

# Hochgenauigkeits- Schrägkugellager der Reihe 718 (SEA)





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**



# Inhalt

## A Produktinformation

<b>SKF-SNFA Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe 718 (SEA)</b>	<b>3</b>
<b>Sortiment</b>	<b>4</b>
Konstruktion	4
Ausführungen	4
Einzellager und zusammengepasste Lagersätze	5
<b>Anwendungsfälle</b>	<b>6</b>

## B Empfehlungen

<b>Lagerauswahl</b>	<b>8</b>
<b>Anordnung der Lagerung</b>	<b>9</b>
Einzellager	9
Lagersätze	9
Anordnung der Lagerung	10
Anwendungsbeispiele	12
<b>Schmierung</b>	<b>14</b>
Fettschmierung	14
Ölschmierung	16

## C Produktdaten

<b>Allgemeine Lagerdaten</b>	<b>17</b>
Abmessungen	17
Kantenabstände	17
Toleranzen	17
Vorspannung	18
Axiale Steifigkeit	22
Einbau von Lagerringen	23
Tragfähigkeit von Lagersätzen	24
Äquivalente Lagerbelastungen	24
Betriebsdrehzahlen	25
Käfige	25
Werkstoffe	25
Wärmebehandlung	25
Kennzeichnung von Lagern und Lagersätzen	26
Verpackung	27
Bezeichnungsschema	28

<b>Produkttable</b>	<b>30</b>
---------------------	-----------

## D Weiterführende Informationen

<b>Andere SKF-SNFA Hochgenauigkeitswälzlager</b>	<b>36</b>
--	-----------

<b>Andere Hochgenauigkeitslager</b>	<b>37</b>
-------------------------------------	-----------

<b>SKF – Kompetenz für Bewegungstechnik</b>	<b>38</b>
---	-----------

# SKF-SNFA Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe 718 (SEA)

Die Lagerungen in Werkzeugmaschinen und anderen Präzisionsanlagen müssen sehr hohe Anforderungen erfüllen. Ein breiter Drehzahlbereich, eine sehr hohe Laufgenauigkeit und Gesamtsteifigkeit bei niedriger Wärmezeugung und einem möglichst geringen Betriebsgeräusch sind nur einige der typischen Anforderungen, die in dieser Leistungsklasse gestellt werden.

Gemeinsam haben die Spezialisten von SKF und SNFA eine Reihe von Hochgenauigkeitswälzlagern entwickelt, die auch höchsten Ansprüchen gerecht werden. Die neuen Hochgenauigkeits-Schrägkugellager

der Reihe 718 (SEA)<sup>1)</sup> bieten folgende Vorteile

- hohe Drehzahlen
- hohe Steifigkeit
- längere Ermüdungslebensdauer
- einfacher Einbau
- kompakter Querschnitt

Die SKF-SNFA Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe 718 (SEA) sind optimal für Anwendungsfälle geeignet, in denen hohe Zuverlässigkeit und Genauigkeit gefragt ist; insbesondere für Werkzeug-

maschinen, Mehrspindelbohrköpfe, Roboterarme und Messgeräte kommen die neuen Lager in Frage.



<sup>1)</sup> In Klammern werden die entsprechenden Bezeichnungen von SNFA angegeben.

# Sortiment

SKF-SNFA Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe 718 (SEA) werden serienmäßig als Stahllager und als Hybridlager angeboten. Beide Ausführungen sind für Wellendurchmesser von 10 bis 160 mm sowie für zwei Berührungswinkel erhältlich.

Wie alle Schrägkugellager werden auch die Lager der Reihe 718 (SEA) praktisch immer gegen ein zweites Lager angestellt oder satzweise zur Aufnahme von Axialbelastungen eingebaut. Für den satzweisen Einbau geeignete Lager sind in unterschiedlichen Vorspannungsklassen erhältlich. Auf Wunsch liefern wir auch zusammengepasste Lager mit anderen Vorspannungen.

## Konstruktion

Einreihige SKF-SNFA Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe 718 (SEA) (→ **Abb. 1**) haben einen symmetrischen Innenring und einen asymmetrischen Außenring. Dadurch ist die Aufnahme von Radiallasten und von einseitig wirkenden Axialbelastungen möglich.

Die einreihigen Lager haben u.a. folgende Eigenschaften:

- Berührungswinkel 15° oder 25°
- sehr hohe Anzahl von Kugeln
- leichter Käfig aus Hartgewebe
- optimierte Kantenausführung

Da die Lager mit zwei unterschiedlichen Berührungswinkeln angeboten werden, können Konstrukteure die für den geplanten Anwendungsfall besser geeignete Ausführung auswählen. Aufgrund der sehr hohen Anzahl von Kugeln wird eine maximale Tragfähigkeit erreicht.

Der Käfig wird an der Außenringsschulter geführt. Er ist so konstruiert, dass alle Kugel- und Laufbahnflächen gut geschmiert werden. Der Kantenradius der Innen- und Außenringe (→ **Abb. 2**) wurde für eine sehr hohe Einbaugenauigkeit optimiert. Dadurch lassen sich die Lager nicht nur leichter, sondern auch mit geringerem Beschädigungsrisiko für die Anschlusssteile einbauen.

## Ausführungen

Da die Anforderungen an Präzisionslager von den konkreten Betriebsbedingungen abhängen, bieten wir die SKF-SNFA Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe 718 (SEA) in vier Ausführungen an.

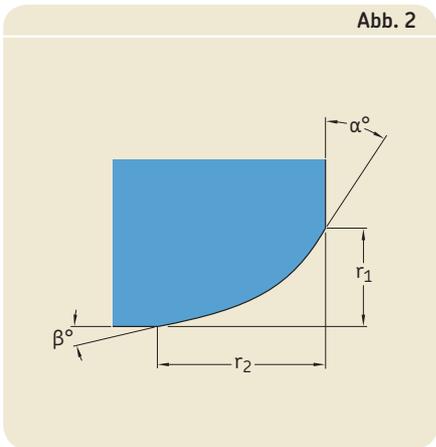
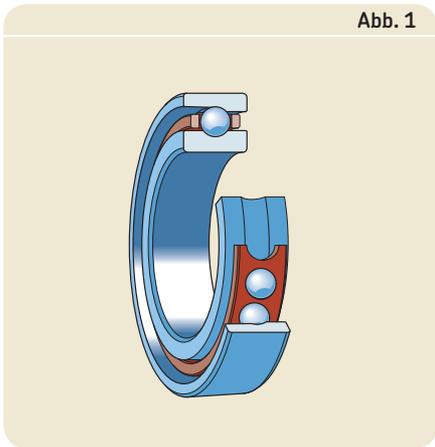


## Berührungswinkel

Die Lager der Reihe 718 (SEA) werden in folgenden Ausführungen angeboten (→ Abb. 3):

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

Lager mit 25°-Berührungswinkel kommen meist zum Einsatz, wenn eine hohe axiale Steifigkeit oder eine hohe axiale Tragfähigkeit verlangt wird.

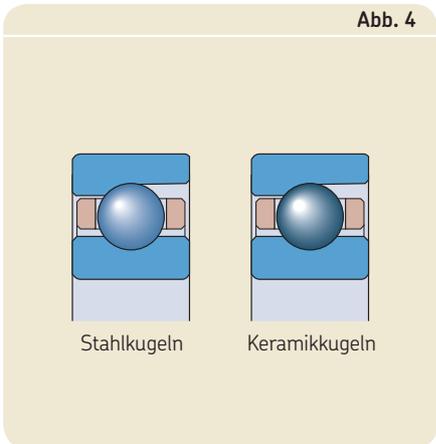
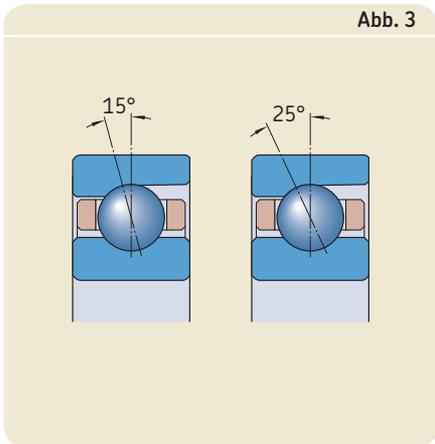


## Kugelwerkstoffe

Die Lager der Reihe 718 (SEA) werden serienmäßig in folgenden Ausführungen angeboten (→ Abb. 4):

- Stahlkugeln, ohne Nachsetzzeichen
- Kugeln aus Keramik (Siliziumnitrid),  
Nachsetzzeichen HC (NS)

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



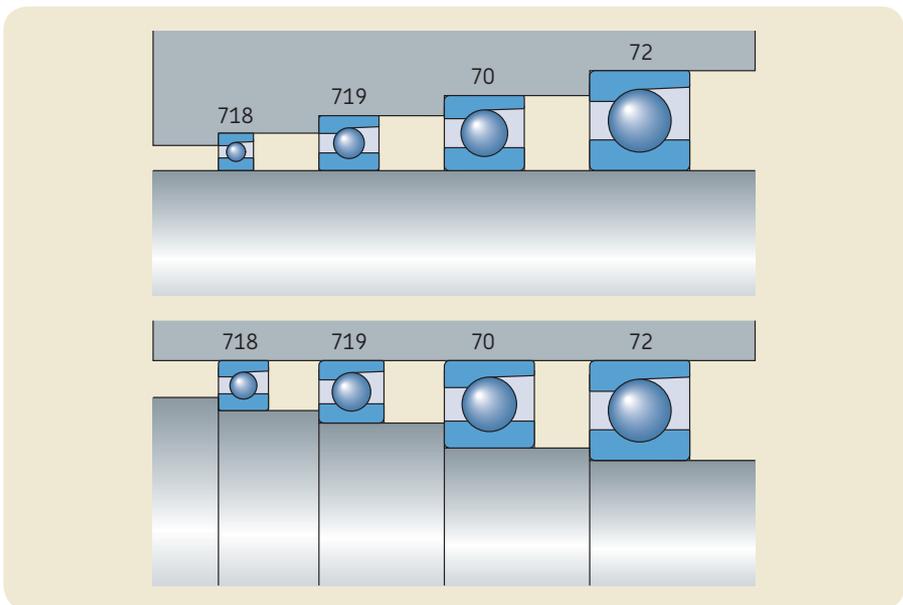
### Lagerreihen im Vergleich

Lager der Reihe 718 (SEA) unterscheiden sich von anderen Hochgenauigkeits-Schrägkugellagern hauptsächlich durch ihren kleinen Querschnitt. Da sie bei gleichem Außendurchmesser den größten Wellendurchmesser und die meisten Kugeln haben, bilden sie ein sehr steifes Gesamtsystem.

## Einzellager und zusammengepasste Lagersätze

SKF-SNFA Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe 718 (SEA) werden in vier Ausführungen angeboten:

- Standard-Einzellager
- Einreihiges Universallager für den satzweisen Einbau
- Zusammengepasste Lagersätze
- Universallagersätze für den satzweisen Einbau



# Anwendungsfälle

Im Sortiment der SKF-SNFA Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe 718 (SEA) finden sich Lösungen für die unterschiedlichsten Anwendungsfälle. Allen Lagern aus dieser Reihe sind jedoch einige zentrale Merkmale gemein: die sehr hohe Steifigkeit, die Fähigkeit zur Aufnahme hoher Betriebsdrehzahlen und sehr geringe Lauffehler.

Die Lager werden durch SKF Logistics Services weltweit ausgeliefert.

## Anwendungsfälle

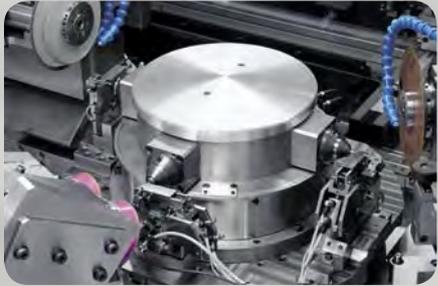
- Werkzeugmaschinen
- Roboter
- Druckmaschinen
- Messgeräte
- Rennwagenradlager

## Anforderungen

- Hohe Positioniergenauigkeit
- Zuverlässig reproduzierbare Positionierung
- Niedriger Energieverbrauch
- Lange Gebrauchsdauer
- Einfacher Einbau
- Längere Maschinenverfügbarkeit
- Hohe Leistungsdichte für kompakte Ausführungen

## Die Lösung





# Lagerauswahl

In Anwendungsfällen, in denen eine sehr hohe Genauigkeit bei hohen Drehzahlen gefordert ist, kommt der Lagerauswahl eine große Bedeutung zu. SKF-SNFA Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe 718 (SEA) werden in vier Ausführungen angeboten, die jeweils unterschiedliche Anforderungen erfüllen.

Die Hauptkriterien bei der Auswahl von Lagern aus der Reihe 718 (SEA) sind

- Genauigkeit
- Steifigkeit
- Drehzahlen
- Tragfähigkeit

## Genauigkeit

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

Bei der Auswahl von Lagern der Reihe 718 (SEA) sollten folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Alle Ausführungen werden serienmäßig in der Toleranzklasse P4 (ABEC 7) gefertigt.
- Alle Ausführungen sind auf Anfrage auch in der höheren Toleranzklasse P2 (ABEC 9) erhältlich.

## Steifigkeit

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

Bei der Auswahl von Lagern der Reihe 718 (SEA) sollten folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Kugeln aus Siliziumnitrid ermöglichen eine höhere Steifigkeit als Stahlkugeln.
- Ein größerer Berührungswinkel führt zu höherer axialer Steifigkeit.

- Lager in O-Anordnung bieten die höchste Steifigkeit.
- Bei kombinierten, asymmetrischen Lageransätzen sind bevorzugt die Vorspannungsklassen A, B oder C einzusetzen.

## Drehzahlen

Hohe Drehzahlen erfordern reibungsarme Lager wie die Schrägkugellager der Reihe 718 (SEA). Bei der Auswahl von Lagern sollten folgende Aspekte berücksichtigt werden

- Ölgeschmierte Lager können in der Regel bei höheren Drehzahlen betrieben werden als fettgeschmierte Lager.
- Die Betriebsdrehzahlen ölgeschmierter Lager hängen von der Art der Ölschmierung ab.
- Hybridlager vertragen höhere Drehzahlen als gleich große Stahllager.
- Bei größerem Berührungswinkel ist die zulässige Höchstdrehzahl geringer.
- Bei kombinierten, asymmetrischen Lageransätzen sind bevorzugt die Vorspannungsklassen L, M oder F einzusetzen.

## Tragfähigkeit

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

Bei der Auswahl von Lagern der Reihe 718 (SEA) sollten folgende Aspekte berücksichtigt werden:

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



# Lageranordnungen

Lageranordnungen können aus mehreren Einzellagern oder aus Lagersätzen bestehen. Ein Beispiel für die Zusammenstellung einer Anordnung von drei Lagern ist in **Tabelle 1** auf **Seite 10** aufgeführt.

## Einzellager

SKF-SNFA Hochgenauigkeits-Schrägkugelinzellager der Reihe 718 (SEA) sind als Standardlager und als universell kombinierbare Lager erhältlich. Bei der Bestellung von Einzellagern ist stets die Anzahl der einzelnen Lager mit anzugeben.

## Standardlager

Standardlager sind für Anordnungen geeignet, in denen nur ein Lager pro Lagerung zum Einsatz kommt.

Auch wenn die Ringe von Standardlagern nach sehr engen Toleranzen gefertigt werden, kommen Standardlager nicht für den Einbau direkt nebeneinander infrage.

## Universallager für den satzweisen Einbau

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

Einreihige Universallager für den satzweisen Einbau sind in drei Vorspannungsklassen erhältlich; sie haben das Nachsetzzeichen G (U).

