur 15 µm, und eine axiale Verschiebung von 0,1 mm führt zu einer Lagerluftverminderung von ~8 µm.

- 2 Messen der Lagerluft vor dem Einbau
 - Einen Abstandsring auf der Welle platzieren, zwischen Innenring-Stirnseite und Verschiebevorrichtung. Der Abstandsring muss parallel zur Stirnseite des Innenrings liegen und führt die Außenring-Stirnseite beim Messen der Lagerluft (→ **Bild 15**).
 - Zur Messung der radialen Lagerluft eine Messuhr am Außenringumfang ansetzen und die Anzeige auf null stellen.
 - Den Außenring fest an den Abstandsring halten. Den Außenring auf- und abbewegen und die Gesamtverschiebung messen. Der gemessene Abstand ist die Radialluft im Lager vor dem Einbau.
 - Keine übermäßige Kraftanwendung am Außenring! Die daraus resultierende elastische Verformung kann zu Messfehlern führen.
- 3 Die erforderliche axiale Verschiebung B_a bestimmen (→ *Einstellung der Lagerluft bzw. Vorspannung, Seite 278*) und dabei ggf. auch die Zugabe für die feste Außenringpassung berücksichtigen.
- 4 Breitenbestimmung für den Abstandsring
 - Den Abstand L zwischen Lagerstirnseite und Wellenanlauffläche bestimmen (→ **Bild 15**). Messung an mehreren Stellen wiederholen, um Genauigkeit zu kontrollieren und Fluchtungsfehler auszuschließen. Die Differenz zwischen den Einzelmessungen darf nicht größer sein als 4 µm.
 - Die erforderliche Breite des Abstandsrings folgendermaßen berechnen:

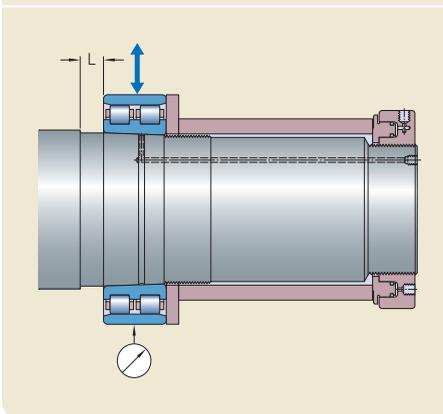
$$B = L - B_a$$

Hierin sind

B = erforderliche Breite des Abstandsrings
 L = gemessener mittlerer Abstand zwischen Lagerinnenring und Anlauffläche

B_a = erforderliche axiale Verschiebung bis zur gewünschten Lagerluftverminderung bzw. Vorspannung (→ *Einstellung der Lagerluft bzw. Vorspannung, Seite 278*)

Bild 15



- 5 Einbau des Lagers (Endposition)
- Den vorbereiteten Abstandsring auf die erforderliche Breite schleifen.
 - Das montierte Lager entfernen, den Abstandsring einsetzen und den Innenring mit Rollenkranz wieder aufschieben, bis er fest am Abstandsring sitzt.
 - Den Innenring mit geeigneter Befestigungstechnik festsetzen.
 - Gehäuse anwärmen und Außenring aufschieben.

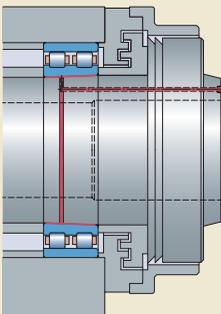
Ein- und Ausbau mittels Druckölverfahren

Vor allem bei größeren Lagerungen müssen oft Vorkehrungen bei der Gestaltung getroffen werden, damit der Ein- und Ausbau eines Lagers vereinfacht oder überhaupt erst ermöglicht wird.

Für Hochgenauigkeits-Zylinderrollenlager der Reihe Super-precision mit einem Bohrungsdurchmesser $d > 80$ mm empfiehlt SKF das Druckölverfahren. Bei diesem Verfahren wird Öl unter Hochdruck zwischen Lagerinnenring und Wellensitz eingespritzt, sodass sich ein Ölfilm bildet (→ **Bild 16**). Dieser Film trennt die Passflächen voneinander, vermindert die Reibung beträchtlich und senkt das Risiko einer Beschädigung des Lagers bzw. der Spindelwelle erheblich. Das Verfahren kommt oft beim Einbau oder Ausbau von Lagern auf kegeligen Wellensitzen zum Einsatz. Bei Lagern mit zylindrischer Bohrung wird das Druckölverfahren nur für den Ausbau angewendet.

Das SKF Druckölverfahren setzt bestimmte Bohrungen und Nuten in der Spindel voraus (→ *Vorkehrungen für den Ein- und Ausbau*, **Seite 88**).

Bild 16



Bezeichnungsschema

Beispiele: N 1016 KPHA/HC5SP
 NN 3020 KTN9/SPVR521
 NNU 49/500 B/SPC3W33X

| | | | | | | | | |
|-----|----|------|---|-----|---|-----|------|-------|
| N | 10 | 16 | K | PHA | / | HC5 | SP | |
| NN | 30 | 20 | K | TN9 | / | | SP | VR521 |
| NNU | 49 | /500 | B | / | | | SPC3 | W33X |

Lagerausführung

N Einreihige Zylinderrollenlager
NN Zweireihige Zylinderrollenlager
NNU Zweireihige Zylinderrollenlager

Maßreihe

10 Gemäß ISO-Maßreihe 10
30 Gemäß ISO-Maßreihe 30
49 Gemäß ISO-Maßreihe 49

Lagergröße

05 (x 5) 25 mm Bohrungsdurchmesser
 bis
92 (x 5) 460 mm Bohrungsdurchmesser
 von
/500 Bohrungsdurchmesser (ohne Kennung) [mm]

Interne Konstruktion und Bohrbild

– Zylindrische Bohrung (kein Nachsetzzeichen)
B Modifizierte Innenkonstruktion
K Kegelige Bohrung, Kegel 1:12

Käfig

– Massivkäfig aus Messing, rollengeführt (kein Nachsetzzeichen)
PHA Fensterkäfig aus kohlefaserverstärktem Polyetheretherketon, außenringgeführt
TN PA66-Käfig, rollengeführt
TN9 Fensterkäfig aus glasfaserverstärktem Polyamid 66, rollengeführt
TNHA Fensterkäfig aus glasfaserverstärktem Polyetheretherketon, außenringgeführt

Rollenwerkstoff

– Chromstahl (kein Nachsetzzeichen)
HC5 Rollen aus Siliziumnitrid in Lagergüteklasse Si₃N₄ (Hybridlager)

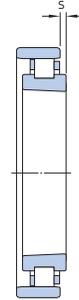
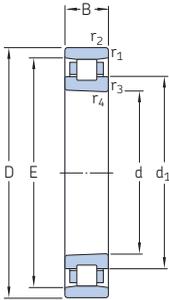
Toleranzklasse und Lagerluft

SP Maßgenauigkeit nach ISO-Toleranzklasse 5, Laufgenauigkeit nach ISO-Toleranzklasse 4
UP Maßgenauigkeit nach ISO-Toleranzklasse 4 und Laufgenauigkeit besser als ISO-Toleranzklasse 4
 – Standard-Radialluft C1 (kein Nachsetzzeichen)
C2 Lagerluft größer als C1
CN Normale radiale Lagerluft
C3 Radialluft größer als Normal

Sonstige Varianten

VR521 Lager werden mit Messbericht geliefert (Standard für Lager der Reihe NN 30 mit d > 130 mm)
VU001 Innenring-Laufbahn mit Schleifzugabe
W33 Umfangsnut und drei Schmierbohrungen im Außenring
W33X Umfangsnut und sechs Schmierbohrungen im Außenring

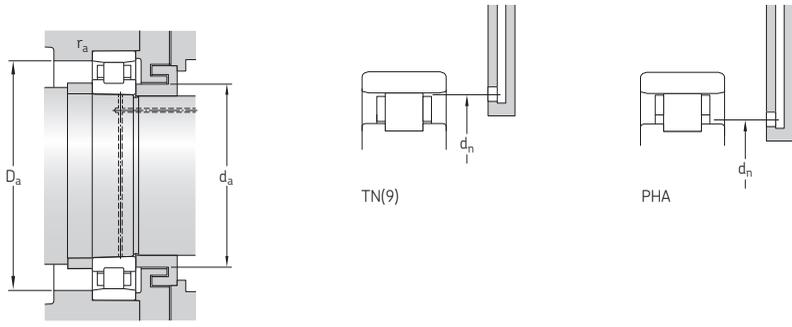
3.1 Einreihige Zylinderrollenlager d 40 – 60 mm



TN(9), PHA

TNHA

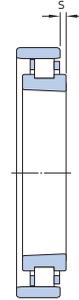
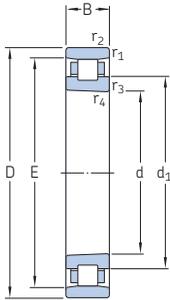
| Hauptabmessungen | | | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenz- belastung P_u | Erreichbare Drehzahlen | | Gewicht | Kurzzeichen Lager mit kegeliger Bohrung |
|------------------|----|----|------------|-------|--|--------------------------|------------------------|---------|---|
| d | D | B | dyn. | stat. | | Fett- schmie- rung | Öl-Luft- Schmierung | | |
| mm | | | kN | C_0 | kN | min^{-1} | kg | - | |
| 40 | 68 | 15 | 23,3 | 25 | 2,9 | 30 000 | 36 000 | 0,19 | N 1008 KPHA/SP |
| | 68 | 15 | 23,3 | 25 | 2,9 | 32 000 | 38 000 | 0,17 | N 1008 KPHA/HC5SP |
| | 68 | 15 | 24,2 | 26,5 | 3,05 | 22 000 | 32 000 | 0,19 | N 1008 KTNHA/SP |
| | 68 | 15 | 24,2 | 26,5 | 3,05 | 26 000 | 36 000 | 0,17 | N 1008 KTNHA/HC5SP |
| | 68 | 15 | 25,1 | 28 | 3,2 | 15 000 | 17 000 | 0,19 | N 1008 KTN/SP |
| | 68 | 15 | 25,1 | 28 | 3,2 | 18 000 | 20 000 | 0,17 | N 1008 KTN/HC5SP |
| 45 | 75 | 16 | 27 | 30 | 3,45 | 28 000 | 34 000 | 0,24 | N 1009 KPHA/SP |
| | 75 | 16 | 27 | 30 | 3,45 | 30 000 | 36 000 | 0,2 | N 1009 KPHA/HC5SP |
| | 75 | 16 | 28,1 | 31 | 3,65 | 20 000 | 28 000 | 0,24 | N 1009 KTNHA/SP |
| | 75 | 16 | 28,1 | 31 | 3,65 | 22 000 | 32 000 | 0,21 | N 1009 KTNHA/HC5SP |
| | 75 | 16 | 29,2 | 32,5 | 3,8 | 14 000 | 15 000 | 0,24 | N 1009 KTN/SP |
| | 75 | 16 | 29,2 | 32,5 | 3,8 | 16 000 | 18 000 | 0,22 | N 1009 KTN/HC5SP |
| 50 | 80 | 16 | 28,6 | 33,5 | 3,8 | 26 000 | 30 000 | 0,26 | N 1010 KPHA/SP |
| | 80 | 16 | 28,6 | 33,5 | 3,8 | 28 000 | 32 000 | 0,22 | N 1010 KPHA/HC5SP |
| | 80 | 16 | 29,7 | 34,5 | 4,05 | 19 000 | 26 000 | 0,26 | N 1010 KTNHA/SP |
| | 80 | 16 | 29,7 | 34,5 | 4,05 | 20 000 | 28 000 | 0,23 | N 1010 KTNHA/HC5SP |
| | 80 | 16 | 30,8 | 36,5 | 4,25 | 13 000 | 14 000 | 0,26 | N 1010 KTN/SP |
| | 80 | 16 | 30,8 | 36,5 | 4,25 | 15 000 | 17 000 | 0,23 | N 1010 KTN/HC5SP |
| 55 | 90 | 18 | 37,4 | 44 | 5,2 | 22 000 | 28 000 | 0,38 | N 1011 KPHA/SP |
| | 90 | 18 | 37,4 | 44 | 5,2 | 24 000 | 30 000 | 0,32 | N 1011 KPHA/HC5SP |
| | 90 | 18 | 39,1 | 46,5 | 5,5 | 17 000 | 24 000 | 0,39 | N 1011 KTNHA/SP |
| | 90 | 18 | 39,1 | 46,5 | 5,5 | 19 000 | 26 000 | 0,35 | N 1011 KTNHA/HC5SP |
| | 90 | 18 | 40,2 | 48 | 5,7 | 12 000 | 13 000 | 0,39 | N 1011 KTN/SP |
| | 90 | 18 | 40,2 | 48 | 5,7 | 13 000 | 15 000 | 0,35 | N 1011 KTN/HC5SP |
| 60 | 95 | 18 | 40,2 | 49 | 5,85 | 20 000 | 26 000 | 0,4 | N 1012 KPHA/SP |
| | 95 | 18 | 40,2 | 49 | 5,85 | 22 000 | 28 000 | 0,33 | N 1012 KPHA/HC5SP |
| | 95 | 18 | 41,3 | 51 | 6,1 | 16 000 | 22 000 | 0,41 | N 1012 KTNHA/SP |
| | 95 | 18 | 41,3 | 51 | 6,1 | 18 000 | 24 000 | 0,37 | N 1012 KTNHA/HC5SP |
| | 95 | 18 | 42,9 | 53 | 6,3 | 11 000 | 12 000 | 0,41 | N 1012 KTN/SP |
| | 95 | 18 | 42,9 | 53 | 6,3 | 12 000 | 14 000 | 0,37 | N 1012 KTN/HC5SP |



| Abmessungen | | | | | | | Anschlussmaße | | | | | Fettbezugs- menge ¹⁾ |
|-------------|----------------|------|--------------------------|--------------------------|-----------------|------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| d | d ₁ | E | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | s ²⁾ | s ₁ ²⁾ | d _a min. | D _a min. | D _a max. | r _a max. | d _n ³⁾ | G _{ref} |
| mm | | | | | | | mm | | | | | cm ³ |
| 40 | 50,6 | 61 | 1 | 0,6 | 2 | – | 45 | 62 | 63 | 1 | 52,1 | 3,1 |
| | 50,6 | 61 | 1 | 0,6 | 2 | – | 45 | 62 | 63 | 1 | 52,1 | 3,1 |
| | 50,6 | 61 | 1 | 0,6 | 2 | 1,5 | 45 | 62 | 63 | 1 | – | 2,5 |
| | 50,6 | 61 | 1 | 0,6 | 2 | 1,5 | 45 | 62 | 63 | 1 | – | 2,5 |
| | 50,6 | 61 | 1 | 0,6 | 2 | – | 45 | 62 | 63 | 1 | 60 | 2,3 |
| | 50,6 | 61 | 1 | 0,6 | 2 | – | 45 | 62 | 63 | 1 | 60 | 2,3 |
| 45 | 56,3 | 67,5 | 1 | 0,6 | 2 | – | 50 | 69 | 70 | 1 | 57,9 | 4,1 |
| | 56,3 | 67,5 | 1 | 0,6 | 2 | – | 50 | 69 | 70 | 1 | 57,9 | 4,1 |
| | 56,3 | 67,5 | 1 | 0,6 | 2 | 1,5 | 50 | 69 | 70 | 1 | – | 3,2 |
| | 56,3 | 67,5 | 1 | 0,6 | 2 | 1,5 | 50 | 69 | 70 | 1 | – | 3,2 |
| | 56,3 | 67,5 | 1 | 0,6 | 2 | – | 50 | 69 | 70 | 1 | 66,4 | 2,9 |
| | 56,3 | 67,5 | 1 | 0,6 | 2 | – | 50 | 69 | 70 | 1 | 66,4 | 2,9 |
| 50 | 61,3 | 72,5 | 1 | 0,6 | 2 | – | 55 | 74 | 75 | 1 | 63 | 4,4 |
| | 61,3 | 72,5 | 1 | 0,6 | 2 | – | 55 | 74 | 75 | 1 | 63 | 4,4 |
| | 61,3 | 72,5 | 1 | 0,6 | 2 | 1,5 | 55 | 74 | 75 | 1 | – | 3,5 |
| | 61,3 | 72,5 | 1 | 0,6 | 2 | 1,5 | 55 | 74 | 75 | 1 | – | 3,5 |
| | 61,3 | 72,5 | 1 | 0,6 | 2 | – | 55 | 74 | 75 | 1 | 71,4 | 3,2 |
| | 61,3 | 72,5 | 1 | 0,6 | 2 | – | 55 | 74 | 75 | 1 | 71,4 | 3,2 |
| 55 | 68,2 | 81 | 1,1 | 0,6 | 2,5 | – | 61,5 | 82 | 83,5 | 1 | 70,1 | 6,1 |
| | 68,2 | 81 | 1,1 | 0,6 | 2,5 | – | 61,5 | 82 | 83,5 | 1 | 70,1 | 6,1 |
| | 68,2 | 81 | 1,1 | 0,6 | 2,5 | 1,5 | 61,5 | 82 | 83,5 | 1 | – | 4,9 |
| | 68,2 | 81 | 1,1 | 0,6 | 2,5 | 1,5 | 61,5 | 82 | 83,5 | 1 | – | 4,9 |
| | 68,2 | 81 | 1,1 | 0,6 | 2,5 | – | 61,5 | 82 | 83,5 | 1 | 79,8 | 4,4 |
| | 68,2 | 81 | 1,1 | 0,6 | 2,5 | – | 61,5 | 82 | 83,5 | 1 | 79,8 | 4,4 |
| 60 | 73,3 | 86,1 | 1,1 | 0,6 | 2,5 | – | 66,5 | 87 | 88,5 | 1 | 75,2 | 6,5 |
| | 73,3 | 86,1 | 1,1 | 0,6 | 2,5 | – | 66,5 | 87 | 88,5 | 1 | 75,2 | 6,5 |
| | 73,3 | 86,1 | 1,1 | 0,6 | 2,5 | 1,5 | 66,5 | 87 | 88,5 | 1 | – | 5,2 |
| | 73,3 | 86,1 | 1,1 | 0,6 | 2,5 | 1,5 | 66,5 | 87 | 88,5 | 1 | – | 5,2 |
| | 73,3 | 86,1 | 1,1 | 0,6 | 2,5 | – | 66,5 | 87 | 88,5 | 1 | 85 | 4,7 |
| | 73,3 | 86,1 | 1,1 | 0,6 | 2,5 | – | 66,5 | 87 | 88,5 | 1 | 85 | 4,7 |

1) Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101
 2) Zulässige axiale Verschiebung zwischen der Ausgangsstellung eines Rings gegenüber dem anderen Ring.
 3) Informationen über Lager mit einem TNHA-Käfig erhalten Sie vom Technischen SKF Beratungsservice.

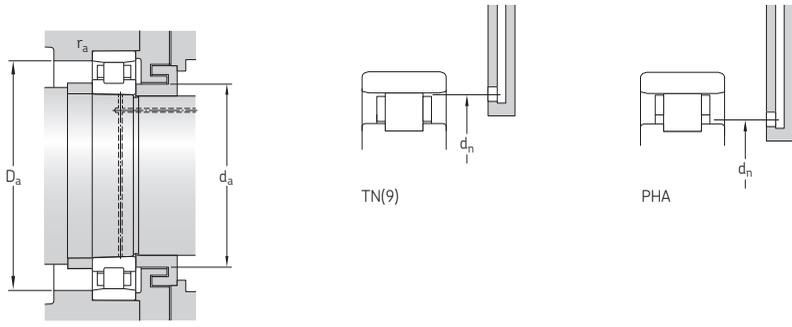
3.1 Einreihige Zylinderrollenlager d 65 – 90 mm



TN(9), PHA

TNHA

| Hauptabmessungen | | | Tragzahlen dyn. stat. | | Ermüdungs- grenz- belastung P_u | Erreichbare Drehzahlen Fett- schmie- rung Öl-Luft- Schmierung | | Gewicht kg | Kurzzeichen Lager mit kegeliger Bohrung |
|------------------|-----|----|--------------------------|-------|--|---|--------|---------------|---|
| d | D | B | C | C_0 | | | | | |
| mm | | | kN | | kN | min^{-1} | | | - |
| 65 | 100 | 18 | 42,9 | 54 | 6,3 | 20 000 | 24 000 | 0,43 | N 1013 KPHA/SP |
| | 100 | 18 | 42,9 | 54 | 6,3 | 22 000 | 26 000 | 0,35 | N 1013 KPHA/HC5SP |
| | 100 | 18 | 44 | 56 | 6,55 | 15 000 | 20 000 | 0,44 | N 1013 KTNHA/SP |
| | 100 | 18 | 44 | 56 | 6,55 | 17 000 | 22 000 | 0,39 | N 1013 KTNHA/HC5SP |
| | 100 | 18 | 44,6 | 58,5 | 6,8 | 10 000 | 11 000 | 0,44 | N 1013 KTN/SP |
| | 100 | 18 | 44,6 | 58,5 | 6,8 | 11 000 | 13 000 | 0,39 | N 1013 KTN/HC5SP |
| 70 | 110 | 20 | 53,9 | 69,5 | 8 | 18 000 | 22 000 | 0,61 | N 1014 KPHA/SP |
| | 110 | 20 | 53,9 | 69,5 | 8 | 20 000 | 24 000 | 0,5 | N 1014 KPHA/HC5SP |
| | 110 | 20 | 55 | 72 | 8,3 | 13 000 | 19 000 | 0,62 | N 1014 KTNHA/SP |
| | 110 | 20 | 55 | 72 | 8,3 | 15 000 | 20 000 | 0,55 | N 1014 KTNHA/HC5SP |
| | 110 | 20 | 57,2 | 75 | 8,65 | 9 500 | 10 000 | 0,62 | N 1014 KTN/SP |
| | 110 | 20 | 57,2 | 75 | 8,65 | 10 000 | 12 000 | 0,55 | N 1014 KTN/HC5SP |
| 75 | 115 | 20 | 52,8 | 69,5 | 8,15 | 17 000 | 20 000 | 0,64 | N 1015 KPHA/SP |
| | 115 | 20 | 52,8 | 69,5 | 8,15 | 19 000 | 22 000 | 0,53 | N 1015 KPHA/HC5SP |
| | 115 | 20 | 55 | 72 | 8,5 | 13 000 | 18 000 | 0,65 | N 1015 KTNHA/SP |
| | 115 | 20 | 55 | 72 | 8,5 | 14 000 | 20 000 | 0,57 | N 1015 KTNHA/HC5SP |
| | 115 | 20 | 56,1 | 75 | 8,8 | 9 000 | 9 500 | 0,65 | N 1015 KTN/SP |
| | 115 | 20 | 56,1 | 75 | 8,8 | 9 500 | 11 000 | 0,57 | N 1015 KTN/HC5SP |
| 80 | 125 | 22 | 66 | 86,5 | 10,2 | 16 000 | 19 000 | 0,88 | N 1016 KPHA/SP |
| | 125 | 22 | 66 | 86,5 | 10,2 | 18 000 | 20 000 | 0,73 | N 1016 KPHA/HC5SP |
| | 125 | 22 | 67,1 | 90 | 10,6 | 12 000 | 16 000 | 0,88 | N 1016 KTNHA/SP |
| | 125 | 22 | 67,1 | 90 | 10,6 | 13 000 | 18 000 | 0,79 | N 1016 KTNHA/HC5SP |
| | 125 | 22 | 69,3 | 93 | 11 | 8 500 | 9 000 | 0,89 | N 1016 KTN/SP |
| | 125 | 22 | 69,3 | 93 | 11 | 9 000 | 10 000 | 0,79 | N 1016 KTN/HC5SP |
| 85 | 130 | 22 | 70,4 | 98 | 11,2 | 11 000 | 16 000 | 0,89 | N 1017 KTNHA/SP |
| | 130 | 22 | 70,4 | 98 | 11,2 | 13 000 | 17 000 | 0,79 | N 1017 KTNHA/HC5SP |
| | 130 | 22 | 73,7 | 102 | 11,6 | 8 000 | 8 500 | 0,9 | N 1017 KTN9/SP |
| | 130 | 22 | 73,7 | 102 | 11,6 | 9 000 | 10 000 | 0,8 | N 1017 KTN9/HC5SP |
| 90 | 140 | 24 | 76,5 | 104 | 12,5 | 10 000 | 14 000 | 1,2 | N 1018 KTNHA/SP |
| | 140 | 24 | 76,5 | 104 | 12,5 | 12 000 | 16 000 | 1,05 | N 1018 KTNHA/HC5SP |
| | 140 | 24 | 79,2 | 108 | 12,9 | 7 000 | 8 000 | 1,2 | N 1018 KTN9/SP |
| | 140 | 24 | 79,2 | 108 | 12,9 | 8 500 | 9 500 | 1,1 | N 1018 KTN9/HC5SP |

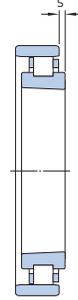
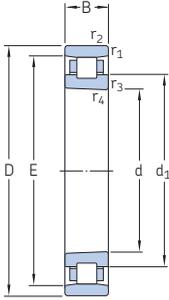


| Abmessungen | | | | | | | Anschlussmaße | | | | Fettbezugs- menge ¹⁾ | |
|-------------|----------------|-----|--------------------------|--------------------------|-----------------|------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------|
| d | d ₁ | E | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | s ²⁾ | s ₁ ²⁾ | d _a min. | D _a min. | D _a max. | r _a max. | d _n ³⁾ | G _{ref} |
| mm | | | | | | | mm | | | | cm ³ | |
| 65 | 78,2 | 91 | 1,1 | 0,6 | 2,5 | – | 71,5 | 92 | 93,5 | 1 | 80,1 | 6,9 |
| | 78,2 | 91 | 1,1 | 0,6 | 2,5 | – | 71,5 | 92 | 93,5 | 1 | 80,1 | 6,9 |
| | 78,2 | 91 | 1,1 | 0,6 | 2,5 | 1,5 | 71,5 | 92 | 93,5 | 1 | – | 5,5 |
| | 78,2 | 91 | 1,1 | 0,6 | 2,5 | 1,5 | 71,5 | 92 | 93,5 | 1 | – | 5,5 |
| | 78,2 | 91 | 1,1 | 0,6 | 2,5 | – | 71,5 | 92 | 93,5 | 1 | 89,7 | 5 |
| | 78,2 | 91 | 1,1 | 0,6 | 2,5 | – | 71,5 | 92 | 93,5 | 1 | 89,7 | 5 |
| 70 | 85,6 | 100 | 1,1 | 0,6 | 3 | – | 76,5 | 101 | 103,5 | 1 | 87,7 | 9,2 |
| | 85,6 | 100 | 1,1 | 0,6 | 3 | – | 76,5 | 101 | 103,5 | 1 | 87,7 | 9,2 |
| | 85,6 | 100 | 1,1 | 0,6 | 3 | 1,5 | 76,5 | 101 | 103,5 | 1 | – | 7,2 |
| | 85,6 | 100 | 1,1 | 0,6 | 3 | 1,5 | 76,5 | 101 | 103,5 | 1 | – | 7,2 |
| | 85,6 | 100 | 1,1 | 0,6 | 3 | – | 76,5 | 101 | 103,5 | 1 | 98,5 | 6,7 |
| | 85,6 | 100 | 1,1 | 0,6 | 3 | – | 76,5 | 101 | 103,5 | 1 | 98,5 | 6,7 |
| 75 | 90,6 | 105 | 1,1 | 0,6 | 3 | – | 81,5 | 106 | 108,5 | 1 | 92,7 | 9,6 |
| | 90,6 | 105 | 1,1 | 0,6 | 3 | – | 81,5 | 106 | 108,5 | 1 | 92,7 | 9,6 |
| | 90,6 | 105 | 1,1 | 0,6 | 3 | 1,5 | 81,5 | 106 | 108,5 | 1 | – | 7,7 |
| | 90,6 | 105 | 1,1 | 0,6 | 3 | 1,5 | 81,5 | 106 | 108,5 | 1 | – | 7,7 |
| | 90,6 | 105 | 1,1 | 0,6 | 3 | – | 81,5 | 106 | 108,5 | 1 | 103,5 | 7,1 |
| | 90,6 | 105 | 1,1 | 0,6 | 3 | – | 81,5 | 106 | 108,5 | 1 | 103,5 | 7,1 |
| 80 | 97 | 113 | 1,1 | 0,6 | 3 | – | 86,5 | 114 | 118,5 | 1 | 99,3 | 13 |
| | 97 | 113 | 1,1 | 0,6 | 3 | – | 86,5 | 114 | 118,5 | 1 | 99,3 | 13 |
| | 97 | 113 | 1,1 | 0,6 | 3 | 1 | 86,5 | 114 | 118,5 | 1 | – | 9,8 |
| | 97 | 113 | 1,1 | 0,6 | 3 | 1 | 86,5 | 114 | 118,5 | 1 | – | 9,8 |
| | 97 | 113 | 1,1 | 0,6 | 3 | – | 86,5 | 114 | 118,5 | 1 | 111,4 | 9 |
| | 97 | 113 | 1,1 | 0,6 | 3 | – | 86,5 | 114 | 118,5 | 1 | 111,4 | 9 |
| 85 | 102 | 118 | 1,1 | 0,6 | 3 | 1 | 91,5 | 119 | 123,5 | 1 | – | 10 |
| | 102 | 118 | 1,1 | 0,6 | 3 | 1 | 91,5 | 119 | 123,5 | 1 | – | 10 |
| | 102 | 118 | 1,1 | 0,6 | 3 | – | 91,5 | 119 | 123,5 | 1 | 116,5 | 9,2 |
| | 102 | 118 | 1,1 | 0,6 | 3 | – | 91,5 | 119 | 123,5 | 1 | 116,5 | 9,2 |
| 90 | 109,4 | 127 | 1,5 | 1 | 3 | 1 | 98 | 129 | 132 | 1,5 | – | 14 |
| | 109,4 | 127 | 1,5 | 1 | 3 | 1 | 98 | 129 | 132 | 1,5 | – | 14 |
| | 109,4 | 127 | 1,5 | 1 | 3 | – | 98 | 129 | 132 | 1,5 | 125,4 | 12 |
| | 109,4 | 127 | 1,5 | 1 | 3 | – | 98 | 129 | 132 | 1,5 | 125,4 | 12 |

1) Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101
 2) Zulässige axiale Verschiebung zwischen der Ausgangsstellung eines Rings gegenüber dem anderen Ring.
 3) Informationen über Lager mit einem TNHA-Käfig erhalten Sie vom Technischen SKF Beratungsservice.

3.1 Einreihige Zylinderrollenlager

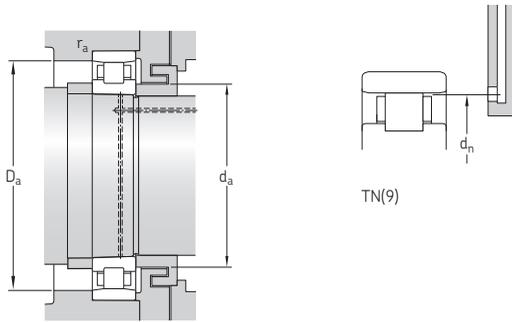
d 95 – 120 mm



TN(9)

TNHA

| Hauptabmessungen | | | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenz- belastung P_u | Erreichbare Drehzahlen | | Gewicht | Kurzzeichen Lager mit kegeliger Bohrung |
|------------------|-----|----|------------|-------|--|--------------------------|------------------------|---------|---|
| d | D | B | dyn. | stat. | | Fett- schmie- rung | Öl-Luft- Schmierung | | |
| mm | | | kN | C_0 | kN | min^{-1} | kg | - | |
| 95 | 145 | 24 | 80,9 | 112 | 13,4 | 10 000 | 14 000 | 1,25 | N 1019 KTNHA/SP |
| | 145 | 24 | 80,9 | 112 | 13,4 | 11 000 | 15 000 | 1,1 | N 1019 KTNHA/HC5SP |
| | 145 | 24 | 84,2 | 116 | 14 | 6 700 | 7 500 | 1,25 | N 1019 KTN9/SP |
| | 145 | 24 | 84,2 | 116 | 14 | 8 000 | 9 000 | 1,1 | N 1019 KTN9/HC5SP |
| 100 | 150 | 24 | 85,8 | 120 | 14,3 | 9 500 | 13 000 | 1,3 | N 1020 KTNHA/SP |
| | 150 | 24 | 85,8 | 120 | 14,3 | 11 000 | 15 000 | 1,15 | N 1020 KTNHA/HC5SP |
| | 150 | 24 | 88 | 125 | 14,6 | 6 700 | 7 500 | 1,3 | N 1020 KTN9/SP |
| | 150 | 24 | 88 | 125 | 14,6 | 7 500 | 8 500 | 1,15 | N 1020 KTN9/HC5SP |
| 105 | 160 | 26 | 108 | 146 | 17,3 | 9 000 | 13 000 | 1,65 | N 1021 KTNHA/SP |
| | 160 | 26 | 108 | 146 | 17,3 | 10 000 | 14 000 | 1,45 | N 1021 KTNHA/HC5SP |
| | 160 | 26 | 110 | 153 | 18 | 6 300 | 7 000 | 1,65 | N 1021 KTN9/SP |
| | 160 | 26 | 110 | 153 | 18 | 7 000 | 8 000 | 1,45 | N 1021 KTN9/HC5SP |
| 110 | 170 | 28 | 125 | 173 | 20 | 8 500 | 12 000 | 2,05 | N 1022 KTNHA/SP |
| | 170 | 28 | 125 | 173 | 20 | 9 500 | 13 000 | 1,8 | N 1022 KTNHA/HC5SP |
| | 170 | 28 | 128 | 180 | 20,8 | 5 600 | 6 300 | 2,05 | N 1022 KTN9/SP |
| | 170 | 28 | 128 | 180 | 20,8 | 6 700 | 7 500 | 1,8 | N 1022 KTN9/HC5SP |
| 120 | 180 | 28 | 130 | 186 | 21,2 | 8 000 | 11 000 | 2,2 | N 1024 KTNHA/SP |
| | 180 | 28 | 130 | 186 | 21,2 | 9 000 | 12 000 | 1,9 | N 1024 KTNHA/HC5SP |
| | 180 | 28 | 134 | 196 | 22 | 5 300 | 6 000 | 2,2 | N 1024 KTN9/SP |
| | 180 | 28 | 134 | 196 | 22 | 6 300 | 7 000 | 1,9 | N 1024 KTN9/HC5SP |



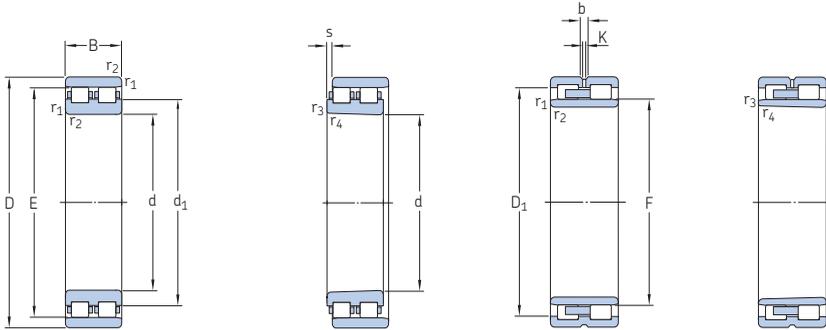
| Abmessungen | | | | | | | Anschlussmaße | | | | | Fettbezugs- menge ¹⁾ |
|-------------|----------------|-----|--------------------------|--------------------------|-----------------|------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| d | d ₁ | E | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | s ²⁾ | s ₁ ²⁾ | d _a min. | D _a min. | D _a max. | r _a max. | d _n ³⁾ | G _{ref} |
| mm | | | | | | | mm | | | | | cm ³ |
| 95 | 114,4 | 132 | 1,5 | 1 | 3 | 1 | 103 | 134 | 137 | 1,5 | – | 14 |
| | 114,4 | 132 | 1,5 | 1 | 3 | 1 | 103 | 134 | 137 | 1,5 | – | 14 |
| | 114,4 | 132 | 1,5 | 1 | 3 | – | 103 | 134 | 137 | 1,5 | 130,3 | 13 |
| | 114,4 | 132 | 1,5 | 1 | 3 | – | 103 | 134 | 137 | 1,5 | 130,3 | 13 |
| 100 | 119,4 | 137 | 1,5 | 1 | 3 | 1 | 108 | 139 | 142 | 1,5 | – | 14 |
| | 119,4 | 137 | 1,5 | 1 | 3 | 1 | 108 | 139 | 142 | 1,5 | – | 14 |
| | 119,4 | 137 | 1,5 | 1 | 3 | – | 108 | 139 | 142 | 1,5 | 135,3 | 13 |
| | 119,4 | 137 | 1,5 | 1 | 3 | – | 108 | 139 | 142 | 1,5 | 135,3 | 13 |
| 105 | 125,2 | 146 | 2 | 1,1 | 3 | 1 | 114 | 148 | 151 | 2 | – | 18 |
| | 125,2 | 146 | 2 | 1,1 | 3 | 1 | 114 | 148 | 151 | 2 | – | 18 |
| | 125,2 | 146 | 2 | 1,1 | 3 | – | 114 | 148 | 151 | 2 | 144,1 | 18 |
| | 125,2 | 146 | 2 | 1,1 | 3 | – | 114 | 148 | 151 | 2 | 144,1 | 18 |
| 110 | 132,6 | 155 | 2 | 1,1 | 3 | 1 | 119 | 157 | 161 | 2 | – | 21 |
| | 132,6 | 155 | 2 | 1,1 | 3 | 1 | 119 | 157 | 161 | 2 | – | 21 |
| | 132,6 | 155 | 2 | 1,1 | 3 | – | 119 | 157 | 161 | 2 | 153 | 21 |
| | 132,6 | 155 | 2 | 1,1 | 3 | – | 119 | 157 | 161 | 2 | 153 | 21 |
| 120 | 142,6 | 165 | 2 | 1,1 | 3 | 1 | 129 | 167 | 171 | 2 | – | 34 |
| | 142,6 | 165 | 2 | 1,1 | 3 | 1 | 129 | 167 | 171 | 2 | – | 34 |
| | 142,6 | 165 | 2 | 1,1 | 3 | – | 129 | 167 | 171 | 2 | 162,9 | 22 |
| | 142,6 | 165 | 2 | 1,1 | 3 | – | 129 | 167 | 171 | 2 | 162,9 | 22 |

1) Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101

2) Zulässige axiale Verschiebung zwischen der Ausgangsstellung eines Rings gegenüber dem anderen Ring.

3) Informationen über Lager mit einem TNHA-Käfig erhalten Sie vom Technischen SKF Beratungsservice.

3.2 Zweireihige Zylinderrollenlager d 25 – 105 mm



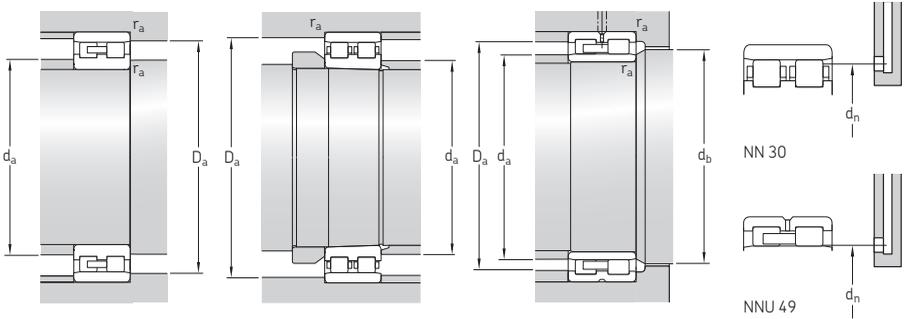
NN 30 TN(9)

NN 30 KTN(9)

NNU 49 B/W33

NNU 49 BK/W33

| Hauptabmessungen | | | Tragzahlen dyn. stat. | | Ermüdungs- grenz- belastung P_u | Erreichbare Drehzahlen Fett- schmie- rung Öl-Luft- Schmie- rung | | Gewicht kg | Bezeichnungen Lager mit kegeliger Bohrung | | zylindrischer Bohrung |
|------------------|-----|----|--------------------------|-------|--|--|--------|---------------|---|------------------|-----------------------|
| d | D | B | C | C_0 | | n_1 | n_2 | | – | | |
| mm | | | | | | | | | | | |
| 25 | 47 | 16 | 26 | 30 | 3,15 | 19 000 | 22 000 | 0,12 | NN 3005 K/SP | NN 3005/SP | |
| 30 | 55 | 19 | 30,8 | 37,5 | 4 | 17 000 | 19 000 | 0,19 | NN 3006 KTN/SP | NN 3006 TN/SP | |
| 35 | 62 | 20 | 39,1 | 50 | 5,4 | 14 000 | 16 000 | 0,25 | NN 3007 K/SP | NN 3007/SP | |
| 40 | 68 | 21 | 42,9 | 56 | 6,4 | 13 000 | 15 000 | 0,3 | NN 3008 KTN/SP | NN 3008 TN/SP | |
| 45 | 75 | 23 | 50,1 | 65,5 | 7,65 | 12 000 | 14 000 | 0,38 | NN 3009 KTN/SP | NN 3009 TN/SP | |
| 50 | 80 | 23 | 52,8 | 73,5 | 8,5 | 11 000 | 13 000 | 0,42 | NN 3010 KTN/SP | NN 3010 TN/SP | |
| 55 | 90 | 26 | 69,3 | 96,5 | 11,6 | 10 000 | 12 000 | 0,62 | NN 3011 KTN/SP | NN 3011 TN/SP | |
| 60 | 95 | 26 | 73,7 | 106 | 12,7 | 9 500 | 11 000 | 0,66 | NN 3012 KTN/SP | NN 3012 TN/SP | |
| 65 | 100 | 26 | 76,5 | 116 | 13,7 | 9 000 | 10 000 | 0,71 | NN 3013 KTN/SP | NN 3013 TN/SP | |
| 70 | 110 | 30 | 96,8 | 150 | 17,3 | 8 000 | 9 000 | 1 | NN 3014 KTN/SP | NN 3014 TN/SP | |
| 75 | 115 | 30 | 96,8 | 150 | 17,6 | 7 500 | 8 500 | 1,1 | NN 3015 KTN/SP | NN 3015 TN/SP | |
| 80 | 125 | 34 | 119 | 186 | 22 | 7 000 | 8 000 | 1,5 | NN 3016 KTN/SP | NN 3016 TN/SP | |
| 85 | 130 | 34 | 125 | 204 | 23,2 | 6 700 | 7 500 | 1,55 | NN 3017 KTN9/SP | NN 3017 TN9/SP | |
| 90 | 140 | 37 | 138 | 216 | 26 | 6 300 | 7 000 | 1,95 | NN 3018 KTN9/SP | NN 3018 TN9/SP | |
| 95 | 145 | 37 | 142 | 232 | 27,5 | 6 000 | 6 700 | 2,05 | NN 3019 KTN9/SP | NN 3019 TN9/SP | |
| 100 | 140 | 40 | 128 | 255 | 29 | 5 600 | 6 300 | 1,9 | NNU 4920 BK/SPW33 | NNU 4920 B/SPW33 | |
| | 150 | 37 | 151 | 250 | 29 | 5 600 | 6 300 | 2,1 | NN 3020 KTN9/SP | NN 3020 TN9/SP | |
| 105 | 145 | 40 | 130 | 260 | 30 | 5 300 | 6 000 | 2 | NNU 4921 BK/SPW33 | NNU 4921 B/SPW33 | |
| | 160 | 41 | 190 | 305 | 36 | 5 300 | 6 000 | 2,7 | NN 3021 KTN9/SP | NN 3021 TN9/SP | |

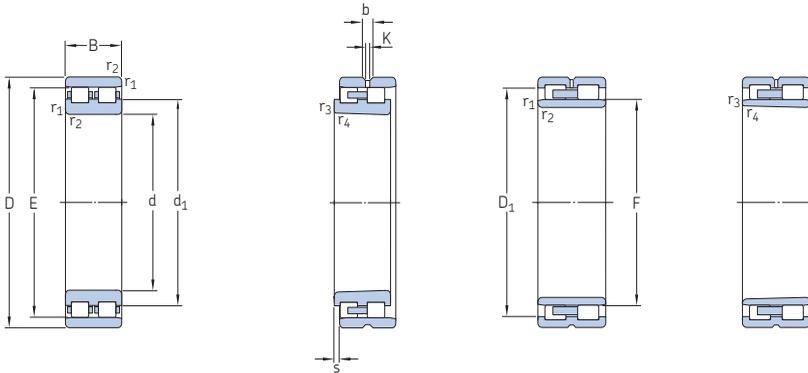


| Abmessungen | | | | | | | | Anschlussmaße | | | | | | Fett- bezugs- menge ¹⁾ | |
|-------------|---------------------------------|------|-----|---|--------------------------|--------------------------|-----------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---|------------------|
| d | d ₁ , D ₁ | E, F | b | K | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | s ²⁾ | d _a min. | d _a max. | d _b min. | D _a min. | D _a max. | r _a max. | d _n | G _{ref} |
| mm | | | | | | | | mm | | | | | | cm ³ | |
| 25 | 33,7 | 41,3 | - | - | 0,6 | 0,3 | 1 | 29 | - | - | 42 | 43 | 0,6 | 40,5 | 0,9 |
| 30 | 40,1 | 48,5 | - | - | 1 | 0,6 | 1,5 | 35 | - | - | 49 | 50 | 1 | 47,6 | 1 |
| 35 | 45,8 | 55 | - | - | 1 | 0,6 | 1,5 | 40 | - | - | 56 | 57 | 1 | 54 | 1,9 |
| 40 | 50,6 | 61 | - | - | 1 | 0,6 | 1,5 | 45 | - | - | 62 | 63 | 1 | 60 | 1,8 |
| 45 | 56,3 | 67,5 | - | - | 1 | 0,6 | 1,5 | 50 | - | - | 69 | 70 | 1 | 66,4 | 2,4 |
| 50 | 61,3 | 72,5 | - | - | 1 | 0,6 | 1,5 | 55 | - | - | 74 | 75 | 1 | 71,4 | 2,7 |
| 55 | 68,2 | 81 | - | - | 1,1 | 0,6 | 1,5 | 61,5 | - | - | 82 | 83,5 | 1 | 79,8 | 3,6 |
| 60 | 73,3 | 86,1 | - | - | 1,1 | 0,6 | 1,5 | 66,5 | - | - | 87 | 88,5 | 1 | 85 | 3,8 |
| 65 | 78,2 | 91 | - | - | 1,1 | 0,6 | 1,5 | 71,5 | - | - | 92 | 93,5 | 1 | 89,7 | 4,1 |
| 70 | 85,6 | 100 | - | - | 1,1 | 0,6 | 2 | 76,5 | - | - | 101 | 103,5 | 1 | 98,5 | 5,9 |
| 75 | 90,6 | 105 | - | - | 1,1 | 0,6 | 2 | 81,5 | - | - | 106 | 108,5 | 1 | 103,5 | 6,3 |
| 80 | 97 | 113 | - | - | 1,1 | 0,6 | 2 | 86,5 | - | - | 114 | 118,5 | 1 | 111,4 | 8,3 |
| 85 | 102 | 118 | - | - | 1,1 | 0,6 | 2 | 91,5 | - | - | 119 | 123,5 | 1 | 116,5 | 8,4 |
| 90 | 109,4 | 127 | - | - | 1,5 | 1 | 2 | 98 | - | - | 129 | 132 | 1,5 | 125,4 | 11 |
| 95 | 114,4 | 132 | - | - | 1,5 | 1 | 2 | 103 | - | - | 134 | 137 | 1,5 | 130,3 | 12 |
| 100 | 125,8 | 113 | 5,5 | 3 | 1,1 | 0,6 | 1,1 | 106 | 111 | 116 | - | 133,5 | 1 | 113,8 | 13 |
| | 119,4 | 137 | - | - | 1,5 | 1 | 2 | 108 | - | - | 139 | 142 | 1,5 | 135,3 | 12 |
| 105 | 130,8 | 118 | 5,5 | 3 | 1,1 | 0,6 | 1,1 | 111 | 116 | 121 | - | 138,5 | 1 | 119 | 15 |
| | 125,2 | 146 | - | - | 2 | 1,1 | 2 | 115 | - | - | 148 | 150 | 2 | 144,1 | 17 |

¹⁾ Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101

²⁾ Zulässige axiale Verschiebung zwischen der Ausgangsstellung eines Rings gegenüber dem anderen Ring.

