Hochgenaue Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe

Inhalt

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

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

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

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

SKF – Kompetenz für Bewegungstechnik

A Produktinformationen

Hochgenaue Axial-Schrägkugellager von SKF-SNFA für Gewindetriebe . . 3

Ein umfangreiches Sortiment 4
Einseitig wirkende Axial-Schrägkugellager 4
Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager 4
Flanschlagereinheiten 5
Maßgeschneiderte Ausführung 5

Ein neues Design: Sichtbare und unsichtbare Konstruktionsvorteile . 6
Optimierte innere Konstruktion 8
Laufbahn-Schulter-Übergang 8
Engere Toleranzen 8
Reibungsarme Dichtungen 9
Einzigartige Wärmebehandlung 9

Vorteile in vielen Branchen 10

B Empfehlungen

Lagerauswahl 12
Axiale Steifigkeit 12
Auswahl einseitig wirkender Lager nach Steifigkeit 14
Lagerauswahl nach Drehzahlen 18
Betriebsdrehzahlen 18

Lageranordnungen 19
Lagersätze 19
Aufnahme von Schiefstellungen 20
Loslager 20
Umbauteile 20
Anwendungsbeispiele 22

Schmierung 23
Schmierung offener Lager 23
Nachschmieren 24
Einlaufen fettgeschmierter Lager 24

C Produktdaten

Einseitig wirkende Axial-Schrägkugellager 26
Zusammengepasste Lagersätze 26
Abgedichtete Lager 26
Fettgeschmierte Lager 26

Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager 27

Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager zum Anflanschen 28

Flanschlagereinheiten 29

Allgemeine Lagerdaten 30
Abmessungen 30
Toleranzen 30
Vorspannung von nicht eingebauten Lagern 30
Reibmoment 31
Abhebkraft 31
Axiale Tragfähigkeit 32
Käfige 32
Tragzahlen von Lagersätzen 33
Äquivalente dynamische Lagerbelastung 33
Äquivalente statische Lagerbelastung . 33
Markierungen auf dem Lager 34
Verpackung 35
Lagerbezeichnungen 35
Bezeichnungsschema 36

Produkttabellen 38
C.1 . . . Einseitig wirkende Axial-Schrägkugellager 38
C.2 . . . Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager 40
C.3 . . . Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager zum Anflanschen . . 42
C.4 . . . Flanschlagereinheiten 44

D Weitere Informationen

SKF – Kompetenz für Bewegungstechnik 46

Hochgenaue Axial-Schrägkugellager von SKF-SNFA für Gewindetriebe

Gewindetriebe in Werkzeugmaschinen müssen Werkstücke und Maschinenteile schnell, effizient und genau führen. Die dafür erforderliche Steifigkeit wird durch Hochgenauigkeitslager gewährleistet, die an beiden Gewindetrieb-Enden montiert werden und für hohe Beschleunigungen und Drehzahlen ausgelegt sind. SKF und SNFA haben gemeinsam Hochgenauigkeitslager speziell für die Anforderungen von Gewindetrieben entwickelt.

Die neuen Axial-Schrägkugellager zeichnen sich durch folgende Eigenschaften aus:

- hohe axiale Steifigkeit
- hohe axiale Tragfähigkeit
- sehr hohe Laufgenauigkeit
- niedriges Reibungsmoment
- Aufnahme hoher Drehzahlen und Beschleunigungen

Die SKF-SNFA Axial-Schrägkugellager wurden für Gewindetriebe entwickelt. Sie eignen sich aber auch für andere Anwendungsfälle, in denen eine zuverlässige radiale und axiale Aufnahme bei hochgenauer Axialführung der Welle benötigt wird. Die Besonderheiten dieser Lager werden auf den folgenden Seiten beschrieben.

Umfangreiches Angebot

Das SKF-SNFA Sortiment kann praktisch alle Anforderungen erfüllen, die an Lager für Gewindetriebe gestellt werden. Mit einseitig wirkenden Lagern kann eine Vielzahl unterschiedlicher Lageranordnungen realisiert werden. Zweiseitig wirkende Lager reduzieren die Anzahl der erforderlichen Komponenten. Flanschlagereinheiten und anflanschbare Lager lassen sich schnell und einfach einbauen. Abgedichtete Lager sorgen auch in schwierigen Umgebungen für eine hohe Betriebssicherheit. Ausführliche Informationen über das Sortiment von SKF-SNFA finden Sie auf den folgenden Seiten.

Ein umfangreiches Sortiment

Das SKF-SNFA Sortiment hält Lager für praktisch jede denkbare Gewindetrieb-Applikation bereit. Alle Lager werden vom gleichen Anbieter geliefert. Das Sortiment besteht aus folgenden Lagern:

- Einseitig wirkende Lager für Lageranordnungen, individuell eingestellt und mit verbesserten Leistungsdaten (neue SKF-SNFA Ausführung).
- Zweiseitig wirkende Lager für den schnellen und einfachen Einbau (bewährte SKF Ausführung).
- Flanschlagereinheiten mit einseitig wirkenden SKF-SNFA Lagern (Kombination der Vorteile von SKF-SNFA Lagern und einbaufertigen Einheiten).

Einseitig wirkende Axial-Schrägkugellager

Einseitig wirkende Lager haben alle Eigenschaften, die für leistungsstarke Gewindetriebe benötigt werden, sind aber nicht auf diesen Anwendungsfall beschränkt. Die Lager haben folgende Merkmale:

- sehr hohe axiale Steifigkeit
- niedriges Reibungsmoment
- Realisierung hoher Drehzahlen und Beschleunigungen
- exzellente Laufgenauigkeit nach ISO-Toleranzklasse 2 (ABEC 9)
- Maßgenauigkeit nach ISO-Toleranzklasse 4 (ABEC 7)
- hohe axiale Tragfähigkeit
- universell kombinierbar in Sätzen von bis zu vier Lagern
- einzigartige Wärmebehandlung für eine konstante Vorspannung über die gesamte Gebrauchsdauer

Die Lager werden als offene Ausführung, aber auch mit reibungsarmen Dichtungen angeboten.

Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager

Zweiseitig wirkende SKF-SNFA Axial-Schrägkugellager lassen sich sehr einfach montieren. Sie wurden für Werkzeugmaschinen mit begrenztem Einbauraum entwickelt. Die Lager nehmen Axialbelastungen in beiden Richtungen auf. Die Vorspannung wird durch Klemmen der Innenringhälften mit einer Präzisionsmutter eingestellt. Die Lager sind abgedichtet und werden standardmäßig mit Fett geschmiert. Lager der

Einseitig wirkende Axial-Schrägkugellager

Reihe	BSA, BSD
SNFA Reihe	BS
Bohrungsdurchmesser	12 bis 75 mm

Offen

Abgedichtet

Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager

Reihe	BEAS
Bohrungsdurchmesser	8 bis 30 mm

Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager zum Anflanschen

Reihe	BEAM
Bohrungsdurchmesser	12 bis 60 mm

Reihe BEAM können angeflanscht werden. Weitere Eigenschaften:

- Schmierlöcher im Außenring
- Berührende Dichtscheibe oder berührungsfreie Deckscheiben
- Fertigung nach ISO-Toleranzklasse 4 (ABEC7)

Flanschlagereinheiten

Für den schnellen und einfachen Einbau empfehlen wir Flanschlagereinheiten. Die Einheiten nehmen einseitig wirkende SKF-SNFA Lager auf und bieten damit auch die Vorteile dieser Lager. Die wichtigsten Eigenschaften der Flanschlagereinheiten:

- Spezialkonstruktion für hohe Steifigkeit und hohe Axiallasten
- beliebige Lageranordnungen möglich (O, X, Tandem und andere Kombinationen)
- Abdichtung mit Lamellenringen
- Fettgebrauchsdauer ist auf die Lagergebrauchsdauer abgestimmt

Maßgeschneiderte Ausführung

Das SKF-SNFA Standardsortiment deckt praktisch alle gängigen Anwendungsfälle ab und kann auch als Ausgangspunkt für Speziallösungen dienen. Weitere Auskünfte erhalten Sie von unseren Mitarbeitern in der Technischen Beratung.

Fettgeschmierte Lager

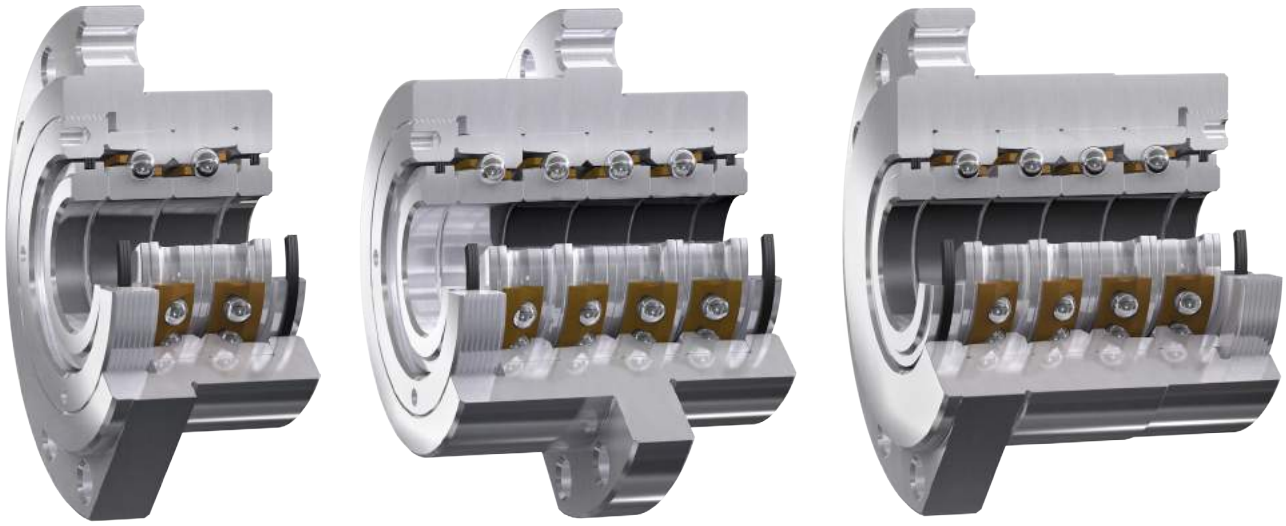
Abgedichtete SKF-SNFA Lager und Lagereinheiten werden üblicherweise fettgeschmiert ausgeliefert. Auch offene, einseitig wirkende Lager sind auf Wunsch mit Fettschmierung erhältlich. Der Kunde wählt das gewünschte SKF Schmierfett entweder selbst aus oder gibt (je nach Anwendungsfall) die gewünschte Schmierfettsorte und -menge an. Bei der werkseitigen Schmierung kann sich der Anwender darauf verlassen, dass hinsichtlich Menge, Verteilung und Reinheit des Schmierfetts höchste Anforderungen erfüllt werden.

Kundenspezifische Lösungen

Unsere Anwendungsingenieure können Sie in allen Phasen der Produktentwicklung mit modernsten Simulationen und virtuellen Prüfständen unterstützen. Mit Kernkompetenzen in den Bereichen Lager und Lagereinheiten, Dichtungen, Schmiersysteme, Mechatronik-Bauteile und Dienstleistungen kann Sie das SKF-SNFA-Team mit maßgeschneiderten Lösungen für modernste Werkzeugmaschinen unterstützen.

Flanschlagereinheiten

Reihe	FBSA
SNFA Reihe	BSDU, BSQU
Bohrungsdurchmesser	20 bis 60 mm



Ein neues Design: Sichtbare und unsichtbare Konstruktionsvorteile

Bei der Konstruktion eines Lagers müssen gegensätzliche Anforderungen berücksichtigt werden. Die Hauptanforderungen an Lager für Gewindetriebe sind eine hohe Steifigkeit und ein niedriges Reibungsmoment. Weitere wichtige Anforderungen sind eine ausreichende axiale Tragfähigkeit, eine sehr gute Laufgenauigkeit sowie die Eignung für hohe Drehzahlen und schnelles Beschleunigen und Abbremsen.

Die SKF-SNFA Konstrukteure konnten dank ihrer großen Erfahrung eine neue Klasse einseitig wirkender hochgenauer Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe entwickeln. Die neuen Lager haben folgende Eigenschaften:

- optimierte Schmiegung
- 62° Berührungswinkel
- geschliffener Übergang zwischen Laufbahn und Schulter
- robuster Käfig
- einzigartige Wärmebehandlung
- hochreiner Lagerstahl
- enge Fertigungstoleranzen
- universell kombinierbar in Sätzen von bis zu vier Lagern
- alle Lagergrößen sind in abgedichteter Ausführung erhältlich

Die Verbesserungen, insbesondere bei den zwei wichtigsten Faktoren – Steifigkeit und Reibung –, sind messbar und in **Diagramm 1** bis **4** dargestellt.

Einige Vorteile der SKF-SNFA Lager sind direkt an den verwendeten Komponenten erkennbar, andere zeigen sich erst auf den zweiten Blick

Diagramm 1

Steifigkeitsvergleich
Federkennlinien für zwei Lager BSA 202 CGA *(BS 215 7P62 DUM)* in X-Anordnung

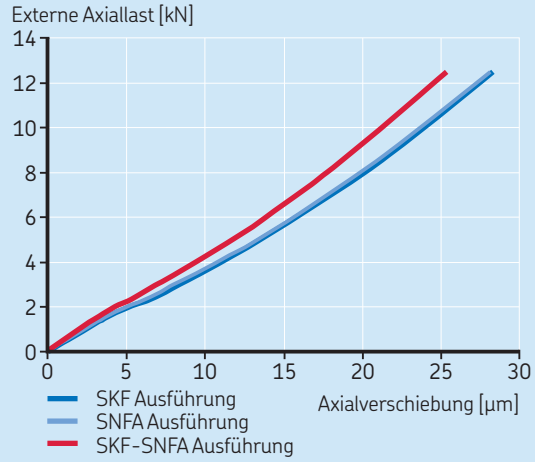


Diagramm 2

Steifigkeitsvergleich
Federkennlinien für zwei Lager BSA 207 CGA *(BS 235 7P62 DUM)* in X-Anordnung

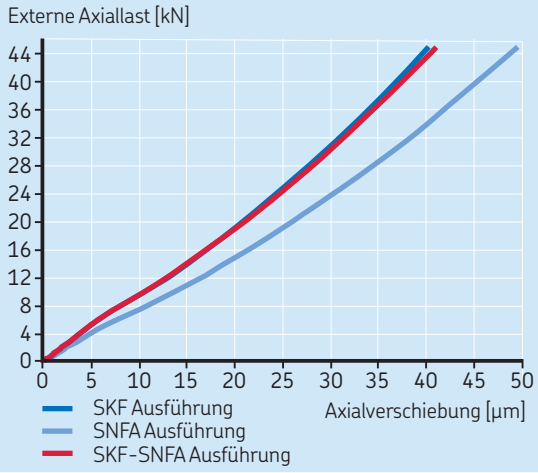


Diagramm 3

Steifigkeitsvergleich
Federkennlinien für zwei Lager BSA 210 CGA *(BS 250 7P62 DUM)* in X-Anordnung

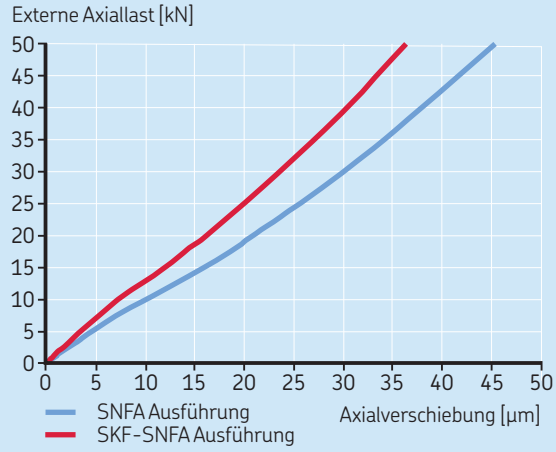
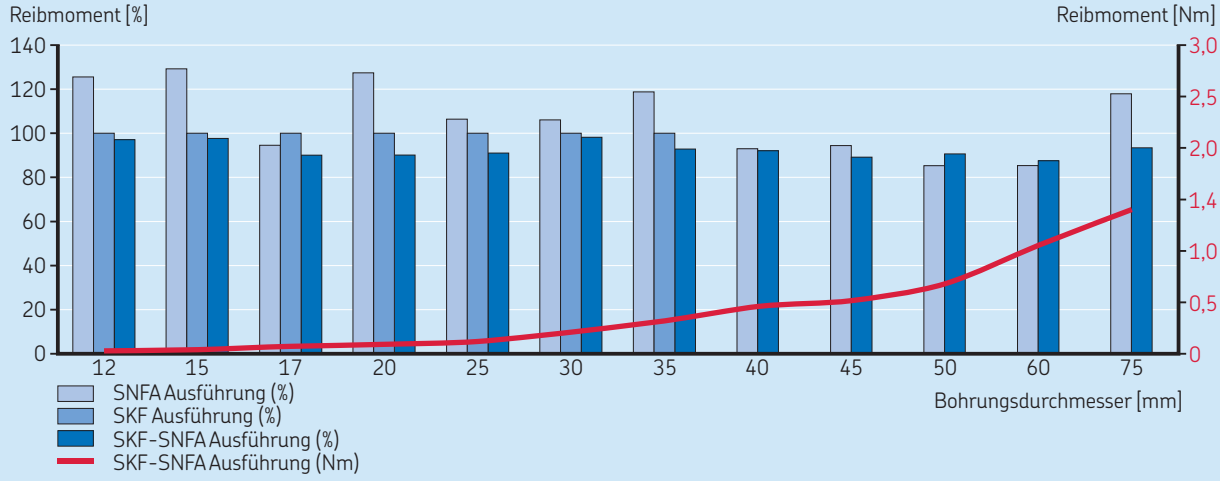


Diagramm 4

Reibmomentvergleich
Lagerreihe BSA 2 *(BS 2)*, Vorspannungsklasse B



Optimierte innere Konstruktion

Steifigkeit und Reibungsverhalten der einseitig wirkenden SKF-SNFA Axial-Schrägkugellager wurden optimiert. Dies wurde erreicht durch eine optimierte Schmiegung, eine Vergrößerung des Berührungswinkels auf 62° und eine Toleranzeinschränkung des Berührungswinkels. Weitere Verbesserungen erfolgten am Übergang zwischen Laufbahn und Schulter (Steigerung der axialen Tragfähigkeit) und am Käfig (höhere Drehzahlen).

Laufbahn-Schulter-Übergang

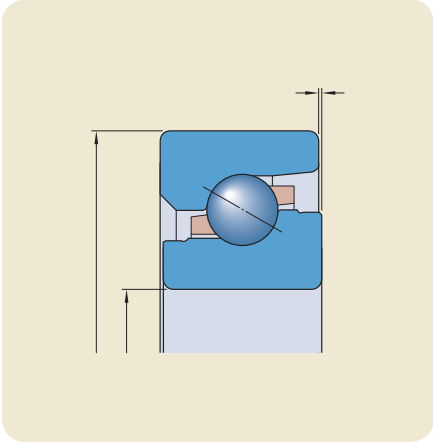
Lager in Werkzeugmaschinen müssen hohe Axiallasten aufnehmen können. Hohe Axiallasten ändern die Kontaktbedingungen im Lager: Bei Axialbelastung vergrößern sich die Druckellipsen in der Kugel-Laufbahn-Kontaktfläche, und der Berührungspunkt zwischen Kugel und Laufbahn wandert zur Schulter. Unter diesen Bedingungen bildet sich in herkömmlichen Lagern oft Kantenspannung, die schädlich auf die Lagergebrauchsdauer wirkt.

Einseitig wirkende SKF-SNFA Lager haben einen geschliffenen Übergangsradius zwischen Laufbahn und Schulter. Der Radius reduziert die Kantenspannung um ca. 30 Prozent, wodurch die Lager kleinere Überlastungen besser verkraften als vergleichbare traditionelle Lager.