## Lagersätze

SKF-SNFA Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe 718 (SEA) sind als zusammengepasste Lagersätze und als Universallager für den satzweisen Einbau erhältlich. In asymmetrischen Lageranordnungen bieten zusammengepasste Lagersätze mehr Gestaltungsspielraum hinsichtlich Steifigkeit und Drehzahlenforderungen.

Bei der Bestellung von Lagersätzen ist stets die Anzahl der einzelnen Sätze mit anzugeben. (Die Anzahl der Einzellager pro Satz ist im Kurzzeichen enthalten.)

## Zusammengepasste Lagersätze

Lager sind auch als Komplettlagersätze aus zwei, drei, vier oder mehr Lagern erhältlich. Die Lager von Lagersätzen werden bereits bei der Fertigung so aufeinander abgestimmt, dass bei beliebiger Paaranordnung unmittelbar nebeneinander eine definierte Vorspannung bzw. eine gleichteilige Lastaufnahme sichergestellt sind, ohne dass Passscheiben o.ä. benötigt werden. Bohrungen und Außendurchmesser dieser Lager weichen maximal ein Drittel der zulässigen Durchmesserertoleranz voneinander ab. Dadurch wird im eingebauten Zustand eine bessere Lastverteilung erreicht als bei einzelnen Universallagern für den satzweisen Einbau.

Zusammengepasste Lagersätze werden in drei Vorspannungsklassen (symmetrische Anordnung) bzw. in sechs Vorspannungsklassen (asymmetrische Anordnung) angeboten.

## Sätze von Universallagern für den satzweisen Einbau

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

Sätze von Universallagern für den satzweisen Einbau sind in drei Vorspannungsklassen verfügbar. Genauso wie einzelne Universallager für den satzweisen Einbau haben Sätze von Universallagern für den satzweisen Einbau das Nachsetzzeichen G (U), allerdings an einer anderen Stelle im Kurzzeichen (→ **Tabelle 1**, **Seite 10**).

## Anordnung der Lagerung

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

### O-Anordnungen

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

### X-Anordnungen

In X-Anordnungen laufen die Berührungslinien in Richtung der Lagerachse zusammen. Axialbelastungen werden in beiden Richtungen, aber jeweils nur von einem Lager oder einem Lagersatz aufgenommen. X-Anordnungen sind nicht so starr wie O-Anordnungen und auch weniger gut zur Aufnahme von Kippmomenten geeignet.

### Tandem-Anordnungen

In Tandem-Anordnungen verlaufen die Berührungslinien parallel zueinander. Die Axialbelastung wird gleichmäßig auf alle Lager des Lagersatzes verteilt. Der Lagersatz kann nur einseitig wirkende Axialbelastungen aufnehmen. Bei gegenseitig wirkenden Axialbelastungen bzw. bei kombinierten Belastungen müssen weitere Lager hinzugefügt und gegen die Tandem-Anordnung angestellt werden.

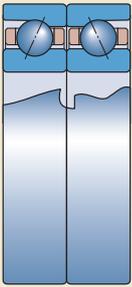
**Tabelle 1**

#### Bestellbeispiele für Anordnungen aus drei Lagern mit leichter Vorspannung

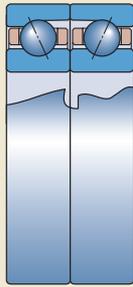
Entwurfskriterien	Bestellempfehlung	Kurzzeichen <sup>1)</sup>	Bestellbeispiel
Lageranordnung unbekannt	Drei einzelne Universallager für den satzweisen Einbau	718 ..DG../P4.. (SEA ..7 CE..U..)	3 x 71810 CDGA/P4 (3 x SEA50 7CE1 UL)
Lageranordnung unbekannt; bessere Lastverteilung gewünscht	Satz aus drei Universallagern für den satzweisen Einbau	718 ..D/P4TG.. (SEA ..7 CE..TU..)	1 x 71810 CD/P4TGA (1 x SEA50 7CE1 TUL)
Lageranordnung bekannt; hohe Steifigkeit gefordert	Lagersatz mit drei Lagern	718 ..D/P4T.. (SEA ..7 CE..TD..)	1 x 71810 CD/P4TBTA (1 x SEA50 7CE1 TD14,4DaN)
Lageranordnung bekannt; hohe Drehzahlen gefordert	Satz aus drei Lagern	718 ..D/P4T.. (SEA ..7 CE..TD..)	1 x 71810 CD/P4TBTL (1 x SEA50 7CE1 TDL)

<sup>1)</sup> Weiterführende Informationen über die Bezeichnungen sind dem Abschnitt *Bezeichnungsschema* auf **Seite 28** zu entnehmen.

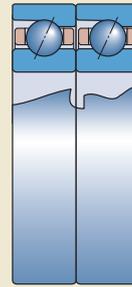
Lagersätze mit zwei Lagern



O-Anordnung  
Nachsetzzeichen DB (DD)

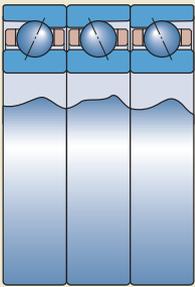


X-Anordnung  
Nachsetzzeichen DF (FF)

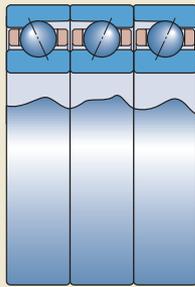


Tandem-Anordnung  
Nachsetzzeichen DT (T)

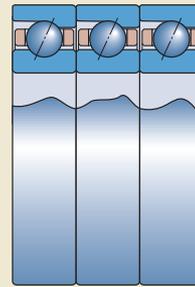
Lagersätze mit drei Lagern



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

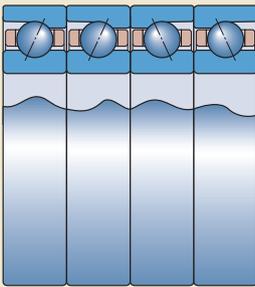


X-Anordnung und Tandem-Anordnung  
Nachsetzzeichen TFT (TF)

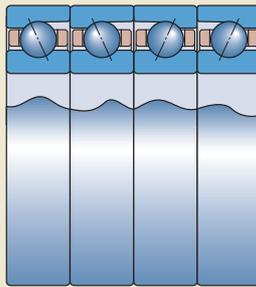


Tandem-Anordnung  
Nachsetzzeichen TT (3T)

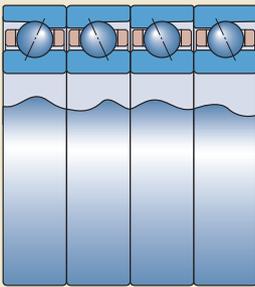
Lagersätze mit vier Lagern



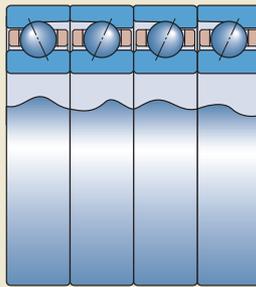
Tandem-O-Anordnung  
Nachsetzzeichen QBC (TDT)



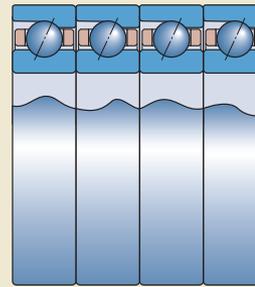
Tandem-X-Anordnung  
Nachsetzzeichen QFC (TFT)



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



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



Tandem-Anordnung  
Nachsetzzeichen QT (4T)

## Anwendungsbeispiele

Hochgenauigkeits-Schrägkugellager werden vorrangig, aber nicht ausschließlich, in Werkzeugmaschinen eingesetzt. In Abhängigkeit von der Werkzeugmaschine und ihrem Zweck verlangen verschiedene Anforderungen entsprechende Lageranordnungen; oft werden beispielsweise Drehspindeln zur Metallbearbeitung bei relativ niedrigen Drehzahlen verwendet. Spantiefe und Vorschubgeschwindigkeit werden dabei meist bis zum Äußersten getrieben. Eine hohe Steifigkeit

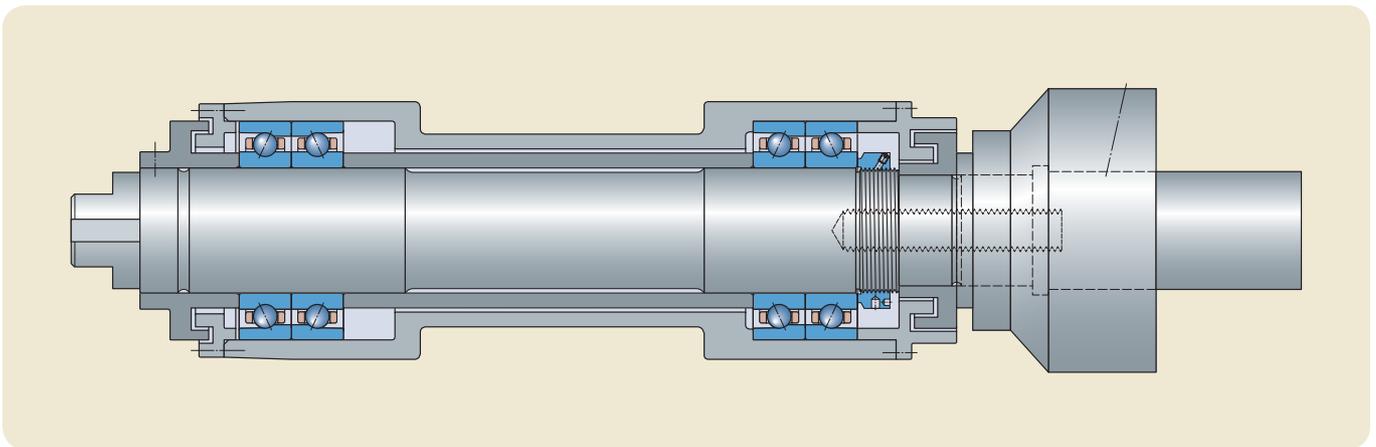
und hohe Tragzahlen sind wichtige Betriebsanforderungen.

Werden höhere Drehzahlen verlangt, beispielsweise in Bearbeitungszentren, Fräsmaschinen oder Schleifmaschinen, muss ein Kompromiss zwischen Steifigkeit und Tragfähigkeit gefunden werden. Bei hohen Drehzahlen ist die Wärmeentwicklung ein zusätzlicher Faktor.

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

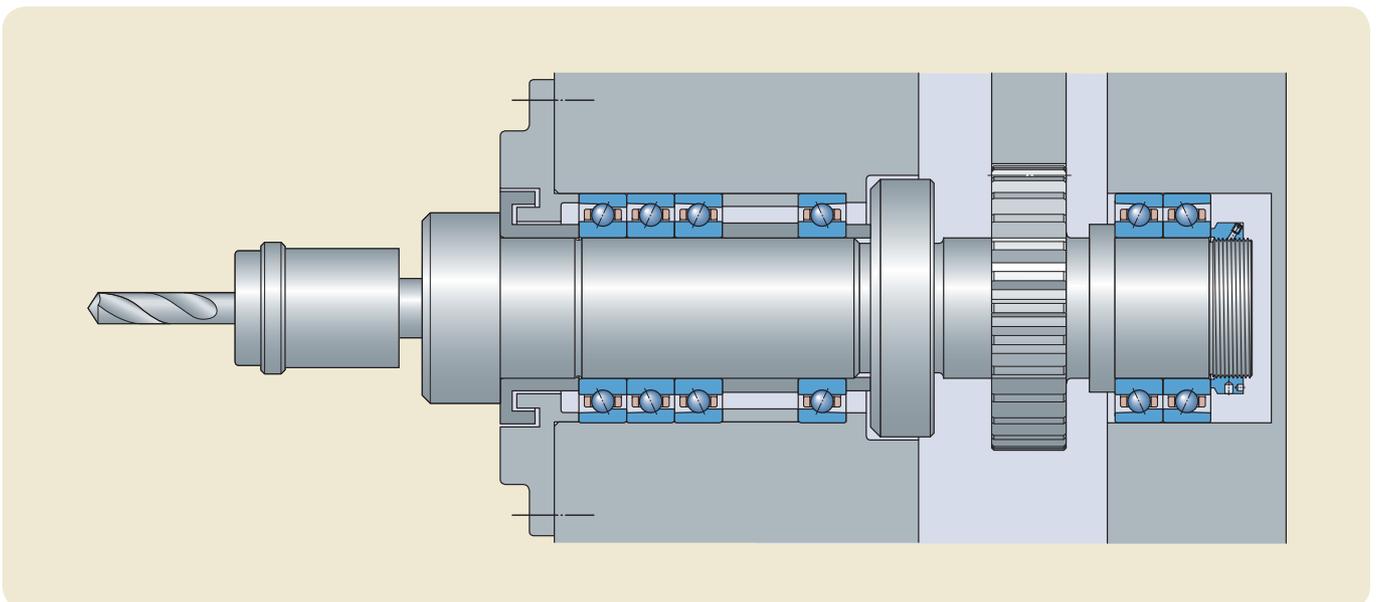
### Werkzeughalter

Bei begrenztem Einbauraum und relativ niedrigen Belastungen sind zwei zusammengepasste Lagersätze von Hochgenauigkeits-Schrägkugellagerpaaren geeignet, z.B. 71801 ACD/P4DBB (SEA12 7CE3 DDM)..

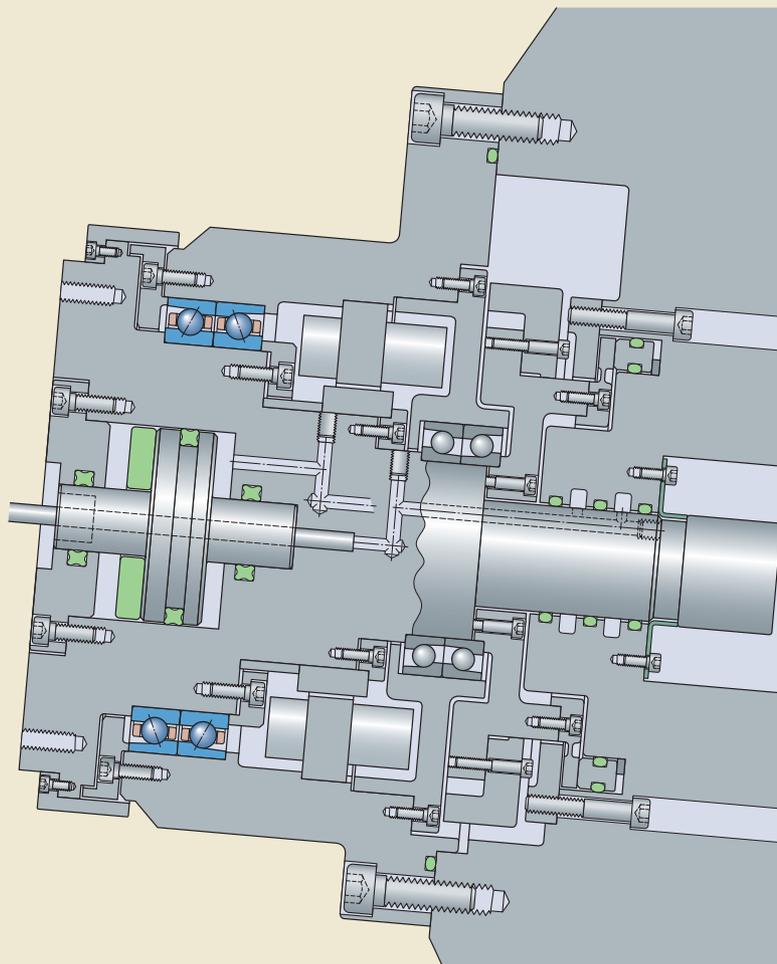


### Mehrspindelbohrkopf

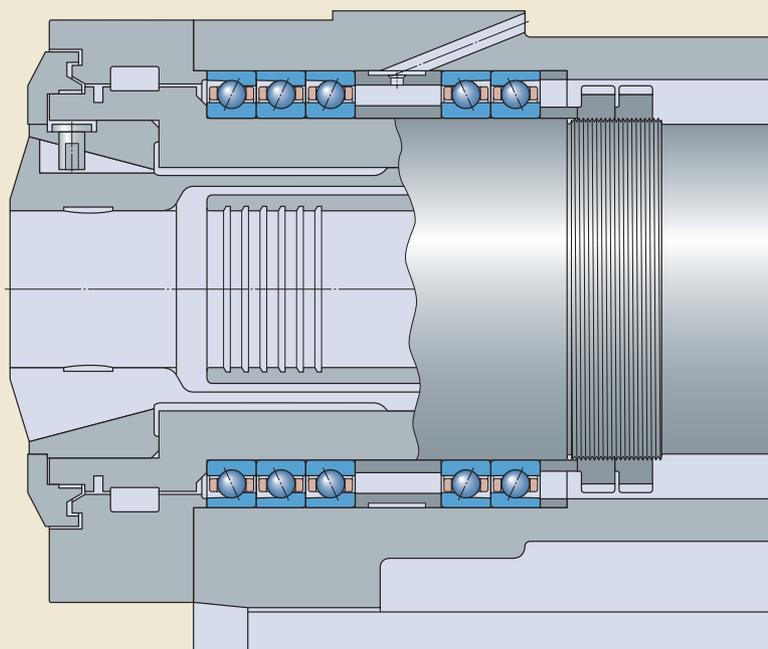
Bei Mehrspindelbohrköpfen mit begrenztem radialem Einbauraum und hohen Anforderungen an die axiale Steifigkeit kann ein Satz aus vier Hochgenauigkeits-Schrägkugellagern (0- und Tandem-Anordnung) verwendet werden, z.B. 71802 ACD/P4QBTA (SEA15 7CE3 3TD27,2DaN)..