3.2 Zweireihige Zylinderrollenlager d 110 – 240 mm



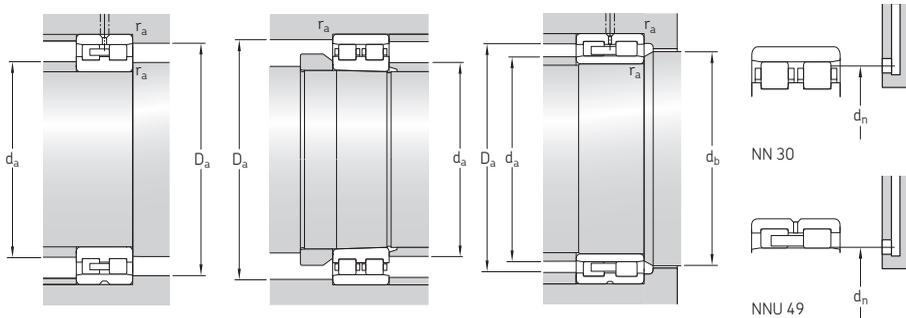
NN 30 TN9

NN 30 K/W33

NNU 49 B/W33

NNU 49 BK/W33

| Hauptabmessungen | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenz- belastung P_u | Erreichbare Drehzahlen Fett- schmie- rung | Erreichbare Drehzahlen Öl-Luft- Schmie- rung | Gewicht | Bezeichnungen | | | |
|------------------|------------|-------|--|---|--|---------|--------------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|
| | dyn. | stat. | | | | | Lager mit kegeliger Bohrung | zylindrischer Bohrung | | |
| d | D | B | C | C_0 | | | | | | |
| mm | | | kN | | min^{-1} | kg | - | | | |
| 110 | 150 | 40 | 132 | 270 | 30 | 5 300 | 6 000 | 2,05 | NNU 4922 BK/SPW33 | NNU 4922 B/SPW33 |
| | 170 | 45 | 220 | 360 | 41,5 | 5 000 | 5 600 | 3,4 | NN 3022 KTN9/SP | NN 3022 TN9/SP |
| 120 | 165 | 45 | 176 | 340 | 37,5 | 4 800 | 5 300 | 2,8 | NNU 4924 BK/SPW33 | NNU 4924 B/SPW33 |
| | 180 | 46 | 229 | 390 | 44 | 4 800 | 5 300 | 3,7 | NN 3024 KTN9/SP | NN 3024 TN9/SP |
| 130 | 180 | 50 | 187 | 390 | 41,5 | 4 300 | 4 800 | 3,85 | NNU 4926 BK/SPW33 | NNU 4926 B/SPW33 |
| | 200 | 52 | 292 | 500 | 55 | 4 300 | 4 800 | 5,55 | NN 3026 KTN9/SP | NN 3026 TN9/SP |
| 140 | 190 | 50 | 190 | 400 | 41,5 | 4 000 | 4 500 | 4,1 | NNU 4928 BK/SPW33 | NNU 4928 B/SPW33 |
| | 210 | 53 | 297 | 520 | 56 | 4 000 | 4 500 | 6 | NN 3028 K/SPW33 | - |
| 150 | 210 | 60 | 330 | 655 | 71 | 3 800 | 4 300 | 6,25 | NNU 4930 B/SPW33 | NNU 4930 BK/SPW33 |
| | 225 | 56 | 330 | 570 | 62 | 3 800 | 4 300 | 7,3 | NN 3030 K/SPW33 | - |
| 160 | 220 | 60 | 330 | 680 | 72 | 3 600 | 4 000 | 6,6 | NNU 4932 BK/SPW33 | NNU 4932 B/SPW33 |
| | 240 | 60 | 369 | 655 | 69,5 | 3 600 | 4 000 | 8,8 | NN 3032 K/SPW33 | - |
| 170 | 230 | 60 | 336 | 695 | 73,5 | 3 400 | 3 800 | 6,95 | NNU 4934 BK/SPW33 | NNU 4934 B/SPW33 |
| | 260 | 67 | 457 | 815 | 83 | 3 200 | 3 600 | 12 | NN 3034 K/SPW33 | - |
| 180 | 250 | 69 | 402 | 850 | 88 | 3 000 | 3 400 | 10,5 | NNU 4936 BK/SPW33 | NNU 4936 B/SPW33 |
| | 280 | 74 | 561 | 1 000 | 102 | 3 000 | 3 400 | 16 | NN 3036 K/SPW33 | - |
| 190 | 260 | 69 | 402 | 880 | 90 | 2 800 | 3 200 | 11 | NNU 4938 BK/SPW33 | NNU 4938 B/SPW33 |
| | 290 | 75 | 594 | 1 080 | 108 | 2 800 | 3 200 | 17 | NN 3038 K/SPW33 | - |
| 200 | 280 | 80 | 484 | 1 040 | 106 | 2 600 | 3 000 | 15 | NNU 4940 BK/SPW33 | NNU 4940 B/SPW33 |
| | 310 | 82 | 644 | 1 140 | 118 | 2 600 | 3 000 | 21 | NN 3040 K/SPW33 | - |
| 220 | 300 | 80 | 512 | 1 140 | 114 | 2 400 | 2 800 | 16,5 | NNU 4944 BK/SPW33 | NNU 4944 B/SPW33 |
| | 340 | 90 | 809 | 1 460 | 143 | 2 400 | 2 800 | 27,5 | NN 3044 K/SPW33 | - |
| 240 | 320 | 80 | 528 | 1 220 | 118 | 2 200 | 2 600 | 17,5 | NNU 4948 BK/SPW33 | NNU 4948 B/SPW33 |
| | 360 | 92 | 842 | 1 560 | 153 | 2 200 | 2 600 | 30,5 | NN 3048 K/SPW33 | - |

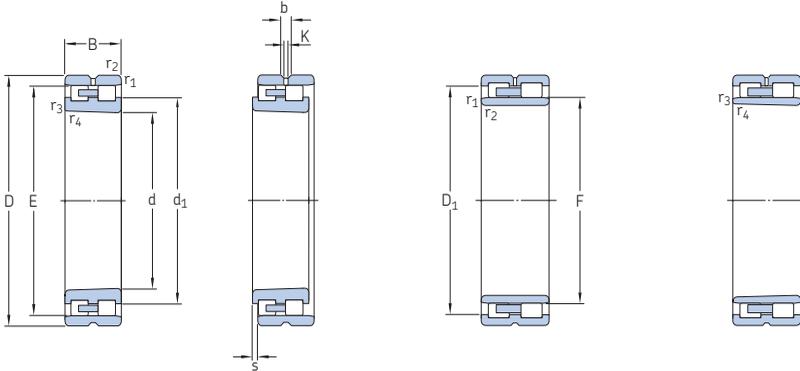


| Abmessungen | | | | | | | | Anschlussmaße | | | | | | Fett- bezugs- menge ¹⁾ | |
|-------------|---------------------------------|-------|------|-----|--------------------------|--------------------------|-----------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---|------------------|
| d | d ₁ , D ₁ | E, F | b | K | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | s ²⁾ | d _a min. | d _a max. | d _b min. | D _a min. | D _a max. | r _a max. | d _n | G _{ref} |
| mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | cm ³ |
| 110 | 135,8 | 123 | 5,5 | 3 | 1,1 | 0,6 | 1,1 | 116 | 121 | 126 | – | 143,5 | 1 | 124 | 17 |
| | 132,6 | 155 | – | – | 2 | 1,1 | 3 | 120 | – | – | 157 | 160 | 2 | 153 | 20 |
| 120 | 150,5 | 134,5 | 5,5 | 3 | 1,1 | 0,6 | 1,1 | 126 | 133 | 137 | – | 158,5 | 1 | 136,8 | 27 |
| | 142,6 | 165 | – | – | 2 | 1,1 | 3 | 130 | – | – | 167 | 170 | 2 | 162,9 | 23 |
| 130 | 162 | 146 | 5,5 | 3 | 1,5 | 1 | 2,2 | 137 | 144 | 149 | – | 172 | 1,5 | 147 | 31 |
| | 156,4 | 182 | – | – | 2 | 1,1 | 3 | 140 | – | – | 183 | 190 | 2 | 179,6 | 34 |
| 140 | 172 | 156 | 5,5 | 3 | 1,5 | 1 | 2,2 | 147 | 154 | 159 | – | 182 | 1,5 | 157 | 45 |
| | 166,5 | 192 | 8,7 | 4,5 | 2 | 1,1 | 2,5 | 150 | – | – | 194 | 200 | 2 | 188 | 52 |
| 150 | 190,9 | 168,5 | 5,5 | 3 | 2 | 1 | 2 | 160 | 166 | 172 | – | 200 | 2 | 169,9 | 57 |
| | 179 | 206 | 8,7 | 4,5 | 2,1 | 1,1 | 2,5 | 161 | – | – | 208 | 214 | 2 | 201,7 | 63 |
| 160 | 200,9 | 178,5 | 5,5 | 3 | 2 | 2 | 2 | 170 | 176 | 182 | – | 210 | 2 | 179,8 | 63 |
| | 190 | 219 | 8,5 | 4,5 | 2,1 | 1,1 | 2,5 | 171 | – | – | 221 | 229 | 2 | 214,4 | 78 |
| 170 | 210,9 | 188,5 | 5,5 | 3 | 2 | 2 | 2 | 180 | 186 | 192 | – | 220 | 2 | 189,8 | 72 |
| | 204 | 236 | 8,9 | 4,5 | 2,1 | 1,1 | 2,5 | 181 | – | – | 238 | 249 | 2 | 230,8 | 105 |
| 180 | 226,05 | 202 | 8,3 | 3 | 2 | 1 | 1,1 | 190 | 199 | 205 | – | 240 | 2 | 203,5 | 81 |
| | 218,2 | 255 | 11,3 | 6 | 2,1 | 1,1 | 3 | 191 | – | – | 257 | 269 | 2 | 248,9 | 138 |
| 190 | 236 | 212 | 8,3 | 3 | 2 | 1 | 1,1 | 200 | 209 | 215 | – | 250 | 2 | 213 | 85 |
| | 228,2 | 265 | 11,3 | 6 | 2,1 | 1,1 | 3 | 201 | – | – | 267 | 279 | 2 | 258,9 | 144 |
| 200 | 252,2 | 225 | 11,1 | 3 | 2,1 | 1,1 | 3,7 | 211 | 222 | 228 | – | 269 | 2 | 227 | 117 |
| | 242 | 282 | 12,2 | 6 | 2,1 | 1,1 | 3 | 211 | – | – | 285 | 299 | 2 | 275,3 | 191 |
| 220 | 272,2 | 245 | 11,1 | 3 | 2,1 | 1,1 | 3,7 | 231 | 242 | 249 | – | 289 | 2 | 247 | 150 |
| | 265,2 | 310 | 15 | 7,5 | 3 | 1,1 | 2 | 233 | – | – | 313 | 327 | 2,5 | 302,4 | 260 |
| 240 | 292,2 | 265,3 | 11,1 | 3 | 2,1 | 1,1 | 3,7 | 251 | 262 | 269 | – | 309 | 2 | 267 | 171 |
| | 285,2 | 330 | 15,2 | 7,5 | 3 | 1,1 | 2 | 253 | – | – | 333 | 347 | 2,5 | 322,4 | 288 |

¹⁾ Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101

²⁾ Zulässige axiale Verschiebung zwischen der Ausgangsstellung eines Rings gegenüber dem anderen Ring.

3.2 Zweireihige Zylinderrollenlager d 260 – 670 mm

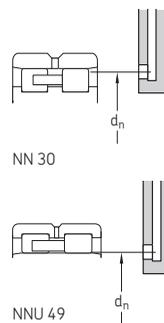
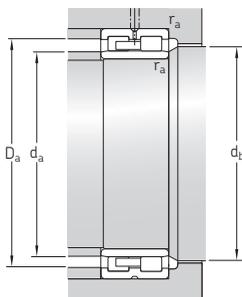
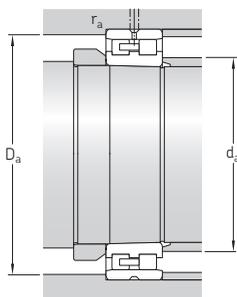


NN 30 K/W33

NNU 49 B/W33

NNU 49 BK/W33

| Hauptabmessungen | | | Tragzahlen dyn. stat. | | Ermüdungs- grenz- belastung P_u | Erreichbare Drehzahlen | | Gewicht | Bezeichnungen | |
|------------------|-----|-----|--------------------------|--------|--|---------------------------|-----------------------------|---------|--------------------------------|-----------------------|
| d | D | B | C | C_0 | | Fett- schmie- rung | Öl-Luft- Schmie- rung | | Lager mit kegeliger Bohrung | zylindrischer Bohrung |
| mm | | | kN | | kN | min^{-1} | | kg | - | |
| 260 | 360 | 100 | 748 | 1 700 | 163 | 2 000 | 2 400 | 30,5 | NNU 4952 BK/SPW33 | NNU 4952 B/SPW33 |
| | 400 | 104 | 1 020 | 1 930 | 183 | 2 000 | 2 400 | 44 | NN 3052 K/SPW33 | - |
| 280 | 380 | 100 | 765 | 1 800 | 170 | 1 900 | 2 200 | 32,5 | NNU 4956 BK/SPW33 | NNU 4956 B/SPW33 |
| | 420 | 106 | 1 080 | 2 080 | 196 | 1 900 | 2 200 | 47,5 | NN 3056 K/SPW33 | - |
| 300 | 420 | 118 | 1 020 | 2 360 | 224 | 1 800 | 2 000 | 50 | NNU 4960 BK/SPW33 | NNU 4960 B/SPW33 |
| | 460 | 118 | 1 250 | 2 400 | 228 | 1 700 | 1 900 | 66,5 | NN 3060 K/SPW33 | - |
| 320 | 440 | 118 | 1 060 | 2 500 | 232 | 1 700 | 1 900 | 50 | NNU 4964 BK/SPW33 | NNU 4964 B/SPW33 |
| | 480 | 121 | 1 320 | 2 600 | 240 | 1 600 | 1 800 | 71 | NN 3064 K/SPW33 | - |
| 340 | 460 | 118 | 1 100 | 2 650 | 245 | 1 500 | 1 700 | 53 | NNU 4968 BK/SPW33 | NNU 4968 B/SPW33 |
| | 520 | 133 | 1 650 | 3 250 | 290 | 1 400 | 1 600 | 94,5 | NN 3068 K/SPW33 | - |
| 360 | 480 | 118 | 1 120 | 2 800 | 250 | 1 500 | 1 700 | 55 | NNU 4972 BK/SPW33 | NNU 4972 B/SPW33 |
| | 540 | 134 | 1 720 | 3 450 | 310 | 1 300 | 1 500 | 102 | NN 3072 K/SPW33 | - |
| 380 | 520 | 140 | 1 450 | 3 600 | 320 | 1 300 | 1 500 | 83,5 | NNU 4976 BK/SPW33 | NNU 4976 B/SPW33 |
| | 560 | 135 | 1 680 | 3 450 | 305 | 1 300 | 1 500 | 105 | NN 3076 K/SPW33 | - |
| 400 | 540 | 140 | 1 470 | 3 800 | 335 | 1 300 | 1 500 | 87,5 | NNU 4980 BK/SPW33 | NNU 4980 B/SPW33 |
| | 600 | 148 | 2 160 | 4 500 | 380 | 1 200 | 1 400 | 135 | NN 3080 K/SPW33 | - |
| 420 | 560 | 140 | 1 510 | 4 000 | 345 | 1 200 | 1 400 | 91 | NNU 4984 BK/SPW33 | NNU 4984 B/SPW33 |
| | 620 | 150 | 2 120 | 4 500 | 380 | 1 100 | 1 300 | 140 | NN 3084 K/SPW33 | - |
| 460 | 620 | 160 | 2 090 | 5 500 | 465 | 1 000 | 1 200 | 130 | NNU 4992 BK/SPW33 | NNU 4992 B/SPW33 |
| | 680 | 163 | 2 600 | 5 500 | 440 | 1 000 | 1 200 | 190 | NN 3092 K/SPW33 | - |
| 500 | 670 | 170 | 2 330 | 6 100 | 490 | 950 | 1 100 | 165 | NNU 49/500 BK/SPW33X | NNU 49/500 B/SPW33X |
| 600 | 800 | 200 | 3 580 | 10 200 | 800 | 800 | 900 | 280 | NNU 49/600 BK/SPW33X | NNU 49/600 B/SPW33X |
| 670 | 900 | 230 | 4 950 | 13 700 | 930 | 700 | 800 | 410 | NNU 49/670 BK/SPW33X | NNU 49/670 B/SPW33X |



Abmessungen

Anschlussmaße

Fett- bezugs- menge¹⁾

| d | d ₁ , D ₁ | E, F | b | K | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | s ²⁾ | d _a min. | d _a max. | d _b min. | D _a min. | D _a max. | r _a max. | d _n | G _{ref} |
|-----|---------------------------------|------|------|-----|--------------------------|--------------------------|-----------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------|------------------|
| mm | | | | | | | | mm | | | | | | | cm ³ |
| 260 | 325,6 | 292 | 13,9 | 3 | 2,1 | 1,1 | 4,5 | 271 | 288 | 296 | – | 349 | 2 | 294,5 | 366 |
| | 312,8 | 364 | 15,3 | 7,5 | 4 | 1,5 | 5 | 275 | – | – | 367 | 384 | 3 | 355,2 | 392 |
| 280 | 345,6 | 312 | 13,9 | 3 | 2,1 | 1,1 | 4,5 | 291 | 308 | 316 | – | 369 | 2 | 313,5 | 384 |
| | 332,8 | 384 | 15,3 | 7,5 | 4 | 1,5 | 5 | 295 | – | – | 387 | 404 | 3 | 375,3 | 420 |
| 300 | 379 | 339 | 16,7 | 3 | 3 | 1,1 | 5,5 | 313 | 335 | 343 | – | 407 | 2,5 | 362 | 420 |
| | 359 | 418 | 16,7 | 9 | 4 | 2 | 8,9 | 315 | – | – | 421 | 445 | 3 | – | – |
| 320 | 399 | 359 | 16,7 | 9 | 3 | 2 | 5,5 | 333 | 355 | 363 | – | 427 | 2,5 | – | – |
| | 379 | 438 | 16,7 | 9 | 4 | 2 | 8,9 | 335 | – | – | 442 | 465 | 3 | – | – |
| 340 | 419 | 379 | 16,7 | 9 | 3 | 1,5 | 5,5 | 353 | 375 | 383 | – | 447 | 2,5 | – | – |
| | 408 | 473 | 16,7 | 9 | 5 | 3 | 10,9 | 358 | – | – | 477 | 502 | 4 | – | – |
| 360 | 439 | 399 | 16,7 | 9 | 3 | 1,5 | 5,5 | 373 | 395 | 403 | – | 467 | 2,5 | – | – |
| | 428 | 493 | 16,7 | 9 | 5 | 2,5 | 10,9 | 378 | – | – | 497 | 520 | 4 | – | – |
| 380 | 470,8 | 426 | 16,7 | 9 | 4 | 2,5 | 5,5 | 395 | 421 | 431 | – | 505 | 3 | – | – |
| | 448 | 513 | 16,7 | 9 | 5 | 2,5 | 11,9 | 398 | – | – | 517 | 542 | 4 | – | – |
| 400 | 490,8 | 446 | 16,7 | 9 | 4 | 2,5 | 5,5 | 415 | 441 | 451 | – | 524 | 3 | – | – |
| | 475 | 549 | 16,7 | 9 | 5 | 2,5 | 12,4 | 418 | – | – | 553 | 582 | 4 | – | – |
| 420 | 510,5 | 466 | 16,7 | 9 | 4 | 2 | 5,5 | 435 | 461 | 471 | – | 544 | 3 | – | – |
| | 495 | 569 | 16,7 | 9 | 5 | 2 | 12,4 | 438 | – | – | 574 | 602 | 4 | – | – |
| 460 | 567 | 510 | 16,7 | 9 | 4 | 2 | 3,2 | 475 | 504 | 515 | – | 605 | 3 | – | – |
| | 542 | 624 | 22,3 | 12 | 6 | 3 | 14,4 | 483 | – | – | 627 | 657 | 5 | – | – |
| 500 | 611,6 | 554 | 22,3 | 12 | 5 | 3 | 3,5 | 548 | 548 | 559 | – | 652 | 4 | – | – |
| 600 | 733,2 | 666 | 22,3 | 12 | 5 | 2,5 | 5,5 | 648 | 662 | 672 | – | 782 | 4 | – | – |
| 670 | 821,2 | 738 | 22,3 | 12 | 6 | 3 | 6 | 693 | 732 | 744 | – | 877 | 5 | – | – |

¹⁾ Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101

²⁾ Zulässige axiale Verschiebung zwischen der Ausgangsstellung eines Rings gegenüber dem anderen Ring.

³⁾ Informationen über Lager mit D > 420 mm erhalten Sie vom Technischen SKF Beratungsservice.



Super-precision bearing

Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager

| | |
|---|------------|
| Lagerreihen und Ausführungsvarianten | 302 |
| Lager der Grundausführung, Reihe BTW .. | 303 |
| Hochgeschwindigkeitslager, Reihe BTM .. | 303 |
| Hybridlager | 304 |
| Käfige | 304 |
| Kennzeichnung von Lagern | 305 |
| Kennzeichnungsnummern an den Lagern der Serie BTW | 305 |
| Zusätzliche Markierungen an Lagern der Reihe BTM | 305 |
| Lagerdaten | 306 |
| (Hauptabmessungen, Toleranzen) | |
| Vorspannung | 308 |
| Auswirkung der Passung auf die Vorspannung | 308 |
| Axiale Steifigkeit | 309 |
| Äquivalente Lagerbelastungen | 310 |
| Erreichbare Drehzahlen | 310 |
| Montage | 310 |
| Bezeichnungsschema | 311 |

Produkttable

| | |
|---|------------|
| 4.1 Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager | 312 |
|---|------------|

Weitere Informationen

| | |
|--|-----|
| Lebensdauer und Tragfähigkeit | 33 |
| Erforderliche Mindestbelastung | 34 |
| Grenzmaße für die Kantenabstände | 47 |
| Werkstoff | 51 |
| Gestaltung der Lagerungen | 57 |
| Schmierung | 99 |
| Montagehinweise | 123 |
| Aufbewahren von Lagern | 125 |

Zweiseitig wirkende SKF Axial-Schrägkugellager dienen der Befestigung von Werkzeugmaschinenwellen in beiden Richtungen. Die Lager sind für den Einbau in Kombination mit Zylinderrollenlagern der Reihen NN 30 K oder N 10 K in derselben Gehäusebohrung konzipiert (→ **Bild 1**). Diese Lagerkombination vereinfacht die mechanische Bearbeitung der Gehäusebohrung.

Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager werden mit dem gleichen Nennmaß für Bohrungs- und Außendurchmesser gefertigt wie die entsprechenden Zylinderrollenlager. Durch die Außendurchmessertoleranz der Gehäusescheiben in Kombination mit der empfohlenen Toleranz für Gehäusebohrungsdurchmesser und Geometrie bei Hochgenauigkeits-Zylinderrollenlagern der Reihe „Super-precision bearings“ unter leichter bis normaler Belastung und mit Umfangslast am Innenring (→ *Empfohlene Wellen- und Gehäusepassungen*, **Seite 70**) ergibt sich jedoch eine passende radiale Lagerluft in der Gehäusebohrung. Diese Lagerluft reicht aus, um die Einwirkung von Radiallasten auf das Axiallager zu verhindern, insofern der Außenring nicht axial mit dem Gehäuse verspannt ist.

Lagerreihen und Ausführungsvarianten

SKF bietet zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager in zwei verschiedenen Ausführungen:

- Lager der Grundauführung (Reihe BTW, → **Bild 2**) für maximale Tragfähigkeit und maximale Systemsteifigkeit für Wellendurchmesser zwischen 35 und 200 mm
- Hochgeschwindigkeitslager (Reihe BTM, → **Bild 3**) für maximale Drehzahlneigung für Wellendurchmesser zwischen 60 und 180 mm

Beide Ausführungen sind mit Stahl- oder mit Keramikugeln erhältlich (Hybridlager).

Bild 1

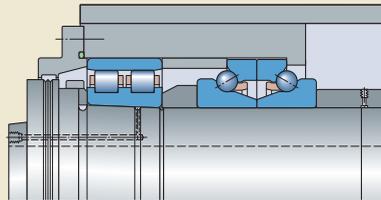
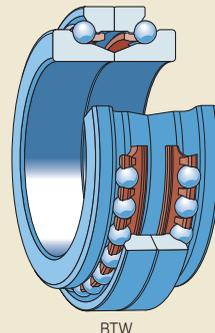


Bild 2



Die Lager der Reihen BTM und BTW haben die gleichen Bohrungs- und Außendurchmesser. Die Lagerhöhe der Lager aus der Reihe BTM ist allerdings um 25% niedriger (→ Bild 4), wodurch sie sich besonders gut für kompakte Anordnungen eignen. Diese Lager haben eine geringere Tragfähigkeit und axiale Steifigkeit als Lager der Reihe BTW, können aber höhere Drehzahlen aufnehmen.

Lager der Grundausführung, Reihe BTW

Lager der Reihe BTW (→ Bild 2) bestehen aus zwei einreihigen Axial-Schrägkugellagern in O-Anordnung mit einem Berührungswinkel von 60°. Dank dieser Ausführung und der großen Anzahl Kugeln können diese Lager hohe axiale Belastungen in beide Richtungen aufnehmen und gewährleisten eine hohe Steifigkeit. Die Lager der Reihe BTW sind nicht selbsthaltend. Beim Zusammendrücken der Wellenscheiben entsteht eine Vorspannung in einem vordefinierten Bereich.

Auf Anfragen sind die Lager der Reihe BTW auch mit einer Umfangsnut und drei Schmierbohrungen in der Gehäusescheibe erhältlich (Nachsetzzeichen W33, → Tabelle 1, Seite 304). Es ist auch eine Ausführung mit einem größeren Bohrungsdurchmesser verfügbar, die sich direkt an der größeren Seite eines Zylinderrollenlagers mit kegeliger Bohrung (z. B. BTW 60 CATN9/SP) einbauen lässt.

Hochgeschwindigkeitslager, Reihe BTM

Lager der Reihe BTM (→ Bild 3) bestehen aus zwei selbsthaltenden einreihigen Schrägkugellagern in O-Anordnung. Sie sind für die Aufnahme axialer Belastung in beiden Richtungen ausgelegt. Beim Zusammenpressen der Innenringe entsteht eine Vorspannung in einem vordefinierten Bereich.

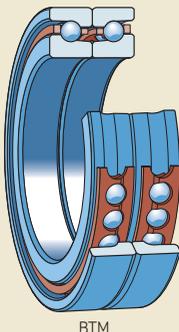
Diese Hochgeschwindigkeitslager sind mit zwei Berührungswinkeln erhältlich:

- Berührungswinkel 30°: Nachsetzzeichen A
- Berührungswinkel 40°: Nachsetzzeichen B

Lager mit einem Berührungswinkel von 30° können höhere Drehzahlen aufnehmen, Lager mit einem Berührungswinkel von 40° sind dagegen besser geeignet für Anwendungen, die eine hohe axiale Steifigkeit erfordern.

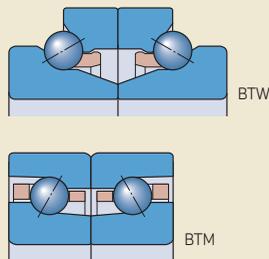
Gemäß der ISO-Definition sind Lager der Reihe BTM radiale Lager, da sie einen Berührungswinkel von 30° oder 40° haben. Da diese Lager aber ausschließlich für die Aufnahme axialer Belastungen vorgesehen sind, wird in den Produkttabellen (→ Seite 312) nur ihre axiale Tragzahl aufgeführt.

Bild 3



BTM

Bild 4

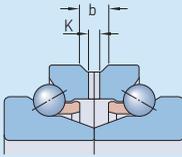


BTW

BTM

Tabelle 1

Umfangsnut und Schmierbohrungsabmessungen für Lager der Reihen BTW .. W33



| Bohrungs- durchmesser d | Abmessungen | |
|-------------------------------|-------------|-----|
| | b | K |
| mm | mm | |
| 35 | 5,5 | 3 |
| 40 | 5,5 | 3 |
| 45 | 5,5 | 3 |
| 50 | 5,5 | 3 |
| 55 | 5,5 | 3 |
| 60 | 5,5 | 3 |
| 65 | 5,5 | 3 |
| 70 | 5,5 | 3 |
| 75 | 5,5 | 3 |
| 80 | 8,4 | 4,5 |
| 85 | 8,4 | 4,5 |
| 90 | 8,4 | 4,5 |
| 95 | 8,4 | 4,5 |
| 100 | 8,4 | 4,5 |
| 110 | 8,4 | 4,5 |
| 120 | 8,4 | 4,5 |
| 130 | 11,2 | 6 |
| 140 | 11,2 | 6 |
| 150 | 14 | 7,5 |
| 160 | 14 | 7,5 |
| 170 | 14 | 7,5 |
| 180 | 16,8 | 9 |
| 190 | 16,8 | 9 |
| 200 | 16,8 | 9 |

Hybridlager

Die Ringe von Hybrid-Axialschrägkugellagern (Nachsetzzeichen HC) bestehen aus Lagerstahl und ihre Wälzkörper aus Siliziumnitrid in Wälzlagerqualität (Keramik). Da Keramikugeln leichter sind und ein höheres Elastizitätsmodul sowie einen niedrigeren Wärmeausdehnungskoeffizienten haben als Stahlkugeln, können Keramikugeln folgende Vorteile bieten:

- höhere Steifigkeit
- höhere Drehzahleignung
- reduzierte Trägheits- und Fliehkräfte im Lager
- minimierte Spannung an den Wälzkontakten des Außenrings bei hohen Drehzahlen
- verringerte Reibungswärme
- niedrigerer Energieverbrauch
- längere Lager- und Fettgebrauchsdauer
- weniger anfällig für Ansmier- und Käfigschäden bei häufigem schnellem Anfahren und Stoppen
- weniger anfällig für Temperaturschwankungen im Lager
- genauere Einstellung der Vorspannung

Nähere Angaben zu Siliziumnitrid entnehmen Sie bitte dem Abschnitt *Werkstoffe für Lager-
ringe und Wälzkörper* (→ Seite 51).

Käfige

Lager der Reihe BTW werden serienmäßig mit folgenden Käfigen ausgestattet:

- $d \leq 130$ mm
zwei glasfaserverstärkte Schnappkäfige aus PA66, kugelgeführt, Nachsetzzeichen TN9
- $d \geq 140$ mm
zwei Schnappkäfige aus Messing, kugelgeführt, Nachsetzzeichen M

Lager der Reihe BTM werden serienmäßig mit folgenden Käfigen ausgestattet:

- $d \leq 130$ mm
zwei glasfaserverstärkte Fensterkäfige aus PA66, kugelgeführt, Nachsetzzeichen TN9
- $d \geq 140$ mm
zwei Fensterkäfige aus Messing, kugelgeführt, Nachsetzzeichen M

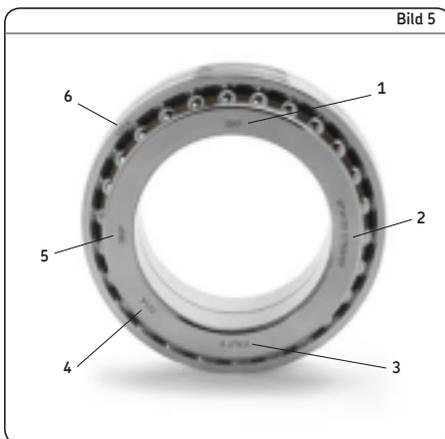
Die Käfige sind so ausgeführt, dass ein zuverlässiger Betrieb der vorgespannten Lager bei hohen Drehzahlen möglich ist und dass die Lager schnelle Starts, Stopps und Lastrichtungswechsel aufnehmen können. Die Käfige bieten ebenfalls einen guten Schutz gegen das Auslaufen von Schmierfett.

Weitere Hinweise zur Eignung von Käfigen finden Sie im Abschnitt *Werkstoffe für Käfige* (→ Seite 55).

Kennzeichnung von Lagern

Alle zweiseitig wirkenden Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe „Super-precision bearings“ haben mehrere Kennzeichen an den Außenseiten der Lagerscheiben/Ringe (→ Bild 5):

- 1 SKF Marke
- 2 Komplette Lagerbezeichnung (Kurzzeichen)
- 3 Herstellungsland
- 4 Herstellungsdatum (kodiert)



- 5 Kennzeichnungs-/Seriennummer der Wellenscheibe bzw. des Innenrings
- 6 Kennzeichnungsnummer an der Gehäusescheibe (gilt nur für die Reihe BTW)

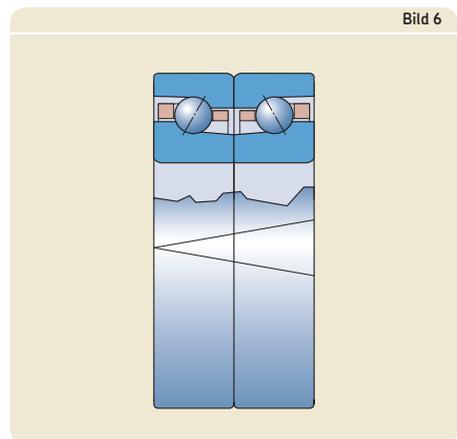
Kennzeichnungsnummern an den Lagern der Reihe BTW

Die Kennzeichnungsnummern an den Lagerscheiben liefern Aufschluss über die Lagerkomponenten, die gemäß der werksseitigen Zusammenstellung verwendet werden müssen. Die beiden Hälften der Lagerscheiben der Reihe BTW lassen sich durch „A“ und „B“ nach den Kennzeichnungsnummern unterscheiden (z. B. 121A in Bild 5).

Zusätzliche Markierungen an Lagern der Reihe BTM

Ein V-Zeichen an der Außenseite der Außenringe (→ Bild 6) gibt an, in welcher Richtung die Lager eingebaut werden müssen, damit die korrekte Satzvorspannung eingestellt wird.

Die Abweichung des mittleren Bohrungsdurchmessers vom Nennwert wird an der Seitenfläche des Innenrings in Mikrometern angegeben.



Lagerdaten

| | |
|---|---|
| Hauptabmessungen | <ul style="list-style-type: none"> Bohrungs- und Außendurchmesser gemäß ISO 15, Durchmesserreihe 0 für Radiallager Die übrigen Hauptabmessungen sind nicht genormt, doch weit verbreitet auf dem Markt. |
| Toleranzen | <p>Lager der Reihe BTW</p> <ul style="list-style-type: none"> Toleranzklasse SP (→ Tabelle 2) serienmäßig Hochgenauigkeits-Toleranzklasse UP (→ Tabelle 3) auf Anfrage <p>Lager der Reihe BTM</p> <ul style="list-style-type: none"> Toleranzklasse P4C (→ Tabelle 4) |
| Weiterführende Informationen (→ Seite 47) | |

Tabelle 2

Toleranzklasse SP

Wellenscheibe und Lagerhöhe

| d über | bis | Δ_{dmp} ob. | unt. | Δ_{B1s} ob. | unt. | Δ_{T2s} ob. | unt. | $S_i^{1)}$ max. |
|-----------|-----|------------------------------|------|------------------------------|------|------------------------------|------|--------------------|
| mm | | μm | | μm | | μm | | μm |
| 30 | 50 | 1 | -11 | 0 | -100 | 0 | -200 | 3 |
| 50 | 80 | 2 | -14 | 0 | -100 | 0 | -200 | 4 |
| 80 | 120 | 3 | -18 | 0 | -200 | 0 | -400 | 4 |
| 120 | 180 | 3 | -21 | 0 | -250 | 0 | -500 | 5 |
| 180 | 250 | 4 | -26 | 0 | -250 | 0 | -500 | 5 |

Gehäusescheibe

| D über | bis | Δ_{Dmp} ob. | unt. | Δ_{C1s} ob. | unt. | S_e max. |
|-----------|-----|------------------------------|------|------------------------------|------|--|
| mm | | μm | | μm | | |
| 50 | 80 | -24 | -33 | 0 | -50 | Die Abmaße sind die gleichen wie für die zugehörige Wellenscheibe. |
| 80 | 120 | -28 | -38 | 0 | -50 | |
| 120 | 150 | -33 | -44 | 0 | -100 | |
| 150 | 180 | -33 | -46 | 0 | -100 | |
| 180 | 250 | -37 | -52 | 0 | -125 | |
| 250 | 315 | -41 | -59 | 0 | -125 | |

Toleranzsymbole und Definitionen → **Tabelle 4, Seite 48**

¹⁾ Die angegebenen Toleranzen sind ungefähre Werte, da die Rundlauf toleranz der Laufbahn in Richtung der Kugelbelastung gemessen wird. Nach dem Einbau des Lagers ist der Axialschlag im Allgemeinen kleiner als in der Tabelle angegeben.

Tabelle 3

Toleranzklasse UP

Wellenscheibe und Lagerhöhe

| d | | Δ_{dmp} | | Δ_{B1s} | | Δ_{T2s} | | $S_T^{(1)}$ |
|------|-----|----------------|------|----------------|------|----------------|------|-------------|
| über | bis | ob. | unt. | ob. | unt. | ob. | unt. | max. |
| mm | | μm | | μm | | μm | | μm |
| 30 | 50 | 0 | -8 | 0 | -100 | 0 | -200 | 1,5 |
| 50 | 80 | 0 | -9 | 0 | -100 | 0 | -200 | 2 |
| 80 | 120 | 0 | -10 | 0 | -200 | 0 | -400 | 2 |
| 120 | 180 | 0 | -13 | 0 | -250 | 0 | -500 | 3 |
| 180 | 250 | 0 | -15 | 0 | -250 | 0 | -500 | 3 |

Gehäusescheibe

| D | | Δ_{Dmp} | | Δ_{C1s} | | S_e |
|------|-----|----------------|------|----------------|------|--|
| über | bis | ob. | unt. | ob. | unt. | max. |
| mm | | μm | | μm | | |
| 50 | 80 | -24 | -33 | 0 | -50 | Die Abmaße sind die gleichen wie für die zugehörige Wellenscheibe. |
| 80 | 120 | -28 | -38 | 0 | -50 | |
| 120 | 150 | -33 | -44 | 0 | -100 | |
| 150 | 180 | -33 | -46 | 0 | -100 | |
| 180 | 250 | -37 | -52 | 0 | -125 | |
| 250 | 315 | -41 | -59 | 0 | -125 | |

Toleranzsymbole und Definitionen → **Tabelle 4, Seite 48**

¹⁾ Die angegebenen Toleranzen sind ungefähre Werte, da die Rundlauf toleranz der Laufbahn in Richtung der Kugelbelastung gemessen wird. Nach dem Einbau des Lagers ist der Axialschlag im Allgemeinen kleiner als in der Tabelle angegeben.



Tabelle 4

Toleranzklasse P4C

Innenring

| d | | Δ_{ds} | | Δ_{B1s} | | Δ_{T2s} | | $S_T^{(1)}$ |
|------|-----|---------------|------|----------------|------|----------------|------|-------------|
| über | bis | ob. | unt. | ob. | unt. | ob. | unt. | max. |
| mm | | μm | | μm | | μm | | μm |
| 50 | 80 | 0 | -7 | 0 | -100 | 0 | -200 | 3 |
| 80 | 120 | 0 | -8 | 0 | -200 | 0 | -400 | 4 |
| 120 | 180 | 0 | -10 | 0 | -250 | 0 | -500 | 4 |

Außenring

| D | | Δ_{Ds} | | Δ_{C1s} | | S_e |
|------|-----|---------------|------|----------------|------|---|
| über | bis | ob. | unt. | ob. | unt. | max. |
| mm | | μm | | μm | | |
| 80 | 120 | -28 | -38 | 0 | -100 | Die Abmaße sind die gleichen wie für den zugehörigen Innenring. |
| 120 | 150 | -33 | -44 | 0 | -200 | |
| 150 | 180 | -33 | -46 | 0 | -250 | |
| 180 | 250 | -37 | -52 | 0 | -250 | |

Toleranzsymbole und Definitionen → **Tabelle 4, Seite 48**

¹⁾ Die angegebenen Toleranzen sind ungefähre Werte, da die Rundlauf toleranz der Laufbahn in Richtung der Kugelbelastung gemessen wird. Nach dem Einbau des Lagers ist der Axialschlag im Allgemeinen kleiner als in der Tabelle angegeben.

Vorspannung

Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager werden so gefertigt, dass sie nach dem Einbau die geforderte Betriebsvorspannung bieten.

Die Lager der Reihe BTM sind mit verschiedenen Vorspannungen erhältlich:

- leichte Vorspannung, Nachsetzzeichen DBA
- starke Vorspannung, Nachsetzzeichen DBB

Die Vorspannung wird bei der Fertigung durch genaue Einstellung des Überstands der Wellenscheiben bzw. Innenringe gegenüber den Gehäusescheiben bzw. Außenringen erreicht. Die Vorspannungswerte sind in der **Tabelle 5** aufgelistet und gelten für neue Lager vor dem Einbau. Die Lagerkomponenten und -sätze müssen zusammen und in der angegebenen Reihenfolge eingebaut werden. Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt *Kennzeichnung von Lagern* (→ Seite 305).

Auswirkung der Passung auf die Vorspannung

Beim Einbau zweiseitig wirkender Axial-Schrägkugellager an einem Wellensitz, der gemäß der Durchmesser- toleranz h4 gefertigt wurde, ergibt sich eine Übergangspassung, d. h. entweder eine feste oder eine lose Passung. Eine lose Passung hat keinerlei Auswirkung auf die Vorspannung. Eine feste Passung erhöht die Vorspannung. Weitere Auskünfte erhalten Sie vom Technischen SKF Beratungsservice.

Tabelle 5

Axiale Vorspannung für nicht eingebaute Lager

| Bohrungs- durchmesser d | Axiale Vorspannung | | | | |
|-------------------------------|--------------------|----------|-------|----------|-------|
| | BTW | BTM .. A | | BTM .. B | |
| | | DBA | DBB | DBA | DBB |
| mm | N | N | | N | |
| 35 | 340 | – | – | – | – |
| 40 | 360 | – | – | – | – |
| 45 | 390 | – | – | – | – |
| 50 | 415 | – | – | – | – |
| 55 | 440 | – | – | – | – |
| 60 | 470 | 200 | 600 | 250 | 750 |
| 65 | 490 | 200 | 600 | 250 | 750 |
| 70 | 515 | 250 | 750 | 350 | 1 050 |
| 75 | 545 | 250 | 750 | 350 | 1 050 |
| 80 | 575 | 300 | 900 | 400 | 1 200 |
| 85 | 600 | 300 | 900 | 400 | 1 200 |
| 90 | 625 | 400 | 1 200 | 550 | 1 650 |
| 95 | 655 | 400 | 1 200 | 550 | 1 650 |
| 100 | 690 | 400 | 1 200 | 550 | 1 650 |
| 110 | 735 | 600 | 1 800 | 750 | 2 250 |
| 120 | 800 | 600 | 1 800 | 850 | 2 550 |
| 130 | 870 | 800 | 2 400 | 1 050 | 3 150 |
| 140 | 940 | 800 | 2 400 | 1 050 | 3 150 |
| 150 | 1 015 | 1 000 | 3 000 | 1 300 | 3 900 |
| 160 | 1 100 | 1 100 | 3 300 | 1 500 | 4 500 |
| 170 | 1 185 | 1 350 | 4 050 | 1 800 | 5 400 |
| 180 | 1 290 | 1 600 | 4 800 | 2 100 | 6 300 |
| 190 | 1 385 | – | – | – | – |
| 200 | 1 525 | – | – | – | – |

Axiale Steifigkeit

Die axiale Steifigkeit hängt davon ab, wie sich das Lager bei Belastung elastisch verformt. Sie wird als Verhältnis zwischen Belastung und Verformung angegeben. Da dieses Verhältnis nicht linear ist, lassen sich nur Richtwerte angeben (→ **Tabelle 6**). Diese Werte beziehen sich auf eingebaute Lager unter statischen Bedingungen und bei mittleren Belastungen. Genauere Werte für die axiale Steifigkeit lassen sich mit komplexen Formeln berechnen. Weitere Informationen erhalten Sie im Abschnitt *Lagersteifigkeit* (→ **Seite 68**) bzw. vom Technischen SKF Beratungsservice.

Tabelle 6

Statische axiale Steifigkeit

| Bohrungs- durchmesser d | Statische axiale Steifigkeit | | BTM .. A/DBA | | BTM .. A/DBB | | BTM .. B/DBA | | BTM .. B/DBB | |
|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|
| | BTW mit Stahl- kugeln | mit Keramik- kugeln | mit Stahl- kugeln | mit Keramik- kugeln | mit Stahl- kugeln | mit Keramik- kugeln | mit Stahl- kugeln | mit Keramik- kugeln | mit Stahl- kugeln | mit Keramik- kugeln |
| mm | N/μm | | N/μm | | N/μm | | N/μm | | N/μm | |
| 35 | 455 | 500 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 40 | 481 | 529 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 45 | 513 | 564 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 50 | 559 | 614 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 55 | 580 | 639 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 60 | 618 | 680 | 196 | 218 | 296 | 328 | 321 | 356 | 484 | 537 |
| 65 | 653 | 719 | 206 | 229 | 313 | 347 | 342 | 380 | 510 | 566 |
| 70 | 673 | 741 | 227 | 252 | 342 | 380 | 389 | 432 | 587 | 651 |
| 75 | 714 | 786 | 234 | 259 | 354 | 393 | 402 | 447 | 603 | 670 |
| 80 | 735 | 809 | 252 | 280 | 380 | 422 | 426 | 472 | 635 | 705 |
| 85 | 763 | 840 | 259 | 287 | 390 | 432 | 435 | 483 | 656 | 728 |
| 90 | 792 | 871 | 292 | 324 | 441 | 490 | 495 | 550 | 747 | 829 |
| 95 | 822 | 904 | 299 | 331 | 453 | 503 | 509 | 565 | 767 | 852 |
| 100 | 880 | 968 | 315 | 350 | 476 | 529 | 534 | 593 | 809 | 898 |
| 110 | 893 | 982 | 357 | 396 | 541 | 600 | 591 | 656 | 886 | 983 |
| 120 | 979 | 1077 | 377 | 419 | 571 | 634 | 649 | 720 | 985 | 1093 |
| 130 | 1032 | 1135 | 428 | 475 | 649 | 720 | 719 | 798 | 1082 | 1202 |
| 140 | 1089 | 1198 | 440 | 488 | 667 | 740 | 739 | 821 | 1113 | 1236 |
| 150 | 1125 | 1238 | 483 | 536 | 733 | 814 | 807 | 896 | 1219 | 1353 |
| 160 | 1220 | 1341 | 516 | 573 | 784 | 870 | 882 | 979 | 1331 | 1478 |
| 170 | 1225 | 1348 | 551 | 612 | 833 | 925 | 928 | 1030 | 1399 | 1553 |
| 180 | 1314 | 1445 | 597 | 663 | 902 | 1002 | 1000 | 1110 | 1504 | 1669 |
| 190 | 1361 | 1497 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 200 | 1395 | 1535 | - | - | - | - | - | - | - | - |



Äquivalente Lagerbelastungen

Äquivalente dynamische Lagerbelastung

Für Lager, die nur Axialbelastungen aufnehmen, gilt:

$$P = F_a$$

Äquivalente statische Lagerbelastung

Für Lager, die nur Axialbelastungen aufnehmen, gilt:

$$P_0 = F_a$$

Erreichbare Drehzahlen

Die erreichbaren Drehzahlen in den Produkttabellen (→ **Seite 312**) sind Richtwerte. Sie gelten unter bestimmten Bedingungen. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Erreichbare Drehzahlen* auf **Seite 44**.

Bei Lagern der Reihe BTM mit starker Vorspannung (Nachsetzzeichen DBB) beträgt die erreichbare Drehzahl 75% vom Wert desselben Lagers mit leichter Vorspannung (Nachsetzzeichen DBA).

Montage

Die Lagerkomponenten und -sätze müssen zusammen und in der angegebenen Reihenfolge eingebaut werden. Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt *Kennzeichnung von Lagern* (→ **Seite 305**).

Bezeichnungsschema

Beispiele: BTW 70 CTN9/SPW33
BTM 150 AM/HCP4CDBA

| | | | | | | | | | |
|-----|-----|---|-----|---|----|-----|-----|----|---|
| BTW | 70 | C | TN9 | / | | SP | W33 | | |
| BTM | 150 | A | M | / | HC | P4C | | DB | A |

Lagerreihe

BTW Grundauführung für zweiseitig wirkende Axial-Schräggugellager
BTM Hochgeschwindigkeitsauführung für zweiseitig wirkende Axial-Schräggugellager

Lagergröße

35 bis 200 Bohrungsdurchmesser [mm]

Innere Konstruktion

A Berührungswinkel 30°
B Berührungswinkel 40°
C Berührungswinkel 60°
A Als zweiter Buchstabe nach der Angabe des Berührungswinkels (ausschließlich für die Reihe BTW): Lager mit größerer Bohrung zum Einbau an der größeren Seite der kegeligen Bohrung eines Zylinderrollenlagers.

Käfig

M Zwei Massivkäfige aus Messing, Schnappauführung (für Reihe BTW), Fensterauführung (für Reihe BTM), kugelgeführt
TN9 Zwei Käfige aus glasfaserverstärktem Polyamid 66, Schnappauführung (für Reihe BTW), Fensterauführung (für Reihe BTM), kugelgeführt

Kugelwerkstoff

- Chromstahl (kein Nachsetzzeichen)
HC Kugeln aus speziellem Lager-Siliziumnitrid Si₃N₄ (Hybridlager)

Genauigkeit

P4C Maßgenauigkeit ungefähr nach ISO-Toleranzklasse 4 und Laufgenauigkeit besser als ISO-Toleranzklasse 4 für Radiallager (nur für Lager der Reihe BTM).
SP Maßgenauigkeit ungefähr nach ISO-Toleranzklasse 5 und Laufgenauigkeit besser als ISO-Toleranzklasse 4 für Axiallager (nur für Lager der Reihe BTW).
UP Maßgenauigkeit ungefähr nach ISO-Toleranzklasse 4 und Laufgenauigkeit besser als ISO-Toleranzklasse 4 für Axiallager (nur für Lager der Reihe BTW).