Engere Toleranzen

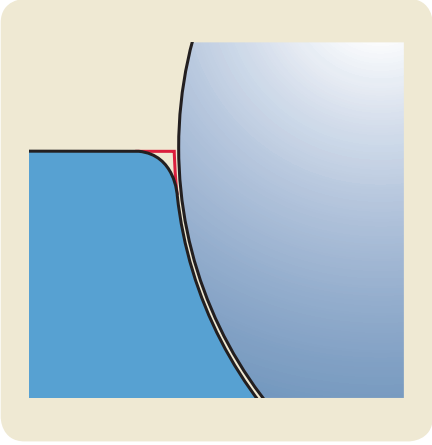
Einseitig wirkende SKF-SNFA Lager werden mit sehr engen Toleranzen gefertigt; das gilt insbesondere für Bohrung, Außendurchmesser und Überstand. Infolge dieser Verbesserungen haben Sätze aus universell kombinierbaren Lagern jetzt die Leistungsklasse von zusammengepassten Lagern erreicht.

Ein weiterer Vorteil der engeren Toleranzen ist die Möglichkeit zur Reduzierung des Lagerbestands. Da sich jeder Satz mit maximal vier Lagern aus universell kombinierbaren Lagern zusammenstellen lässt, entfällt die Notwendigkeit, unterschiedliche zusammengepasste Lagersätze auf Bestand zu halten. Alle einseitig wirkenden SKF-SNFA Schrägkugellager sind universell kombinierbar.

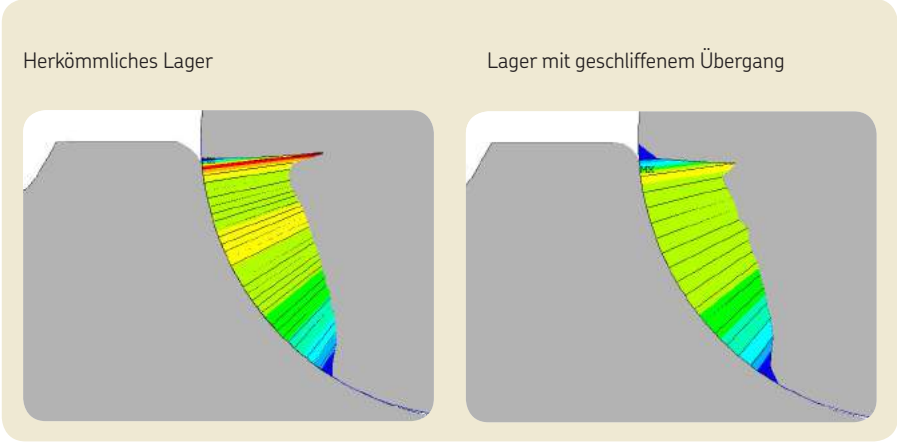


Engere Toleranzen für Bohrung, Außendurchmesser und Überstand

Übergang zwischen Laufbahn und Schulter



Kantenspannung an der Anpressfläche bei hoher Axialbelastung



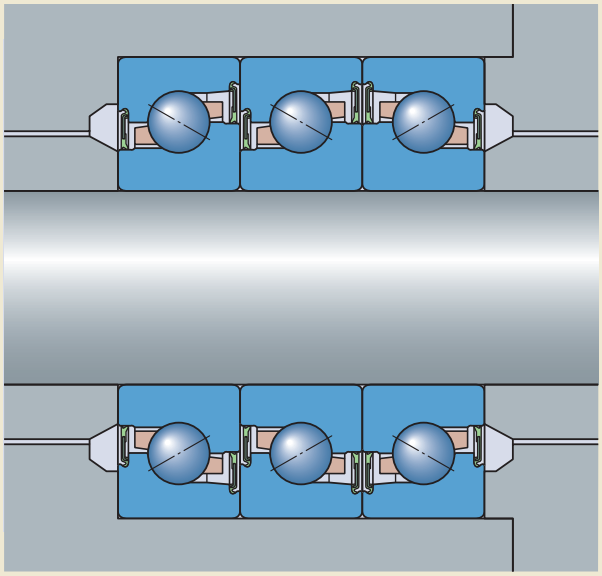
Reibungsarme Dichtungen

Der Vergleich von abgedichteten Lagern mit offenen, extern abgedichteten Lagern zeigt, dass abgedichtete Lager folgende Vorteile bieten:

- weniger Komponenten
- kürzere Einbauzeiten
- kein Risiko von Über- oder Mangelschmierung
- geringeres Risiko von Fettverunreinigung
- geringerer Instandhaltungsaufwand
- längere Gebrauchsdauer

Aufgrund ihrer Vielseitigkeit werden in Gewindetrieben immer häufiger abgedichtete Lager verwendet. Abgedichtete SKF-SNFA Lager mit nicht schleifenden Dichtungen machen Lager bzw. Lagersätze mit spezieller, einseitiger Dichtungsausführung überflüssig.

Die Dichtung bildet einen extrem schmalen Spalt mit der Schulter bzw. der Aussparung im Innenring und ist praktisch berührungsfrei. Dadurch entsteht bei diesen Lagern nicht mehr Reibung als bei einseitig abgedichteten Lagern, und sie können bei den gleichen hohen Drehzahlen eingesetzt werden wie nicht abgedichtete Lager. Alle einseitig wirkenden SKF-SNFA Axial-Schrägkugellager werden mit reibungsarmen Dichtungen angeboten.



SKF-SNFA abgedichtete einseitig wirkende Axial-Schrägkugellager können sowohl offene als auch speziell abgedichtete Lagerausführungen ersetzen

Einzigartige Wärmebehandlung

Einseitig wirkende SKF-SNFA Axial-Schrägkugellager werden einer Wärmebehandlung unterzogen, die der Wärmebehandlung von Lagern aus der SKF Explorer Leistungsklasse vergleichbar ist und für ein optimales Verhältnis zwischen Härtegrad und Maßstabilität sorgt. Für den reibungsarmen Betrieb und für eine lange Gebrauchsdauer ist ein hoher Härtegrad unentbehrlich. Die Maßstabilität hat entscheidenden Einfluss auf die Vorspannungsstabilität, die wiederum die Gebrauchsdauer des Lagers und die Steifigkeit der Lageranordnung beeinflusst. Einseitig wirkende SKF-SNFA Lager sind für Temperaturen bis 150 °C stabilisiert. Da die Betriebstemperaturen der meisten Gewindetriebe deutlich darunter liegen, können Maßänderungen im Betrieb praktisch vernachlässigt werden.

SKF-SNFA Hochgenauigkeitslager der Reihe BSA/BSD *(BS)*

Eigenschaften
- optimierte Schmiegung
- 62° Berührungswinkel
- geschliffener Übergang zwischen Laufbahn und Schulter
- einzigartige Wärmebehandlung
- maßstabilisiert bis 150 °C
- robuste Käfigausführung
- universell kombinierbar in Sätzen aus maximal vier Lagern
- reibungsarme Dichtungen erhältlich

Vorteile
- optimiert für Steifigkeit und Reibung
- hohe axiale Tragfähigkeit
- beständiger bei unvorhersehbaren Stoßbelastungen
- konstante Vorspannung über gesamte Gebrauchsdauer
- geeignet für hohe Drehzahlen
- keine Notwendigkeit an gepaarten Lagersätzen

Vorteile in vielen Branchen

Hochgenaue SKF-SNFA Axial-Schrägkugellager sind für die unterschiedlichsten Anwendungsfälle nicht nur im Werkzeugmaschinenbau geeignet.

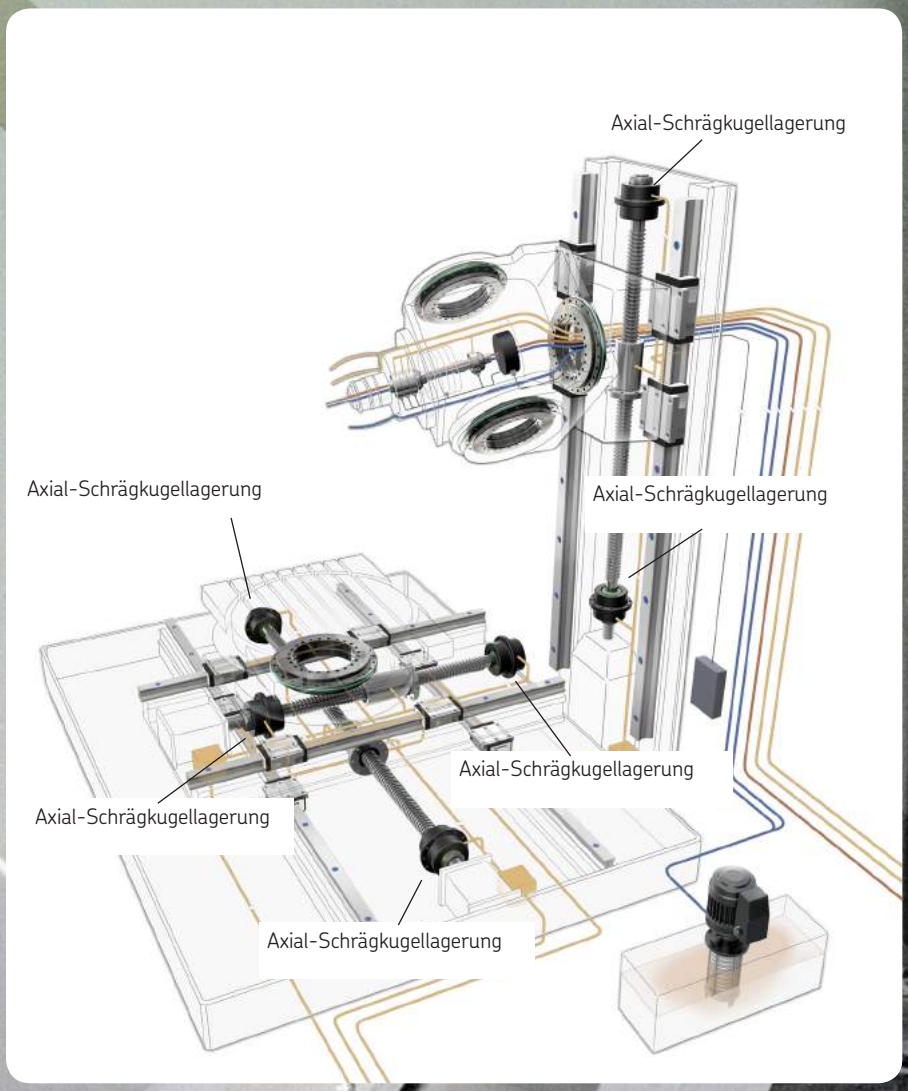
In Werkzeugmaschinen ermöglichen diese Lager, hohe Drehzahlen, Beschleunigungen wie auch Verzögerungen und eine genaue Ausrichtung – Voraussetzungen für Präzisionsprodukte und einen hohen Durchsatz. In Druckmaschinen sorgen die Lager für einen exakt steuerbaren Druckprozess bei verbesserter Maschinenverfügbarkeit. Auch die sehr hohen Betriebssicherheitsanforderungen in der Luft- und Raumfahrt werden von den Lagern erfüllt.

In unserem breiten Angebot finden Sie Lösungen für praktisch alle anwendungsspezifischen Anforderungen. Zu unserem Sortiment gehören universell kombinierbare Lager genauso wie einbaufertige Einheiten, die einen schnellen Ein- und Ausbau erlauben. Die Lager werden durch SKF Logistics Services weltweit mit kurzen Lieferzeiten ausgeliefert.

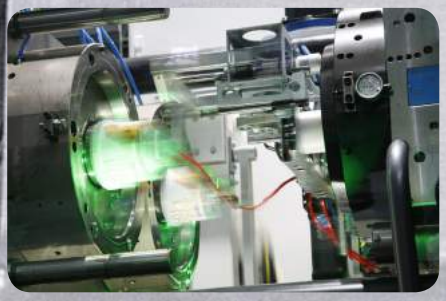
Branchen
- Werkzeugmaschinen
- Luft- und Raumfahrt
- Druckindustrie
- Fördertechnik
- Spritzguss

Anforderungen
- Hohe Positioniergenauigkeit
- Zuverlässig reproduzierbare Positionierung
- Sicherer Betrieb bei hohen Beschleunigungen und hohen Drehzahlen
- Geeignet für hohe Axiallasten
- Niedriger Energieverbrauch
- Lange Gebrauchsdauer ohne Wartung
- Einfacher und schneller Einbau
- Längere unterbrechungsfreie Betriebszeiten
- Hohe Leistungsdichte für kompakte Ausführungen

Lösung



© Airbus – photo: exm company, H. Goussé



Lagerauswahl

Axiale Steifigkeit, Tragfähigkeit, Laufgenauigkeit, Drehzahl und Reibmoment sind die wichtigsten Kriterien bei der Auswahl eines Lagers für Gewindetriebe. Weitere Kriterien sind die Kippsteifigkeit der Lageranordnung und die Unempfindlichkeit gegen Fluchtungsfehler. Einbaumaße und Abdichtung können weitere Auswahlkriterien sein. **Tabelle 1** zeigt, welche Kriterien von den einzelnen Lagerreihen erfüllt werden.

Wie Sie der Tabelle entnehmen können, gibt es bei der axialen Tragfähigkeit, Laufgenauigkeit, Drehzahleignung und dem Reibmoment keine Unterschiede zwischen den Reihen. Es gibt jedoch Abweichungen bei der axialen Steifigkeit, bei speziellen Anordnungen und bei den Einbauanforderungen.

Axiale Steifigkeit

Die axiale Steifigkeit ist das Hauptkriterium bei der Auswahl von Lagern für Gewindetriebe. Hochgenaue SKF-SNFA Axial-Schrägkugellager bieten eine sehr hohe axiale Steifigkeit.

Einseitig wirkende Lager

Die Nennsteifigkeit einseitig wirkender Lager ist in **Tabelle 2** angegeben. Die Werte gelten für nicht eingebaute Sätze aus zwei Lagern in O- oder X-Anordnung.

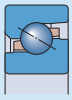
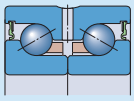
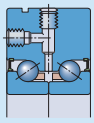
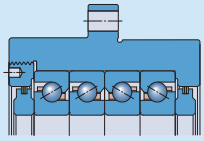
Lagersätze aus drei oder vier Lagern (→ **Bild 1**, **Seite 19**) können eine höhere axiale Steifigkeit bieten als Sätze aus zwei Lagern. Die Steifigkeit eines Lagersatzes wird durch Multiplikation des in **Tabelle 2** angegebenen Werts mit folgendem Faktor berechnet:

- Faktor 1,45 bis 1,65 für Sätze aus drei Lagern in O- oder X- und Tandem-Anordnung
- Faktor 1,8 bis 2,25 für Sätze aus vier Lagern in O- oder X- und Tandem-Anordnung
- Faktor 2 für Sätze aus vier Lagern in O- oder X-Anordnung

Der untere Grenzwert des Faktors gilt bei niedriger Axialbelastung ($P \leq 0{,}05\ C$) und der obere Wert bei hoher Axialbelastung ($P > 0{,}1\ C$). Die Berechnung der äquivalenten dynamischen Lagerbelastung P wird auf **Seite 33** beschrieben.

Tabelle 1

Auswahlkriterien für Schrägkugellager für Gewindetriebe

Lagertyp	Einseitig wirkende Lager	Zweiseitig wirkende Lager	Zweiseitig wirkende Lager zum Anflanschen	Flanschlagereinheiten
				
SKF Reihe	BSA, BSD	BEAS	BEAM	FBSA
SNFA Reihe	BS2, BS	BEAS	BEAM	BSDU, BSQU
Auswahlkriterien				
Axiale Steifigkeit	++	+	+	++
Axiale Tragfähigkeit	++	++	++	++
Laufgenauigkeit	++	++	++	++
Maximale Drehzahl	++	+	+	+
Reibungsmoment	++	+	+	++
Flexibilität bei der Anordnung	+	o	o	++
Einfache Montage	o	+	++	++
Dichtungen	wahlweise ohne Dichtungen oder mit reibungsarmen Dichtungen	Deckscheiben oder berührende Dichtungen	Deckscheiben oder berührende Dichtungen	Lamellenringe

Symbole: ++ sehr gut + gut o geeignet

Lagersätze mit noch höherer Vorspannung bieten eine noch höhere Steifigkeit, die jedoch vermieden werden sollte, da dadurch auch Reibung und Wärme zunehmen. Auskunft zu Anwendungsfällen, in denen eine extrem hohe Steifigkeit gefordert wird, erteilen die Spezialisten der Technischen Beratung, die das Reibungsverhalten bei hohen Vorspannungen mit Hilfe spezieller Software simulieren können.

Zweiseitig wirkende Lager

Die axiale Steifigkeit und die Kippsteifigkeit zweiseitig wirkender Axial-Schrägkugellager der Reihen BEAS und BEAM sind in **Tabelle 3** aufgeführt. Die Werte gelten für die werkseitig eingestellte Vorspannung; d.h. die Einbau- und Betriebsbedingungen sind nicht berücksichtigt.

Flanschlagereinheiten

Die axiale Steifigkeit von Flanschlagereinheiten ist in der Produkttabelle auf **Seite 44** und **45** aufgeführt. Die Werte ergeben sich aus den Werten der Einzellager, multipliziert mit den vorstehend genannten, anordnungsspezifischen Faktoren.

B

Tabelle 2

Axiale Steifigkeit von einseitig wirkenden Axial-Schrägkugellagern

Kurzzeichen SKF	SNFA	**Axiale Steifigkeit**[1] Vorspannungsklasse A	B
–		N/µm	
BSA 201 C	**BS 212**	400	510
BSA 202 C	**BS 215**	460	580
BSA 203 C	**BS 217**	550	700
BSA 204 C	**BS 220**	680	860
BSA 205 C	**BS 225**	725	925
BSA 206 C	**BS 230**	870	1 110
BSA 207 C	**BS 235**	1 080	1 370
BSA 208 C	**BS 240**	1 130	1 440
BSA 209 C	**BS 245**	1 290	1 640
BSA 210 C	**BS 250**	1 410	1 800
BSA 212 C	**BS 260**	1 640	2 080
BSA 215 C	**BS 275**	1 870	2 380
BSA 305 C	**BS 325**	870	1 110
BSA 306 C	**BS 330**	1 010	1 280
BSA 307 C	**BS 335**	1 120	1 430
BSA 308 C	**BS 340**	1 340	1 710
BSD 2047 C	**BS 20/47**	680	860
BSD 2562 C	**BS 25/62**	870	1 110
BSD 3062 C	**BS 30/62**	870	1 110
BSD 3572 C	**BS 35/72**	1 080	1 370
BSD 4072 C	**BS 40/72**	1 080	1 370
BSD 4090 C	**BS 40/90**	1 340	1 710
BSD 4575 C	**BS 45/75**	1 180	1 500
BSD 45100 C	**BS 45/100**	1 470	1 870
BSD 50100 C	**BS 50/100**	1 550	1 970
BSD 55100 C	**BS 55/100**	1 550	1 970
BSD 55120 C	**BS 55/120**	1 800	2 300
BSD 60120 C	**BS 60/120**	1 800	2 300

[1] Die Werte gelten für nicht eingebaute Lagersätze aus zwei Lagern in O- oder X-Anordnung.

Tabelle 3

Axial- und Kippsteifigkeit von zweiseitig wirkenden Axial-Schrägkugellagern

Kurzzeichen SKF	SNFA	**Axiale Steifigkeit**[1]	**Kippsteifigkeit**[1]
–		N/µm	Nm/mrad
BEAS 008032	**BEAS 8/32**	250	20
BEAS 012042	**BEAS 12/42**	350	80
BEAS 015045	**BEAS 15/45**	400	65
BEAS 017047	**BEAS 17/47**	420	80
BEAS 020052	**BEAS 20/52**	650	150
BEAS 025057	**BEAS 25/57**	770	200
BEAS 030062	**BEAS 30/62**	870	300
BEAM 012055	**BEAM 12/55**	350	80
BEAM 017062	**BEAM 17/62**	420	80
BEAM 020068	**BEAM 20/68**	650	150
BEAM 025075	**BEAM 25/75**	770	200
BEAM 030080	**BEAM 30/80**	870	300
BEAM 030100	**BEAM 30/100**	950	470
BEAM 035090	**BEAM 35/90**	900	400
BEAM 040100	**BEAM 40/100**	1 000	570
BEAM 040115	**BEAM 40/115**	1 150	720
BEAM 050115	**BEAM 50/115**	1 250	1 000
BEAM 050140	**BEAM 50/140**	1 350	1 500
BEAM 060145	**BEAM 60/145**	1 400	1 750

[1] Die Werte gelten für nicht eingebaute Lager.