**Schleifkopf**  
Für Schleifköpfe, in denen der Einbauraum begrenzt ist und hohe Anforderungen an die Steifigkeit gestellt werden, ist ein Satz aus zwei Hochgenauigkeits-Schrägkugellagern für die Werkzeugeite geeignet, z.B. 71824 ACD/P4DBB (SEA120 7CE3 DDM).



**Drehspindel**  
Für Drehspindeln mit großem Stangendurchmesser eignen sich Sätze aus jeweils fünf Hochgenauigkeits-Schrägkugellagern, z.B. 71818 ACD/P4PBCB (SEA90 7CE3 3TDT45DaN), die für eine hohe Steifigkeit sorgen.



# Schmierung

Bei der Auswahl des Schmierstoffs und des Schmierverfahrens sind in erster Linie die Betriebsbedingungen zu beachten, z.B. die zulässigen Temperaturen und Drehzahlen; aber auch die Schmierung der Nachbar-komponenten (Zahnräder u.ä.) kann eine Rolle spielen.

Da für den Schmierfilm zwischen Kugeln und Laufbahnen nur eine sehr geringe Menge Schmierstoff benötigt wird, setzt sich bei Präzisionsanwendungen zunehmend die Fettschmierung durch. Bei der Fettschmierung sind die hydrodynamischen Reibungsverluste klein und die Betriebstemperaturen können entsprechend niedrig sein. Werden jedoch hohe Drehzahlen verlangt, ist die Ölschmierung vorzuziehen, da Schmierfett unter diesen Bedingungen nur eine kurze Gebrauchsdauer hat und das Öl zusätzlich die Wärmeableitung verbessert.

## Fettschmierung

Für die meisten Anwendungsfälle mit Hochgenauigkeits-Schrägkugellagern sind Schmierfette auf der Grundlage mineralischer Grundöle mit Zusatz von Lithiumseifenfett geeignet. Diese Schmierfette haften

gut an den Lagerflächen und sind bei -30 bis +100 °C einsetzbar. Für Lageranordnungen mit sehr hohen Drehzahlen und Temperaturen, für die eine lange Gebrauchsdauer verlangt wird, haben sich Schmierfette auf der Grundlage synthetischer Öle als geeignet erwiesen, z.B. SKF LGLT 2, ein synthetisches Fett auf Diesterölbasis.

## Erstbefüllung

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

$$A = n \cdot d_m$$

wobei gilt:

$$A = \text{Drehzahlkennwert} [\text{min}^{-1} \cdot \text{mm}]$$

$$n = \text{Betriebsdrehzahl} [\text{U/min}]$$

$$d_m = \text{mittlerer Lagerdurchmesser} \\ = 0,5 (d + D) [\text{mm}]$$

Die Erstbefüllung kann näherungsweise wie folgt bestimmt werden:

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

wobei gilt:

$$G = \text{Erstbefüllung} [\text{cm}^3]$$

$$K = \text{Berechnungsfaktor in Abhängigkeit vom Drehzahlkennwert A} \\ (\rightarrow \text{Diagramm 1})$$

$$G_{\text{ref}} = \text{Fettbezugsmenge} (\rightarrow \text{Tabelle 1}) [\text{cm}^3]$$

Tabelle 1

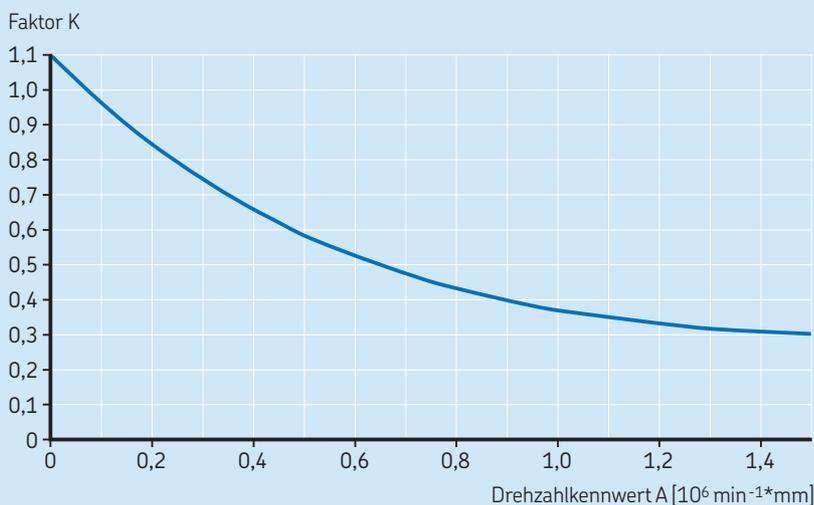
### Bezugsmenge zur Abschätzung der Erstbefüllung

Lagerbohrungs- durchmesser d	Größe	Fettbezugsmenge <sup>1)</sup> G <sub>ref</sub>
mm	–	cm <sup>3</sup>
10	00	0,06
12	01	0,07
15	02	0,08
17	03	0,09
20	04	0,18
25	05	0,21
30	06	0,24
35	07	0,28
40	08	0,31
45	09	0,36
50	10	0,5
55	11	0,88
60	12	1,2
65	13	1,3
70	14	1,4
75	15	1,5
80	16	1,6
85	17	2,7
90	18	2,9
95	19	3,1
100	20	3,2
105	21	4
110	22	5,1
120	24	5,5
130	26	9,3
140	28	9,9
150	30	13
160	32	14

<sup>1)</sup> Bei 30 % Füllvolumen.

Diagramm 1

### Faktor K zur Abschätzung der Erstbefüllung mit Fett



## Das Einlaufen fettgeschmierter Lager

Fettgeschmierte Hochgenauigkeitslager der Reihe 718 (SEA) laufen mit erhöhtem Reibungsmoment ein. Werden die Lager ohne Einlaufphase bei hohen Drehzahlen betrieben, kann es zu einem deutlichen Temperaturanstieg kommen. Das hohe Reibungsmoment ist bedingt durch die Fettverdrängung; es dauert einige Zeit, bis das überschüssige Fett aus der Anpresszone gefördert wird. Diese Phase lässt sich durch Verwendung kleiner Fettmengen verkürzen, die beim Einbau gleichmäßig an beiden Lagerseiten aufgetragen werden. Vorteilhaft sind auch Zwischenringe zwischen benachbarten Lagern (→ *Individuelle Einstellung der Vorspannung mit Abstandsringen*, Seite 20).

Die Zeit bis zur Temperaturstabilisierung hängt von mehreren Faktoren ab. Wichtig sind u.a. Fettsorte, Füllvolumen, Art der Schmierung, Lagertyp und das Einlaufverfahren (→ **Diagramm 2**).

Korrekt eingelaufene Hochgenauigkeitswälzlager funktionieren meist mit minimaler Schmierung, so dass sich ein geringes Reibungsmoment und niedrige Betriebstemperaturen erreichen lassen. Das Schmierfett,

das sich seitlich am Lager sammelt, dient als Reserve. Das Schmieröl fließt auf die Laufbahnen und ermöglicht so eine langfristige, effiziente Schmierung.

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

Beim Standard-Einlaufverfahren wird folgendermaßen vorgegangen:

- 1 Mit einer niedrigen Drehzahl beginnen und in relativ kleinen Schritten steigern.
- 2 Temperaturobergrenze festlegen, meist 60 bis 65 °C. Die Maschine oder Anlage nach Möglichkeit mit Endschaltern ausrüsten, die bei Überschreiten der Temperaturobergrenze ausgelöst werden.
- 3 Betrieb bei der gewählten Anfangsdrehzahl starten.
- 4 Temperatur am Lageraußenring überwachen, Temperaturspitzen vermeiden und Stabilisierung abwarten. Sobald die Temperatur den Grenzwert erreicht, die Maschine anhalten und abkühlen lassen. Maschine bei gleicher Drehzahl wieder starten und Temperaturstabilisierung abwarten.

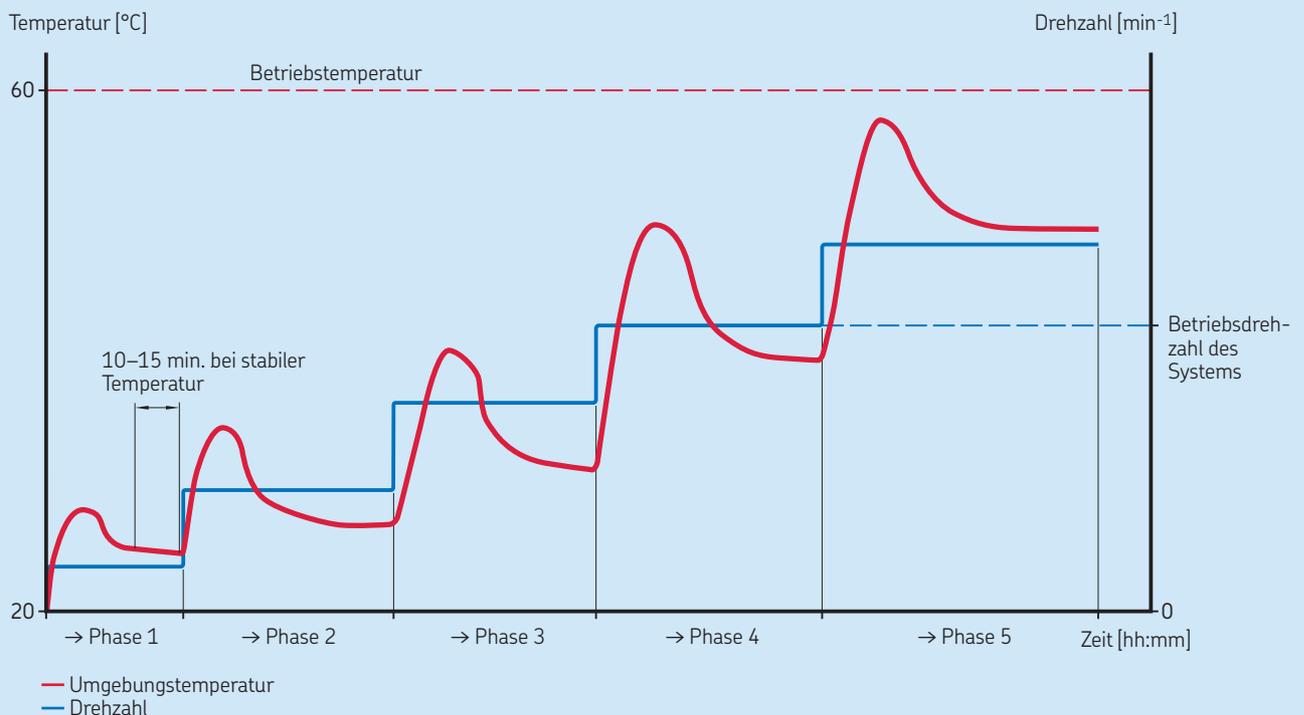
- 5 Drehzahl um eine Stufe erhöhen und Schritt 4 wiederholen.
- 6 Drehzahl in weiteren Schritten erhöhen und bei jedem Schritt abwarten, bis sich die Temperatur unterhalb der Obergrenze stabilisiert hat. Drehzahl weiter bis zu einer Stufe über der Betriebsdrehzahl der Maschine erhöhen. Dieses Verfahren sorgt dafür, dass der Temperaturanstieg im Normalbetrieb niedriger ausfällt. Das Lager ist jetzt korrekt eingelaufen.

Das Standard-Einlaufverfahren ist zeitaufwändig. Der gesamte Vorgang kann 8 bis 10 Stunden dauern.

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

Diagramm 2

### Kurvendarstellung des Einlaufverfahrens



Beim verkürzten Einlaufverfahren wird folgendermaßen vorgegangen:

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

## Ölschmierung

Für viele Anwendungsfälle bietet sich eine Ölschmierung an, die an die Betriebsbedingungen und konstruktiven Gegebenheiten angepasst werden kann.

### Öl-Luft-Schmierung

In vielen typischen Anwendungsfällen für Lager der Reihe 718 (SEA) machen die hohen Betriebsdrehzahlen und die verlangten niedrigen Betriebstemperaturen ein Öl-Luft-Schmiersystem erforderlich. Bei der Öl-Luft-Schmierung wird mit sehr kleinen, genau dosierten Ölmengen geschmiert, die mit Hilfe von Druckluft jeder Lagerstelle einzeln zugeführt werden. Bei Lagersätzen wird jedes Lager über eine eigene Ölzuführung versorgt. Die meisten Ausführungen haben Zwischenringe mit Öldüsen.

Der erforderliche Ölfluss pro Lager wird näherungsweise wie folgt bestimmt:

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

wobei gilt:

$Q$  = Öldurchsatz [ $\text{mm}^3/\text{h}$ ]

$d$  = Lagerbohrungsdurchmesser [mm]

$B$  = Lagerbreite [mm]

$q$  = Lagerfaktor

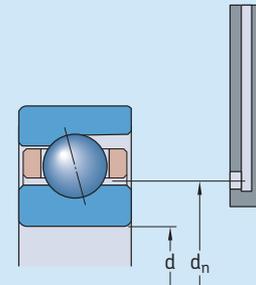
= 10 bis 20 für Hochgenauigkeits-Schrägkugellager

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

Für Hochgenauigkeits-Schrägkugellager sind hochwertige Schmieröle ohne EP-Additive geeignet. Dabei kommen meist Ölschmierstoffe mit einer Viskosität von 40 bis 100  $\text{mm}^2/\text{s}$  bei 40 °C zum Einsatz. Empfehlenswert ist der Einbau von Filtern, die das Eindringen von Partikeln ab 5  $\mu\text{m}$  Durchmesser verhindern.