Schmierfunktion (nur für Lager der Reihe BTW)

W33 Umfangsnut und drei Schmierbohrungen in der Gehäusescheibe

Anordnung (nur für Lager der Reihe BTM)

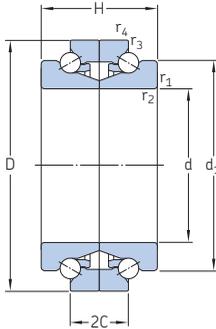
DB Zwei in 0-Anordnung zusammengepasste Lager

Vorspannung (nur für Lager der Reihe BTM)

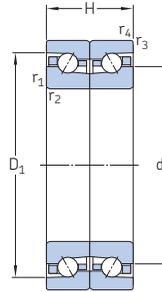
A Leichte Vorspannung
B Hohe Vorspannung
G... Sondervorspannung, angegeben in daN, z. B. G240



4.1 Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager d 35 – 80 mm



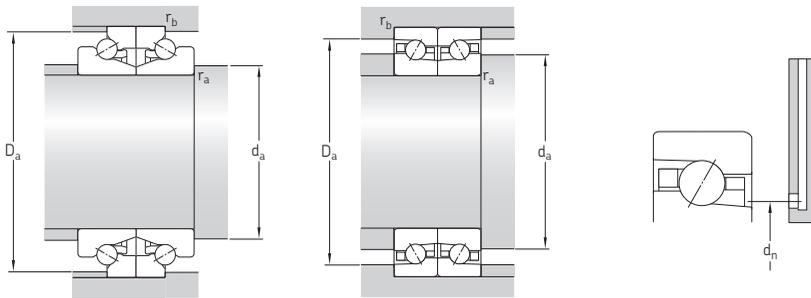
BTW



BTM

| Hauptabmessungen | | | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenz- belastung P_u | Erreichbare Drehzahlen ¹⁾ | | Gewicht | Kurzzeichen |
|------------------|-----|------|------------|-------|--|--------------------------------------|------------------------|---------|---------------------|
| d | D | H | dyn. | stat. | | Fettschmie- rung | Öl-Luft- Schmierung | | |
| mm | | | C | C_0 | kN | min^{-1} | kg | - | |
| 35 | 62 | 34 | 16,8 | 39 | 1,83 | 11 000 | 14 000 | 0,35 | BTW 35 CTN9/SP |
| 40 | 68 | 36 | 19,5 | 46,5 | 2,24 | 10 000 | 13 000 | 0,42 | BTW 40 CTN9/SP |
| 45 | 75 | 38 | 22,1 | 54 | 2,6 | 9 500 | 12 000 | 0,53 | BTW 45 CTN9/SP |
| 50 | 80 | 38 | 22,5 | 60 | 2,85 | 9 000 | 11 000 | 0,58 | BTW 50 CTN9/SP |
| 55 | 90 | 44 | 30,2 | 80 | 3,8 | 7 500 | 9 000 | 0,87 | BTW 55 CTN9/SP |
| 60 | 95 | 33 | 21,6 | 43 | 1,86 | 10 100 | 12 900 | 0,85 | BTM 60 ATN9/P4CDB |
| | 95 | 33 | 21,6 | 43 | 1,86 | 12 700 | 15 200 | 0,8 | BTM 60 ATN9/HCP4CDB |
| | 95 | 33 | 25 | 50 | 2,12 | 9 000 | 11 500 | 0,85 | BTM 60 BTN9/P4CDB |
| | 95 | 33 | 25 | 50 | 2,12 | 11 100 | 13 300 | 0,8 | BTM 60 BTN9/HCP4CDB |
| | 95 | 44 | 30,7 | 83 | 4 | 7 500 | 9 000 | 0,93 | BTW 60 CTN9/SP |
| 65 | 100 | 33 | 22 | 47,5 | 2 | 9 500 | 12 100 | 0,9 | BTM 65 ATN9/P4CDB |
| | 100 | 33 | 22 | 47,5 | 2 | 11 900 | 14 200 | 0,85 | BTM 65 ATN9/HCP4CDB |
| | 100 | 33 | 26 | 54 | 2,32 | 8 400 | 10 900 | 0,9 | BTM 65 BTN9/P4CDB |
| | 100 | 33 | 26 | 54 | 2,32 | 10 400 | 12 400 | 0,85 | BTM 65 BTN9/HCP4CDB |
| | 100 | 44 | 31,9 | 90 | 4,3 | 7 000 | 8 500 | 1 | BTW 65 CTN9/SP |
| 70 | 110 | 36 | 27,5 | 58,5 | 2,45 | 8 700 | 11 100 | 1,2 | BTM 70 ATN9/P4CDB |
| | 110 | 36 | 27,5 | 58,5 | 2,45 | 10 900 | 13 000 | 1,15 | BTM 70 ATN9/HCP4CDB |
| | 110 | 36 | 32 | 67 | 2,85 | 7 700 | 9 900 | 1,2 | BTM 70 BTN9/P4CDB |
| | 110 | 36 | 32 | 67 | 2,85 | 9 500 | 11 300 | 1,15 | BTM 70 BTN9/HCP4CDB |
| | 110 | 48 | 39 | 112 | 5,3 | 6 700 | 8 000 | 1,35 | BTW 70 CTN9/SP |
| 75 | 115 | 36 | 27,5 | 61 | 2,6 | 8 200 | 10 400 | 1,3 | BTM 75 ATN9/P4CDB |
| | 115 | 36 | 27,5 | 61 | 2,6 | 10 300 | 12 300 | 1,2 | BTM 75 ATN9/HCP4CDB |
| | 115 | 36 | 32,5 | 69,5 | 2,9 | 7 300 | 9 400 | 1,3 | BTM 75 BTN9/P4CDB |
| | 115 | 36 | 32,5 | 69,5 | 2,9 | 9 000 | 10 700 | 1,2 | BTM 75 BTN9/HCP4CDB |
| | 115 | 48 | 39,7 | 116 | 5,6 | 6 300 | 7 500 | 1,45 | BTW 75 CTN9/SP |
| 80 | 125 | 40,5 | 33,5 | 73,5 | 3,1 | 7 600 | 9 700 | 1,75 | BTM 80 ATN9/P4CDB |
| | 125 | 40,5 | 33,5 | 73,5 | 3,1 | 9 600 | 11 500 | 1,65 | BTM 80 ATN9/HCP4CDB |
| | 125 | 40,5 | 39 | 85 | 3,55 | 6 800 | 8 700 | 1,75 | BTM 80 BTN9/P4CDB |
| | 125 | 40,5 | 39 | 85 | 3,55 | 8 400 | 10 000 | 1,65 | BTM 80 BTN9/HCP4CDB |
| | 125 | 54 | 47,5 | 140 | 6,55 | 5 600 | 6 700 | 1,95 | BTW 80 CTN9/SP |

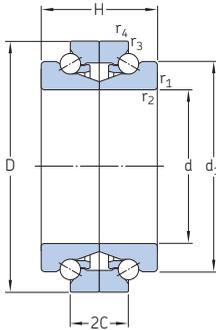
¹⁾ Die Drehzahlwerte für Lager der Reihe BTM gelten für Ausführungen mit leichter Vorspannung (Nachsetzzeichen DBA). Für Lager mit hoher Vorspannung (Nachsetzzeichen DBB) liegen die erreichbaren Drehzahlen bei etwa 75% der angegebenen Werte.



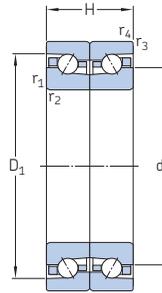
| Abmessungen | | | | Anschlussmaße | | | | | | | | Fettbezugs- menge ¹⁾ |
|-------------|----------------|----|----------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------|------------------------------------|
| d | d ₁ | 2C | D ₁ | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | d _a min. | D _a min. | D _a max. | r _a max. | r _b max. | d _n | G _{ref} |
| mm | | | | | | | | | | | | cm ³ |
| 35 | 50,8 | 17 | 50,2 | 1 | 0,3 | 45 | 57,3 | 58 | 1 | 0,3 | – | 1,9 |
| 40 | 56,4 | 18 | 55,9 | 1 | 0,3 | 50 | 63,4 | 64 | 1 | 0,3 | – | 2,5 |
| 45 | 62,5 | 19 | 61,9 | 1 | 0,3 | 56 | 69,9 | 71 | 1 | 0,3 | – | 3,1 |
| 50 | 67,5 | 19 | 66,9 | 1 | 0,3 | 61 | 74,9 | 76 | 1 | 0,3 | – | 3,3 |
| 55 | 75,2 | 22 | 74,4 | 1,1 | 0,6 | 68 | 84 | 85 | 1 | 0,6 | – | 4,8 |
| 60 | 75,9 | – | 81,5 | 1,1 | 0,6 | 66 | – | 91,8 | 1 | 0,6 | 74 | 7,8 |
| | 75,9 | – | 81,5 | 1,1 | 0,6 | 66 | – | 91,8 | 1 | 0,6 | 74 | 7,8 |
| | 75,9 | – | 81,5 | 1,1 | 0,6 | 66 | – | 91,8 | 1 | 0,6 | 74 | 7,8 |
| | 75,9 | – | 81,5 | 1,1 | 0,6 | 66 | – | 91,8 | 1 | 0,6 | 74 | 7,8 |
| | 80,2 | 22 | 79,4 | 1,1 | 0,6 | 73 | 89 | 90 | 1 | 0,6 | – | 5,2 |
| 65 | 80,9 | – | 86,5 | 1,1 | 0,6 | 71 | – | 96,8 | 1 | 0,6 | 79 | 8,4 |
| | 80,9 | – | 86,5 | 1,1 | 0,6 | 71 | – | 96,8 | 1 | 0,6 | 79 | 8,4 |
| | 80,9 | – | 86,5 | 1,1 | 0,6 | 71 | – | 96,8 | 1 | 0,6 | 79 | 8,4 |
| | 80,9 | – | 86,5 | 1,1 | 0,6 | 71 | – | 96,8 | 1 | 0,6 | 79 | 8,4 |
| | 85,2 | 22 | 84,4 | 1,1 | 0,6 | 78 | 94 | 95 | 1 | 0,6 | – | 5,6 |
| 70 | 88,55 | – | 94,9 | 1,1 | 0,6 | 76 | – | 106 | 1 | 0,6 | 86 | 11 |
| | 88,55 | – | 94,9 | 1,1 | 0,6 | 76 | – | 106 | 1 | 0,6 | 86 | 11 |
| | 88,55 | – | 94,9 | 1,1 | 0,6 | 76 | – | 106 | 1 | 0,6 | 86 | 11 |
| | 88,55 | – | 94,9 | 1,1 | 0,6 | 76 | – | 106 | 1 | 0,6 | 86 | 11 |
| | 93,5 | 24 | 92,5 | 1,1 | 0,6 | 85 | 103,4 | 105 | 1 | 0,6 | – | 7,4 |
| 75 | 93,55 | – | 99,9 | 1,1 | 0,6 | 81 | – | 111 | 1 | 0,6 | 91 | 11,8 |
| | 93,55 | – | 99,9 | 1,1 | 0,6 | 81 | – | 111 | 1 | 0,6 | 91 | 11,8 |
| | 93,55 | – | 99,9 | 1,1 | 0,6 | 81 | – | 111 | 1 | 0,6 | 91 | 11,8 |
| | 93,55 | – | 99,9 | 1,1 | 0,6 | 81 | – | 111 | 1 | 0,6 | 91 | 11,8 |
| | 98,5 | 24 | 97,5 | 1,1 | 0,6 | 90 | 108,4 | 110 | 1 | 0,6 | – | 7,8 |
| 80 | 100,8 | – | 107,8 | 1,1 | 0,6 | 86 | – | 121 | 1 | 0,6 | 98 | 16 |
| | 100,8 | – | 107,8 | 1,1 | 0,6 | 86 | – | 121 | 1 | 0,6 | 98 | 16 |
| | 100,8 | – | 107,8 | 1,1 | 0,6 | 86 | – | 121 | 1 | 0,6 | 98 | 16 |
| | 100,8 | – | 107,8 | 1,1 | 0,6 | 86 | – | 121 | 1 | 0,6 | 98 | 16 |
| | 106,2 | 27 | 105 | 1,1 | 0,6 | 97 | 117,3 | 119 | 1 | 0,6 | – | 11 |

¹⁾ Zur Berechnung der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101.

4.1 Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager d 85 – 120 mm



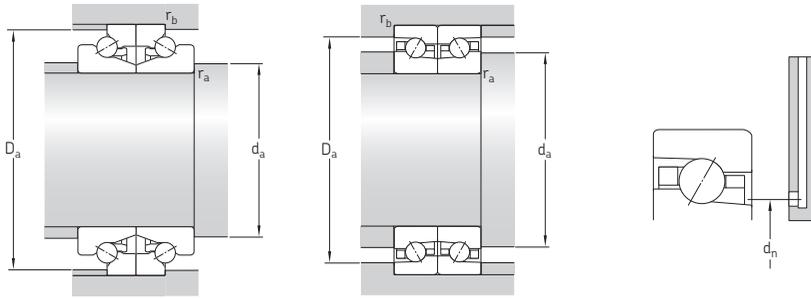
BTW



BTM

| Hauptabmessungen | | | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenz- belastung P_u | Erreichbare Drehzahlen ¹⁾ | | Gewicht | Kurzzeichen |
|------------------|-----|------|------------|-------|--|--------------------------------------|------------------------|---------|----------------------|
| d | D | H | dyn. | stat. | | Fettschmie- rung | Öl-Luft- Schmierung | | |
| mm | | | C | C_0 | kN | min^{-1} | kg | - | |
| 85 | 130 | 40,5 | 33,5 | 78 | 3,15 | 7 300 | 9 300 | 1,85 | BTM 85 ATN9/P4CDB |
| | 130 | 40,5 | 33,5 | 78 | 3,15 | 9 100 | 10 900 | 1,7 | BTM 85 ATN9/HCP4CDB |
| | 130 | 40,5 | 40 | 88 | 3,6 | 6 400 | 8 300 | 1,85 | BTM 85 BTN9/P4CDB |
| | 130 | 40,5 | 40 | 88 | 3,6 | 8 000 | 9 500 | 1,7 | BTM 85 BTN9/HCP4CDB |
| | 130 | 54 | 48,8 | 146 | 6,7 | 5 600 | 6 700 | 2,05 | BTW 85 CTN9/SP |
| 90 | 140 | 45 | 39 | 91,5 | 3,55 | 6 800 | 8 700 | 2,45 | BTM 90 ATN9/P4CDB |
| | 140 | 45 | 39 | 91,5 | 3,55 | 8 500 | 10 100 | 2,3 | BTM 90 ATN9/HCP4CDB |
| | 140 | 45 | 46,5 | 102 | 4 | 6 000 | 7 700 | 2,45 | BTM 90 BTN9/P4CDB |
| | 140 | 45 | 46,5 | 102 | 4 | 7 400 | 8 800 | 2,3 | BTM 90 BTN9/HCP4CDB |
| | 140 | 60 | 55,9 | 173 | 7,65 | 5 000 | 6 000 | 2,7 | BTW 90 CTN9/SP |
| 95 | 145 | 45 | 40 | 93 | 3,6 | 6 500 | 8 300 | 2,55 | BTM 95 ATN9/P4CDB |
| | 145 | 45 | 40 | 93 | 3,6 | 8 200 | 9 800 | 2,4 | BTM 95 ATN9/HCP4CDB |
| | 145 | 45 | 46,5 | 106 | 4,05 | 5 800 | 7 400 | 2,55 | BTM 95 BTN9/P4CDB |
| | 145 | 45 | 46,5 | 106 | 4,05 | 7 200 | 8 600 | 2,4 | BTM 95 BTN9/HCP4CDB |
| | 145 | 60 | 57,2 | 180 | 7,8 | 5 000 | 6 000 | 2,8 | BTW 95 CTN9/SP |
| 100 | 150 | 45 | 41,5 | 102 | 3,8 | 6 300 | 7 900 | 2,65 | BTM 100 ATN9/P4CDB |
| | 150 | 45 | 41,5 | 102 | 3,8 | 7 900 | 9 400 | 2,5 | BTM 100 ATN9/HCP4CDB |
| | 150 | 45 | 48 | 116 | 4,3 | 5 600 | 7 100 | 2,65 | BTM 100 BTN9/P4CDB |
| | 150 | 45 | 48 | 116 | 4,3 | 6 900 | 8 200 | 2,5 | BTM 100 BTN9/HCP4CDB |
| | 150 | 60 | 59,2 | 193 | 8,15 | 5 000 | 6 000 | 2,95 | BTW 100 CTN9/SP |
| 110 | 170 | 54 | 57 | 137 | 4,8 | 5 600 | 7 100 | 4,25 | BTM 110 ATN9/P4CDB |
| | 170 | 54 | 57 | 137 | 4,8 | 7 000 | 8 300 | 3,95 | BTM 110 ATN9/HCP4CDB |
| | 170 | 54 | 65,5 | 153 | 5,5 | 4 900 | 6 400 | 4,25 | BTM 110 BTN9/P4CDB |
| | 170 | 54 | 65,5 | 153 | 5,5 | 6 100 | 7 300 | 3,95 | BTM 110 BTN9/HCP4CDB |
| | 170 | 72 | 81,9 | 260 | 10,4 | 4 300 | 5 000 | 4,7 | BTW 110 CTN9/SP |
| 120 | 180 | 54 | 58,5 | 146 | 5 | 5 200 | 6 700 | 4,55 | BTM 120 ATN9/P4CDB |
| | 180 | 54 | 58,5 | 146 | 5 | 6 500 | 7 700 | 4,2 | BTM 120 ATN9/HCP4CDB |
| | 180 | 54 | 69,5 | 166 | 5,7 | 4 600 | 5 900 | 4,55 | BTM 120 BTN9/P4CDB |
| | 180 | 54 | 69,5 | 166 | 5,7 | 5 700 | 6 800 | 4,2 | BTM 120 BTN9/HCP4CDB |
| | 180 | 72 | 85,2 | 280 | 10,8 | 4 000 | 4 800 | 5,05 | BTW 120 CTN9/SP |

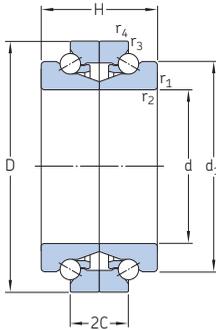
¹⁾ Die Drehzahlwerte für Lager der Reihe BTM gelten für Ausführungen mit leichter Vorspannung (Nachsetzzeichen DBA). Für Lager mit hoher Vorspannung (Nachsetzzeichen DBB) liegen die erreichbaren Drehzahlen bei etwa 75% der angegebenen Werte.



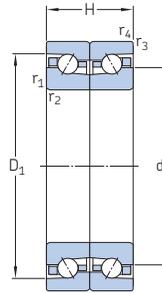
| Abmessungen | | | | | Anschlussmaße | | | | | | Fettbezugs- menge ¹⁾ | |
|-------------|----------------|----|----------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------|
| d | d ₁ | 2C | D ₁ | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | d _a min. | D _a min. | D _a max. | r _a max. | r _b max. | d _n | G _{ref} |
| mm | | | | | | | | | | | | cm ³ |
| 85 | 105,8 | – | 112,8 | 1,1 | 0,6 | 91 | – | 126 | 1 | 0,6 | 103 | 16,8 |
| | 105,8 | – | 112,8 | 1,1 | 0,6 | 91 | – | 126 | 1 | 0,6 | 103 | 16,8 |
| | 105,8 | – | 112,8 | 1,1 | 0,6 | 91 | – | 126 | 1 | 0,6 | 103 | 16,8 |
| | 105,8 | – | 112,8 | 1,1 | 0,6 | 91 | – | 126 | 1 | 0,6 | 103 | 16,8 |
| | 112 | 27 | 110 | 1,1 | 0,6 | 102 | 122,3 | 124 | 1 | 0,6 | – | 11 |
| 90 | 113 | – | 120,6 | 1,5 | 1 | 97 | – | 135 | 1,5 | 1 | 110 | 22 |
| | 113 | – | 120,6 | 1,5 | 1 | 97 | – | 135 | 1,5 | 1 | 110 | 22 |
| | 113 | – | 120,6 | 1,5 | 1 | 97 | – | 135 | 1,5 | 1 | 110 | 22 |
| | 113 | – | 120,6 | 1,5 | 1 | 97 | – | 135 | 1,5 | 1 | 110 | 22 |
| | 119 | 30 | 117,5 | 1,5 | 0,6 | 109 | 130,9 | 132 | 1,5 | 0,6 | – | 14 |
| 95 | 118 | – | 125,6 | 1,5 | 1 | 102 | – | 140 | 1,5 | 1 | 115 | 22 |
| | 118 | – | 125,6 | 1,5 | 1 | 102 | – | 140 | 1,5 | 1 | 115 | 22 |
| | 118 | – | 125,6 | 1,5 | 1 | 102 | – | 140 | 1,5 | 1 | 115 | 22 |
| | 118 | – | 125,6 | 1,5 | 1 | 102 | – | 140 | 1,5 | 1 | 115 | 22 |
| | 124 | 30 | 122,5 | 1,5 | 0,6 | 114 | 135,9 | 137 | 1,5 | 0,6 | – | 15 |
| 100 | 123 | – | 130,6 | 1,5 | 1 | 107 | – | 145 | 1,5 | 1 | 120 | 22 |
| | 123 | – | 130,6 | 1,5 | 1 | 107 | – | 145 | 1,5 | 1 | 120 | 22 |
| | 123 | – | 130,6 | 1,5 | 1 | 107 | – | 145 | 1,5 | 1 | 120 | 22 |
| | 123 | – | 130,6 | 1,5 | 1 | 107 | – | 145 | 1,5 | 1 | 120 | 22 |
| | 129 | 30 | 127,5 | 1,5 | 0,6 | 119 | 140,9 | 142 | 1,5 | 0,6 | – | 16 |
| 110 | 137,9 | – | 147,1 | 2 | 1 | 119 | – | 165 | 2 | 1 | 134 | 38 |
| | 137,9 | – | 147,1 | 2 | 1 | 119 | – | 165 | 2 | 1 | 134 | 38 |
| | 137,9 | – | 147,1 | 2 | 1 | 119 | – | 165 | 2 | 1 | 134 | 38 |
| | 137,9 | – | 147,1 | 2 | 1 | 119 | – | 165 | 2 | 1 | 134 | 38 |
| | 145 | 36 | 143,1 | 2 | 1 | 132 | 159,8 | 161 | 2 | 1 | – | 27 |
| 120 | 147,7 | – | 157,1 | 2 | 1 | 129 | – | 175 | 2 | 1 | 144 | 40 |
| | 147,7 | – | 157,1 | 2 | 1 | 129 | – | 175 | 2 | 1 | 144 | 40 |
| | 147,7 | – | 157,1 | 2 | 1 | 129 | – | 175 | 2 | 1 | 144 | 40 |
| | 147,7 | – | 157,1 | 2 | 1 | 129 | – | 175 | 2 | 1 | 144 | 40 |
| | 155 | 36 | 153,1 | 2 | 1 | 142 | 169,8 | 171 | 2 | 1 | – | 28 |

¹⁾ Zur Berechnung der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101.

4.1 Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager d 130 – 200 mm



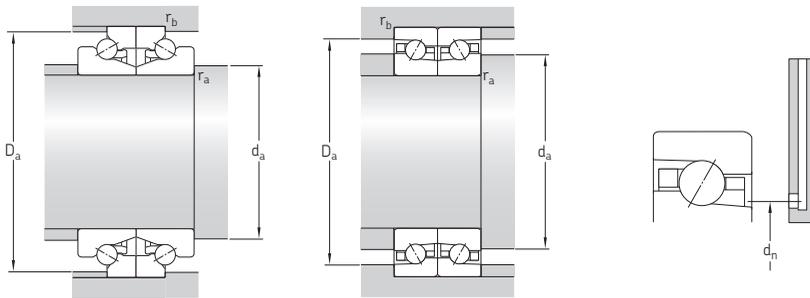
BTW



BTM

| Hauptabmessungen | | | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenz- belastung P_u | Erreichbare Drehzahlen ¹⁾ | | Gewicht | Kurzzeichen |
|------------------|-----|------|------------|-------|--|--------------------------------------|------------------------|---------|----------------------|
| d | D | H | dyn. | stat. | | Fettschmie- rung | Öl-Luft- Schmierung | | |
| mm | | | C | C_0 | kN | min^{-1} | kg | - | |
| 130 | 200 | 63 | 73,5 | 186 | 6,1 | 4 700 | 6 000 | 6,9 | BTM 130 ATN9/P4CDB |
| | 200 | 63 | 73,5 | 186 | 6,1 | 5 900 | 7 000 | 6,45 | BTM 130 ATN9/HCP4CDB |
| | 200 | 63 | 85 | 208 | 6,8 | 4 200 | 5 400 | 6,9 | BTM 130 BTN9/P4CDB |
| | 200 | 63 | 85 | 208 | 6,8 | 5 100 | 6 100 | 6,45 | BTM 130 BTN9/HCP4CDB |
| | 200 | 84 | 106 | 360 | 13,2 | 3 600 | 4 300 | 7,6 | BTW 130 CTN9/SP |
| 140 | 210 | 63 | 73,5 | 190 | 6,1 | 4 400 | 5 700 | 7,85 | BTM 140 AM/P4CDB |
| | 210 | 63 | 73,5 | 190 | 6,1 | 5 600 | 6 700 | 7,4 | BTM 140 AM/HCP4CDB |
| | 210 | 63 | 86,5 | 216 | 6,95 | 3 900 | 5 100 | 7,85 | BTM 140 BM/P4CDB |
| | 210 | 63 | 86,5 | 216 | 6,95 | 4 900 | 5 800 | 7,4 | BTM 140 BM/HCP4CDB |
| | 210 | 84 | 106 | 375 | 13,2 | 3 200 | 3 800 | 8,6 | BTW 140 CM/SP |
| 150 | 225 | 67,5 | 86,5 | 228 | 7,1 | 4 100 | 5 300 | 9,6 | BTM 150 AM/P4CDB |
| | 225 | 67,5 | 86,5 | 228 | 7,1 | 5 200 | 6 200 | 9 | BTM 150 AM/HCP4CDB |
| | 225 | 67,5 | 104 | 260 | 8 | 3 700 | 4 800 | 9,6 | BTM 150 BM/P4CDB |
| | 225 | 67,5 | 104 | 260 | 8 | 4 500 | 5 300 | 9 | BTM 150 BM/HCP4CDB |
| | 225 | 90 | 127 | 440 | 15,3 | 3 000 | 3 600 | 10,5 | BTW 150 CM/SP |
| 160 | 240 | 72 | 98 | 260 | 7,8 | 3 900 | 5 000 | 12 | BTM 160 AM/P4CDB |
| | 240 | 72 | 98 | 260 | 7,8 | 4 900 | 5 800 | 11 | BTM 160 AM/HCP4CDB |
| | 240 | 72 | 114 | 290 | 8,8 | 3 400 | 4 500 | 12 | BTM 160 BM/P4CDB |
| | 240 | 72 | 114 | 290 | 8,8 | 4 300 | 5 100 | 11 | BTM 160 BM/HCP4CDB |
| | 240 | 96 | 140 | 510 | 16,6 | 2 800 | 3 400 | 13 | BTW 160 CM/SP |
| 170 | 260 | 81 | 118 | 315 | 9,15 | 3 600 | 4 700 | 16 | BTM 170 AM/P4CDB |
| | 260 | 81 | 118 | 315 | 9,15 | 4 500 | 5 300 | 15 | BTM 170 AM/HCP4CDB |
| | 260 | 81 | 140 | 360 | 10,4 | 3 200 | 4 100 | 16 | BTM 170 BM/P4CDB |
| | 260 | 81 | 140 | 360 | 10,4 | 3 900 | 4 600 | 15 | BTM 170 BM/HCP4CDB |
| | 260 | 108 | 174 | 610 | 19,6 | 2 400 | 3 000 | 17,5 | BTW 170 CM/SP |
| 180 | 280 | 90 | 140 | 365 | 10,4 | 3 400 | 4 400 | 21,5 | BTM 180 AM/P4CDB |
| | 280 | 90 | 140 | 365 | 10,4 | 4 200 | 5 000 | 20 | BTM 180 AM/HCP4CDB |
| | 280 | 90 | 163 | 425 | 11,8 | 3 000 | 3 800 | 21,5 | BTM 180 BM/P4CDB |
| | 280 | 90 | 163 | 425 | 11,8 | 3 600 | 4 300 | 20 | BTM 180 BM/HCP4CDB |
| | 280 | 120 | 199 | 710 | 22,4 | 2 000 | 2 600 | 23 | BTW 180 CM/SP |
| 190 | 290 | 120 | 203 | 735 | 22,8 | 2 000 | 2 600 | 24 | BTW 190 CM/SP |
| 200 | 310 | 132 | 238 | 865 | 25,5 | 1 900 | 2 400 | 31 | BTW 200 CM/SP |

¹⁾ Die Drehzahlwerte für Lager der Reihe BTM gelten für Ausführungen mit leichter Vorspannung (Nachsetzzeichen DBA). Für Lager mit hoher Vorspannung (Nachsetzzeichen DBB) liegen die erreichbaren Drehzahlen bei etwa 75% der angegebenen Werte.

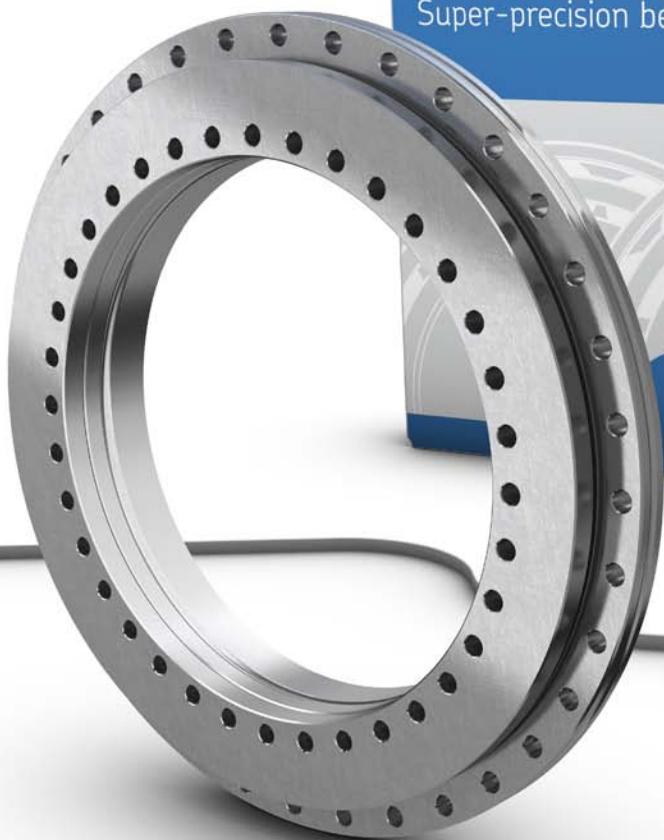


| Abmessungen | | | | | Anschlussmaße | | | | | | Fettbezugs- menge ¹⁾ | |
|-------------|----------------|----|----------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------|
| d | d ₁ | 2C | D ₁ | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | d _a min. | D _a min. | D _a max. | r _a max. | r _b max. | d _n | G _{ref} |
| mm | | | | | | mm | | | | | | cm ³ |
| 130 | 162,6 | – | 173,3 | 2 | 1 | 139 | – | 195 | 2 | 1 | 158 | 58 |
| | 162,6 | – | 173,3 | 2 | 1 | 139 | – | 195 | 2 | 1 | 158 | 58 |
| | 162,6 | – | 173,3 | 2 | 1 | 139 | – | 195 | 2 | 1 | 158 | 58 |
| | 162,6 | – | 173,3 | 2 | 1 | 139 | – | 195 | 2 | 1 | 158 | 58 |
| | 171 | 42 | 168,6 | 2 | 1 | 156 | 187,5 | 190 | 2 | 1 | – | 40 |
| 140 | 172,6 | – | 183,3 | 2,1 | 1 | 151 | – | 205 | 2 | 1 | 168 | 62 |
| | 172,6 | – | 183,3 | 2,1 | 1 | 151 | – | 205 | 2 | 1 | 168 | 62 |
| | 172,6 | – | 183,3 | 2,1 | 1 | 151 | – | 205 | 2 | 1 | 168 | 62 |
| | 172,6 | – | 183,3 | 2,1 | 1 | 151 | – | 205 | 2 | 1 | 168 | 62 |
| | 181 | 42 | 178,6 | 2,1 | 1 | 166 | 197,7 | 200 | 2 | 1 | – | 45 |
| 150 | 184,9 | – | 196,4 | 2,1 | 1,1 | 161 | – | 219 | 2 | 1 | 180 | 80 |
| | 184,9 | – | 196,4 | 2,1 | 1,1 | 161 | – | 219 | 2 | 1 | 180 | 80 |
| | 184,9 | – | 196,4 | 2,1 | 1,1 | 161 | – | 219 | 2 | 1 | 180 | 80 |
| | 184,9 | – | 196,4 | 2,1 | 1,1 | 161 | – | 219 | 2 | 1 | 180 | 80 |
| | 194 | 45 | 191,2 | 2,1 | 1 | 178 | 212,4 | 213 | 2 | 1 | – | 56 |
| 160 | 196,8 | – | 209,2 | 2,1 | 1,1 | 171 | – | 234 | 2 | 1 | 192 | 94 |
| | 196,8 | – | 209,2 | 2,1 | 1,1 | 171 | – | 234 | 2 | 1 | 192 | 94 |
| | 196,8 | – | 209,2 | 2,1 | 1,1 | 171 | – | 234 | 2 | 1 | 192 | 94 |
| | 196,8 | – | 209,2 | 2,1 | 1,1 | 171 | – | 234 | 2 | 1 | 192 | 94 |
| | 207 | 48 | 203,7 | 2,1 | 1 | 190 | 226 | 227 | 2 | 1 | – | 67 |
| 170 | 211,3 | – | 225,6 | 2,1 | 1,1 | 181 | – | 254 | 2 | 1 | 205 | 126 |
| | 211,3 | – | 225,6 | 2,1 | 1,1 | 181 | – | 254 | 2 | 1 | 205 | 126 |
| | 211,3 | – | 225,6 | 2,1 | 1,1 | 181 | – | 254 | 2 | 1 | 205 | 126 |
| | 211,3 | – | 225,6 | 2,1 | 1,1 | 181 | – | 254 | 2 | 1 | 205 | 126 |
| | 223 | 54 | 219,3 | 2,1 | 1 | 204 | 244,9 | 246 | 2 | 1 | – | 90 |
| 180 | 226,5 | – | 241,7 | 2,1 | 1,1 | 191 | – | 274 | 2 | 1 | 220 | 160 |
| | 226,5 | – | 241,7 | 2,1 | 1,1 | 191 | – | 274 | 2 | 1 | 220 | 160 |
| | 226,5 | – | 241,7 | 2,1 | 1,1 | 191 | – | 274 | 2 | 1 | 220 | 160 |
| | 226,5 | – | 241,7 | 2,1 | 1,1 | 191 | – | 274 | 2 | 1 | 220 | 160 |
| | 239 | 60 | 234,8 | 2,1 | 1 | 214 | 262,6 | 264 | 2 | 1 | – | 117 |
| 190 | 249 | 60 | 244,8 | 2,1 | 1 | 224 | 272,6 | 274 | 2 | 1 | – | 122 |
| 200 | 264 | 66 | 259,9 | 2,1 | 1 | 236 | 291 | 292 | 2 | 1 | – | 157 |

¹⁾ Zur Berechnung der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101.

Super-precision bearing

SKF



Axial-Radial- Zylinderrollenlager

| | | | |
|---|------------|---|------------|
| Lagerreihen und Ausführungsvarianten | 320 | Produkttable | |
| Lagerdaten | 321 | 5.1 Axial-Radial-Zylinderrollenlager | 334 |
| (Hauptabmessungen, Toleranzen) | | | |
| Vorspannung und Steifigkeit | 322 | | |
| Reibung | 322 | | |
| Schmierung | 324 | | |
| Gestaltung der Lagerungen | 324 | | |
| Tragfähigkeit | 327 | | |
| Äquivalente Lagerbelastungen | 327 | | |
| Zulässige Momentbelastung | 328 | | |
| Montage | 330 | | |
| Bezeichnungsschema | 333 | | |

Weitere Informationen

| | |
|--|-----|
| Lebensdauer und Tragfähigkeit | 33 |
| Erforderliche Mindestbelastung | 34 |
| Grenzmaße für die Kantenabstände | 47 |
| Werkstoff | 51 |
| Gestaltung der Lagerungen | 57 |
| Schmierung | 99 |
| Montagehinweise | 123 |
| Aufbewahren von Lagern | 125 |

Axial-Radial-Zylinderrollenlager der Reihe „Super-precision bearings“ werden häufig für Drehtische und Teilapparate bzw. Mehrspindelbohrköpfe von Bearbeitungszentren eingesetzt. SKF fertigt Axial-Radial-Zylinderrollenlager der Reihe „Super-precision bearings“ für Wellendurchmesser zwischen 80 und 850 mm an. Aufgrund Ihrer Innenkonstruktion und Ihrer Fertigung mit genauen Toleranzen können diese Lager einen besseren radialen Rundlauf als Toleranzklasse P4 und einen ungefähren axialen Rundlauf wie in P4 erzielen.

Lagerreihen und Ausführungsvarianten

Axial-Radial-Zylinderrollenlager können radiale und axiale Belastungen in beiden Richtungen sowie Momentbelastungen aufnehmen, sowohl als Einzelkräfte und gleichzeitig wirkende Kräfte als auch in jeder denkbaren Kombination.

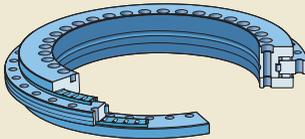
Diese Lager bestehen aus (→ **Bild 1**):

- zwei Axial-Rollenkränzen und einem vollrolligen Rollensatz,
- einem Innenring mit L-förmigem Querschnitt und zwei Laufbahnen. Eine Laufbahn nimmt den Axial-Rollenkranz auf und die andere den vollrolligen Rollensatz. Der Innenring hat Bohrungen für Befestigungsschrauben.
- Ein loser Bordring, der als Laufbahn für den zweiten Axial-Rollenkranz dient. Der Bordring wird von Transportschrauben am Innenring gehalten, die erst nach dem Einbau des Lagers zu entfernen sind. Der Bordring hat Bohrungen für Befestigungsschrauben.
- Einen Außenring mit drei Laufbahnen zur gleichzeitigen Aufnahme von Axial-Rollenkränzen und vollrolligem Rollensatz.

Die Lager werden serienmäßig ohne Schmierstoff ausgeliefert (kein Nachsetzzeichen), sind aber auch in geschmierter Ausführung erhältlich (Nachsetzzeichen G).

Lager ohne Schmierstoff sind über die Schmierbohrungen in den Lagerringen mit Fett oder Öl zu schmieren. Lager mit werksseitiger Schmierung werden mit Fett befüllt, das für die meisten Anwendungen oberhalb der normalen Lagerdrehzahl geeignet ist.

Bild 1



Lagerdaten

Haupt-
abmessungen

Nicht genormt

Toleranzen
Weiterführende
Informationen
(→ Seite 47)

- mit den Toleranzen aus **Tabelle 1** gefertigt
- auf Anfrage mit verbessertem Rund- und Planlauf (50% enger)

Tabelle 1

Toleranzen von Axial-Radial-Zylinderrollenlagern

Innenring

| d über | bis | Δ_{ds} ob. | unt. | V_{dp} max. | V_{dmp} max. | Δ_{Hs} ob. | unt. | Δ_{H1s} ob. | unt. | K_{ia} max. | S_i max. |
|-----------|-------|----------------------|------|------------------|-------------------|----------------------|------|-----------------------|------|------------------|---------------|
| mm | | μm | | μm | μm | μm | | μm | | μm | μm |
| 50 | 80 | 0 | -9 | 5 | 3,5 | 0 | -175 | 25 | -25 | 3 | 3 |
| 80 | 120 | 0 | -10 | 6 | 4 | 0 | -175 | 25 | -25 | 3 | 3 |
| 120 | 150 | 0 | -13 | 8 | 5 | 0 | -175 | 30 | -30 | 3 | 3 |
| 150 | 180 | 0 | -13 | 8 | 5 | 0 | -175 | 30 | -30 | 4 | 4 |
| 180 | 250 | 0 | -15 | 9 | 6 | 0 | -200 | 30 | -30 | 4 | 4 |
| 250 | 315 | 0 | -18 | 11 | 8 | 0 | -400 | 40 | -40 | 6 | 6 |
| 315 | 400 | 0 | -23 | 14 | 10 | 0 | -400 | 50 | -50 | 6 | 6 |
| 400 | 500 | 0 | -27 | 17 | 12 | 0 | -450 | 60 | -60 | 6 | 6 |
| 500 | 630 | 0 | -33 | 20 | 14 | 0 | -500 | 75 | -75 | 10 | 10 |
| 630 | 800 | 0 | -40 | 24 | 16 | 0 | -700 | 100 | -100 | 10 | 10 |
| 800 | 1 000 | 0 | -50 | 30 | 20 | 0 | -850 | 120 | -120 | 12 | 12 |

Außenring

| D über | bis | Δ_{Ds} ob. | unt. | V_{Dp} max. | V_{Dmp} max. | K_{ea} max. | S_e max. |
|-----------|-------|----------------------|------|------------------|-------------------|---|---------------|
| mm | | μm | | μm | μm | | |
| 120 | 150 | 0 | -11 | 7 | 5 | Die Abmaße sind die gleichen wie für den zugehörigen Innenring. | |
| 150 | 180 | 0 | -13 | 8 | 5 | | |
| 180 | 250 | 0 | -15 | 8 | 6 | | |
| 250 | 315 | 0 | -18 | 10 | 7 | | |
| 315 | 400 | 0 | -20 | 11 | 8 | | |
| 400 | 500 | 0 | -23 | 14 | 9 | | |
| 500 | 630 | 0 | -28 | 17 | 11 | | |
| 630 | 800 | 0 | -35 | 20 | 13 | | |
| 800 | 1 000 | 0 | -45 | 26 | 17 | | |
| 1 000 | 1 250 | 0 | -55 | 34 | 20 | | |

Toleranzsymbole und Definitionen → **Tabelle 4, Seite 48**

Vorspannung und Steifigkeit

Aufgrund der großen Anzahl von Zylinderrollen in jeder Reihe (mit Linienberührung zwischen Rollen und Laufbahnen) kommt es im Lager bei Belastungen aus beliebiger Richtung zu einer minimalen elastischen Verformung.

Für maximale Steifigkeit werden die Rollen bei der Montage so kalibriert, dass hinterher zwischen den einzelnen Reihen eine Vorspannung entsteht. Eine angemessene Vorspannung verlängert die Lagergebrauchsdauer, erhöht die Steifigkeit sowie die Laufgenauigkeit und minimiert dabei das Laufgeräusch.

Aufgrund der intensiv kontrollierten Vorspannung kann die Steifigkeit in allen Richtungen als konstant betrachtet werden.

In Fällen, bei denen eine hohe Axiallast auf ein Axial-Radial-Zylinderrollenlager einwirkt, kann der belastete Rollensatz deformiert und so die Vorspannung am zweiten Axialrollensatz reduzieren werden. In extremen Fällen kann der zweite Axialrollensatz vollständig unbelastet werden, wodurch die Rollen aufgrund von Gleitbewegungen die Laufbahnen beschädigen bzw. den Käfig übermäßiger Beanspruchung aussetzen können. Weitere Auskünfte erhalten Sie vom Technischen SKF Beratungsservice.

Die Vorspannung für die Axialrollensätze und die Steifigkeitswerte sind zusammen mit der axialen Abhebekraft in **Tabelle 2** aufgelistet. Sie gelten für korrekt eingebaute Lager, deren Befestigungsschrauben mit dem empfohlenen Anzugsmoment (→ **Tabelle 7, Seite 332**) angezogen wurden.

Reibung

Die Reibungsverluste in Axial-Radial-Zylinderrollenlagern hängen, genau wie bei anderen Rollenlagern, von mehreren Faktoren ab. Allgemeine Informationen enthält der Abschnitt *Reibung* (→ **Seite 37**).

Die Werte für das Reibmoment in **Tabelle 3** sind Durchschnittswerte, die bei Funktionstests ermittelt wurden. Sie sollten ausschließlich als Richtwerte gesehen werden. Die Tests wurden unter den folgenden Betriebsbedingungen durchgeführt:

- Schmierung: Schmierstoff, kinematische Ölviskosität 150 mm²/s bei 40 °C
- Drehzahl: 5 min⁻¹
- Umgebungstemperatur: 30 bis 40 °C
- Befestigungsschrauben mit den empfohlenen Anzugsmomenten (→ **Tabelle 7, Seite 332**)

Tabelle 2

Vorspannung und Steifigkeit

| Lager | Axiale Vorspannung ¹⁾ | Axiale Abhebekraft ¹⁾ | Axiale Steifigkeit ²⁾ | Radiale Steifigkeit ²⁾ | Momentsteifigkeit ²⁾ |
|-----------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| – | kN | kN | kN/μm | kN/μm | kNm/mrad |
| NRT 80 A | 1,3 | 2,8 | 4,9 | 3,1 | 7 |
| NRT 100 A | 1,7 | 3,8 | 7,2 | 3,7 | 15 |
| NRT 120 A | 1,9 | 4,3 | 8,1 | 4,5 | 22 |
| NRT 150 A | 2,2 | 4,8 | 9 | 5,5 | 35 |
| NRT 180 A | 2,5 | 5,5 | 10,3 | 5,8 | 53 |
| NRT 200 A | 2,8 | 6,2 | 11,6 | 6,5 | 73 |
| NRT 260 A | 7,2 | 16 | 14,5 | 8,3 | 150 |
| NRT 325 A | 12 | 26 | 28,6 | 8,9 | 413 |
| NRT 395 A | 14 | 30 | 33,6 | 10,6 | 672 |
| NRT 460 A | 16 | 34 | 38,5 | 12,1 | 1 036 |
| NRT 580 A | 25 | 55 | 43,5 | 18,6 | 1 838 |
| NRT 650 A | 27 | 59 | 60 | 17,2 | 3 209 |
| NRT 850 A | 47 | 103 | 77 | 22,4 | 7 011 |

¹⁾ Diese Werte sind Durchschnittsangaben.

²⁾ Die Steifigkeit hängt vom Rollensatz ab.

Tabelle 3

Reibmoment

Lager Reibmoment
 C_{RL}

| | |
|-----------|-----|
| – | Nm |
| NRT 80 A | 3 |
| NRT 100 A | 3 |
| NRT 120 A | 6 |
| NRT 150 A | 12 |
| NRT 180 A | 13 |
| NRT 200 A | 14 |
| NRT 260 A | 25 |
| NRT 325 A | 45 |
| NRT 395 A | 55 |
| NRT 460 A | 70 |
| NRT 580 A | 140 |
| NRT 650 A | 200 |
| NRT 850 A | 300 |

Hierbei handelt es sich nur um Richtwerte.

Schmierung

Ob für die Schmierung einer Anwendung Öl oder Fett verwendet werden soll, muss von der Drehzahl und der Betriebstemperatur abhängig gemacht werden. Bei Axial-Radial-Zylinderrollenlagern erfolgt die Schmierung in der Regel mit einer Ölbad- oder einer Ölumlaufschmierung. Schmierfett wird normalerweise nur bei Anwendungen mit niedrigeren Drehzahlen und Temperaturen eingesetzt.

Fett und Öl können über die Schmierbohrungen in den Lagerringen zugeführt werden. Beachten Sie bitte, dass durch eine zu starke Schmierung des Lagers übermäßige Reibungswärme entsteht, die die Betriebstemperatur des Lagers erhöht.

Die Eigenschaften des Standard-Schmierfetts in fettgeschmierten Axial-Radial-Zylinderrollenlagern (Nachsetzzeichen G) sind **Tabelle 4** zu entnehmen.

Zur Erzielung des geringsten Reibmoments und der niedrigsten Temperatur müssen Axial-Radial-Zylinderrollenlager korrekt eingelaufen werden. Zu einem typischen Einlaufverfahren gehört das einstündige Drehen des Lagers mit verschiedenen Drehzahlstufen: von zunächst ~ 15% der maximalen Betriebsdrehzahl und mit einer anschließenden Steigerung von jeweils 10%. Während der Einlaufphase darf die Betriebstemperatur des Lagers 70 °C nicht überschreiten.

Tabelle 4

Eigenschaften des Standard-Schmierfetts in fettgeschmierten Lagern (Nachsetzzeichen G)

| Eigenschaften | Fetteigenschaften |
|--|----------------------|
| Dickungsmittel | Lithium-Komplekseife |
| Grundöl | Mineralöl |
| NLGI-Konsistenzklasse | 2 |
| Temperaturbereich [°C] | -30 bis +140 |
| Kinematische Viskosität [mm ² /s] | |
| bei 40 °C | 185 |
| bei 100 °C | 15 |

Gestaltung der Lagerungen

Empfohlene Wellen- und Gehäusepassungen

Bei Hochgenauigkeits-Axial-Radial-Zylinderrollenlagern der Reihe „Super-precision bearings“ sollten die Sitze in Gehäusen und auf Wellen gemäß den folgenden Toleranzklassen gefertigt werden:

- h5 für die Welle (→ **Tabelle 5**)
- J6 für die Gehäusebohrung (→ **Tabelle 6, Seite 326**)

Genauigkeit von Lagersitzen und Anlageflächen

Ein Hochgenauigkeits-Axial-Radial-Zylinderrollenlager der Reihe „Super-precision bearings“ kann nur dann eine hohe Laufgenauigkeit und niedrige Betriebstemperaturen bieten, wenn seine Anschlussteile mit einem ähnlich hohen Präzisionsgrad gefertigt werden.

Empfehlungen für geometrische Toleranzen und Oberflächenrauheit sind in folgenden Abschnitten zu finden:

- **Tabelle 5** für die Welle
- **Tabelle 6, Seite 326** für das Gehäuse

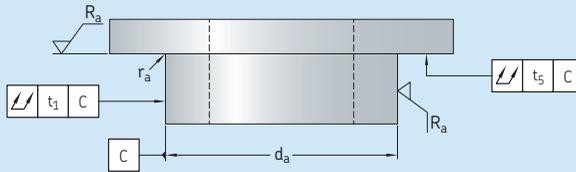
Bei Einhaltung der empfohlenen Toleranzen für Wellen- und Gehäusedurchmesser im Verhältnis zu den Toleranzen für Lagerbohrungs- und Außendurchmesser kommt es zu einer Übergangspassung mit Tendenz zum Spiel. In manchen Fällen kann jedoch entweder für den Innen- oder den Außenring des Lagers eine feste Passung entstehen. Ist dies der Fall, nimmt die Vorspannung am Radialrollensatz zu – ebenso wie die Kontaktbelastung, die Reibung und die Reibungswärme.

Zur Optimierung der Betriebsbedingungen und der Laufgenauigkeit von Anwendungen mit rotierendem Innenring, sollte die Passung zwischen Welle und Innenring lose sein und nahezu null betragen. Bei rotierendem Außenring sollte die Passung zwischen Außenring und Gehäuse nahezu null betragen.

Zur Erzielung dieser möglichst losen Passung an einer Welle bietet SKF Axial-Radial-Zylinderrollenlager mit Abnahmeprotokoll. Das Abnahmeprotokoll umfasst die gemessene Abweichung vom Nenndurchmesser der Innenringbohrung und die gemessene Abweichung von der Nennhöhe des Lagers sowie die gemessene Laufgenauigkeit.

Tabelle 5

Geometrische Genauigkeit für Lagersitze auf Wellen



| Wellendurchmesser | | Toleranz | | | Gesamtrundlauf | Gesamtplanlauf | Oberflächenrauheit |
|-------------------|-------|---------------|------|---------------|----------------|----------------|--------------------|
| d_a über | bis | h5 ob. | unt. | r_a max. | t_1 max. | t_5 max. | R_a max. |
| mm | | μm | | mm | μm | μm | μm |
| 50 | 80 | 0 | -13 | 0,2 | 3 | 3 | 0,8 |
| 80 | 120 | 0 | -15 | 0,2 | 4 | 4 | 0,8 |
| 120 | 150 | 0 | -18 | 0,2 | 5 | 5 | 0,8 |
| 150 | 180 | 0 | -18 | 0,2 | 5 | 5 | 0,8 |
| 180 | 250 | 0 | -20 | 0,2 | 7 | 7 | 0,8 |
| 250 | 315 | 0 | -23 | 0,5 | 8 | 8 | 0,8 |
| 315 | 400 | 0 | -25 | 0,5 | 9 | 9 | 0,8 |
| 400 | 500 | 0 | -27 | 0,9 | 10 | 10 | 0,8 |
| 500 | 630 | 0 | -32 | 0,9 | 11 | 11 | 0,8 |
| 630 | 800 | 0 | -36 | 1,3 | 13 | 13 | 0,8 |
| 800 | 1 000 | 0 | -40 | 1,3 | 15 | 15 | 0,8 |

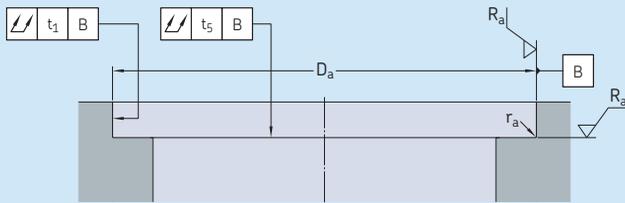
Oberflächenrauheit R_a gemäß ISO 1302

Bohrungen für Befestigungsschrauben

Welle und Gehäuse von Axial-Radial-Zylinderrollenlagern müssen mit Gewindebohrungen für Befestigungsschrauben versehen sein. Ausführliche Informationen über Abstand und Gewindegröße entnehmen Sie bitte der Produktabelle (→ Seite 334). An den Halteschrauben und Demontagegewinden sind keine Befestigungsschrauben erforderlich.

Das Lager NRT 80 A ist mit je 12 Befestigungsschrauben an Innen- und Außenring zu befestigen. Bei diesem Lager befinden sich Halteschrauben und Demontagegewinde zwischen den Bohrungen für die Befestigungsschrauben, mit einem gleichmäßigen Abstand und einem Winkel von 120°.