Auswahl einseitig wirkender Lager nach Steifigkeit

Die Auswahl einseitig wirkender Lager je nach Steifigkeit kann anhand von **Diagramm 1** bis **4** erfolgen. In den Diagrammen sind die Federkennlinien für Lagersätze aus zwei Lagern in O- oder X-Anordnung dargestellt, die eine Lagerauswahl basierend auf der Axialbelastung erlauben.

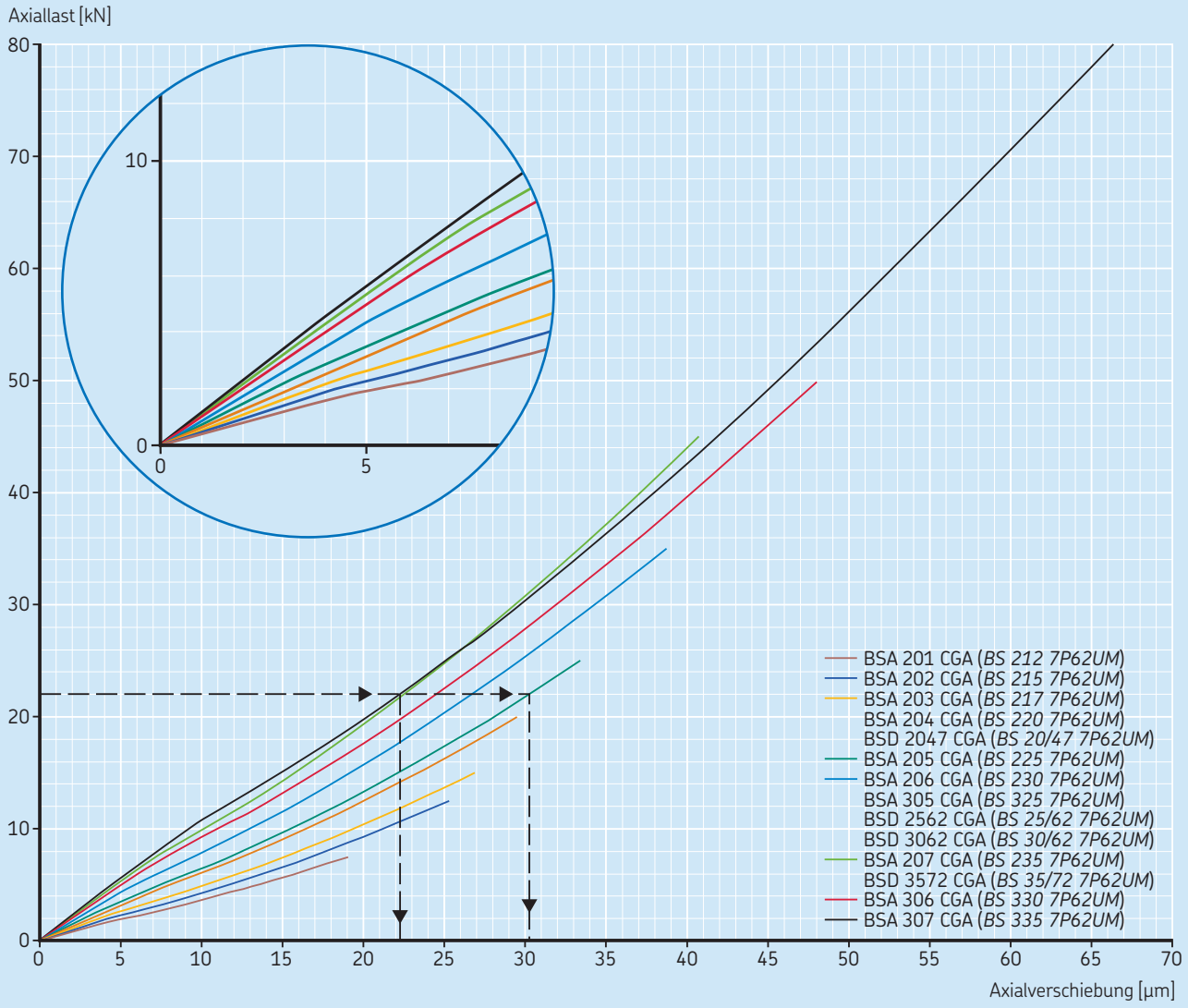
Die axiale Verschiebung der unterschiedlichen Lagersätze ist nach Axialbelastung aufgeschlüsselt. Die axiale Verschiebung für Lagersätze aus mehr als zwei Lagern wird durch Division der axialen Verschiebung des Lagerpaares mit dem vorstehend aufgeführten Steifigkeitsfaktor bestimmt.

Beispiel: Ermittlung der Axialverschiebung von Lagersätzen der Vorspannungsklasse A

Bei einer Axialbelastung von 22 kN ist das BSA 205 *(BS 225)* das kleinstmögliche Lager. Ein Satz aus zwei Lagern des Typs BSA 205 CGA *(BS 225 7P62UM)* in O- oder X-Anordnung verschiebt sich unter Last um rund 30 µm (→ **Diagramm 1**). Ein Satz aus zwei Lagern des Typs BSA 207 CGA *(BS 235 7P62UM)* verschiebt sich um 22 µm. Ein Satz aus zwei Lagern des Typs BSA 215 CGA *(BS 275 7P62UM)* bietet die höchste Steifigkeit (→ **Diagramm 2**). Die axiale Verschiebung unter Last beträgt lediglich 13 µm.

Diagramm 1

Federkennlinien von Lagersätzen aus zwei Lagern in O- oder X-Anordnung, Bohrungsdurchmesser 12 bis 35 mm, Vorspannungsklasse A



Mit Sätzen aus vier Lagern lässt sich eine noch höhere Steifigkeit erreichen. Bei einer Flanschlagereinheit des Typs FBSA 207/QBC *(BSQU 235 TDT)* beträgt die axiale Verschiebung 22/2 = 11 µm.

Diagramm 2

Federkennlinien von Lagersätzen aus zwei Lagern in O- oder X-Anordnung, Bohrungsdurchmesser 40 bis 75 mm, Vorspannungsklasse A

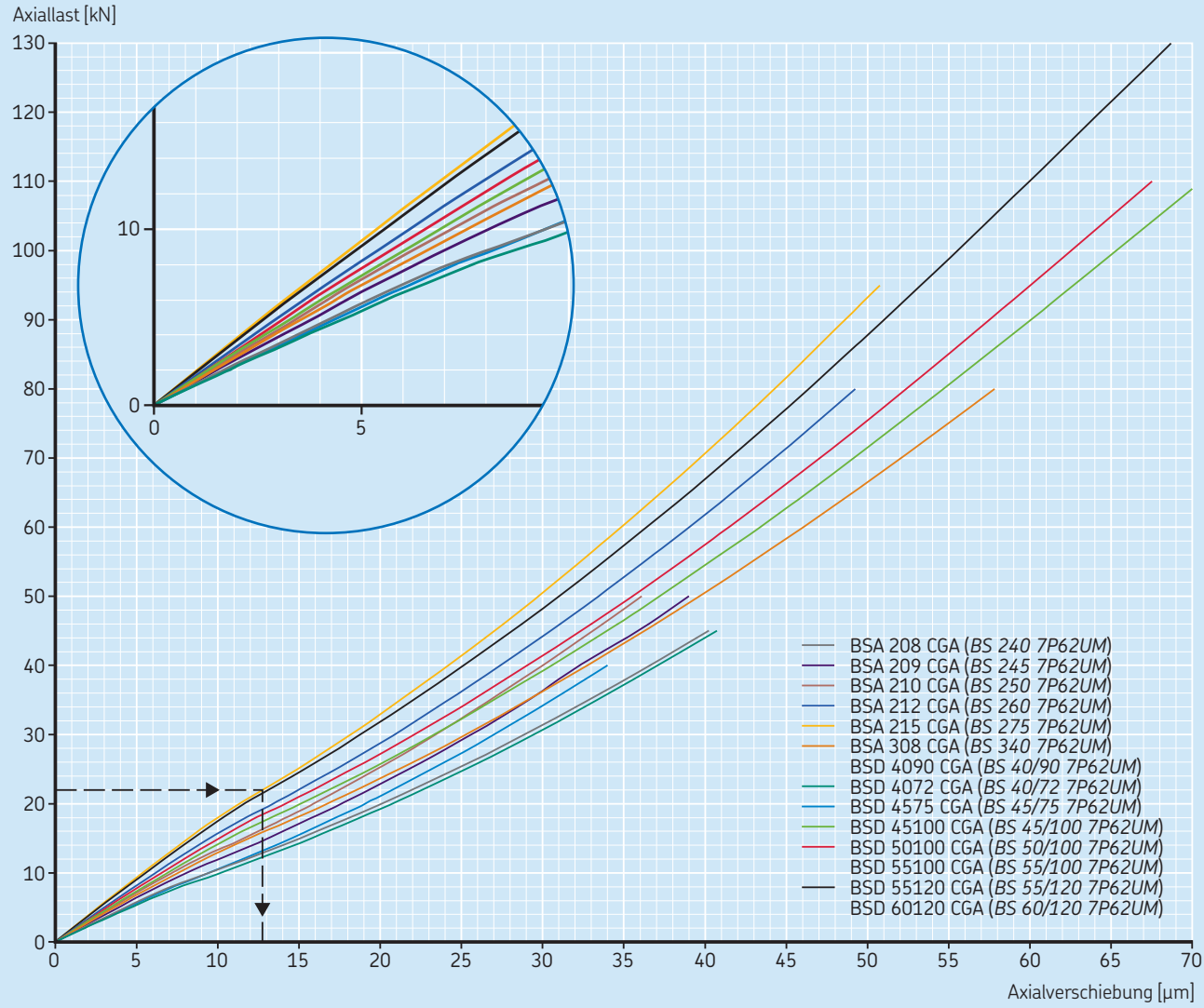


Diagramm 3

Federkennlinien von Lagersätzen aus zwei Lagern in O- oder X-Anordnung, Bohrungsdurchmesser 12 bis 35 mm, Vorspannungsklasse B

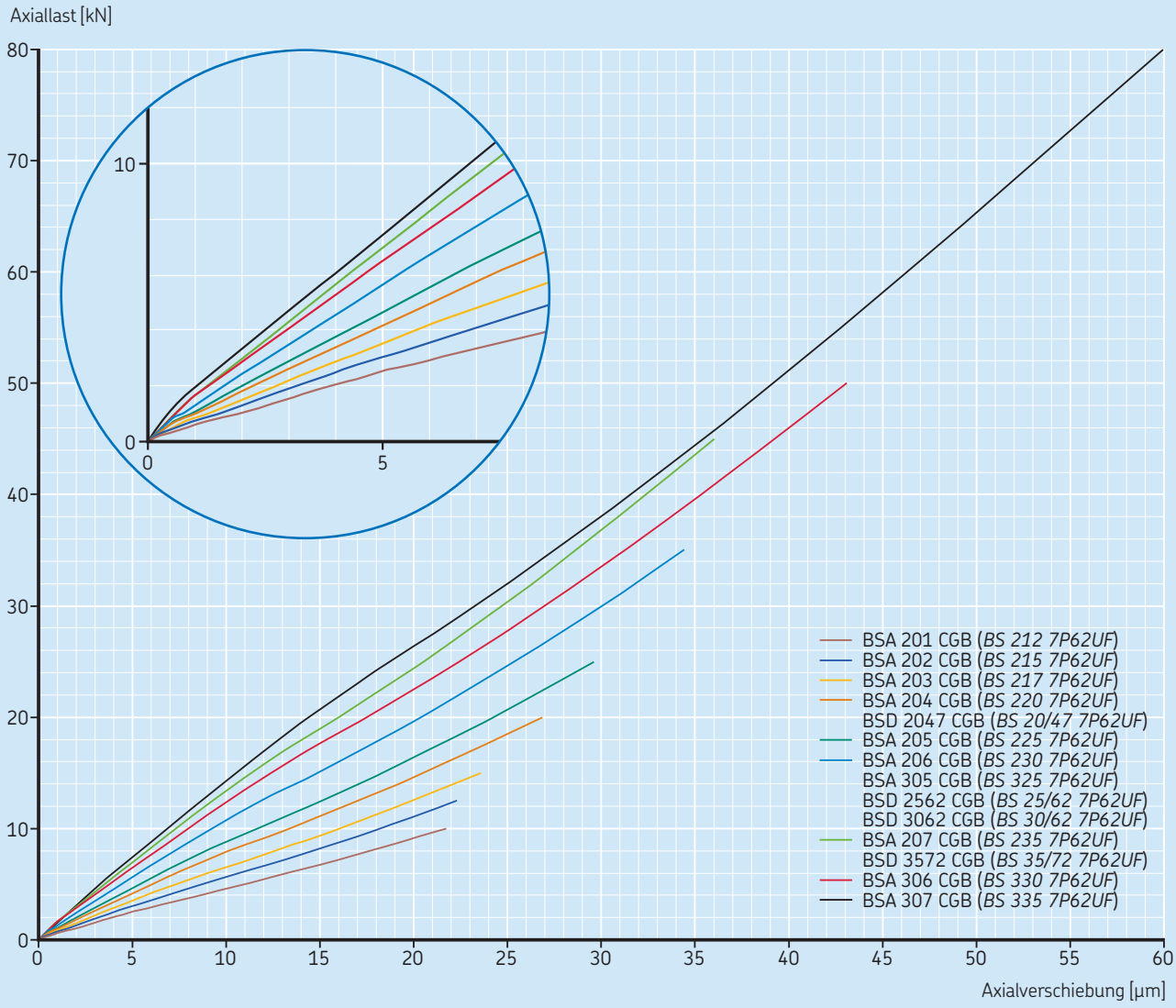
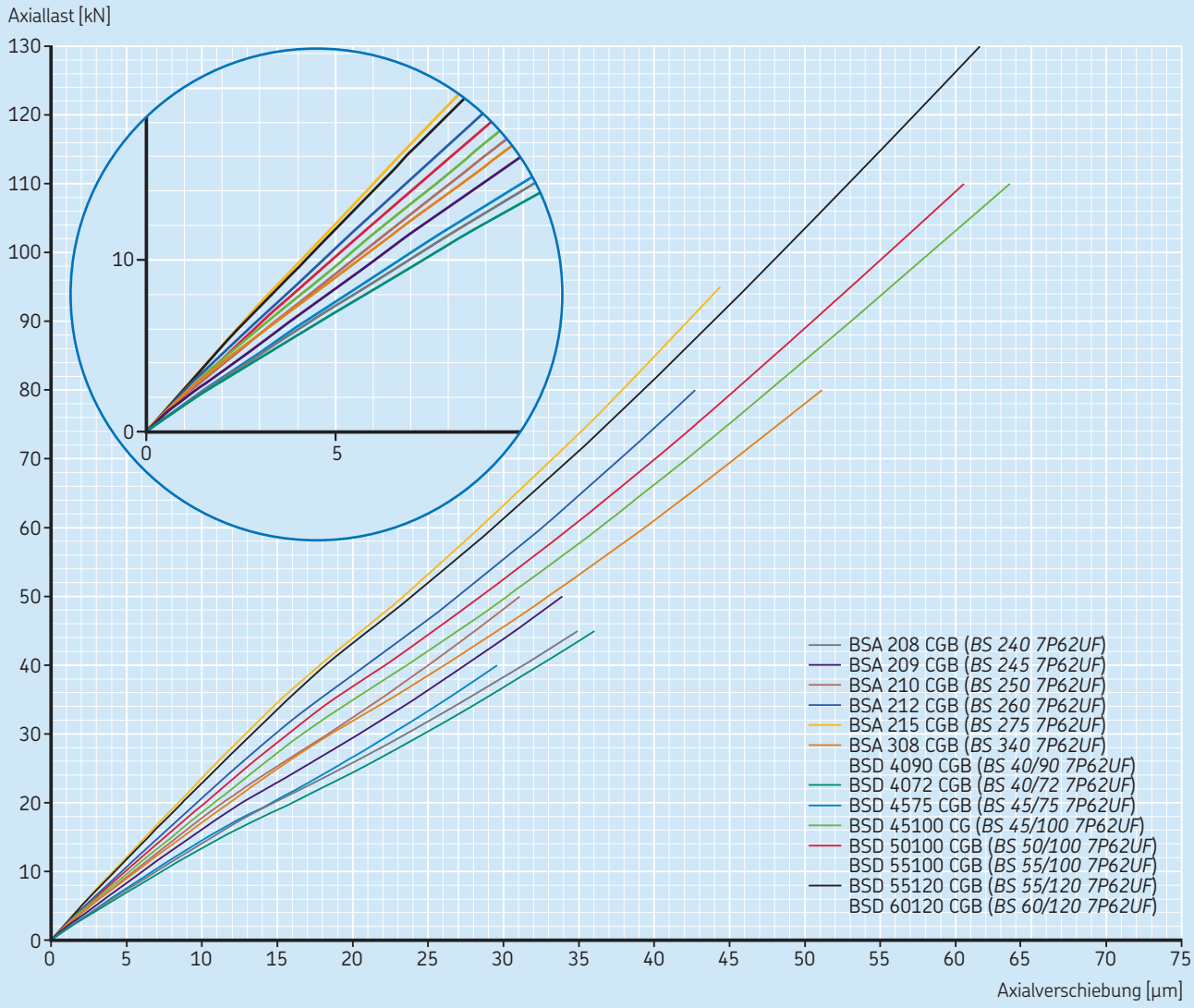


Diagramm 4

Federkennlinien von Lagersätzen aus zwei Lagern in O- oder X-Anordnung, Bohrungsdurchmesser 40 bis 75 mm, Vorspannungsklasse B



Lagerauswahl nach Drehzahlen

Die maximale Betriebsdrehzahl eines hochgenauen Axial-Schrägkugellagers hängt weitgehend von der Betriebstemperatur des Lagers ab. **Diagramm 5** enthält Richtwerte für die Betriebsdrehzahlen von Lagern aus unterschiedlichen Reihen. Das Diagramm basiert auf dem Drehzahlkennwert A, der folgendermaßen bestimmt wird:

$A = n\, d_m$

Hierin sind
A = Drehzahlkennwert [mm/min]
n = Betriebsdrehzahl [min^{-1}]
d_m = mittlerer Lagerdurchmesser [mm]
= 0,5 (d + D)

Bei der Auslegung von Lageranordnungen für Gewindetriebe für hohe Drehzahlen (d.h. im Bereich der in den Produkttabellen angegebenen Betriebsdrehzahlen) sind u.a. folgende zusätzliche Faktoren zu berücksichtigen:

- Lagervorspannung
- Lageranordnung
- Genauigkeit der Umbauteile
- Schmierstoff und Schmierverfahren
- Kühlung
- Grenzdrehzahlen

Weitere Auskünfte erhalten Sie von unserer Technischen Beratung.

Betriebsdrehzahlen

Die Betriebsdrehzahlen in den Produkttabellen sind Richtwerte. Sie gelten für leicht vorgespannte Lager (P ≤ 0,05 C) und setzen eine gute Wärmeabfuhr aus der Lagerung voraus.

Einseitig wirkende Lager

Die Bezugsdrehzahlen für öl-luft-geschmierte, einseitig wirkende Lager (Produkttabelle → **Seite 38** bis **39**) sind bei anderen Ölschmierverfahren zu reduzieren. Die für Fettschmierung angegebenen Werte sind Maximalwerte, die für niedrigviskoses Premiumfett gelten. Bei Sätzen aus zwei bis vier unmittelbar nebeneinander montierten Lagern sind die Drehzahlen ebenfalls zu reduzieren. In diesen Fällen werden die Richtwerte durch Multiplikation der Tabellenwerte mit dem Reduzierungsbeiwert entsprechend Vorspannung und der Anzahl der Lager in der Anordnung (→ **Tabelle 4**) bestimmt. Liegen die ermittelten Betriebsdrehzahlen unter den Anforderungen des Anwendungsfalls, wenden Sie sich bitte an unsere Technische Beratung.

