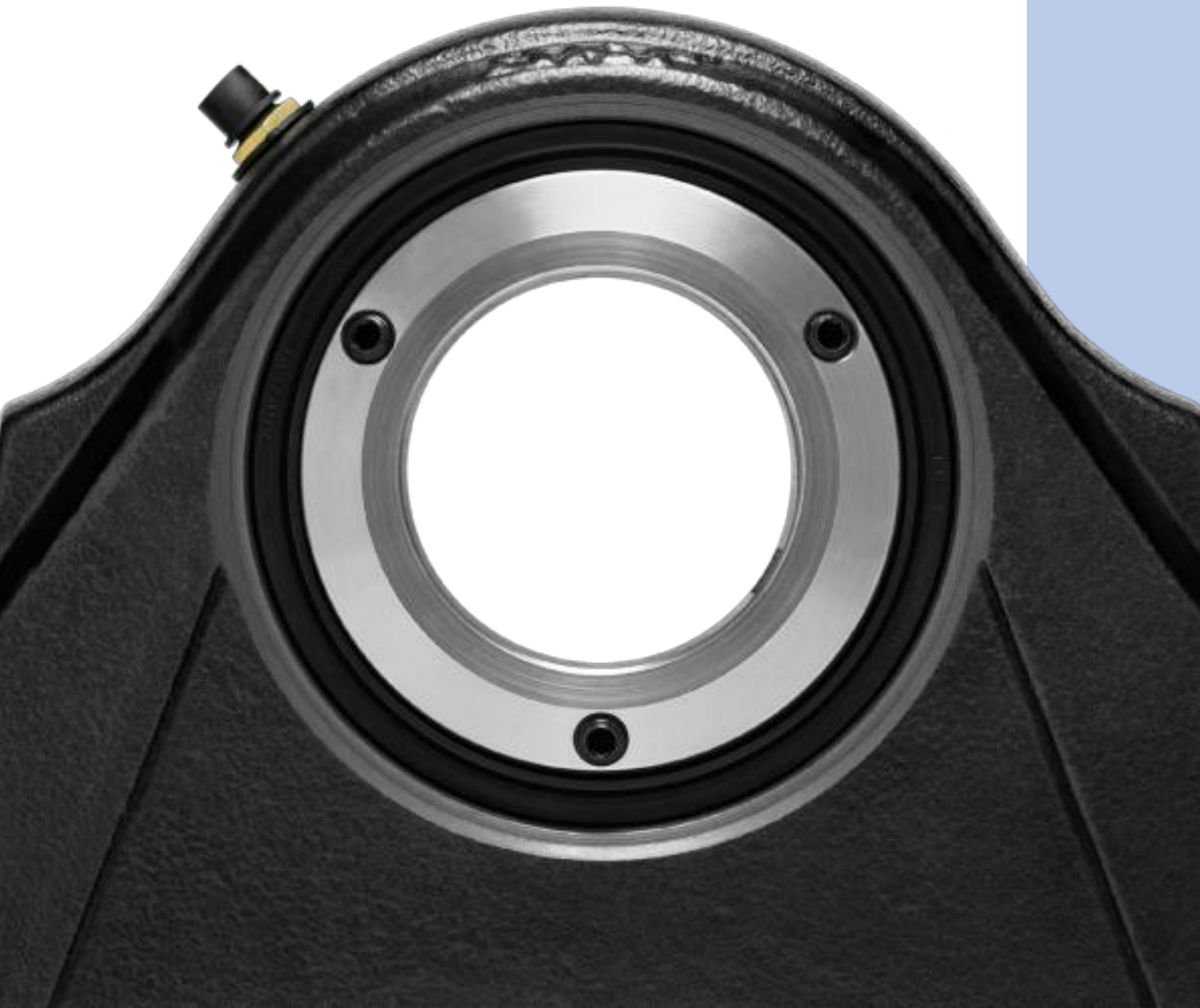


SKF ConCentra Rollenlagereinheiten



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

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

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

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

SKF – Kompetenz für Bewegungstechnik

A Produktinformationen

Einbau- und betriebsfertig 3

SKF ConCentra – die innovative voll konzentrische Befestigungstechnologie 4

SKF ConCentra Rollenlagereinheiten 5

Die Gehäuse 5

Das Lager 6

Die SKF ConCentra Stufenhülse 6

Die Dichtungen 7

Der Abschlussdeckel 7

Die Schmierstoffe 7

Einsatzfälle 8

B Empfehlungen

Auswahl der Lagerausführungen 10

Auswahl der Lagergrößen 12

Erweiterte SKF Lebensdauer 12

Belastungen 14

Gestaltung der Lagerungen 16

Art der Anordnung 16

Gestaltung der Anschlusssteile 18

Schmierung und Wartung 20

Fettarten 20

Nachschmieren 21

Fettgebrauchsdauer der Lagereinheiten ohne Nachschmiermöglichkeit 23

Zustandsüberwachung 24

Nacklackieren des Gehäuses 24

Einbau und Ausbau 25

Verfahren und Werkzeuge 25

Montageanleitung 25

Demontageanleitung 30

C Produktdaten

Allgemeine technische Daten 34

Abmessungen 34

Radiale Lagerluft 34

Fluchtungsfehler 34

Drehzahlen 34

Korrosionsschutz 34

Belastbarkeit der Gehäuse 35

Axiale Belastbarkeit 36

Bezeichnungen 37

Produkttabellen 38

C.1 SKF ConCentra Rollenlagereinheiten mit Stehlagergehäuse 38

C.2 SKF ConCentra Rollenlagereinheiten mit Flanschlagergehäuse 40

D Weitere Informationen

Weitere SKF Lagereinheiten 42

SKF – Kompetenz für Bewegungstechnik 46

Die robusten und einbaufertigen SKF ConCentra Rollenlagereinheiten werden werksseitig montiert und mit Fett befüllt – beste Voraussetzungen für eine lange Gebrauchsdauer. Verglichen mit Lagern, die mithilfe von Hülsen in geteilten Gehäusen installiert werden, bieten SKF ConCentra Rollenlagereinheiten u. a. folgende Vorteile:

- längere Gebrauchsdauer
- höhere Betriebszuverlässigkeit
- schnellerer Einbau
- geringer Wartungsaufwand
- einfacher Austausch

Neben dem umfangreichen Sortiment sind es diese Vorteile, die die SKF ConCentra Rollenlagereinheiten für eine Vielzahl von Anwendungen interessant machen. Das Sortiment umfasst Lagereinheiten mit Stehlagergehäuse in vier Ausführungen – einschließlich Lagereinheiten ohne Nachschmiermöglichkeit –, die jeweils für unterschiedliche Betriebsbedingungen optimiert wurden. Sie werden ergänzt durch Lagereinheiten mit Flanschlagergehäuse und einer integrierten beidseitigen Zweilippendichtung. Alle Lagereinheiten sind als Fest- oder Loslagereinheiten erhältlich.

Der einfache Einbau, die mühelose Ausrichtung und die zuverlässige Befestigungstechnik der SKF ConCentra Rollenlagereinheiten unterstützen einen störungsfreien Betrieb.