Geometrische Genauigkeit für Gehäusesitze



| Gehäusedurchmesser | | Toleranz | | | Gesamtrundlauf | Gesamtplanlauf | Oberflächenrauheit |
|--------------------|-------|---------------|------|---------------|----------------|----------------|--------------------|
| D_a über | bis | J6 ob. | unt. | r_a max. | t_1 max. | t_5 max. | R_a max. |
| mm | | μm | | mm | μm | μm | μm |
| 120 | 150 | 18 | -7 | 0,2 | 5 | 5 | 0,8 |
| 150 | 180 | 18 | -7 | 0,5 | 5 | 5 | 0,8 |
| 180 | 250 | 22 | -7 | 0,5 | 7 | 7 | 0,8 |
| 250 | 315 | 25 | -7 | 0,5 | 8 | 8 | 0,8 |
| 315 | 400 | 29 | -7 | 0,5 | 9 | 9 | 0,8 |
| 400 | 500 | 33 | -7 | 0,5 | 10 | 10 | 0,8 |
| 500 | 630 | 34 | -10 | 0,9 | 11 | 11 | 0,8 |
| 630 | 800 | 38 | -12 | 0,9 | 13 | 13 | 0,8 |
| 800 | 1 000 | 44 | -12 | 0,9 | 15 | 15 | 0,8 |
| 1 000 | 1 250 | 52 | -14 | 1,3 | 18 | 18 | 0,8 |

Oberflächenrauheit R_a gemäß ISO 1302

Tragfähigkeit

Axial-Radial-Zylinderrollenlager können radiale und axiale Belastungen in beiden Richtungen sowie Momentbelastungen aufnehmen, sowohl als Einzelkräfte und gleichzeitig wirkende Kräfte als auch in jeder denkbaren Kombination. Da das Lager vorgespannt wird und in der Regel zum Abstützen axialer und radialer Belastungen verwendet wird, welche versetzt bzw. exzentrisch zur Lagerachse wirken, lassen sich die äquivalenten Lagerbelastungen mit manuellen Verfahren nur näherungsweise ermitteln. Äquivalente Lagerbelastungen in radialer und axialer Richtung sind separat zu ermitteln. Davon ausgehend kann die Lebensdauer für die einzelnen Rollenreihen berechnet werden. Sollte eine genauere Analyse der Lagerbelastung und eine genauere Berechnung der Lebensdauer erforderlich sein, wenden Sie sich bitte an den Technischen SKF Beratungsservice.

Basistragzahlen sind in der Produkttabelle aufgelistet (→ **Seite 334**).

Äquivalente Lagerbelastungen

Die äquivalente dynamische Lagerbelastung lässt sich folgendermaßen berechnen:

- für den Radialrollensatz mit Hilfe von $P = F_r$
- für den Axialrollensatz mit Hilfe von $P = F_a + 4,4 M/d_1$

Die äquivalente statische Lagerbelastung lässt sich folgendermaßen berechnen:

- für den Radialrollensatz mit Hilfe von $P_0 = F_r$
- für den Axialrollensatz mit Hilfe von $P_0 = F_a + 4,4 M/d_1$

Hierin sind

P = die äquivalente dynamische Lagerbelastung [kN]

P_0 = die äquivalente statische Lagerbelastung [kN]

d_1 = der Außendurchmesser des Innenrings [mm] (→ **Produkttable, Seite 334**)

F_a = die Axialbelastung [kN]

F_r = die Radialbelastung [kN]

M = die Momentbelastung [kNm]

Zulässige Momentbelastung

Für Axial-Radial-Zylinderrollenlager gilt im Allgemeinen, dass sie sich langsam drehen, langsame Drehbewegungen ausführen oder im Stillstand Belastungen ausgesetzt sind. Unter diesen Bedingungen wird die maximal zulässige Momentbelastung durch die statische Belastungsgrenze eingeschränkt. Sie kann folgendermaßen ermittelt werden

$$M_{\text{perm}} = 0,23 d_1 (C_{0a}/s_0 - F_a)$$

Hierin sind

M_{perm} = das zulässige Drehmoment [kNm]

C_{0a} = die statische Tragzahl des Axialrollensatzes [kN]

(→ **Produkttablelle, Seite 334**)

d_1 = der Außendurchmesser des Innenrings [mm] (→ **Produkttablelle**)

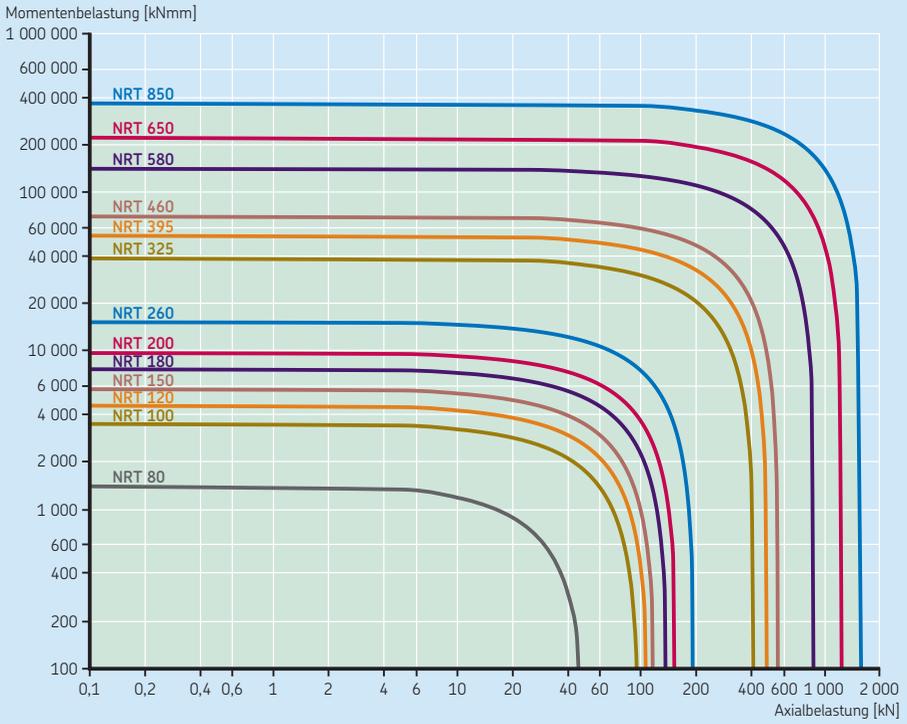
F_a = die zentrisch wirkende Axialbelastung [kN]

s_0 = der Sicherheitsfaktor (→ *Zulässige statische Belastungen, Seite 36*)
= 4

Bei häufig auftretender Rotation oder Schwingung kann die Lebensdauer die zulässige Momentbelastung einschränken. In solchen Fällen empfiehlt es sich jedoch, den Technischen SKF Beratungsservice einzuschalten.

Anhand von **Diagramm 1** lässt sich schnell prüfen, ob eine bestimmte Lagergröße bei überwiegend statischer Belastung geeignet ist.

Zulässige Momentbelastung – statische Grenzbelastung



5

Montage

Axial-Radial-Zylinderrollenlager sind hochgenaue Maschinenelemente mit langer Gebrauchsdauer, vorausgesetzt sie werden ordnungsgemäß eingebaut und gewartet. Ordnungsgemäßer Einbau verlangt Sachkenntnis und Sorgfalt einen sauberen Arbeitsplatz sowie die richtigen Werkzeuge.

Montageanleitung

Allgemeine Informationen zum Einbau von Lagern enthält der Abschnitt *Ein- und Ausbau* (→ **Seite 123**).

Beim Einbau eines Axial-Radial-Zylinderrollenlagers kann der Innenring frei liegend (→ **Bild 2**) oder gestützt sein (→ **Bild 3**). Bei Verwendung eines Stützrings sollte dieser den Innenring über seine gesamte Breite stützen. Der Stützring sollte etwa die doppelte Stärke des Flansches haben.

WARNUNG: Um die Beschädigungsgefahr für das Lager zu verringern, sollte keine Kraft über die Wälzkörper ausgeübt werden. Kräfte dürfen nur direkt über den einzubauenden Ring einwirken.

Montage

- 1 Versehen Sie alle Passflächen an Welle und Innenring mit einem leichten Ölfilm.
- 2 Lösen Sie die Halteschrauben (mit denen das Lager beim Transport gesichert wird) um eine halbe Umdrehung.
- 3 Befestigen Sie das Lager an der Welle. Lösen Sie zunächst den Flansch und bringen Sie die Bohrungen für die Befestigungsschrauben am Lager mit den Gewindebohrungen an der Welle auf eine Linie. Diesen Vorgang können Sie mit einem Induktions-Anwärmgerät erleichtern und/oder durch Einführen eines Führungsbolzens in eine der Befestigungsbohrungen an der Welle. Die Anwärmtemperatur für Axial-Radial-Zylinderrollenlager sollte 80 °C nicht überschreiten.
- 4 Liegt das Lager (und evtl. der Stützring) erst einmal an der Wellenanlauffläche an und ist die Anordnung auf Umgebungstemperatur gebracht, sind die Befestigungsschrauben bei gleichzeitigem Drehen des Außenrings einzuführen und von Hand anzuziehen. Diese Vorgehensweise erleichtert das Ausrichten der Rollen und das Zentrieren der Innenringanordnung.

- 5 Ziehen Sie bei zentriertem Innenring nach und nach die Befestigungsschrauben an. Gehen Sie dabei in drei Schritten wechselweise über Kreuz vor (→ **Bild 4**): Ziehen Sie die Schrauben erst zu 35%, dann zu 70% und schließlich zu 100% des empfohlenen Anzugsmoments aus **Tabelle 7** (→ **Seite 332**) an.
- 6 Nach dem Befestigen des Lagers sind die Halteschrauben entweder mit dem empfohlenen Anzugsmoment anzuziehen oder komplett zu entfernen.
- 7 Eine ähnliche Vorgehensweise bietet sich auch für die Befestigung des Außenrings an. Versehen Sie alle Passflächen an Gehäuse und Außenring mit einem leichten Ölfilm.
- 8 Einpassen der Lager-/Wellenanordnung in das Gehäuse (→ **Bild 5**).
- 9 Führen Sie die Befestigungsschrauben bei gleichzeitigem Drehen der Lager-/Wellenanordnung ein und ziehen Sie sie von Hand an. Ziehen Sie die Befestigungsschrauben in drei Schritten wechselweise über Kreuz an (→ **Bild 6**), gemäß Schritt 5.

Laufgenauigkeit und Reibung prüfen

Nach erfolgtem Einbau müssen die Laufgenauigkeit und die Reibung überprüft werden. Für Fälle mit besonders hoher Reibung gibt es drei mögliche Erklärungen:

- Die Anlageflächen wurden nicht gemäß der Spezifikation gefertigt.
- Die Befestigungsschrauben sind zu stark angezogen.
- Es ist zu viel Schmierstoff im Lager.

Zur Beseitigung eventueller Belastungen, die beim Einbau aufgetreten sein können, müssen Sie alle Befestigungsschrauben lösen und anschließend gemäß der oben beschriebenen Vorgehensweise in drei Schritten wechselweise über Kreuz wieder anziehen.

Lagerung/Transport

Axial-Radial-Zylinderrollenlager sollten immer flach liegend gelagert werden.

Bild 2

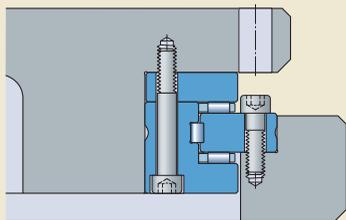


Bild 3

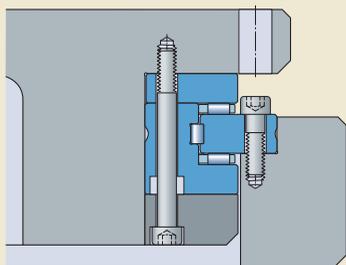


Bild 4

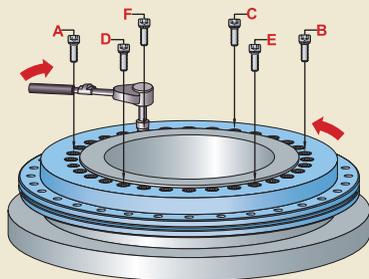


Bild 5

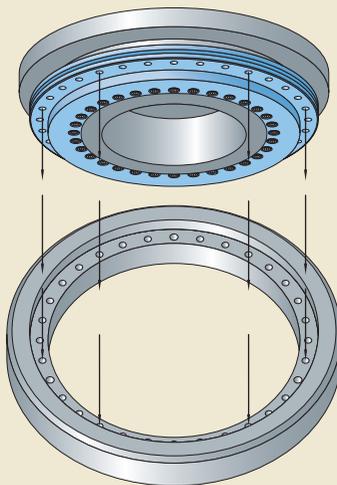


Bild 6

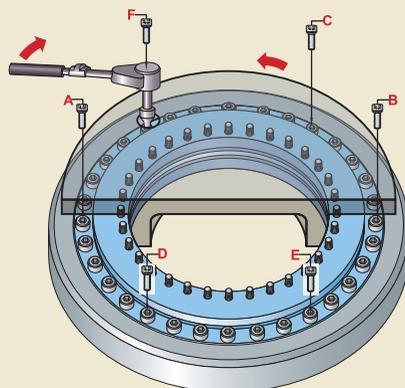


Tabelle 7

Empfohlenes Schraubenanzugsmoment

| Lager | Anzugs- moment | Schraubengröße Qualität 10,9 |
|-----------|-------------------|---------------------------------|
| – | Nm | – |
| NRT 80 A | 4,5 | M4 |
| | 8,5 | M5 |
| NRT 100 A | 8,5 | M5 |
| NRT 120 A | 14 | M6 |
| NRT 150 A | 14 | M6 |
| NRT 180 A | 14 | M6 |
| NRT 200 A | 14 | M6 |
| NRT 260 A | 34 | M8 |
| NRT 325 A | 34 | M8 |
| NRT 395 A | 34 | M8 |
| NRT 460 A | 34 | M8 |
| NRT 580 A | 68 | M10 |
| NRT 650 A | 116 | M12 |
| NRT 850 A | 284 | M16 |

Ein stärkeres Drehmoment könnte die Lagervorspannung erhöhen und ist zu vermeiden.

Bezeichnungsschema

Beispiel: NRT 260 A/G

| | | | | |
|-----|-----|---|---|---|
| NRT | 260 | A | / | G |
|-----|-----|---|---|---|

Lagerreihe

NRT Axial-Radial-Zylinderrollenlager

Lagergröße

80 bis 850 Bohrungsdurchmesser [mm]

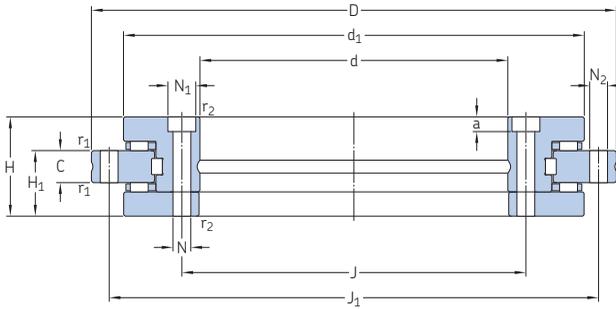
Innere Konstruktion

A Grundaussführung der Innenkonstruktion
B Modifizierte Innenkonstruktion

Andere Merkmale

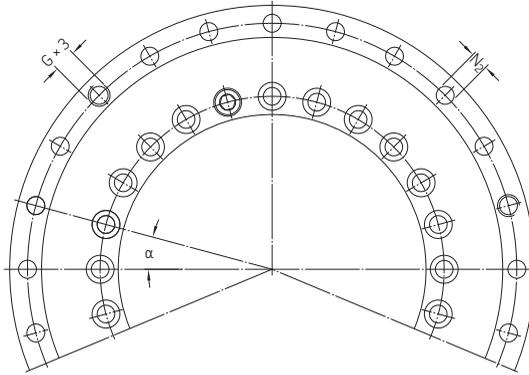
G Werkseitig geschmiertes Lager

5.1 Axial-Radial-Zylinderrollenlager d 80 – 850 mm



| Hauptabmessungen | | | | | Tragzahlen | | Erreichbare Drehzahlen | | Gewicht | Geeigneter Drehtisch | Kurzzeichen | | | | | |
|------------------|-------|-----|----------------|----|----------------|---------------------|------------------------|---------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|--------------|------|-------|-----------|
| d ¹⁾ | D | H | H ₁ | C | d ₁ | r ₁ min. | r ₂ min. | radial dyn. C | stat. C ₀ | axial dyn. C | stat. C ₀ | Fettschmierung | Ölschmierung | kg | mm | - |
| mm | | | | | | | | kN | | | | min ⁻¹ | | | | |
| 80 | 146 | 35 | 23,35 | 12 | 130 | 0,3 | 0,3 | 55 | 102 | 37,5 | 200 | 350 | 700 | 2,4 | 200 | NRT 80 A |
| 100 | 185 | 38 | 25 | 12 | 160 | 0,6 | 0,3 | 58,3 | 116 | 68 | 390 | 280 | 560 | 4,1 | 260 | NRT 100 A |
| 120 | 210 | 40 | 26 | 12 | 184 | 0,6 | 0,3 | 64,4 | 140 | 72 | 440 | 230 | 460 | 5,3 | 315 | NRT 120 A |
| 150 | 240 | 40 | 26 | 12 | 214 | 0,6 | 0,3 | 67,1 | 160 | 75 | 480 | 210 | 420 | 6,2 | 350 | NRT 150 A |
| 180 | 280 | 43 | 29 | 15 | 244 | 0,6 | 0,3 | 89,7 | 236 | 80 | 560 | 190 | 380 | 7,7 | 400 | NRT 180 A |
| 200 | 300 | 45 | 30 | 15 | 274 | 0,6 | 0,3 | 93,5 | 270 | 85 | 630 | 170 | 340 | 9,7 | 500 | NRT 200 A |
| 260 | 385 | 55 | 36,5 | 18 | 345 | 0,6 | 0,6 | 108 | 355 | 95 | 780 | 130 | 260 | 18,5 | 630 | NRT 260 A |
| 325 | 450 | 60 | 40 | 20 | 415 | 0,6 | 0,6 | 134 | 450 | 153 | 1 660 | 110 | 220 | 25 | 700 | NRT 325 A |
| 395 | 525 | 65 | 42,5 | 20 | 486 | 1 | 1 | 147 | 530 | 166 | 1 960 | 90 | 180 | 33 | 800 | NRT 395 A |
| 460 | 600 | 70 | 46 | 22 | 560 | 1 | 1 | 201 | 765 | 180 | 2 240 | 80 | 160 | 45 | 1 000 | NRT 460 A |
| 580 | 750 | 90 | 60 | 30 | 700 | 1 | 1 | 229 | 965 | 285 | 3 550 | 60 | 120 | 89 | 1 250 | NRT 580 A |
| 650 | 870 | 122 | 78 | 34 | 800 | 1 | 1 | 413 | 1 600 | 365 | 5 000 | 55 | 110 | 170 | 1 450 | NRT 650 A |
| 850 | 1 095 | 124 | 80,5 | 37 | 1 018 | 1,5 | 1,5 | 473 | 2 120 | 415 | 6 400 | 40 | 80 | 253 | 1 800 | NRT 850 A |

¹⁾ Andere Wellendurchmesser auf Wunsch lieferbar. Wenden Sie sich bitte an Ihren SKF Ansprechpartner.



| Befestigungsbohrungen Innenring | | | | Außenring | | | Befestigungsbohrungen | | | Ausbau- gewinde | | Teilung nr. x α [°] | Befestigungsschrauben ¹⁾ | |
|------------------------------------|------|------------------|-----|------------------------------------|----------------|----------------|------------------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|----------|-------------------------------|-------------------------------------|--|
| J | N | N ₁ | a | Befestigungs- bohrungen Anz. | J ₁ | N ₂ | Befestigungs- bohrungen Anz. | Ausbau- gewinde G | Ausbau- gewinde Anz. | Größe | Anz. | | | |
| mm | | | | - | mm | | - | | | | - | - | | |
| 92 | 5,6 | 10 ²⁾ | 4 | 12 | 3 | 138 | 4,6 | 12 | M5 | 3 | 12 x 30 | M5 | | |
| 112 | 5,6 | 10 | 5,4 | 16 | 2 | 170 | 5,6 | 15 | M5 | 3 | 18 x 20 | M5 | | |
| 135 | 7 | 11 | 6,2 | 22 | 2 | 195 | 7 | 21 | M8 | 3 | 24 x 15 | M6 | | |
| 165 | 7 | 11 | 6,2 | 34 | 2 | 225 | 7 | 33 | M8 | 3 | 36 x 10 | M6 | | |
| 194 | 7 | 11 | 6,2 | 46 | 2 | 260 | 7 | 45 | M8 | 3 | 48 x 7,5 | M6 | | |
| 215 | 7 | 11 | 6,2 | 46 | 2 | 285 | 7 | 45 | M8 | 3 | 48 x 7,5 | M6 | | |
| 280 | 9,3 | 15 | 8,2 | 34 | 2 | 365 | 9,3 | 33 | M12 | 3 | 36 x 10 | M8 | | |
| 342 | 9,3 | 15 | 8,2 | 34 | 2 | 430 | 9,3 | 33 | M12 | 3 | 36 x 10 | M8 | | |
| 415 | 9,3 | 15 | 8,2 | 46 | 2 | 505 | 9,3 | 45 | M12 | 3 | 48 x 7,5 | M8 | | |
| 482 | 9,3 | 15 | 8,2 | 46 | 2 | 580 | 9,3 | 45 | M12 | 3 | 48 x 7,5 | M8 | | |
| 610 | 11,4 | 18 | 11 | 46 | 2 | 720 | 11,4 | 42 | M12 | 6 | 48 x 7,5 | M10 | | |
| 680 | 14 | 20 | 13 | 46 | 2 | 830 | 14 | 42 | M12 | 6 | 48 x 7,5 | M12 | | |
| 890 | 18 | 26 | 17 | 58 | 2 | 1 055 | 18 | 54 | M16 | 6 | 60 x 6 | M16 | | |

¹⁾ In die lose Bordscheibe geschraubte Befestigungsschrauben.

²⁾ Gefräste Schlitze offen zur Lagerbohrung.

Super-precision bearing

SKF



Axial-Schrägkugellager für Gewindetribe

| | | | |
|---|------------|---|------------|
| Lagerreihen und Ausführungsvarianten | 338 | Axiale Belastbarkeit | 362 |
| Einseitig wirkende Axial-Schrägkugellager | 340 | Montage | 362 |
| Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager | 341 | Erreichbare Drehzahlen | 363 |
| Kartuschen mit Flanschlagergehäuse | 342 | Bezeichnungsschema | 364 |
| Kundenspezifische Lösungen | 342 | Produkttabellen | |
| Käfige | 344 | 6.1 Einseitig wirkende Axial-Schrägkugellager | 366 |
| Abgedichtete Lager | 344 | 6.2 Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager | 368 |
| Gestaltung der Lagerung | 346 | 6.3 Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager zum Anflanschen | 370 |
| Lageranordnungen | 346 | 6.4 Kartuschen mit Flanschlagergehäuse | 372 |
| Loslager | 347 | | |
| Zugehörige Komponenten | 349 | | |
| Anwendungsbeispiele | 350 | | |
| Kennzeichnung von Lagern | 352 | | |
| Lagerdaten | 353 | | |
| (Hauptabmessungen, Toleranzen) | | | |
| Lagervorspannung | 355 | | |
| Axiale Steifigkeit | 358 | | |
| Reibungsmoment | 360 | | |
| Abhebekraft | 360 | | |
| Tragfähigkeit von Lagersätzen | 361 | | |
| Äquivalente Lagerbelastungen | 361 | | |
| Äquivalente dynamische Lagerbelastung | 361 | | |
| Äquivalente statische Lagerbelastung | 362 | | |

Weitere Informationen

| | |
|--|-----|
| Lebensdauer und Tragfähigkeit | 33 |
| Erforderliche Mindestbelastung | 34 |
| Grenzmaße für die Kantenabstände | 47 |
| Werkstoff | 51 |
| Gestaltung der Lagerungen | 57 |
| Schmierung | 99 |
| Montagehinweise | 123 |
| Aufbewahren von Lagern | 125 |
| Präzisions-Wellenmuttern | 375 |

Werkzeugmaschinen nutzen Gewindetriebe zur schnellen und genauen Ausrichtung der Werkstücke und Maschinenkomponenten. Um diese Anforderungen zu erfüllen, können Gewindetriebe an beiden Enden mit SKF Hochgenauigkeits-Axial-Schrägkugellagern der Reihe Super-precision unterstützt werden. Die Lager bieten einen hohen Grad an axialer Steifigkeit und Tragfähigkeit, nehmen hohe Drehzahlen und hohe Beschleunigungen auf und zeichnen sich durch eine hohe Laufgenauigkeit aus.

Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe sind sehr gut für Spindelantriebe geeignet. Sie sind aber auch in anderen Anwendungen vorteilhaft, in denen eine zuverlässige radiale und axiale Führung bei extrem genauer Axialführung der Welle gefordert wird.

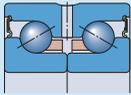
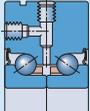
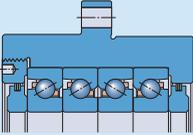
Lagerreihen und Ausführungsvarianten

Das SKF Sortiment an Hochgenauigkeits-Axial-Schrägkugellagern der Reihe Super-precision für Gewindetriebe erfüllt praktisch alle Anforderungen, die an Stützlager für Gewindetriebe gestellt werden. SKF liefert drei Arten von Stützlagern:

- einseitig wirkende Lager
- zweiseitig wirkende Lager
- Kartuschen mit Flanschlagergehäuse

Axiale Steifigkeit, Tragfähigkeit, Laufgenauigkeit, Drehzahl und Reibungsmoment sind die wichtigsten Kriterien bei der Auswahl eines Lagers für Gewindetriebe. Weitere Kriterien sind die Momentsteifigkeit der Lageranordnung und die Unempfindlichkeit für Fluchtungsfehler. Die Montage- und Dichtungsanforderungen sind ebenfalls zu berücksichtigen. **Tabelle 1** zeigt, welche Kriterien von den einzelnen Lagerreihen erfüllt werden.

Auswahlkriterien für Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe

| Lagerart | Einseitig wirkende Lager | Zweiseitig wirkende Lager | Zweiseitig wirkende Lager zum Anflanschen | Kartuschen |
|------------|---|---|---|---|
| |  |  |  |  |
| Lagerreihe | BSA, BSD | BEAS | BEAM | FBSA |

Auswahlkriterien

| | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|--|--|---------------|
| Axiale Steifigkeit | ++ | + | + | ++ |
| Axiale Belastbarkeit | ++ | ++ | ++ | ++ |
| Laufgenauigkeit | ++ | ++ | ++ | ++ |
| Höheres Drehvermögen | ++ | + | + | + |
| Reibungsmoment | ++ | + | + | ++ |
| Flexibilität der Anordnung | + | o | o | ++ |
| Einfache Montage | o | + | ++ | ++ |
| Dichtungen | berührungsfreie Dichtungen (optional) | berührungsfreie oder berührende Dichtungen | berührungsfreie oder berührende Dichtungen | Lamellenringe |

Symbole: ++ sehr gut + gut o geeignet

Einseitig wirkende Axial-Schrägkugellager

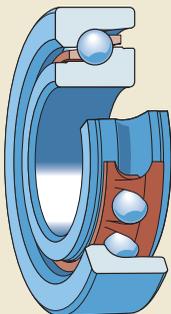
SKF liefert einseitig wirkende Axial-Schrägkugellager (→ Bild 1) in den Reihen BSA und BSD für Wellendurchmesser von 12 bis 75 mm. Die Lager sind selbsthaltend und haben einen Berührungswinkel von 62° . Der Übergangsradius zwischen Laufbahn und Schulter an beiden Ringen ist geschliffen. Dadurch werden Randspannungen um ca. 30% reduziert und die Lager können hohe Axiallasten und gelegentliche Überbelastungen besser aufnehmen als herkömmliche Bauformen.

Einseitig wirkende Lager nehmen Axialbelastungen in nur einer Richtung auf und werden daher gegen ein zweites Lager angestellt oder als Lagersätze eingebaut. Die Lager sind serienmäßig universell kombinierbar und können in Sätzen von bis zu vier Lagern montiert werden. Sie eignen sich für eine Vielzahl von Lageranordnungen und erreichen die Leistungsfähigkeit von zusammengepassten Lagersätzen. Durch eine besondere Wärmebehandlung wird eine konstante Lagervorspannung über die gesamte Gebrauchsdauer der Lager aufrechterhalten.

Zusammengepasste Lagersätze

Einseitig wirkende Lager sind auf Anfrage als zusammengepasste Sätze lieferbar. Da sich die Standardlager universell kombinieren lassen, empfiehlt SKF, die Bestände zu reduzieren und nur einzelne Lager zu bestellen, um sie nach Bedarf in Sätzen anzuordnen.

Bild 1



Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager

Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager wurden für Anwendungen entwickelt, in denen der Einbauraum begrenzt ist und ein einfacher Einbau gefordert wird. Zweiseitig wirkende SKF Lager sind serienmäßig geschmiert und abgedichtet. Diese einbaufertigen Lager sind in zwei Reihen erhältlich:

- zweiseitig wirkende Lager der Reihe BEAS (→ **Bild 2**), für Wellendurchmesser von 8 bis 30 mm
- zweiseitig wirkende Lager zum Anflanschen der Reihe BEAM (→ **Bild 3**), für Wellendurchmesser von 12 bis 60 mm

Reihe BEAS

Die Bauform der BEAS Lager entspricht zwei einseitig wirkenden Lagern in O-Anordnung. Sie sind selbsthaltend und haben einen ungeteilten Außenring, einen zweiteiligen Innenring und einen Berührungswinkel von 60° . Die Lager nehmen Radiallasten auf sowie Axiallasten in beiden Richtungen. Die werkseitig eingestellte Vorspannung wird z. B. mithilfe einer Präzisionswellenmutter erzielt, mit der die Innenringhälften auf die Gewindetriebwelle geklemmt werden (→ **Präzisionswellenmuttern, Seite 375**).

BEAS Lager haben serienmäßig eine Umfangsnut und Schmierbohrungen im Außenring, können also schnell und einfach nachgeschmiert werden.

Reihe BEAM

Lager der Reihe BEAM entsprechen in ihrer Konstruktion der Reihe BEAS, haben aber einen deutlich stärkeren Außenring und Bohrungen für Befestigungsschrauben. Die direkte Verschraubung mit dem Gegenstück vereinfacht die Lagerkonstruktion und den Einbau. M6-Gewindebohrungen für Schmiernippel an einer Seitenfläche bzw. auf der Außenseite ermöglichen das Nachschmieren. Die Bohrungen werden vor der Auslieferung mit Gewindestiften verschlossen. Die Seitenfläche mit der Gewindebohrung muss sich gegenüber der Maschinenwand befinden. Lager mit größeren Toleranzen (Nachsetzzeichen PE) haben keine Gewindebohrung auf der Außenseite und können nur über die Gewindebohrung in der Seitenfläche nachgeschmiert werden.

Lager der Reihe BEAM haben eine Umfangsnut auf der Außenseite, die beim Ausbau der Lager vom Sitz auf der Gewindetriebwelle genutzt werden kann.

Bild 2

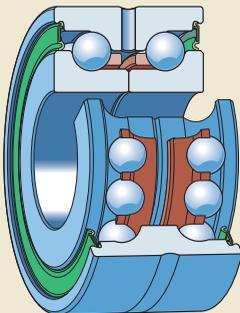
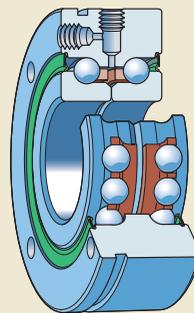


Bild 3



Kartuschen mit Flanschlagergehäuse

Kartuschen der Reihe FBSA (→ **Bild 4**) lassen sich dank ihres Flanschlagergehäuses schnell und mühelos einbauen. Diese einbaufertigen Einheiten sind für Wellendurchmesser von 20 bis 60 mm erhältlich und enthalten einseitig wirkende SKF Axial-Schrägkugellager (→ **Seite 340**). Mit Ausnahme der geschliffenen Flächen sind die Einheiten brüniert.

Die Einheiten sind mit unterschiedlichen Lagerungen erhältlich (→ **Bild 5**):

- zwei Lager in O-Anordnung, Nachsetzzeichen DB
- zwei Lager in X-Anordnung, Nachsetzzeichen DF
- zwei Lagerpaare in Tandem- und O-Anordnung, Nachsetzzeichen QBC
- zwei Lagerpaare in Tandem- und X-Anordnung, Nachsetzzeichen QFC

Einheiten mit zwei Lagerpaaren sind auch mit dem Flansch am Ende der Kartusche erhältlich (Nachsetzzeichen A). Weitere Lageranordnungen sind auf Anforderung lieferbar.

Kartuschen sind mit einer SKF Präzisionswellenmutter auf der Gewindetriebwelle zu verspannen und an der Maschinenwand zu verschrauben (→ **Seite 375**).

Kundenspezifische Lösungen

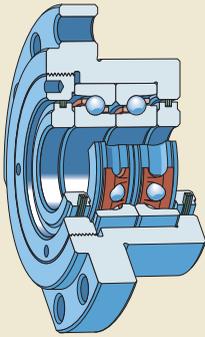
Das SKF Sortiment an Stützlagern eignet sich für eine Vielzahl an Anwendungsbedingungen. SKF stellt darüber hinaus angepasste Lösungen für besondere Anwendungen zur Verfügung. Mithilfe aufwändiger virtueller Tests und Modellierungsdienstleistungen unterstützen Sie die SKF Experten in allen Phasen der Produktentwicklung. Weitere Auskünfte erhalten Sie vom Technischen SKF Beratungsservice.

Fettgeschmierte Lager

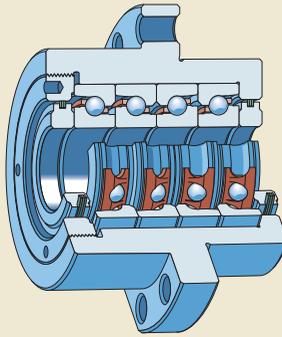
Offene, einseitig wirkende Lager sind auf Anfrage geschmiert lieferbar, mit dem Standardfett für abgedichtete Lager (Nachsetzzeichen GMM, → *Dichtungssysteme*, **Seite 344**).

Kundenspezifische Fette oder Füllmengen können ebenfalls angewandt werden, um die Anforderungen einer bestimmten Anwendung zu erfüllen.

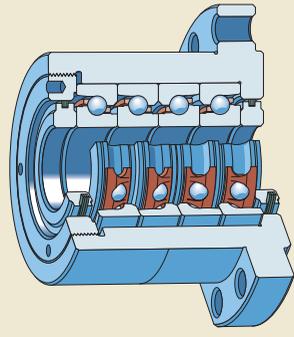
Bild 4



FBSA2../DB

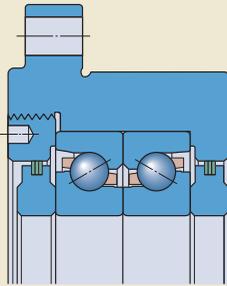


FBSA 2../QBC

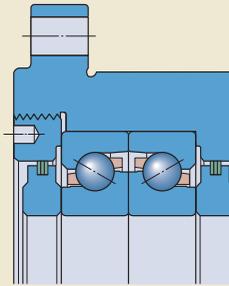


FBSA 2.. A/QBC

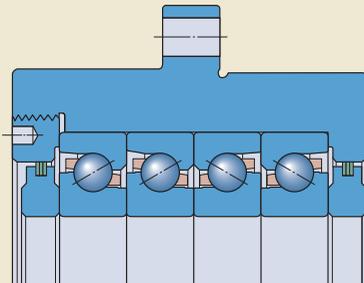
Bild 5



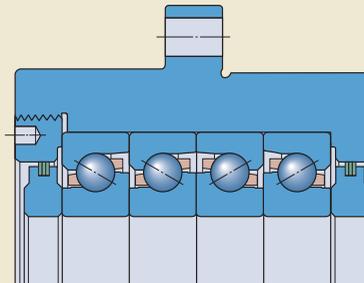
DB



DF



QBC



QFC

Käfige

Je nach Lagerreihe sind Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe serienmäßig mit den nachstehend aufgeführten Käfigen erhältlich:

- Fensterkäfig aus glasfaserverstärktem Polyamid 66, kugelgeführt, kein Nachsetzzeichen
- Schnappkäfig aus glasfaserverstärktem Polyamid 66, kugelgeführt, kein Nachsetzzeichen

Diese robusten, äußerst leichten Käfige minimieren die Zentrifugalkräfte und sind für schnelles Beschleunigen und Abbremsen geeignet.

Weitere Hinweise zu den Werkstoffen finden Sie unter *Werkstoffe für Käfige* (→ **Seite 55**).

Abgedichtete Lager

Einseitig wirkende Axial-Schrägkugellager sind mit einer beidseitigen, integrierten berührungsfreien Dichtung (Nachsetzzeichen 2RZ, (→ **Bild 6**) lieferbar. Die Dichtungen bilden einen extrem engen Dichtspalt mit der Innenringschulter, sodass die zulässige Höchstdrehzahl nicht herabgesetzt werden muss.

Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager sind serienmäßig abgedichtet (→ **Bild 7**). Sie sind mit einer beidseitigen Berührungsdichtung (Nachsetzzeichen 2RS) oder berührungsfreien Dichtung (Nachsetzzeichen 2RZ) lieferbar. Berührungsfreie Dichtungen bilden einen extrem engen Dichtspalt mit der Innenringschulter, sodass die zulässige Höchstdrehzahl nicht herabgesetzt werden muss.

Die verschiedenen stahlblechverstärkten Dichtungen sind aus öl- und verschleißfestem Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (NBR). Der Dichtungswerkstoff NBR lässt Betriebstemperaturen zwischen -40 und $+100$ °C zu. Kurzzeitig sind auch Temperaturen bis 120 °C zulässig. Weitere Hinweise zu den Werkstoffen finden Sie unter *Werkstoffe für Dichtungen* (→ **Seite 56**).

Um das Eindringen von Verunreinigungen und den Austritt von Schmierfett zu verhindern, sind die Kartuschen auf beiden Seiten mit schützenden Lamellenringen versehen (→ **Bild 8**). Diese Dichtungen haben keine beschränkende Wirkung auf die Betriebsdrehzahl einseitig wirkender Axial-Schrägkugellager innerhalb der Einheit.

Abgedichtete Lager werden serienmäßig vorgeschmiert: mit einem niedrigviskosen Premiumfett mit einem Dickungsmittel aus Lithiumseife und entweder einem Ester/PAO-Grundöl (bei einseitig wirkenden Lagern und Kartuschen) oder einem Ester-Grundöl (bei zweiseitig wirkenden Lagern). Die Fettmenge nimmt ca. 25 bis 35% des Lagers in Anspruch. Der Temperaturbereich für die Schmierfette ist:

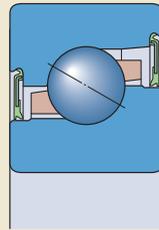
- -40 bis $+120$ °C für einseitig wirkende Lager
- -55 bis $+110$ °C für zweiseitig wirkende Lager

Unter normalen Betriebsbedingungen hält die Erstfüllung länger als das Lager. Wenn zweiseitig wirkende Lager hohe Belastungen aufnehmen und über längere Zeiträume bei hohen Drehzahlen laufen müssen, kann Nachschmieren erforderlich sein. Beim Nachschmieren sollte das Fett langsam aufgetragen werden, während sich das

Lager bei normaler Betriebstemperatur dreht. Starke Drücke vermeiden, um die Dichtungen nicht zu beschädigen.

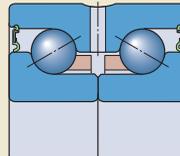
Abgedichtete Lager dürfen deshalb vor dem Einbau nicht über 80 °C erwärmt oder ausgewaschen werden. Wenn ein abgedichtetes Lager für den Einbau angewärmt werden muss, ist ein Induktions-Anwärmgerät zu verwenden und das Lager nach dem Anwärmen sofort einzubauen.

Bild 6

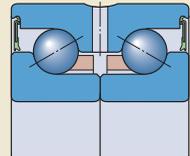


2RZ

Bild 7

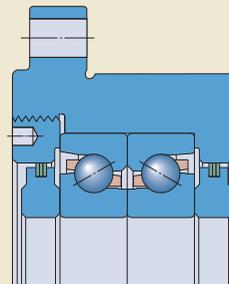


2RS



2RZ

Bild 8



Gestaltung der Lagerung

Einseitig wirkende Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe ermöglichen flexible Lageranordnungen. Die Lager sind universell kombinierbar für den Einbau als Sätze von maximal vier Lagern.

Universallager für den satzweisen Einbau werden bereits bei der Fertigung so aufeinander abgestimmt, dass bei beliebiger Lageranordnung unmittelbar nebeneinander eine Vorspannung in einem festgelegten Bereich und eine effektive Lastverteilung sichergestellt sind, ohne dass Passscheiben benötigt werden. Die Toleranzen für Bohrung, Außendurchmesser und Radialschlag sind sehr eng.

Lageranordnungen

Lagersatz in O-Anordnung

Bei Lagern in O-Anordnung (→ **Bild 9**) laufen die Berührungslinien entlang der Lagerachse auseinander. Axialbelastungen werden in beiden Richtungen, aber jeweils nur von einem Lager bzw. Lagersatz aufgenommen.

Lager in O-Anordnung ergeben eine relativ starre Lagerung. Dank des großen Abstands zwischen den wirksamen Lagermitten eignet sich diese Anordnung besonders gut für das Aufnehmen von Momentbelastungen.

Lagersatz in X-Anordnung

Bei Lagern in X-Anordnung (→ **Bild 10**) laufen die Berührungslinien entlang der Lagerachse aufeinander zu. Axialbelastungen werden in beiden Richtungen, aber jeweils nur von einem Lager bzw. Lagersatz aufgenommen.

Durch den kürzeren Abstand zwischen den effektiven Lagermitten sind X-Anordnungen weniger für die Aufnahme von Momentbelastungen geeignet als Lager in einer O-Anordnung.

Lagersätze in Tandem-Anordnung

Tandem-Anordnungen bieten eine erhöhte axiale und radiale Tragfähigkeit als Einzellager. Bei der Tandem-Anordnung (→ **Bild 11**) verlaufen die Berührungslinien parallel zueinander. Die Axial- und Radialbelastung verteilt sich auf beide Lager.

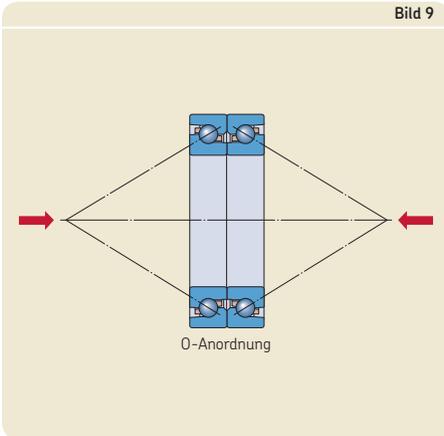
Der Lagersatz kann nur einseitig wirkende Axialbelastungen aufnehmen. Bei beidseitig wirkenden Axialbelastungen bzw. bei kombinierten Belastungen müssen weitere Lager hinzugefügt und gegen die Tandem-Anordnung angestellt werden.

Beispiele

Universell kombinierbare, einseitig wirkende Lager können, je nach geforderter Steifigkeit und auftretender Axialbelastung, in einer Vielzahl unterschiedlicher Anordnungen eingebaut werden. Die möglichen Anordnungen, einschließlich der Nachsetzzeichen für zusammengepasste Lagersätze, sind in **Bild 12** (→ **Seite 348**) angegeben.

Können Fluchtungsfehler zwischen den Lagern nicht vermieden werden, sind Lagerungen in X-Anordnung zu verwenden. Sie sind

Bild 9



weniger empfindlich für Schiefstellungen als Lager in einer O-Anordnung.

Kombinationen aus Tandem-Anordnungen und O- oder X-Anordnungen werden gewählt, wenn die Steifigkeit oder Tragfähigkeit eines Lagersatzes in einer bestimmten Richtung maximiert werden soll. Das ist zum Beispiel der Fall bei verlängerten, vorgespannten, senkrecht oder fliegend angeordneten Gewindetrieben.

Loslager

Wenn die Temperaturunterschiede zwischen Gewindtrieb und Maschinenbett ein Loslager erfordern, empfehlen sich u.a. Nadellager. In diesem Fall wird das Lager nur vom Antriebsgewicht belastet. Weiterführende Informationen über Nadellager finden Sie unter skf.com.

Bild 10

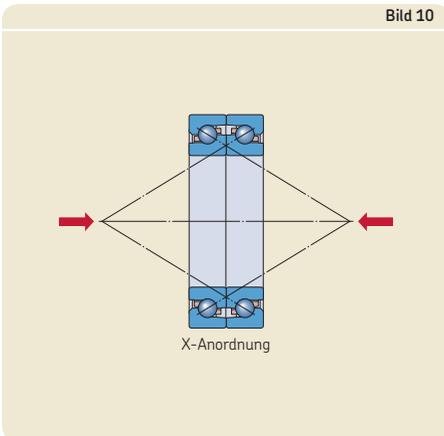
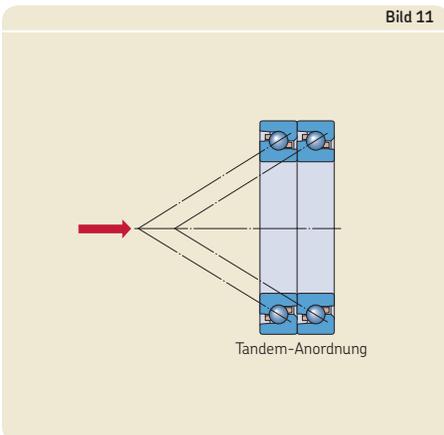


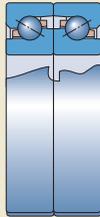
Bild 11



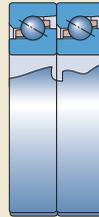
Lagersätze mit 2 Lagern



Lagerpaare in O-Anordnung
Nachsetzzeichen DB

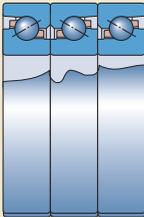


Lagerpaare in X-Anordnung
Nachsetzzeichen DF

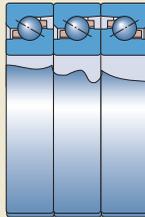


Tandem-Anordnung
Nachsetzzeichen DT

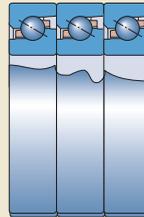
Lagersätze mit 3 Lagern



Tandem-O-Anordnung
Nachsetzzeichen TBT

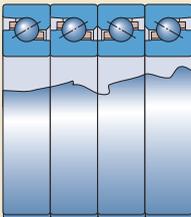


Tandem-X-Anordnung
Nachsetzzeichen TFT

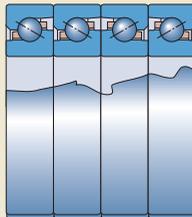


Tandem-Anordnung
Nachsetzzeichen TT

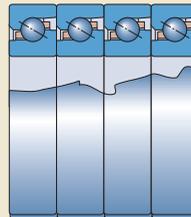
Lagersätze mit 4 Lagern



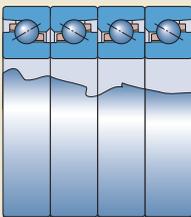
Tandem-O-Tandem-
Anordnung
Nachsetzzeichen QBC



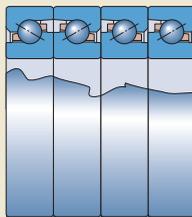
Tandem-X-Tandem-Anordnung
Nachsetzzeichen QFC



Tandem-Anordnung
Nachsetzzeichen QT



Tandem-O-Anordnung
Nachsetzzeichen QBT



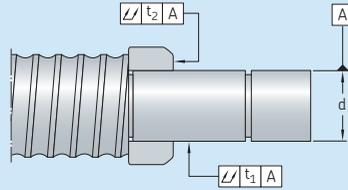
Tandem-X-Anordnung
Nachsetzzeichen QFT

Zugehörige Komponenten

Ihre spezifizierte Laufgenauigkeit erreichen Hochgenauigkeits-Axial-Schrägkugellager der Reihe Super-precision nur bei maßgenauen Anschlussteilen. Die Maß- und Formabweichungen dürfen nur minimal sein. Die Lagersitze auf der Welle und im Gehäuse müssen die in den **Tabellen 2 bis 4** empfohlenen Toleranzen einhalten.

Tabelle 2

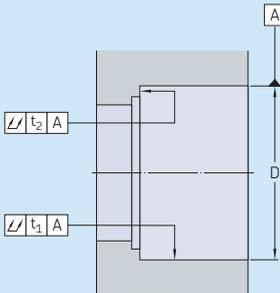
Geometrische Genauigkeit von Lagersitzen auf Wellen



| Wellendurchmesser d | | Toleranz h4 [Ⓔ] | | Gesamtrundlauf t ₁ max. | Gesamtplanlauf t ₂ max. |
|------------------------|-----|-----------------------------|------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| über | bis | ob. | unt. | μm | μm |
| 10 | 18 | 0 | -5 | 2 | 2 |
| 18 | 30 | 0 | -6 | 2,5 | 2,5 |
| 30 | 50 | 0 | -7 | 2,5 | 2,5 |
| 50 | 80 | 0 | -8 | 3 | 3 |

Tabelle 3

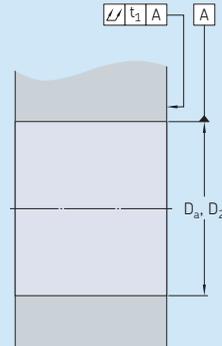
Geometrische Genauigkeit von Lagersitzen in Gehäusen



| Gehäusedurchmesser D | | Toleranz H5 [Ⓔ] | | Gesamtrundlauf t ₁ max. | Gesamtplanlauf t ₂ max. |
|-------------------------|-----|-----------------------------|------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| über | bis | ob. | unt. | μm | μm |
| - | 50 | 11 | 0 | 2,5 | 4 |
| 50 | 80 | 13 | 0 | 3 | 5 |
| 80 | 120 | 15 | 0 | 4 | 6 |
| 120 | 150 | 18 | 0 | 5 | 8 |

Tabelle 4

Geometrische Genauigkeit der Gehäusebohrung und der Seitenflächen für Lager zum Anflanschen und für Kartuschen



| Gehäusebohrung D _a , D ₂ | | Toleranz H6 [Ⓔ] | | Gesamtplanlauf t ₁ max. |
|---|-----|-----------------------------|------|---------------------------------------|
| über | bis | ob. | unt. | μm |
| 50 | 80 | 19 | 0 | 5 |
| 80 | 120 | 22 | 0 | 6 |
| 120 | 150 | 25 | 0 | 8 |

Anwendungsbeispiele

Gewindetriebe werden meist beidseitig von Lagersätzen in O- oder X-Anordnung geführt (→ Bild 13). Mit universell kombinierbaren, einseitig wirkenden Lagern lässt sich die Anordnung an die Anwendung anpassen. Abgedichtete Lager (→ Bild 14) bieten zusätzliche Vorteile: Es müssen weniger Komponenten installiert werden, das Lager wird vor Verunreinigungen geschützt, und es ist kein zusätzlicher Schmierstoff erforderlich.