Diagramm 5

Richtwerte für Betriebsdrehzahlen

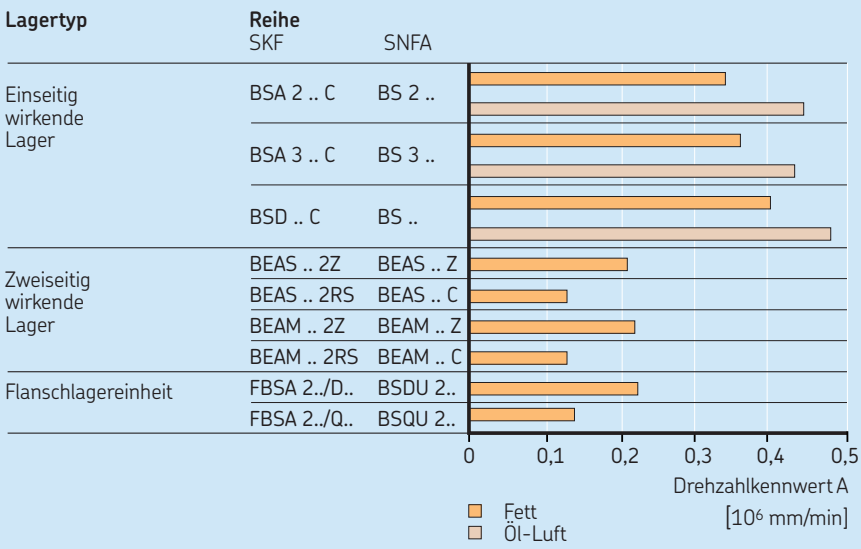


Tabelle 4

Drehzahlreduzierungsbeiwerte für Lagersätze aus einseitig wirkenden Lagern

Anzahl der Lager pro Satz	Reduzierungsbeiwerte nach Vorspannungsklasse A	B
2	0,8	0,4
3	0,65	0,3
4	0,5	0,25

Zweiseitig wirkende Lager

Die Betriebsdrehzahlen für zweiseitig wirkende Lager (Produkttabelle → **Seite 40** bis **43**) hängen vom Dichtungstyp ab. Bei abgedichteten Lagern (Nachsetzzeichen 2RS oder *C*) ist die Drehzahl durch die zulässige Gleitgeschwindigkeit an der Dichtlippe und bei Lagern mit Deckscheiben (Nachsetzzeichen 2Z oder *Z*) durch die Fettschmierung begrenzt.

Flanschlagereinheiten

Die Betriebsdrehzahlen von Flanschlagereinheit (Produkttabelle → **Seite 44** und **45**) gelten für eingebaute, fettgeschmierte Einheiten.

Lageranordnungen

Lagersätze

Einseitig wirkende Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe ermöglichen flexible Lageranordnungen. Die Lager sind universell kombinierbar für den Einbau als Sätze von maximal vier Lagern. Dabei sind alle Kombinationen aus **Bild 1** möglich.

Universell kombinierbare Lager werden bereits bei der Fertigung so aufeinander abgestimmt, dass bei beliebiger Paaranordnung unmittelbar nebeneinander eine definierte Vorspannung bzw. eine gleichteilige Lastaufnahme sichergestellt ist, ohne dass Passscheiben o.ä. benötigt werden. Die Toleranzen für Bohrung, Außendurchmesser und Radialschlag sind sehr eng.

Lager in O-Anordnung

In O-Anordnungen (→ **Bild 1**) laufen die Berührungslinien in Richtung der Lagerachse auseinander. Axialbelastungen werden in beiden Richtungen, aber jeweils nur von einem Lager aufgenommen.

Lager in O-Anordnung ergeben eine relativ starre Lagerung, die auch Kippmomente aufzunehmen vermag.

Lager in X-Anordnung

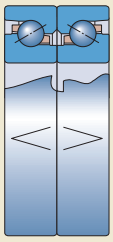
In X-Anordnungen (→ **Bild 1**) laufen die Berührungslinien in Richtung der Lagerachse zusammen. Axialbelastungen werden in beiden Richtungen, aber jeweils nur von einem Lager aufgenommen. X-Anordnungen sind weniger gut als O-Anordnungen für die Aufnahme von Kippmomenten geeignet.

Lager in Tandem-Anordnung

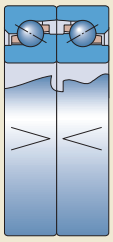
In Tandem-Anordnungen (→ **Bild 1**) laufen die Berührungslinien parallel zueinander. Die Radial-Axial-Kombibelastungen sind gleichmäßig auf beide Lager verteilt. Ein Lagersatz kann nur einseitig wirkende Axialbelastungen aufnehmen und wird daher meist zusammen mit einem anderen Lager (oder

Bild 1

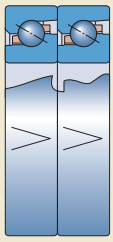
Lagersätze mit 2 Lagern



O-Anordnung
(DB/*DD*)

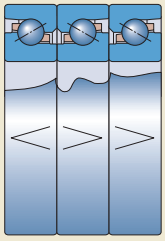


X-Anordnung
(DF/*FF*)

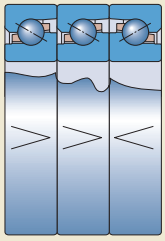


Tandem-Anordnung
(DT/*T*)

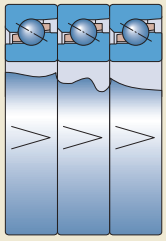
Lagersätze mit 3 Lagern



O- und Tandemanordnung
(TBT/*TD*)

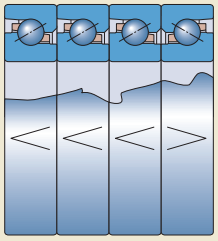


Tandem- und
X-Anordnung
(TFT/*TF*)

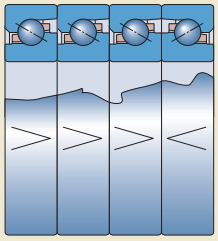


Tandem-Anordnung
(TT/*3T*)

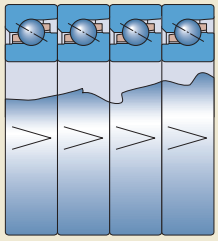
Lagersätze mit 4 Lagern



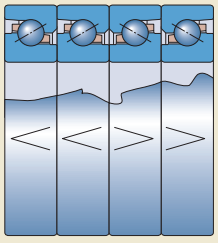
Tandem- und O-Anordnung
(QBT/*3TD*)



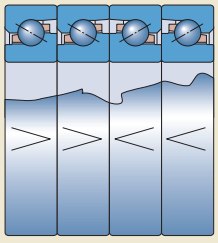
Tandem- und X-Anordnung
(QFT/*3TF*)



Tandem-Anordnung
(QT/*4T*)



O-Anordnung
(QBC/*TDT*)



X-Anordnung
(QFC/*TFT*)

In Klammern: SKF/SNFA Nachsetzzeichen für zusammengepasste Lagersätze

Lagersatz) verwendet, das Axialbelastungen in der Gegenrichtung aufnimmt.

Sonstige Lageranordnungen

Kombinationen aus Tandem-Anordnungen und O- oder X-Anordnungen (→ **Bild 1**) werden ausgewählt, wenn die Steifigkeit oder Belastbarkeit eines Lagersatzes in einer bestimmten Richtung maximiert werden soll. Das ist zum Beispiel der Fall bei gereckten, vorgespannten, senkrecht oder fliegend angeordneten Gewindetrieben.

Aufnahme von Schiefstellungen

Können Fluchtungsfehler zwischen den Lagern nicht vermieden werden, sind Lagersätze in X-Anordnung zu verwenden. Sie sind weniger empfindlich gegen Schiefstellungen als Lager in O-Anordnung.

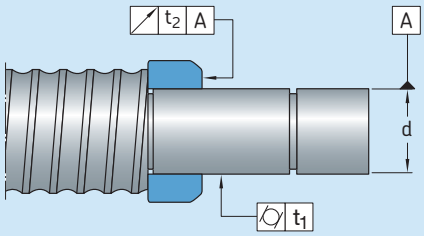
Loslager

Wenn die Temperaturunterschiede zwischen Gewindetrieb und Maschinenbett ein Loslager erfordern, empfehlen sich u.a. Nadellager. In diesem Fall wird das Lager nur vom Antriebsgewicht belastet, so dass die Berechnung der Lagergebrauchsdauer entfallen kann.

Umbauteile

Ihre spezifizierte Laufgenauigkeit erreichen hochgenaue Axial-Schrägkugellager nur bei maßgenauen Anschlussteilen. Die Maß- und Formabweichungen der Anschlussteile dürfen nur minimal sein. Die Lagersitze des Gewindetriebs und die Sitze in der Gehäusebohrung müssen den Angaben in **Tabelle 5** bis **7** entsprechen.

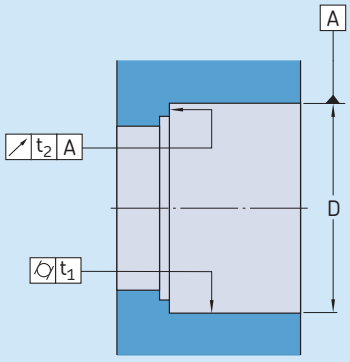
Tabelle 5



Genauigkeit des Wellensitzes

Nenndurchmesser d von	bis	Toleranzen Durchmesser (h4) ob.	unt.	Zylinderform (IT2) t_1	Planlauf (IT2) t_2
mm		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

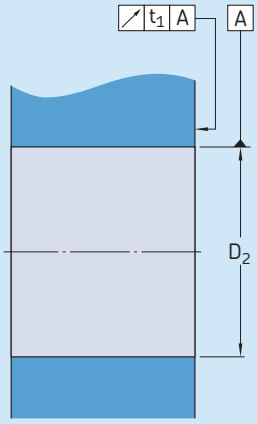
Tabelle 6



Genauigkeit des Gehäusesitzes

Nenndurchmesser D von	bis	Toleranzen Durchmesser (H5) ob.	unt.	Zylinderform (IT2) t_1	Planlauf (IT2) t_2
mm		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 7



Genauigkeit von Gehäusebohrung und Anschlagfläche für angeflanschte Lager und Flanschlagereinheiten

Nenndurchmesser		**Gehäusebohrung** Toleranz (H6)		**Anschlagfläche** Planlauf (IT3)
D_2 von	bis	ob.	unt.	t_1
mm		µm		µm
50	**80**	+19	0	5
80	**120**	+22	0	6
120	**150**	+25	0	8

Bild 2

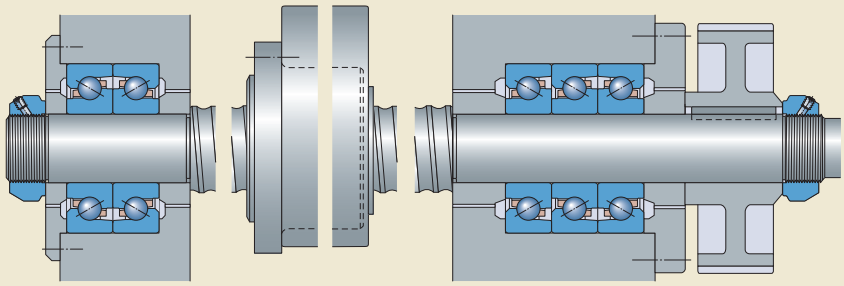
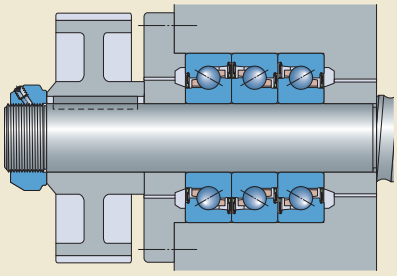


Bild 3



Anwendungsbeispiele

Gewindetriebe werden meist beidseitig von Sätzen in X- oder O-Anordnung gelagert (→ **Bild 2**). Mit universell kombinierbaren, einseitig wirkenden Lager lässt sich die Anordnung an den Anwendungsfall anpassen. Abgedichtete Lager (→ **Bild 3**) bieten zusätzliche Vorteile, beispielsweise entfällt die Schmierung beim Einbau, oder die Anzahl der Systemkomponenten kann verringert werden. Zweiseitig wirkende Lager (→ **Bild 4**) ermöglichen eine weitere Verringerung der Komponentenanzahl. Zweiseitig wirkende Lager zum Anflanschen (→ **Bild 5**) erfordern kein Gehäuse und lassen sich einfach einbauen.

Bei kurzen Gewindetrieben reicht meist eine fliegend angeordnete Lagerung an einem Ende aus (→ **Bild 6**). Dafür sind O-Anordnungen am besten geeignet.

Für gereckte Gewindetriebe lassen sich besonders steife Lageranordnungen planen: Die Welle wird an beiden Enden von Tandem-Anordnungen getragen, die gegeneinander angestellt sind (→ **Bild 7**). Für diese Fälle empfehlen sich Flanschlagereinheiten.

Bild 4

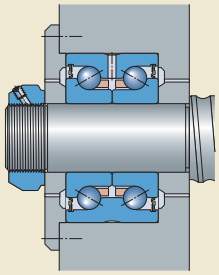


Bild 5

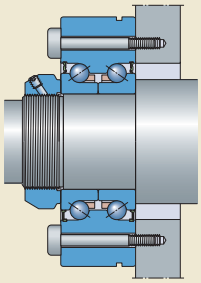


Bild 6

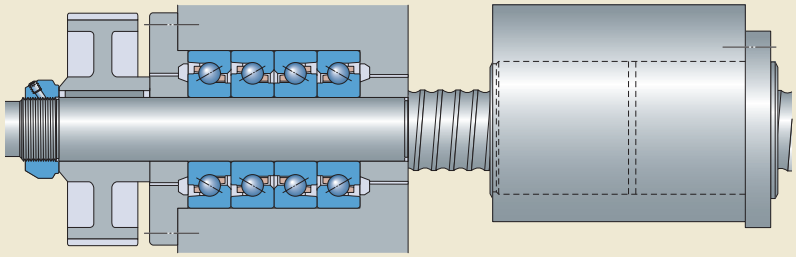
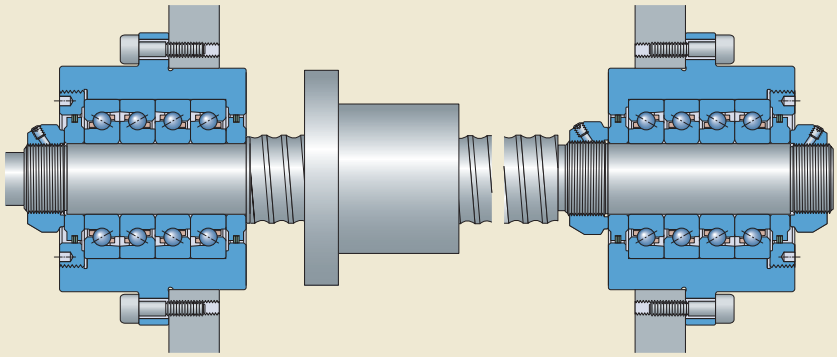


Bild 7



Schmierung

Offene einseitig wirkende Lager können mit Fett oder Öl geschmiert werden. Im allgemeinen empfiehlt sich die Fettschmierung, da sie weniger aufwändig konstruierte Lagerungen erfordert und die Wartung einfacher ist. Abgedichtete einseitig wirkende Lager, zweiseitig wirkende Lager und Flanschlagereinheiten werden fettgeschmiert ausgeliefert. Unter normalen Betriebsbedingungen hält die Erstfüllung länger als die gesamte Lagergebrauchsdauer. Wenn zweiseitig wirkende Lager hohe Belastungen aufnehmen und über längere Zeiträume bei hohen Drehzahlen laufen müssen, kann Nachschmieren erforderlich sein.

Eine ordnungsgemäße Schmierung ist Voraussetzung für eine zuverlässige Lagerfunktion. Auf Wunsch gibt die Technische Beratung ausführliche Empfehlungen zu Sorte und Menge des Schmierfetts.

Schmierung offener Lager

Für die meisten Betriebsbedingungen wird ein Calciumkomplex-Seifenfett auf Ester- oder Mineralölbasis empfohlen. Bei relativ niedrigen Drehzahlen, Betriebsschwingungen und hohen Belastungen ist SKF LGEP 2 oder ein anderes Lithiumseifenfett auf Mineralölbasis mit EP-Zusätzen zu verwenden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Schmierfette mit hochviskosem Grundöl zusätzliche Reibung und Wärme verursachen, aber einen sehr guten Schutz vor Verschleiß durch Schwingungen bieten.

Fettmenge

Das Fett in offenen einseitig wirkenden Lagern sollte das Lager zu 25 bis 35 Prozent ausfüllen. Die Richtwerte für die Fettmenge sind in **Tabelle 8** angegeben.

Hat der Anwender für einseitig wirkende Lager noch keine Erfahrungswerte hinsichtlich des Füllvolumens, lässt sich die Fettmenge folgendermaßen abschätzen:

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

Hierin sind

G = Fettmenge für die Erstfüllung [g] oder [cm³]

G_{ref} = Bezugsfettmenge für das Lager nach **Tabelle 8** [g] oder [cm³]

K = Beiwert nach **Diagramm 6**, (→ **Seite 24**) abhängig vom Drehzahlkennwert $A = n\,d_m$ [mm/min]

n = Betriebsdrehzahl [min⁻¹]

d_m = mittlerer Lagerdurchmesser [mm] = 0,5 (d + D)

Tabelle 8

Richtwerte für die Fettmenge in einseitig wirkenden Axial-Schrägkugellagern

Kurzzeichen		Fettmenge für Normalfüllung 25 bis 35 %		Referenzmenge G_{ref}	
SKF	SNFA				
–		g	cm³	g	cm³
BSA 201 C	**BS 212**	0,3–0,5	0,3–0,4	0,66	0,7
BSA 202 C	**BS 215**	0,4–0,6	0,4–0,5	0,80	0,85
BSA 203 C	**BS 217**	0,5–0,7	0,4–0,6	0,94	1
BSA 204 C	**BS 220**	0,8–1,2	0,8–1,1	1,7	1,8
BSA 205 C	**BS 225**	1,1–1,5	1–1,4	2,1	2,2
BSA 206 C	**BS 230**	1,5–2,1	1,4–2	3,0	3,2
BSA 207 C	**BS 235**	2–2,8	1,9–2,7	4,0	4,3
BSA 208 C	**BS 240**	2,5–3,6	2,4–3,3	5,1	5,4
BSA 209 C	**BS 245**	3,1–4,3	2,9–4,1	6,2	6,5
BSA 210 C	**BS 250**	3,5–5	3,3–4,7	7,1	7,5
BSA 212 C	**BS 260**	5,7–8	5,4–7,5	11,4	12,1
BSA 215 C	**BS 275**	7,5–10,5	7–9,8	14,9	15,9
BSA 305 C	**BS 325**	1,6–2,3	1,5–2,2	3,3	3,5
BSA 306 C	**BS 330**	1,5–2	1,4–1,9	2,9	3,1
BSA 307 C	**BS 335**	2,8–3,9	2,7–3,7	5,6	6
BSA 308 C	**BS 340**	4,3–6,1	4,1–5,7	8,7	9,2
BSD 2047 C	**BS 20/47**	1–1,3	0,9–1,3	1,9	2
BSD 2562 C	**BS 25/62**	1,4–1,9	1,3–1,8	2,8	2,9
BSD 3062 C	**BS 30/62**	1,4–1,9	1,3–1,8	2,8	2,9
BSD 3572 C	**BS 35/72**	1,7–2,4	1,6–2,2	3,4	3,6
BSD 4072 C	**BS 40/72**	1,7–2,4	1,6–2,2	3,4	3,6
BSD 4090 C	**BS 40/90**	3,5–4,9	3,3–4,6	7,1	7,5
BSD 4575 C	**BS 45/75**	1,8–2,6	1,7–2,4	3,7	3,9
BSD 45100 C	**BS 45/100**	4–5,6	3,8–5,3	8,0	8,5
BSD 50100 C	**BS 50/100**	4,4–6,2	4,1–5,8	8,8	9,3
BSD 55100 C	**BS 55/100**	4,4–6,2	4,1–5,8	8,8	9,3
BSD 55120 C	**BS 55/120**	5,1–7,1	4,8–6,7	10,2	10,8
BSD 60120 C	**BS 60/120**	5,1–7,1	4,8–6,7	10,2	10,8

Beispiel

Ein Lager der Reihe BSA 207 C *(BS 235)* läuft mit 3 000 min^{-1}. Mit wie viel Fett ist das Lager zu schmieren?

Angaben aus der Produkttabelle: d = 35, D = 72; berechnet: A = 3 000 × (35 + 72)/2 = 160 500 mm/min; Angaben aus **Diagramm 6** für A = 0,16 × 10^6 mm/min, K = 0,81; Angaben aus **Tabelle 8**, G_{ref} = 4,3 cm^3; berechnet: G = 4,3 × 0,81 = 3,5 cm^3.