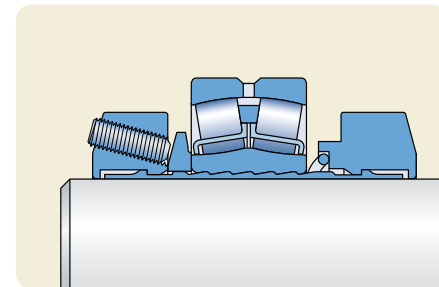
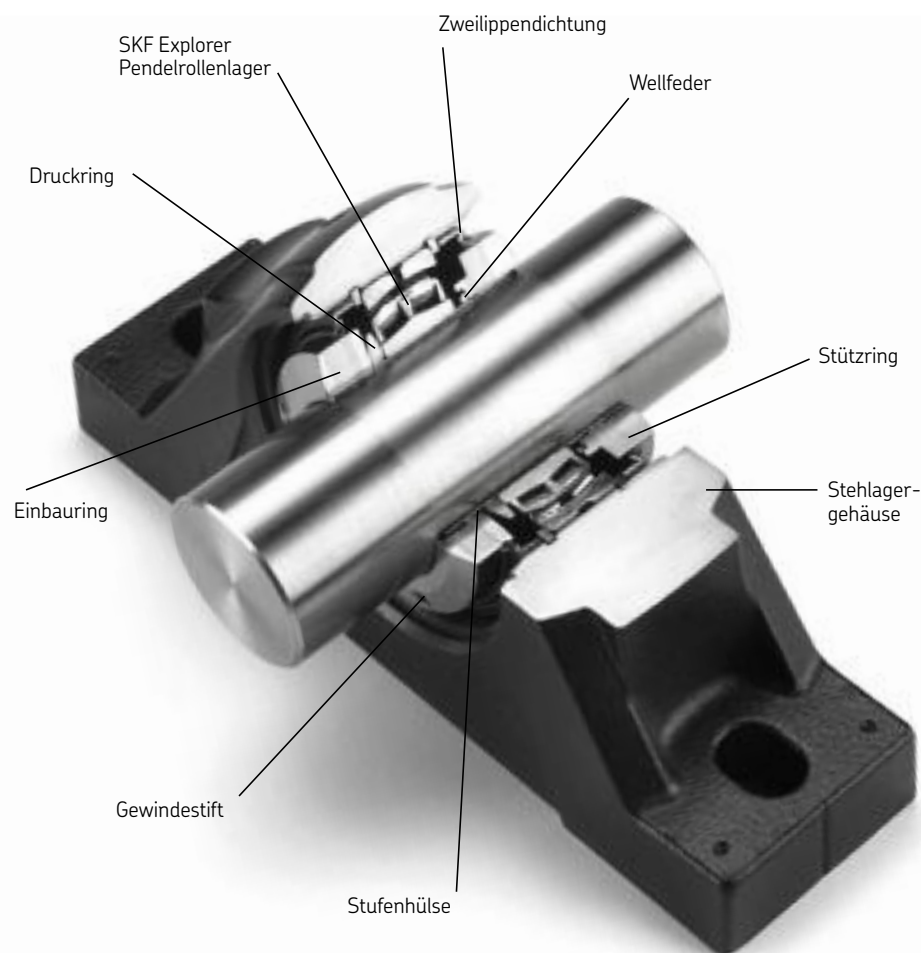
SKF ConCentra – die innovative vollkonzentrische Befestigungstechnologie

Die Befestigungstechnik der SKF ConCentra Rollenlagereinheiten basiert auf dem Ausdehnen und Zusammenziehen zweier Passflächen: der Lagerbohrung und der Außenfläche der Stufenhülse. Beide Flächen haben sägezahnförmige Präzisionsprofile.

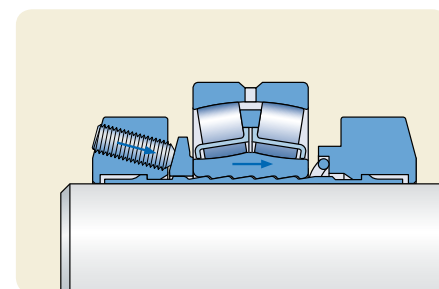
Beim Anziehen der Gewindestifte am Einbauring werden die Passflächen axial verschoben. Dies zwingt den Lagerinnenring zum Ausdehnen und die Stufenhülse zum gleichmäßigen Zusammenziehen, was zu einer kraftschlüssigen Verbindung auf der

Welle und der entsprechenden Lagerluft im Lager führt. Die Wellfeder dient dem leichten Ausbau und wird gegen den Stützring auf der gegenüberliegenden Seite der Lagereinheit gedrückt und dabei vorgespannt.

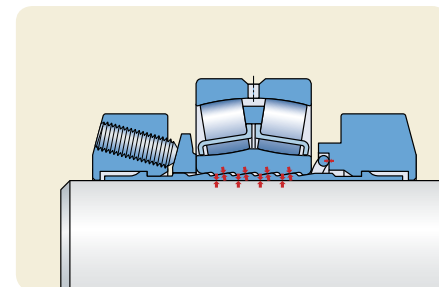
Über den Umfang schafft die ConCentra Hülse eine kraftschlüssige Verbindung und vermeidet damit Passungsrost bzw. eine Beschädigung der Welle. Die spezielle SKF ConCentra Befestigungstechnik erhöht die Zuverlässigkeit der Lagerung bei gleichzeitig verbesserter Lebensdauer.



Vor dem Einbau
Zwischen den Gewindestiften im Einbauring und dem Druckring sowie zwischen Lagerbohrung und Stufenhülse ist Lagerluft vorhanden.



Während des Einbaus
Durch Anziehen der Gewindestifte im Einbauring wird über den Druckring der Lagerinnenring auf den sägezahnförmigen Profilen der Stufenhülse axial verschoben.



Nach dem Einbau
Das Anziehen der Gewindestifte auf das empfohlene Moment führt zur korrekten Lagerluft und einer kraftschlüssigen Verbindung auf der Welle.

SKF ConCentra Rollenlagereinheiten

Zum Sortiment der SKF ConCentra Rollenlagereinheiten gehören Lagereinheiten für metrische und Zollwellen mit:

- einem Stehlager- oder Flanschlagergehäuse
- einem SKF Explorer Pendelrollenlager
- einer SKF ConCentra Stufenhülse
- einer integrierten Berührungsdichtung auf beiden Seiten
- einer geeigneten Schmierfettfüllung

Die metrischen Einheiten werden für Wellendurchmesser von 35 bis 100 mm, die Zoll-Einheiten für 1 7/16 bis 4 inch gefertigt. Diese Druckschrift beschreibt nur die Lager mit metrischen Abmessungen.

Die Gehäuse

SKF ConCentra Rollenlagereinheiten sind in zwei Gehäusereihen erhältlich:

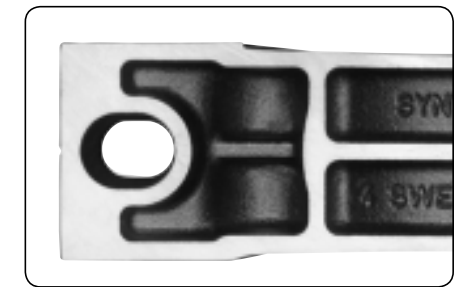
- ungeteilte Stehlagergehäuse der Reihe SYNT
- Flanschlagergehäuse der Reihe FYNT

Dank der Steifigkeit der Stehlagergehäuse der Reihe SYNT behalten die Gehäuse ihre Form. Diese ungeteilten Graugussgehäuse weisen die gleichen hervorragenden Wärmeleiteigenschaften und die gleiche Festigkeit auf wie die ähnlich dimensionierten geteilten SKF SNL Stehlagergehäuse.

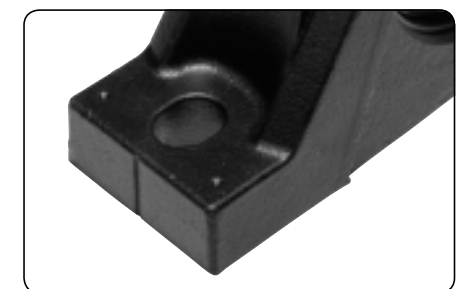
Flanschlagergehäuse der Reihe FYNT bestehen ebenfalls aus Grauguss und werden je nach Größe in zwei geflanschten Ausführungen gefertigt:

- Gehäuse mit dreieckigem Flansch für Wellendurchmesser von 35 bis 60 mm
- Gehäuse mit quadratischem Flansch für Wellendurchmesser von 65 bis 100 mm

Die Gehäuse der Reihe SYNT haben zwei gegossene Fußschraubenlöcher für die Befestigungsschrauben. Die Gehäuse der Reihe FYNT haben je nach Ausführung entweder drei oder vier gebohrte Löcher. Der Bereich um die Löcher ist bei beiden Gehäusereihen verstärkt, um die Gefahr eines möglichen Bruchs bei übermäßigem Anziehen der Befestigungsschrauben zu reduzieren. Gegossene Mittellinien und Ankörmungen im Gehäuseunterteil oder Flansch erleichtern den Einbau.