Tabelle 3

#### Lage der Öldüsen für die Öl-Luft-Schmierung



Lager Bohrungsdurchmesser d	Größe	Lage der Öldüse d <sub>n</sub>
mm	–	mm
10	00	13,4
12	01	15,4
15	02	18,4
17	03	20,4
20	04	24,5
25	05	29,5
30	06	34,5
35	07	39,5
40	08	44,5
45	09	50,0
50	10	55,6
55	11	61,3
60	12	66,4
65	13	72,4
70	14	77,4
75	15	82,4
80	16	87,4
85	17	94,1
90	18	99,1
95	19	104,1
100	20	109,1
105	21	114,6
110	22	120,9
120	24	130,9
130	26	144,0
140	28	153,2
150	30	165,6
160	32	175,6

# Allgemeine Lagerdaten

## Abmessungen

Die Baumaße von SKF-SNFA Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe 718 (SEA) für die Maßreihe 18 entsprechen ISO 15:1998.

## Kantenabstände

Die minimalen Kantenabstände in radialer Richtung ( $r_1, r_3$ ) und in axialer Richtung ( $r_2, r_4$ ) sind in den Produkttabellen angegeben. Die Maße der Innenringkanten und der axial belasteten Seite des Außenrings entsprechen ISO 15:1998; die nicht axial belastete Seite des Außenrings ist nicht genormt.

Die entsprechenden maximalen Kantenabstände, die für die Bemessung der Rundungsradien von Nachbarkomponenten wichtig sind, entsprechen ISO 582:1995.

## Toleranzen

SKF-SNFA Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe 718 (SEA) werden serienmäßig in der Toleranzklasse P4 entsprechend ISO 492:2002 gefertigt. Auf Anforderung sind die Lager auch in der höheren Toleranzklasse P2 erhältlich.

Es gelten folgende Toleranzen:

- Toleranzklasse P4 (ABEC 7): vgl. **Tabelle 1**
- Toleranzklasse P2 (ABEC 9): vgl. **Tabelle 2** auf **Seite 18**

Tabelle 1

### Toleranzklasse P4 (ABEC 7)

Innenring d		$\Delta_{dmp}$ Abmaß		$\Delta_{ds}$ Abmaß		$V_{dp}$	$V_{dmp}$	$\Delta_{Bs}$ Abmaß		$\Delta_{B1s}$ Abmaß		$V_{Bs}$	$K_{ia}$	$S_d$	$S_{ia}$
über	bis	ob.	unt.	ob.	unt.	max	max	ob.	unt.	ob.	unt.	max	max	max	max
mm		$\mu\text{m}$		$\mu\text{m}$		$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$		$\mu\text{m}$		$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$
2,5	10	0	-4	0	-4	4	2	0	-40	0	-250	2,5	2,5	3	3
10	18	0	-4	0	-4	4	2	0	-80	0	-250	2,5	2,5	3	3
18	30	0	-5	0	-5	5	2,5	0	-120	0	-250	2,5	3	4	4
30	50	0	-6	0	-6	6	3	0	-120	0	-250	3	4	4	4
50	80	0	-7	0	-7	7	3,5	0	-150	0	-250	4	4	5	5
80	120	0	-8	0	-8	8	4	0	-200	0	-380	4	5	5	5
120	150	0	-10	0	-10	10	5	0	-250	0	-380	5	6	6	7
150	180	0	-10	0	-10	10	5	0	-250	0	-380	5	6	6	7
Außenring D		$\Delta_{Dmp}$ Abmaß		$\Delta_{Ds}$ Abmaß		$V_{Dp}$	$V_{Dmp}$	$\Delta_{Cs}$ Abmaß		$\Delta_{C1s}$ Abmaß		$V_{Cs}$	$K_{ea}$	$S_D$	$S_{ea}$
über	bis	ob.	unt.	ob.	unt.	max	max	ob.	unt.	ob.	unt.	max	max	max	max
mm		$\mu\text{m}$		$\mu\text{m}$		$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$		$\mu\text{m}$		$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$
18	30	0	-5	0	-5	5	2,5	0	-120	0	-250	2,5	4	4	5
30	50	0	-6	0	-6	6	3	0	-120	0	-250	2,5	5	4	5
50	80	0	-7	0	-7	7	3,5	0	-150	0	-250	3	5	4	5
80	120	0	-8	0	-8	8	4	0	-200	0	-380	4	6	5	6
120	150	0	-9	0	-9	9	5	0	-250	0	-380	5	7	5	7
150	180	0	-10	0	-10	10	5	0	-250	0	-380	5	8	5	8
180	250	0	-11	0	-11	11	6	0	-300	0	-500	7	10	7	10

# Vorspannung

## Vorspannung vor dem Einbau

Die Lager der Reihe 718 (SEA) werden in mehreren Vorspannungsklassen angeboten, damit unterschiedliche Anforderungen an Betriebsdrehzahlen und Steifigkeit erfüllt werden können. Für Anwendungsfälle, in denen eine hohe Steifigkeit wichtiger ist als hohe Betriebsdrehzahlen, kommen folgende Vorspannungsklassen in Frage:

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

Diese Vorspannungsklassen sind geeignet für:

- Einzelne Universallager für den satzweisen Einbau
- Sätze aus Universallagern für den satzweisen Einbau
- alle zusammengepassten Lagersätze

Der Grad der Vorspannung hängt vom Berührungswinkel, der inneren Geometrie

und der Größe des Lagers ab. Für Lagersätze aus zwei Lagern in O- oder X-Anordnung gelten die in **Tabelle 3** angegebenen Werte.

Sätze aus drei oder vier Lagern mit den Vorspannungsklassen A, B oder C haben eine höhere Vorspannung als Sätze aus zwei Lagern. Die Vorspannung eines Lagersatzes wird durch Multiplikation des in **Tabelle 3** angegebenen Werts mit folgendem Faktor berechnet:

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

Für Anwendungsfälle, in denen hohe Betriebsdrehzahlen wichtiger sind als eine hohe Steifigkeit, kommen zusätzlich folgende Vorspannungsklassen in Frage:

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

Diese Vorspannungsklassen sind nur für asymmetrische, zusammengepasste Lagersätze verfügbar, d.h. für die Anordnungen TBT (TD), TFT (TF), QBT (3TD) und QFT (3TF). Diese Lagersätze sind weniger steif, aber für höhere Drehzahlen geeignet. Sie bestehen aus drei oder vier Lagern mit der gleichen Vorspannung wie Sätze aus zwei Lagern und vergleichbarer Vorspannungsklasse. Die Vorspannung für asymmetrische, zusammengepasste Lagersätze, d.h. für TBT (TD), TFT (TF), QBT (3TD) und QFT (3TF), kann daher durch Übernahme der in **Tabelle 3** angegebenen Werte bestimmt werden.

Tabelle 2

### Toleranzklasse P2 (ABEC 9)

#### Innenring

über	bis	$\Delta_{dmp}$ Abmaß		$\Delta_{ds}$ Abmaß		$V_{dp}$ max	$V_{dmp}$ max	$\Delta_{Bs}$ Abmaß		$\Delta_{B1s}$ Abmaß		$V_{Bs}$ max	$K_{ia}$ max	$S_d$ max	$S_{ia}$ max
		ob.	unt.	ob.	unt.			ob.	unt.	ob.	unt.				
mm		µm		µm		µm	µm	µm		µm		µm	µm	µm	µm
2,5	10	0	-2,5	0	-2,5	2,5	1,5	0	-40	0	-250	1,5	1,5	1,5	1,5
10	18	0	-2,5	0	-2,5	2,5	1,5	0	-80	0	-250	1,5	1,5	1,5	1,5
18	30	0	-2,5	0	-2,5	2,5	1,5	0	-120	0	-250	1,5	2,5	1,5	2,5
30	50	0	-2,5	0	-2,5	2,5	1,5	0	-120	0	-250	1,5	2,5	1,5	2,5
50	80	0	-4	0	-4	4	2	0	-150	0	-250	1,5	2,5	1,5	2,5
80	120	0	-5	0	-5	5	2,5	0	-200	0	-380	2,5	2,5	2,5	2,5
120	150	0	-7	0	-7	7	3,5	0	-250	0	-380	2,5	2,5	2,5	2,5
150	180	0	-7	0	-7	7	3,5	0	-250	0	-380	4	5	4	5

#### Außenring

über	bis	$\Delta_{Dmp}$ Abmaß		$\Delta_{Ds}$ Abmaß		$V_{Dp}$ max	$V_{Dmp}$ max	$\Delta_{Cs}$ Abmaß		$\Delta_{C1s}$ Abmaß		$V_{Cs}$ max	$K_{ea}$ max	$S_D$ max	$S_{ea}$ max
		ob.	unt.	ob.	unt.			ob.	unt.	ob.	unt.				
mm		µm		µm		µm	µm	µm		µm		µm	µm	µm	µm
18	30	0	-4	0	-4	4	2	0	-120	0	-250	1,5	2,5	1,5	2,5
30	50	0	-4	0	-4	4	2	0	-120	0	-250	1,5	2,5	1,5	2,5
50	80	0	-4	0	-4	4	2	0	-150	0	-250	1,5	4	1,5	4
80	120	0	-5	0	-5	5	2,5	0	-200	0	-380	2,5	5	2,5	5
120	150	0	-5	0	-5	5	2,5	0	-250	0	-380	2,5	5	2,5	5
150	180	0	-7	0	-7	7	3,5	0	-250	0	-380	2,5	5	2,5	5
180	250	0	-8	0	-8	8	4	0	-350	0	-500	4	7	4	7

## Vorspannung nach dem Einbau

Universallager für den satzweisen Einbau und zusammengepasste Lagersätze sind nach dem Einbau stärker vorgespannt als im ausgebauten Zustand. Diese Zunahme ist im wesentlichen auf folgende Faktoren zurückzuführen:

- den tatsächlichen Toleranzen der Lagersitze auf der Welle und in der Gehäusebohrung
- die Verpressung der Lager bei Betriebsdrehzahl der Welle (Fliehkraft)

Eine Erhöhung der Vorspannung kann u.a. auch auf folgende Ursachen zurückgehen:

- Temperaturunterschiede zwischen Innenring, Außenring und Kugeln
- unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizienten von Welle und Gehäuse
- Abweichungen von der geometrischen Form der Anschlusssteile, z.B. Zylindrizität, Rechtwinkligkeit oder Rundlauf der Lagersitze

Bei Lagereinbau mit üblicher Passung (Wellentoleranz js4 und Gehäusebohrungstoleranz JS5 für Lager der Toleranzklasse P4) auf einer Stahlwelle und in einem dickwandigen Stahl oder Graugussgehäuse lässt sich die Vorspannung mit ausreichender Genauigkeit wie folgt bestimmen:

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

wobei gilt:

$G_m$  = Vorspannung des eingebauten Lagersatzes [N]

$G_{A,B,C}$  = Vorspannung des Lagersatzes vor dem Einbau (→ **Tabelle 3**) [N]

$f$  = Lagerfaktor, abhängig von der Lagergröße (→ **Tabelle 4, Seite 20**)

$f_1$  = Korrekturfaktor, abhängig vom Berührungswinkel (→ **Tabelle 5, Seite 20**)

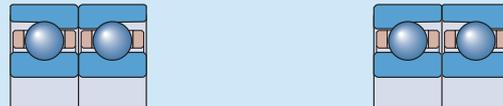
$f_2$  = Korrekturfaktor, abhängig von der Vorspannungsklasse (→ **Tabelle 5, Seite 20**)

$f_{HC}$  = Korrekturfaktor für Hybridlager (→ **Tabelle 5, Seite 20**)

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

Tabelle 3

**Axiale Vorspannung einzelner Universallager für den satzweisen Einbau und zusammengepasster Lagerpaare vor dem Einbau in O- oder X-Anordnung**



Lager Bohrungs- durchmesser d	Größe	Axiale Vorspannung von Lagern der Reihe					
		718 ACD (SEA CE3) 718 ACD/HC (SEA/NS CE3) für die Vorspannungsklasse			718 CD (SEA CE1) 718 CD/HC (SEA/NS CE1) für die Vorspannungsklasse		
		A	B	C	A	B	C
mm	–	N					
10	00	16	48	100	10	30	60
12	01	17	53	105	11	33	66
15	02	19	58	115	12	36	72
17	03	20	60	120	12	37	75
20	04	32	100	200	20	60	120
25	05	35	105	210	22	66	132
30	06	37	110	220	23	70	140
35	07	39	115	230	25	75	150
40	08	40	120	240	26	78	155
45	09	41	125	250	27	80	160
50	10	60	180	360	40	120	240
55	11	87	260	520	55	165	330
60	12	114	340	680	70	210	420
65	13	115	345	690	71	215	430
70	14	117	350	700	73	220	440
75	15	120	360	720	76	225	450
80	16	123	370	740	78	235	470
85	17	183	550	1 100	115	345	690
90	18	184	555	1 110	116	350	700
95	19	186	560	1 120	117	355	710
100	20	190	570	1 140	120	360	720
105	21	200	600	1 200	130	390	780
110	22	260	800	1 600	160	500	1 000
120	24	280	850	1 700	180	550	1 100
130	26	325	980	1 960	210	620	1 230
140	28	380	1 140	2 280	240	720	1 440
150	30	430	1 300	2 590	270	820	1 630
160	32	450	1 350	2 690	280	850	1 700

## Vorspannung mit konstanter Kraft

In Präzisionsanwendungen mit hohen Drehzahlen ist eine konstante und gleichmäßige Vorspannung zu gewährleisten. Dafür eignen sich kalibrierte, lineare Federn zwischen Lageraußenring und Gehäuseschulter (→ **Abb. 1**). Unter normalen Betriebsbedingungen hat das kinematische Verhalten des federbelasteten Lagers keinen Einfluss auf die Vorspannung. Eine federbelastete Lageranordnung hat jedoch eine geringere Stei-

figkeit als eine Anordnung, bei der die Vorspannung über die axiale Verschiebung eingestellt wird.

## Vorspannung durch axiale Verschiebung

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

Universallager für den satzweisen Einbau und zusammengepasste Lagersätze sind nach engen Toleranzen gefertigt. Die erforderliche axiale Verschiebung und damit die gewünschte Vorspannung wird nur bei fachgerechtem Einbau erreicht. Bei Standard-einzellagern sind präzisionsgefertigte Abstandsringe zu verwenden.

## Individuelle Einstellung der Vorspannung mit Abstandsringen

Bei bestimmten Betriebsbedingungen kann es erforderlich sein, die Vorspannung eines Lagersatzes zu optimieren. Durch Abstandsringe zwischen den Lagern lässt sich die Vorspannung verringern bzw. erhöhen. Bei folgenden Bedingungen wird die Verwendung von Abstandsringen für Schrägkugellager ebenfalls empfohlen:

- Die Systemsteifigkeit soll erhöht werden.
- Die Düsen für die Öl-Luft-Schmierung sollen so eng wie möglich an den Lagerlaufbahnen liegen.
- Zur besseren Wärmeableitung wird für überschüssiges Fett ein größeres Reservoir benötigt.

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

**Tabelle 6** gibt an, welche der Seitenflächen von breitengleichen Abstandsringen zu beschleifen sind und welche Wirkung das Beschleifen hat. Die Richtwerte für die erforderliche Breitenreduzierung der Abstandsringe sind in **Tabelle 7** angegeben.