Einbringen von Fett in das Lager

Beim Schmieren ist das Fett gleichmäßig in den freien Bereich zwischen Kugeln und Lagerringen einzubringen. Die Lager von Hand drehen, bis alle Innenflächen von einer Fettschicht bedeckt sind.

Kleine Lager benötigen häufig nur sehr wenig Fett. Ist die Schmiermenge sehr klein, sollte das Lager vor der Schmierung in eine Fettlösung mit 3 bis 5 Prozent Fettanteil getaucht werden. Vor dem Einbringen des Schmierfetts warten, bis die Fettlösung getrocknet und das Lösungsmittel verdunstet ist. Durch das Tauchen in die Lösung wird gewährleistet, dass alle Flächen mit einem dünnen Film Schmierfett überzogen sind.

Nachschmieren

Einseitig wirkende Lager und Flanschlagereinheiten

Vor dem Nachschmieren sind die Lager auszubauen und zu waschen.

Zweiseitig wirkende Lager

Zweiseitig wirkende Lager werden über die Schmierlöcher im Außenring geschmiert. Die Schmierung sollte bei normalen Betriebstemperaturen und drehendem Lager erfolgen. Das Schmierfett langsam einbringen, bis frisches Fett über die Dichtung austritt. Starken Druck vermeiden, da sonst die Dichtungen beschädigt werden können.

Einlaufen fettgeschmierter Lager

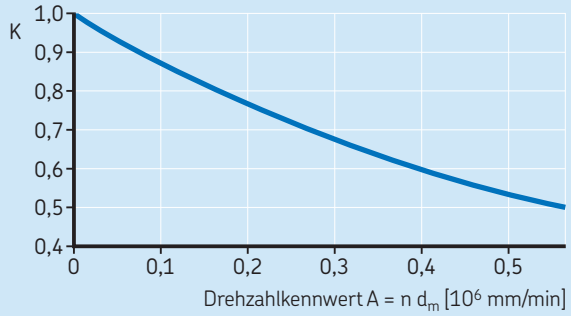
Fettgeschmierte Hochgenauigkeitslager laufen mit erhöhtem Reibmoment ein. Wenn die Lager ohne Einlaufphase bei hohen Drehzahlen betrieben werden, kann es zu einem deutlichen Temperaturanstieg und möglicherweise sogar zur Schädigung des Schmierfetts kommen. Das hohe Reibmoment ist bedingt durch die Fettverdrängung; es dauert einige Zeit, bis das überschüssige Fett aus der Anpresszone gefördert wird. Das Schmierfett, das sich seitlich am Lager sammelt, dient als Reserve. Das Schmieröl fließt auf die Laufbahnen und ermöglicht so eine langfristige, effiziente Schmierung.

Die Zeit bis zur Temperaturstabilisierung hängt von mehreren Faktoren ab. Wichtig sind u.a. Fettsorte, Füllvolumen, Art der Schmierung, Lagertyp, innerer Aufbau und das Einlaufverfahren. Korrekt eingelaufene Lager funktionieren meist mit minimaler Schmierung, so dass sich ein geringes Reibmoment und niedrige Betriebstemperaturen erreichen lassen.

Für das Einlaufen gibt es mehrere Möglichkeiten. Unabhängig vom gewählten Verfahren sollte das Lager immer in beide Drehrichtungen eingelaufen werden. Das Standardeinlaufverfahren kann bis zu 10 Stunden dauern. Beim verkürzten Einlaufverfahren werden einige Schritte übersprungen. Jeder Schritt muss mehrfach wiederholt werden, aber ein Zyklus dauert nur wenige Minuten. Beim verkürzten Verfahren ist die Gesamtzeit deutlich kürzer als beim Standardverfahren.

Diagramm 6

Faktor K zur Abschätzung der Erstbefüllung mit Fett



Standardeinlaufverfahren

Beim Standardeinlaufverfahren wird folgendermaßen vorgegangen:

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

Verkürztes Einlaufverfahren

Beim verkürzten Einlaufverfahren wird folgendermaßen vorgegangen:

1. Drehzahl auf 20 bis 25 Prozent der Betriebsdrehzahl einstellen und in relativ kleinen Schritten steigern.
2. Temperaturobergrenze festlegen, meist 60 bis 65 °C. Die Maschine nach Möglichkeit mit Endschaltern anhalten, wenn die Temperaturgrenze überschritten wird.
3. Betrieb mit der gewählten Anfangsdrehzahl starten.
4. Temperatur am Lageraußenring überwachen, bis Temperaturmaximum erreicht wird. Schnelle Temperaturerhöhungen vermeiden.
5. Maschine anhalten und Außenring des Lagers um 5 bis 10 °C abkühlen lassen.
6. Maschine bei gleicher Drehzahl wieder einschalten und Temperatur überwachen, bis der Grenzwert wieder erreicht wird.
7. **Schritt 5** und **6** wiederholen, bis sich die Temperatur unterhalb des Grenzwerts stabilisiert. Wenn sich das Temperaturmaximum unter dem Grenzwert einpegelt, ist das Lager für die betreffende Drehzahl eingelaufen.
8. Drehzahl um eine Stufe erhöhen und **Schritt 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.

Einseitig wirkende Axial-Schrägkugellager

Einseitig wirkende SKF-SNFA Axial-Schrägkugellager (→ **Bild 1**) wurden für hohe Axiallasten konstruiert. Die Lager nehmen Axialbelastungen in nur einer Richtung auf und werden daher gegen ein zweites Lager angestellt oder als Lagersätze eingebaut. Die wichtigsten Merkmale der Lager sind:

- 62° Berührungswinkel
- robuster Fensterkäfig aus Polyamid 66
- in beliebigen Anordnungen universell kombinierbar in Sätzen aus bis zu vier Lagern
- selbsthaltend

Einseitig wirkende Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe werden ausschließlich als universell kombinierbare Lager angeboten, können aber auch als Einzellager eingesetzt werden.

Zusammengepasste Lagersätze

Einseitig wirkende SKF-SNFA Axial-Schrägkugellager werden auf Wunsch als zusammengepasste Sätze aus zwei, drei oder vier Lagern geliefert. Da alle Lager universell kombinierbar sind und enge Bohrungs- und Außendurchmessertoleranzen haben, empfiehlt es sich die Lager als Einzelstücke zu bestellen und erst bei konkretem Bedarf zu kombinieren.

Abgedichtete Lager

Einseitig wirkende SKF-SNFA Axial-Schrägkugellager werden mit einer reibungsarmen Dichtung an beiden Seiten (→ **Bild 2**) angeboten. Die stahlblecharmierten Dichtungen bestehen aus öl- und verschleißfestem Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (NBR). Das Dichtungsmaterial toleriert kurzzeitiges Trockenlaufen der Dichtlippe.

Die zulässige Betriebstemperatur der Dichtungen beträgt –40 bis +100 °C; kurzzeitig sind auch +120 °C zulässig. Bei höheren Temperaturen härtet das Material aus. Abgedichtete einseitig wirkende Lager werden werkseitig zu 25 bis 35 Prozent mit Calciumkomplex-Seifenfett auf Ester- oder Mineralölbasis gefüllt.

Weitere Informationen über abgedichtete Lager erhalten Sie von der Technischen Beratung.

Fettgeschmierte Lager

Offene einseitig wirkende SKF-SNFA Axial-Schrägkugellager können ebenfalls werkseitig mit Fett geschmiert werden. Dabei wird bei allen abgedichteten Lagern das gleiche Schmierfett verwendet; der Kunde hat jedoch die Möglichkeit, die Fettsorte oder Füllmenge individuell festzulegen. Mit Standardfett geschmierte offene Lager haben das Nachsetzzeichen GMG.

Bild 1

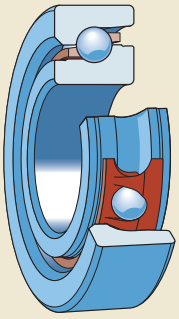
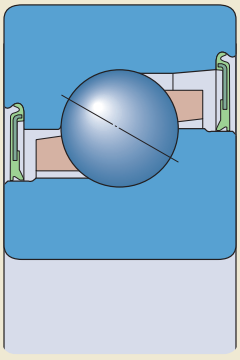


Bild 2



Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager

Zweiseitig wirkende SKF-SNFA Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe, die zur BEAS Reihe (→ **Bild 3**) gehören, entsprechen in ihrer Ausführung zwei einseitig wirkenden Lagern in O-Anordnung. Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager sind selbsthaltend und haben folgende Merkmale:

- einteiliger Außenring
- zweiteiliger Innenring
- Käfig aus Polyamid 66
- Dichtungen an beiden Seiten
- 60° Berührungswinkel

Die Lager werden wahlweise mit berührende Dichtscheibe (Nachsetzzeichen 2RS oder *C*, → **Bild 4a**) und berührungsfreien Deckscheiben (Nachsetzzeichen 2Z oder *Z*, → **Bild 4b**)angeboten. Die stahlblecharmierten Dichtungen bestehen aus öl- und verschleißfestem Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (NBR). Der Betriebstemperaturbereich der Dichtungen beträgt –40 bis +120 °C.

Die Lager werden mit hochwertigem, niedrigviskosem Lithiumseifenfett auf Esterölbasis vorgeschmiert. Die Fettmenge nimmt 25 bis 35 Prozent des Lagers in Anspruch. Unter normalen Betriebsbedingungen hält die Erstfüllung länger als die gesamte Lagergebrauchsdauer. Der Temperaturbereich des Fetts beträgt –55 bis +110 °C.

Abgedichtete Lager werden einbaufertig geliefert. Die Lager dürfen nicht über 80 °C erwärmt werden (inkl. Reinigung). Ein Anwärmen ist nur mit Induktionsanwärmgeräten zulässig, die die Lagerringe schnell auf Temperatur bringen, ohne den Käfig und andere nichtmetallische Komponenten aufzuheizen.

Alle Lager haben eine Umfangsnut und Schmierlöcher im Außenring, können also schnell und einfach nachgeschmiert werden.

Die Vorspannung wird werkseitig durch Zusammenpressen der Innenringhälften eingestellt. Die Einstellung kann mit einer Präzisionswellenmutter erfolgen, die gleichzeitig das Lager am Spindelende festsetzt. Die Vorspannung sowie weitere, bereits beschriebene Konstruktionsmerkmale, sorgen für eine hohe axiale Steifigkeit und machen die Lager auch für die Aufnahme von Radiallasten geeignet.

Bild 3

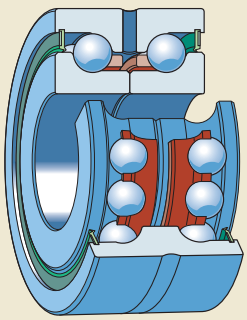
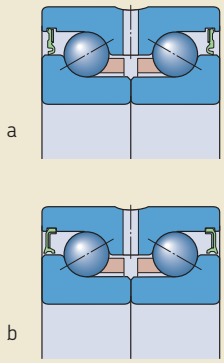


Bild 4



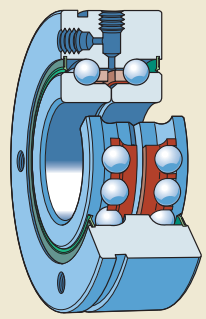
Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager zum Anflanschen

Zweiseitig wirkende SKF-SNFA Axial-Schrägkugellager der Reihe BEAM (→ **Bild 5**) werden beim Einbau angeflanscht. Sie kommen oft zum Einsatz, wenn der Bauraum begrenzt ist oder Wert auf einen schnellen Einbau gelegt wird. Die Lager entsprechen in ihrer Konstruktion der Reihe BEAS, haben aber einen deutlich stärkeren Außenring und Durchgangsbohrungen für Befestigungsschrauben. Die direkte Verschraubung mit dem Anschlussteil vereinfacht die Anschlusskonstruktion und den Einbau.

M6-Gewindebohrungen an der Stirnfläche bzw. auf der Außenseite ermöglichen das Nachschmieren. Die Durchgangsbohrungen werden vor der Auslieferung mit Gewindestiften verschlossen. Die Stirnfläche mit der Gewindebohrung muss sich gegenüber der Maschinenwand befinden. Lager der Bauform PE (*SQ*) haben keine Gewindebohrung auf der Außenseite und können nur über die Gewindebohrung in der Stirnfläche nachgeschmiert werden.

Lager der Reihe BEAM haben eine Umfangsnut auf der Außenseite, die beim Ausbau der Lager aus dem Lagersitz genutzt werden kann.

Bild 5



Flanschlagereinheiten

Einseitig wirkende SKF-SNFA Axial-Schrägkugellager werden auch als einbaufertige Flanschlagereinheiten angeboten (→ **Bild 6**). Die Flanschlagereinheiten sind für hohe Axiallasten geeignet. Sie wurden speziell für Gewindetriebe konstruiert und zeichnen sich durch eine hohe Steifigkeit und einen unkomplizierten Einbau aus. Flanschlagereinheiten werden in folgenden Ausführungen angeboten:

- zwei Lager in O-Anordnung (→ **Bild 7a**), Kurzzeichen FBSA .. DB *(BSDU .. DD)*
- zwei Lager in X-Anordnung (→ **Bild 7b**), Kurzzeichen FBSA .. DF *(BSDU .. FF)*.
- zwei Lagerpaare in O-Anordnung (→ **Bild 8a**), Kurzzeichen FBSA .. QBC *(BSQU .. TDT)*
- zwei Lagerpaare in X-Anordnung (→ **Bild 8b**), Kurzzeichen FBSA .. QFC *(BSQU .. TFT)*

SKF bietet auch Flanschlagereinheiten mit vier Lagern und abweichender Flanschanordnung an (→ **fig. 6 c**) :

- Kurzzeichen FBSA .. A/QBC *(BSQU ...1/TDT)*
- Kurzzeichen FBSA .. A/QFC *(BSQU ...1/TFT)*

Andere Lageranordnungen und Vorspannungen sind auf Wunsch ebenfalls lieferbar. Die Einheiten sind mit niedrigviskosem Fett geschmiert und einbaufertig. Die Fettmenge nimmt 25 bis 35 Prozent des Lagers in Anspruch. Unter normalen Betriebsbedingungen hält die Erstfüllung länger als die gesamte Lagergebrauchsdauer.

Flanschlagereinheiten sind mit einer SKF KMT Präzisionswellenmutter am Ende des Gewindetriebs zu verspannen und an der Maschinenwand zu verschrauben.

Das Flanschlagergehäuse besteht aus hochwertigem Stahl. Lamellendichtungen an beiden Seiten dichten gegen das Eindringen von Verunreinigungen und das Austreten von Schmierfett ab. Diese Art der Dichtung erlaubt die volle Ausnutzung der Betriebsdrehzahl einseitig wirkender Axial-Schrägkugellager.

Bild 6

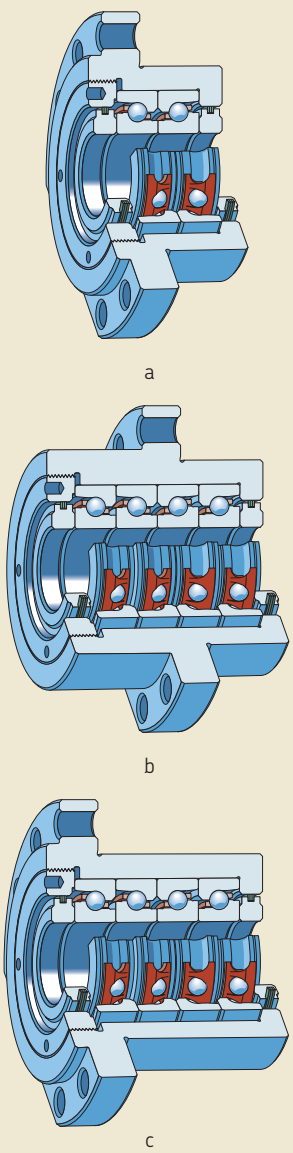


Bild 7

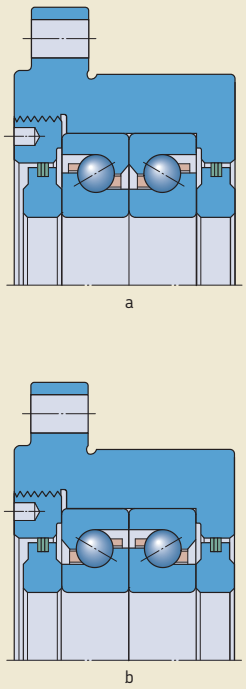
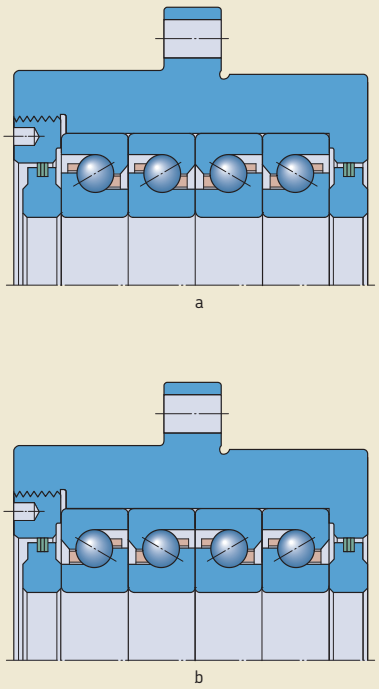


Bild 8



Allgemeine Lagerdaten

Abmessungen

Die Baumaße der einseitig wirkenden SKF-SNFA Axial-Schrägkugellager der Reihe BSA 2 *(BS 2)* und BSA 3 *(BS 3)* entsprechen der Maßreihe 02 und 03 gemäß ISO 15:1998.

Die Abmessungen der anderen Lager und Lagereinheiten sind nicht genormt, aber in der Industrie anerkannt.

Toleranzen

SKF-SNFA Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe werden mit den in **Tabelle 1** aufgeführten Toleranzen gefertigt. Die Maßgenauigkeit entspricht der Toleranzklasse P4 und die Laufgenauigkeit der Toleranzklasse P2 für Radiallager (entsprechend ISO 492:2002) beziehungsweise der Genauigkeitsklasse ABEC 7.

Die Werte für einseitig wirkende Lager beziehen sich auf Einzellager. Bei zusammengepassten Lagersätzen beträgt der Axialschlag meist weniger als 2,5 µm, sofern die Lagersitze präzise geschliffen und die Lager ordnungsgemäß eingebaut sind.

Flanschlagereinheiten werden mit den in **Tabelle 2** angegebenen Toleranzen gefertigt.

Vorspannung von nicht eingebauten Lagern

Einseitig wirkende Lager

Bei einseitig wirkenden SKF-SNFA Axial-Schrägkugellagern, die als Einzellager betrieben werden, entsteht die Vorspannung erst beim Einbau durch Anstellung gegen ein zweites Lager (oder einen zweiten Lagersatz), das für die axiale Festsetzung in entgegengesetzter Richtung verantwortlich ist.

Universell kombinierbare Lager für den satzweisen Einbau werden in den Vorspannungsklassen entsprechend **Tabelle 3** ausgeliefert.

Tabelle 1

Toleranzen von Axial-Schrägkugellagern für Gewindetriebe

Innenring und Lagerbauhöhe

		Einseitig wirkende Lager					**Zweiseitig wirkende Lager**				
d		Δ_{ds}, Δ_{dmp}		Δ_{Ts}		S_{ia}	Δ_{ds}, Δ_{dmp}		Δ_{Bs}		S_{ia}
von	bis	ob.	unt.	ob.	unt.	max	ob.	unt.	ob.	unt.	max
mm		µm		µm		µm	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

		Einseitig wirkende Lager			**Zweiseitig wirkende Lager**				
D		Δ_{Ds}, Δ_{Dmp}		S_{ea}	Δ_{Ds}, Δ_{Dmp}		Δ_{Cs}		S_{ea}
von	bis	ob.	unt.	max	ob.	unt.	ob.	unt.	max
mm		µm		µm	µm		µm		µm
30	**50**	0	–5	2,5	0	–10	0	–250	5 ... 8
50	**80**	0	–6	4	0	–10	0	–250	5 ... 10
80	**110**	0	–6	5	0	–10	0	–250	6 ... 11
110	**120**	0	–6	5	0	–15	0	–250	6 ... 11
120	**150**	0	–7	5	0	–15	0	–250	7 ... 13

Die Vorspannung ist in **Tabelle 4**, **Seite 32**, angegeben und nicht genormt. Die Einbau- und Betriebsbedingungen sind in den Werten nicht berücksichtigt. Die Werte gelten für Sätze aus zwei Lagern in O- oder X-Anordnung. Auf Wunsch liefern wir auch Lagersätze mit anderen Vorspannungen.