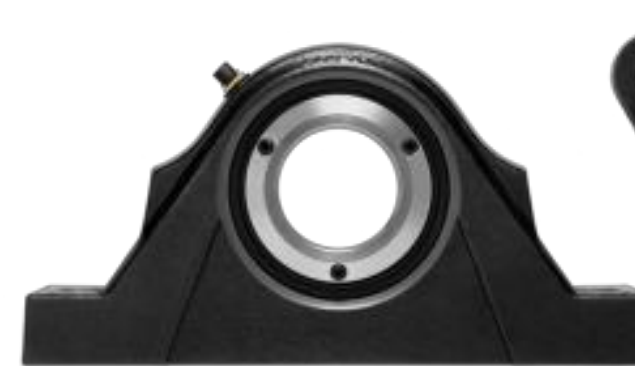


Steife Konstruktion
Die zusätzlichen Stege in der Gehäuseaufstandsfläche unterhalb des Lagersitzes verbessern Festigkeit und Wärmeleitfähigkeit und ergeben eine geeignete Gegenfläche für Ausgleichsscheiben.



Eingegossene Markierungen
Eingegossene Ankerungen im Gehäusefuß oder Flansch kennzeichnen die Mitte des Lagersitzes und erleichtern die Ausrichtung. Die geeigneten Positionen für Spannstiftlöcher sind durch Ankerungen markiert.

SKF ConCentra Rollenlagereinheit mit Stehlagergehäuse der Reihe SYNT



SKF ConCentra Rollenlagereinheit mit dreieckigem Flanschlagergehäuse der Reihe FYNT



SKF ConCentra Rollenlagereinheit mit quadratischem Flanschlagergehäuse der Reihe FYNT



Das Lager

Die Lager der SKF ConCentra Rollenlagereinheiten basieren auf den SKF Explorer Pendelrollenlagern der Reihe 222 E – der weltweit meistverbreiteten Pendelrollenlagerreihe. Diese Lager zeichnen sich durch eine überlegene Leistung und Haltbarkeit aus und tragen zu einer langen Lagergebrauchsdauer und hohen Betriebszuverlässigkeit bei.

Die Lager haben folgende Eigenschaften:

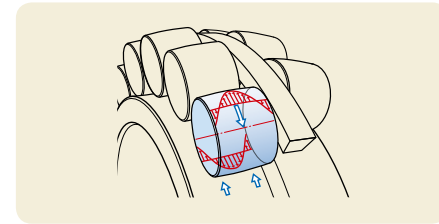
- eine mehrkegelige Bohrung für die SKF ConCentra Stufenhülse
- selbstausrichtende symmetrische Rollen mit optimiertem Rollenprofil
- ein frei beweglicher Führungsring zwischen den Rollenreihen
- zwei leichte, hochfeste und verschleißfeste Stahlkäfige

Die Lager sind selbstausrichtend und lassen kleinere Schiefstellungen der Welle gegenüber dem Gehäuse zu.

Die SKF ConCentra Stufenhülse

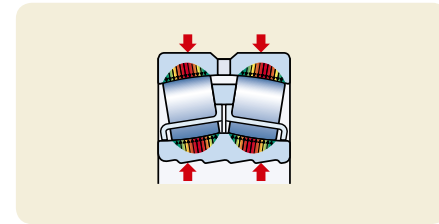
Die patentierte SKF ConCentra Stufenhülse ist ein Meisterwerk der Befestigungstechnik und die eigentliche Innovation, auf der die SKF ConCentra Lagereinheiten wirklich basieren. Die Außenfläche dieser Hülse mit kleinem Querschnitt hat ein sägezahnförmiges Profil, das mit dem Profil der Lagerbohrung übereinstimmt.

Die Stufenhülse ist mit Einbauring, Druckring, Stützring und Wellfeder versehen. Der Einbauring hat Gewindestifte, die im Winkel und nicht horizontal angeordnet sind, um den Ein- und Ausbau zu erleichtern.



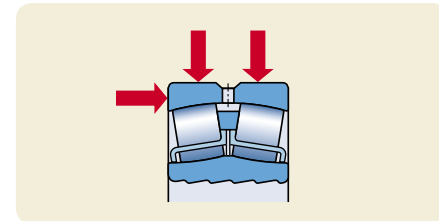
Geringe Reibung

Die Rollen sorgen zusammen mit dem frei beweglichen Führungsring für eine minimale Reibung und Wärmeerzeugung.



Keine Kantenspannung

Das spezielle Rollenprofil verhindert Kantenspannungen.



Sehr hohe Tragfähigkeit

Die symmetrischen Rollen stellen sich selbst ein und sorgen somit für eine gleichmäßige Lastverteilung entlang der Rollenlänge. Dadurch wird bei allen Belastungskombinationen eine sehr hohe Tragfähigkeit erzielt.

SKF Explorer Pendelrollenlager der Bauform E mit sägezahnförmigem Profil der Bohrung



SKF ConCentra Stufenhülse



Die Dichtungen

Die Dichtungen der SKF ConCentra Rollenlagereinheiten schützen das Lager vor Verunreinigungen und verhindern das Entweichen von Schmierfett.

Die Dichtungen sind in die Lagereinheiten integriert und sorgen so für eine kompakte Konstruktion. Je nach Umgebung, Umfangsgeschwindigkeit und Betriebstemperatur herrschen unterschiedliche Dichtungsanforderungen, weshalb mehrere Dichtungstypen zur Auswahl stehen.

Zur Standardausführung der Lagereinheiten mit Stehlagergehäuse gehören:

- Zweilippendichtungen
- Labyrinthdichtungen
- Hochleistungs-Radialwellendichtringe

Zur Standardausführung der Lagereinheiten mit Flanschlagergehäuse gehören Zweilippendichtungen.

Zweilippendichtungen

Zweilippendichtungen bestehen aus Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (NBR), der auf eine gepresste Stahlblechscheibe aufvulkanisiert ist. Durch den Stahlmantel sitzt der Dichtungs-Außendurchmesser fest in der Gehäusebohrung und sorgt so für eine statische Dichtung. Die Dichtung hat eine zusätzliche Schutzlippe, die vor groben Verunreinigungen schützt.

Labyrinthdichtungen

Da Labyrinthdichtungen keine Reibung erzeugen, eignen sich Lagereinheiten mit diesen Dichtungen auch für relativ hohe Drehzahlen. Die Labyrinthkonstruktion wird durch drei Stahlblechringe erzielt: Zwei Ringe sind am Einbauring/Stützring befestigt, drehen sich mit der Welle und bilden dadurch Schleuderscheiben. Der dritte Ring ist in der Gehäusebohrung gesichert.

Hochleistungs-Radialwellendichtringe

Hochleistungs-Radialwellendichtringe mit Zugfeder und zusätzlicher Schutzlippe sorgen für optimalen Schutz vor Verunreinigungen. Diese robusten Hochleistungsdichtungen haben einen Stahleinsatz und einen Außendurchmesser aus Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (NBR). Die Dichtlippe ist feder-

vorgespannt und behält selbst nach starkem Verschleiß ihre Dichtungsfähigkeit. Eine Schutzlippe sorgt für zusätzlichen Schutz vor groben Verunreinigungen.

Der Abschlussdeckel

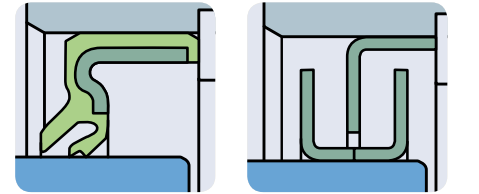
Für SKF ConCentra Rollenlagereinheiten, die an Wellenenden montiert werden, sind Abschlussdeckel erhältlich. Sie schützen nicht nur die Wellenenden von Lageranordnungen, sondern dienen auch der Unfallvorbeugung.

Abschlussdeckel für Lagereinheiten der Reihen SYNT und FYNT bestehen aus Polypropylen (PP), zeigen sich den meisten Chemikalien gegenüber widerstandsfähig und eignen sich für Betriebstemperaturen von bis zu 100 °C. Diese Abschlussdeckel lassen sich auf der Einbauringseite mühelos in die Eindrechung der Gehäusebohrung einrasten.