Bei kurzen Gewindetrieben reicht meist eine fliegend angeordnete Lagerung an einem Ende aus (→ Bild 15). Dafür sind O-Anordnungen am besten geeignet.

Zweiseitig wirkende Lager (→ Bild 16) ermöglichen eine weitere Verringerung der Komponentenanzahl. Lager zum Anflanschen (→ Bild 17) erfordern kein Gehäuse und lassen sich einfach einbauen.

Für verlängerte Gewindetriebe lassen sich besonders steife Lageranordnungen planen: Die Welle wird an beiden Enden von Tandem-Anordnungen getragen, die gegeneinander angestellt sind.

Für diese Gewindetriebkonstruktionen empfehlen sich Kartuschen mit Flanschlagerrgehäuse (→ Bild 18).

Bild 14

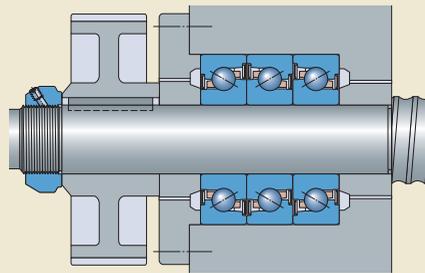


Bild 13

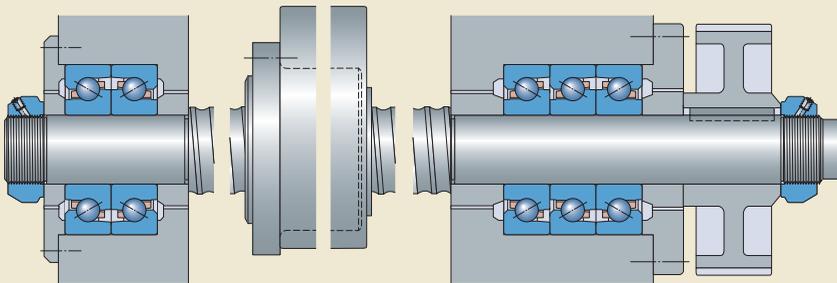


Bild 15

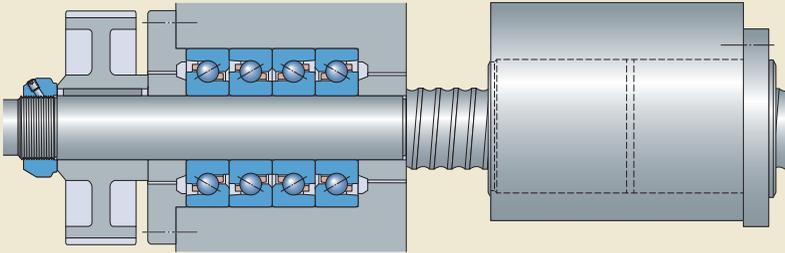


Bild 16

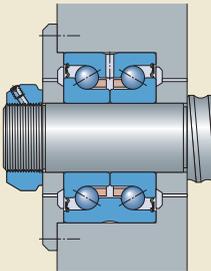


Bild 17

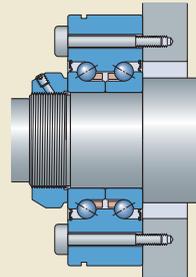
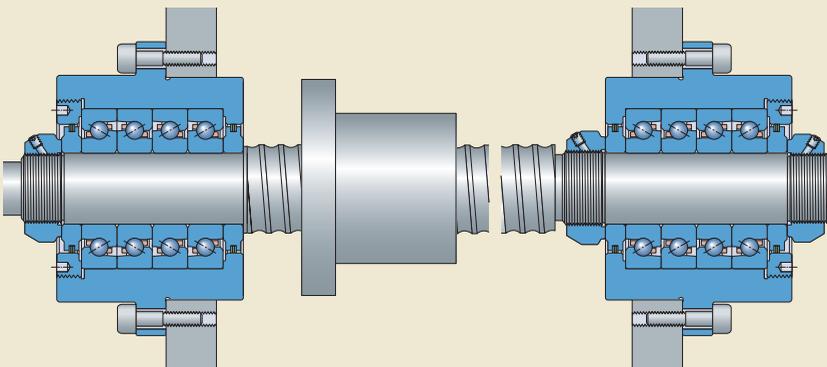


Bild 18



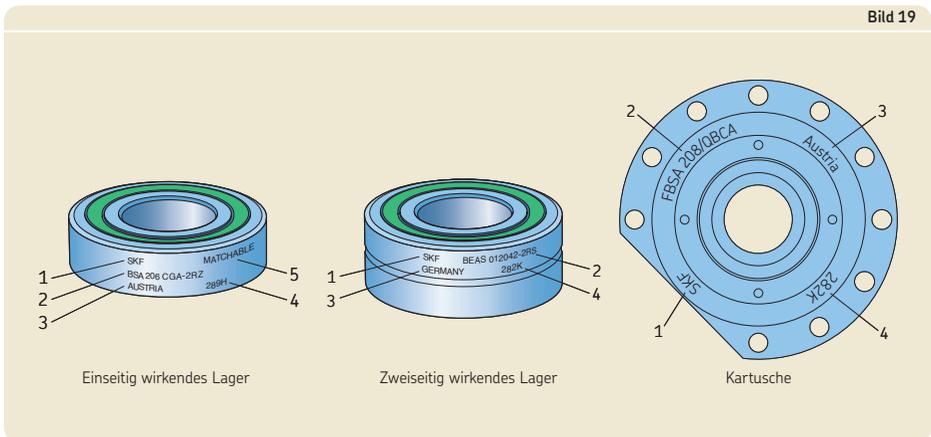
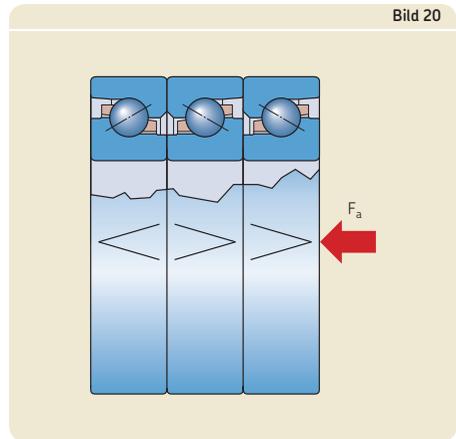
Kennzeichnung von Lagern

Alle Hochgenauigkeits-Axial-Schrägkugellager der Reihe Super-precision und Kartuschen sind mit verschiedenen Markierungen an den Außenflächen gekennzeichnet (→ Bild 19):

- 1 SKF Marke
- 2 Komplette Lager-/Einheitsbezeichnung (Kurzzeichen)
- 3 Herstellungsland
- 4 Herstellungsdatum (kodiert)
- 5 Aufschrift MATCHABLE (nur bei einseitig wirkenden Lagern)

„V-Zeichen“

Eine V-förmige Markierung an der Außenfläche der Außenringe von einseitig wirkenden Universallagern für den satzweisen Einbau gibt an, wie der Lagersatz im Verhältnis zur Axialbelastung montiert werden soll. Das „V“ zeigt auf die Innenring-Stirnseite, die die Axialbelastung aufnehmen kann. Bei Lagersätzen sollte die große Innenring-Stirnseite des äußeren Lagers die Axialbelastung aufnehmen und so montiert werden, dass das „V“ in die gegenüberliegende Richtung der Axialbelastung zeigt (→ Bild 20). Wenn in beiden Richtungen Axialbelastungen auftreten, die von X- oder O-Anordnungen unterstützt werden, sollte die Innenring-Stirnseite des äußeren Lagers, auf die die meisten V-Zeichen zeigen, die höhere der axialen Belastungen aufnehmen.



Lagerdaten

| | Einseitig wirkende Lager | Zweiseitig wirkende Lager | Kartuschen |
|--|--|---|---|
| Hauptabmessungen | ISO 15, nur für die Reihen BSA 2 und BSA 3, die mit den ISO-Maßreihen 02 bzw. 03 übereinstimmen Lager der Reihe BSD entsprechen teilweise den ISO-Maßreihen | Nicht genormt | Nicht genormt |
| Toleranzen Weiterführende Informationen (→ Seite 47) | Maßgenauigkeit P4 Laufgenauigkeit P2 Werte: ISO 492 (→ Tabelle 5, Seite 354) Die Werte gelten für Einzel-lager. Bei zusammengepassten Lagersätzen beträgt der Axial-schlag meist weniger als 2,5 µm, sofern die Lagersitze präzise geschliffen und die Lager ordnungsgemäß einge-baut sind. | Laufgenauigkeit P4 Werte: ISO 492 (→ Tabelle 5, Seite 354) Maßgenauigkeit Werte: → Tabelle 5, Seite 354 | Werte: → Tabelle 6, Seite 354 |

Tabelle 5

Toleranzen von ein- und zweiseitig wirkenden Lagern

Innenring und Lagerbauhöhe

| d | | Einseitig wirkende Lager | | | | Zweiseitig wirkende Lager | | | | S _{ia} max. | |
|------|-----|-----------------------------|------|---------------|------|-----------------------------|------|---------------|------|-------------------------|-----|
| über | bis | $\Delta_{ds}, \Delta_{dmp}$ | | Δ_{Ts} | | $\Delta_{ds}, \Delta_{dmp}$ | | Δ_{Bs} | | | |
| | | ob. | unt. | ob. | unt. | ob. | unt. | ob. | unt. | | |
| mm | | μm | | | | μm | | | | μm | |
| 10 | 18 | 0 | -4 | 0 | -80 | 1,5 | 0 | -5 | 0 | -250 | 2 |
| 18 | 25 | 0 | -4 | 0 | -120 | 2,5 | 0 | -5 | 0 | -250 | 2 |
| 25 | 30 | 0 | -4 | 0 | -120 | 2,5 | 0 | -5 | 0 | -250 | 2,5 |
| 30 | 50 | 0 | -5 | 0 | -120 | 2,5 | 0 | -5 | 0 | -250 | 2,5 |
| 50 | 60 | 0 | -5 | 0 | -120 | 2,5 | 0 | -8 | 0 | -250 | 2,5 |
| 60 | 80 | 0 | -5 | 0 | -120 | 2,5 | 0 | -8 | 0 | -250 | 3 |

Außenring

| D | | Einseitig wirkende Lager | | | Zweiseitig wirkende Lager | | | | S _{ea} max. | |
|------|-----|-----------------------------|------|-------------------------|-----------------------------|------|---------------|------|-------------------------|--|
| über | bis | $\Delta_{Ds}, \Delta_{Dmp}$ | | S _{ea} max. | $\Delta_{Ds}, \Delta_{Dmp}$ | | Δ_{Cs} | | | |
| | | ob. | unt. | | ob. | unt. | ob. | unt. | | |
| mm | | μm | | | μm | | μm | | μm | |
| 30 | 50 | 0 | -5 | 2,5 | 0 | -10 | 0 | -250 | 8 | |
| 50 | 80 | 0 | -6 | 4 | 0 | -10 | 0 | -250 | 10 | |
| 80 | 110 | 0 | -6 | 5 | 0 | -10 | 0 | -250 | 11 | |
| 110 | 120 | 0 | -6 | 5 | 0 | -15 | 0 | -250 | 11 | |
| 120 | 150 | 0 | -7 | 5 | 0 | -15 | 0 | -250 | 13 | |

Toleranzsymbole und Definitionen → Tabelle 4, Seite 48

Tabelle 6

Toleranzen von Kartuschen

| d | | $\Delta_{ds}, \Delta_{dmp}$ | | Δ_{D2} | | Δ_{Ts} | | S _{ia} ¹⁾ max. | |
|------|-----|-----------------------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------------------------------|--|
| über | bis | ob. | unt. | ob. | unt. | ob. | unt. | | |
| mm | | μm | | μm | | mm | | μm | |
| 18 | 30 | 0 | -4 | 0 | -13 | 0 | -1,5 | 2,5 | |
| 30 | 50 | 0 | -5 | 0 | -15 | 0 | -1,5 | 2,5 | |
| 50 | 60 | 0 | -5 | 0 | -18 | 0 | -1,5 | 2,5 | |

Toleranzsymbole und Definitionen → Tabelle 4, Seite 48

¹⁾ Axialschlag des Einzellagers. Die Rechtwinkligkeitstoleranz der Borde zum Gehäusesitzdurchmesser D₂ beträgt je nach Größe 5 bis 10 μm .

Lagervorspannung

Einseitig wirkende Lager

Ein einzelnes einseitig wirkendes Axial-Schrägkugellager kann erst vorgespannt werden, wenn ein zweites Lager die Festsetzung in entgegengesetzter Richtung übernimmt

Einseitig wirkende SKF Lager sind serienmäßig universell kombinierbar und werden mit zwei verschiedenen Vorspannungsklassen gefertigt:

- Klasse A, leichte Vorspannung
- Klasse B, mittlere Vorspannung

Der Grad der Vorspannung hängt von mehreren Faktoren ab und gilt für Lagersätze in O- oder X-Anordnungen. Die Vorspannungen sind nicht genormt und in **Tabelle 7 (→ Seite 356)** angegeben. Die Passungen sowie die Betriebsbedingungen sind in den Angaben nicht berücksichtigt.

Auf Wunsch sind auch Lagersätze mit nicht-serienmäßigen Vorspannungen lieferbar. Diese Lager erkennt man am Nachsetzzeichen G mit einer anschließenden Zahl. Die Zahl steht für den Vorspannungswert des Satzes in daN.

Sätze aus drei oder vier Lagern haben eine höhere Vorspannung als Sätze aus zwei Lagern. Die Vorspannung eines Lagersatzes wird durch Multiplikation des in **Tabelle 7** angegebenen Werts mit einem Faktor in **Tabelle 8 (→ Seite 356)** berechnet.

Zweiseitig wirkende Lager

Die Vorspannungswerte für zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager sind nicht genormt und in **Tabelle 9 (→ Seite 357)** angegeben. Die Passungen sowie die Betriebsbedingungen sind in den Angaben nicht berücksichtigt.

Auf Wunsch sind auch Lager mit anderen Vorspannungen lieferbar.

Kartuschen

Die Kartuschen enthalten einseitig wirkende Lager mit der serienmäßigen Vorspannungsklasse A oder B (→ **Tabelle 7, Seite 356**). Auf Wunsch sind auch Einheiten lieferbar, die Lager mit nicht-serienmäßigen Vorspannungen enthalten. Lagersätze ohne serienmäßige Vorspannung sind mit dem Nachsetzzeichen G, gefolgt von einer Zahl, gekennzeichnet. Die Zahl steht für den Vorspannungswert des Satzes in daN.

Tabelle 7

Axiale Vorspannung, axiale Steifigkeit, Reibungsmoment und maximale Axialbelastung einseitig wirkender Lager

| Kurzzeichen | Axiale Vorspannung für Vorspannungsklasse | | Axiale Steifigkeit für Vorspannungsklasse | | Reibungsmoment für Vorspannungsklasse | | Maximale Axialbelastung |
|-------------|--|--------|--|-------|--|-------|----------------------------|
| | A | B | A | B | A | B | |
| – | N | | N/μm | | Nm | | kN |
| BSA 201 | 650 | 1 300 | 400 | 510 | 0,016 | 0,028 | 6,25 |
| BSA 202 | 770 | 1 540 | 460 | 580 | 0,022 | 0,038 | 8,5 |
| BSA 203 | 1 040 | 2 080 | 550 | 700 | 0,04 | 0,072 | 10,3 |
| BSA 204 | 1 480 | 2 960 | 680 | 860 | 0,05 | 0,091 | 14,5 |
| BSA 205 | 1 580 | 3 160 | 725 | 925 | 0,069 | 0,12 | 18 |
| BSA 206 | 2 150 | 4 300 | 870 | 1 110 | 0,12 | 0,21 | 22,6 |
| BSA 207 | 2 950 | 5 900 | 1 080 | 1 370 | 0,18 | 0,32 | 29,6 |
| BSA 208 | 3 400 | 6 800 | 1 130 | 1 440 | 0,212 | 0,46 | 37,9 |
| BSA 209 | 3 750 | 7 500 | 1 290 | 1 640 | 0,23 | 0,52 | 40,2 |
| BSA 210 | 4 100 | 8 200 | 1 410 | 1 800 | 0,31 | 0,68 | 42,5 |
| BSA 212 | 6 050 | 12 100 | 1 640 | 2 080 | 0,54 | 1,05 | 65 |
| BSA 215 | 6 850 | 13 700 | 1 870 | 2 380 | 0,65 | 1,4 | 76 |
| BSA 305 | 2 150 | 4 300 | 870 | 1 110 | 0,12 | 0,2 | 22,6 |
| BSA 306 | 3 000 | 6 000 | 1 010 | 1 280 | 0,175 | 0,32 | 46 |
| BSA 307 | 4 100 | 8 200 | 1 120 | 1 430 | 0,26 | 0,46 | 65 |
| BSA 308 | 5 100 | 10 200 | 1 340 | 1 710 | 0,35 | 0,62 | 78,2 |
| BSD 2047 | 1 480 | 2 960 | 680 | 860 | 0,05 | 0,091 | 14,5 |
| BSD 2562 | 2 150 | 4 300 | 870 | 1 110 | 0,115 | 0,21 | 22,6 |
| BSD 3062 | 2 150 | 4 300 | 870 | 1 110 | 0,125 | 0,215 | 22,6 |
| BSD 3572 | 2 950 | 5 900 | 1 080 | 1 370 | 0,18 | 0,32 | 29,6 |
| BSD 4072 | 2 950 | 5 900 | 1 080 | 1 370 | 0,18 | 0,32 | 29,6 |
| BSD 4090 | 5 100 | 10 200 | 1 340 | 1 710 | 0,35 | 0,61 | 78,2 |
| BSD 4575 | 2 900 | 5 800 | 1 180 | 1 500 | 0,25 | 0,41 | 40,2 |
| BSD 45100 | 5 850 | 11 700 | 1 470 | 1 870 | 0,5 | 0,97 | 107,4 |
| BSD 50100 | 6 200 | 12 400 | 1 550 | 1 970 | 0,52 | 0,97 | 107,4 |
| BSD 55100 | 6 200 | 12 400 | 1 550 | 1 970 | 0,52 | 0,97 | 107,4 |
| BSD 55120 | 7 300 | 14 600 | 1 800 | 2 300 | 0,72 | 1,26 | 130 |
| BSD 60120 | 7 300 | 14 600 | 1 800 | 2 300 | 0,72 | 1,26 | 130 |

Tabelle 8

Beiwerte zur Berechnung der Vorspannung und des Reibungsmoments in einem Lagersatz

| Anzahl der Lager | Anordnung | Nachsetzzeichen | Faktor |
|------------------|---------------------------|-----------------|--------|
| 3 | Tandem-O-Tandem-Anordnung | TBT | 1,35 |
| | Tandem-X-Tandem-Anordnung | TFT | 1,35 |
| 4 | Tandem-O-Tandem-Anordnung | QBT | 1,55 |
| | Tandem-X-Tandem-Anordnung | QFT | 1,55 |
| | Tandem-O-Anordnung | QBC | 2 |
| | Tandem-X-Anordnung | QFC | 2 |

Tabelle 9

Axiale Vorspannung, Steifigkeit und Reibungsmoment zweiseitig wirkender Lager

| Kurzzeichen | Axiale Vorspannung | Steifigkeit | Moment | Reibungsmoment ¹⁾ |
|-------------|--------------------|-------------|---------|------------------------------|
| | | Axial | | |
| – | N | N/μm | Nm/mrad | Nm |
| BEAS 008032 | 300 | 250 | 20 | 0,08 |
| BEAS 012042 | 600 | 350 | 80 | 0,16 |
| BEAS 015045 | 650 | 400 | 65 | 0,2 |
| BEAS 017047 | 720 | 420 | 80 | 0,24 |
| BEAS 020052 | 1 650 | 650 | 150 | 0,3 |
| BEAS 025057 | 1 920 | 770 | 200 | 0,4 |
| BEAS 030062 | 2 170 | 870 | 300 | 0,5 |
| BEAM 012055 | 600 | 350 | 80 | 0,16 |
| BEAM 017062 | 720 | 420 | 80 | 0,24 |
| BEAM 020068 | 1 650 | 650 | 150 | 0,3 |
| BEAM 025075 | 1 920 | 770 | 200 | 0,4 |
| BEAM 030080 | 2 170 | 870 | 300 | 0,5 |
| BEAM 030100 | 3 900 | 950 | 470 | 0,8 |
| BEAM 035090 | 2 250 | 900 | 400 | 0,6 |
| BEAM 040100 | 2 550 | 1 000 | 570 | 0,7 |
| BEAM 040115 | 4 750 | 1 150 | 720 | 1,3 |
| BEAM 050115 | 3 100 | 1 250 | 1 000 | 0,69 |
| BEAM 050140 | 5 720 | 1 350 | 1 500 | 2,6 |
| BEAM 060145 | 4 700 | 1 400 | 1 750 | 2 |

¹⁾ Die Richtwerte gelten für Lager mit Berührungsdichtungen (Nachsetzzeichen 2RS). Für Lager mit berührungsfreien Dichtungen (Nachsetzzeichen 2RZ) beträgt das Reibungsmoment 50% der o. g. Werte.

Axiale Steifigkeit

Einseitig wirkende Lager

Die Werte für die axiale Steifigkeit einseitig wirkender Lager sind in **Tabelle 7** (→ **Seite 356**) angegeben. Die Werte gelten für nicht eingebaute Sätze aus zwei Lagern in O- oder X-Anordnung.

Lagersätze aus drei oder vier Lagern sind axial steifer als Sätze aus zwei Lagern. Die axiale Steifigkeit eines Lagersatzes wird durch Multiplikation des in **Tabelle 7** angegebenen Werts mit einem Faktor in **Tabelle 10** berechnet. Der untere Grenzwert des Faktors gilt bei niedriger Axialbelastung ($P = 0,05 C$) und der obere Wert bei hoher Axialbelastung ($P > 0,1 C$). Zur Ermittlung der äquivalenten dynamischen Lagerbelastung P , siehe **Seite 361**.

Lagersätze mit höherer Vorspannung erhöhen die Steifigkeit. Dies sollte allerdings vermieden werden, da eine höhere Vorspannung die Reibung im Lager (und damit die Wärme) deutlich erhöht. In Fällen, bei denen eine extrem hohe Steifigkeit erforderlich ist, kann das Reibungsverhalten bei erhöhter Vorspannung mithilfe des Simulationsprogramms „SKF Spindle Simulator“ angenähert ermittelt werden. Weitere Auskünfte erhalten Sie vom Technischen SKF Beratungsservice.

Zweiseitig wirkende Lager

Die Werte für die axiale und die Momentsteifigkeit zweiseitig wirkender Axial-Schrägkugellager sind in **Tabelle 9** (→ **Seite 357**) angegeben und beziehen sich auf die werkseitig eingestellte

Vorspannung. Die Passungen sowie die Betriebsbedingungen sind in den Angaben nicht berücksichtigt.

Kartuschen

Die axiale Steifigkeit von Kartuschen ist in **Tabelle 11** angegeben. Die Werte entsprechen jenen für die enthaltenen einseitig wirkenden Lager, multipliziert mit den in **Tabelle 10** angegebenen Faktoren.

Tabelle 10

Beiwerte zur Berechnung der axialen Steifigkeit in einem Lagersatz

| Anzahl der Lager | Anordnung | Nachsetzzeichen | Faktor |
|------------------|---------------------------|-----------------|---------------|
| 3 | Tandem-O-Tandem-Anordnung | TBT | 1,45 bis 1,65 |
| | Tandem-X-Tandem-Anordnung | TFT | 1,45 bis 1,65 |
| 4 | Tandem-O-Tandem-Anordnung | QBT | 1,8 bis 2,25 |
| | Tandem-X-Tandem-Anordnung | QFT | 1,8 bis 2,25 |
| | Tandem-O-Anordnung | QBC | 2 |
| | Tandem-X-Anordnung | QFC | 2 |

Tabelle 11

Axiale Steifigkeit und Reibungsmoment von Kartuschen

| Kurzzeichen | Axiale Steifigkeit für Vorspannungsklasse | | Reibungsmoment für Vorspannungsklasse | |
|----------------|--|-------|--|-------|
| | A | B | A | B |
| – | N/μm | | Nm | |
| FBSA 204/DB | 680 | 860 | 0,05 | 0,091 |
| FBSA 204/DF | 680 | 860 | 0,05 | 0,091 |
| FBSA 204/QBC | 1 360 | 1 720 | 0,1 | 0,182 |
| FBSA 204/QFC | 1 360 | 1 720 | 0,1 | 0,182 |
| FBSA 205/DB | 725 | 925 | 0,069 | 0,12 |
| FBSA 205/DF | 725 | 925 | 0,069 | 0,12 |
| FBSA 205/QBC | 1 450 | 1 850 | 0,138 | 0,24 |
| FBSA 205/QFC | 1 450 | 1 850 | 0,138 | 0,24 |
| FBSA 206/DB | 870 | 1 110 | 0,12 | 0,21 |
| FBSA 206/DF | 870 | 1 110 | 0,12 | 0,21 |
| FBSA 206/QBC | 1 740 | 2 220 | 0,24 | 0,42 |
| FBSA 206/QFC | 1 740 | 2 220 | 0,24 | 0,42 |
| FBSA 206 A/QBC | 1 740 | 2 220 | 0,24 | 0,42 |
| FBSA 206 A/QFC | 1 740 | 2 220 | 0,24 | 0,42 |
| FBSA 207/DB | 1 080 | 1 370 | 0,18 | 0,32 |
| FBSA 207/DF | 1 080 | 1 370 | 0,18 | 0,32 |
| FBSA 207/QBC | 2 160 | 2 740 | 0,36 | 0,64 |
| FBSA 207/QFC | 2 160 | 2 740 | 0,36 | 0,64 |
| FBSA 208/DB | 1 130 | 1 440 | 0,212 | 0,46 |
| FBSA 208/DF | 1 130 | 1 440 | 0,212 | 0,46 |
| FBSA 208/QBC | 2 260 | 2 880 | 0,424 | 0,92 |
| FBSA 208/QFC | 2 260 | 2 880 | 0,424 | 0,92 |
| FBSA 208 A/QBC | 2 260 | 2 880 | 0,424 | 0,92 |
| FBSA 208 A/QFC | 2 260 | 2 880 | 0,424 | 0,92 |
| FBSA 209/DB | 1 290 | 1 640 | 0,23 | 0,52 |
| FBSA 209/DF | 1 290 | 1 640 | 0,23 | 0,52 |
| FBSA 209/QBC | 2 580 | 3 280 | 0,46 | 1,04 |
| FBSA 209/QFC | 2 580 | 3 280 | 0,46 | 1,04 |
| FBSA 210/DB | 1 410 | 1 800 | 0,31 | 0,68 |
| FBSA 210/DF | 1 410 | 1 800 | 0,31 | 0,68 |
| FBSA 210/QBC | 2 820 | 3 600 | 0,62 | 1,36 |
| FBSA 210/QFC | 2 820 | 3 600 | 0,62 | 1,36 |
| FBSA 210 A/QBC | 2 820 | 3 600 | 0,62 | 1,36 |
| FBSA 210 A/QFC | 2 820 | 3 600 | 0,62 | 1,36 |
| FBSA 212 A/QBC | 3 280 | 4 160 | 1,08 | 2,1 |
| FBSA 212 A/QFC | 3 280 | 4 160 | 1,08 | 2,1 |

Reibungsmoment

Alle SKF Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe sind für einen reibungsarmen Betrieb ausgelegt. Das Reibungsmoment hängt von der Vorspannung, der Drehzahl und der Schmierstoffmenge im Lagersatz ab. Das Anlaufmoment ist üblicherweise doppelt so hoch wie das Reibungsmoment.

Einseitig wirkende Lager

Die in **Tabelle 7** (→ **Seite 356**) gelisteten Richtwerte für das Reibungsmoment einseitig wirkender Lager gelten für unmontierte Lagersätze mit zwei Lagern in O- oder X-Anordnung, die bei niedrigen Drehzahlen arbeiten.

Sätze aus drei oder vier Lagern haben ein höheres Reibungsmoment als Sätze aus zwei Lagern. Das Reibungsmoment eines Lagersatzes wird durch Multiplikation des in **Tabelle 7** angegebenen Werts mit einem Faktor in **Tabelle 8** (→ **Seite 356**) berechnet.

Zweiseitig wirkende Lager

Die Richtwerte für das Reibungsmoment zweiseitig wirkender Lager sind in **(Tabelle 9** (→ **Seite 357**) gelistet und gelten für unmontierte Lager, die bei niedrigen Drehzahlen arbeiten.

Kartuschen

Die in **Tabelle 11** (→ **Seite 359**) gelisteten Richtwerte für das Reibungsmoment von Kartuschen gelten für unmontierte Lager, die bei niedrigen Drehzahlen arbeiten.

Abhebekraft

Führt die externe Axialbelastung auf einen vorgespannten Lagersatz oder ein zweiseitig wirkendes Lager dazu, dass ein Kugelsatz komplett unbelastet ist, wird dies als Abhebekraft bezeichnet (→ *Einfluss externer Belastung auf vorgespannte Lagersätze*, **Seite 91**). Die Abhebekraft für Sätze mit einseitig wirkenden Lagern in O- oder X-Anordnung sowie zweiseitig wirkende Lager kann überschlägig errechnet werden aus

$$K_{a1} = 2,83 F_0$$

Hierin sind

K_{a1} = die Abhebekraft

F_0 = die Vorspannung der Lager vor einer externen axialen Belastung (→ **Tabelle 7**, **Seite 356** und **Tabelle 9**, **Seite 357**)

Weitere Auskünfte erhalten Sie vom Technischen SKF Beratungsservice.

Tragfähigkeit von Lagersätzen

Die dynamische Tragzahl C und die statische Tragzahl C₀ sowie die Ermüdungsgrenzbelastung P_u aus den Produkttabellen für einseitig wirkende Lager gelten für Axialbelastungen an Einzellagern. Für Lagersätze werden die entsprechenden Werte ermittelt, indem die Faktoren aus **Tabelle 12** auf die Werte für Einzellager angewandt werden.

Äquivalente Lagerbelastungen

Äquivalente dynamische Lagerbelastung

Wenn einseitig wirkende Einzellager, Lagersätze oder zweiseitig wirkende Lager Radial-Axial-Kombibelastungen aufnehmen müssen, wird die äquivalente dynamische Lagerbelastung für beide Axialbelastungsrichtungen folgendermaßen bestimmt:

$$F_a/F_r \leq 2,35 \rightarrow P = X F_r + Y F_a$$

$$F_a/F_r > 2,35 \rightarrow P = 0,97 F_r + F_a$$

Für Lager, die nur Axialbelastungen aufnehmen, gilt:

$$P = F_a$$

Tabelle 12

Tragzahlen, Ermüdungsgrenzbelastung und Berechnungsfaktoren für Sätze aus einseitig wirkenden Lagern

| Anzahl der Lager | Anordnung | Nachsetzzeichen | Graphische Darstellung | Lastrichtung | Tragzahl des Lagersatzes | | Ermüdungsgrenzbelastung des Lagersatzes | Berechnungswerte | |
|------------------|---------------------------|-----------------|------------------------|--------------|--------------------------|------------------|---|------------------|------|
| | | | | | dyn. | stat. | | X | Y |
| 2 | O-Anordnung | DB | <> | → | C | C ₀ | P _u | 2,04 | 0,54 |
| | X-Anordnung | DF | >> | → | C | C ₀ | P _u | 2,04 | 0,54 |
| | Tandem | DT | << | → | 1,63 C | 2 C ₀ | 2 P _u | – | – |
| 3 | Tandem-O-Tandem-Anordnung | TBT | <>> | → | C | C ₀ | P _u | 1,54 | 0,75 |
| | | | <>> | ← | 1,63 C | 2 C ₀ | 2 P _u | 2,5 | 0,33 |
| | Tandem-X-Tandem-Anordnung | TFT | >>< | ← | C | C ₀ | P _u | 1,54 | 0,75 |
| | Tandem | TT | >>< | → | 1,63 C | 2 C ₀ | 2 P _u | 2,5 | 0,33 |
| | | | <<< | → | 2,16 C | 3 C ₀ | 3 P _u | – | – |
| 4 | Tandem-O-Tandem-Anordnung | QBT | <<<> | ← | C | C ₀ | P _u | 1,26 | 0,87 |
| | | | <<<> | → | 2,16 C | 3 C ₀ | 3 P _u | 2,71 | 0,25 |
| | Tandem-X-Tandem-Anordnung | QFT | >><< | ← | C | C ₀ | P _u | 1,26 | 0,87 |
| | | | >><< | → | 2,16 C | 3 C ₀ | 3 P _u | 2,71 | 0,25 |
| | Tandem-O-Anordnung | QBC | <<>> | → | 1,63 C | 2 C ₀ | 2 P _u | 2,04 | 0,54 |
| | Tandem-X-Anordnung | QFC | >><< | → | 1,63 C | 2 C ₀ | 2 P _u | 2,04 | 0,54 |
| | Tandem | QT | <<<< | → | 2,64 C | 4 C ₀ | 4 P _u | – | – |

Hierin sind

P = die äquivalente dynamische Belastung [kN]

F_r = die Radialbelastung [kN]

F_a = die Axialbelastung [kN]

X = der Radiallastfaktor

– für einseitig wirkende Lager:

→ **Tabelle 12, Seite 361**

– für zweiseitig wirkende Lager: 1,9

Y = Axiallastfaktor

– für einseitig wirkende Lager:

→ **Tabelle 12**

– für zweiseitig wirkende Lager: 0,55

Die Vorspannung ist als Axialbelastung zu betrachten. Für Lagersätze in beliebiger Anordnung ist die äquivalente dynamische Lagerbelastung für jede Belastungsrichtung separat zu bestimmen.

Äquivalente statische Lagerbelastung

Wenn einseitig wirkende Einzellager, Lagersätze oder zweiseitig wirkende Lager Radial-Axial-Kombibelastungen aufnehmen müssen, wird die äquivalente statische Lagerbelastung für beide Axialbelastungsrichtungen folgendermaßen bestimmt:

$$P_0 = F_a + 4,35 F_r$$

Hierin sind

P_0 = die äquivalente statische Belastung [kN]

F_r = die Radialbelastung [kN]

F_a = die Axialbelastung [kN]

Die Vorspannung ist als Axialbelastung zu betrachten. Für Lagersätze in beliebiger Anordnung ist die äquivalente statische Lagerbelastung für beide Belastungsrichtungen separat zu bestimmen.

Die Gleichung für die äquivalente statische Lagerbelastung gilt für Einzellager und für Lager in Tandem-Anordnungen, wenn das Belastungsverhältnis F_a/F_r nicht kleiner als 4 ist. Für F_a/F_r zwischen 4 und 2,5 können Näherungswerte mit der Gleichung bestimmt werden.

Axiale Belastbarkeit

Bei höherer Axialbelastung ändern sich die Kontaktbedingungen im Lager. Der Berührungswinkel und besonders die Größe der Berührungselipsen nehmen zu, und es kann zu einer erhöhten Spannung an den Übergängen von Ringschulter und Laufbahn kommen. Diese Spannung wird in den SKF Hochgenauigkeitslagern auf ein Minimum reduziert, u. a. durch geschliffene und gerundete Übergangszonen. Dennoch sollten die Richtwerte für die maximale Axialbelastung (→ **Tabelle 7, Seite 356**) nicht überschritten werden.

Montage

Die Einbauanleitung ist entweder innen auf der Verpackung aufgedruckt oder liegt als Druckschrift bei. Allgemeine Informationen über den Ein- und Ausbau von Hochgenauigkeitslagern enthält das Kapitel *Ein- und Ausbau* (→ **Seite 123**).

Erreichbare Drehzahlen

Die erreichbaren Drehzahlen in den Produkttabellen sind Richtwerte. Sie gelten unter bestimmten Bedingungen. Weitergehende Informationen enthält der Abschnitt *Erreichbare Drehzahlen* auf **Seite 44**.

Einseitig wirkende Lager

Die Angaben für die Ölschmierung beziehen sich auf Öl-Luft-Schmierung. Bei anderen Ölschmierv Verfahren sind die Werte nach unten zu korrigieren.

Die Werte für Fettschmierung lassen sich bei abgedichteten bzw. offenen Lagern mit der richtigen Menge an geeignetem, niedrigviskosem Premiumfett erzielen. Weitere Auskünfte erhalten Sie vom Technischen SKF Beratungsservice.

Wenn Lagersätze mit zwei oder mehreren Lagern unmittelbar nebeneinander montiert werden, sind die in der Produkttabelle (→ **Seite 366**) gelisteten erreichbaren Drehzahlen zu reduzieren. Die in diesen Fällen zulässigen Höchstdrehzahlen lassen sich durch Multiplikation des Richtwerts in den Produkttabellen mit dem Reduktionsfaktor (→ **Tabelle 13**) ermitteln (der Reduktionsfaktor ist abhängig von der Vorspannung und der Anzahl der Lager in der Anordnung).

Zweiseitig wirkende Lager

Die in den Produkttabellen (→ **Seiten 368** und **370**) für zweiseitig wirkende Lager angegebenen erreichbaren Drehzahlen richten sich nach dem Dichtungstyp und werden wie folgt begrenzt:

- für Lager mit Berührungsdichtungen (Nachsetzzeichen 2RS) durch die zulässige Gleitgeschwindigkeit an der Dichtlippe
- für Lager mit berührungslosen Dichtungen (Nachsetzzeichen 2RZ) durch die zulässigen Drehzahlen bei Fettschmierung

Kartuschen

Die erreichbaren Drehzahlen in der Produkttabelle (→ **Seite 372**) für Kartuschen gelten für fettgeschmierte Einheiten im eingebauten Zustand.

Tabelle 13

Drehzahlreduktionsfaktoren für Lagersätze

| Anzahl der Lager | Drehzahlreduktionsbeiwert für Vorspannungsklasse | |
|------------------|--|------|
| | A | B |
| 2 | 0,8 | 0,4 |
| 3 | 0,65 | 0,3 |
| 4 | 0,5 | 0,25 |

Bezeichnungsschema

Beispiele: Einseitig wirkendes Lager – BSA 205 CGB/GMM
 Zusammengepasster Satz aus einseitig wirkenden Lagern – BSA 208 C/TFTA
 Zweiseitig wirkendes Lager – BEAM 030080-2RS/PE
 Kartusche – FBSA 206 A/QBCA

| | | | | | |
|--------|--------|---|----|------|--|
| BSA 2 | 05 | C | GB | / | |
| BSA 2 | 08 | C | | / | |
| BEAM | 030080 | | | -2RS | |
| FSBA 2 | 06 | A | | | |

Lagerreihe

BSA 2 Einseitig wirkendes Lager der ISO-Maßreihe 02
BSA 3 Einseitig wirkendes Lager der ISO-Maßreihe 03
BSD Einseitig wirkendes Lager
BEAS Zweiseitig wirkendes Lager
BEAM Zweiseitig wirkendes Lager zum Anflanschen
FBSA 2 Kartusche mit Flanschlagergehäuse

Lagergröße

Für einseitig wirkende Lager gemäß einer ISO-Maßreihe

01 12 mm Bohrungsdurchmesser
02 15 mm Bohrungsdurchmesser
03 17 mm Bohrungsdurchmesser
04 (x 5) 20 mm Bohrungsdurchmesser
 bis
15 (x 5) 75 mm Bohrungsdurchmesser

Für einseitig wirkende Lager, nicht genormt

2047 20 mm Bohrungsdurchmesser und 47 mm Außendurchmesser
 bis
60120 60 mm Bohrungsdurchmesser und 120 mm Außendurchmesser

Für zweiseitig wirkende Lager

008032 8 mm Bohrungsdurchmesser und 32 mm Außendurchmesser
 bis
060145 60 mm Bohrungsdurchmesser und 145 mm Außendurchmesser

Konstruktive Merkmale

C Verbesserte Innenkonstruktion (nur einseitig wirkende Lager)
A Unterschiedliche Flanschposition (nur Kartuschen)

Einseitig wirkendes Lager – Ausführung und Vorspannung

GA Universell kombinierbar, leichte Vorspannung
GB Universell kombinierbar, mittlere Vorspannung
G... Universallager, Sondervorspannung, angegeben in daN, z. B. G240

Abgedichtete Lager

-2RS Berührende Dichtung auf beiden Seiten, NBR
-2RZ Berührungsfreie Dichtung auf beiden Seiten, NBR

| | | | |
|-----|----|-----|---|
| GMM | | | |
| | | TFT | A |
| | PE | | |
| | | QBC | A |

Lagersatz – Vorspannung

- A** Leichte Vorspannung
- B** Mittlere Vorspannung
- G...** Sondervorspannung, angegeben in daN, z. B. G240

Lageranordnung

- DB** Satz aus zwei Lagern in O-Anordnung <>
- DF** Satz aus zwei Lagern in X-Anordnung ><
- DT** Satz aus zwei Lagern in Tandem-Anordnung <<
- TBT** Satz aus drei Lagern in Tandem-O-Anordnung <>>
- TFT** Satz aus drei Lagern in Tandem-X-Anordnung ><<
- TT** Satz aus drei Lagern in Tandem-Anordnung <<<
- QBC** Satz aus vier Lagern in Tandem-O-Tandem-Anordnung <>>>
- QFC** Satz aus vier Lagern in Tandem-X-Tandem-Anordnung >><<
- QBT** Satz aus vier Lagern in Tandem-O-Anordnung <>>>
- QFT** Satz aus vier Lagern in Tandem-X-Anordnung ><<<
- QT** Satz aus vier Lagern in Tandem-Anordnung <<<<

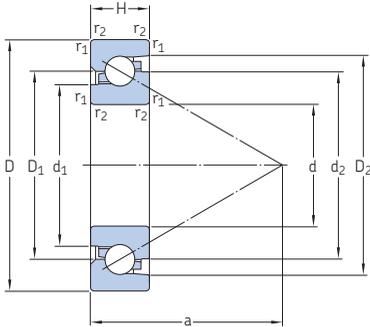
Toleranz

- Maßgenauigkeit nach ISO-Toleranzklasse 4, Laufgenauigkeit nach ISO-Toleranzklasse 2
- PE** Vergrößerte Durchmesser-toleranz und Axialschlag mit der Genauigkeit P5 für Radiallager (nur Reihen BEAM/BEAS)

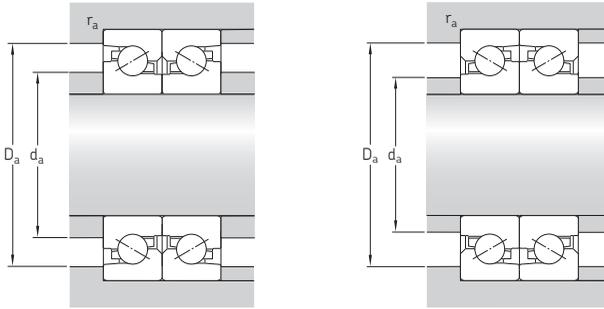
Fettfüllungen

- GMM** Offenes einseitig wirkendes Lager, gefüllt mit Standardfett

6.1 Einseitig wirkende Axial-Schrägkugellager d 12 – 75 mm



| Hauptabmessungen | | | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenz- belastung P_u | Erreichbare Drehzahlen | | Gewicht | Kurzzeichen |
|------------------|-----|----|------------|-------|--|------------------------|-----------------|---------|-------------|
| d | D | H | dyn. | stat. | | Fett- | Öl-Luft-Schmie- | | |
| mm | | | C | C_0 | kN | min ⁻¹ | run- rung | kg | - |
| 12 | 32 | 10 | 11,8 | 21,2 | 0,8 | 14 000 | 17 000 | 0,043 | BSA 201 C |
| 15 | 35 | 11 | 12,7 | 25,5 | 0,95 | 12 000 | 15 000 | 0,054 | BSA 202 C |
| 17 | 40 | 12 | 16,6 | 34,5 | 1,27 | 11 000 | 15 000 | 0,078 | BSA 203 C |
| 20 | 47 | 14 | 22 | 49 | 1,8 | 9 500 | 12 000 | 0,12 | BSA 204 C |
| | 47 | 15 | 22 | 49 | 1,8 | 9 500 | 12 000 | 0,13 | BSD 2047 C |
| 25 | 52 | 15 | 22,4 | 52 | 1,93 | 9 000 | 11 000 | 0,15 | BSA 205 C |
| | 62 | 15 | 28,5 | 71 | 2,65 | 8 000 | 9 500 | 0,24 | BSA 206 C |
| | 62 | 17 | 28,5 | 71 | 2,65 | 8 000 | 9 500 | 0,27 | BSA 305 C |
| 30 | 62 | 15 | 28,5 | 71 | 2,65 | 8 000 | 9 500 | 0,22 | BSD 3062 C |
| | 62 | 16 | 28,5 | 71 | 2,65 | 8 000 | 9 500 | 0,23 | BSA 206 C |
| | 72 | 19 | 41,5 | 104 | 3,9 | 7 000 | 9 500 | 0,41 | BSA 306 C |
| 35 | 72 | 15 | 36,5 | 98 | 3,65 | 7 500 | 9 000 | 0,3 | BSD 3572 C |
| | 72 | 17 | 36,5 | 98 | 3,65 | 7 500 | 9 000 | 0,33 | BSA 207 C |
| | 80 | 21 | 57 | 146 | 5,4 | 6 700 | 9 500 | 0,56 | BSA 307 C |
| 40 | 72 | 15 | 36,5 | 98 | 3,65 | 7 500 | 9 000 | 0,26 | BSD 4072 C |
| | 80 | 18 | 42,5 | 112 | 4,15 | 6 300 | 7 500 | 0,43 | BSA 208 C |
| | 90 | 20 | 64 | 170 | 6,3 | 6 000 | 7 000 | 0,68 | BSD 4090 C |
| | 90 | 23 | 67 | 180 | 6,7 | 5 300 | 7 000 | 0,77 | BSA 308 C |
| 45 | 75 | 15 | 32,5 | 98 | 3,65 | 7 500 | 9 000 | 0,26 | BSD 4575 C |
| | 85 | 18 | 45 | 134 | 4,9 | 6 300 | 7 500 | 0,51 | BSA 209 C |
| | 100 | 20 | 65,5 | 183 | 6,7 | 5 600 | 6 700 | 0,77 | BSD 45100 C |
| 50 | 90 | 20 | 46,5 | 146 | 5,4 | 6 000 | 7 000 | 0,56 | BSA 210 C |
| | 100 | 20 | 67 | 193 | 7,2 | 5 600 | 6 700 | 0,71 | BSD 50100 C |
| 55 | 100 | 20 | 67 | 193 | 7,2 | 5 600 | 6 700 | 0,66 | BSD 55100 C |
| | 120 | 20 | 69,5 | 228 | 8,5 | 5 000 | 6 000 | 1,15 | BSD 55120 C |
| 60 | 110 | 22 | 69,5 | 216 | 8 | 5 000 | 6 000 | 0,95 | BSA 212 C |
| | 120 | 20 | 69,5 | 228 | 8,5 | 5 000 | 6 000 | 1,05 | BSD 60120 C |
| 75 | 130 | 25 | 72 | 245 | 9,15 | 4 300 | 5 000 | 1,45 | BSA 215 C |

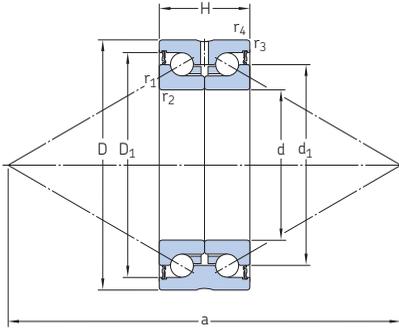


| Abmessungen | | | | | | | Anschlussmaße | | | Fettbezugs- menge ¹⁾ |
|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|-----|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------------|
| d | d ₁ | d ₂ | D ₁ | D ₂ | r _{1,2} min. | a | d _a min. | D _a max. | r _a max. | G _{ref} |
| mm | | | | | | | mm | | | cm ³ |
| 12 | 17,8 | 22 | 22,1 | 26,7 | 0,6 | 26 | 17 | 29 | 0,6 | 0,4 |
| 15 | 20,8 | 25 | 25,1 | 29,6 | 0,6 | 29 | 20 | 32 | 0,6 | 0,5 |
| 17 | 24,1 | 29 | 29,1 | 34,4 | 0,6 | 33 | 23 | 37 | 0,6 | 0,5 |
| 20 | 29,4 | 34,5 | 29,1 | 40,7 | 1 | 40 | 24 | 42 | 1 | 1,2 |
| | 29,4 | 34,5 | 34,6 | 40,7 | 1 | 40 | 27 | 42,5 | 1 | 1,4 |
| 25 | 33,4 | 38,5 | 38,6 | 44,7 | 1 | 44 | 32 | 47,5 | 1 | 1,5 |
| | 39,9 | 46 | 46,1 | 53 | 1 | 51 | 34 | 57 | 1 | 2 |
| | 39,9 | 46 | 46,1 | 53 | 1 | 52 | 34 | 57 | 1 | 2,4 |
| 30 | 39,9 | 46 | 46,1 | 53 | 1 | 51 | 38 | 57 | 1 | 2 |
| | 39,9 | 46 | 46,1 | 53 | 1 | 51 | 37 | 57 | 1 | 2,2 |
| | 43,9 | 51 | 51,1 | 59,5 | 1 | 57 | 40 | 65,5 | 1 | 3,5 |
| 35 | 48,6 | 55 | 55,1 | 62,7 | 1,1 | 59 | 44 | 64,8 | 1 | 2,5 |
| | 48,6 | 55 | 55,1 | 62,7 | 1,1 | 60 | 44 | 66 | 1 | 3 |
| | 50,1 | 58,5 | 58,6 | 68,6 | 1 | 66 | 47 | 72,5 | 1 | 4,2 |
| 40 | 48,6 | 55 | 55,1 | 62,7 | 1,1 | 59 | 47,5 | 65 | 1 | 2,5 |
| | 50,3 | 58 | 58,1 | 66,5 | 1,1 | 64 | 48 | 74 | 1 | 3,7 |
| | 57,5 | 66,5 | 66,6 | 77,3 | 1,5 | 73 | 53 | 81 | 1,5 | 5,2 |
| | 57,5 | 66,5 | 66,6 | 77,3 | 1,5 | 74 | 53 | 81 | 1,5 | 6,4 |
| 45 | 54,3 | 60 | 60,1 | 66,9 | 1,1 | 64 | 53 | 69 | 1 | 2,7 |
| | 59,4 | 67 | 67,1 | 75,5 | 1,1 | 73 | 53 | 79,5 | 1 | 4,5 |
| | 61,7 | 71,5 | 71,6 | 82,3 | 1,5 | 77 | 59 | 90 | 1,5 | 5,9 |
| 50 | 64,4 | 72 | 72,1 | 80,5 | 1,1 | 78 | 59 | 84 | 1 | 5,2 |
| | 66,9 | 77 | 77,1 | 87,8 | 1,5 | 82 | 65 | 90,5 | 1,5 | 6,5 |
| 55 | 66,9 | 77 | 77,1 | 87,8 | 1,5 | 82 | 67 | 91 | 1,5 | 6,5 |
| | 80,9 | 91 | 91,1 | 101,8 | 1,5 | 96 | 69 | 110 | 1,5 | 7,5 |
| 60 | 76,9 | 87 | 87,1 | 97,8 | 1,1 | 93 | 71 | 102 | 1,5 | 8,5 |
| | 80,9 | 91 | 91,1 | 101,8 | 1,5 | 96 | 73 | 111 | 1,5 | 7,5 |
| 75 | 91,2 | 100 | 100,1 | 110,8 | 1,5 | 107 | 85 | 122 | 1,5 | 11 |