Sätze aus drei oder vier Lagern haben eine höhere Vorspannung als Sätze aus zwei Lagern. Die Richtwerte für die Vorspannung dieser Lagersätze ergeben sich durch Multiplikation der Werte aus **Tabelle 4**, **Seite 32**, mit folgendem Beiwert:

- 1,35 für Anordnungen TBT *(TD)* und TFT *(TF)*
- 1,55 für Anordnungen QBT *(3TD)* und QFT *(3TF)*
- 2 für Anordnungen QBC *(TDT)* und QFC *(TFT)*

Zweiseitig wirkende Lager

Zweiseitig wirkende SKF-SNFA Axial-Schrägkugellager werden mit der in **Tabelle 4** angegebenen Vorspannung ausgeliefert. Die Einbau- und Betriebsbedingungen sind in den Werten nicht berücksichtigt. Auf Wunsch werden die Lager auch mit anderen Vorspannungen geliefert.

Flanschlagereinheiten

SKF-SNFA Flanschlagereinheiten enthalten üblicherweise Lager der Vorspannungsklasse A, **Tabelle 4**. Die Verfügbarkeit von Lagereinheiten der Klasse B bzw. mit Sondervorspannung ist bei SKF-SNFA zu erfragen.

Reibmoment

Alle SKF-SNFA Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe sind für einen reibungsarmen Betrieb ausgelegt. Das Reibmoment hängt von der Vorspannung, der Betriebsdrehzahl und der Schmierstoffmenge im Lagersatz ab – je höher die Werte, desto größer das Moment.

Die Richtwerte für das Reibmoment in **Tabelle 4** gelten für nicht eingebaute Lager, die bei niedrigen Drehzahlen betrieben werden sollen. Das Anlaufmoment ist üblicherweise doppelt so hoch wie das Reibmoment.

Sätze aus drei oder vier Lagern haben ein höheres Reibmoment als Sätze aus zwei Lagern. Das Reibmoment der Lager wird durch Multiplikation des in **Tabelle 4** angegebenen Werts mit folgendem Faktor berechnet:

- 1,35 für Anordnungen TBT *(TD)* und TFT *(TF)*
- 1,55 für Anordnungen QBT *(3TD)* und QFT *(3TF)*
- 2 für Anordnungen QBC *(TDT)* und QFC *(TFT)*

Richtwerte für das Reibmoment von Flanschlagereinheiten sind in der Produkttabelle angegeben.

Abhebkraft

Externe Axialbelastungen können die Vorspannung in Lagersätzen und zweiseitig wirkenden Lagern ändern: Wird ein Kugelsatz zu stark belastet, wird die erforderliche Mindestbelastung aufgehoben. Die dabei wirkende Kraft wird als Abhebkraft bezeichnet.

Wenn die Axialbelastung die Abhebkraft erreicht, kommt es zum Schlupf im unbelasteten Kugelsatz, was zu Anschmierungen und schließlich zum Lagerausfall führen kann.

Der Richtwert für die Abhebkraft lässt sich durch Multiplikation der aktuellen Vorspannung mit dem Beiwert 2,8 bestimmen. Der Richtwert gilt für Lagersätze mit zwei Lagern in O- oder X-Anordnung und für zweiseitig wirkende Lager. Beispiel für die Berechnung der Abhebkraft eines mit 1 000 N vorgespannten Lagers oder Lagerpaares: 2,8 × 1 000 = 2 800 N.

Tabelle 3

Vorspannungsklassen universell kombinierbarer Lager

Vorspannungsklasse SKF	SNFA	**Erläuterung**
A	**M**	Geringe Vorspannung
B	**F**	Mittlere Vorspannung
G ...	**...daN**	Sonderausführung, Vorspannung [daN = 10 N]

Tabelle 2

Toleranzen von Flanschlagereinheiten

d von	bis	Δ_{ds}, Δ_{dmp} ob.	unt.	Δ_{D2} ob.	unt.	Δ_{Ts} ob.	unt.	S_{ia} [1] max
mm		µm		µm		mm		µm
18	**30**	0	-4	0	-13	0	-1,5	2,5
30	**50**	0	-5	0	-13	0	-1,5	2,5
50	**60**	0	-5	0	-13	0	-1,5	2,5

[1] Axialschlag von Einzellagern.
Die Rechtwinkligkeitstoleranz des Flanschs für Gehäusesitzdurchmesser D_2 beträgt je nach Größe 5 bis 10 µm.

Weitere Auskünfte erhalten Sie von unserer Technischen Beratung.

Axiale Tragfähigkeit

Bei höherer Axialbelastung ändern sich die Berührungsverhältnisse im Lager. Die Druckwinkel, insbesondere die Druckellipsen, sind größer, so dass sich die Spannung am Schulter-Laufbahn-Übergang der Lagerringe erhöhen kann. Diese Spannung wird in den SKF-SNFA Lagern auf ein Minimum reduziert, u.a. durch geschliffene und verrundete Übergänge. Dennoch sollten die Richtwerte für die maximale Axialbelastung nach **Tabelle 4** nicht überschritten werden.

Käfige

Die Käfige von SKF-SNFA Axial-Schrägkugellagern sind an die Betriebsbedingungen angepasst und für hohe Beschleunigungen und Verzögerungen geeignet (→ **Bild 9**). Je nach Bauform haben die Lager entweder einen kugelgeführten Fensterkäfig oder einen Schnappkäfig aus faserverstärktem Polyamid 66. Der Käfig ist besonders leicht, so dass nur geringe Fliehkräfte auftreten, und für Betriebstemperaturen von maximal +120 °C geeignet, die in Werkzeugmaschinen nur selten erreicht werden.

Die üblicherweise in Werkzeugmaschinen verwendeten Schmierstoffe haben keine schädliche Wirkung auf den Käfig. Eine Ausnahme bilden allerdings einige wenige synthetische Ölschmierstoffe und Schmierfette auf der Basis von synthetischem Öl. Weitere Auskünfte zur Eignung von Polyamidkäfigen erhalten Sie von der Technischen Beratung.

Bild 9

Tabelle 4

Einseitig und zweiseitig wirkende Lager: Axiale Vorspannung, Reibmoment und zulässige Axialbelastung

Kurzzeichen		Axiale Vorspannung		Reibmoment[1]		Zulässige Axialbelastung
SKF	SNFA	Vorspannungsklasse A	B	Vorspannungsklasse A	B	
–		N		Nm		kN
Einseitig wirkende Lager						
BSA 201	**BS 212**	650	1 300	0,016	0,028	6,25
BSA 202	**BS 215**	770	1 540	0,022	0,038	8,5
BSA 203	**BS 217**	1 040	2 080	0,04	0,072	10,3
BSA 204	**BS 220**	1 480	2 960	0,05	0,091	14,5
BSA 205	**BS 225**	1 580	3 160	0,069	0,12	18
BSA 206	**BS 230**	2 150	4 300	0,12	0,21	22,6
BSA 207	**BS 235**	2 950	5 900	0,18	0,32	29,6
BSA 208	**BS 240**	3 400	6 800	0,212	0,46	37,9
BSA 209	**BS 245**	3 750	7 500	0,23	0,52	40,2
BSA 210	**BS 250**	4 100	8 200	0,31	0,68	42,5
BSA 212	**BS 260**	6 050	12 100	0,54	1,05	65
BSA 215	**BS 275**	6 850	13 700	0,65	1,4	76
BSA 305	**BS 325**	2 150	4 300	0,12	0,21	22,6
BSA 306	**BS 330**	3 000	6 000	0,175	0,32	46
BSA 307	**BS 335**	4 100	8 200	0,26	0,46	65
BSA 308	**BS 340**	5 100	10 200	0,35	0,62	78,2
BSD 2047	**BS 20/47**	1 480	2 960	0,05	0,091	14,5
BSD 2562	**BS 25/62**	2 150	4 300	0,115	0,21	22,6
BSD 3062	**BS 30/62**	2 150	4 300	0,125	0,215	22,6
BSD 3572	**BS 35/72**	2 950	5 900	0,18	0,32	29,6
BSD 4072	**BS 40/72**	2 950	5 900	0,18	0,32	29,6
BSD 4090	**BS 40/90**	5 100	10 200	0,35	0,61	78,2
BSD 4575	**BS 45/75**	2 900	5 800	0,25	0,41	40,2
BSD 45100	**BSD 45/100**	5 850	11 700	0,5	0,97	107,4
BSD 50100	**BS 50/100**	6 200	12 400	0,52	0,97	107,4
BSD 55100	**BS 55/100**	6 200	12 400	0,52	0,97	107,4
BSD 55120	**BS 55/120**	7 300	14 600	0,72	1,26	130
BSD 60120	**BS 60/120**	7 300	14 600	0,72	1,26	130
Zweiseitig wirkende Lager						
BEAS 008032	**BEAS 8/32**	300	–	0,08	–	–
BEAS 012042	**BEAS 12/42**	600	–	0,16	–	–
BEAS 015045	**BEAS 15/45**	650	–	0,2	–	–
BEAS 017047	**BEAS 17/47**	720	–	0,24	–	–
BEAS 020052	**BEAS 20/52**	1 650	–	0,3	–	–
BEAS 025057	**BEAS 25/57**	1 920	–	0,4	–	–
BEAS 030062	**BEAS 30/62**	2 170	–	0,54	–	–
BEAM 012055	**BEAM 12/55**	600	–	0,16	–	–
BEAM 017062	**BEAM 17/62**	700	–	0,24	-	–
BEAM 020068	**BEAM 20/68**	1 650	–	0,3	–	–
BEAM 025075	**BEAM 25/75**	1 920	–	0,4	–	–
BEAM 030080	**BEAM 30/80**	2 170	–	0,5	–	–
BEAM 030100	**BEAM 30/100**	3 900	–	0,8	–	–
BEAM 035090	**BEAM 35/90**	2 250	–	0,6	–	–
BEAM 040100	**BEAM 40/100**	2 550	–	0,7	–	–
BEAM 040115	**BEAM 40/115**	4 750	–	1,3	–	–
BEAM 050115	**BEAM 50/115**	3 100	–	0,69	–	–
BEAM 050140	**BEAM 50/140**	5 720	–	2,6	–	–
BEAM 060145	**BEAM 60/145**	4 700	–	2	–	–

[1] Die Richtwerte für das Reibmoment zweiseitig wirkender Lager der Reihen BEAS und BEAM gelten für Lager mit Dichtungen (Nachsetzzeichen 2RS). Bei Lagern mit Deckscheiben (Nachsetzzeichen 2Z) ist das Reibmoment nur halb so groß.

Tragzahlen von Lagersätzen

Die dynamische Tragzahl C und die statische Tragzahl C_0 sowie die Ermüdungsgrenzbelastung P_u aus der Produkttabelle für einseitig wirkende Lager gelten für Axialbelastungen an Einzellagern. Bei Lagersätzen müssen die Einzellagerwerte mit den Werten aus **Tabelle 5** multipliziert werden.

Äquivalente dynamische Lagerbelastung

Wenn einseitig wirkende Einzellager, Lagersätze oder zweiseitig wirkende Lager Radial-Axial-Kombibelastungen aufnehmen müssen, wird die äquivalente dynamische Lagerbelastung für jede Axialbelastungsrichtung folgendermaßen bestimmt:

$P = X F_r + Y F_a$ für $F_a/F_r \leq 2{,}35$
$P = 0{,}97 F_r + F_a$ für $F_a/F_r > 2{,}35$

Für Lager, die nur Axialbelastungen aufnehmen, gilt:

$P = F_a$

Hierin sind
P = äquivalente dynamische Lagerbelastung [kN]
F_r = tatsächliche radiale Lagerbelastung [kN]
F_a = tatsächliche axiale Lagerbelastung [kN]
X = Radialbelastungsfaktor des Lagers für einseitig wirkende Lager nach **Tabelle 5**, für zweiseitig wirkende Lager X = 1,9
Y = Axialbelastungsfaktor des Lagers für einseitig wirkende Lager nach **Tabelle 5**, für zweiseitig wirkende Lager Y = 0,55

Die Vorspannung ist als Axialbelastung zu berücksichtigen. Für Lagersätze in beliebiger Anordnung ist die äquivalente Lagerbelastung für beide Belastungsrichtungen getrennt zu ermitteln.

Äquivalente statische Lagerbelastung

Wenn einseitig wirkende Einzellager, Lagersätze oder zweiseitig wirkende Lager Radial-Axial-Kombibelastungen aufnehmen müssen, wird die äquivalente statische Lagerbelastung für jede Axialbelastungsrichtung folgendermaßen bestimmt:

$P_0 = F_a + 4 F_r$

Hierin sind
P_0 = äquivalente statische Lagerbelastung [kN]
F_a = tatsächliche axiale Lagerbelastung [kN]
F_r = tatsächliche radiale Lagerbelastung [kN]

Die Vorspannung ist als Axialbelastung zu berücksichtigen. Für Lagersätze in beliebiger Anordnung ist die äquivalente Lagerbelastung für beide Belastungsrichtungen getrennt zu ermitteln.

Die Gleichung für die äquivalente statische Lagerbelastung gilt auch 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.

Tabelle 5

Tragzahlen, Ermüdungsgrenzbelastung und Berechnungsfaktoren für Lagersätze mit einseitig wirkenden Lagern

Anzahl der Lager pro Satz	**Anordnung** Kurzzeichen SKF	SNFA	Symbol	Lastrichtung	**Tragzahl des Lagersatzes** dynamisch	statisch	**Ermüdungsgrenzbelastung**	**Berechnungsfaktoren** X	Y
2	**DB**	**DD**	<>	→	C	C_0	P_u	2,04	0,54
	DF	**FF**	><	→	C	C_0	P_u	2,04	0,54
	DT	**T**	<<	→	1,63 C	2 C_0	2 P_u	–	–
3	**TBT**	**TD**	<>>	→	C	C_0	P_u	1,54	0,75
			<>>	←	1,63 C	2 C_0	2 P_u	2,5	0,33
	TFT	**TF**	>><	←	C	C_0	P_u	1,54	0,75
			>><	→	1,63 C	2 C_0	2 P_u	2,5	0,33
	TT	**3T**	<<<	→	2,16 C	3 C_0	3 P_u	–	–
4	**QBT**	**3TD**	<<<>	←	C	C_0	P_u	1,26	0,87
			<<<>	→	2,16 C	3 C_0	3 P_u	2,71	0,25
	QFT	**3TF**	>>><	←	C	C_0	P_u	1,26	0,87
			>>><	→	2,16 C	3 C_0	3 P_u	2,71	0,25
	QBC	**TDT**	<<>>	→	1,63 C	2 C_0	2 P_u	2,04	0,54
	QFC	**TFT**	>>><	→	1,63 C	2 C_0	2 P_u	2,04	0,54
	QT	**4T**	<<<<	→	2,64 C	4 C_0	4 P_u	–	–

Markierungen auf dem Lager

Auf jedem Lager sind Codes und Markierungen aufgebracht. **Bild 10** zeigt die Kennzeichnung auf einseitig wirkenden Lagern, **Bild 11** zeigt die Kennzeichnung auf zweiseitig wirkenden Lagern und **Bild 12** die Kennzeichnung auf Flanschlagereinheiten. Die Kennzeichnung besteht aus folgenden Elementen:

1 SKF Marke
2 Vollständige Bezeichnung des Lagers
3 Herkunftsland
4 Fertigungsdatum (kodiert)
5 Aufschrift MATCHABLE; nur bei einseitig wirkenden Lagern

Einseitig wirkende Lager haben zudem ein V-Zeichen; es weist in die Richtung, aus der die Axialbelastung auf den Innenring wirken darf (→ **Bild 13**).

Bild 10

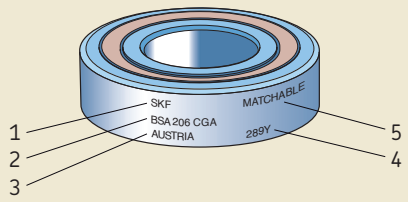


Bild 11

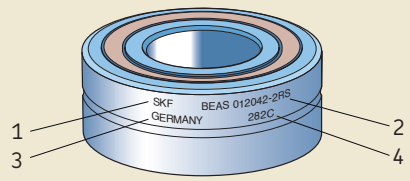


Bild 12

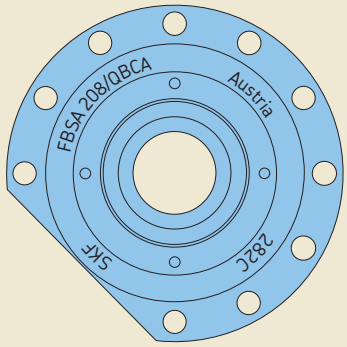
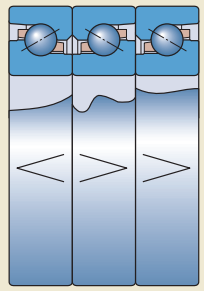


Bild 13



Verpackung

Die Hochgenauigkeitslager werden in Schachteln ausgeliefert, auf denen beide Marken – SKF und SNFA (→ **Bild 14**) – und beide Bezeichnungen aufgedruckt sind.

Einbauhinweise sind auf der Innenseite der Schachtel aufgedruckt.

Lagerbezeichnungen

Die Lagerbezeichnung steht auf der Mantelfläche des Lagers. Das SNFA Logo wird, sofern möglich, auf die Verpackung gedruckt. Das Bezeichnungsschema der Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe ist zusammen mit den Erläuterungen in **Tabelle 6**, **Seite 36** bis **37**, angegeben.