Die Schmierstoffe

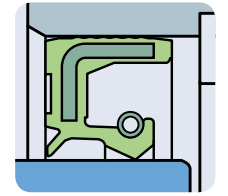
SKF ConCentra Rollenlagereinheiten sind für die Fettschmierung ausgelegt und werden werksseitig vorgeschmiert geliefert. Außer den Lagereinheiten ohne Nachschmiermöglichkeit sind alle Lagereinheiten mit einem Lithiumseifenfett auf Premium-Mineralölbasis gefüllt. Lagereinheiten ohne Nachschmiermöglichkeit sind mit Lithiumseifenfett auf Halbsynthetikölbasis gefüllt. Beide Schmierfette haben folgende Merkmale:

- gute Schmiereigenschaften, auch unter hohen Belastungen und bei niedrigen Drehzahlen
- maximaler Schutz vor Verschleiß bei schwierigen Betriebsbedingungen
- ausgezeichnete Alterungsbeständigkeit
- hervorragende Wasserbeständigkeit
- sehr guter Korrosionsschutz

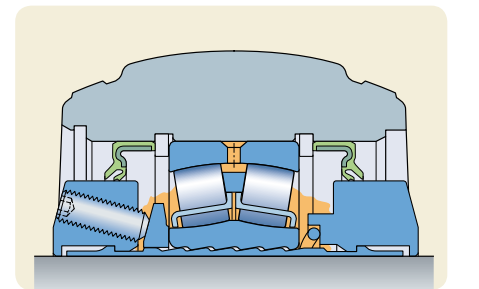


Zweilippendichtung

Labyrinthdichtung



Hochleistungs-Radialwellendichtring



Geschmiert

SKF ConCentra Rollenlagereinheiten werden fettbefüllt geliefert.

Abschlussdeckel



Einsatzfälle

SKF ConCentra Rollenlagereinheiten sind Teil des SKF „Total Shaft Solutions“-Konzepts, das ein umfangreiches Sortiment an innovativen Lagerprodukten für Klimageräte, Förder- und Strömungsmaschinen wie auch für land- und forstwirtschaftliche Maschinen und Geräte bietet.

SKF ConCentra Rollenlagereinheiten mit konzentrischem reibschlüssigen Sitz sind Lagereinheiten, die eine optimale Leistung in Anwendungen bieten, bei denen es auf

einen einfachen Lageraustausch und minimale Instandhaltung ankommt. Am Markt ist gegenwärtig keine vergleichbare Lagereinheit zu finden, die sich so schnell und exakt ein- und ausbauen lässt, wie es die SKF ConCentra Befestigungstechnik erlaubt. Überall dort, wo früher Lager mit exzentrischer Befestigung verwendet wurden, bieten die SKF ConCentra Rollenlagereinheiten eine überlegene Leistung.

Anwendungsbereiche

- Band-, Kübel- und Kettenförderer
- Anlagen für die Berg- und Hütten Technik
- Klimageräte
- Lüfter und Gebläse
- Industriewaschmaschinen
- Textilmaschinen
- Raffinerieausrüstung
- Großwaschanlagen
- Land- und forstwirtschaftliche Maschinen und Geräte
- Anlagen für die Lebensmittel- und Getränkeverarbeitung
- Mischer, Brecher und Siebmaschinen
- Leichte Schienenfahrzeuge
- Aufbereitungsanlagen

Anforderungen

- einbau- und betriebsfertig
- robuste Konstruktion
- stark und zuverlässig
- gute Dichtwirkung
- befüllt mit Premium-Fett
- unempfindlich gegenüber Schiefstellungen
- bereit für die Zustandsüberwachung
- gleicht Wärmeausdehnungen der Welle aus

Die Lösung

SKF ConCentra Rollenlagereinheiten



Auswahl der Lagerausführungen

SKF ConCentra Rollenlagereinheiten sind vielseitig einsetzbar und eignen sich für zahlreiche Anwendungen und unterschiedlichste Anforderungen. Es stehen vier Ausführungen für jeweils vier typische Anwendungsbedingungen ($4 \times 4 = 16$) zur Auswahl:

- Standardausführung
- Hochgeschwindigkeitsausführung
- Hochleistungsausführung
- Lagereinheit ohne Nachschmiermöglichkeit

Jede Ausführung enthält ein SKF Explorer Pendelrollenlager der Reihe 222 E und die SKF ConCentra Stufenhülse, kann sich jedoch durch Gehäusereihe, Dichtungstyp und Fettart unterscheiden.

Bei der Wahl einer Lagerausführung (→ **Tabelle 1**) sind stets zuerst die Lagerein-

heiten ohne Nachschmiermöglichkeit in Betracht zu ziehen, da sie über den gesamten Betriebszyklus die wirtschaftlichste Lösung darstellen. Eignet sich diese Ausführung nicht für die entsprechende Anwendung, sollte als nächstes die Standardausführung erwogen werden.

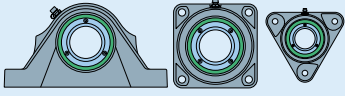
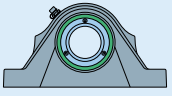
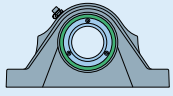
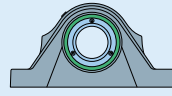












Die Gehäusereihe richtet sich üblicherweise nach der Konstruktion der Anwendung. Die Fettart hängt von der Ausführung der Einheit ab. Bei der Wahl des Dichtungstyps sind die wichtigsten Faktoren jedoch folgende:

- Betriebstemperatur
- zulässige Umfangsgeschwindigkeit an der Dichtlippe (außer bei Labyrinthdichtungen)
- Eignung für die Umgebungsbedingungen

Einzelheiten über die Ausführungen der Lagereinheiten sind in **Tabelle 1** enthalten.



Tabelle 1

Ausführung	Standardausführung	Hochgeschwindigkeitsausführung	Hochleistungsausführung	Lagereinheit ohne Nachschmiermöglichkeit
Gehäuse	 Reihen SYNT und FYNT	 Nur Reihe SYNT	 Nur Reihe SYNT	 Nur Reihe SYNT
Dichtung	 Zweilippen	 Labyrinth	 Hochleistung	 Zweilippen
Zulässige Umfangsgeschwindigkeit an der Dichtlippe	13 m/s ¹⁾	–	6 m/s ¹⁾	13 m/s ^{1) 2)}
Zulässige Schiefstellung	1,5°	1,5°	1,5°	1,5°
Sichere Betriebstemperatur	35 bis 100 °C ³⁾	35 bis 110 °C ⁴⁾	35 bis 100 °C ³⁾	–25 bis +100 °C ²⁾
Schmierstoff	Lithiumseifenfett auf Mineralölbasis mit Konsistenzklasse NLGI 2			Lithiumseifenfett auf Halbsynthetikölbasis mit Konsistenzklasse NLGI 2–3
Nutzungsbedingungen	Normale bis hohe Belastungen, $0,05 \text{ C} < P \leq 0,15 \text{ C}$			Geringe Belastungen, $P \leq 0,05 \text{ C}$
Geeignete Umgebungsbedingungen	Normale bis verunreinigte Umgebungen	Relativ saubere bis normale Umgebungen	Extrem verunreinigte Umgebungen	Relativ saubere Umgebungen
Anwendungsbeispiele	 Textilmaschinen	 Ventilatoren und Gebläse	 Bandförderer	 Klimageräte
Nachsetzzeichen für Ausführungen	–	TS	TF	W
Aufkleberfarbe	Schwarz	Blau	Rot	Grün
Aufkleberbeispiel				

¹⁾Über die Grenzdrehzahlen der Lagereinheiten informieren die Produkttabellen.

²⁾Siehe **Diagramm 4** auf **Seite 23**.

³⁾Abhängig von der Dichtung, die sehr kurzzeitig Temperaturen von bis zu 120 °C widerstehen kann.

⁴⁾Abhängig vom Fett.

Auswahl der Lagergrößen

Erweiterte SKF Lebensdauer

Die Größe einer SKF ConCentra Rollenlagereinheit richtet sich zunächst nach den Belastungen innerhalb der Anwendung sowie nach der Tragfähigkeit, Zuverlässigkeit und erwarteten Gebrauchsdauer der Lagereinheit. Die Tragfähigkeit wird durch die dynamischen und statischen Tragzahlen ausgedrückt. Die dynamischen Tragzahlen werden gemäß der in ISO 281:2007 beschriebenen Verfahren ermittelt, die statischen Tragzahlen nach ISO 76:2006.