¹⁾ Spezifikationen der Fettmenge für die Erstfüllung → Seite 101

6.2 Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager

d 8 – 30 mm

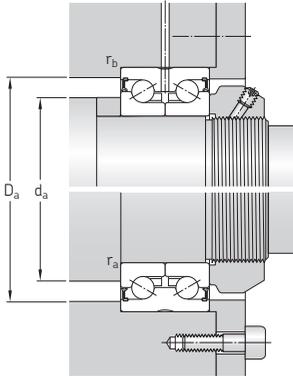


2RS



2RZ

| Hauptabmessungen | | | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenz- belastung P_u | Erreichbare Drehzahlen | Gewicht | Kurzzeichen |
|------------------|----|----|------------|-------|--|---------------------------|---------|--------------------|
| d | D | H | dyn. | stat. | | | | |
| mm | | | kN | C_0 | kN | min^{-1} | kg | – |
| 8 | 32 | 20 | 12,5 | 16,3 | 0,6 | 5 300 | 0,09 | BEAS 008032-2RS |
| | 32 | 20 | 12,5 | 16,3 | 0,6 | 8 800 | 0,09 | BEAS 008032-2RZ |
| 12 | 42 | 25 | 16,8 | 24,5 | 0,915 | 4 000 | 0,2 | BEAS 012042-2RS |
| | 42 | 25 | 16,8 | 24,5 | 0,915 | 6 700 | 0,2 | BEAS 012042-2RZ |
| 15 | 45 | 25 | 18 | 28 | 1,04 | 3 900 | 0,21 | BEAS 015045-2RS |
| | 45 | 25 | 18 | 28 | 1,04 | 6 500 | 0,21 | BEAS 015045-2RZ |
| 17 | 47 | 25 | 18 | 31 | 1,16 | 3 800 | 0,22 | BEAS 017047-2RS |
| | 47 | 25 | 19 | 31 | 1,16 | 6 300 | 0,22 | BEAS 017047-2RZ |
| 20 | 52 | 28 | 26 | 46,5 | 1,73 | 3 400 | 0,31 | BEAS 020052-2RS |
| | 52 | 28 | 26 | 46,5 | 1,73 | 6 000 | 0,31 | BEAS 020052-2RZ |
| | 52 | 28 | 26 | 46,5 | 1,73 | 6 000 | 0,31 | BEAS 020052-2RZ/PE |
| 25 | 57 | 28 | 27,6 | 55 | 2,04 | 3 400 | 0,34 | BEAS 025057-2RS |
| | 57 | 28 | 27,6 | 55 | 2,04 | 5 600 | 0,34 | BEAS 025057-2RZ |
| 30 | 62 | 28 | 29 | 64 | 2,36 | 3 200 | 0,39 | BEAS 030062-2RS |
| | 62 | 28 | 29 | 64 | 2,36 | 5 300 | 0,39 | BEAS 030062-2RZ |

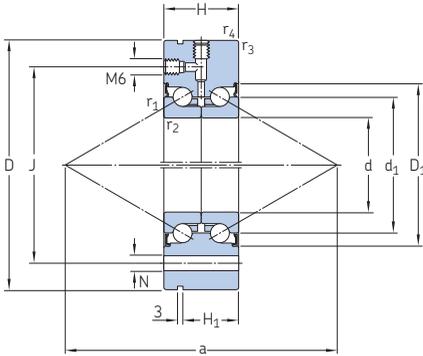


Abmessungen

Anschlussmaße

| d | d ₁ | D ₁ | b | K | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | a | d _a min. | D _a max. | r _a max. | r _b max. |
|----|----------------|----------------|-----|-----|--------------------------|--------------------------|----|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| mm | | | | | | | | mm | | | |
| 8 | 19 | 26,5 | 3,1 | 1,2 | 0,3 | 0,6 | 43 | 12 | 26 | 0,3 | 0,6 |
| | 19 | 26,5 | 3,1 | 1,2 | 0,3 | 0,6 | 43 | 12 | 26 | 0,3 | 0,6 |
| 12 | 25 | 33,5 | 3,1 | 2,5 | 0,3 | 0,6 | 56 | 16 | 35 | 0,3 | 0,6 |
| | 25 | 33,5 | 3,1 | 2,5 | 0,3 | 0,6 | 56 | 16 | 35 | 0,3 | 0,6 |
| 15 | 28 | 36 | 3,1 | 2,5 | 0,3 | 0,6 | 61 | 20 | 35 | 0,3 | 0,6 |
| | 28 | 36 | 3,1 | 2,5 | 0,3 | 0,6 | 61 | 20 | 35 | 0,3 | 0,6 |
| 17 | 30 | 38 | 3,1 | 2,5 | 0,3 | 0,6 | 65 | 23 | 40 | 0,3 | 0,6 |
| | 30 | 38 | 3,1 | 2,5 | 0,3 | 0,6 | 65 | 23 | 40 | 0,3 | 0,6 |
| 20 | 34,5 | 44 | 3,1 | 3 | 0,3 | 0,6 | 74 | 26 | 45 | 0,3 | 0,6 |
| | 34,5 | 44 | 3,1 | 3 | 0,3 | 0,6 | 74 | 26 | 45 | 0,3 | 0,6 |
| | 34,5 | 44 | 3,1 | 3 | 0,3 | 0,6 | 74 | 26 | 45 | 0,3 | 0,6 |
| 25 | 40,5 | 49 | 3,1 | 3 | 0,3 | 0,6 | 84 | 32 | 50 | 0,3 | 0,6 |
| | 40,5 | 49 | 3,1 | 3 | 0,3 | 0,6 | 84 | 32 | 50 | 0,3 | 0,6 |
| 30 | 45,5 | 54 | 3,1 | 3 | 0,3 | 0,6 | 93 | 40 | 54 | 0,3 | 0,6 |
| | 45,5 | 54 | 3,1 | 3 | 0,3 | 0,6 | 93 | 40 | 54 | 0,3 | 0,6 |

6.3 Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager zum Anflanschen d 12 – 60 mm

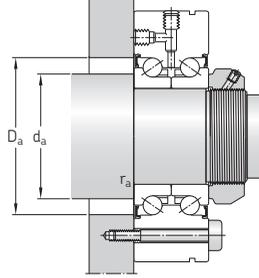
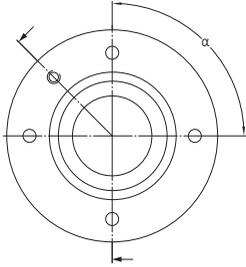


d = 60 mm



PE

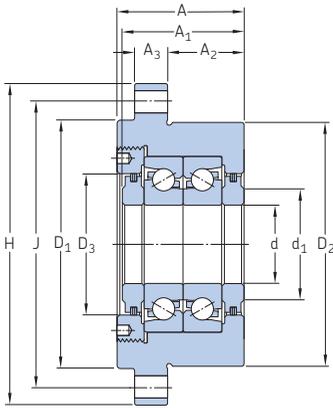
| Hauptabmessungen | | | Tragzahlen | | Ermüdungs- grenz- belastung P_u | Erreichbare Drehzahlen | Gewicht | Kurzzeichen |
|------------------|-----|----|------------|-------|--|---------------------------|---------|--------------------|
| d | D | H | C | C_0 | | | | |
| mm | | | kN | | kN | min^{-1} | kg | - |
| 12 | 55 | 25 | 16,8 | 24,5 | 0,915 | 4 000 | 0,37 | BEAM 012055-2RS |
| | 55 | 25 | 16,8 | 24,5 | 0,915 | 6 700 | 0,37 | BEAM 012055-2RZ |
| 17 | 62 | 25 | 19 | 31 | 1,16 | 3 800 | 0,45 | BEAM 017062-2RS |
| | 62 | 25 | 19 | 31 | 1,16 | 3 800 | 0,45 | BEAM 017062-2RS/PE |
| | 62 | 25 | 19 | 31 | 1,16 | 6 300 | 0,45 | BEAM 017062-2RZ |
| | 62 | 25 | 19 | 31 | 1,16 | 6 300 | 0,45 | BEAM 017062-2RZ/PE |
| 20 | 68 | 28 | 26 | 46,5 | 1,73 | 3 400 | 0,61 | BEAM 020068-2RS |
| | 68 | 28 | 26 | 46,5 | 1,73 | 3 400 | 0,61 | BEAM 020068-2RS/PE |
| | 68 | 28 | 26 | 46,5 | 1,73 | 6 000 | 0,61 | BEAM 020068-2RZ |
| | 68 | 28 | 26 | 46,5 | 1,73 | 6 000 | 0,61 | BEAM 020068-2RZ/PE |
| 25 | 75 | 28 | 27,6 | 55 | 2,04 | 3 400 | 0,72 | BEAM 025075-2RS |
| | 75 | 28 | 27,6 | 55 | 2,04 | 3 400 | 0,72 | BEAM 025075-2RS/PE |
| | 75 | 28 | 27,6 | 55 | 2,04 | 5 600 | 0,72 | BEAM 025075-2RZ |
| | 75 | 28 | 27,6 | 55 | 2,04 | 5 600 | 0,72 | BEAM 025075-2RZ/PE |
| 30 | 80 | 28 | 29,1 | 64 | 2,36 | 2 600 | 0,78 | BEAM 030080-2RS |
| | 80 | 28 | 29,1 | 64 | 2,36 | 2 600 | 0,78 | BEAM 030080-2RS/PE |
| | 80 | 28 | 29,1 | 64 | 2,36 | 4 500 | 0,78 | BEAM 030080-2RZ |
| | 100 | 38 | 60 | 108 | 4 | 2 600 | 1,65 | BEAM 030100-2RS |
| | 100 | 38 | 60 | 108 | 4 | 4 300 | 1,65 | BEAM 030100-2RZ |
| 35 | 90 | 34 | 41 | 88 | 3,25 | 2 400 | 1,15 | BEAM 035090-2RS |
| | 90 | 34 | 41 | 88 | 3,25 | 4 000 | 1,15 | BEAM 035090-2RZ |
| 40 | 100 | 34 | 43,6 | 102 | 3,75 | 2 200 | 1,45 | BEAM 040100-2RS |
| | 100 | 34 | 43,6 | 102 | 3,75 | 3 800 | 1,45 | BEAM 040100-2RZ |
| | 115 | 46 | 71,5 | 150 | 5,5 | 1 800 | 2,2 | BEAM 040115-2RS |
| | 115 | 46 | 71,5 | 150 | 5,5 | 3 000 | 2,2 | BEAM 040115-2RZ |
| 50 | 115 | 34 | 46,8 | 127 | 4,65 | 2 000 | 1,85 | BEAM 050115-2RS |
| | 115 | 34 | 46,8 | 127 | 4,65 | 3 600 | 1,85 | BEAM 050115-2RZ |
| | 140 | 54 | 114 | 250 | 9,3 | 1 700 | 4,7 | BEAM 050140-2RS |
| | 140 | 54 | 114 | 250 | 9,3 | 2 800 | 4,7 | BEAM 050140-2RZ |
| 60 | 145 | 45 | 85 | 216 | 8 | 1 600 | 4,3 | BEAM 060145-2RS |
| | 145 | 45 | 85 | 216 | 8 | 2 600 | 4,3 | BEAM 060145-2RZ |



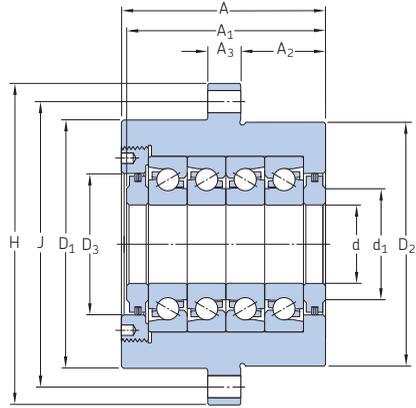
| Abmessungen | | | | | | | Anschlussmaße | | | Bohrungen für Befestigungsschrauben gemäß DIN 912 | | | |
|-------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|--------------------------|-----|------------------------|------------------------|------------------------|--|--------------------|-----|------------------------|
| d | d ₁ | D ₁ | H ₁ | r _{1,2} min. | r _{3,4} min. | a | d _a min. | D _a max. | r _a max. | Größe | Abmessungen J N | | Teilung nr. x α [°] |
| mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | – | mm | | – |
| 12 | 25 | 33,5 | 17 | 0,3 | 0,6 | 56 | 16 | 33 | 0,6 | M6 | 42 | 6,8 | 3x120 |
| | 25 | 33,5 | 17 | 0,3 | 0,6 | 56 | 16 | 33 | 0,6 | M6 | 42 | 6,8 | 3x120 |
| 17 | 30 | 38 | 17 | 0,3 | 0,6 | 65 | 23 | 38 | 0,6 | M6 | 48 | 6,8 | 3x120 |
| | 30 | 38 | 17 | 0,3 | 0,6 | 65 | 23 | 38 | 0,6 | M6 | 48 | 6,8 | 3x120 |
| | 30 | 38 | 17 | 0,3 | 0,6 | 65 | 23 | 38 | 0,6 | M6 | 48 | 6,8 | 3x120 |
| | 30 | 38 | 17 | 0,3 | 0,6 | 65 | 23 | 38 | 0,6 | M6 | 48 | 6,8 | 3x120 |
| 20 | 34,5 | 44 | 19 | 0,3 | 0,6 | 74 | 25 | 44 | 0,6 | M6 | 53 | 6,8 | 4x90 |
| | 34,5 | 44 | 19 | 0,3 | 0,6 | 74 | 25 | 44 | 0,6 | M6 | 53 | 6,8 | 4x90 |
| | 34,5 | 44 | 19 | 0,3 | 0,6 | 74 | 25 | 44 | 0,6 | M6 | 53 | 6,8 | 4x90 |
| | 34,5 | 44 | 19 | 0,3 | 0,6 | 74 | 25 | 44 | 0,6 | M6 | 53 | 6,8 | 4x90 |
| 25 | 40,5 | 49 | 19 | 0,3 | 0,6 | 84 | 32 | 49 | 0,6 | M6 | 58 | 6,8 | 4x90 |
| | 40,5 | 49 | 19 | 0,3 | 0,6 | 84 | 32 | 49 | 0,6 | M6 | 58 | 6,8 | 4x90 |
| | 40,5 | 49 | 19 | 0,3 | 0,6 | 84 | 32 | 49 | 0,6 | M6 | 58 | 6,8 | 4x90 |
| | 40,5 | 49 | 19 | 0,3 | 0,6 | 84 | 32 | 49 | 0,6 | M6 | 58 | 6,8 | 4x90 |
| 30 | 45,5 | 54 | 19 | 0,3 | 0,6 | 93 | 40 | 54 | 0,6 | M6 | 63 | 6,8 | 6x60 |
| | 45,5 | 54 | 19 | 0,3 | 0,6 | 93 | 40 | 54 | 0,6 | M6 | 63 | 6,8 | 6x60 |
| | 45,5 | 54 | 19 | 0,3 | 0,6 | 93 | 40 | 54 | 0,6 | M6 | 63 | 6,8 | 6x60 |
| | 51 | 65 | 30 | 0,3 | 0,6 | 106 | 47 | 65 | 0,6 | M8 | 80 | 8,8 | 8x45 |
| | 51 | 65 | 30 | 0,3 | 0,6 | 106 | 47 | 65 | 0,6 | M8 | 80 | 8,8 | 8x45 |
| 35 | 52 | 63 | 25 | 0,3 | 0,6 | 107 | 45 | 63 | 0,6 | M8 | 75 | 8,8 | 4x90 |
| | 52 | 63 | 25 | 0,3 | 0,6 | 107 | 45 | 63 | 0,6 | M8 | 75 | 8,8 | 4x90 |
| 40 | 58 | 68 | 25 | 0,3 | 0,6 | 117 | 50 | 68 | 0,6 | M8 | 80 | 8,8 | 4x90 |
| | 58 | 68 | 25 | 0,3 | 0,6 | 117 | 50 | 68 | 0,6 | M8 | 80 | 8,8 | 4x90 |
| | 65 | 80 | 36 | 0,6 | 0,6 | 134 | 56 | 80 | 0,6 | M8 | 94 | 8,8 | 12x30 |
| | 65 | 80 | 36 | 0,6 | 0,6 | 134 | 56 | 80 | 0,6 | M8 | 94 | 8,8 | 12x30 |
| 50 | 72 | 82 | 25 | 0,3 | 0,6 | 141 | 63 | 82 | 0,6 | M8 | 94 | 8,8 | 6x60 |
| | 72 | 82 | 25 | 0,3 | 0,6 | 141 | 63 | 82 | 0,6 | M8 | 94 | 8,8 | 6x60 |
| | 80 | 98 | 45 | 0,6 | 0,6 | 166 | 63 | 98 | 0,6 | M10 | 113 | 11 | 12x30 |
| | 80 | 98 | 45 | 0,6 | 0,6 | 166 | 63 | 98 | 0,6 | M10 | 113 | 11 | 12x30 |
| 60 | 85 | 100 | 35 | 0,6 | 0,6 | 168 | 82 | 100 | 0,6 | M8 | 120 | 8,8 | 8x45 |
| | 85 | 100 | 35 | 0,6 | 0,6 | 168 | 82 | 100 | 0,6 | M8 | 120 | 8,8 | 8x45 |

6.3

6.4 Kartuschen mit Flanschlagergehäuse d 20 – 60 mm

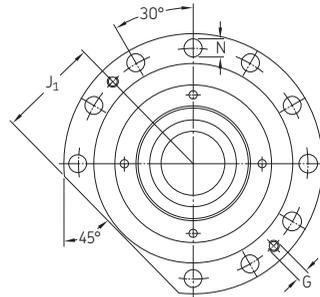
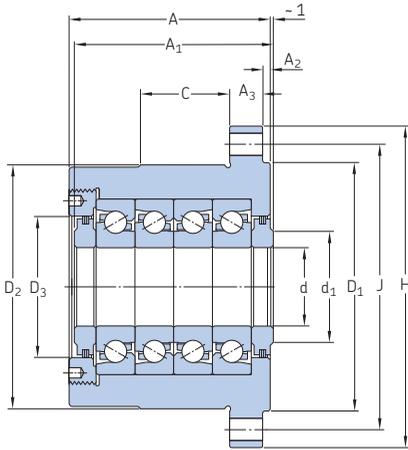


Reihe FBSA 2 .. /DB



FBSA 2 .. /QBC

| Hauptabmessungen | | | Tragzahlen dyn. stat. | | Ermüdungs- grenz- belastung P_u | Erreichbare Drehzahlen Vorspannungsklasse | | Gewicht | Kurzzeichen |
|------------------|-----|-----|--------------------------|-------|--|---|-------|---------|----------------|
| d | H | A | C | C_0 | | A | B | | |
| mm | | | kN | | kN | min^{-1} | | kg | - |
| 20 | 90 | 47 | 22 | 49 | 1,8 | 7 600 | 3 800 | 1,1 | FBSA 204/DB |
| | 90 | 47 | 22 | 49 | 1,8 | 7 600 | 3 800 | 1,1 | FBSA 204/DF |
| | 90 | 77 | 35,9 | 98 | 3,6 | 4 750 | 2 375 | 1,7 | FBSA 204/QBC |
| | 90 | 77 | 35,9 | 98 | 3,6 | 4 750 | 2 375 | 1,7 | FBSA 204/QFC |
| 25 | 120 | 52 | 22,4 | 52 | 1,93 | 7 200 | 3 600 | 2,3 | FBSA 205/DB |
| | 120 | 52 | 22,4 | 52 | 1,93 | 7 200 | 3 600 | 2,3 | FBSA 205/DF |
| | 120 | 82 | 36,5 | 104 | 3,86 | 4 500 | 2 250 | 3,5 | FBSA 205/QBC |
| | 120 | 82 | 36,5 | 104 | 3,86 | 4 500 | 2 250 | 3,5 | FBSA 205/QFC |
| 30 | 120 | 52 | 28,5 | 71 | 2,65 | 6 400 | 3 200 | 2,5 | FBSA 206/DB |
| | 120 | 52 | 28,5 | 71 | 2,65 | 6 400 | 3 200 | 2,5 | FBSA 206/DF |
| | 120 | 84 | 46,5 | 142 | 5,3 | 4 000 | 2 000 | 3,5 | FBSA 206/QBC |
| | 120 | 84 | 46,5 | 142 | 5,3 | 4 000 | 2 000 | 3,5 | FBSA 206/QFC |
| | 120 | 86 | 46,5 | 142 | 5,3 | 4 000 | 2 000 | 3,7 | FBSA 206 A/QBC |
| | 120 | 86 | 46,5 | 142 | 5,3 | 4 000 | 2 000 | 3,7 | FBSA 206 A/QFC |
| 35 | 130 | 52 | 36,5 | 98 | 3,65 | 5 600 | 2 800 | 3,2 | FBSA 207/DB |
| | 130 | 52 | 36,5 | 98 | 3,65 | 5 600 | 2 800 | 3,2 | FBSA 207/DF |
| | 130 | 86 | 59,5 | 196 | 7,3 | 3 500 | 1 750 | 4,6 | FBSA 207/QBC |
| | 130 | 86 | 59,5 | 196 | 7,3 | 3 500 | 1 750 | 4,6 | FBSA 207/QFC |
| 40 | 165 | 66 | 42,5 | 112 | 4,15 | 5 040 | 2 520 | 6,1 | FBSA 208/DB |
| | 165 | 66 | 42,5 | 112 | 4,15 | 5 040 | 2 520 | 6,1 | FBSA 208/DF |
| | 165 | 106 | 69,3 | 224 | 8,3 | 3 150 | 1 575 | 9,7 | FBSA 208/QBC |
| | 165 | 106 | 69,3 | 224 | 8,3 | 3 150 | 1 575 | 9,7 | FBSA 208/QFC |
| | 165 | 106 | 69,3 | 224 | 8,3 | 3 150 | 1 575 | 10 | FBSA 208 A/QBC |
| | 165 | 106 | 69,3 | 224 | 8,3 | 3 150 | 1 575 | 10 | FBSA 208 A/QFC |
| 45 | 165 | 66 | 45 | 134 | 4,9 | 5 040 | 2 520 | 5,9 | FBSA 209/DB |
| | 165 | 66 | 45 | 134 | 4,9 | 5 040 | 2 520 | 5,9 | FBSA 209/DF |
| | 165 | 106 | 73,4 | 268 | 9,8 | 3 150 | 1 575 | 9,4 | FBSA 209/QBC |
| | 165 | 106 | 73,4 | 268 | 9,8 | 3 150 | 1 575 | 9,4 | FBSA 209/QFC |
| 50 | 165 | 66 | 46,5 | 146 | 5,4 | 4 800 | 2 400 | 5,7 | FBSA 210/DB |
| | 165 | 66 | 46,5 | 146 | 5,4 | 4 800 | 2 400 | 5,7 | FBSA 210/DF |
| | 165 | 106 | 75,8 | 292 | 10,8 | 3 000 | 1 500 | 9,1 | FBSA 210/QBC |
| | 165 | 106 | 75,8 | 292 | 10,8 | 3 000 | 1 500 | 9,1 | FBSA 210/QFC |
| | 165 | 106 | 75,8 | 292 | 10,8 | 3 000 | 1 500 | 9,3 | FBSA 210 A/QBC |
| | 165 | 106 | 75,8 | 292 | 10,8 | 3 000 | 1 500 | 9,3 | FBSA 210 A/QFC |
| 60 | 185 | 114 | 113 | 432 | 16 | 2 500 | 1 250 | 12,5 | FBSA 212 A/QBC |
| | 185 | 114 | 113 | 432 | 16 | 2 500 | 1 250 | 12,5 | FBSA 212 A/QFC |



Reihe FBSA 2 .. A/QBC

Abmessungen

Bohrungen für Befestigungsschrauben

| d | A ₁ | A ₂ | A ₃ | C | d ₁ | D ₁ | D ₂ | D ₃ | J | J ₁ | N | G |
|----|----------------|----------------|----------------|----|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|----------------|------|---------|
| mm | | | | | | | | | mm | | | |
| 20 | 44,26 | 32 | 13 | – | 26 | 64 | 60 | 36 | 76 | 32 | 6,6 | – |
| | 43,24 | 32 | 13 | – | 26 | 64 | 60 | 36 | 76 | 32 | 6,6 | – |
| | 74,26 | 32 | 13 | – | 26 | 64 | 60 | 36 | 76 | 32 | 6,6 | – |
| | 72,74 | 32 | 13 | – | 26 | 64 | 60 | 36 | 76 | 32 | 6,6 | – |
| 25 | 50,26 | 32 | 15 | – | 34 | 88 | 80 | 36 | 102 | 44 | 9,2 | – |
| | 49,24 | 32 | 15 | – | 34 | 88 | 80 | 36 | 102 | 44 | 9,2 | – |
| | 80,26 | 32 | 15 | – | 34 | 88 | 80 | 40 | 102 | 44 | 9,2 | – |
| | 78,74 | 32 | 15 | – | 34 | 88 | 80 | 40 | 102 | 44 | 9,2 | – |
| 30 | 50,26 | 32 | 15 | – | 41 | 88 | 80 | 50 | 102 | 44 | 9,2 | – |
| | 49,24 | 32 | 15 | – | 41 | 88 | 80 | 50 | 102 | 44 | 9,2 | – |
| | 82,26 | 32 | 15 | – | 41 | 88 | 80 | 50 | 102 | 44 | 9,2 | – |
| | 80,74 | 32 | 15 | – | 41 | 88 | 80 | 50 | 102 | 44 | 9,2 | – |
| | 86,26 | 3,5 | 15 | 35 | 41 | 88 | 88 | 50 | 102 | 45 | 9,2 | M8x1,25 |
| | 86,26 | 3,5 | 15 | 35 | 41 | 88 | 88 | 50 | 102 | 45 | 9,2 | M8x1,25 |
| 35 | 50,26 | 32 | 15 | – | 46 | 98 | 90 | 60 | 113 | 49 | 9,2 | – |
| | 49,24 | 32 | 15 | – | 46 | 98 | 90 | 60 | 113 | 49 | 9,2 | – |
| | 84,26 | 32 | 15 | – | 46 | 98 | 90 | 60 | 113 | 49 | 9,2 | – |
| | 82,74 | 32 | 15 | – | 46 | 98 | 90 | 60 | 113 | 49 | 9,2 | – |
| 40 | 64,26 | 43,5 | 17 | – | 55 | 128 | 124 | 66 | 146 | 64 | 11,4 | – |
| | 63,24 | 43,5 | 17 | – | 55 | 128 | 124 | 66 | 146 | 64 | 11,4 | – |
| | 104,26 | 43,5 | 17 | – | 55 | 128 | 124 | 66 | 146 | 64 | 11,4 | – |
| | 102,74 | 43,5 | 17 | – | 55 | 128 | 124 | 66 | 146 | 64 | 11,4 | – |
| | 106,26 | 4 | 24 | 35 | 55 | 128 | 128 | 66 | 146 | 65,5 | 11,4 | M10x1,5 |
| | 106,26 | 4 | 24 | 35 | 55 | 128 | 128 | 66 | 146 | 65,5 | 11,4 | M10x1,5 |
| 45 | 64,26 | 43,5 | 17 | – | 66 | 128 | 124 | 76 | 146 | 64 | 11,4 | – |
| | 63,24 | 43,5 | 17 | – | 66 | 128 | 124 | 76 | 146 | 64 | 11,4 | – |
| | 104,26 | 43,5 | 17 | – | 66 | 128 | 124 | 76 | 146 | 64 | 11,4 | – |
| | 102,74 | 43,5 | 17 | – | 66 | 128 | 124 | 76 | 146 | 64 | 11,4 | – |
| 50 | 64,26 | 43,5 | 17 | – | 66 | 128 | 124 | 76 | 146 | 64 | 11,4 | – |
| | 63,24 | 43,5 | 17 | – | 66 | 128 | 124 | 76 | 146 | 64 | 11,4 | – |
| | 104,26 | 43,5 | 17 | – | 66 | 128 | 124 | 76 | 146 | 64 | 11,4 | – |
| | 102,74 | 43,5 | 17 | – | 66 | 128 | 124 | 76 | 146 | 64 | 11,4 | – |
| | 106,26 | 4 | 24 | 35 | 66 | 128 | 128 | 76 | 146 | 65,5 | 11,4 | M10x1,5 |
| | 106,26 | 4 | 24 | 35 | 66 | 128 | 128 | 76 | 146 | 65,5 | 11,4 | M10x1,5 |
| 60 | 114,26 | 20,5 | 25 | 40 | 80 | 145 | 145 | 92 | 165 | 74,5 | 11,4 | M10x1,5 |
| | 114,26 | 20,5 | 25 | 40 | 80 | 145 | 145 | 92 | 165 | 74,5 | 11,4 | M10x1,5 |



Präzisions-Wellenmuttern

| | | | |
|---|------------|---|-----|
| Ausführungen | 376 | Produkttabellen | |
| Präzisions-Wellenmuttern mit Sicherungsstiften | 376 | 7.1 KMT Präzisions-Wellenmuttern | 384 |
| Präzisions-Wellenmuttern mit Spannschrauben | 377 | 7.2 KMTA Präzisions-Wellenmuttern . . . | 386 |
| Produktdaten | 378 | 7.3 KMD Präzisions-Wellenmuttern mit Spannschrauben | 388 |
| (Maßnormen, Toleranzen, Gegengewinde auf der Welle, Werkstoff, Losbrechmoment) | | | |
| Ein- und Ausbau | 379 | | |
| KMT und KMTA Präzisions- Wellenmuttern | 380 | | |
| KMD Präzisions-Wellenmuttern | 381 | | |
| Bezeichnungsschema | 382 | | |

Weitere Informationen

Gestaltung der Lagerungen 57
SKF Instandhaltungsprodukte
. → skf.com/mapro

Industrielle Wellenmuttern mit Klemmstück sind für Anwendungen von Super-Precision-Schrägkugellagern wegen der zu groben Toleranzen für Gewinde und Anlageflächen nicht geeignet. SKF hat daher eine komplette Reihe von Präzisions-Wellenmuttern entwickelt, die nach sehr engen Toleranzen gefertigt werden. Die einfach einzubauenden Muttern führen Lager und andere Komponenten genau und effizient auf der Welle. Sie erfüllen die technischen und wirtschaftlichen Anforderungen von Werkzeugmaschinen sehr gut.

Ausführungen

Alle SKF Präzisions-Wellenmuttern nutzen zur Sicherung die Reibung zwischen den Gewindestiften und dem Wellengewinde. Zum Aufbringen dieser Reibung fertigt SKF zwei verschiedene Sicherungsausführungen: eine Version mit Sicherungsstiften und eine mit axialen Spannschrauben.

Präzisions-Wellenmuttern mit Sicherungsstiften

Die Präzisions-Wellenmuttern der Reihen KMT und KMTA (→ Bild 1) haben drei im regelmäßigen Abstand um den Umfang angeordnete Sicherungsstifte, deren Achsen parallel zur belasteten Gewindeflanke liegen (→ Bild 2). Unter normalen Betriebsbedingungen sorgt die durch das Anziehen der Sicherungsstifte erzeugte Gewindevorspannung für ausreichend Reibung, um ein Lösen der Mutter zu verhindern (→ *Losbrechmoment*, Seite 378).

Die Wellenmuttern der Reihen KMT und KMTA eignen sich besonders für Anwendungsfälle, bei denen hohe Genauigkeit, einfache Montage und zuverlässige Sicherung gefordert sind. Mit den drei abstandsgleichen Sicherungsstiften werden diese Wellenmuttern exakt rechtwinklig ausgerichtet. Kleinere Winkelabweichungen benachbarter Komponenten können mithilfe dieser Sicherungsstifte ebenfalls ausgeglichen werden (→ *Ein- und Ausbau*, Seite 379).

KMT und KMTA Wellenmuttern sollten nicht auf Wellen oder Spannhülsen mit Keil- oder Haltenuten verwendet werden. Eine eventuelle Überdeckung mit der Nut kann Schäden an den Sicherungsstiften verursachen.

Beide Wellenmutterreihen sind serienmäßig mit einem Gewinde bis 200 mm erhältlich (Größe 40). KMT Wellenmuttern mit metrischem ISO-Gewinde von 220 bis 420 mm Durchmesser (Größen 44 bis 84) sind auf Anforderung lieferbar. Weitere Auskünfte erhalten Sie vom Technischen SKF Beratungsservice.

Bild 1

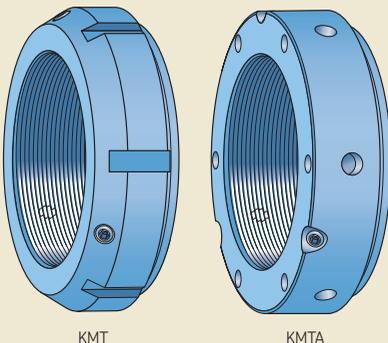
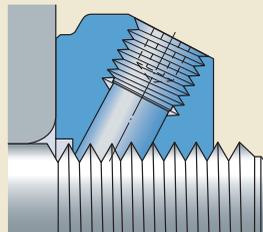


Bild 2



Die KMTA Wellenmuttern haben eine zylindrische Mantelfläche und unterscheiden sich teilweise auch in der Gewindesteigung von den KMT Wellenmuttern. Sie sind vor allem für Anwendungen mit begrenztem Einbauraum vorgesehen, und die zylindrische Mantelfläche kann zur Bildung einer Spaltdichtung genutzt werden.

Präzisions-Wellenmuttern mit Spanschrauben

Die Präzisions-Wellenmuttern der Reihe KMD (→ **Bild 3**) werden mit den axialen Spanschrauben vorgespannt. Nach dem Anziehen des vorderen Teils der Wellenmutter an das Lager werden die axialen Spanschrauben auf der Rückseite festgezogen (→ **Bild 4**). Unter normalen Betriebsbedingungen sorgt die so erzeugte Gewindevorspannung für ausreichend Reibung, um ein Lösen der Mutter zu verhindern (→ *Losbrechmoment*, **Seite 378**).

Ein- und Ausbau der KMD Wellenmuttern sind einfach und die axiale Befestigung ist wirksam und zuverlässig. Mithilfe der Spanschrauben können Mikroanpassungen der axialen Position vorgenommen werden (→ *Ein- und Ausbau*, **Seite 379**).

Bild 3

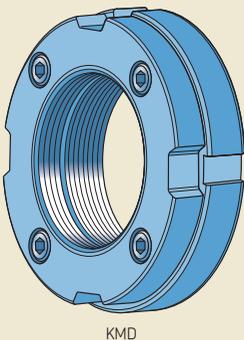
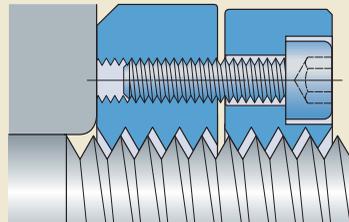


Bild 4



Produktdaten

| | Baureihen KMT und KMTA | Baureihe KMD |
|-----------------------------------|---|--|
| Maßnormen | ISO 965-3 | ISO 965-3 Spannschrauben: DIN 912-12.9 |
| Toleranzen | Metrisches Gewinde, 5H: ISO 965-3 Max. Axialschlag (für Gewinde bis einschließlich Größe 40): 0,005 mm | Metrisches Gewinde, 5H: ISO 965-3 Max. Axialschlag: 0,005 mm |
| Gegengewinde auf der Welle | Metrisches Gewinde, 6g: ISO 965-3 | |
| Werkstoff | Stahl | Stahl Bei Größen 11 und 12: Sinterstahl (Nachsetzzeichen P) |
| Losbrechmoment | <p>KMT, KMTA und KMD Wellenmuttern werden durch Reibung auf der Welle gehalten. Die Reibung verändert sich mit dem Anzugsmoment der Gewindestifte bzw. axialen Spannschrauben beim Einbau, der Oberflächenbeschaffenheit des Gewindes, der Schmierstoffmenge auf dem Gewinde usw.</p> <p>Die Erfahrung zeigt, dass sich das Sicherungselement der KMT, KMTA und KMD Wellenmuttern bestens für gängige Werkzeugmaschinenanwendungen eignet, sofern die Muttern ordnungsgemäß eingebaut werden und sich nur eine begrenzte Menge Schmierstoff auf dem Gewinde befindet.</p> <p>Weitere Auskünfte erhalten Sie vom Technischen SKF Beratungsservice.</p> | |

Ein- und Ausbau

KMT und KMD Wellenmutter haben am Umfang gleichmäßig verteilte Nuten, an denen Haken- oder Schlagschlüssel angesetzt werden können (→ **Bilder 5** und **6**). Die Kurzzeichen der jeweils passenden Schlüssel sind in den Produkttabellen für KMT Muttern (→ **Seite 384**) und KMD Muttern (→ **Seite 388**) angegeben. Weitere Informationen über SKF Schlüssel finden Sie unter skf.com/mapro. Die KMT Wellenmutter mit Gewinde ≤ 75 mm Durchmesser (Größe ≤ 15) sind zusätzlich noch mit zwei gegenüberliegenden Schlüsselflächen versehen.

Die KMTA Präzisions-Wellenmutter können über die am Umfang und in einer Stirnseite angeordneten Bohrungen (→ **Bild 7**) mithilfe von Hakenschlüsseln mit Zapfen, verstellbaren Zweilochmutterdrehern oder einfachen Drehstiften festgezogen werden. Passende Hakenschlüssel nach DIN 1810:1979 sind in der Produkttable angegeben.

Alle SKF Präzisions-Wellenmutter sind auf häufigen Ein- und Ausbau ausgelegt (sofern sie unbeschädigt sind).

Bild 5

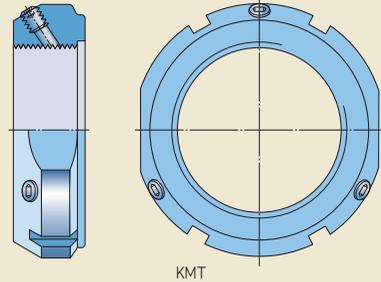


Bild 6

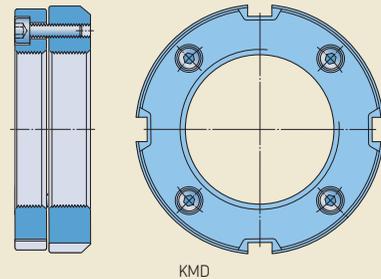
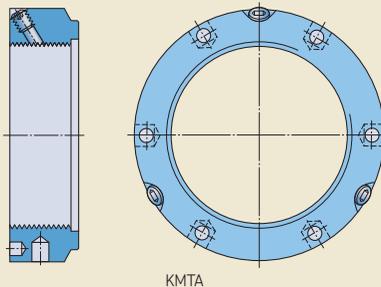


Bild 7



KMT und KMTA Präzisions-Wellenmuttern

Festsetzen

Die KMT und KMTA Wellenmuttern werden in zwei Schritten gesichert:

- 1 In einem ersten Schritt werden die Gewindestifte leicht angezogen, bis das Gewinde auf der Endfläche der Gewindestifte satt am Wellengewinde anliegt.
- 2 Danach sind die Gewindestifte wechselweise und gleichmäßig fest anzuziehen, bis das empfohlene Anzugsmoment erreicht ist (→ **Produkttabellen, Seiten 384 und 386**).

Ausrichtung

Die KMT und KMTA Wellenmuttern sind einstellbar. Mit den drei abstandsgleichen Sicherungsstiften werden diese Wellenmuttern exakt rechteckig ausgerichtet. Kleinere Winkelabweichungen benachbarter Komponenten können mithilfe dieser Sicherungsstifte ebenfalls ausgeglichen werden. Justierungen können wie folgt vorgenommen werden (→ **Bild 8**):

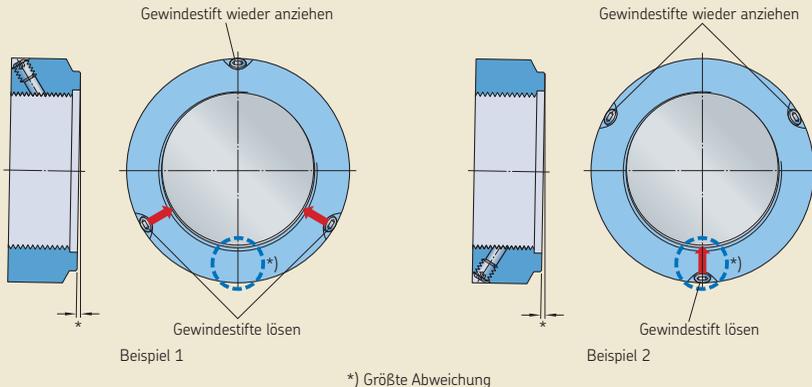
- 1 Die Gewindestifte wieder lockern, die der Stelle mit der größten Abweichung am nächsten liegen.

- 2 Die übrigen Stifte gleichmäßig anziehen.
- 3 Die gelösten Stifte wieder anziehen.
- 4 Die korrekte Ausrichtung der Mutter im Verhältnis zur Welle überprüfen.
- 5 Falls die Korrektur in einem ersten Arbeitsgang nicht den gewünschten Erfolg gebracht hat, ist der Vorgang zu wiederholen.

Demontage

Beim Ausbau der Präzisions-Wellenmuttern können die Sicherungsstifte auch nach dem Lösen der Gewindestifte noch fest auf dem Wellengewinde sitzen. Dieser feste Sitz kann durch leichte Schläge mit einem Gummihammer auf die Mutter in der Nähe der Gewindestifte gelockert werden.

Bild 8



KMD Präzisions-Wellenmuttern

Die KMD Präzisions-Wellenmuttern werden mit einer Schutzvorrichtung zwischen dem Sicherungs- und Spannteil geliefert. Die axialen Spannschrauben sind „fingerfest“ angezogen, um die Schutzvorrichtung zu fixieren. Einbau der Wellenmutter (→ **Bild 9**):

- 1 Die Spannschrauben (1) um eine halbe Drehung lösen, sie aber nicht entfernen!
- 2 Die Schutzvorrichtung (2) zwischen den beiden Hälften der Wellenmutter entfernen.
- 3 Das Sicherungs- und Spannteil zusammenhalten und auf die Welle aufschrauben. Beim Aufschrauben des Spannteils auf das Wellengewinde bildet sich zwischen den beiden Teilen ein Spalt etwa folgender Breite:
 - 0,6 mm bei KMD 4 Wellenmuttern
 - 1,0 mm bei KMD 5 bis KMD 15 Wellenmuttern
 - 1,2 mm bei KMD 16 bis KMD 21 Wellenmuttern

Die verbleibenden Schritte richten sich danach, ob eine exakte Position auf der Welle eingestellt werden muss.

Wenn keine präzise Positionierung erforderlich ist

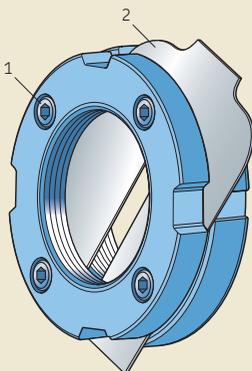
- 4 Die Wellenmutter bis zur Endposition auf dem Wellengewinde aufschrauben, dazu den Hakenschlüssel in eine der am Umfang des Sicherungsteils eingebrachten Nuten ansetzen und die Mutter anziehen.

- 5 Die Spannschrauben gleichmäßig und wechselweise über Kreuz anziehen, bis das empfohlene Anzugsmoment erreicht ist (→ **Produkttablelle, Seite 388**). Die Größe der jeweiligen Spannschrauben ist in den Produkttabellen angegeben.

Wenn eine präzise Positionierung erforderlich ist

- 4 Die Wellenmutter bis zur ungefähren Position auf dem Wellengewinde aufschrauben, dazu den Hakenschlüssel in eine der am Umfang des Sicherungsteils eingebrachten Nuten ansetzen und die Mutter anziehen.
- 5 Die Spannschrauben gleichmäßig und wechselweise über Kreuz bis zur Hälfte des empfohlenen Anzugsmoments anziehen (→ **Produkttablelle**). Die Größe der jeweiligen Spannschrauben ist in den Produkttabellen angegeben.
- 6 Die Mutter bis zur Endposition auf der Welle anziehen (dazu den Hakenschlüssel in eine der am Umfang des Sicherungsteils eingebrachten Nuten ansetzen).
- 7 Die Spannschrauben gleichmäßig und wechselweise über Kreuz bis zum vollen empfohlenen Anzugsmoments anziehen.