Bild 14

C

Bezeichnungsschema der Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe

BSA 205 CGB	**BSA 2**	**05**	**C G**		**B**
	Lagerreihe	**Lagergröße**	**Konstruktionsmerkmale**	**Lageranordnung**	**Vorspannung**
FBSA 206/QFC	**FBSA 2**	**06**		**QFC**	

Lagerreihe

BSA 2	Einseitig wirkendes Lager der ISO-Maßreihe 02
BSA 3	Einseitig wirkendes Lager der ISO-Maßreihe 03
BSD	Einseitig wirkendes Lager, nicht genormt
BEAM	Zweiseitig wirkendes Lager zum Anflanschen
BEAS	Zweiseitig wirkendes Lager
FBSA	Flanschlagereinheiten

Lagergröße

Einseitig wirkende Lager nach ISO Maßreihe

01	12 mm Bohrungsdurchmesser
02	15 mm Bohrungsdurchmesser
03	17 mm Bohrungsdurchmesser
04	20 mm Bohrungsdurchmesser
05	25 mm Bohrungsdurchmesser
06	(x5) 30 mm Bohrungsdurchmesser
bis	
15	(x5) 75 mm Bohrungsdurchmesser

Einseitig wirkende Lager, nicht genormt

2047	20 mm Bohrungsdurchmesser und 47 mm Außendurchmesser

Zweiseitig wirkende Lager

060145	60 mm Bohrungsdurchmesser und 145 mm Außendurchmesser

Konstruktionsmerkmale

C	Modifizierte innere Konstruktion
G	Universallager für den satzweisen Einbau

Berührungswinkel

–	62° Berührungswinkel für einseitig wirkende Lager
–	60° Berührungswinkel für zweiseitig wirkende Lager

Toleranzklasse

–	Maßgenauigkeit gemäß ISO-Toleranzklasse 4, Laufgenauigkeit nach ISO-Toleranzklasse 2
PE	Durchmessertoleranz und Axialschlag nach Toleranzklasse P5 für Radiallager

Käfig

TN9	Spritzgusskäfig aus Polyamid 66 (nicht in der Lagerbezeichnung angegeben)

Fettfüllung

GMG	Offenes einseitig wirkendes Lager mit Standardfett

Lageranordnung

DB	Zwei Lager in O-Anordnung <>
DF	Zwei Lager in X-Anordnung ><
DT	Zwei Lager in Tandem-Anordnung <<
TBT	Drei Lager in O- und Tandem-Anordnung <>>
TFT	Drei Lager in X- und Tandem-Anordnung >><
TT	Drei Lager in Tandem-Anordnung >>>
QBC	Vier Lager in Tandem-O-Anordnung <<>>
QFC	Vier Lager in Tandem-X-Anordnung >>><
QBT	Vier Lager in O- und Tandem-Anordnung <<<>
QFT	Vier Lager in X- und Tandem-Anordnung >>><
QT	Vier Lager in Tandem-Anordnung >>>>

Dichtungen

2RS	Beidseitig stahlblechverstärkte schleifende Dichtung aus Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (NBR)
2Z	Beidseitig Deckscheiben aus Stahlblech
2RZ	Beidseitig stahlblechverstärkte reibungsarme Dichtung aus Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (NBR)

Vorspannung

k.A.	
A	Leichte Vorspannung
B	Mittlere Vorspannung
G...	Spezielle Vorspannung, daN = 10 N

Tabelle 6

Altes SNFA Bezeichnungsschema der Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe

BS 225 7P62U M	BS 2	25	7 P 62 U		M
	Lagerreihe	Lagergröße	Konstruktionsmerkmale	Lageranordnung	Vorspannung
BSQU 230 TFT	BSQU 2	30		TFT	

Lagerreihe

BS 2	Einseitig wirkendes Lager der ISO-Maßreihe 02
BS 3	Einseitig wirkendes Lager der ISO-Maßreihe 03
BS ../..	Einseitig wirkendes Lager, nicht genormt
BEAM	Zweiseitig wirkendes Lager zum Anflanschen
BEAS	Zweiseitig wirkendes Lager
BSDU, BSQU	Flanschlagereinheiten

Lagergröße

Einseitig wirkende Lager nach ISO Maßreihe

12	Nenndurchmesser Bohrung
15	
17	
20	
25	
30	
bis	
75	

Einseitig wirkende Lager, nicht genormt

20/47	20 mm Bohrungsdurchmesser und 47 mm Außendurchmesser

Zweiseitig wirkende Lager

60/145	60 mm Bohrungsdurchmesser und 145 mm Außendurchmesser

Konstruktionsmerkmale

k.A.	
U	Universallager für den satzweisen Einbau

Berührungswinkel

62	Berührungswinkel 62°
60	Berührungswinkel 60°

Toleranzklasse

7	Genauigkeit nach ABEC 7 (ISO-Toleranzklasse 4)
SQ	Entfeinerte Durchmessertoleranz, Axialschlag nach Toleranzklasse P5 für Radiallager

Käfig

P	Spritzgusskäfig aus Polyamid 66

Fettfüllung

Lageranordnung

DD	Zwei Lager in O-Anordnung <>
FF	Zwei Lager in X-Anordnung ><
T	Zwei Lager in Tandem-Anordnung <<
TD	Drei Lager in O- und Tandem-Anordnung <>>
TF	Drei Lager in X- und Tandem-Anordnung >><
3T	Drei Lager in Tandem-Anordnung >>>
TDT	Vier Lager in Tandem-O-Anordnung <<>>
TFT	Vier Lager in Tandem-X-Anordnung >>><
3TD	Vier Lager in O- und Tandem-Anordnung <<<>
3TF	Vier Lager in X- und Tandem-Anordnung >>><
4T	Vier Lager in Tandem-Anordnung >>>>

Dichtungen

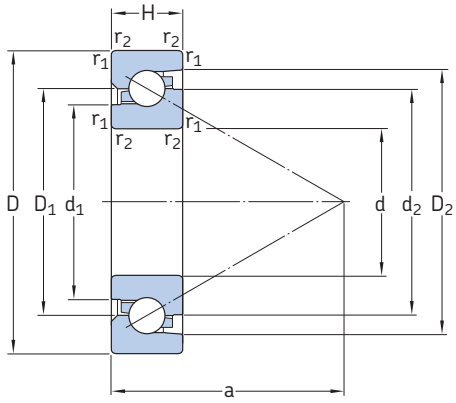
C	Beidseitig stahlblechverstärkte schleifende Dichtung aus Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (NBR)
Z	Beidseitig Deckscheiben aus Stahlblech
S	Beidseitig stahlblechverstärkte reibungsarme Dichtung aus Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (NBR)

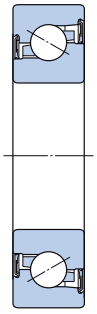
Vorspannung

L	Sehr leichte Vorspannung
M	Leichte Vorspannung
F	Mittlere Vorspannung
...daN	Spezielle Vorspannung, daN = 10 N

Einseitig wirkende Axial-Schrägkugellager

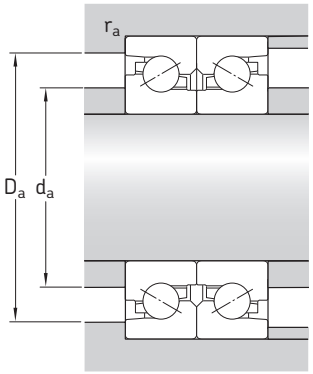
d **12 – 75** mm

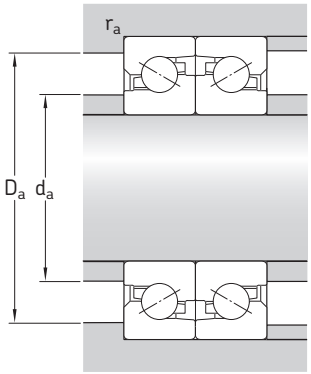




BSA ... CG-2RZ
BSD ... CG-2RZ
(BS ... /S 7P62U)

Hauptabmessungen			Tragzahlen dyn.	Tragzahlen stat.	Ermüdungsgrenzbelastung	Betriebsdrehzahl Schmierung Fett	Betriebsdrehzahl Schmierung Öl-Luft	Gewicht	Kurzzeichen SKF	Kurzzeichen SNFA
d	D	H	C	C_0	P_u					
mm			kN	kN	kN	min^{-1}		kg	–	
12	32	10	11,8	21,2	0,8	14 000	17 000	0,043	**BSA 201 CG**	**BS 212 7P62U**
15	35	11	12,7	25,5	0,95	12 000	15 000	0,054	**BSA 202 CG**	**BS 215 7P62U**
17	40	12	16,6	34,5	1,27	11 000	14 000	0,078	**BSA 203 CG**	**BS 217 7P62U**
20	47	14	22	49	1,8	9 500	12 000	0,12	**BSA 204 CG**	**BS 220 7P62U**
	47	15	22	49	1,8	9 500	12 000	0,13	**BSD 2047 CG**	**BS 20/47 7P62U**
25	52	15	22,4	52	1,93	9 000	11 000	0,15	**BSA 205 CG**	**BS 225 7P62U**
	62	17	28,5	71	2,65	8 000	9 500	0,27	**BSA 305 CG**	**BS 325 7P62U**
	62	15	28,5	71	2,65	8 000	9 500	0,24	**BSD 2562 CG**	**BS 25/62 7P62U**
30	62	16	28,5	71	2,65	8 000	9 500	0,23	**BSA 206 CG**	**BS 230 7P62U**
	62	15	28,5	71	2,65	8 000	9 500	0,22	**BSD 3062 CG**	**BS 30/62 7P62U**
	72	19	40,5	98	3,65	6 700	8 000	0,40	**BSA 306 CG**	**BS 330 7P62U**
35	72	15	36,5	98	3,65	7 500	9 000	0,30	**BSD 3572 CG**	**BS 35/72 7P62U**
	72	17	36,5	98	3,65	7 500	9 000	0,33	**BSA 207 CG**	**BS 235 7P62U**
	80	21	62	129	4,65	6 000	7 000	0,56	**BSA 307 CG**	**BS 335 7P62U**
40	72	15	36,5	98	3,65	7 500	9 000	0,26	**BSD 4072 CG**	**BS 40/72 7P62U**
	80	18	42,5	112	4,15	6 300	7 500	0,43	**BSA 208 CG**	**BS 240 7P62U**
	90	20	64	170	6,3	6 000	7 000	0,68	**BSD 4090 CG**	**BS 40/90 7P62U**
	90	23	64	170	6,3	6 000	7 000	0,77	**BSA 308 CG**	**BS 340 7P62U**
45	75	15	32,5	98	3,65	7 500	9 000	0,26	**BSD 4575 CG**	**BS 45/75 7P62U**
	85	19	45	134	4,9	6 300	7 500	0,51	**BSA 209 CG**	**BS 245 7P62U**
	100	20	65,5	183	6,7	5 600	6 700	0,77	**BSD 45100 CG**	**BSD 45/100 7P62U**
50	90	20	46,5	146	5,4	6 000	7 000	0,56	**BSA 210 CG**	**BS 250 7P62U**
	100	20	67	193	7,2	5 600	6 700	0,71	**BSD 50100 CG**	**BS 50/100 7P62U**
55	100	20	67	193	7,2	5 600	6 700	0,66	**BSD 55100 CG**	**BS 55/100 7P62U**
	120	20	69,5	228	8,5	5 000	6 000	1,14	**BSD 55120 CG**	**BS 55/120 7P62U**
60	110	22	69,5	216	8	5 000	6 000	0,95	**BSA 212 CG**	**BS 260 7P62U**
	120	20	69,5	228	8,5	5 000	6 000	1,07	**BSD 60120 CG**	**BS 60/120 7P62U**
75	130	25	72	245	9,15	4 300	5 000	1,45	**BSA 215 CG**	**BS 275 7P62U**

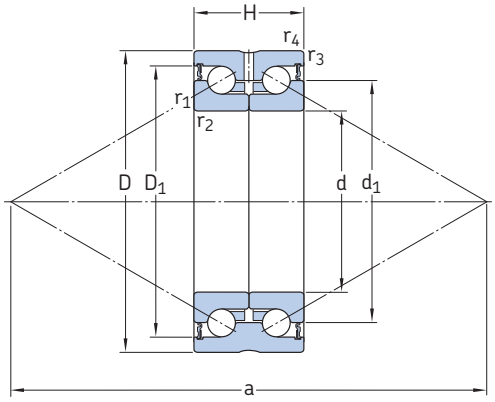




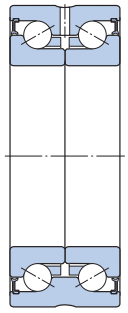
Abmessungen							Anschlussmaße		
d	d_1 ~	d_2 ~	D_1 ~	D_2 ~	$r_{1,2}$ min	a	d_a min	D_a max	r_a max
mm							mm		
12	17,5	21,5	22,1	26,7	0,6	26	17	29	0,6
15	20,8	24,0	25,1	29,6	0,6	29	20	32	0,6
17	24,0	28,5	29,1	34,4	0,6	33	23	37	0,6
20	28,5	34,0	34,6	40,7	1	40	24	42	1
	28,5	34,0	34,6	40,7	1	40	27	42,5	1
25	33,0	38,0	38,6	44,7	1	44	32	47,5	1
	39,3	45,5	46,1	52,9	1	52	34	57	1
	39,3	45,5	46,1	52,9	1	51	34	57	1
30	39,3	45,5	46,1	52,9	1	51	37	57	1
	39,3	45,5	46,1	52,9	1	51	38	57	1
	43,8	50,5	51,1	59,5	1,1	57	40	65,5	1
35	48,0	54,0	55,1	62,7	1,1	59	44	64,8	1
	48,0	54,0	55,1	62,7	1,1	60	44	66	1
	49,0	58,0	58,6	69,3	1,5	66	47	72,5	1,5
40	48,0	54,0	55,1	62,7	1,1	59	47,5	65	1
	50,5	57,0	58,1	66,5	1,1	64	48	74	1
	57,0	65,5	66,6	77,3	1,5	73	53	81	1,5
	57,0	65,5	66,6	77,3	1,5	74	53	81	1,5
45	54,0	59,3	60,1	66,9	1,1	64	53	69	1
	59,3	66,5	67,1	75,4	1,1	73	53	79,5	1
	62,0	70,5	71,6	82,3	1,5	77	59	90	1,5
50	64,5	71,0	72,1	80,5	1,1	78	59	84	1
	62,0	70,5	71,6	82,3	1,5	82	65	90,5	1,5
55	62,0	70,5	71,6	82,3	1,5	82	67	91	1,5
	81,3	90,3	91,1	101,8	1,5	96	69	110	1,5
60	77,3	86,0	87,1	97,8	1,5	93	71	102	1,5
	81,3	90,3	91,1	101,8	1,5	96	73	111	1,5
75	90,3	99,1	100,1	110,7	1,5	107	85	122	1,5

Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager

d **8 – 30** mm

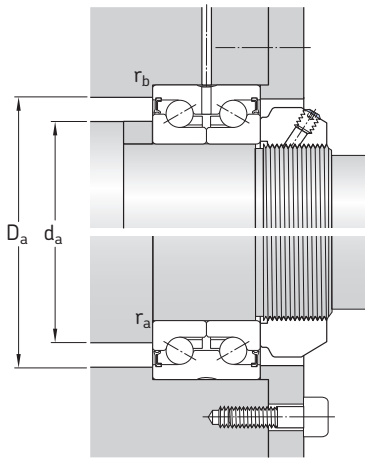


2RS
(C)



2Z
(Z)

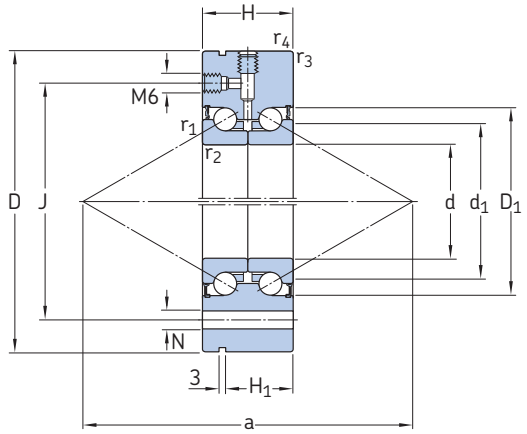
Hauptabmessungen			Tragzahlen dyn.	stat.	Ermüdungs-grenz-belastung	Betriebs-drehzahl	Gewicht	Kurzzeichen SKF	SNFA
d	D	B	C	C_0	P_u				
mm			kN		kN	min^{-1}	kg	–	
8	32	20	12,5	16,3	0,6	5 300	0,09	**BEAS 008032-2RS**	**BEAS 8/32/C 7P60**
	32	20	12,5	16,3	0,6	8 800	0,09	**BEAS 008032-2Z**	**BEAS 8/32/Z 7P60**
12	42	25	16,8	24,5	0,915	4 000	0,2	**BEAS 012042-2RS**	**BEAS 12/42/C 7P60**
	42	25	16,8	24,5	0,915	6 700	0,2	**BEAS 012042-2Z**	**BEAS 12/42/Z 7P60**
15	45	25	18	28	1,04	3 900	0,21	**BEAS 015045-2RS**	**BEAS 15/45/C 7P60**
	45	25	18	28	1,04	6 500	0,21	**BEAS 015045-2Z**	**BEAS 125/45/Z 7P60**
17	47	25	19	31	1,16	3 800	0,22	**BEAS 017047-2RS**	**BEAS 17/47/C 7P60**
	47	25	19	31	1,16	6 300	0,22	**BEAS 017047-2Z**	**BEAS 17/47/Z 7P60**
20	52	26	26	46,5	1,73	3 400	0,31	**BEAS 020052-2RS**	**BEAS 20/52/C 7P60**
	52	26	26	46,5	1,73	6 000	0,31	**BEAS 020052-2Z/PE**	**BEAS 20/52/Z SQP60**
	52	26	26	46,5	1,73	6 000	0,31	**BEAS 020052-2Z**	**BEAS 20/52/Z 7P60**
25	57	28	27,6	55	2,04	3 400	0,34	**BEAS 025057-2RS**	**BEAS 25/57/C 7P60**
	57	28	27,6	55	2,04	5 600	0,34	**BEAS 025057-2Z**	**BEAS 25/57/Z 7P60**
30	62	28	29	64	2,36	3 200	0,39	**BEAS 030062-2RS**	**BEAS 30/62/C 7P60**
	62	28	29	64	2,36	5 300	0,39	**BEAS 030062-2Z**	**BEAS 30/62/Z 7P60**

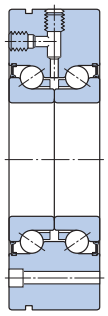


Abmessungen						Anschlussmaße			
d	d_1 ~	D_1 ~	$r_{1,2}$ ~	$r_{3,4}$ min	a	d_a min	D_a max	r_a max	r_b max
mm							mm		
8	19	26,5	0,3	0,6	43	12	26	0,3	0,6
	19	26,5	0,3	0,6	43	12	26	0,3	0,6
12	25	33,5	0,3	0,6	56	16	35	0,3	0,6
	25	33,5	0,3	0,6	56	16	35	0,3	0,6
15	28	36	0,3	0,6	61	20	35	0,3	0,6
	28	36	0,3	0,6	61	20	35	0,3	0,6
17	30	38	0,3	0,6	65	23	40	0,3	0,6
	30	38	0,3	0,6	65	23	40	0,3	0,6
20	34,5	44	0,3	0,6	74	26	45	0,3	0,6
	34,5	44	0,3	0,6	74	26	45	0,3	0,6
	34,5	44	0,3	0,6	74	26	45	0,3	0,6
25	40,5	49	0,3	0,6	84	32	50	0,3	0,6
	40,5	49	0,3	0,6	84	32	50	0,3	0,6
30	45,5	54	0,3	0,6	93	40	54	0,3	0,6
	45,5	54	0,3	0,6	93	40	54	0,3	0,6

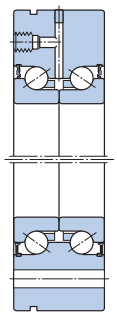
Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager zum Anflanschen

d **12 – 60** mm



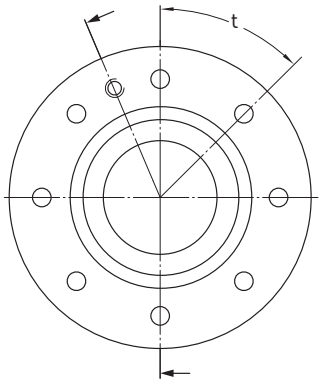


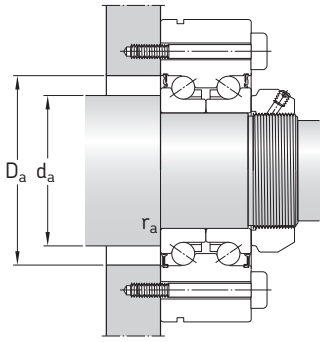
Ausführung für
d = 60 mm



PE
(SQ)

Hauptabmessungen			Tragzahlen dyn.	stat.	Ermüdungs-grenz-belastung	Betriebs-drehzahl	Gewicht	Kurzzeichen SKF	SNFA
d	D	B	C	C_0	P_u				
mm			kN		kN	min^{-1}	kg	–	
12	55	25	16,8	24,5	0,915	4 000	0,37	**BEAM 012055-2RS**	**BEAM 12/55/C 7P60**
	55	25	16,8	24,5	0,915	6 700	0,37	**BEAM 012055-2Z**	**BEAM 12/55/Z 7P60**
17	62	25	19	31	1,16	3 800	0,45	**BEAM 017062-2RS**	**BEAM 17/62/C 7P60**
	62	25	19	31	1,16	3 800	0,45	**BEAM 017062-2RS/PE**	**BEAM 17/62/C SQP60**
	62	25	19	31	1,16	6 300	0,45	**BEAM 017062-2Z**	**BEAM 17/62/Z 7P60**
	62	25	19	31	1,16	6 300	0,45	**BEAM 017062-2Z/PE**	**BEAM 17/62/Z SQP60**
20	68	28	26	46,5	1,73	3 400	0,61	**BEAM 020068-2RS**	**BEAM 20/68/C 7P60**
	68	28	26	46,5	1,73	3 400	0,61	**BEAM 020068-2RS/PE**	**BEAM 20/68/C SQP60**
	68	28	26	46,5	1,73	6 000	0,61	**BEAM 020068-2Z**	**BEAM 20/68/Z 7P60**
	68	28	26	46,5	1,73	6 000	0,61	**BEAM 020068-2Z/PE**	**BEAM 20/68/Z SQP60**
25	75	28	27,6	55	2,04	3 400	0,72	**BEAM 025075-2RS**	**BEAM 25/75/C 7P60**
	75	28	27,6	55	2,04	3 400	0,72	**BEAM 025075-2RS/PE**	**BEAM 25/75/C SQP60**
	75	28	27,6	55	2,04	5 600	0,72	**BEAM 025075-2Z**	**BEAM 25/75/Z 7P60**
	75	28	27,6	55	2,04	5 600	0,72	**BEAM 025075-2Z/PE**	**BEAM 25/75/Z SQP60**
30	80	28	29,1	64	2,36	2 600	0,78	**BEAM 030080-2RS**	**BEAM 30/80/C 7P60**
	80	28	29,1	64	2,36	2 600	0,78	**BEAM 030080-2RS/PE**	**BEAM 30/80/C SQP60**
	80	28	29,1	64	2,36	4 500	0,78	**BEAM 030080-2Z**	**BEAM 30/80/Z 7P60**
	100	38	60	108	4	2 600	1,65	**BEAM 030100-2RS**	**BEAM 30/100/C 7P60**
	100	38	60	108	4	4 300	1,65	**BEAM 030100-2Z**	**BEAM 30/100/Z 7P60**
35	90	34	41	88	3,25	2 400	1,15	**BEAM 035090-2RS**	**BEAM 35/90/C 7P60**
	90	34	41	88	3,25	4 000	1,15	**BEAM 035090-2Z**	**BEAM 35/90/Z 7P60**
40	100	34	43,6	102	3,75	2 200	1,45	**BEAM 040100-2RS**	**BEAM 40/100/C 7P60**
	100	34	43,6	102	3,75	3 800	1,45	**BEAM 040100-2Z**	**BEAM 40/100/Z 7P60**
	115	46	71,5	150	5,5	1 800	2,2	**BEAM 040115-2RS**	**BEAM 40/115/C 7P60**
	115	46	71,5	150	5,5	3 000	2,2	**BEAM 040115-2Z**	**BEAM 40/115/Z 7P60**
50	115	34	46,8	127	4,65	2 000	1,85	**BEAM 050115-2RS**	**BEAM 50/115/C 7P60**
	115	34	46,8	127	4,65	3 600	1,85	**BEAM 050115-2Z**	**BEAM 50/115/Z 7P60**
	140	54	112	250	9,3	1 700	4,7	**BEAM 050140-2RS**	**BEAM 50/140/C 7P60**
	140	54	112	250	9,3	2 800	4,7	**BEAM 050140-2Z**	**BEAM 50/140/Z 7P60**
60	145	45	85,2	216	8	1 600	4,3	**BEAM 060145-2RS**	**BEAM 60/145/C 7P60**
	145	45	85,2	216	8	2 600	4,3	**BEAM 060145-2Z**	**BEAM 60/145/Z 7P60**