Die einfachste Methode zur Berechnung der Lebensdauer von Rollenlagern ist die Verwendung der nachstehenden ISO-Gleichung für die nominelle Lebensdauer:

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^{10/3}$$

Die Faktoren, die die Lebensdauer von SKF Explorer Pendrollagern verlängern, können rechnerisch mit der erweiterten SKF Lebensdauergleichung nach ISO 281:2007 erfasst werden:

$$L_{nm} = a_1 a_{SKF} \left(\frac{C}{P} \right)^{10/3}$$

oder

$$L_{nmh} = a_1 a_{SKF} \frac{1\,000\,000}{60 n} \left(\frac{C}{P} \right)^{10/3}$$

wobei gilt

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

L_{nm} = erweiterte SKF Lebensdauer (bei $100 - n^1$ Erlebenswahrscheinlichkeit) [Millionen Umdrehungen]

L_{nmh} = erweiterte SKF Lebensdauer (bei $100 - n^1$ Erlebenswahrscheinlichkeit) [Betriebsstunden]

a_1 = Lebensdauerbeiwert für die Erlebenswahrscheinlichkeit (→ **Tabelle 1**)

a_{SKF} = SKF Lebensdauerbeiwert (→ **Diagramm 1**)

C = dynamische Tragzahl [kN] (→ **Produkttabellen**)

P = äquivalente dynamische Lagerbelastung [kN] (→ **Äquivalente dynamische Lagerbelastung, Seite 14**)

n = Drehzahl [min^{-1}]

¹⁾ Der Beiwert n gibt die Ausfallwahrscheinlichkeit an.

Tabelle 1

Lebensdauerbeiwert a_1 für die erweiterte SKF Lebensdauergleichung

Erlebenswahrscheinlichkeit	Ausfallwahrscheinlichkeit n	Erweiterte Lebensdauer L_{nm}	Lebensdauerbeiwert a_1
%	%	–	–
90	10	L_{10m}	1
95	5	L_{5m}	0,62
96	4	L_{4m}	0,53
97	3	L_{3m}	0,44
98	2	L_{2m}	0,33
99	1	L_{1m}	0,21

Tabelle 2

Richtwerte für den Beiwert η_c bei verschiedenen Verschmutzungsgraden

Umgebungsbedingungen

Beiwert η_c^1 für Wellendurchmesser

$d_a < 75 \text{ mm}$ $d_a \geq 75 \text{ mm}$

Hohe Sauberkeit

Typische Bedingungen für auf Lebensdauer geschmierte SKF ConCentra Rollenlagereinheiten mit Zweilippendichtungen (Nachsetzzeichen W)

0,8 ... 0,6 0,9 ... 0,8

Normale Sauberkeit

Typische Bedingungen für SKF ConCentra Rollenlagereinheiten mit Zweilippendichtungen (ohne Nachsetzzeichen)

0,8 ... 0,6 0,9 ... 0,8

Typische Bedingungen für SKF ConCentra Rollenlagereinheiten mit Labyrinthdichtungen (Nachsetzzeichen TS)

0,6 ... 0,5 0,8 ... 0,6

Verunreinigte Umgebungen

Typische Bedingungen für SKF ConCentra Rollenlagereinheiten mit Hochleistungs-Radialwellendichtungen (Nachsetzzeichen TF)

0,6 ... 0,5 0,8 ... 0,6

¹⁾ Da kleinere Lager stärker von Verunreinigungen betroffen sind als große Lager, bezieht sich der niedrigere Beiwert η_c jedes Bereichs auf den kleinsten Wellendurchmesser in dieser Spalte.

Zuverlässigkeit – der Lebensdauerbeiwert a_1

Die Werte des Lebensdauerbeiwerts a_1 für Zuverlässigkeit sind in **Tabelle 1** aufgelistet.

SKF Lebensdauerbeiwert a_{SKF}

Der Lebensdauerbeiwert a_{SKF} stellt den komplexen Zusammenhang zwischen verschiedenen Einflussfaktoren im Lager dar, u. a. Ermüdungsgrenzbelastung, Verunreinigung und Schmierung. Verunreinigung und Ermüdungsgrenzbelastung werden durch das Verhältnis von Belastung und Verunreinigung η_c (P_u/P) angegeben, während die Schmierbedingungen durch das Viskositätsverhältnis κ ausgedrückt werden.

Die Werte für a_{SKF} sind ersichtlich in **Diagramm 1** in Abhängigkeit von:

- Ermüdungsgrenzbelastung P_u (→ **Produkttabellen**)
- äquivalente dynamische Lagerbelastung P (→ **Seite 14**)
- Beiwert für den Verschmutzungsgrad η_c (→ **Tabelle 2**)
- Viskositätsverhältnis κ (→ **Seite 14**)

Die Werte enthalten einen Sicherheitsfaktor, der üblicherweise bei Erwägungen zur Ermüdungslbensdauer herangezogen wird.

Verunreinigung – der Beiwert η_c für den Verschmutzungsgrad

Der Beiwert η_c berücksichtigt den Verschmutzungsgrad des Fetts bei der Berechnung der Lagerlebensdauer. Dem Beiwert für jede Anwendung exakte Werte zuzuordnen, ist schwierig, da der Einfluss von Verunreinigungen auf die Ermüdungslbensdauer von mehreren Parametern abhängt. Dennoch enthält **Tabelle 2** einige Richtwerte. Im Allgemeinen kann der Beiwert η_c in stark verunreinigten Umgebungen durch regelmäßiges Nachschmieren verbessert werden.

Diagramm 1

Beiwert a_{SKF} für Lager in SKF ConCentra Rollenlagereinheiten

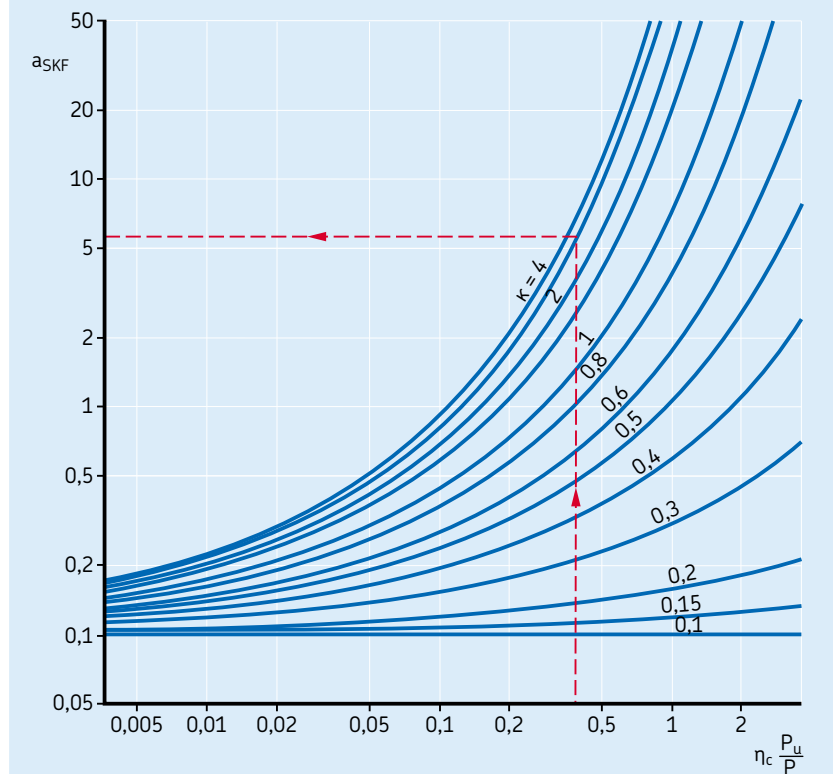
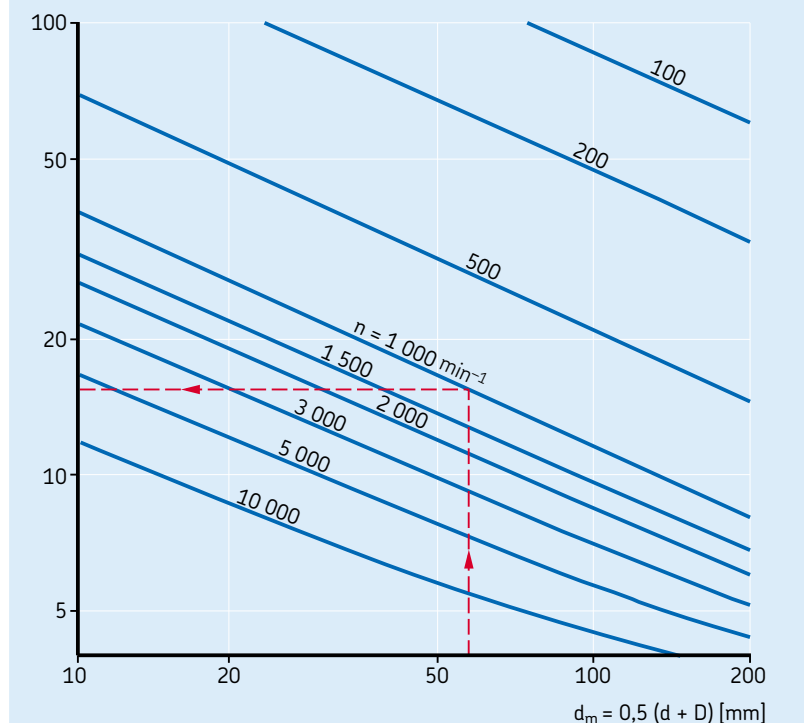