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

Tabelle 4

### Lagerbeiwert f zur Berechnung der Vorspannung eingebauter Lagersätze

Lager Bohrungs- durchmesser d	Größe	Lagerbeiwert f für Stahllager
mm	–	–
10	00	1,05
12	01	1,06
15	02	1,08
17	03	1,10
20	04	1,08
25	05	1,11
30	06	1,14
35	07	1,18
40	08	1,23
45	09	1,24
50	10	1,30
55	11	1,27
60	12	1,30
65	13	1,28
70	14	1,32
75	15	1,36
80	16	1,41
85	17	1,31
90	18	1,33
95	19	1,36
100	20	1,40
105	21	1,44
110	22	1,34
120	24	1,41
130	26	1,34
140	28	1,43
150	30	1,37
160	32	1,42

Abb. 1

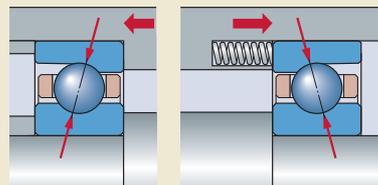


Tabelle 5

### Korrekturfaktoren zur Bestimmung der Vorspannung eingebauter Lagersätze

Lagerreihe	Korrekturfaktoren			$f_{HC}$	
	$f_1$	$f_2$ für die Vorspannungsklasse			
		A	B	C	
718 CD (SEA CE1)	1	1	1,09	1,16	1
718 ACD (SEA CE3)	0,97	1	1,08	1,15	1
718 CD/HC (SEA/NS CE1)	1	1	1,10	1,18	1,02
718 ACD/HC (SEA/NS CE3)	0,97	1	1,09	1,17	1,02

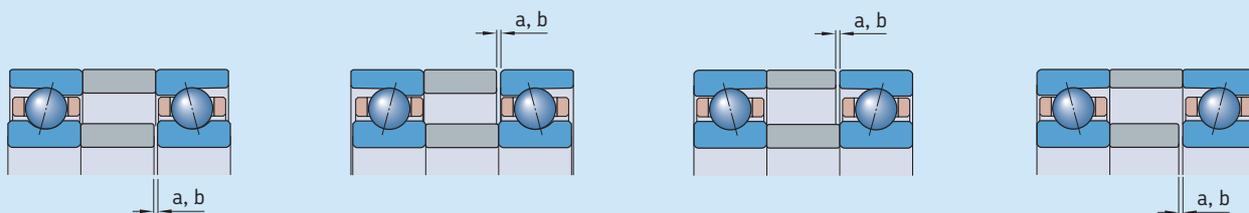
Tabelle 6

## Richtlinien zur Modifizierung des Abstandsringes

Lagersatz Änderung der Vorspannung	Breitenverkürzung Wert	Abstandsring erforderlich zwischen Lagern in	
		O-Anordnung	X-Anordnung
<b>Vorspannungserhöhung</b>			
von A nach B	a	innen	außen
von B nach C	b	innen	außen
von A nach C	a + b	innen	außen
<b>Vorspannungsreduzierung</b>			
von B nach A	a	außen	innen
von C nach B	b	außen	innen
von C nach A	a + b	außen	innen

Tabelle 7

## Richtwerte zur Reduzierung der Breite von Abstandsringen



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

# Axiale Steifigkeit

Die axiale Steifigkeit hängt davon ab, wie sich das Lager bei Belastung verformt. Sie wird als Verhältnis zwischen Belastung und elastischer Verformung angegeben. Da die elastische Verformung von Wälzlagern der Belastung nicht linear folgt, ist die axiale Steifigkeit teilweise von der Belastung unabhängig. Die axiale Steifigkeit für Lager der Reihe 718 (SEA) bei definierter Last lässt sich mit komplexen Formeln bestimmen. Die Richtwerte sind in **Tabelle 8** angegeben. Diese Werte gelten für eingebaute Lagersätze aus zwei Stahllagern in O- oder X-Anordnung, statische Betriebsbedingungen und mittlere Belastungen.

Lagersätze aus drei oder vier Lagern sind axial steifer als Sätze aus zwei Lagern. Die axiale Steifigkeit dieser Sätze wird durch Multiplikation des in **Tabelle 8** angegebenen Werts mit einem Faktor berechnet, der von der Lageranordnung und der Vorspannungsklasse abhängt. Für Lagersätze in den Vorspannungsklassen A, B und C gelten folgende Faktoren:

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

Zusammengepasste, asymmetrische Lagersätze werden zusätzlich in den Vorspannungsklassen L, M und F angeboten (→ *Vorspannung vor dem Einbau, Seite 18*).

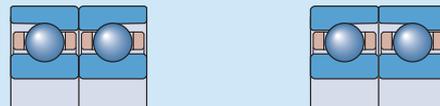
Die axiale Steifigkeit dieser Lagersätze wird durch Multiplikation des in **Tabelle 8** angegebenen Werts mit folgenden Faktoren berechnet:

- 1,25 für TBT (TD) und TFT (TF)
- 1,45 für QBT (3TD) und QFT (3TF)

Für Hybridlager lässt sich die axiale Steifigkeit unabhängig von der Anordnung oder Vorspannungsklasse durch Multiplikation der Werte aus **Tabelle 8** mit dem Faktor 1,11 bestimmen.

**Tabelle 8**

## Statische axiale Steifigkeit für zwei Lager in O- oder X-Anordnung



Lager Bohrungs- durchmesser d	Größe	Axiale Steifigkeit von Lagern der Reihe 718 ACD (SEA CE3) für die Vorspannungsklasse			718 CD (SEA CE1) für die Vorspannungsklasse		
		A	B	C	A	B	C
mm	–	N/μm					
10	00	30	47	65	13	22	32
12	01	34	54	72	15	25	37
15	02	40	63	85	17	30	43
17	03	43	67	90	18	31	45
20	04	52	83	112	22	38	55
25	05	60	95	128	26	44	64
30	06	69	106	144	29	49	72
35	07	76	119	161	32	56	82
40	08	83	130	178	36	61	90
45	09	87	139	189	38	65	95
50	10	107	168	231	47	81	119
55	11	124	195	268	53	91	135
60	12	141	222	306	59	103	152
65	13	144	227	312	61	105	155
70	14	152	241	332	65	112	166
75	15	162	257	355	69	119	177
80	16	171	274	379	74	128	191
85	17	189	296	406	79	137	202
90	18	194	307	420	82	142	210
95	19	200	316	436	85	147	218
100	20	211	335	462	90	156	231
105	21	220	353	488	96	167	250
110	22	236	377	518	99	173	256
120	24	262	417	576	112	196	291
130	26	278	439	603	119	202	296
140	28	306	489	675	130	226	336
150	30	323	512	702	136	236	346
160	32	352	556	764	147	256	379

# Einbau von Lagerringen

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

Das Anzugsmoment  $M_t$  für die Präzisionswellenmutter bzw. die Schraube im Lagerdeckel ist so zu wählen, dass sich die Nachbarkomponenten nicht bewegen, das Lager richtig ausgerichtet ist, nicht verformt wird und nicht vorzeitig ermüdet.

## Berechnung des Anzugsmoments $M_t$

Die genaue Berechnung des Anzugsmoments  $M_t$  ist komplex. Die folgenden Formeln ermöglichen eine näherungsweise Bestimmung; sie sollten in der Praxis kontrolliert werden.

Die axiale Zusammenspannkraft für die Präzisionswellenmutter bzw. die Schraube im Lagerdeckel wird wie folgt ermittelt:

$$P_a = F_s + (N_{cp} F_c) + G$$

Für das Anzugsmoment für Präzisionswellenmutter gilt:

$$M_t = K P_a \\ = K [F_s + (N_{cp} F_c) + G]$$

Für das Anzugsmoment für die Schraube im Lagerdeckel gilt:

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

$$M_t = \frac{K [F_s + (N_{cp} F_c) + G]}{N_b}$$

wobei gilt:

$M_t$  = Anzugsmoment [Nmm]

$P_a$  = axiale Zusammenspannkraft [N]

$F_s$  = minimale axiale Zusammenspannkraft (→ Tabelle 9) [N]

$F_c$  = axiale Montagekraft (→ Tabelle 9) [N]

$G$  = Vorspannung vor dem Einbau (→ Tabelle 3, Seite 19) [N]

$N_{cp}$  = Anzahl der vorgespannten Lager

$N_b$  = Anzahl der Schrauben im Lagerdeckel

$K$  = Berechnungsfaktor, abhängig vom Gewinde (→ Tabelle 10)

Abb. 2

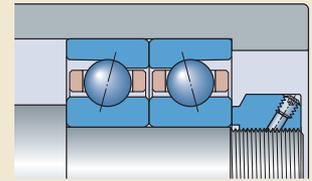


Tabelle 9

Minimale axiale Zusammenspannkraft und axiale Montagekraft für Präzisionswellenmutter und Lagerdeckel

Lager Bohrungsdurchmesser	Größe	Minimale axiale Zusammenspannkraft $F_s$	Axiale Montagekraft $F_c$
d		$F_s$	$F_c$
mm	–	N	
10	00	370	240
12	01	430	210
15	02	550	180
17	03	600	160
20	04	950	250
25	05	1 200	210
30	06	1 400	180
35	07	1 600	210
40	08	1 800	180
45	09	2 400	190
50	10	2 900	180
55	11	3 300	230
60	12	3 300	240
65	13	4 700	260
70	14	5 000	240
75	15	5 500	230
80	16	5 500	300
85	17	7 500	550
90	18	8 000	500
95	19	8 000	480
100	20	8 500	460
105	21	9 000	450
110	22	11 000	600
120	24	12 000	600
130	26	17 000	900
140	28	16 000	800
150	30	21 000	1 000
160	32	23 000	1 000

Tabelle 10

Faktor K zur Bestimmung des Anzugsmoments

Nenndurchmesser Gewinde <sup>1</sup>	Faktor K für Präzisionswellenmutter und Schrauben im Lagerdeckel	
mm	–	–
4	–	0,8
5	–	1,0
6	–	1,2
8	–	1,6
10	1,4	2,0
12	1,6	2,4
14	1,9	2,7
15	2,0	2,9
16	2,1	3,1
17	2,2	–
20	2,6	–
25	3,2	–
30	3,9	–
35	4,5	–
40	5,1	–
45	5,8	–
50	6,4	–
55	7,0	–
60	7,6	–
65	8,1	–
70	9,0	–
75	9,6	–
80	10,0	–
85	11,0	–
90	11,0	–
95	12,0	–
100	12,0	–
105	13,0	–
110	14,0	–
120	15,0	–
130	16,0	–
140	17,0	–
150	18,0	–
160	19,0	–

<sup>1)</sup> Nur geeignet für Feingewinde.

# Tragfähigkeit von Lagersätzen

Die Angaben in den Produkttabellen (dynamische Tragzahl C, statische Tragzahl C<sub>0</sub>, Ermüdungsgrenzbelastung P<sub>u</sub>) gelten für Einzellager. Bei Lagersätzen müssen die Einzellagerwerte mit dem Korrekturfaktor aus **Tabelle 11** multipliziert werden.

## Äquivalente Lagerbelastungen

Bei der Bestimmung der äquivalenten Lagerbelastung für vorgespannte Lager der Reihe 718 (SEA) ist die Vorspannung zu berücksichtigen. Je nach Betriebsbedingungen lässt sich die erforderliche axiale Komponente der Lagerbelastung F<sub>a</sub> für ein Lagerpaar in O- oder X-Anordnung näherungsweise mit den folgenden Gleichungen bestimmen.

Lagerpaare unter Radiallast und Einbau mit fester Passung:

$$F_a = G_m$$

Lagerpaare unter Radiallast und Vorspannung durch Federn:

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

Lagerpaare unter Axialbelastung und Einbau mit fester Passung:

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

$$F_a = K_a \quad \text{für } K_a > 3 G_m$$

Lagerpaare unter Axialbelastung und Vorspannung durch Federn:

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

wobei gilt:

F<sub>a</sub> = axiale Komponente der Last [N]

G<sub>A,B,C</sub> = Vorspannung des Lagerpaars vor dem Einbau (→ **Tabelle 3, Seite 19**) [N]

G<sub>m</sub> = Vorspannung des eingebauten Lagerpaars (→ *Vorspannung eingebauter Lagersätze, Seite 19*) [N]

K<sub>a</sub> = externe Axialkraft in einem Einzellager [N]

## Äquivalente dynamische Lagerbelastung

Für Einzellager und Lagerpaare in Tandem-Anordnung gilt:

$$P = F_r \quad \text{für } F_a/F_r \leq e$$

$$P = XF_r + YF_a \quad \text{für } F_a/F_r > e$$

Für Lagerpaare in O- oder X-Anordnung gilt:

$$P = F_r + Y_1 F_a \quad \text{für } F_a/F_r \leq e$$

$$P = XF_r + Y_2 F_a \quad \text{für } F_a/F_r > e$$

wobei gilt:

P = äquivalente dynamische Belastung des Lagersatzes [kN]

F<sub>r</sub> = radiale Komponente der auf den Lagersatz wirkenden Belastung [kN]

F<sub>a</sub> = axiale Komponente der auf den Lagersatz wirkenden Belastung [kN]

Die Berechnungsfaktoren e, X, Y, Y<sub>1</sub> und Y<sub>2</sub> hängen vom Berührungswinkel ab. Sie sind in den **Tabellen 12** und **13** angegeben. Bei Lagern mit einem Berührungswinkel von 15° hängen die Faktoren auch vom Verhältnis f<sub>0</sub>F<sub>a</sub>/C<sub>0</sub> ab, wobei f<sub>0</sub> und C<sub>0</sub> der Berechnungsfaktor und die statische Tragzahl aus der Produkttafel sind.

## Äquivalente statische Lagerbelastung

Für Einzellager und Lagerpaare in Tandem-Anordnung gilt:

$$P_0 = 0,5 F_r + Y_0 F_a$$

Für Lagerpaare in O- oder X-Anordnung gilt:

$$P_0 = F_r + Y_0 F_a$$

wobei gilt:

P<sub>0</sub> = äquivalente statische Belastung des Lagersatzes [kN]

F<sub>r</sub> = radiale Komponente der Belastung, die auf den Lagersatz wirkt [kN]

F<sub>a</sub> = axiale Komponente der Belastung, die auf den Lagersatz wirkt [kN]

Wenn P<sub>0</sub> < F<sub>r</sub>, sollte stattdessen P<sub>0</sub> = F<sub>r</sub> verwendet werden. Der Berechnungsfaktor Y<sub>0</sub> hängt vom Berührungswinkel ab und ist in den **Tabellen 12** und **13** angegeben.

**Tabelle 11**

### Berechnungsfaktoren für die Tragzahlen von Lagersätzen

Anzahl der Lager	Berechnungsfaktor für		
	C	C <sub>0</sub>	P <sub>u</sub>
2	1,62	2	2
3	2,16	3	3
4	2,64	4	4

**Tabelle 12**

### Berechnungsfaktoren für Einzellager und Lagerpaare in Tandem-Anordnung

f <sub>0</sub> F <sub>a</sub> /C <sub>0</sub>	Berechnungsfaktoren			
	e	X	Y	Y <sub>0</sub>
<b>Berührungswinkel 15°</b> Nachsetzzeichen CD (1)				
≤ 0,178	0,38	0,44	1,47	0,46
0,357	0,40	0,44	1,40	0,46
0,714	0,43	0,44	1,30	0,46
1,07	0,46	0,44	1,23	0,46
1,43	0,47	0,44	1,19	0,46
2,14	0,50	0,44	1,12	0,46
3,57	0,55	0,44	1,02	0,46
≥ 5,35	0,56	0,44	1,00	0,46
<b>Berührungswinkel 25°</b> Nachsetzzeichen ACD (3)				
–	0,68	0,41	0,87	0,38

## Betriebsdrehzahlen

Die Betriebsdrehzahlen in den Produkttabellen sind Richtwerte. Sie gelten für Einzellager bei leichter Belastung ( $P \leq 0,05 C$ ) und leichter Vorspannung durch Federn. Zusätzlich ist für eine gute Wärmeableitung zu sorgen.