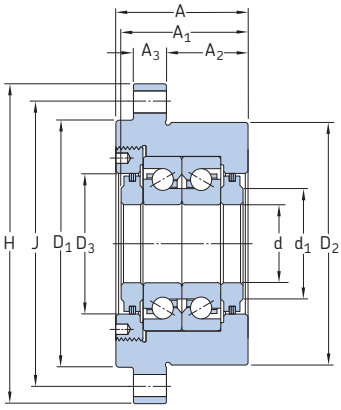




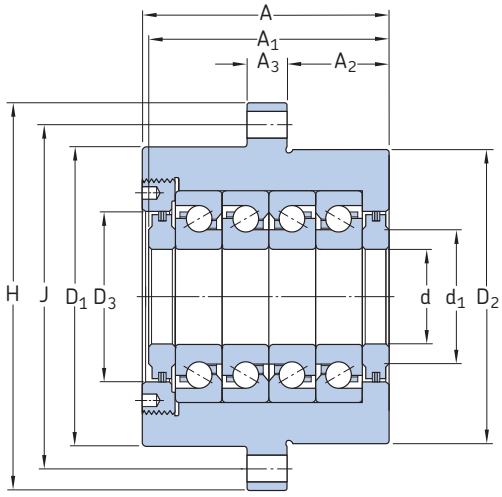
Abmessungen							Anschlussmaße			Bohrungen für Befestigungsschrauben nach DIN 912			
										Größe	Abmessungen		
d	d_1 ~	D_1 ~	H_1 ~	$r_{1,2}$ min	$r_{3,4}$ min	a	d_a max	D_a max	r_a max		J	N	t
mm							mm			–	mm		BohrungenxWinkelabstand
12	25	33,5	17	0,3	0,6	56	16	33	0,6	M6	42	6,8	3×120°
	25	33,5	17	0,3	0,6	56	16	33	0,6	M6	42	6,8	3×120°
17	30	38	17	0,3	0,6	65	23	38	0,6	M6	48	6,8	3×120°
	30	38	17	0,3	0,6	65	23	38	0,6	M6	48	6,8	3×120°
	30	38	17	0,3	0,6	65	23	38	0,6	M6	48	6,8	3×120°
	30	38	17	0,3	0,6	65	23	38	0,6	M6	48	6,8	3×120°
20	34,5	44	19	0,3	0,6	74	25	44	0,6	M6	53	6,8	4×90°
	34,5	44	19	0,3	0,6	74	25	44	0,6	M6	53	6,8	4×90°
	34,5	44	19	0,3	0,6	74	25	44	0,6	M6	53	6,8	4×90°
	34,5	44	19	0,3	0,6	74	25	44	0,6	M6	53	6,8	4×90°
25	40,5	49	19	0,3	0,8	84	32	49	0,6	M6	58	6,8	4×90°
	40,5	49	19	0,3	0,8	84	32	49	0,6	M6	58	6,8	4×90°
	40,5	49	19	0,3	0,8	84	32	49	0,6	M6	58	6,8	4×90°
	40,5	49	19	0,3	0,8	84	32	49	0,6	M6	58	6,8	4×90°
30	45,5	54	19	0,3	0,6	93	40	54	0,6	M6	63	6,8	6×60°
	45,5	54	19	0,3	0,6	93	40	54	0,6	M6	63	6,8	6×60°
	45,5	54	19	0,3	0,6	93	40	54	0,6	M6	63	6,8	6×60°
	51	65	30	0,3	0,6	106	47	65	0,6	M8	80	8,8	8×45°
	51	65	30	0,3	0,6	106	47	65	0,6	M8	80	8,8	8×45°
35	52	63	25	0,3	0,6	107	45	63	0,6	M8	75	8,8	4×90°
	52	63	25	0,3	0,6	107	45	63	0,6	M8	75	8,8	4×90°
40	58	68	25	0,3	0,6	117	50	68	0,6	M8	80	8,8	4×90°
	58	68	25	0,3	0,6	117	50	68	0,6	M8	80	8,8	4×90°
	65	80	36	0,6	0,6	134	56	80	0,6	M8	94	8,8	12×30°
	65	80	36	0,6	0,6	134	56	80	0,6	M8	94	8,8	12×30°
50	72	82	25	0,3	0,6	141	63	82	0,6	M8	94	8,8	6×60°
	72	82	25	0,3	0,6	141	63	82	0,6	M8	94	8,8	6×60°
	80	98	45	0,6	0,6	166	63	98	0,6	M10	113	11	12×30°
	80	98	45	0,6	0,6	166	63	98	0,6	M10	113	11	12×30°
60	85	100	35	0,6	0,6	168	82	100	0,6	M8	120	8,8	8×45°
	85	100	35	0,6	0,6	168	82	100	0,6	M8	120	8,8	8×45°

Flanschlagereinheiten

d **20 – 60** mm

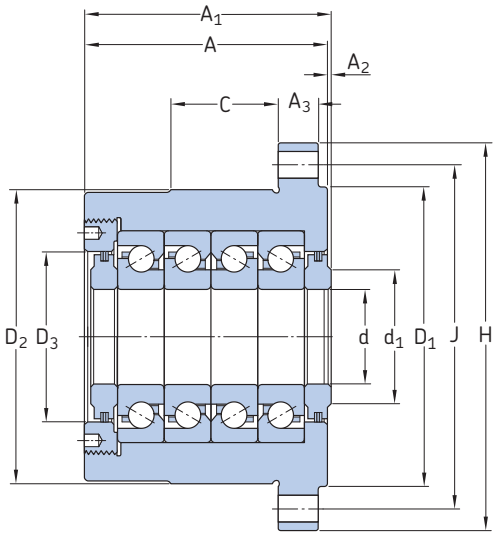


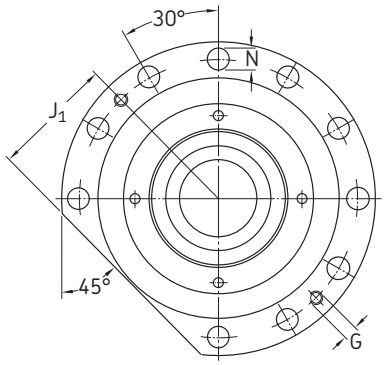
FBSA 2 .. /DB
(BSDU 2 .. DD)



FBSA 2 .. /QBC
(BSQU 2 .. TDT)

Abmessungen															**Kurzzeichen** SKF	SNFA
d	A	A_1	A_2	A_3	C	d_1	D_1	D_2	D_3	H	J	J_1	N	G		
mm																
20	47	44,26	32	13	-	26	64	60	36	90	76	32	6,6	–	**FBSA 204/DB**	**BSDU 220 DD**
	47	43,24	32	13	-	26	64	60	36	90	76	32	6,6	–	**FBSA 204/DF**	**BSDU 220 FF**
	77	74,26	32	13	-	26	64	60	36	90	76	32	6,6	–	**FBSA 204/QBC**	**BSQU 220 TDT**
	77	72,74	32	13	-	26	64	60	36	90	76	32	6,6	–	**FBSA 204/QFC**	**BSQU 220 TFT**
25	52	50,26	32	15	-	34	88	80	36	120	102	44	9,2	–	**FBSA 205/DB**	**BSDU 225 DD**
	52	49,24	32	15	-	34	88	80	36	120	102	44	9,2	–	**FBSA 205/DF**	**BSDU 225 FF**
	82	80,26	32	15	-	34	88	80	40	120	102	44	9,2	–	**FBSA 205/QBC**	**BSQU 225 TDT**
	82	78,74	32	15	-	34	88	80	40	120	102	44	9,2	–	**FBSA 205/QFC**	**BSQU 225 TFT**
30	52	50,26	32	15	-	41	88	80	50	120	102	44	9,2	–	**FBSA 206/DB**	**BSDU 230 DD**
	52	49,24	32	15	-	41	88	80	50	120	102	44	9,2	–	**FBSA 206/DF**	**BSDU 230 FF**
	84	82,26	32	15	-	41	88	80	50	120	102	44	9,2	–	**FBSA 206/QBC**	**BSQU 230 TDT**
	84	80,74	32	15	-	41	88	80	50	120	102	44	9,2	–	**FBSA 206/QFC**	**BSQU 230 TFT**
	86	86,26	3,5	15	35	41	88	88	50	120	102	45	9,2	M8×1,25	**FBSA 206 A/QBC**	**BSQU 230/1 TDT**
	86	86,26	3,5	15	35	41	88	88	50	120	102	45	9,2	M8×1,25	**FBSA 206 A/QFC**	**BSQU 230/1 TFT**
35	52	50,26	32	15	-	46	98	90	60	130	113	49	9,2	–	**FBSA 207/DB**	**BSDU 235 DD**
	52	49,24	32	15	-	46	98	90	60	130	113	49	9,2	–	**FBSA 207/DF**	**BSDU 235 FF**
	86	84,26	32	15	-	46	98	90	60	130	113	49	9,2	–	**FBSA 207/QBC**	**BSQU 235 TDT**
	86	82,74	32	15	-	46	98	90	60	130	113	49	9,2	–	**FBSA 207/QFC**	**BSQU 235 TFT**
40	66	64,26	43,5	17	-	55	128	124	66	165	146	64	11,4	–	**FBSA 208/DB**	**BSDU 240 DD**
	66	63,24	43,5	17	-	55	128	124	66	165	146	64	11,4	–	**FBSA 208/DF**	**BSDU 240 FF**
	106	104,26	43,5	17	-	55	128	124	66	165	146	64	11,4	–	**FBSA 208/QBC**	**BSQU 240 TDT**
	106	102,74	43,5	17	-	55	128	124	66	165	146	64	11,4	–	**FBSA 208/QFC**	**BSQU 240 TFT**
	106	106,26	4	24	35	55	128	128	66	165	146	65,5	11,4	M10×1,5	**FBSA 208 A/QBC**	**BSQU 240/1 TDT**
	106	106,26	4	24	35	55	128	128	66	165	146	65,5	11,4	M10×1,5	**FBSA 208 A/QFC**	**BSQU 240/1 TFT**
45	66	64,26	43,5	17	-	66	128	124	76	165	146	64	11,4	–	**FBSA 209/DB**	**BSDU 245 DD**
	66	63,24	43,5	17	-	66	128	124	76	165	146	64	11,4	–	**FBSA 209/DF**	**BSDU 245 FF**
	106	104,26	43,5	17	-	66	128	124	76	165	146	64	11,4	–	**FBSA 209/QBC**	**BSQU 245 TDT**
	106	102,74	43,5	17	-	66	128	124	76	165	146	64	11,4	–	**FBSA 209/QFC**	**BSQU 245 TFT**
50	66	64,26	43,5	17	-	66	128	124	76	165	146	64	11,4	–	**FBSA 210/DB**	**BSDU 250 DD**
	66	63,24	43,5	17	-	66	128	124	76	165	146	64	11,4	–	**FBSA 210/DF**	**BSDU 250 FF**
	106	104,26	43,5	17	-	66	128	124	76	165	146	64	11,4	–	**FBSA 210/QBC**	**BSQU 250 TDT**
	106	102,74	43,5	17	-	66	128	124	76	165	146	64	11,4	–	**FBSA 210/QFC**	**BSQU 250 TFT**
	106	106,26	4	24	35	66	128	128	76	165	146	65,5	11,4	M10×1,5	**FBSA 210 A/QBC**	**BSQU 250/1 TDT**
	106	106,26	4	24	35	66	128	128	76	165	146	65,5	11,4	M10×1,5	**FBSA 210 A/QFC**	**BSQU 250/1 TFT**
60	114	114,26	20,5	25	40	80	145	145	92	185	165	74,5	11,4	M10×1,5	**FBSA 212 A/QBC**	**BSQU 260/1 TDT**
	114	114,26	20,5	25	40	80	145	145	92	185	165	74,5	11,4	M10×1,5	**FBSA 212 A/QFC**	**BSQU 260/1 TFT**





FBSA 2 .. A/QBC
(BSQU 2 .. /1 TDT)

Gewicht	Tragzahlen dyn. C	stat. C_0	Ermüdungs-grenzbelastung P_u	Axiale Steifigkeit Vorspannungsklasse A	B	Reibmoment Vorspannungsklasse A	B	Betriebsdrehzahl Vorspannungsklasse A	B
kg	kN			N/µm		Nm		min^{-1}	
1,1	22	49	1,8	680	860	0,05	0,091	7 600	3 800
1,1	22	49	1,8	680	860	0,05	0,091	7 600	3 800
1,7	35,86	98	3,6	1 360	1 720	0,1	0,182	4 750	2 375
1,7	35,86	98	3,6	1 360	1 720	0,1	0,182	4 750	2 375
2,3	22,4	52	1,93	725	925	0,069	0,12	7 200	3 600
2,3	22,4	52	1,93	725	925	0,069	0,12	7 200	3 600
3,5	36,512	104	3,86	1 450	1 850	0,138	0,24	4 500	2 250
3,5	36,512	104	3,86	1 450	1 850	0,138	0,24	4 500	2 250
2,5	28,5	71	2,65	870	1 110	0,12	0,21	6 400	3 200
2,5	28,5	71	2,65	870	1 110	0,12	0,21	6 400	3 200
3,5	46,455	142	5,3	1 740	2 220	0,24	0,42	4 000	2 000
3,5	46,455	142	5,3	1 740	2 220	0,24	0,42	4 000	2 000
3,7	46,455	142	5,3	1 740	2 220	0,24	0,42	4 000	2 000
3,7	46,455	142	5,3	1 740	2 220	0,24	0,42	4 000	2 000
3,2	36,5	98	3,65	1 080	1 370	0,18	0,32	5 600	2 800
3,2	36,5	98	3,65	1 080	1 370	0,18	0,32	5 600	2 800
4,6	59,495	196	7,3	2 160	2 740	0,36	0,64	3 500	1 750
4,6	59,495	196	7,3	2 160	2 740	0,36	0,64	3 500	1 750
6,1	42,5	112	4,15	1 130	1 440	0,212	0,46	5 040	2 520
6,1	42,5	112	4,15	1 130	1 440	0,212	0,46	5 040	2 520
9,7	69,275	224	8,3	2 260	2 880	0,424	0,92	3 150	1 575
9,7	69,275	224	8,3	2 260	2 880	0,424	0,92	3 150	1 575
10	69,275	224	8,3	2 260	2 880	0,424	0,92	3 150	1 575
10	69,275	224	8,3	2 260	2 880	0,424	0,92	3 150	1 575
5,9	45	134	4,9	1 290	1 640	0,23	0,52	5 040	2 520
5,9	45	134	4,9	1 290	1 640	0,23	0,52	5 040	2 520
9,4	73,35	268	9,8	2 580	3 280	0,46	1,04	3 150	1 575
9,4	73,35	268	9,8	2 580	3 280	0,46	1,04	3 150	1 575
5,7	46,5	146	5,4	1 410	1 800	0,31	0,68	4 800	2 400
5,7	46,5	146	5,4	1 410	1 800	0,31	0,68	4 800	2 400
9,1	75,795	292	10,8	2 820	3 600	0,62	1,36	3 000	1 500
9,1	75,795	292	10,8	2 820	3 600	0,62	1,36	3 000	1 500
9,3	75,795	292	10,8	2 820	3 600	0,62	1,36	3 000	1 500
9,3	75,795	292	10,8	2 820	3 600	0,62	1,36	3 000	1 500
12,3	113,285	432	16	3 280	4 160	1,08	2,1	2 500	1 250
12,3	113,285	432	16	3 280	4 160	1,08	2,1	2 500	1 250

SKF – Kompetenz für Bewegungstechnik

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

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

Die SKF Gruppe ist weltweit nach ISO 14001 und OHSAS 18001 zertifiziert, den internationalen Standards für Umwelt- bzw. Arbeitsmanagementsysteme. Das Qualitätsmanagement der einzelnen Geschäftsbereiche ist zertifiziert und entspricht der Norm DIN EN ISO 9001 bzw. ISO/TS 16949.

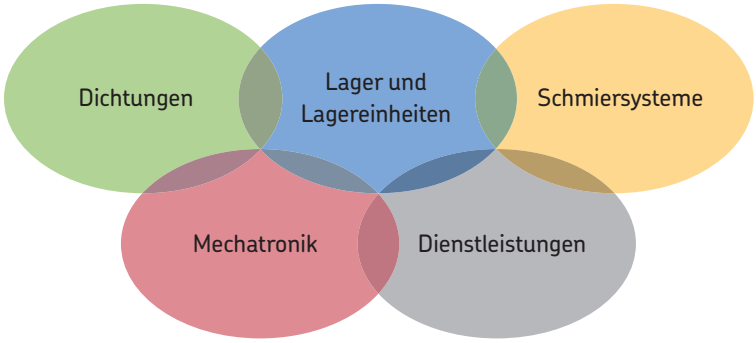
Mit etwa 100 Produktionsstätten weltweit und eigenen Verkaufsgesellschaften in über 70 Ländern ist SKF ein global tätiges Unternehmen. Rund 15 000 Vertragshändler und Wiederverkäufer, ein Internet-Markplatz und ein weltweites Logistiksystem sind die Basis dafür, dass SKF mit Produkten und Dienstleistungen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

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

© Airbus – photo: e²m company, H. Goussé

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

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



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

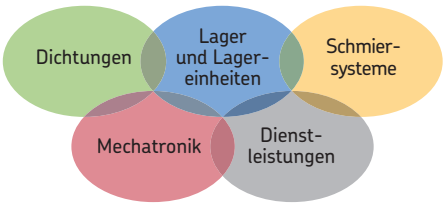
Extremen Temperaturen trotzen
In sehr kalten Wintern, vor allem in nördlichen Ländern, mit Temperaturen weit unter Null Grad, können Radsatzlagerungen von Schienenfahrzeugen aufgrund von Mangelschmierung ausfallen. Deshalb entwickelte SKF eine neue Familie von Schmierfetten mit synthetischem Grundöl,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

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

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

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

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



The Power of Knowledge Engineering

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

® SKF und SNFA sind eingetragene Marken der SKF Gruppe.

© SKF Gruppe 2008
Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit unserer 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.

Druckschrift **6570 DE** · September 2008

Diese Druckschrift ersetzt Kapitel 5 der Druckschrift 6002 DE.

Gedruckt in Schweden auf umweltfreundlichem Papier.