Diagramm 2

Schätzung der erforderlichen kinematischen Mindestviskosität v_1 bei Betriebstemperatur

Erforderliche Viskosität v_1 bei Betriebstemperatur [mm^2/s]



Schmierbedingungen – das Viskositätsverhältnis κ

Damit ein ausreichender Schmierfilm zwischen den Wälzkontakten entsteht, muss das Grundöl im Fett eine bestimmte Mindestviskosität bei Betriebstemperatur aufweisen. Den Zustand des Schmierstoffs beschreibt das Viskositätsverhältnis κ als Verhältnis der tatsächlichen Viskosität ν zu der für eine ausreichende Schmierung erforderlichen kinematischen Viskosität ν_1 ; beide Werte beziehen sich auf die normale Betriebstemperatur:

$$\kappa = \nu/\nu_1$$

wobei gilt:

κ = Viskositätsverhältnis

ν = tatsächliche kinematische Viskosität bei Betriebstemperatur [mm²/s]

ν_1 = erforderliche kinematische Mindestviskosität [mm²/s]

Die erforderliche kinematische Mindestviskosität ν_1 bei Betriebstemperatur lässt sich anhand von **Diagramm 2** auf **Seite 13** in Abhängigkeit vom mittleren Lagerdurchmesser d_m (**→ Tabelle 3**) und von der Drehzahl n ermitteln. Die tatsächliche kinematische Viskosität ν bei der erwarteten Betriebstemperatur kann anhand von **Diagramm 3** ermittelt werden, mithilfe der Grundölviskosität des Fetts in SKF ConCentra Rollenlagereinheiten, die 200 mm²/s bei 40 °C beträgt.

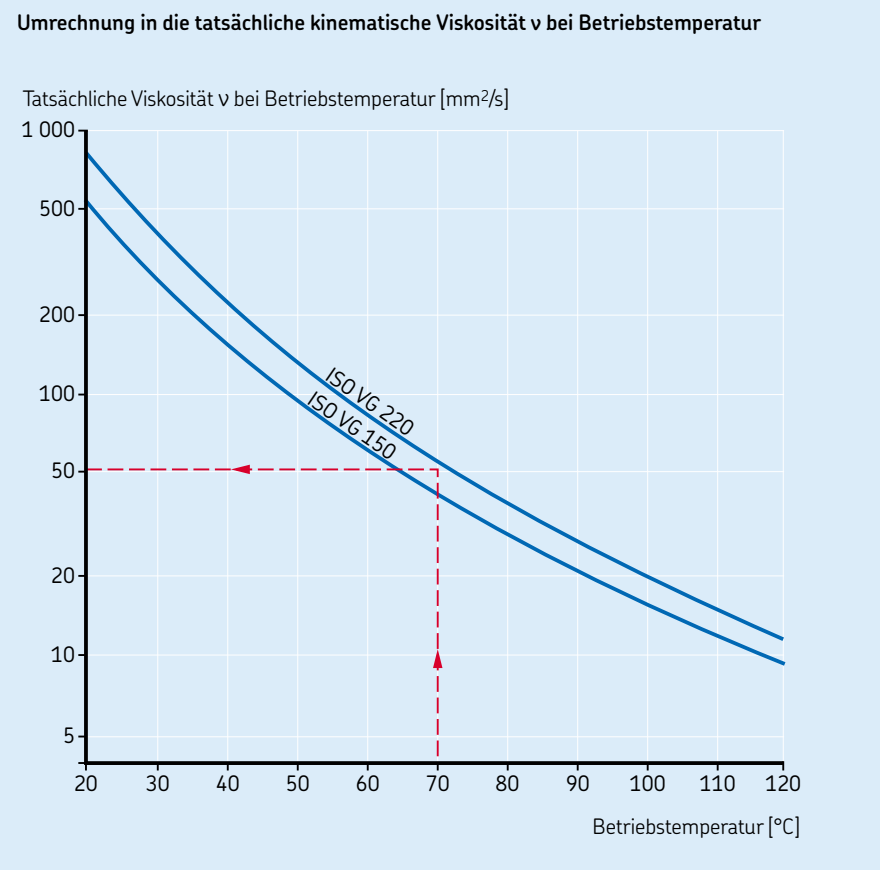
Weitere Informationen und Berechnungswerkzeuge enthalten der SKF *Hauptkatalog* und der *Interaktive SKF Lagerungskatalog* unter www.skf.com.

Belastungen

Mindestbelastung

Für einen störungsfreien Betrieb muss auf das Pendelrollenlager in einer SKF ConCentra Rollenlagereinheit stets eine bestimmte Mindestbelastung wirken. Dies gilt insbesondere für Lagereinheiten, die bei hohen Drehzahlen arbeiten oder hohen Beschleunigungen oder schnellen Lastrichtungswechseln ausgesetzt sind. Dabei beeinflussen die Massenkräfte der Rollen und Käfige sowie die Reibung im Fett die Abrollverhältnisse in der Lageranordnung. Unter solchen Bedingungen können Gleitbewegungen zwischen den Rollen und den Laufbahnen auftreten, die dann Oberflächenschäden hervorrufen.

Diagramm 3



Bei der Ermittlung der erforderlichen anzuwendenden Mindestbelastung gilt Folgendes:

$$P_m = 0,01 C_0$$

wobei gilt:

P_m = äquivalente Mindestbelastung [kN]

C_0 = statische Tragzahl [kN]

(**→ Produkttabellen**)

Beim Anlaufen bei niedrigen Temperaturen können noch höhere Mindestbelastungen als $P_m = 0,01 C_0$ erforderlich sein. In vielen Fällen überschreiten das Eigengewicht der gelagerten Teile und die äußeren Kräfte bereits die erforderliche Mindestbelastung. Wenn dies nicht der Fall ist, muss das Lager einer zusätzlichen Radialbelastung ausgesetzt werden, z. B. durch die Erhöhung der Riemenspannung oder des Leerlaufdrehmoments.

Äquivalente dynamische Lagerbelastung

Die äquivalente dynamische Lagerbelastung für die Lager in den SKF ConCentra Rollenlagereinheiten kann wie folgt ermittelt werden:

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

$$P = 0,67 F_r + Y_2 F_a \quad \text{wenn } F_a/F_r > e$$

wobei gilt:

P = äquivalente dynamische Lagerbelastung [kN]

F_r = Radialkomponente der Belastung [kN]

F_a = Axialkomponente der Belastung [kN]

Y_1, Y_2 = Berechnungsfaktoren der Axialbelastung für das Lager (**→ Tabelle 4**)

e = Grenzwert für F_a/F_r (**→ Tabelle 4**)

Äquivalente statische Lagerbelastung

Die äquivalente statische Lagerbelastung für die Lager in den SKF ConCentra Rollenlagereinheiten kann wie folgt ermittelt werden:

$$P_0 = F_r + Y_0 F_a$$

wobei gilt:

P_0 = äquivalente statische Lagerbelastung [kN]

F_r = Radialkomponente der Belastung [kN]

F_a = Axialkomponente der Belastung [kN]

Y_0 = Berechnungsfaktoren der Axialbelastung für das Lager (**→ Tabelle 4**)

Berechnungsbeispiel

Eine SKF ConCentra Rollenlagereinheit mit Stehlagergehäuse wird für einen Kettenförderer benötigt. Die folgenden Anwendungsdaten sind bekannt:

- erforderliche erweiterte SKF Lebensdauer $L_{10mh} = 100\,000$ Stunden
- äquivalente dynamische Lagerbelastung $P = 12$ kN
- Drehzahl $n = 1\,000$ min⁻¹
- Wellendurchmesser $d_a = 40$ mm
- Umgebungsbedingungen: verunreinigt
- erwartete Betriebstemperatur: 70 °C

Aufgrund des zur Verfügung stehenden Wellendurchmessers, des erforderlichen Stehlagergehäuses und des Verschmutzungsgrads fällt die Wahl auf die Lagereinheit SYNT 40 FTF (oder SYNT 40 LTF). Aus der Produkttabelle:

- dynamische Tragzahl $C = 96,5$ kN
- Ermüdungsgrenzbelastung $P_u = 9,8$ kN

Bei $d_a = 40$ mm und einem Beiwert $\eta_c \approx 0,55$ (**→ Tabelle 2, Seite 12**),

$$\eta_c (P_u/P) = 0,55 (9,8/12) = 0,45$$

Bei $d_m = 60$ mm und $n = 1\,000$ min⁻¹, $\nu_1 \approx 16$ mm²/s (**→ Diagramm 2, Seite 13**). Bei einer Grundölviskosität des Fetts von 200 mm²/s bei 40 °C, $\nu \approx 51$ mm²/s (**→ Diagramm 3**). Daher:

$$\kappa = \nu/\nu_1 = 51/16 = 3,2$$

Mithilfe von **Diagramm 1** auf **Seite 13**, bei $\eta_c (P_u/P) = 0,45$ und $\kappa = 3,2$, $a_{SKF} \approx 6$.