Bild 9



Bezeichnungsschema

Beispiele: KMTA 24
KMD 12 P

| | | |
|------|----|---|
| KMTA | 24 | |
| KMD | 12 | P |

Kurzzeichen

KMT Präzisions-Wellenmutter mit metrischem ISO Gewinde und Sicherungsstiften
KMTA Präzisions-Wellenmutter mit metrischem ISO Gewinde, Sicherungsstiften und zylindrischer Mantelfläche (teilweise mit anderer Gewindesteigung als die KMT Wellenmuttern)
KMD Axial geteilte Präzisions-Wellenmutter mit Spannschrauben und metrischem ISO Gewinde

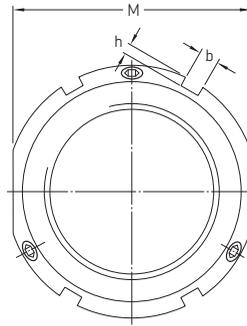
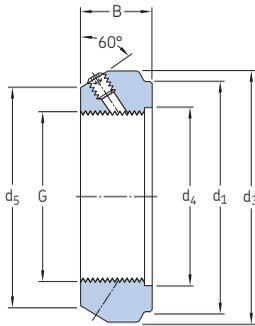
Muttergröße

0 10 mm Gewindedurchmesser
1 12 mm Gewindedurchmesser
2 15 mm Gewindedurchmesser
3 17 mm Gewindedurchmesser
4 (x5) 20 mm Gewindedurchmesser
 bis
84 (x5) 420 mm Gewindedurchmesser

Werkstoff

- Stahl
P Sinterstahl (nur bei KMD 11 und KMD 12 Wellenmuttern)

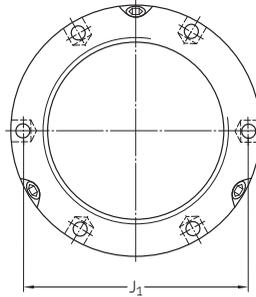
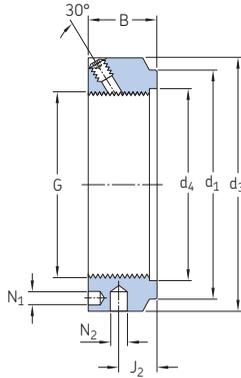
7.1 KMT Präzisions-Wellenmuttern M 10x0,75 – M 200x3



| Abmessungen | | | | | | | | | Axiale Trag- fähigkeit stat. | Gewicht | Kurzzeichen Wellen- mutter | Passender Haken- schlüssel | Gewindestift | |
|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----|----|-----|-----|---------------------------------------|---------|----------------------------------|----------------------------------|--------------|-----------------------------|
| G | d ₁ | d ₃ | d ₄ | d ₅ | B | b | h | M | | | | | Größe | Empfohlenes Anzugsmoment |
| mm | | | | | | | | | kN | kg | - | - | Nm | |
| M 10x0,75 | 23 | 28 | 11 | 21 | 14 | 4 | 2 | 24 | 35 | 0,045 | KMT 0 | HN 2-3 | M 5 | 4,5 |
| M 12x1 | 25 | 30 | 13 | 23 | 14 | 4 | 2 | 27 | 40 | 0,05 | KMT 1 | HN 4 | M 5 | 4,5 |
| M 15x1 | 28 | 33 | 16 | 26 | 16 | 4 | 2 | 30 | 60 | 0,075 | KMT 2 | HN 4 | M 5 | 4,5 |
| M 17x1 | 33 | 37 | 18 | 29 | 18 | 5 | 2 | 34 | 80 | 0,1 | KMT 3 | HN 5-6 | M 6 | 8 |
| M 20x1 | 35 | 40 | 21 | 32 | 18 | 5 | 2 | 36 | 90 | 0,11 | KMT 4 | HN 5-6 | M 6 | 8 |
| M 25x1,5 | 39 | 44 | 26 | 36 | 20 | 5 | 2 | 41 | 130 | 0,13 | KMT 5 | HN 5-6 | M 6 | 8 |
| M 30x1,5 | 44 | 49 | 32 | 41 | 20 | 5 | 2 | 46 | 160 | 0,16 | KMT 6 | HN 7 | M 6 | 8 |
| M 35x1,5 | 49 | 54 | 38 | 46 | 22 | 5 | 2 | 50 | 190 | 0,19 | KMT 7 | HN 7 | M 6 | 8 |
| M 40x1,5 | 59 | 65 | 42 | 54 | 22 | 6 | 2,5 | 60 | 210 | 0,3 | KMT 8 | HN 8-9 | M 8 | 18 |
| M 45x1,5 | 64 | 70 | 48 | 60 | 22 | 6 | 2,5 | 65 | 240 | 0,33 | KMT 9 | HN 10-11 | M 8 | 18 |
| M 50x1,5 | 68 | 75 | 52 | 64 | 25 | 7 | 3 | 70 | 300 | 0,4 | KMT 10 | HN 10-11 | M 8 | 18 |
| M 55x2 | 78 | 85 | 58 | 74 | 25 | 7 | 3 | 80 | 340 | 0,54 | KMT 11 | HN 12-13 | M 8 | 18 |
| M 60x2 | 82 | 90 | 62 | 78 | 26 | 8 | 3,5 | 85 | 380 | 0,61 | KMT 12 | HN 12-13 | M 8 | 18 |
| M 65x2 | 87 | 95 | 68 | 83 | 28 | 8 | 3,5 | 90 | 460 | 0,71 | KMT 13 | HN 15 | M 8 | 18 |
| M 70x2 | 92 | 100 | 72 | 88 | 28 | 8 | 3,5 | 95 | 490 | 0,75 | KMT 14 | HN 15 | M 8 | 18 |
| M 75x2 | 97 | 105 | 77 | 93 | 28 | 8 | 3,5 | 100 | 520 | 0,8 | KMT 15 | HN 16 | M 8 | 18 |
| M 80x2 | 100 | 110 | 83 | 98 | 32 | 8 | 3,5 | - | 620 | 0,9 | KMT 16 | HN 17 | M 8 | 18 |
| M 85x2 | 110 | 120 | 88 | 107 | 32 | 10 | 4 | - | 650 | 1,15 | KMT 17 | HN 18-20 | M 10 | 35 |
| M 90x2 | 115 | 125 | 93 | 112 | 32 | 10 | 4 | - | 680 | 1,2 | KMT 18 | HN 18-20 | M 10 | 35 |
| M 95x2 | 120 | 130 | 98 | 117 | 32 | 10 | 4 | - | 710 | 1,25 | KMT 19 | HN 18-20 | M 10 | 35 |
| M 100x2 | 125 | 135 | 103 | 122 | 32 | 10 | 4 | - | 740 | 1,3 | KMT 20 | HN 21-22 | M 10 | 35 |

| Abmessungen | | | | | | | | Axiale Trag- fähigkeit stat. | Gewicht | Kurzzeichen Wellen- mutter | Passender Haken- schlüssel | Gewindestift | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----|----|---|---------------------------------------|---------|----------------------------------|----------------------------------|--------------|-----------------------------|
| G | d ₁ | d ₃ | d ₄ | d ₅ | B | b | h | | | | | Größe | Empfohlenes Anzugsmoment |
| mm | | | | | | | | kN | kg | – | – | Nm | |
| M 110x2 | 134 | 145 | 112 | 132 | 32 | 10 | 4 | 800 | 1,45 | KMT 22 | HN 21-22 | M 10 | 35 |
| M 120x2 | 144 | 155 | 122 | 142 | 32 | 10 | 4 | 860 | 1,6 | KMT 24 | HN 21-22 | M 10 | 35 |
| M 130x2 | 154 | 165 | 132 | 152 | 32 | 12 | 5 | 920 | 1,7 | KMT 26 | TMFN 23-30 | M 10 | 35 |
| M 140x2 | 164 | 175 | 142 | 162 | 32 | 14 | 5 | 980 | 1,8 | KMT 28 | TMFN 23-30 | M 10 | 35 |
| M 150x2 | 174 | 185 | 152 | 172 | 32 | 14 | 5 | 1 040 | 1,95 | KMT 30 | TMFN 23-30 | M 10 | 35 |
| M 160x3 | 184 | 195 | 162 | 182 | 32 | 14 | 5 | 1 100 | 2,1 | KMT 32 | TMFN 23-30 | M 10 | 35 |
| M 170x3 | 192 | 205 | 172 | 192 | 32 | 14 | 5 | 1 160 | 2,2 | KMT 34 | TMFN 30-40 | M 10 | 35 |
| M 180x3 | 204 | 215 | 182 | 202 | 32 | 16 | 5 | 1 220 | 2,3 | KMT 36 | TMFN 30-40 | M 10 | 35 |
| M 190x3 | 214 | 225 | 192 | 212 | 32 | 16 | 5 | 1 280 | 2,4 | KMT 38 | TMFN 30-40 | M 10 | 35 |
| M 200x3 | 224 | 235 | 202 | 222 | 32 | 18 | 5 | 1 340 | 2,5 | KMT 40 | TMFN 30-40 | M 10 | 35 |

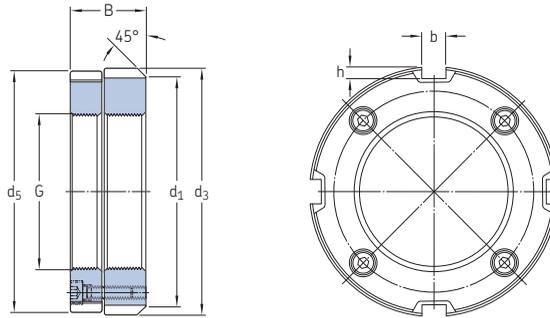
7.2 KMTA Präzisions-Wellenmuttern M 25x1,5 – M 200x3



| Abmessungen | | Axiale Tragfähigkeit stat. | | Gewicht | | Kurzzeichen | | Gewindestift | | | | | |
|-------------|----------------|----------------------------|----------------|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------------------|----------------|--------------------------|---------|
| G | d ₁ | d ₃ | d ₄ | B | J ₁ | J ₂ | N ₁ | N ₂ | Wellenmutter | Passender Hakenschlüssel | Größe | Empfohlenes Anzugsmoment | |
| mm | | | | | | | | | kN | kg | – | – Nm | |
| M 25x1,5 | 35 | 42 | 26 | 20 | 32,5 | 11 | 4,3 | 4 | 130 | 0,13 | KMTA 5 | B 40-42 | M 6 8 |
| M 30x1,5 | 40 | 48 | 32 | 20 | 40,5 | 11 | 4,3 | 5 | 160 | 0,16 | KMTA 6 | B 45-50 | M 6 8 |
| M 35x1,5 | 47 | 53 | 38 | 20 | 45,5 | 11 | 4,3 | 5 | 190 | 0,19 | KMTA 7 | B 52-55 | M 6 8 |
| M 40x1,5 | 52 | 58 | 42 | 22 | 50,5 | 12 | 4,3 | 5 | 210 | 0,23 | KMTA 8 | B 58-62 | M 6 8 |
| M 45x1,5 | 58 | 68 | 48 | 22 | 58 | 12 | 4,3 | 6 | 240 | 0,33 | KMTA 9 | B 68-75 | M 6 8 |
| M 50x1,5 | 63 | 70 | 52 | 24 | 61,5 | 13 | 4,3 | 6 | 300 | 0,34 | KMTA 10 | B 68-75 | M 6 8 |
| M 55x1,5 | 70 | 75 | 58 | 24 | 66,5 | 13 | 4,3 | 6 | 340 | 0,37 | KMTA 11 | B 68-75 | M 6 8 |
| M 60x1,5 | 75 | 84 | 62 | 24 | 74,5 | 13 | 5,3 | 6 | 380 | 0,49 | KMTA 12 | B 80-90 | M 8 18 |
| M 65x1,5 | 80 | 88 | 68 | 25 | 78,5 | 13 | 5,3 | 6 | 460 | 0,52 | KMTA 13 | B 80-90 | M 8 18 |
| M 70x1,5 | 86 | 95 | 72 | 26 | 85 | 14 | 5,3 | 8 | 490 | 0,62 | KMTA 14 | B 95-100 | M 8 18 |
| M 75x1,5 | 91 | 100 | 77 | 26 | 88 | 13 | 6,4 | 8 | 520 | 0,66 | KMTA 15 | B 95-100 | M 8 18 |
| M 80x2 | 97 | 110 | 83 | 30 | 95 | 16 | 6,4 | 8 | 620 | 1 | KMTA 16 | B 110-115 | M 8 18 |
| M 85x2 | 102 | 115 | 88 | 32 | 100 | 17 | 6,4 | 8 | 650 | 1,15 | KMTA 17 | B 110-115 | M 10 35 |
| M 90x2 | 110 | 120 | 93 | 32 | 108 | 17 | 6,4 | 8 | 680 | 1,2 | KMTA 18 | B 120-130 | M 10 35 |
| M 95x2 | 114 | 125 | 98 | 32 | 113 | 17 | 6,4 | 8 | 710 | 1,25 | KMTA 19 | B 120-130 | M 10 35 |
| M 100x2 | 120 | 130 | 103 | 32 | 118 | 17 | 6,4 | 8 | 740 | 1,3 | KMTA 20 | B 120-130 | M 10 35 |
| M 110x2 | 132 | 140 | 112 | 32 | 128 | 17 | 6,4 | 8 | 800 | 1,45 | KMTA 22 | B 135-145 | M 10 35 |
| M 120x2 | 142 | 155 | 122 | 32 | 140 | 17 | 6,4 | 8 | 860 | 1,85 | KMTA 24 | B 155-165 | M 10 35 |
| M 130x3 | 156 | 165 | 132 | 32 | 153 | 17 | 6,4 | 8 | 920 | 2 | KMTA 26 | B 155-165 | M 10 35 |
| M 140x3 | 166 | 180 | 142 | 32 | 165 | 17 | 6,4 | 10 | 980 | 2,45 | KMTA 28 | B 180-195 | M 10 35 |
| M 150x3 | 180 | 190 | 152 | 32 | 175 | 17 | 6,4 | 10 | 1 040 | 2,6 | KMTA 30 | B 180-195 | M 10 35 |

| Abmessungen | | | | | | | | | | Axiale Trag- fähigkeit stat. | Gewicht | Bezeichnungen | | Gewindestift | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|---------------------------------------|----------------|----------------------------------|-------|-----------------------------|--|
| G | d ₁ | d ₃ | d ₄ | B | J ₁ | J ₂ | N ₁ | N ₂ | Wellen- mutter | | | Passender Haken- schlüssel | Größe | Empfohlenes Anzugsmoment | |
| mm | | | | | | | | | kN | kg | – | – | Nm | | |
| M 160x3 | 190 | 205 | 162 | 32 | 185 | 17 | 8,4 | 10 | 1 100 | 3,15 | KMTA 32 | B 205-220 | M 10 | 35 | |
| M 170x3 | 205 | 215 | 172 | 32 | 195 | 17 | 8,4 | 10 | 1 160 | 3,3 | KMTA 34 | B 205-220 | M 10 | 35 | |
| M 180x3 | 215 | 230 | 182 | 32 | 210 | 17 | 8,4 | 10 | 1 220 | 3,9 | KMTA 36 | B 230-245 | M 10 | 35 | |
| M 190x3 | 225 | 240 | 192 | 32 | 224 | 17 | 8,4 | 10 | 1 280 | 4,1 | KMTA 38 | B 230-245 | M 10 | 35 | |
| M 200x3 | 237 | 245 | 202 | 32 | 229 | 17 | 8,4 | 10 | 1 340 | 3,85 | KMTA 40 | B 230-245 | M 10 | 35 | |

7.3 KMD Präzisions-Wellenmuttern mit Spannschrauben M 20x1 – M 105x2



| Abmessungen | | | | | | | Axiale Trag- fähigkeit stat. | Gewicht kg | Kurzzeichen Wellen- mutter | Passender Haken- schlüssel | Gewindestift | |
|-------------|----------------|----------------|----------------|----|----|-----|---------------------------------------|---------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------|-----------------------------|
| G | d ₁ | d ₃ | d ₅ | B | b | h | | | | | Größe | Empfohlenes Anzugsmoment |
| mm | | | | | | | kN | kg | – | – | Nm | |
| M 20x1 | 38 | 40 | 39 | 18 | 5 | 2 | 70 | 0,11 | KMD 4 | HN 5-6 | M 4 | 4,2 |
| M 25x1,5 | 43 | 45 | 44 | 20 | 5 | 2 | 95 | 0,14 | KMD 5 | HN 5-6 | M 4 | 4,2 |
| M 30x1,5 | 48 | 50 | 49 | 20 | 5 | 2 | 105 | 0,2 | KMD 6 | HN 5-6 | M 4 | 4,2 |
| M 35x1,5 | 53 | 58 | 57 | 22 | 6 | 2,5 | 120 | 0,24 | KMD 7 | HN 8-9 | M 4 | 4,2 |
| M 40x1,5 | 58 | 63 | 62 | 22 | 6 | 2,5 | 130 | 0,27 | KMD 8 | HN 8-9 | M 4 | 4,2 |
| M 45x1,5 | 66,5 | 71,5 | 70,5 | 22 | 7 | 3 | 150 | 0,36 | KMD 9 | HN 10-11 | M 4 | 4,2 |
| M 50x1,5 | 70 | 75 | 74 | 25 | 7 | 3 | 200 | 0,41 | KMD 10 | HN 10-11 | M 4 | 4,2 |
| M 55x2 | 75 | 80 | 79 | 25 | 7 | 3 | 160 | 0,46 | KMD 11 P | HN 12-13 | M 4 | 4,2 |
| M 60x2 | 80 | 85 | 84 | 26 | 7 | 3 | 175 | 0,5 | KMD 12 P | HN 12-13 | M 4 | 4,2 |
| M 65x2 | 85 | 90 | 89 | 28 | 8 | 3,5 | 295 | 0,63 | KMD 13 | HN 14 | M 5 | 8,4 |
| M 70x2 | 90 | 95 | 94 | 28 | 8 | 3,5 | 320 | 0,67 | KMD 14 | HN 14 | M 5 | 8,4 |
| M 75x2 | 95 | 100 | 99 | 28 | 8 | 3,5 | 340 | 0,72 | KMD 15 | HN 15 | M 5 | 8,4 |
| M 80x2 | 105 | 110 | 109 | 32 | 8 | 3,5 | 445 | 1,05 | KMD 16 | HN 17 | M 6 | 14,2 |
| M 85x2 | 110 | 115 | 114 | 32 | 10 | 4 | 470 | 1,2 | KMD 17 | HN 17 | M 6 | 14,2 |
| M 90x2 | 115 | 120 | 119 | 32 | 10 | 4 | 500 | 1,2 | KMD 18 | HN 18-20 | M 6 | 14,2 |
| M 95x2 | 120 | 125 | 124 | 32 | 10 | 4 | 525 | 1,25 | KMD 19 | HN 18-20 | M 6 | 14,2 |
| M 100x2 | 125 | 130 | 129 | 32 | 10 | 4 | 555 | 1,3 | KMD 20 | HN 18-20 | M 6 | 14,2 |
| M 105x2 | 130 | 135 | 134 | 32 | 10 | 4 | 580 | 1,35 | KMD 21 | HN 18-20 | M 6 | 14,2 |



Messgeräte

| | |
|---|------------|
| Kegellehrringe der Reihe GRA 30 | 393 |
| Messoptionen. | 393 |
| Abmessungen kegelliger Sitze. | 393 |
| 8.1 Produkttabelle | 394 |
| Kegelmessgeräte der Reihe DMB | 396 |
| Messungen. | 396 |
| Genauigkeit | 397 |
| 8.2 Produkttabelle | 398 |
| Hüllkreismessgeräte der Reihen GB 30 und GB 10 | 400 |
| Messen. | 401 |
| Genauigkeit | 401 |
| 8.3 Produkttabelle | 402 |
| Hüllkreismessgeräte der Reihe GB 49 | 404 |
| Messen. | 405 |
| Genauigkeit | 405 |
| 8.4 Produkttabelle | 406 |

Herkömmliche Messverfahren und -geräte sind nicht immer dafür geeignet, Schrägschultern zu überprüfen oder den inneren und äußeren Hüllkreisdurchmesser des Rollensatzes in einem Zylinderrollenlager in hochgenauen Anwendungen zu messen. Daher hat SKF eine Reihe von Messgeräten speziell für hochgenaue Messungen beim Einbau von Zylinderrollenlagern mit kegeliger Bohrung entwickelt. Die Messgeräte können auch für andere Anwendungen eingesetzt werden.

Die Kegellehrringe der Reihe GRA 30 und die Kegelmessgeräte der Reihe DMB (→ **Seite 396**) eignen sich für die gängigsten kegeligen Lagersitze. Ein GRA Kegellehrring eignet sich nur für den kegeligen Wellensitz einer einzigen Lagergröße. Mit den Kegelmessgeräten der Reihe DMB lassen sich dagegen kegelige Lagersitze unterschiedlicher Durchmesser prüfen, auch mit einer anderen Kegeligkeit als 1:12.

Zur genauen Einstellung der Lagerluft bzw. Vorspannung beim Einbau eines Zylinderrollenlagers mit kegeliger Bohrung muss der innere oder äußere Hüllkreisdurchmesser des Rollensatzes bzw. der Rollensätze genau gemessen werden. Die SKF Hüllkreismessgeräte der Reihen GB 30 und GB 10 (→ **Seite 400**) sowie der Reihe GB 49 (→ **Seite 404**) ermöglichen eine einfache und präzise Messung dieser Merkmale.

Ausführliche Informationen über weitere SKF Messgeräte erhalten Sie vom Technischen SKF Beratungsservice.

Kegellehringe der Reihe GRA 30

Die SKF Kegellehringe aus der Reihe GRA 30 (→ **Bild 1**) werden zur Kontrolle von kegeligen Wellensitzen für Zylinderrollenlager der Reihe NN 30 K verwendet. Wellensitze für Lager der Reihen NNU 49 BK und N 10 K können ebenfalls mit einem Kegellehring der Reihe GRA 30 überprüft werden.

Kegellehringe der Reihe GRA 30 werden für kegelige Wellensitze mit $d \leq 200$ mm angeboten. Für kegelige Wellensitze mit $d > 200$ mm empfiehlt SKF die Verwendung eines Kegelmessgeräts (→ *DMB Kegelmessgeräte*, **Seite 396**), da Kegellehringe für $d > 200$ mm aufgrund ihres Gewichts nur schwer zu beherrschen wären.

Messoptionen

Kegellehringe der Reihe GRA 30 werden hauptsächlich zur Bestimmung der Lage kegeliger Sitze gegenüber einer Bezugsfläche auf einer Welle eingesetzt. Die Bezugsfläche eines GRA 30 Lehrnings liegt auf der Seite seines großen Bohrungsdurchmessers. Die Bezugsfläche auf der Welle ist entweder vor oder hinter der Skalenfläche des Lehrnings. Mit GRA 30 Kegellehringen kann auch kontrolliert werden, ob die Mittellinie des kegeligen Sitzes rechtwinklig zur Bezugsfläche auf der Welle steht. Dazu wird an verschiedenen Stellen am Umfang der Abstand zwischen der Bezugsfläche auf dem Lehrring und der Bezugsfläche auf der Welle gemessen.

Formabweichungen des Kegels lassen sich mit blauem Farbstoff erkennen.

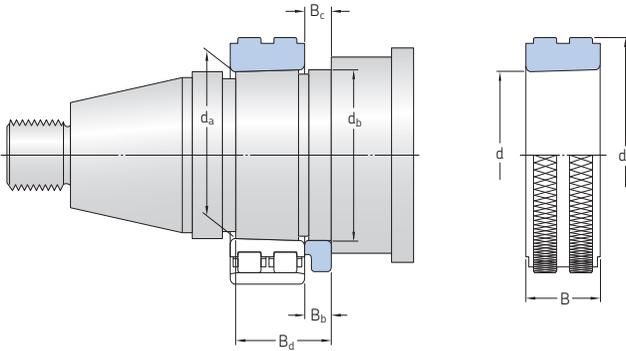
Abmessungen kegeliger Sitze

SKF empfiehlt für Lager der Reihe NN 30 K die Ausführung kegeliger Sitze entsprechend den Angaben in den Produkttabellen (→ **Seite 294**). Bei Verwendung anderer Abmessungen oder Lagerreihen sollte die Referenzlänge B_c immer größer sein als B_p , die Breite des Zwischenrings (→ **Produkttable**, **Seite 394**). Das ist erforderlich, weil das Lager weiter nach oben auf den Sitz getrieben wird als der Lehring (je nach geforderter Lagerluft bzw. Vorspannung). Daher ist die Referenzbreite immer größer zu wählen als die Breite des Zwischenrings. Die Differenz sollte mindestens der Differenz $B_c - B_p$ entsprechen (→ **Produkttable**).



8.1 Kegellehring der Reihe GRA 30

d 25 – 200 mm



| Lager Kurzzeichen | Lagersitz Abmessungen | | | | Toleranz | B _d | Kegellehring Abmessungen | | | Gewicht | Kurzzeichen |
|----------------------|--------------------------|----------------|----------------|--------------------------------|----------|----------------|-----------------------------|----------------|----|---------|-------------|
| | d _a | d _b | B _b | B _c Nenn- maß | | | d | d ₁ | B | | |
| – | mm | | | | | – | mm | | | kg | – |
| NN 3005 K | 25,1 | 27 | 4 | 4,2 | ±0,1 | 19 | 25 | 46 | 16 | 0,13 | GRA 3005 |
| NN 3006 KTN | 30,1 | 32 | 6 | 6,2 | ±0,1 | 24 | 30 | 52 | 19 | 0,18 | GRA 3006 |
| NN 3007 K | 35,1 | 37 | 6 | 6,2 | ±0,1 | 25 | 35 | 57 | 20 | 0,21 | GRA 3007 |
| NN 3008 KTN | 40,1 | 42 | 8 | 8,2 | ±0,1 | 28 | 40 | 62 | 21 | 0,26 | GRA 3008 |
| NN 3009 KTN | 45,1 | 47 | 8 | 8,2 | ±0,1 | 30 | 45 | 67 | 23 | 0,31 | GRA 3009 |
| NN 3010 KTN | 50,1 | 52 | 8 | 8,2 | ±0,1 | 30 | 50 | 72 | 23 | 0,34 | GRA 3010 |
| NN 3011 KTN | 55,15 | 57 | 8 | 8,3 | ±0,12 | 32,5 | 55 | 77 | 26 | 0,42 | GRA 3011 |
| NN 3012 KTN | 60,15 | 62 | 10 | 10,3 | ±0,12 | 34,5 | 60 | 82 | 26 | 0,45 | GRA 3012 |
| NN 3013 KTN | 65,15 | 67 | 10 | 10,3 | ±0,12 | 34,5 | 65 | 88 | 26 | 0,51 | GRA 3013 |
| NN 3014 KTN | 70,15 | 73 | 10 | 10,3 | ±0,12 | 38,5 | 70 | 95 | 30 | 0,69 | GRA 3014 |
| NN 3015 KTN | 75,15 | 78 | 10 | 10,3 | ±0,12 | 38,5 | 75 | 100 | 30 | 0,73 | GRA 3015 |
| NN 3016 KTN | 80,15 | 83 | 12 | 12,3 | ±0,12 | 44,5 | 80 | 105 | 34 | 0,88 | GRA 3016 |
| NN 3017 KTN9 | 85,2 | 88 | 12 | 12,4 | ±0,15 | 44 | 85 | 112 | 34 | 1 | GRA 3017 |
| NN 3018 KTN9 | 90,2 | 93 | 12 | 12,4 | ±0,15 | 47 | 90 | 120 | 37 | 1,3 | GRA 3018 |
| NN 3019 KTN9 | 95,2 | 98 | 12 | 12,4 | ±0,15 | 47 | 95 | 128 | 37 | 1,55 | GRA 3019 |
| NN 3020 KTN9 | 100,2 | 103 | 12 | 12,4 | ±0,15 | 47 | 100 | 135 | 37 | 1,7 | GRA 3020 |
| NN 3021 KTN9 | 105,2 | 109 | 12 | 12,4 | ±0,15 | 51 | 105 | 142 | 41 | 2,1 | GRA 3021 |
| NN 3022 KTN9 | 110,25 | 114 | 12 | 12,5 | ±0,15 | 54,5 | 110 | 150 | 45 | 2,6 | GRA 3022 |
| NN 3024 KTN9 | 120,25 | 124 | 15 | 15,5 | ±0,15 | 58,5 | 120 | 162 | 46 | 3,05 | GRA 3024 |
| NN 3026 KTN9 | 130,25 | 135 | 15 | 15,5 | ±0,15 | 64,5 | 130 | 175 | 52 | 3,95 | GRA 3026 |

| Lager Kurzzeichen | Lagersitz Abmessungen | | | | | | Kegellehring Abmessungen | | | Gewicht | Kurzzeichen |
|----------------------|--------------------------|-------|-------|-----------------------|------------|-------|-----------------------------|-------|-----|---------|-------------|
| | d_a | d_b | B_b | B_c Nenn- maß | Toleranz | B_d | d | d_1 | B | | |
| – | mm | | | | | | mm | | | kg | – |
| NN 3028 K | 140,3 | 145 | 15 | 15,6 | $\pm 0,15$ | 65 | 140 | 188 | 53 | 4,75 | GRA 3028 |
| NN 3030 K | 150,3 | 155 | 15 | 15,6 | $\pm 0,15$ | 68 | 150 | 200 | 56 | 5,6 | GRA 3030 |
| NN 3032 K | 160,3 | 165 | 15 | 15,6 | $\pm 0,15$ | 72 | 160 | 215 | 60 | 6,8 | GRA 3032 |
| NN 3034 K | 170,3 | 176 | 15 | 15,6 | $\pm 0,15$ | 79 | 170 | 230 | 67 | 8,8 | GRA 3034 |
| NN 3036 K | 180,35 | 187 | 20 | 20,7 | $\pm 0,15$ | 90,5 | 180 | 245 | 74 | 11,5 | GRA 3036 |
| NN 3038 K | 190,35 | 197 | 20 | 20,7 | $\pm 0,18$ | 91,5 | 190 | 260 | 75 | 13 | GRA 3038 |
| NN 3040 K | 200,35 | 207 | 20 | 20,7 | $\pm 0,18$ | 98,5 | 200 | 270 | 82 | 15 | GRA 3040 |

Kegelmessgeräte der Reihe DMB

SKF Kegelmessgeräte der Reihe DMB ermöglichen schnelle und präzise Kontrollen der Durchmesser und Winkel von Außenkegeln. Sie eignen sich für die Endkontrollen sowie für Zwischenkontrollen während der mechanischen Bearbeitung. SKF Kegelmessgeräte der Reihe DMB werden für Schrägschultern von $d = 40$ bis 360 mm angeboten.

DMB Kegelmessgeräte (→ Bild 2) bestehen aus:

- zwei Sätteln (a), in einem festen Abstand fest miteinander verbunden
- einem Messstift (b), platziert in jedem Sattel
- zwei einstellbaren Radialanschlügen (c und d) in jedem Sattel, in einem Abstand von 90° zu den Messstiften
- einem axialen Anschlag (e) zur axialen Festsetzung der Messuhr auf dem Kegel

Durch Einstellung der Messstifte und Radialanschlüge können alle Kegelwinkel zwischen 0° und 6° und alle Durchmesser im Messbereich der Uhr bestimmt werden. Markierungen auf den Skalen zeigen die Einstellungen für 1:12- und 1:30-Kegel an.

SKF Kegelmessgeräte der Reihe DMB werden serienmäßig mit zwei Messuhren ausgeliefert. Maßgefertigte Referenzkegel sind auf Anfrage erhältlich.

Messungen

Radialanschlüge und gerade Kanten der Messstifte mit den Skalen auf den gewünschten Durchmesser und Kegelwinkel einstellen. Anschließend den Axialanschlag für den zu messenden Kegel einstellen. Messuhr auf einen Referenzkegel setzen und auf null stellen. Die Uhr ist jetzt messbereit.

Das SKF Kegelmessgerät der Reihe DMB auf den zu messenden Kegel setzen und darauf achten, dass er fest am Axialanschlag sitzt. Messwert ablesen. Die angezeigten Messwerte sind die Durchmesserabweichungen. Eine Differenz zwischen den beiden Anzeigen gibt die Abweichung des Kegelwinkels an.

Während der Messung sollte die Messuhr schräg in einem Winkel von ca. 10° zur Horizontalebene stehen (→ Bild 3). In dieser Position liegen die radialen und axialen Anschläge der Uhr auf dem Kegel.

Bild 2

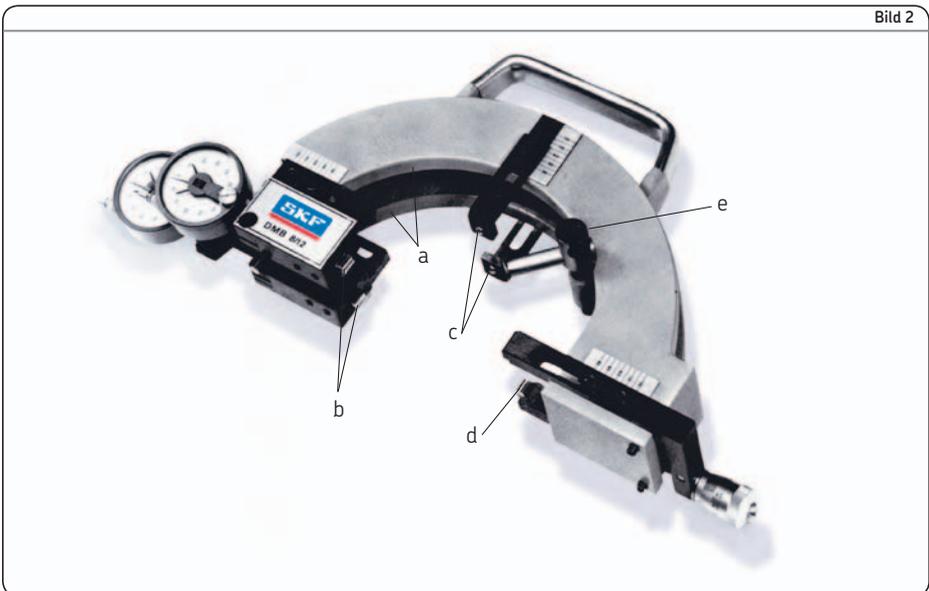
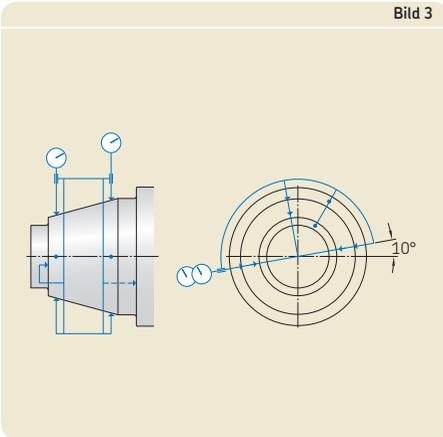


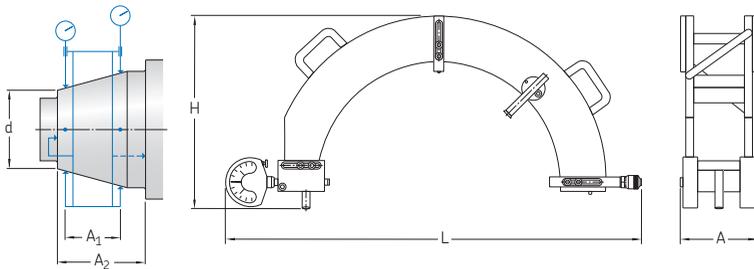
Bild 3



Genauigkeit

Die Messgenauigkeit von SKF Kegelmessgeräten der Reihe DMB beträgt $1\ \mu\text{m}$ für $d < 280\ \text{mm}$ und $1,5\ \mu\text{m}$ für $d \geq 280\ \text{mm}$.

8.2 Kegelmessgeräte der Reihe DMB d 40 – 360 mm



| Kegel Durchmesser | | Kegelmessgerät Abmessungen | | | | | Gewicht | Kurzzeichen |
|----------------------|-----|-------------------------------|----------------|----------------|-----|-----|---------|-------------|
| d von | bis | A | A ₁ | A ₂ | H | L | | |
| mm | | mm | | | | | kg | - |
| 40 | 55 | 36 | 18 | 28 | 140 | 320 | 2,5 | DMB 4/5,5 |
| 50 | 85 | 38 | 20 | 30 | 160 | 350 | 2,5 | DMB 5/8,5 |
| 80 | 120 | 48 | 30 | 40 | 190 | 380 | 3 | DMB 8/12 |
| 120 | 160 | 58 | 40 | 50 | 190 | 425 | 3,5 | DMB 12/16 |
| 160 | 200 | 74 | 50 | 64 | 190 | 465 | 4,5 | DMB 16/20 |
| 200 | 240 | 84 | 60 | 74 | 215 | 505 | 5,5 | DMB 20/24 |
| 240 | 280 | 99 | 75 | 89 | 240 | 540 | 7 | DMB 24/28 |
| 280 | 320 | 114 | 90 | 104 | 265 | 590 | 8,5 | DMB 28/30 |
| 320 | 360 | 114 | 90 | 104 | 290 | 640 | 10 | DMB 32/36 |

Hüllkreismessgeräte der Reihen GB 30 und GB 10

Die SKF Hüllkreismessgeräte der Reihen GB 30 und GB 10 eignen sich für die zweireihigen Zylinderrollenlager der Reihen NN 3006 K bis NN 3068 K (Messgeräte GB 30) und für die einreihigen Zylinderrollenlager der Reihen N 1010 K bis NN 1020 K (Messgeräte GB 10). Die Messgeräte der Reihe GB 30 können im Allgemeinen auch für einreihige Lager der Reihen N 10 K verwendet werden. Hüllkreismessgeräte der Reihen GB 30 und GB 10 messen den äußeren Hüllkreisdurchmesser von Rollensätzen, d. h. den Durchmesser über den Rollen beim Kontakt mit der Innenringlaufbahn, sehr genau.

Je nach Größe bestehen die Hüllkreismessgeräte der Reihen GB 30 und GB 10 entweder aus einem zweiteiligen oder aus einem geschlitzten Grundkörper mit zwei Skalen an den entgegengesetzten Seiten (→ Bild 4). Der Grundkörper lässt sich mit einer Stellschraube vergrößern. Dadurch wird das Gerät über den

Innenring mit Rollenkranz gedrückt, ohne dass die Rollen oder Skalen beschädigt werden. Die Messzone, die mit einer Hälfte des Grundkörpers verbunden ist, überträgt den von beiden Zonen gemessenen Durchmesser an eine Messuhr.

Bild 4



GB 3006 ... GB 3020
GB 1010 ... GB 1020



GB 3021 ... GB 3068

Messen

In der Regel wird wie folgt gemessen:

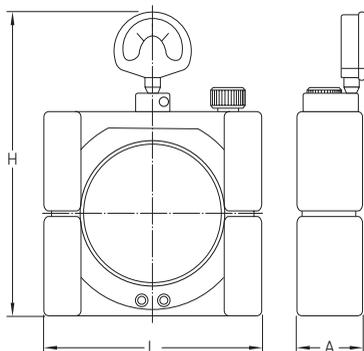
- 1 Eine Messuhr am Laufbahndurchmesser des montierten Außenrings ansetzen und die Anzeige auf null stellen.
- 2 Messuhr in die Mitte der Messzone des Hüllkreismessgeräts GB 30 oder GB 10 schieben. Das GB 30 oder GB 10 Messgerät einstellen, bis die Messuhr auf null steht (minus Korrekturwert für GB 30 oder GB 10 laut Gebrauchsanweisung).
- 3 Das GB 30 oder GB 10 Messgerät weiter justieren. Dazu das Maß des Messgeräts um den Wert der gewünschten Vorspannung erhöhen oder um die gewünschte Lagerluft reduzieren. Die Anzeige an GB 30 oder GB 10 auf null stellen.
- 4 Den Lagerinnenring mit Rollensatz auf dem kegeligen Wellensitz platzieren. Das GB 30 oder GB 10 Messgerät über den Rollen ausrichten und den Innenring auf den kegeligen Sitz treiben, bis die Messuhr an GB 30 oder GB 10 null anzeigt.

Weitergehende Informationen, siehe *Einbau* auf **Seite 280**.

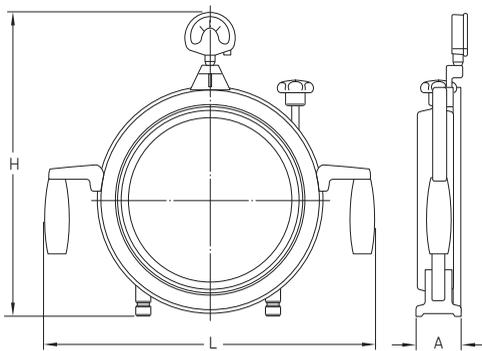
Genauigkeit

Die Genauigkeit der Messgeräte GB 30 und GB 10 beträgt weniger als $1\ \mu\text{m}$ für Größen ≤ 20 (GB 3006 bis GB 3020 und GB 1010 bis GB 1020) und weniger als $2\ \mu\text{m}$ für Größen ≥ 21 (GB 3021 bis GB 3068).

8.3 Hüllkreismessgeräte der Reihen GB 30 und GB 10 für Zylinderrollenlager NN 3006 KTN – NN 3068 K N 1010 K – N 1020 K



GB 3006 ... GB 3020
 GB 1010 ... GB 1020



GB 3021 ... GB 3068

| Lager Kurzzeichen | Hüllkreismessgerät Abmessungen | | | Gewicht | Kurzzeichen |
|----------------------|-----------------------------------|-----|----|---------|-------------|
| | L | H | A | | |
| – | mm | | | kg | – |
| NN 3006 KTN | 107 | 175 | 36 | 2 | GB 3006 |
| NN 3007 K | 112 | 180 | 37 | 2 | GB 3007 |
| NN 3008 KTN | 117 | 185 | 39 | 2 | GB 3008 |
| NN 3009 KTN | 129 | 197 | 40 | 2,5 | GB 3009 |
| NN 3010 KTN | 134 | 202 | 40 | 2,5 | GB 3010 |
| N 1010 K | 134 | 207 | 33 | 2 | GB 1010 |
| NN 3011 KTN | 144 | 212 | 43 | 3,5 | GB 3011 |
| N 1011 K | 144 | 217 | 35 | 2,3 | GB 1011 |
| NN 3012 KTN | 152 | 222 | 44 | 4 | GB 3012 |
| N 1012 K | 152 | 225 | 36 | 2,7 | GB 1012 |
| NN 3013 KTN | 157 | 225 | 44 | 4 | GB 3013 |
| N 1013 K | 157 | 230 | 36 | 3 | GB 1013 |
| NN 3014 KTN | 164 | 232 | 48 | 5 | GB 3014 |
| N 1014 K | 164 | 237 | 38 | 3,2 | GB 1014 |
| NN 3015 KTN | 168 | 236 | 48 | 5 | GB 3015 |
| N 1015 K | 168 | 241 | 38 | 3,4 | GB 1015 |
| NN 3016 KTN | 176 | 244 | 52 | 6 | GB 3016 |
| N 1016 K | 176 | 249 | 40 | 4 | GB 1016 |
| NN 3017 KTN9 | 185 | 253 | 53 | 6,5 | GB 3017 |
| N 1017 K | 185 | 258 | 41 | 4,5 | GB 1017 |
| NN 3018 KTN9 | 198 | 266 | 56 | 8 | GB 3018 |
| N 1018 K | 198 | 271 | 43 | 5,5 | GB 1018 |
| NN 3019 KTN9 | 203 | 271 | 56 | 9 | GB 3019 |
| N 1019 K | 203 | 276 | 43 | 5,8 | GB 1019 |
| NN 3020 KTN9 | 212 | 280 | 56 | 9 | GB 3020 |
| N 1020 K | 212 | 285 | 43 | 6,5 | GB 1020 |

| Lager Kurzzeichen | Hüllkreismessgerät Abmessungen | | | Gewicht | Kurzzeichen |
|----------------------|-----------------------------------|-----|-----|---------|-------------|
| | L | H | A | | |
| – | mm | | | kg | – |
| NN 3021 KTN9 | 322 | 350 | 46 | 10,5 | GB 3021 |
| NN 3022 KTN9 | 332 | 362 | 46 | 11 | GB 3022 |
| NN 3024 KTN9 | 342 | 376 | 48 | 12 | GB 3024 |
| NN 3026 KTN9 | 364 | 396 | 54 | 13 | GB 3026 |
| NN 3028 K | 378 | 410 | 54 | 14,5 | GB 3028 |
| NN 3030 K | 391 | 426 | 58 | 15 | GB 3030 |
| NN 3032 K | 414 | 446 | 60 | 16 | GB 3032 |
| NN 3034 K | 430 | 464 | 62 | 17 | GB 3034 |
| NN 3036 K | 454 | 490 | 70 | 17,5 | GB 3036 |
| NN 3038 K | 468 | 504 | 70 | 18 | GB 3038 |
| NN 3040 K | 488 | 520 | 74 | 19 | GB 3040 |
| NN 3044 K | 575 | 514 | 85 | 26 | GB 3044 |
| NN 3048 K | 605 | 534 | 87 | 28 | GB 3048 |
| NN 3052 K | 654 | 580 | 104 | 41 | GB 3052 |
| NN 3056 K | 680 | 607 | 106 | 45 | GB 3056 |
| NN 3064 K | 725 | 640 | 122 | 60 | GB 3064 |
| NN 3068 K | 738 | 665 | 122 | 64 | GB 3068 |

Hüllkreismessgeräte der Reihe GB 49

Die SKF Hüllkreismessgeräte der Reihe GB 49 eignen sich für die zweireihigen Zylinderrollenlager der Reihen NNU 4920 BK bis NNU 4960 BK. Hüllkreismessgeräte der Reihe GB 49 messen den inneren Hüllkreisdurchmesser von Rollensätzen, d.h. den Durchmesser über den Rollen beim Kontakt mit der Außenringlaufbahn, sehr genau.

Hüllkreismessgeräte der Reihe GB 49 sind je nach Größe in zwei Ausführungen erhältlich (→ Bild 5). Sie haben einen geschlitzten Grundkörper, damit beide Messringhälften mit dem richtigen Anpressdruck für den Rollensatz (unter Berücksichtigung der Eigenelastizität des Werkstoffs) eingestellt werden können. Die äußere Mantelfläche des Messrings weist zwei entgegengesetzt geschliffene Messzonen auf. Der Grundkörper lässt sich mit einer Stellschraube zusammendrücken. Dadurch kann der Grund-

körper im Rollensatz positioniert werden, ohne dass die Rollen oder Skalen beschädigt werden.

Bild 5



GB 4920 ... GB 4938

GB 4940 ... GB 4960

Messen

In der Regel wird wie folgt gemessen:

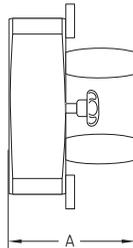
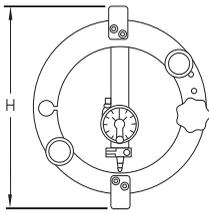
- 1 Das Messgerät GB 49 im Außenring mit Rollensatz ausrichten und die Stellschraube lösen, bis beide Messringhälften am Rollensatz anliegen.
- 2 Die Anzeige am Messgerät GB 49 auf null stellen.
- 3 Das Messgerät GB 49 mit der Stellschraube zusammendrücken und vom Außenring entfernen.
- 4 GB 49 mithilfe der Stellschraube zurücksetzen, sodass die Messuhr erneut null anzeigt.
- 5 Ein Bügelmessgerät am Messlehrendurchmesser von GB 49 ansetzen und die Anzeige des Bügelmessgeräts auf null stellen.
- 6 Den Innenring auf seinen kegeligen Sitz treiben und die Durchmessererweiterung mit dem Bügelmessgerät kontrollieren, bis die Messuhr null plus die gewünschte Vorspannung oder minus die gewünschte Lagerluft anzeigt.

Weitergehende Informationen, siehe *Einbau* auf Seite 280.

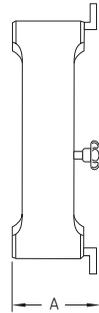
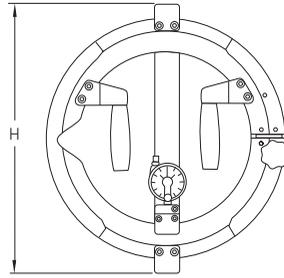
Genauigkeit

Die Genauigkeit des Messgeräts GB 49 beträgt weniger als $1\ \mu\text{m}$ für Größen ≤ 38 (GB 4920 bis GB 4938) und weniger als $2\ \mu\text{m}$ für Größen ≥ 40 (GB 4940 bis GB 4960).

8.4 Hüllkreismessgeräte der Reihe GB 49 für Zylinderrollenlager NNU 4920 BK/SPW33 – NNU 4960 BK/SPW33



GB 4920 ... GB 4938



GB 4940 ... GB 4960

| Lager Kurzzeichen | Hüllkreismessgerät Abmessungen | | Gewicht | Kurzzeichen |
|----------------------|-----------------------------------|-----|---------|-------------|
| | A | H | | |
| – | mm | | kg | – |
| NNU 4920 BK/SPW33 | 128 | 138 | 2,5 | GB 4920 |
| NNU 4921 BK/SPW33 | 128 | 143 | 3 | GB 4921 |
| NNU 4922 BK/SPW33 | 128 | 148 | 3 | GB 4922 |
| NNU 4924 BK/SPW33 | 133 | 162 | 3,5 | GB 4924 |
| NNU 4926 BK/SPW33 | 138 | 176 | 4 | GB 4926 |
| NNU 4928 BK/SPW33 | 138 | 186 | 4,5 | GB 4928 |
| NNU 4930 BK/SPW33 | 148 | 204 | 6 | GB 4930 |
| NNU 4932 BK/SPW33 | 148 | 212 | 6,5 | GB 4932 |
| NNU 4934 BK/SPW33 | 148 | 224 | 8 | GB 4934 |
| NNU 4936 BK/SPW33 | 157 | 237 | 9,5 | GB 4936 |
| NNU 4938 BK/SPW33 | 157 | 248 | 10,5 | GB 4938 |
| NNU 4940 BK/SPW33 | 105 | 263 | 12 | GB 4940 |
| NNU 4944 BK/SPW33 | 105 | 283 | 13 | GB 4944 |
| NNU 4948 BK/SPW33 | 105 | 303 | 14 | GB 4948 |
| NNU 4952 BK/SPW33 | 120 | 340 | 15 | GB 4952 |
| NNU 4956 BK/SPW33 | 120 | 360 | 17 | GB 4956 |
| NNU 4960 BK/SPW33 | 135 | 387 | 19 | GB 4960 |

Verzeichnisse

| | |
|--------------------------------|-----|
| Stichwortverzeichnis | 409 |
| Produktverzeichnis | 420 |

Stichwortverzeichnis

A

A

- Axiallager für Gewindetriebe 342, 364–365
- Axial-Radial-Zylinderrollenlager 333
- Schräggugellager 197
- zweiseitig wirkende Axial-Schräggugellager 303, 311
- abgedichtete Lager
 - Axiallager für Gewindetriebe 344–345
 - Fettspezifikationen 104
 - Lagerungsbeständigkeit 125
 - Schräggugellager 136, 192
 - Waschen 136, 345
- Abhebekräfte
 - für Axiallager für Gewindetriebe 94, 360
 - für Schräggugellager 91–92
 - für zweiseitig wirkende Axial-Schräggugellager 94
- Abhebekräfte 322–323
- Ableitung
 - für Öl-Luft-Schmierung 117
 - in einer mehrgängigen Labyrinthdichtungsanordnung 96–97
- Abmessungsnormen 46
- Abstandshülsen 78
- Abstandsringe
 - Auswirkung auf das Einlaufen der Lager 111
 - für Öl-Luft-Schmierung 116
 - für Schräggugellager 166–172, 192–193
 - für Zylinderrollenlager 78, 282–285
- Abstandsringe 278
- AC** 130, 196
- ACB** 196
- ACD** 196
- ACE** 196
- Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (NBR) 56
- Alterung 55–56, 101, 114, 125
- Anfahren
 - Auswirkung der Schmierfettfüllung 37
 - beim Einlaufen 111–112, 124
 - Kriterien für die Schmierfettwahl 100
 - Vorteile der Vorspannung 90
 - Vorteile von Hybridlagern 133, 268, 304
- Anflanschen
 - mit Kartuschen (für Gewindetriebe) 342–343, 372–373
 - mit zweiseitig wirkenden Lagern (für Gewindetriebe) 341, 370–371
- Anordnung der Lager 57
- Anordnungen mit senkrechten Wellen
 - Anwendungsfälle 61, 131–132
 - Auswirkung auf die Schmierfrist 109
 - mit Axiallagern für Gewindetriebe 346–347
 - mit Fettschmierung 99
 - mit Öl-Luft-Schmierung 117
- Anschlussteile 20
 - Genauigkeit von Sitzen und Anlaufflächen 75–77, 325–326
 - Genauigkeit von Sitzen und Anlaufflächen (für Gewindetriebe) 349
 - Regeln für den Ein- und Ausbau 88–89
- Anschmieren 133, 268, 304
- Anwendungsfälle
 - für Axiallager für Gewindetriebe 350–351
 - für Axial-Radial-Zylinderrollenlager 320
 - für Schräggugellager 58–64, 131–132
 - für zweiseitig wirkende Axial-Schräggugellager 57, 59
 - für Zylinderrollenlager 57–59, 62
 - für Werkzeugmaschinen 57–64
- Anzugsmomente
 - für Präzisionswellenmuttern 384–388
 - für Schräggugellager als Festlager 183–189
- äquivalente Lagerbelastungen
 - dynamisch 33
 - statisch 36
- Äther 56
- auf Lebensdauer geschmiert 101
- Aufbewahrung
 - von Lagern 125, 330
 - von Schmierstoffen 122
- Ausbau
 - von Präzisionswellenmuttern 380
 - von Stufenhülsen 80–81, 87
- Ausbau 123–124
 - Axiallager für Gewindetriebe 341
 - Gestaltung der Lagerungen 88–89
 - Schräggugellager 124
 - Zylinderrollenlager 124
- außermittige Lasten 327
- Auswahlkriterien 20–32
- axiale Befestigung 78–87
 - mit Präzisionswellenmuttern 78, 375–389
 - mit Stufenhülsen 79, 80–87
- axiale Klemmkräfte 184, 186–188
- axiale Klemmkräfte 184, 186–188
- axiale Spannschrauben 377, 378, 381
- axiale Steifigkeit
 - von Axiallagern für Gewindetriebe 339, 356–359
 - von Axial-Radial-Zylinderrollenlagern 322–323
 - von Schräggugellagern 173–182
 - von typischen Spindellageranordnungen 67
 - von zweiseitig wirkenden Axial-Schräggugellagern 309
 - von Zylinderrollenlagern 275–276
- axiale Verschiebbarkeit
 - in Schräggugellagern 31, 69, 91, 166
 - in Zylinderrollenlagern 31, 264, 269, 280
 - Kriterien für die Lagerauswahl 31
 - Kriterien für die Passungsauswahl 70, 72
- axiale Verschiebung 278–279, 280, 284
- axiale Vorspannung
 - in Axiallagern für Gewindetriebe 355–357, 358
 - in Axial-Radial-Zylinderrollenlagern 322–323
 - in Schräggugellagern 151–172
 - in zweiseitig wirkenden Axial-Schräggugellagern 308
- Axiallager
 - Axial-Radial-Zylinderrollenlager 319–335
 - einseitig wirkende Lager (für Gewindetriebe) 340, 366–367
 - Kartuschen (für Gewindetriebe) 342–343, 372–373
 - zweiseitig wirkende Lager 301–317
 - zweiseitig wirkende Lager (für Gewindetriebe) 341, 368–371

Hinweis: Vorsetzzeichen und Nachsetzzeichen sind **fett** dargestellt.