Die Angaben für die Ölschmierung beziehen sich auf Öl-Luft-Schmierung. Bei anderen Ölschmierverfahren sind die Werte nach unten zu korrigieren. Die für Fettschmierung angegebenen Werte sind Maximalwerte, die für niedrigviskoses Premiumfett gelten.

Wenn Einzellager gegeneinander angeordnet werden, eine stärkere Vorspannung haben oder Lagersätze verwendet werden sollen, müssen die Betriebsdrehzahlen unter den Angaben in den Produkttabellen liegen, d.h. die Tabellenwerte sind mit einem

Reduktionsfaktor zu multiplizieren. Die Reduktionsfaktoren, die von der Lageranordnung und der Vorspannungsklasse abhängen, sind in **Tabelle 14** angegeben.

Sollte die erreichbare Betriebsdrehzahl nicht für den Anwendungsfall ausreichen, können zwischen den Lagern eines Lagersatzes Abstandsringe eingebaut werden.

## Käfige

SKF-SNFA Hochgenauigkeits-Schräggugellager der Reihe 718 (SEA) haben einen ungeteilten, an der Außenringschulter geführten Käfig aus gewebeverstärktem Hartgewebe ( $\rightarrow$  **Abb. 3**), der für maximal 120 °C ausgelegt ist.

## Werkstoffe

Die Ringe und Kugeln von Lagern der Reihe 718 (SEA) sind aus SKF Stahl der Güteklasse 3 gefertigt. Sie entsprechen ISO 683-17:1999. Kugeln von Hybridlagern bestehen aus Siliziumnitrid in Lagergüteklasse ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ).

## Wärmebehandlung

Alle SKF-SNFA Hochgenauigkeits-Schräggugellager der Reihe 718 (SEA) werden einer speziellen Wärmebehandlung unterzogen, die für ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Härtegrad und Maßstabilität sorgt. Der Härtegrad der Ringe und Wälzkörper gewährleistet einen niedrigen Verschleiß.

Tabelle 13

### Berechnungsfaktoren für Lagerpaare in O- oder X-Anordnung

$2 f_0 F_a / C_0$	Berechnungsfaktoren				
	e	X	$Y_1$	$Y_2$	$Y_0$
<b>Berührungswinkel 15°</b> Nachsetzzeichen CD (1)					
$\leq 0,178$	0,38	0,72	1,65	2,39	0,92
0,357	0,40	0,72	1,57	2,28	0,92
0,714	0,43	0,72	1,46	2,11	0,92
1,07	0,46	0,72	1,38	2,00	0,92
1,43	0,47	0,72	1,34	1,93	0,92
2,14	0,50	0,72	1,26	1,82	0,92
3,57	0,55	0,72	1,14	1,66	0,92
$\geq 5,35$	0,56	0,72	1,12	1,63	0,92
<b>Berührungswinkel 25°</b> Nachsetzzeichen ACD (3)					
–	0,68	0,67	0,92	1,41	0,76

Abb. 3



Tabelle 14

### Drehzahlreduktionsfaktor für Lagersätze

Anzahl der Lager	Anordnung	Nachsetzzeichen	Drehzahlreduktionsfaktor für die Vorspannungsklasse					
			A	L	B	M	C	F
2	O-Anordnung	DB (DD)	0,80	–	0,65	–	0,40	–
	X-Anordnung	DF (FF)	0,77	–	0,61	–	0,36	–
3	O-Anordnung und Tandem	TBT (TD)	0,69	0,72	0,49	0,58	0,25	0,36
	X-Anordnung und Tandem	TFT (TF)	0,63	0,66	0,42	0,49	0,17	0,24
4	Tandem-O-Anordnung	QBC (TDT)	0,64	–	0,53	–	0,32	–
	Tandem-X-Anordnung	QFC (TFT)	0,62	–	0,48	–	0,27	–

Hinweis: Bei federbelasteten Tandem-Sets, Nachsetzzeichen DT (T), sollte ein Drehzahlreduktionsfaktor von 0,9 berücksichtigt werden.

# Kennzeichnung von Lagern und Lagersätzen

Alle SKF-SNFA Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe 718 (SEA) haben folgende Identifikationsmerkmale auf den Außenseiten der Ringe (→ **Abb. 4**):

- 1 die Marke SKF
- 2 vollständige Lagerbezeichnung
- 3 Herstellungsland
- 4 Herstellungsdatum (kodiert)
- 5 Abweichung vom mittleren Außendurchmesser  $\Delta D_m$  [ $\mu\text{m}$ ]
- 6 Abweichung vom mittleren Bohrungsdurchmesser  $\Delta d_m$  [ $\mu\text{m}$ ]
- 7 Markierung auf Druckseite (geprägt)
- 8 Seriennummer
- 9 V-Zeichen (nur bei kombinierten Lagersätzen)

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

## V-Zeichen

Das V-Zeichen von kombinierten Lagersätzen gibt Aufschluss über die Einbaureihenfolge und die Lastrichtung. Das Zeichen befindet sich auf dem Außendurchmesser der Außenringe und verläuft über alle Lager des kombinierten Satzes (→ **Abb. 5**).

Es befindet sich an der Stelle der größten Wanddicke der Außenringe und gibt an, in welcher Reihenfolge die einzelnen Lager einzubauen sind, damit die angegebene Vorspannung erreicht wird. Das V weist in die Richtung, in der der axiale Hauptanteil der Belastung  $F_a$  auf die Innenringe wirkt.

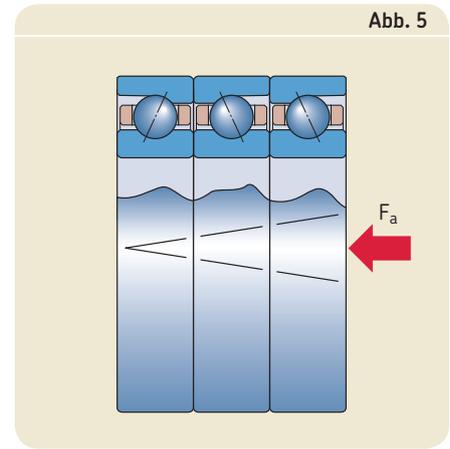


Abb. 5

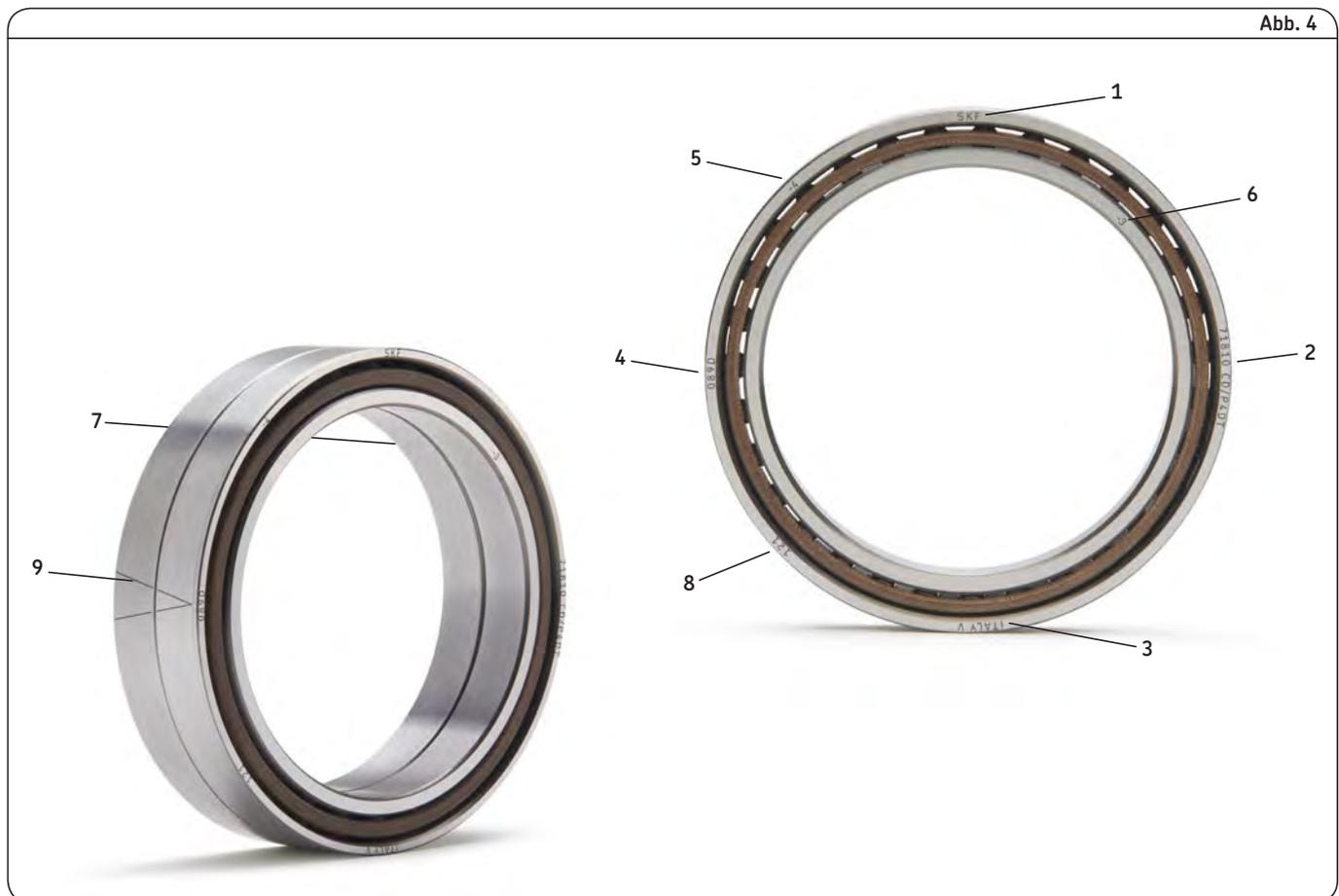


Abb. 4

## Verpackung

Die Hochgenauigkeitslager werden in Schachteln ausgeliefert, auf denen beide Marken – SKF und SNFA – und beide Bezeichnungen aufgedruckt sind. In jeder Schachtel befindet sich ein Merkblatt mit Hinweisen zum Einbau von Lagersätzen.

## Bezeichnungsschema

Das Bezeichnungsschema für SKF-SNFA Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe 718 (SEA) ist zusammen mit den Erläuterungen in **Tabelle 15, Seite 28 bis 29**, angegeben.



Abb. 6

Lagerschachtel mit beiden Marken und beiden Bezeichnungen

SKF Bezeichnungsschema für SKF-SNFA Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe 718 (SEA)

Einzellager: 71830 CDGB/P2	718	30	CD	GB	/		P2		
	Reihe	Größe	Berührungswinkel	Ausführung (nur Einzellager)		Kugelmaterial	Toleranzklasse	Anordnung	Vorspannung
Zusammengepasster Lagersatz: 71810 ACD/HCP4QBCA	718	10	ACD		/	HC	P4	QBC	A

**Lagerreihe**  
718 Nach ISO-Maßreihe 18

**Lagergröße**  
00 10 mm Bohrungsdurchmesser  
01 12 mm Bohrungsdurchmesser  
02 15 mm Bohrungsdurchmesser  
03 17 mm Bohrungsdurchmesser  
04 (x5) 20 mm Bohrungsdurchmesser  
to  
32 (x5) 160 mm Bohrungsdurchmesser

**Berührungswinkel und interne Konstruktion**  
CD 15° Berührungswinkel, Grundauführung  
ACD 25° Berührungswinkel, Grundauführung

**Einzellager**  
– Standard (kein Nachsetzzeichen)  
G\_ Universallager für den satzweisen Einbau mit Vorspannungsklasse

**Käfig**  
– Gewebeverstärktes Hartgewebe, außenringgeführt (kein Nachsetzzeichen)

**Kugelmateriale**  
– Chromstahl (kein Nachsetzzeichen)  
HC Siliziumnitrid in Lagergüteklasse Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> (Hybridlager)

**Toleranzklasse**  
P4 Maß- und Laufgenauigkeit nach ISO-Toleranzklasse 4  
P2 Maß- und Laufgenauigkeit nach ISO-Toleranzklasse 2

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

**Lagersatz-Vorspannung**  
A Leichte Vorspannung  
L Leichte Vorspannung (nur für zusammengepasste Lagersätze in TBT-, TFT-, QBT- und QFT-Anordnungen)  
B Mittlere Vorspannung  
M Mittlere Vorspannung (nur für zusammengepasste Lagersätze in TBT-, TFT-, QBT- und QFT-Anordnungen)  
C Starke Vorspannung  
F Starke Vorspannung (nur für zusammengepasste Lagersätze in TBT-, TFT-, QBT- und QFT-Anordnungen)  
G.. Spezielle Vorspannung, in daN angegeben, z.B. G240

## SNFA Bezeichnungsschema für SKF-SNFA Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe 718 (SEA)

Einzellager: SEA150 9CE1 UM	SEA	150		9	CE	1	U	M
	Reihe	Größe	Kugelmaterial	Toleranzklasse	Käfig	Berührungswinkel	Anordnung	Vorspannung
Zusammengesetzter Lagersatz: SEA50 /NS 7CE3 TDTL	SEA	50	/NS	7	CE	3	TDT	L

**Lagerreihe**  
SEA Nach ISO-Maßreihe 18

**Lagergröße**  
10 10 mm Bohrungsdurchmesser  
bis  
160 160 mm Bohrungsdurchmesser

**Berührungswinkel und interne Konstruktion**  
1 15° Berührungswinkel, Grundauführung  
3 25° Berührungswinkel, Grundauführung

**Einzellager**  
– Standard (kein Nachsetzzeichen)  
U\_ Universallager für den satzweisen Einbau mit Vorspannungsklasse

**Käfig**  
CE Gewebeverstärktes Hartgewebe, außenringgeführt

**Kugelmaterial**  
– Chromstahl (kein Nachsetzzeichen)  
/NS Siliziumnitrid in Lagergüteklasse Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> (Hybridlager)

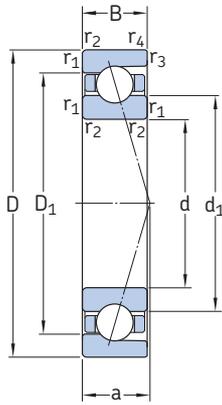
**Toleranzklasse**  
7 Maß- und Laufgenauigkeit nach ABMA-Toleranzklasse ABEC 7  
9 Maß- und Laufgenauigkeit nach ABMA-Toleranzklasse ABEC 9

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

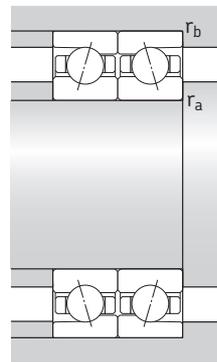
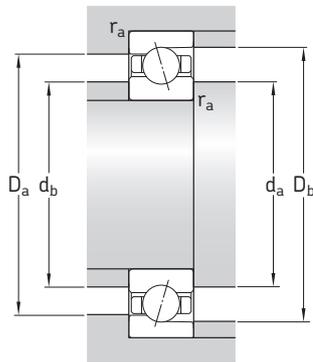
**Lagersatz-Vorspannung**  
L Leichte Vorspannung  
M Mittlere Vorspannung  
F Starke Vorspannung  
..daN Spezielle Vorspannung

# Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe 718 (SEA)

d 10 – 45 mm



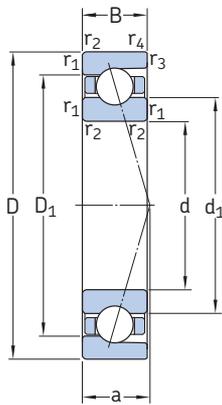
Hauptabmessungen			Tragzahlen		Ermüdungs- grenz- belastung $P_u$	Betriebsdrehzahlen		Gewicht	Bezeichnungen SKF	SNFA
d	D	B	C	$C_0$		Schmierverfahren Fett	Öl-Luft			
mm			kN	kN	U/min	kg	–			
10	19	5	1,9	0,98	0,043	80 000	120 000	0,005	71800 CD/P4	SEA10 7CE1
	19	5	1,78	0,93	0,04	70 000	110 000	0,005	71800 ACD/P4	SEA10 7CE3
	19	5	1,9	0,98	0,043	95 000	150 000	0,005	71800 CD/HCP4	SEA10 /NS 7CE1
	19	5	1,78	0,93	0,04	85 000	130 000	0,005	71800 ACD/HCP4	SEA10 /NS 7CE3
12	21	5	2,08	1,18	0,05	70 000	110 000	0,006	71801 CD/P4	SEA12 7CE1
	21	5	1,95	1,12	0,048	63 000	95 000	0,006	71801 ACD/P4	SEA12 7CE3
	21	5	2,08	1,18	0,05	85 000	130 000	0,006	71801 CD/HCP4	SEA12 /NS 7CE1
	21	5	1,95	1,12	0,048	75 000	110 000	0,006	71801 ACD/HCP4	SEA12 /NS 7CE3
15	24	5	2,29	1,5	0,063	60 000	90 000	0,007	71802 CD/P4	SEA15 7CE1
	24	5	2,16	1,4	0,06	53 000	80 000	0,007	71802 ACD/P4	SEA15 7CE3
	24	5	2,29	1,5	0,063	70 000	110 000	0,006	71802 CD/HCP4	SEA15 /NS 7CE1
	24	5	2,16	1,4	0,06	63 000	100 000	0,006	71802 ACD/HCP4	SEA15 /NS 7CE3
17	26	5	2,34	1,6	0,068	53 000	85 000	0,01	71803 CD/P4	SEA17 7CE1
	26	5	2,21	1,53	0,064	48 000	75 000	0,01	71803 ACD/P4	SEA17 7CE3
	26	5	2,34	1,6	0,068	63 000	100 000	0,009	71803 CD/HCP4	SEA17 /NS 7CE1
	26	5	2,21	1,53	0,064	60 000	90 000	0,009	71803 ACD/HCP4	SEA17 /NS 7CE3
20	32	7	3,9	2,65	0,112	45 000	70 000	0,018	71804 CD/P4	SEA20 7CE1
	32	7	3,64	2,5	0,106	40 000	63 000	0,018	71804 ACD/P4	SEA20 7CE3
	32	7	3,9	2,65	0,112	53 000	80 000	0,017	71804 CD/HCP4	SEA20 /NS 7CE1
	32	7	3,64	2,5	0,106	48 000	75 000	0,017	71804 ACD/HCP4	SEA20 /NS 7CE3
25	37	7	4,16	3,2	0,137	38 000	56 000	0,021	71805 CD/P4	SEA25 7CE1
	37	7	3,9	3,05	0,129	34 000	53 000	0,021	71805 ACD/P4	SEA25 7CE3
	37	7	4,16	3,2	0,137	45 000	70 000	0,019	71805 CD/HCP4	SEA25 /NS 7CE1
	37	7	3,9	3,05	0,129	40 000	63 000	0,019	71805 ACD/HCP4	SEA25 /NS 7CE3
30	42	7	4,42	3,75	0,16	32 000	50 000	0,026	71806 CD/P4	SEA30 7CE1
	42	7	4,16	3,55	0,15	28 000	45 000	0,026	71806 ACD/P4	SEA30 7CE3
	42	7	4,42	3,75	0,16	38 000	60 000	0,024	71806 CD/HCP4	SEA30 /NS 7CE1
	42	7	4,16	3,55	0,15	34 000	53 000	0,024	71806 ACD/HCP4	SEA30 /NS 7CE3
35	47	7	4,62	4,3	0,183	28 000	43 000	0,028	71807 CD/P4	SEA35 7CE1
	47	7	4,36	4,05	0,173	26 000	40 000	0,028	71807 ACD/P4	SEA35 7CE3
	47	7	4,62	4,3	0,183	34 000	53 000	0,026	71807 CD/HCP4	SEA35 /NS 7CE1
	47	7	4,36	4,05	0,173	30 000	48 000	0,026	71807 ACD/HCP4	SEA35 /NS 7CE3
40	52	7	4,88	4,9	0,208	26 000	38 000	0,031	71808 CD/P4	SEA40 7CE1
	52	7	4,49	4,55	0,196	22 000	34 000	0,031	71808 ACD/P4	SEA40 7CE3
	52	7	4,88	4,9	0,208	30 000	45 000	0,029	71808 CD/HCP4	SEA40 /NS 7CE1
	52	7	4,49	4,55	0,196	28 000	43 000	0,029	71808 ACD/HCP4	SEA40 /NS 7CE3
45	58	7	4,88	5,3	0,224	22 000	34 000	0,039	71809 CD/P4	SEA45 7CE1
	58	7	4,62	5	0,212	20 000	30 000	0,039	71809 ACD/P4	SEA45 7CE3
	58	7	4,88	5,3	0,224	26 000	40 000	0,037	71809 CD/HCP4	SEA45 /NS 7CE1
	58	7	4,62	5	0,212	24 000	38 000	0,037	71809 ACD/HCP4	SEA45 /NS 7CE3



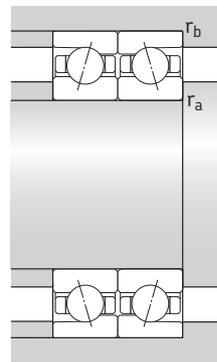
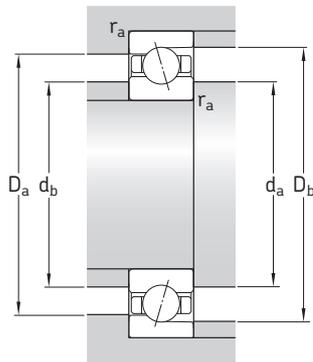
Abmessungen						Anschlussmaße					Berechnungs- faktor
d	d <sub>1</sub> ~	D <sub>1</sub> ~	r <sub>1,2</sub> min	r <sub>3,4</sub> min	a	d <sub>a, d<sub>b</sub></sub> min	D <sub>a</sub> max	D <sub>b</sub> max	r <sub>a</sub> max	r <sub>b</sub> max	f <sub>0</sub>
mm						mm					-
10	13,1	16,1	0,3	0,15	4,5	12	17	18,2	0,3	0,15	15
	13,1	16,1	0,3	0,15	5,9	12	17	18,2	0,3	0,15	-
	13,1	16,1	0,3	0,15	4,5	12	17	18,2	0,3	0,15	15
	13,1	16,1	0,3	0,15	5,9	12	17	18,2	0,3	0,15	-
12	15,1	18,1	0,3	0,15	4,7	14	19	20,2	0,3	0,15	15
	15,1	18,1	0,3	0,15	6,4	14	19	20,2	0,3	0,15	-
	15,1	18,1	0,3	0,15	4,7	14	19	20,2	0,3	0,15	15
	15,1	18,1	0,3	0,15	6,4	14	19	20,2	0,3	0,15	-
15	18,1	21,1	0,3	0,15	5,1	17	22	23,2	0,3	0,15	16
	18,1	21,1	0,3	0,15	7,1	17	22	23,2	0,3	0,15	-
	18,1	21,1	0,3	0,15	5,1	17	22	23,2	0,3	0,15	16
	18,1	21,1	0,3	0,15	7,1	17	22	23,2	0,3	0,15	-
17	20,1	23	0,3	0,15	5,4	19	24	25,2	0,3	0,15	16
	20,1	23	0,3	0,15	7,5	19	24	25,2	0,3	0,15	-
	20,1	23	0,3	0,15	5,4	19	24	25,2	0,3	0,15	16
	20,1	23	0,3	0,15	7,5	19	24	25,2	0,3	0,15	-
20	24,1	28,1	0,3	0,15	7	22	30	31,2	0,3	0,15	16
	24,1	28,1	0,3	0,15	9,6	22	30	31,2	0,3	0,15	-
	24,1	28,1	0,3	0,15	7	22	30	31,2	0,3	0,15	16
	24,1	28,1	0,3	0,15	9,6	22	30	31,2	0,3	0,15	-
25	29,1	33,1	0,3	0,15	7,7	27	35	36,2	0,3	0,15	16
	29,1	33,1	0,3	0,15	10,8	27	35	36,2	0,3	0,15	-
	29,1	33,1	0,3	0,15	7,7	27	35	36,2	0,3	0,15	16
	29,1	33,1	0,3	0,15	10,8	27	35	36,2	0,3	0,15	-
30	34,1	38,1	0,3	0,15	8,3	32	40	41,2	0,3	0,15	17
	34,1	38,1	0,3	0,15	11,9	32	40	41,2	0,3	0,15	-
	34,1	38,1	0,3	0,15	8,3	32	40	41,2	0,3	0,15	17
	34,1	38,1	0,3	0,15	11,9	32	40	41,2	0,3	0,15	-
35	39,1	43,1	0,3	0,15	9	37	45	46,2	0,3	0,15	17
	39,1	43,1	0,3	0,15	13,1	37	45	46,2	0,3	0,15	-
	39,1	43,1	0,3	0,15	9	37	45	46,2	0,3	0,15	17
	39,1	43,1	0,3	0,15	13,1	37	45	46,2	0,3	0,15	-
40	44,1	48,1	0,3	0,15	9,7	42	50	51,2	0,3	0,15	17
	44,1	48,1	0,3	0,15	14,3	42	50	51,2	0,3	0,15	-
	44,1	48,1	0,3	0,15	9,7	42	50	51,2	0,3	0,15	17
	44,1	48,1	0,3	0,15	14,3	42	50	51,2	0,3	0,15	-
45	49,6	53,6	0,3	0,15	10,4	47	56	57,2	0,3	0,15	17
	49,6	53,6	0,3	0,15	15,5	47	56	57,2	0,3	0,15	-
	49,6	53,6	0,3	0,15	10,4	47	56	57,2	0,3	0,15	17
	49,6	53,6	0,3	0,15	15,5	47	56	57,2	0,3	0,15	-

# Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe 718 (SEA)

d 50 – 95 mm



Hauptabmessungen			Tragzahlen		Ermüdungs- grenz- belastung $P_u$	Betriebsdrehzahlen		Gewicht	Bezeichnungen SKF	SNFA
d	D	B	dynamisch C	statisch $C_0$		Schmierungsverfahren Fett	Öl-Luft			
mm			kN	kN		U/min	kg	-		
50	65	7	7,41	7,8	0,335	20 000	30 000	0,051	71810 CD/P4	SEA50 7CE1
	65	7	6,89	7,35	0,315	18 000	28 000	0,051	71810 ACD/P4	SEA50 7CE3
	65	7	7,41	7,8	0,335	24 000	36 000	0,046	71810 CD/HCP4	SEA50 /NS 7CE1
	65	7	6,89	7,35	0,315	22 000	34 000	0,046	71810 ACD/HCP4	SEA50 /NS 7CE3
55	72	9	10,1	10,8	0,455	18 000	28 000	0,081	71811 CD/P4	SEA55 7CE1
	72	9	9,56	10,2	0,43	16 000	24 000	0,081	71811 ACD/P4	SEA55 7CE3
	72	9	10,1	10,8	0,455	22 000	32 000	0,073	71811 CD/HCP4	SEA55 /NS 7CE1
	72	9	9,56	10,2	0,43	19 000	30 000	0,073	71811 ACD/HCP4	SEA55 /NS 7CE3
60	78	10	13,5	14,3	0,6	16 000	24 000	0,1	71812 CD/P4	SEA60 7CE1
	78	10	12,7	13,4	0,57	15 000	22 000	0,1	71812 ACD/P4	SEA60 7CE3
	78	10	13,5	14,3	0,6	19 000	30 000	0,088	71812 CD/HCP4	SEA60 /NS 7CE1
	78	10	12,7	13,4	0,57	18 000	26 000	0,088	71812 ACD/HCP4	SEA60 /NS 7CE3
65	85	10	13,5	14,6	0,63	15 000	22 000	0,126	71813 CD/P4	SEA65 7CE1
	85	10	12,7	14	0,585	13 000	20 000	0,126	71813 ACD/P4	SEA65 7CE3
	85	10	13,5	14,6	0,63	18 000	28 000	0,114	71813 CD/HCP4	SEA65 /NS 7CE1
	85	10	12,7	14	0,585	16 000	24 000	0,114	71813 ACD/HCP4	SEA65 /NS 7CE3
70	90	10	13,8	16	0,67	14 000	22 000	0,134	71814 CD/P4	SEA70 7CE1
	90	10	13	15	0,64	13 000	19 000	0,134	71814 ACD/P4	SEA70 7CE3
	90	10	13,8	16	0,67	17 000	26 000	0,121	71814 CD/HCP4	SEA70 /NS 7CE1
	90	10	13	15	0,64	15 000	24 000	0,121	71814 ACD/HCP4	SEA70 /NS 7CE3
75	95	10	14,3	17	0,72	13 000	20 000	0,142	71815 CD/P4	SEA75 7CE1
	95	10	13,3	16	0,68	12 000	18 000	0,142	71815 ACD/P4	SEA75 7CE3
	95	10	14,3	17	0,72	16 000	24 000	0,128	71815 CD/HCP4	SEA75 /NS 7CE1
	95	10	13,3	16	0,68	14 000	22 000	0,128	71815 ACD/HCP4	SEA75 /NS 7CE3
80	100	10	14,6	18,3	0,765	12 000	19 000	0,151	71816 CD/P4	SEA80 7CE1
	100	10	13,8	17	0,72	11 000	17 000	0,151	71816 ACD/P4	SEA80 7CE3
	100	10	14,6	18,3	0,765	15 000	22 000	0,136	71816 CD/HCP4	SEA80 /NS 7CE1
	100	10	13,8	17	0,72	13 000	20 000	0,136	71816 ACD/HCP4	SEA80 /NS 7CE3
85	110	13	21,6	25,5	1,08	11 000	17 000	0,266	71817 CD/P4	SEA85 7CE1
	110	13	20,3	24	1,02	10 000	16 000	0,266	71817 ACD/P4	SEA85 7CE3
	110	13	21,6	25,5	1,08	14 000	20 000	0,239	71817 CD/HCP4	SEA85 /NS 7CE1
	110	13	20,3	24	1,02	12 000	19 000	0,239	71817 ACD/HCP4	SEA85 /NS 7CE3
90	115	13	21,6	26,5	1,1	11 000	17 000	0,279	71818 CD/P4	SEA90 7CE1
	115	13	20,3	25	1,04	10 000	15 000	0,279	71818 ACD/P4	SEA90 7CE3
	115	13	21,6	26,5	1,1	13 000	20 000	0,251	71818 CD/HCP4	SEA90 /NS 7CE1
	115	13	20,3	25	1,04	12 000	18 000	0,251	71818 ACD/HCP4	SEA90 /NS 7CE3
95	120	13	22,1	27,5	1,12	10 000	16 000	0,292	71819 CD/P4	SEA95 7CE1
	120	13	20,8	25,5	1,06	9 500	14 000	0,292	71819 ACD/P4	SEA95 7CE3
	120	13	22,1	27,5	1,12	12 000	19 000	0,263	71819 CD/HCP4	SEA95 /NS 7CE1
	120	13	20,8	25,5	1,06	11 000	17 000	0,263	71819 ACD/HCP4	SEA95 /NS 7CE3