Mithilfe der erweiterten SKF Lebensdauergleichung:

$$L_{nmh} = a_1 a_{SKF} \frac{1\,000\,000}{60 n} \left(\frac{C}{P}\right)^{10/3}$$

mit $a_1 = 1$

$$L_{10mh} = 1 \times 6 \times \frac{1\,000\,000}{60 \times 1\,000} \times \left(\frac{96,5}{12}\right)^{10/3}$$

$\approx 104\,000$ Stunden

Die Lagereinheit SYNT 40 FTF (oder SYNT 40 LTF) entspricht der geforderten erweiterten SKF Lebensdauer und eignet sich daher für die Anwendung.

Tabelle 3

Mittlerer Durchmesser der Lager in SKF ConCentra Rollenlagereinheiten		
Lagereinheit Lagerbezeichnung	Lager Mittlerer Durchmesser d_m	
		mm
SYNT 35	FYNT 35	53,5
SYNT 40	FYNT 40	60
SYNT 45	FYNT 45	65
SYNT 50	FYNT 50	70
SYNT 55	FYNT 55	77,5
SYNT 60	FYNT 60	85
SYNT 65	FYNT 65	92,5
SYNT 70	FYNT 70	97,5
SYNT 75	FYNT 75	102,5
SYNT 80	FYNT 80	110
SYNT 90	FYNT 90	125
SYNT 100	FYNT 100	140

Tabelle 4

Berechnungsfaktoren zur Berechnung der äquivalenten Lagerbelastung					
Lagereinheit Lagerbezeichnung		Berechnungsfaktoren			
		e	Y_1	Y_2	Y_0
SYNT 35	FYNT 35	0,31	2,2	3,3	2,2
SYNT 40	FYNT 40	0,28	2,4	3,6	2,5
SYNT 45	FYNT 45	0,26	2,6	3,9	2,5
SYNT 50	FYNT 50	0,24	2,8	4,2	2,8
SYNT 55	FYNT 55	0,24	2,8	4,2	2,8
SYNT 60	FYNT 60	0,24	2,8	4,2	2,8
SYNT 65	FYNT 65	0,24	2,8	4,2	2,8
SYNT 70	FYNT 70	0,22	3,0	4,6	2,8
SYNT 75	FYNT 75	0,22	3,0	4,6	2,8
SYNT 80	FYNT 80	0,22	3,0	4,6	2,8
SYNT 90	FYNT 90	0,24	2,8	4,2	2,8
SYNT 100	FYNT 100	0,24	2,8	4,2	2,8

Gestaltung der Lagerungen

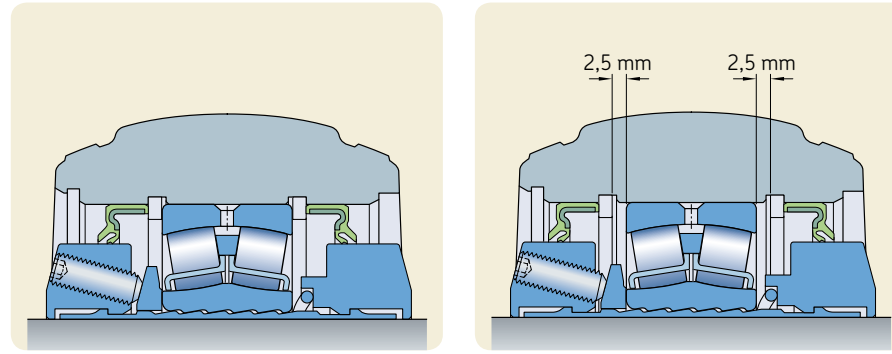
Art der Anordnung

Fest- und Loslagereinheiten

Im Allgemeinen sind zwei Lager erforderlich, um eine umlaufende Maschinenkomponente mit der typischen Anordnung mit einer Fest- und einer Loslagereinheit zu unterstützen (→ Bild 1). Aufgrund dieser Anforderungen sind SKF ConCentra Rollenlagereinheiten als Fest- und Loslagereinheiten verfügbar.

Festlagereinheiten, die sich typischerweise auf der Antriebsseite befinden, unterstützen die Welle radial und befestigen sie axial in beiden Richtungen.

Loslagereinheiten sorgen für radiale Unterstützung und nehmen die durch Wärmeausdehnungen verursachten axialen Verschiebungen der Welle gegenüber dem Gehäuse auf. Die zulässige axiale Verschiebbarkeit innerhalb der Lagereinheit liegt bei 2,5 mm ab der Mittellage der Einheit (maximal 5 mm).



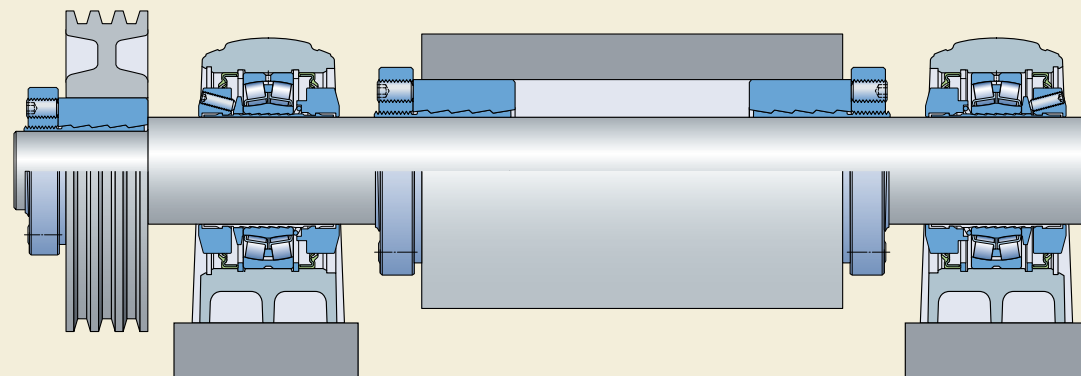
Festlagereinheit

Festlagereinheiten halten die Welle axial in beiden Richtungen.

Loslagereinheit

Loslagereinheiten bieten ausreichend axialen Einbauraum, um eine axiale Verschiebung aus der Mittellage um 2,5 mm zu erlauben.

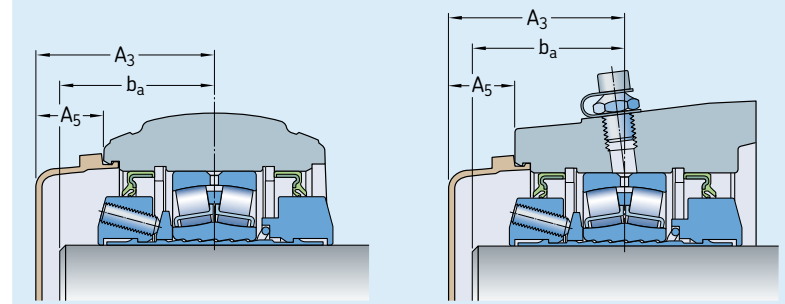
Bild 1



Lagereinheit am Wellenende

Werden SKF ConCentra Rollenlagereinheiten am Wellenende montiert, sollte die Außenseite mit einem Abschlussdeckel versehen werden. Die Bezeichnungen der geeigneten Abschlussdeckel sind in **Tabelle 1** aufgelistet. Die zulässige Länge des Wellenendes und der Überstand des Abschlussdeckels sind ebenfalls angegeben.