Verzeichnisse

- Axiallager für Gewindetriebe 337–373
 - abgedichtete Lager 339, 344–345
 - Abhebekräfte 94–360
 - Abmessungsnormen 353
 - Anschlussteile 349
 - Anwendungsfälle 350–351
 - äquivalente Lagerbelastungen 361–362
 - Ausbau 341
 - Ausführungsvarianten 22, 338–345
 - Auswahlkriterien 339
 - Berührungswinkel 340–341
 - Bezeichnungsschema 364–365
 - Drehzahlen 41, 43, 339, 344, 363
 - Einbau 123, 339, 345, 352, 362
 - einseitig wirkende Lager 340, 366–367
 - Erstbefüllung 101, 104–105
 - Fettbezugsmengen 104, 367
 - Fluchtungsfehler 346
 - Käfige 344
 - Kartuschen 342–343, 372–373
 - Lagerungen 346–348
 - Loslager 347
 - Markierungen 352
 - Momentsteifigkeit 357
 - Nachschmierung 106–109, 341, 344
 - Reibungsmoment 339, 346–360
 - Schmierung 99, 106, 342, 344
 - Steifigkeit 339, 356–359
 - Temperaturgrenzwerte 344–345
 - Toleranzklassen und Toleranzen 24, 353–354
 - Tragfähigkeit 30, 339, 346, 361
 - Universallager für den satzweisen Einbau 340, 346–348, 352
 - Vorspannung 50, 94, 355–357, 358
 - Waschen 345
 - zusammengepasste Sätze 340, 346–348
 - zweiseitig wirkende Lager 341, 368–372
- Axial-Radial-Zylinderrollenlager 319–335
 - Abhebekräfte 322–323
 - Abmessungsnormen 321
 - Anschlussteile 324–326, 330
 - Anwendungsfälle 320
 - Anzugsmomente 332
 - äquivalente Lagerbelastungen 327
 - Aufbewahrung 330
 - Ausführungsvarianten 22, 320
 - Befestigungsschrauben 330–332, 335
 - Bezeichnungsschema 333
 - Einbau 330–332
 - Einlaufen 324
 - Halteschrauben 330, 335
 - Käfige 320
 - Lagerschäden 322
 - Passungen 324–326
 - Produkttabelle 334–335
 - Reibung 322–323, 330
 - Schmierung 320, 324
 - Steifigkeit 322–323
 - Temperaturgrenzwerte 324
 - Toleranzklassen und Toleranzen 24, 321
 - Tragfähigkeit 30, 322, 327, 328–329
 - Transport 330
 - Vorspannung 322–323, 324
- Axial-Rollenkränze 320
- Axial-Schräggugellager
 - Ausführungsvarianten 21–22
 - einseitig wirkende Lager (für Gewindetriebe) 340, 366–367
 - Kartuschen (für Gewindetriebe) 342–343, 372–373
 - zweiseitig wirkende Lager 301–317
 - zweiseitig wirkende Lager (für Gewindetriebe) 341, 368–371
- B**
 - Axiallager für Gewindetriebe 365
- B**
 - Axiallager für Gewindetriebe 365
- Axial-Radial-Zylinderrollenlager 333
- Schräggugellager 196–197
- zweiseitig wirkende Axial-Schräggugellager 303, 311
- Zylinderrollenlager 286
- Barium-Dickungsmittel 110
- baumwollgewebeverstärkte Käfige 55
 - in Schräggugellagern 134–135
- Bearbeitungszentren
 - mit Axial-Radial-Zylinderrollenlagern 320
 - mit Schräggugellagern 62–63, 131–132, 141, 166
 - mit Zylinderrollenlagern 62
- Befestigungsschrauben
 - für Axiallager für Gewindetriebe 371, 373
 - für Axial-Radial-Zylinderrollenlager 330–332, 335
- Belastungen
 - Auswirkung auf die Schmierfrist 109
 - erforderliche Mindestbelastungen 34
 - Kriterien für die Lagerauswahl 30
 - Tragzahlen 33–36
- Bentonit 110
- berührungsfreie Dichtungen
 - in äußeren Dichtungsanordnungen 96–97
 - in Axiallagern für Gewindetriebe 32, 344–345
 - in Schräggugellagern 32, 136
- Berührungswinkel
 - Auswirkung auf das Drehvermögen 30
 - Auswirkung auf die Abhebekraft 91–92
 - Auswirkung auf die Steifigkeit 26, 68–69
 - Auswirkung auf die Tragfähigkeit 30
 - in Axiallagern für Gewindetriebe 340–341
 - in Schräggugellagern 130–131
 - in zweiseitig wirkenden Axial-Schräggugellagern 303
- Betriebsspiel
 - in Gehäuseisitzen 30, 74, 302
 - Lagerluft 50–51
- Betriebstemperaturen 37
 - Auswirkung auf die Schmierfrist 109
 - Auswirkung auf Vorspannung und Lagerluft 37
 - beim Einlaufen 112, 124
 - in Abhängigkeit der Drehzahl 38
 - in Abhängigkeit der Ölmenge 113
 - von Dichtungswerkstoffen 56
 - von Käfigwerkstoffen 55
- Bezeichnungsschemata
 - für Axiallager für Gewindetriebe 364–365
 - für Axial-Radial-Zylinderrollenlager 333
 - für Präzisionswellenmuttern 382
 - für Schräggugellager 196–197
 - für zweiseitig wirkende Axial-Schräggugellager 311
 - für Zylinderrollenlager 286
- blauer Farbstoff 393
- Bohrköpfe 60, 131, 132, 166
- Bohrmaschinen 131
- Breitenreihe 46
- Bruch 52
- brüniert 342
- Bügelmessgerät 405
- C**
- C**
 - Axiallager für Gewindetriebe 364
 - Schräggugellager 130, 196–197
 - zweiseitig wirkende Axial-Schräggugellager 311
- C2** 273, 286
- C3** 273, 286
- CB** 196
- CD** 196
- CE** 196
- CN** 273, 286
- CNC-Drehspindeln 57–58

Hinweis: Vorsetzzeichen und Nachsetzzeichen sind **fett** dargestellt.

D

D 196–197

Datensammler 96–97

DB

Axiallager für Gewindetriebe 342–343, 348, 365

Schrägkugellager 144, 197

zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager 311

DBA 308, 310, 311

DBB 308, 310, 311

Demontageflüssigkeiten 87

DF

Axiallager für Gewindetriebe 342–343, 348, 365

Schrägkugellager 144, 197

Dichte 37, 54

Dichtscheiben

in äußeren Dichtungsanordnungen 98

in Axiallagern für Gewindetriebe 32, 344–345

Dichtungslösungen 32, 95–98

Werkstoffe 56

Dickungsmittel auf Aluminiumbasis 110

Dickungsmittel 110

Dickungsmittel Lithiumseife

in abgedichteten Lagern 104

Kompatibilität 110

Kriterien für die Schmierfettwahl 99–100

Direktkontakt von Metallflächen 113

Distanzringe → Abstandsringe

Drehmaschinen 57–58, 131, 166

Drehmomentschlüssel 380

Drehstifte 379

Drehtische 320, 324

Drehzahlen 38–45

bei Fettschmierung 42–45

bei Ölschmierung 40–41, 44–45

erreichbare Drehzahlen 44

für typische Spindellageranordnungen 45

Kriterien für die Lagerauswahl 28

zulässige Drehzahlen 39

direkte Öl-Luft-Schmierung 120

Lagerausführungen und -abmessungen 136–140

Druckmaschinen 131

Druckölvorfahren

Abmessungen für Kanäle, Nuten und Bohrungen 88–89

Ausrüstungs- und Druckmedien 87

für Stufenhülsen 80, 86–87

für Zylinderrollenlager 285

DT

Axiallager für Gewindetriebe 348, 365

Schrägkugellager 144, 197

dünnwandige Ringe 75, 81, 123

Durchbiegung 66, 68

Durchmesserreihe → ISO-Durchmesserreihe

Durchschlagfestigkeit 54

dynamische Tragzahl 33

Dynamometer 131

E

E 196

Einbau 123–124

Axiallager für Gewindetriebe 339, 345, 352, 362

Axial-Radial-Zylinderrollenlager 330–332

Gestaltung der Lagerungen 88–89

Präzisionswellenmuttern 379–381

Schrägkugellager 136, 145, 194

Stufenhülsen 86–87

zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager 305, 310

Zylinderrollenlager 280–285

Einbau im angewärmten Zustand 123–124

abgedichtete Lager 136, 345

Schrägkugellager 194

Einheits-Umrechnungstabelle 10

Einlaufen 111–112

Auswirkung der Schmierfettfüllung auf die Reibung 37, 101, 124

von Axial-Radial-Zylinderrollenlagern 324

einreihige Zylinderrollenlager 264, 288–293

Abmessungsnormen 269

äquivalente Lagerbelastungen 277

Ausführungsvarianten 264

axiale Verschiebbarkeit 264, 269, 280

axiale Verschiebung 278–279

Drehzahlen 264, 268, 277

Einbau 278–279, 401

Erstbefüllung 101, 103, 105

Hybridlager 268

im Vergleich zu zweireihigen Zylinderrollenlagern 264

Käfige 264, 267

Lager der Grundausführung 264

Hochgeschwindigkeitslager 264

Lagerluft 273–274, 275, 278–279

Messlehren zur Kontrolle der Kegelsitze 391–407

Produkttabellen 288–293

Schmierungseigenschaften 268

Steifigkeit 275–276

Toleranzklassen und Toleranzen 24, 269–272

Vorspannung 275, 278

einseitig wirkende Axial-Schrägkugellager (für Gewindetriebe) 340, 366–367

abgedichtete Lager 344–345

Abmessungsnormen 353

Anwendungsfälle 350–351

Ausführungsvarianten 22, 340

Bezeichnungsschema 364–365

Drehzahlen 344, 363

Fettbezugsmengen 104, 367

im Vergleich zu anderen Lagern für Gewindetriebe 339

in Kartuschen 342–343, 372–373

Lagerungen 346–348

Produktabelle 366–367

Reibungsmoment 356, 360

Sätze 340, 346–348

Steifigkeit 356, 358

Temperaturgrenzwerte 344–345

Toleranzklassen und Toleranzen 24, 353–354

Tragfähigkeit 356, 361

Vorspannung 355–356

einseitig wirkende Lager 340, 366–367

in Kartuschen 342–343, 372–373

Einspritzgeräte 116–117

Eintauchen 106

Einzellager 141

elastische Verformung 66, 68

Elastizitätsmodul 54

elasto-hydrodynamische Schmierung (EHL) 100

elektrischer Widerstand 54

Elektrospindeln

Anforderungen an die Ölreinheit 122

mit Schrägkugellagern 62–64, 132

mit Zylinderrollenlagern 62, 264

Endscheiben 183–189

EP-Zusätze

Kompatibilität 55, 100

Kriterien für die Fettschmierung 99–100

Kriterien für die Ölschmierung 121

Ermüdungsfestigkeit 52–53, 141

erreichbare Drehzahlen 28, 44

bei Fettschmierung 42–43, 45

bei Ölschmierung 40–41, 45

Erstbefüllungen 101–105

Erwärmen von Lagern → Einbau im angewärmten Zustand

Ester 56

Esteröle

in abgedichteten Lagern 104

Kompatibilität 109

externe Dichtungen 95–98

Extreme-Pressure-Zusätze → EP-Zusätze

Hinweis: Vorsetzzeichen und Nachsetzzeichen sind **fett** dargestellt.

F

- F 130, 196–197
- FB** 196
- FE** 196
- Federkennlinien 91
- Federn 64, 90, 93, 165
- Fehlerbehebung 124
- Fest-/Loslagerungen 31
- Festigkeit → Schlagfestigkeit
- Fettbezugsmengen 101
 - für Axiallager für Gewindetriebe 104, 367
 - für Schrägkugellager 102, 199–261
 - für zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager 104, 313–317
 - für Zylinderrollenlager 103, 289–299
- Fettfüllungen
 - Auswirkung auf die Reibung 37
 - Erstbefüllung 101–105
 - in abgedichteten Axiallagern für Gewindetriebe 344
 - in abgedichteten Schrägkugellagern 136
- Fettschmierung 99–112
 - Einlaufen 111–112
 - erreichbare Drehzahlen 42–43
 - Erstbefüllung 101–105
 - Gebrauchsdauer 106
 - im Vergleich zur Ölschmierung (Drehvermögen) 45
 - Nachschmierung 106–109
- Feuchtigkeit
 - Auswirkung auf die Schmiereigenschaften 122
 - Auswirkung auf die Schmierfrist 109
 - Schutz mit Dichtungen 95
 - Schutz mit Fett 99
 - Schutz vor/während der Montage 123
- Feuchtigkeit 125
- Filterung 114, 117
- FKM → Fluor-Kautschuk (FKM)
- Flanschlagergehäuse 342–343, 372–373
- fliegend gelagerte Wellen 346–347, 350–351
- Fluchtungsfehler 75
 - in Axiallagern für Gewindetriebe 346
- Fluor-Kautschuk (FKM)
 - Dichtungen für Schrägkugellager 136
 - Werkstoffeigenschaften 56
- Fräsmaschinen 59, 62–63, 131–132, 141, 166

G

- G**
 - Axial-Radial-Zylinderrollenlager 320, 324, 333
 - Schrägkugellager 142, 196
- G...**
 - Axiallager für Gewindetriebe 355, 364–365
 - Schrägkugellager 151, 197
 - zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager 311
- GA**
 - Axiallager für Gewindetriebe 364
 - Schrägkugellager 196
- GB**
 - Axiallager für Gewindetriebe 364
 - Schrägkugellager 196
- GC** 196
- GD** 196
- Gebrauchsdauer
 - von Hybridlagern 34, 37, 52
 - von Lagern mit NitroMax-Stahlringen 52
 - von Schmierfett 99, 106
- Gehäusedeckel 79
 - in einer mehrgängigen Labyrinthdichtungsanordnung 96–97
- Genauigkeit
 - Definitionen der Toleranzsymbole 48–49
 - von Lagern 24–25
 - von Sitzen und Anlaufflächen 75–77, 325–326
 - von Sitzen und Anlaufflächen (für Gewindetriebe) 349

- Genauigkeit
 - von Lagern 24–25
 - von Sitzen und Anlaufflächen 75–77, 325–326
 - von Sitzen und Anlaufflächen (für Gewindetriebe) 349
- geometrische Genauigkeit
 - von Sitzen und Anlaufflächen 75–77, 325–326
 - von Sitzen und Anlaufflächen (für Gewindetriebe) 349
- Gewindebohrungen
 - in Gehäusen 88
 - in Wellen 89
- in zweiseitig wirkenden Axial-Schrägkugellagern 355
- Gewindestifte
 - in Axiallagern für Gewindetriebe 341
 - in Präzisionswellenmuttern 378, 380, 384–388
 - in zweiseitig wirkenden Axial-Schrägkugellagern 341
- Gewindetriebe 338, 350–351
- Gewindetrieblager → Axiallager für Gewindetriebe
- glasfaserverstärkte Käfige
 - in Schrägkugellagern 134–135
 - in Zylinderrollenlagern 264, 267, 268
- Werkstoffeigenschaften 55
- Gleiten 90–91, 322
 - Vorteile von Hybridlagern 133, 268, 304
- GMM** 342, 365
- Grenzdrehzahl 33

H

- H** 120, 137–139, 197
- H1** 120, 137–139, 197
- Hakenschlüssel mit Zapfen 379
- Halbleiterfertigung 61, 131
- Haltenuten 376
- Halteschrauben 330, 335
- Hammer 380
- Härtegrad
 - von NitroMax-Stahl 53
 - von Siliziumnitrid 54
 - von Wälzlagerstahl 51, 54
- HC**
 - Schrägkugellager 133, 197
 - zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager 304, 311
- HCS** 268, 286
- Hohlwellen
 - mit Stufenhülsen 81, 84
 - mit Zylinderrollenlagern 279
- Passungen 71
- Holzbearbeitungsmaschinen 132
- Hüllkreisdurchmesser 280, 392, 400, 404
- Hüllkreismessgeräte 280–283, 400–407
- Hülsen
 - Abstandshülsen 78
 - Stufenhülsen 79, 80–87
- Hybridlager
 - Auswirkung auf die Schmierfrist 106–108
 - Drehzahlen 38, 40–43
 - erweiterte Lebensdauer 34
 - mit NitroMax-Stahlringen 52–53, 141
 - Reibungsverhalten 37
 - Schrägkugellager 133, 141, 167, 198–261
 - Statische Tragzahl 36
 - Werkstoffeigenschaften 54
 - zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager 304, 312–317
 - Zylinderrollenlager 268, 288–293
- Hydraulikmuttern 86

I

- Induktions-Anwärmgeräte 123
 - zum Anwärmen abgedichteter Lager 136, 345
 - zum Montieren von Axial-Radial-Zylinderrollenlagern 330
- Innenschleifmaschinen 64, 132, 165

Hinweis: Vorsetzzeichen und Nachsetzzeichen sind **fett** dargestellt.

integrierte Berührungsdichtungen
Bauformen und Ausführungen 32
Gestaltung der Lagerungen 98
in Axiallagern für Gewindetriebe 344–345
in Schrägkugellagern 136

ISO
Durchmesserreihe 27, 46
Hüllbedingung 71–72
Maßpläne 46
Maßreihe 46
Överschmutzungsgrad 122
Toleranzgrade 77
Toleranzklassen 24, 73
Toleranznormen 46–47
IT-Toleranzgrade 77

J

Justieren
Präzisionswellenmuttern 380–381
Schrägkugellager 166–172, 192
Zylinderrollenlager 278–279, 280–283, 392

K

K 264–265, 286

Käfige
Funktion 23
in Axiallagern für Gewindetriebe 344
in Axial-Radial-Zylinderrollenlagern 320
in Schrägkugellagern 134–135
in zweiseitig wirkenden Axial-Schrägkugellagern 304–305
in Zylinderrollenlagern 264, 267, 268, 280
Werkstoffe 51, 55

Kalzium-Dickungsmittel
Kompatibilität 110
Kriterien für die Schmierfettauswahl 99–100

Kantenabstand 46–47
Definitionen der Toleranzsymbole 48
Höchstgrenzwerte der Kantenabstände 47, 50

Kartuschen 342–343, 372–373
Abmessungsnormen 353
Anwendungsfälle 350–351
Ausführungsvarianten 22, 342–343
Befestigung 342
Bezeichnungsschema 364–365
Dichtungslösungen 344–345
Drehzahlen 344, 363
im Vergleich zu anderen Lagern für Gewindetriebe 399
Oberflächenbehandlung 342
Produkttablelle 372–373
Reibungsmoment 359–360
Steifigkeit 358–359
Temperaturgrenzwerte 344–345
Toleranzklassen und Toleranzen 353–354
Vorspannung 355

kegelige Bohrung 264–265, 272

kegelige Lagersitze
Genauigkeitsprüfung mit einem Kegellehrring 393
Genauigkeitsprüfung mit einem Kegelmessgerät 396–397

Kegellehrringe 393–395
Kegelmessgeräte 396–399
Keilnuten 376

Kennzeichnungsnummern
auf zweiseitig wirkenden Axial-Schrägkugellagern 305
auf Zylinderrollenlagern 273, 280

Keramik 54
Ketone 55, 56
kinematische Viskosität → Viskosität
kohlenstofffaserverstärkte Käfige 55
in Schrägkugellagern 134–135
in Zylinderrollenlagern 264, 267

Kohlenwasserstoffe 56
Konsistenzklassen → NLGI-Konsistenzklassen
Korrosionsfestigkeit
Schutz mit Fett 100–101
Schutz vor der Montage 125
von NitroMax-Stahl 52–53
Korrosionsschutz 100–101, 125
Korrosionsschutzmittel 125
Kühlmittel 23, 51, 122
Kühlung 39, 99, 113, 116

L

L 120, 137–140, 197
L1 120, 139, 197

Labyrinthdichtungen
in einer mehrgängigen Dichtungsanordnung 96–97
integriert in Stufenhülsen 80, 84

Lage
axial 78–87
mit Präzisionswellenmuttern 376–377
mit Stufenhülsen 79, 80–87
radial 70–77

Lagerluft 50–51
Auswirkung auf die Reibung 37
in Zylinderrollenlagern 273–274, 275, 278–279

Lagerschäden
Bruch 52
Gleitreibungsansmierungen 133, 268, 304, 322
Verschleiß durch Schwingungen 100
Verunreinigung 124
Wandern 70

Lagerungsbeständigkeit 125
Lamellenringe 339, 344–345
Laufgenauigkeit
Definitionen der Toleranzsymbole 49
von Lagern 24–25
von Sitzen und Anlaufflächen 75–76, 325–326
von Sitzen und Anlaufflächen (für Gewindetriebe) 349

Lebensdauer 33–35
lineare Federn → Federn
Losbruchmoment 378
lose Passung 71
Auswirkung auf die Steifigkeit 31, 68
für Loslager gilt 31
radiale Befestigung 70

Luftstrom
Auswirkung auf Schmierfrist 109
in einem Öl-Luft-Schmiersystem 121
in einer äußeren Dichtungsanordnung 96

M

M
Schrägkugellager 197
zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager 304–305, 311

MA 134, 196

Markierungen
auf Axiallagern für Gewindetriebe 352
auf Schrägkugellagern 145, 194
auf zweiseitig wirkenden Axial-Schrägkugellagern 305
auf Zylinderrollenlagern 273, 280

Maßgenauigkeit
Definitionen der Toleranzsymbole 48–49
von Lagern 24–25
von Sitzen und Anlaufflächen 71–74, 325–326
von Sitzen und Anlaufflächen (für Gewindetriebe) 349

Maßreihe → ISO-Maßreihe
Maßstabilität → Wärmestabilisierung
Medizintechnik 131
Mehrschindelbohrköpfe 320
Messblöcke 282–283

Hinweis: Vorsetzzeichen und Nachsetzzeichen sind **fett** dargestellt.

Verzeichnisse

Messing

- Käfige in Schrägkugellagern 134–135
 - Käfige in zweiseitig wirkenden Axial-Schrägkugellagern 304–305
 - Käfige in Zylinderrollenlagern 265, 267
 - Werkstoffeigenschaften 55
- Messelehren 391–407
- für den Einbau von Zylinderrollenlagern 280–283
 - Kegellehrringe 393–395
 - Kegelmessgeräte 396–399
 - Hüllkreismessgeräte 280–283, 400–407
 - Messuhren 282
- Messtechnik 131
- Messuhren
- an Kegelmessgeräten 396
 - an Hüllkreismessgeräten 282–284, 400–401

Messuhren 282, 401

Mikroturbinen 131

Mindestbelastung 34

Mineralöle 56, 99

Kompatibilität 109

Mineralsäuren 56

Minimalmengenschmierung (MMS)

- mit Öl-Luft-Schmierung 116
- mit SKF Mikrodosiernsystem 121

Mischbarkeit 109–110

Momentenbelastungen

- auf Axiallagern für Gewindetriebe 346
- auf Axial-Radial-Zylinderrollenlagern 327, 328–329
- auf Schrägkugellagern 142, 167

Momentsteifigkeit 323

Montage 123–124

- von Präzisionswellenmuttern 379–381
- von Stufenhülsen 86–87, 123–124

Montagefüssigkeiten 87

motorisierte Spindeln → Elektroschindeln

N

Nachschmierung

- Auswirkung auf Reibungsmoment 37
- Intervalle und Anpassungen 106–109
- von abgedichteten Lagern 32, 101

Nadellager 347

Natrium-Dickungsmittel 110

NBR → Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (NBR)

nichtrostender Stahl → NitroMax-Stahl

NitroMax-Stahl 52–53

in Hybrid-Schrägkugellagern 141

NLGI-Konsistenzklassen 99

nominelle Lebensdauer 34

O

O-Anordnungen

- mit Axiallagern für Gewindetriebe 341, 342–343, 346–348
- mit Schrägkugellagern 142–144
- mit zweiseitig wirkenden Axial-Schrägkugellagern 303

Oberflächenbehandlungen 342

Oberflächenrauheit 75, 77, 325–326

offene Flamme 56

offene Lager

Erstbefüllung 101–105

Lagerungsbeständigkeit 125

Ölbad 114

erreichbare Drehzahlen 44

Öldurchflussmengen 113–114

Öldüsen 116–117

für Schrägkugellager 118, 199–261

für zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager 119, 313–317

für Zylinderrollenlager 119, 266, 289–299

Öle 121

Öleinspritzung 115

erreichbare Drehzahlen 44

Schmieröle 121

Öl-Luft 116–121

Auswirkung auf Lagertemperatur und Reibungsverluste 113

direkte Öl-Luft-Schmierung 120, 136–140

erreichbare Drehzahlen 40–41, 44

Schmieröle 121

Ölnebel 115

erreichbare Drehzahlen 44

Schmieröle 121

Ölschmierung 113–122

Auswirkung auf Temperatur und Reibungsverluste 113

im Vergleich zur Fettschmierung (Drehvermögen) 45

Överschmutzungsgrad 122

Schmieröle 121

Ötropfen 115

Ötumlaufschmierung 113, 114, 121

Övertellernuten 89

Ölwechselintervalle 121

Ölzuführbohrungen 89

O-Ringe

auf Schrägkugellagern 120, 136–140

in Stufenhülsen 81, 83

Ozon 56

P

P 378, 382

P2 197

P4 197

P4A 197

P4C 311

PA66 → Polyamid 66 (PA66)

PA9A 197

PAO 104

Parallelkinematische Maschinen (PKM) 131

Passungen

Auswirkung auf die Steifigkeit 68

Auswirkung auf Vorspannung und Lagerluft 50–51, 90, 94

Auswirkung von Oberflächenrauheit 75

axiale Befestigung 78–79

für Gehäuse 72–74, 326

für Wellen 71, 73–74, 325

radiale Befestigung 70

PBC 197

PBT 197

PCB-Bohrmaschinen 132

PE 341, 365

PEEK → Polyetheretherketon (PEEK)

PFC 197

PFT 197

PG 197

PHA 264, 267, 268, 286

Phenolharz

Käfige in Schrägkugellagern 134–135

Werkstoffeigenschaften 55

Pkw-Räder → Rennwagenradlager

Poliermaschinen 131

Polyamid 66 (PA66)

Käfige in Zylinderrollenlagern 264, 267

Werkstoffeigenschaften 55

Polyetheretherketon (PEEK)

Käfige in Schrägkugellagern 134–135

Werkstoffeigenschaften 55

Polyglykol 109

Polyharnstoff 110

Polymere

Käfige in Schrägkugellagern 134–135

Käfige in Zylinderrollenlagern 264, 267, 268, 280

Werkstoffeigenschaften 55–56

Polyphenylether 109

Präzisionswellenmuttern 78, 375–389

Abmessungsnormen 378

Hinweis: Vorsetzzeichen und Nachsetzzeichen sind **fett** dargestellt.

Ausbau 379–380
 Ausführungen 376–377
 Bezeichnungsschema 382
 Einstellung beim Einbau 380–381
 Gewinennormen 378
 im Vergleich zu Stufenhülsen 79
 Losbrechmoment 378
 mit axialen Spannschrauben 377, 388–389
 mit Sicherungsstiften 376, 384–387
 Montage 379–381
 Produkttabellen 384–389
 Schlüssel 379, 384–388
 Schmierung 378
 Toleranzen 378
 Vorspannung 376–377
 Werkstoffe 378
 Presspassungen 71
 Auswirkung auf Vorspannung und Lagerluft 50–51
 axiale Befestigung 78–79
 für Schrägkugellager 74
 für Stufenhülsen 80–81, 84
 für Zylinderrollenlager 31, 74
 radiale Befestigung 70
 Probelauf 124
 Probemontage 282–285
PT 197
 PTFE 109
 Pumpeffekte 96

Q

QBC
 Axiallager für Gewindetriebe 342–343, 348, 365
 Schrägkugellager 144, 197
QBT
 Axiallager für Gewindetriebe 348, 365
 Schrägkugellager 144, 197
QFC
 Axiallager für Gewindetriebe 342–343, 348, 365
 Schrägkugellager 144, 197
QFT
 Axiallager für Gewindetriebe 348, 365
 Schrägkugellager 144, 197
QT
 Axiallager für Gewindetriebe 348, 365
 Schrägkugellager 144, 197
 Querschnittshöhe
 Auswirkung auf das Drehvermögen 38
 Kriterien für die Lagerauswahl 27

R

radiale Befestigung 70–77
 radiale Lagerluft 30, 74, 288
 radiale Steifigkeit 68–69
 von Axial-Radial-Zylinderrollenlagern 322–323
 von typischen Spindellageranordnungen 67
 von Zylinderrollenlagern 275–276
 Radialluft 50–51
 in Zylinderrollenlagern 273–274, 275, 278–279
 Reibung 37
 Auswirkung auf das Drehvermögen 38–39
 Auswirkung von Vorspannung und Lagerluft 37
 bei Fettschmierung 37, 100, 111
 bei Ölschmierung 113–115
 erzeugt durch Dichtungen 96, 98
 mit Hybridlagern 37
 Reibungsmoment
 bei Fettschmierung 111
 in Axiallagern für Gewindetriebe 357, 360
 in Axial-Radial-Zylinderrollenlagern 322–323
 Reibungsverluste 53, 99, 113

Rekonditionierung 125
 Rennwagenradlager 131
 Ringe → Abstandshülsen
 Roboter 131
RS 344–345, 363, 364
RZ 344–345, 363, 364

S

S 136, 196
 Sätze
 von Axiallagern für Gewindetriebe 340, 346–348
 von Schrägkugellagern 141–144
 Schiffskreisel 131
 Schlagfestigkeit 52–53
 Schleifmaschinen 64, 93, 131, 132
 Schleifzugaben
 für Abstandsringe für Schrägkugellager 166–172
 für Innenringe von Zylinderrollenlagern 267
 Schlüssel 379, 384–388
 Schmiegun 26, 131, 132
 Schmierbohrungen
 in Axiallagern für Gewindetriebe 341
 in Axial-Radial-Zylinderrollenlagern 324
 in Schrägkugellagern 120, 136–140
 in zweiseitig wirkenden Axial-Schrägkugellagern 304
 in Zylinderrollenlagern 266
 Schmierfette
 Aufbewahrung 122
 Auswahlkriterien 99–100
 Dichtungsmittel-Kompatibilität 110
 in abgedichteten Lagern 104
 SKF Schmierfette 99
 Schmierfristen 117
 Schmieröle → Öle
 Schmierstoffe
 Aufbewahrung 122
 Fette 99–101, 104, 110
 Öle 121
 Schmierstoffverdrängung 52, 264
 Schmierung
 Öl 113–122
 Schmierfette 99–112
 Schneidflüssigkeiten 96, 106, 122
 Schrägkugellager 127–261
 abgedichtete Lager 136, 192
 Abhebkräfte 91–92
 Abmessungsnormen 146
 Anwendungsfälle 58–64, 131–132
 äquivalente Lagerbelastungen 190–191
 Ausbau 124
 Ausführungsvarianten 21, 128–141
 axiale Verschiebbarkeit 31, 69, 91, 166
 Befestigung 183–189
 Befestigung von Lagerringen 183–189
 Berührungswinkel 130–131
 Bestellmöglichkeiten 141
 Bezeichnungsschema 196–197
 Drehzahlen 28–29, 38–40, 42, 192–193
 Einbau 123, 136, 145, 194
 Einbau mit Abstandsringen 166–172, 192–193
 Einstellung beim Einbau 166–172, 192
 Erstbefüllung 101–102, 105
 federbelastet 64, 90, 93, 165, 190
 Fettbezugsmengen 102, 199–261
 Hochleistungslager 129, 131
 Hybridlager 133, 141, 167, 198–261
 Käfige 134–135
 Hochgeschwindigkeitslager 129, 132
 Lagerungen 141–144
 Markierungen 145, 194
 Maßreihe 27, 129, 130
 mit NitroMax-Stahrringen 52–53, 141

Verzeichnisse

Passungen 71–74
Positionen der Öldüsen 118, 199–261
Produkttablelle 198–261
Schmierfristen 106–109
Schmierung (Fett) 99–112, 136, 192
Schmierung (Öl) 113–122, 136–140, 192
Sortiment 128–129
Steifigkeit 67–69, 173–182
Temperaturanstieg in Abhängigkeit der Drehzahl 38
Temperaturgrenzwerte 136
Toleranzklassen und Toleranzen 24, 146–150
Tragfähigkeit 30, 189
Universallager für den satzweisen Einbau 141–144, 194
Varianten der direkten Öl-Luft-Schmierung 120, 136–140
Vorspannung 50, 69, 90–93, 151–172
Wiederverwendung 124
zusammengepasste Sätze 141–144

Schrauben
Befestigungsschrauben 330–332, 335, 371, 373
Halteschrauben 330, 335

Schutzvorrichtungen 381

Schwenkbewegungen
Kriterien für die Schmierfettauswahl 99
mit Axial-Radial-Zylinderrollenlagern 328

Schwingungen
Fehlerbehebung 124
Kriterien für die Schmierfettauswahl 99–100

Seifen 110

Seriennummern
auf Schrägkugellagern 145
auf zweiseitig wirkenden Axial-Schrägkugellagern 305

Sicherheitsfaktoren → statische Tragsicherheitsfaktoren

Sicherungsscheiben 376

Sicherungsstifte 376

Silikon-Methyl 109

Silikon-Phenyl 109

Siliziumnitrid (Si_3N_4)
in Hybrid-Schrägkugellagern 133
in Hybrid-Zylinderrollenlagern 268
in zweiseitig wirkenden Hybrid-Axial-Schrägkugellagern 304

Werkstoffeigenschaften 54

Siliziumscheiben 61

Sinterstahl 378, 382

Sitze
Genauigkeit 75–77, 324–326
Genauigkeit (für Gewindetriebe) 349
Passungen 70–74, 324–326
Passungen (für Gewindetriebe) 349

SKF Hochgenauigkeitslager der Reihe „Super-precision bearings“
Auswahlkriterien 20–32
Bauformen und Ausführungen 21–22

SKF LubeSelect 100

SKF Mikrodosiersystem 121

SKF Spindel-Servicezentren 125, 166

SKF Spindelsimulator 33, 358

SP
zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager 311
Zylinderrollenlager 273, 286

Spannhülsen 376

SPC2 273, 286

Spindeln
Anwendungsfälle 57–64
Service 125, 166

Spindel-Servicezentren → SKF Spindel-Servicezentren

Spindelsimulator → SKF Spindel Simulator

Spritzschutz 96–97

Stähle 51–54
statische Lasten 36
statische Tragsicherheitsfaktoren 36
statische Tragzahl 36

Staub
Auswirkung auf die Schmierfrist 109
Schutz vor/während der Montage 123

Steifigkeit 66–69
Kriterien für die Lagerauswahl 26–27
Steifigkeit 66–69

von Axiallagern für Gewindetriebe 339, 356–359
von Axial-Radial-Zylinderrollenlagern 322–323
von Schrägkugellagern 173–182
von zweiseitig wirkenden Axial-Schrägkugellagern 309
von Zylinderrollenlagern 275–276

Stifte → Gewindestifte

Stoßbelastungen
Eignung für Federvorspannung 93
Kriterien für die Berechnung der Lebensdauer 35
Kriterien für die Schmierfettauswahl 98–99
Zulässige statische Belastungen 36

Stufenhülsen 79, 80–87
Abmessungen 81–83
Ausbau 87
Ausführungen 80, 84
Material 84
mit O-Ring 80, 81, 83
Montage 86–87, 123–124
ohne O-Ring 80, 81–82
Passungen 80, 84
Tragfähigkeit 84–85

Stützlager für Kugelgewindetriebe → Axiallager für Gewindetriebe

synthetische Öle
Auswirkung auf Käfigwerkstoffe 55
Kompatibilität 109
Kriterien für die Schmierfettauswahl 99

Systemsteifigkeit → Steifigkeit

T

Taktbetrieb 35, 106

Tandem-Anordnungen
mit Axiallagern für Gewindetriebe 346–348
mit Schrägkugellagern 142–144

TBT

Axiallager für Gewindetriebe 348, 365
Schrägkugellager 144, 197

Teilapparate 320

Teleskope 131

Temperaturen
Betriebs- 37
Umgebungs- 39

TFT

Axiallager für Gewindetriebe 348, 365
Schrägkugellager 144, 197
thermische Verkürzung 31

TN 264, 267, 286

TN9

zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager 304–305, 311
Zylinderrollenlager 264, 267, 286

TNHA

Schrägkugellager 134, 196
Zylinderrollenlager 264, 267, 268, 286

Toleranzen 47

Symbole und Definitionen 48–50

Toleranzgrade → IT-Toleranzgrade

Toleranzklassen
für Lager 24–25

für Sitze 71–74, 325–326

für Sitze (für Gewindetriebe) 349

Tolerierungsprinzip → ISO-Tolerierungsprinzip

TT

Axiallager für Gewindetriebe 348, 365
Schrägkugellager 144, 197

Turbolader 131

U

Übergangspassungen 71

Umfangslast am Außenring 71–72

Umfangsnuten

in Axiallagern für Gewindetriebe 341

Hinweis: Vorsetzzeichen und Nachsetzzeichen sind **fett** dargestellt.

in Schrägkugellagern 120, 136–140
 in Wellen 96–97
 in zweiseitig wirkenden Axial-Schrägkugellagern 303–304
 in Zylinderrollenlagern 266

Umgebungstemperatur
 Auswirkung auf die Lagerdrehzahl 39
 Kriterien für die Schmierfettwahl 99

Umweltschutz
 für Fluor-Kautschuk (FKM) 56
 für Öl-Luft-Schmierung 116
 für Öl-Nebel-Schmierung 115

Universallager für den satzweisen Einbau
 Axiallager für Gewindetriebe 340, 346–348, 352
 Schrägkugellager 141–144, 194

Unwucht → Laufgenauigkeit

UP
 zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager 311
 Zylinderrollenlager 286

V

V 141, 196

Verdrängung 111, 113

Verschiebeweg → axialer Verschiebeweg

Verschleiß
 -festigkeit von Hybridlagern 34
 -festigkeit von NitroMax-Stahl 52
 Verschleiß durch Schwingungen 100

Verunreinigung
 Auswirkung auf die Schmierfrist 109
 ISO-Ölverschmutzungsgrad 122
 Lagerschäden 124
 Schutz mit Dichtungen 32, 95–98
 Schutz mit Fett 99
 Schutz mit Öl 114, 116
 Schutz vor/während der Montage 123, 125

V-förmige Markierungen
 auf Axiallagern für Gewindetriebe 352
 auf Schrägkugellagern 145
 auf zweiseitig wirkenden Axial-Schrägkugellagern 305

Viskosität
 Kriterien für die Schmierfettauswahl 99–100
 von Fett in abgedichteten Lagern 104
 von Montage- und Demontageflüssigkeiten 87
 von Schmierölen 121

Viskosität des Grundöls → Viskosität
 vorgeschliffene Laufbahnen 267

Vorspannung 90–94
 Auswirkung auf das Drehvermögen 64
 Auswirkung auf die Reibung 37
 Auswirkung auf die Schmierfrist 108
 in Axiallagern für Gewindetriebe 50, 94, 341, 355–357, 358
 in Axial-Radial-Zylinderrollenlagern 322–323, 324
 in Präzisionswellenmuttern 376–377
 in Schrägkugellagern 50, 69, 90–93, 151–172
 in zweiseitig wirkenden Axial-Schrägkugellagern 50, 94, 308
 in Zylinderrollenlagern 50–51, 94, 275, 278

VR521 286

VU001 267, 286

W

W33
 zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager 311
 Zylinderrollenlager 266, 286

W33X 286

Wandern 70

Wärmeausdehnung 31
 Auswirkung auf Vorspannung und Lagerluft 50–51, 93
 von Silikonitrid gegenüber Stahl 54

Wärmeausdehnungskoeffizient
 Auswirkung auf die Vorspannung 162

von NitroMax-Stahl 53
 von Silikonitrid gegenüber Stahl 54

Wärmebehandlung
 von Chromstahl 51
 von NitroMax-Stahl 52–53

Wärmestabilisierung 51, 53

Waschen
 abgedichteter Lager 32, 136, 345
 der Lager vor dem Nachschmieren 109

Wasser
 Auswaschen 100
 Auswirkung auf die Schmierstoff-Lagerungsbeständigkeit 122
 -festigkeit von NBR 56
 Kriterien für die Schmierfettauswahl 99–100
 wasserfreie Hydrofluoride 56

Wellenausrichtung
 Auswirkung auf die Schmierfrist 109
 Kriterien für die Öl-Luft-Schmierung 117
 Kriterien für die Schmierfettwahl 99–100

Wellenmuttern → Präzisions-Wellenmuttern

Wellensysteme 20

Werkstoffe 51–56
 für Dichtungen 56
 für Käfige 55
 für Lager 51–54
 für Präzisionswellenmuttern 378

Werkzeugmaschinen
 Anwendungsfälle 57–64, 131–132
 Kriterien für die Lagerauswahl 23–32
 Werkzeugmaschinenspindeln → Spindeln

Wiederverwendung von Lagern 124

Winkligkeit 76

X

X-Anordnungen
 mit Axiallagern für Gewindetriebe 342–343, 346–348
 mit Schrägkugellagern 142–144

Z

Zentrierspitzen 59, 131

Zentrifugalkräfte
 in Hybridlagern 34, 37
 in Schrägkugellagern 132, 162, 166, 167

Zerspanungsmaschinen 57–63, 132

Zonenverkürzung 36

Zugaben → Schleifzugaben

Zulässige Drehzahlen 39

zusammengepasste Sätze
 von Axiallagern für Gewindetriebe 340, 346–348
 von Schrägkugellagern 141–144

Zuverlässigkeit 34–35
 Auswirkung auf die Schmierfrist 109

zweireihige Zylinderrollenlager 265, 294–299

Abmessungsnormen 269

Anwendungsfälle 57
 äquivalente Lagerbelastungen 277
 Ausführungsvarianten 21, 265–267
 axiale Verschiebbarkeit 264, 269, 280
 axiale Verschiebung 278–279

Drehzahlen 264, 268, 277

Einbau 280–285, 401, 405

Erstbefüllung 101, 103, 105

Fettbezugsmengen 103

Hybridlager 268
 im Vergleich zu einreihigen Zylinderrollenlagern 264

Käfige 267

Lagerluft 273–274, 275, 278

Messlehren zur Kontrolle der Kegelsitze 391–407

Positionen der Öldüsen 119, 266, 295–299

Produkttabellen 294–299

Verzeichnisse

- Schleifzugaben 267
- Steifigkeit 275–276
- Toleranzklassen und Toleranzen 24, 269–272
- Vorspannung 275, 278
- zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager 301–317
 - Abhebkräfte 94
 - Abmessungsnormen 306
 - Anwendungsfälle 57, 59
 - äquivalente Lagerbelastungen 310
 - Ausführungsvarianten 21–22, 302–305
 - Berührungswinkel 303
 - Bezeichnungsschema 311
 - Drehzahlen 38, 41, 43, 310
 - Einbau 123, 305, 310
 - Erstbefüllung 101, 104–105
 - Fettbezugsmengen 104, 313–317
 - Hybridlager 304, 312–317
 - in Kombination mit Zylinderrollenlagern 302–303
 - Käfige 304–305
 - Kennzeichnung/Seriennummern 305
 - Lager der Grundausführung 302–303, 312–317
 - Hochgeschwindigkeitslager 302–303, 312–317
 - Markierungen 305
 - Passungen 71–72, 74, 308
 - Positionen der Öldüsen 119, 313–317
 - Produkttabellen 312–317
 - Radiallagerluft im Gehäuse 30, 74, 302
 - Schmierfristen 106–109
 - Schmierung (Öl) 116–117, 119
 - Schmierungseigenschaften 303–304
 - Steifigkeit 67, 309
 - Temperaturanstieg in Abhängigkeit der Drehzahl 38
 - Toleranzklassen und Toleranzen 24, 306–307
 - Tragfähigkeit 30
 - Vorspannung 50, 94, 308
- zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager (für Gewindetriebe) 341, 368–371
 - abgedichtete Lager 344–345
 - Abmessungsnormen 353
 - Bezeichnungsschema 364–365
 - Drehzahlen 344, 363
 - im Vergleich zu anderen Lagern für Gewindetriebe 339
 - Produkttabellen 368–371
 - Reibungsmoment 357, 360
 - Steifigkeit 357–358
 - Temperaturgrenzwerte 344–345
 - Toleranzklassen und Toleranzen 353–354
 - Vorspannung 355, 357
 - zum Anflanschen 341, 370–371
- zweiseitig wirkende Lager 301–317
 - für Gewindetriebe 341, 368–371
- Zylinderrollenlager 263–299
 - Abmessungsnormen 269
 - Anwendungsfälle 57–59, 62
 - äquivalente Lagerbelastungen 277
 - Ausbau 124
 - Ausführungsvarianten 21, 264–268
 - axiale Verschiebbarkeit 31, 264, 269, 280
 - axiale Verschiebung 278–279, 280, 284
 - Bezeichnungsschema 286
 - Drehzahlen 28, 40, 42, 264, 268, 277
 - Einbau 278–279, 280–285, 401, 405
 - Einbau mit Abstandsringen 78, 282–285
 - einreihige Lager 264, 288–293
 - Einstellung beim Einbau 278–279, 280–283, 392
 - Erstbefüllung 101, 103, 105
 - Fettbezugsmengen 103, 289–299
 - Flansche 264
 - Gestaltung der Lagerungen 278–280
 - Hybridlager 268, 288–293
 - in Kombination mit zweiseitig wirkenden Lagern 302–303
 - Käfige 264, 267, 268, 280
 - Kennzeichnungsnummern 273, 280
 - Lagerluft 273–274, 275, 278–279
 - Markierungen 273, 280
 - Messlehren zur Kontrolle der Kegelsitze 391–407
 - mit kegeliger Bohrung 264–265, 272
 - mit vorgeschliffener Laufbahn 267
 - Nachschmierung 106–109, 266
 - Passungen 71–72, 74
 - Positionen der Öldüsen 119, 266, 289–299
 - Produkttabellen 288–299
 - Schleifzugaben 267
 - Schmierungseigenschaften 266, 268
 - Steifigkeit 275–276
 - Temperaturanstieg in Abhängigkeit der Drehzahl 38
 - Toleranzklassen und Toleranzen 24, 269–272
 - Tragfähigkeit 30
 - Vorspannung 50–51, 94, 275, 278
 - Wiederverwendung 124
 - zweireihige Lager 265–267, 294–299

Hinweis: Vorgesetzzeichen und Nachsetzzeichen sind **fett** dargestellt.

Produktverzeichnis

| Kurzzeichen | Produkt | Produkttabellen | |
|--------------------------|--|-----------------|---------------------|
| | | Nr. | Seite ¹⁾ |
| 70.. | Schrägkugellager | 2.1 | 198 |
| 70../..H | Schrägkugellager für die direkte Öl-Luft-Schmierung | 2.1 | 198 |
| 70../..H1 | Schrägkugellager für die direkte Öl-Luft-Schmierung | 2.1 | 198 |
| 70../..L | Schrägkugellager für die direkte Öl-Luft-Schmierung | 2.1 | 198 |
| 70../..L1 | Schrägkugellager für die direkte Öl-Luft-Schmierung | 2.1 | 198 |
| 70../HC | Hybrid-Schrägkugellager | 2.1 | 198 |
| 70../HC..H | Hybrid-Schrägkugellager für die direkte Öl-Luft-Schmierung | 2.1 | 198 |
| 70../HC..H1 | Hybrid-Schrägkugellager für die direkte Öl-Luft-Schmierung | 2.1 | 198 |
| 70../HC..L | Hybrid-Schrägkugellager für die direkte Öl-Luft-Schmierung | 2.1 | 198 |
| 70../HC..L1 | Hybrid-Schrägkugellager für die direkte Öl-Luft-Schmierung | 2.1 | 198 |
| 718.. | Schrägkugellager | 2.1 | 198 |
| 718../HC | Hybrid-Schrägkugellager | 2.1 | 198 |
| 719.. | Schrägkugellager | 2.1 | 198 |
| 719../..H | Schrägkugellager für die direkte Öl-Luft-Schmierung | 2.1 | 198 |
| 719../..H1 | Schrägkugellager für die direkte Öl-Luft-Schmierung | 2.1 | 198 |
| 719../..L | Schrägkugellager für die direkte Öl-Luft-Schmierung | 2.1 | 198 |
| 719../HC | Hybrid-Schrägkugellager | 2.1 | 198 |
| 719../HC..H | Hybrid-Schrägkugellager für die direkte Öl-Luft-Schmierung | 2.1 | 198 |
| 719../HC..H1 | Hybrid-Schrägkugellager für die direkte Öl-Luft-Schmierung | 2.1 | 198 |
| 719../HC..L | Hybrid-Schrägkugellager für die direkte Öl-Luft-Schmierung | 2.1 | 198 |
| 72.. | Schrägkugellager | 2.1 | 198 |
| 72../HC | Hybrid-Schrägkugellager | 2.1 | 198 |
| BEAM .. | Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager zum Anflanschen | 6.3 | 370 |
| BEAS .. | Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager | 6.2 | 368 |
| BSA 2.. | Einseitig wirkende Axial-Schrägkugellager | 6.1 | 366 |
| BSA 3.. | Einseitig wirkende Axial-Schrägkugellager | 6.1 | 366 |
| BSD .. | Einseitig wirkende Axial-Schrägkugellager | 6.1 | 366 |
| BTM .. | Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager | 4.1 | 312 |
| BTM ../HC | Zweiseitig wirkende Hybrid-Axial-Schrägkugellager | 4.1 | 312 |
| BTW .. | Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager | 4.1 | 312 |
| DMB .. | Kegelmessgeräte | 8.2 | 398 |
| FBSA 2.. | Kartuschen mit Flanschlagergehäuse | 6.4 | 372 |
| GB 10.. | Hüllkreismessgeräte für Zylinderrollenlager | 8.3 | 402 |
| GB 30.. | Hüllkreismessgeräte für Zylinderrollenlager | 8.3 | 402 |
| GB 49.. | Hüllkreismessgeräte für Zylinderrollenlager | 8.4 | 406 |
| GRA 30.. | Kegellehrringe | 8.1 | 394 |
| KMD .. | Präzisions-Wellenmuttern mit Spannschrauben | 7.3 | 388 |
| KMT .. | Präzisions-Wellenmuttern mit Sicherungsstiften | 7.1 | 384 |
| KMTA .. | Präzisions-Wellenmuttern mit Sicherungsstiften | 7.2 | 386 |
| N 10.. | Einreihige Zylinderrollenlager | 3.1 | 288 |
| N 10../HC5 | Einreihige Hybrid-Zylinderrollenlager | 3.1 | 288 |
| NN 30.. | Zweireihige Zylinderrollenlager | 3.2 | 294 |
| NN 30../..W33(X) | Zweireihige Zylinderrollenlager mit Schmiervorrichtungen | 3.2 | 294 |
| NNU 49.. | Zweireihige Zylinderrollenlager | 3.2 | 294 |
| NNU 49../..W33(X) | Zweireihige Zylinderrollenlager mit Schmiervorrichtungen | 3.2 | 294 |
| NRT .. | Axial-Radial-Zylinderrollenlager | 5.1 | 334 |

¹⁾ Startseite der Produkttabelle

| Kurzzeichen | Produkt | Produkttabellen | |
|------------------|--|-----------------|---------------------|
| | | Nr. | Seite ¹⁾ |
| S70.. | Abgedichtete Schrägkugellager | 2.1 | 198 |
| S70../HC | Abgedichtete Hybrid-Schrägkugellager | 2.1 | 198 |
| S719.. | Abgedichtete Schrägkugellager | 2.1 | 198 |
| S719../HC | Abgedichtete Hybrid-Schrägkugellager | 2.1 | 198 |
| S72.. | Abgedichtete Schrägkugellager | 2.1 | 198 |
| S72../HC | Abgedichtete Hybrid-Schrägkugellager | 2.1 | 198 |

¹⁾ Startseite der Produktabelle