**Bezeichnungen**

**Anschlussmaße**

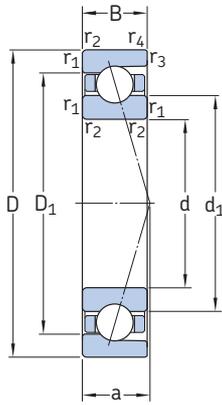
**Berechnungs-  
faktor**

d	d <sub>1</sub> ~	D <sub>1</sub> ~	r <sub>1,2</sub> min	r <sub>3,4</sub> min	a	d <sub>a</sub> , d <sub>b</sub> min	D <sub>a</sub> max	D <sub>b</sub> max	r <sub>a</sub> max	r <sub>b</sub> max	f <sub>0</sub>
mm						mm					-
50	55,1	60	0,3	0,15	11,2	52	63	64,2	0,3	0,15	17
	55,1	60	0,3	0,15	16,9	52	63	64,2	0,3	0,15	-
	55,1	60	0,3	0,15	11,2	52	63	64,2	0,3	0,15	17
	55,1	60	0,3	0,15	16,9	52	63	64,2	0,3	0,15	-
55	60,7	66,5	0,3	0,15	13	57	70	71,2	0,3	0,15	17
	60,7	66,5	0,3	0,15	19,3	57	70	71,2	0,3	0,15	-
	60,7	66,5	0,3	0,15	13	57	70	71,2	0,3	0,15	17
	60,7	66,5	0,3	0,15	19,3	57	70	71,2	0,3	0,15	-
60	65,7	72,5	0,3	0,15	14,3	62	76	77,2	0,3	0,15	17
	65,7	72,5	0,3	0,15	21,1	62	76	77,2	0,3	0,15	-
	65,7	72,5	0,3	0,15	14,3	62	76	77,2	0,3	0,15	17
	65,7	72,5	0,3	0,15	21,1	62	76	77,2	0,3	0,15	-
65	71,7	78,5	0,6	0,3	15,1	68,2	81,8	83	0,6	0,3	17
	71,7	78,5	0,6	0,3	22,5	68,2	81,8	83	0,6	0,3	-
	71,7	78,5	0,6	0,3	15,1	68,2	81,8	83	0,6	0,3	17
	71,7	78,5	0,6	0,3	22,5	68,2	81,8	83	0,6	0,3	-
70	76,7	83,5	0,6	0,3	15,7	73,2	86,8	88	0,6	0,3	17
	76,7	83,5	0,6	0,3	23,7	73,2	86,8	88	0,6	0,3	-
	76,7	83,5	0,6	0,3	15,7	73,2	86,8	88	0,6	0,3	17
	76,7	83,5	0,6	0,3	23,7	73,2	86,8	88	0,6	0,3	-
75	81,7	88,5	0,6	0,3	16,4	78,2	91,8	93	0,6	0,3	17
	81,7	88,5	0,6	0,3	24,9	78,2	91,8	93	0,6	0,3	-
	81,7	88,5	0,6	0,3	16,4	78,2	91,8	93	0,6	0,3	17
	81,7	88,5	0,6	0,3	24,9	78,2	91,8	93	0,6	0,3	-
80	86,7	93,5	0,6	0,3	17,1	83,2	96,8	98	0,6	0,3	17
	86,7	93,5	0,6	0,3	26	83,2	96,8	98	0,6	0,3	-
	86,7	93,5	0,6	0,3	17,1	83,2	96,8	98	0,6	0,3	17
	86,7	93,5	0,6	0,3	26	83,2	96,8	98	0,6	0,3	-
85	93,2	102,1	1	0,3	19,6	89,6	105,4	108	1	0,3	17
	93,2	102,1	1	0,3	29,3	89,6	105,4	108	1	0,3	-
	93,2	102,1	1	0,3	19,6	89,6	105,4	108	1	0,3	17
	93,2	102,1	1	0,3	29,3	89,6	105,4	108	1	0,3	-
90	98,2	107,1	1	0,3	20,3	94,6	110,4	113	1	0,3	17
	98,2	107,1	1	0,3	30,5	94,6	110,4	113	1	0,3	-
	98,2	107,1	1	0,3	20,3	94,6	110,4	113	1	0,3	17
	98,2	107,1	1	0,3	30,5	94,6	110,4	113	1	0,3	-
95	103,2	112,1	1	0,3	20,9	99,6	115,4	118	1	0,3	17
	103,2	112,1	1	0,3	31,6	99,6	115,4	118	1	0,3	-
	103,2	112,1	1	0,3	20,9	99,6	115,4	118	1	0,3	17
	103,2	112,1	1	0,3	31,6	99,6	115,4	118	1	0,3	-

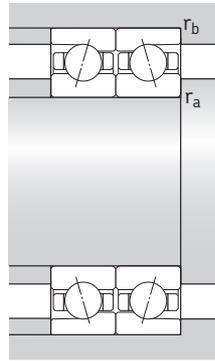
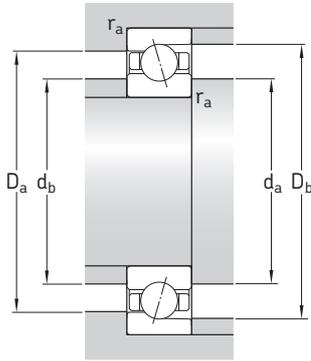


# Hochgenauigkeits-Schrägkugellager der Reihe 718 (SEA)

d 100 – 160 mm



Hauptabmessungen			Tragzahlen		Ermüdungs- grenz- belastung $P_u$	Betriebsdrehzahlen		Gewicht	Bezeichnungen SKF	SNFA
d	D	B	C	dynamic $C_0$		static $C_0$	Schmierungs- verfahren Fett			
mm			kN	kN	U/min		kg	-		
100	125	13	22,5	29	1,16	9 000	14 000	0,31	71820 CD/P4	SEA100 7CE1
	125	13	21,2	27,5	1,1	8 500	13 000	0,31	71820 ACD/P4	SEA100 7CE3
	125	13	22,5	29	1,16	11 000	17 000	0,279	71820 CD/HCP4	SEA100 /NS 7CE1
	125	13	21,2	27,5	1,1	10 000	15 000	0,279	71820 ACD/HCP4	SEA100 /NS 7CE3
105	130	13	22,9	30	1,18	9 000	14 000	0,32	71821 CD/P4	SEA105 7CE1
	130	13	21,6	28,5	1,1	8 000	12 000	0,32	71821 ACD/P4	SEA105 7CE3
	130	13	22,9	30	1,18	11 000	16 000	0,289	71821 CD/HCP4	SEA105 /NS 7CE1
	130	13	21,6	28,5	1,1	9 500	15 000	0,289	71821 ACD/HCP4	SEA105 /NS 7CE3
110	140	16	31,9	40,5	1,53	8 000	13 000	0,505	71822 CD/P4	SEA110 7CE1
	140	16	30,2	38	1,46	7 500	12 000	0,505	71822 ACD/P4	SEA110 7CE3
	140	16	31,9	40,5	1,53	10 000	15 000	0,453	71822 CD/HCP4	SEA110 /NS 7CE1
	140	16	30,2	38	1,46	9 000	14 000	0,453	71822 ACD/HCP4	SEA110 /NS 7CE3
120	150	16	33,2	45	1,63	7 500	12 000	0,55	71824 CD/P4	SEA120 7CE1
	150	16	31,2	42,5	1,53	6 700	11 000	0,55	71824 ACD/P4	SEA120 7CE3
	150	16	33,2	45	1,63	9 000	14 000	0,493	71824 CD/HCP4	SEA120 /NS 7CE1
	150	16	31,2	42,5	1,53	8 000	13 000	0,493	71824 ACD/HCP4	SEA120 /NS 7CE3
130	165	18	39	53	1,86	7 000	11 000	0,77	71826 CD/P4	SEA130 7CE1
	165	18	36,4	50	1,76	6 300	9 500	0,77	71826 ACD/P4	SEA130 7CE3
	165	18	39	53	1,86	8 500	13 000	0,696	71826 CD/HCP4	SEA130 /NS 7CE1
	165	18	36,4	50	1,76	7 500	12 000	0,696	71826 ACD/HCP4	SEA130 /NS 7CE3
140	175	18	44,9	62	2,12	6 300	10 000	0,8	71828 CD/P4	SEA140 7CE1
	175	18	42,3	58,5	2	6 000	9 000	0,8	71828 ACD/P4	SEA140 7CE3
	175	18	44,9	62	2,12	8 000	12 000	0,705	71828 CD/HCP4	SEA140 /NS 7CE1
	175	18	42,3	58,5	2	7 000	11 000	0,705	71828 ACD/HCP4	SEA140 /NS 7CE3
150	190	20	52	72	2,36	6 000	9 000	1,1	71830 CD/P4	SEA150 7CE1
	190	20	48,8	68	2,2	5 300	8 500	1,1	71830 ACD/P4	SEA150 7CE3
	190	20	52	72	2,36	7 000	11 000	0,982	71830 CD/HCP4	SEA150 /NS 7CE1
	190	20	48,8	68	2,2	6 300	10 000	0,982	71830 ACD/HCP4	SEA150 /NS 7CE3
160	200	20	54	78	2,5	5 600	8 500	1,233	71832 CD/P4	SEA160 7CE1
	200	20	50,7	75	2,36	5 000	8 000	1,233	71832 ACD/P4	SEA160 7CE3
	200	20	54	78	2,5	6 700	10 000	1,105	71832 CD/HCP4	SEA160 /NS 7CE1
	200	20	50,7	75	2,36	6 000	9 500	1,105	71832 ACD/HCP4	SEA160 /NS 7CE3



**Abmessungen**

**Anschlussmaße**

**Berechnungs-  
faktor**

d	d <sub>1</sub> ~	D <sub>1</sub> ~	r <sub>1,2</sub> min	r <sub>3,4</sub> min	a	d <sub>a, d<sub>b</sub></sub> min	D <sub>a</sub> max	D <sub>b</sub> max	r <sub>a</sub> max	r <sub>b</sub> max	f <sub>0</sub>
mm						mm					-
<b>100</b>	108,2	117	1	0,3	21,6	104,6	120,4	123	1	0,3	17
	108,2	117	1	0,3	32,8	104,6	120,4	123	1	0,3	-
	108,2	117	1	0,3	21,6	104,6	120,4	123	1	0,3	17
	108,2	117	1	0,3	32,8	104,6	120,4	123	1	0,3	-
<b>105</b>	113,2	122	1	0,3	22,3	109,6	125,4	128	1	0,3	17
	113,2	122	1	0,3	34	109,6	125,4	128	1	0,3	-
	113,2	122	1	0,3	22,3	109,6	125,4	128	1	0,3	17
	113,2	122	1	0,3	34	109,6	125,4	128	1	0,3	-
<b>110</b>	119,8	130,6	1	0,3	24,8	114,6	135,4	138	1	0,3	17
	119,8	130,6	1	0,3	37,2	114,6	135,4	138	1	0,3	-
	119,8	130,6	1	0,3	24,8	114,6	135,4	138	1	0,3	17
	119,8	130,6	1	0,3	37,2	114,6	135,4	138	1	0,3	-
<b>120</b>	129,8	140,6	1	0,3	26,1	124,6	145,4	148	1	0,3	17
	129,8	140,6	1	0,3	39,5	124,6	145,4	148	1	0,3	-
	129,8	140,6	1	0,3	26,1	124,6	145,4	148	1	0,3	17
	129,8	140,6	1	0,3	39,5	124,6	145,4	148	1	0,3	-
<b>130</b>	141,8	153,21	1,1	0,6	28,8	136	159	161,8	1,1	0,6	17
	141,8	153,21	1,1	0,6	43,5	136	159	161,8	1,1	0,6	-
	141,8	153,21	1,1	0,6	28,8	136	159	161,8	1,1	0,6	17
	141,8	153,21	1,1	0,6	43,5	136	159	161,8	1,1	0,6	-
<b>140</b>	151,3	163,71	1,1	0,6	30,2	146	169	171,8	1,1	0,6	17
	151,3	163,71	1,1	0,6	45,8	146	169	171,8	1,1	0,6	-
	151,3	163,71	1,1	0,6	30,2	146	169	171,8	1,1	0,6	17
	151,3	163,71	1,1	0,6	45,8	146	169	171,8	1,1	0,6	-
<b>150</b>	163,4	176,7	1,1	0,6	32,8	156	184	186,8	1,1	0,6	17
	163,4	176,7	1,1	0,6	49,7	156	184	186,8	1,1	0,6	-
	163,4	176,7	1,1	0,6	32,8	156	184	186,8	1,1	0,6	17
	163,4	176,7	1,1	0,6	49,7	156	184	186,8	1,1	0,6	-
<b>160</b>	173,4	186,7	1,1	0,6	34,2	166	194	196,8	1,1	0,6	17
	173,4	186,7	1,1	0,6	52,1	166	194	196,8	1,1	0,6	-
	173,4	186,7	1,1	0,6	34,2	166	194	196,8	1,1	0,6	17
	173,4	186,7	1,1	0,6	52,1	166	194	196,8	1,1	0,6	-



# Andere SKF-SNFA Hochgenauigkeitslager

Neben den in dieser Druckschrift vorgestellten Hochgenauigkeits-Schrägkugellagern gehören auch Hochgenauigkeits-Axial-Schrägkugellager für Gewindetriebe zum SKF-SNFA Sortiment. Folgende Ausführungen sind erhältlich:

- Einseitig wirkende Axial-Schrägkugellager
- Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager
- Kartuschen mit Flanschlagergehäuse

## Einseitig wirkende Axial-Schrägkugellager

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

## Zweiseitig wirkende Axial-Schrägkugellager

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

## Kartuschen mit Flanschlagergehäuse

Für den schnellen und einfachen Einbau empfehlen wir Kartuschen. Die Einheiten der Reihe FBSA (*BSDU und BSQU*) basieren auf einseitig wirkenden SKF-SNFA Axial-Schrägkugellagern. Sie werden für Wellendurchmesser von 20 bis 60 mm hergestellt.



# Andere Hochgenauigkeitslager

Weitere Informationen über Hochgenauigkeitslager sind dem SKF Katalog *Hochgenauigkeitslager* (6002 DE) und dem SNFA Hauptkatalog zu entnehmen.

D



# SKF – Kompetenz für Bewegungstechnik

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

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

artechnik, für die Luftfahrt oder für Werkzeugmaschinen sowie bei Instandhaltungsdienstleistungen.

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

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

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

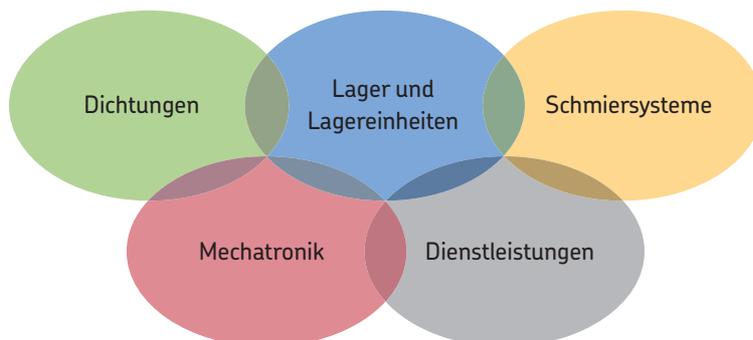


© Airbus – photo: e\*rm company, H. Goussé

## By-wire-Technik forcieren

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

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





### **Die Kraft des Windes nutzen**

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



### **Extremen Temperaturen trotzen**

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



### **Alltägliches verbessern**

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



### **Mit 350 km/h forschen**

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



### **Die Anlageneffizienz optimieren**

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



### **Für Nachhaltigkeit sorgen**

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



### The Power of Knowledge Engineering

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

© SKF und SNFA sind eingetragene Marken der SKF Gruppe.

© SKF Gruppe 2009

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

Druckschrift **6810 DE** · März 2009

Diese Druckschrift ergänzt Kapitel 2 der Druckschrift 6002 DE.

Gedruckt in Schweden auf umweltfreundlichem Papier.