Abschlussdeckel für SKF ConCentra Rollenlagereinheiten an Wellenenden



Reihe SYNT

Reihe FYNT

Lagereinheit Lagerbezeichnung	Abmessungen		A ₃	A ₅	Abschlussdeckel Bezeichnung
	b _a min	max			
–	mm		–	–	–
SYNT 35	34	43	50	22	ECY 207
SYNT 40	34	43	51	23,5	ECY 208
SYNT 45	34	43	52	23	ECY 209
SYNT 50	34	55	62	29,5	ECY 210
SYNT 55	34	55	66	34	ECY 211
SYNT 60	38	65	73	35,5	ECY 212
SYNT 65	38	65	73	35,5	ECY 213
SYNT 70	38	70	80	38,5	ECY 214
SYNT 75	38	70	80	38,5	ECY 215
FYNT 35	34	43	50	22	ECY 207
FYNT 40	34	43	51	23,5	ECY 208
FYNT 45	34	43	52	23	ECY 209
FYNT 50	34	55	62	29,5	ECY 210
FYNT 55	34	55	66	34	ECY 211
FYNT 60	38	65	73	35,5	ECY 212
FYNT 65	38	65	73	35,5	ECY 213
FYNT 70	38	70	80	38,5	ECY 214
FYNT 75	38	70	80	38,5	ECY 215

Gestaltung der Anschlusssteile

Wellentoleranzen

SKF ConCentra Rollenlagereinheiten können mit handelsüblichen Wellen verwendet werden. SKF empfiehlt die Verwendung von Wellensitzen mit Toleranzklasse h9 und Zylindrizität IT5/2, gemäß ISO 1101:2004.

Die Oberflächenrauheit R_a des Hülsensitzes sollte gemäß ISO 4288:1996 $3,2 \mu\text{m}$ nicht überschreiten. Eine kleine Anfasung am Wellenende erleichtert den Einbau.

Aufspannflächen

Um die Gebrauchsdauer einer SKF ConCentra Rollenlagereinheit zu optimieren, empfiehlt SKF die Verwendung einer Aufspannfläche (Einbaufläche) mit einer Oberflächenrauheit $R_a \leq 12,5 \mu\text{m}$ und einer Ebenheitstoleranz, die die IT7-Spezifikationen erfüllt.

Befestigung an Aufspannflächen

SKF ConCentra Rollenlagereinheiten der Reihe SYNT haben zwei in den Gehäusefuß gegossene Langlöcher. Lagereinheiten der Reihe FYNT haben drei bzw. vier Bohrlöcher in den dreieckigen bzw. quadratischen Flanschausführungen.

Um die Lagereinheiten an ihren Aufspannflächen (Einbauflächen) zu befestigen, empfiehlt SKF die Verwendung von Befestigungselementen wie Sechskantschrauben gemäß ISO 4014:1999. Für Radiallasten, die in Richtung der Aufspannfläche wirken, können Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8 verwendet werden. Sind die Belastungen besonders hoch oder wirken in andere Richtungen, sind Schrauben der Festigkeitsklasse 10.9 vorzuziehen.

Zusätzlich zu den Befestigungsschrauben empfiehlt SKF die Verwendung von Spannstiften, um die Lagereinheiten der Reihe SYNT an ihren Aufspannflächen unter folgenden Bedingungen zu befestigen (→ **Tabelle 2, Seite 35**):

- wenn die Richtung der Belastung zwischen 55° und 120° liegt
- wenn die Belastung parallel zur Aufspannfläche wirkt und 5% der Bruchlast P_{180° überschreitet

Die geeigneten Positionen für diese Spannstifte sind durch in die Gehäusefüße gegossene Ankörnungen gekennzeichnet. Einzelheiten zur Lage und Größe der Spannstiftlöcher enthält **Tabelle 2**.

Lagereinheiten der Reihe FYNT sind standardmäßig mit einer Eindrehung versehen, die zur Zentrierung der Lagereinheit auf einer Schulter an der Maschine verwendet werden kann. Die Schulter kann durch eine entsprechende Bearbeitung der Maschinenwand (→ **Bild 2a**) oder durch die Befestigung eines geeigneten Führungsringes an der Wand (→ **Bild 2b**) hergestellt werden. Die Abmessungen der Eindrehung sind in der Produkttabelle angegeben. Bei Bedarf können auch Spannstifte verwendet werden. Die geeigneten Positionen für diese Spannstifte sind durch in den Gehäuseflansch gegossene Ankörnungen gekennzeichnet.

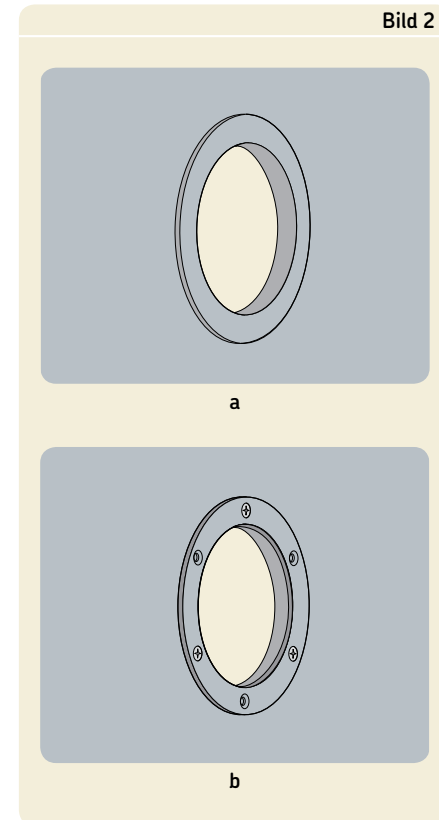
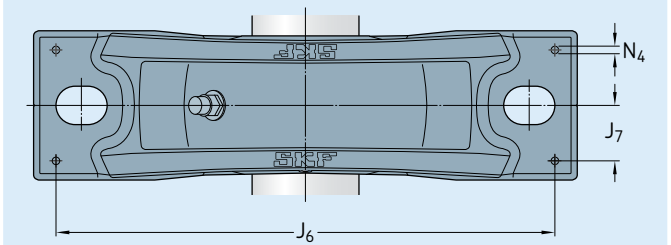


Tabelle 2

Lage und Größe der Spannstiftlöcher für SKF ConCentra Rollenlagereinheiten der Reihe SYNT



Lagereinheit Lagerbezeichnung	Abmessungen		
	J_6	J_7	N_4 max
–	mm		
SYNT 35	135	23	6
SYNT 40	135	23	6
SYNT 45	135	23	6
SYNT 50	170	27	8
SYNT 55	172	27	8
SYNT 60	190	32	8
SYNT 65	190	32	8
SYNT 70	218	35	8
SYNT 75	218	35	8
SYNT 80	320	35	8
SYNT 90	355	40	8
SYNT 100	385	45	8

Schmierung und Wartung

Fettarten

SKF ConCentra Rollenlagereinheiten sind mit Ausnahme der Lagereinheiten ohne Nachschmiermöglichkeit mit Premium-Fett mit EP-Zusatz befüllt. Es handelt sich dabei um ein Lithiumseifenfett auf Mineralölbasis mit Konsistenzklasse NLGI 2.

Die auf Lebensdauer geschmierten SKF ConCentra Rollenlagereinheiten sind mit einem Premium-Langzeitschmierfett befüllt. Dieses Fett basiert auf einem halbsynthetischen Grundöl, enthält als Dickungsmittel Lithiumseife und hat die Konsistenzklasse NLGI 2–3. Die Eigenschaften beider Fette sind in **Tabelle 1** angegeben.

Mit der werksseitigen Schmierfettfüllung wird das Lager vollständig befüllt. Der Leerraum im Gehäuse ist wie folgt teilweise mit Fett gefüllt:

- 60 bis 80% bei Lagereinheiten ohne Nachschmiermöglichkeit
- 30 bis 50% bei allen anderen Ausführungen

Temperaturgrenzwerte – Das SKF Ampel-Konzept

Der Temperaturbereich des Fetts richtet sich nach Grundöl und Dickungsmittel und in geringerem Maße auch nach dem Zusatz. Der Bereich hat vier Temperaturgrenzwerte:

- unterer Temperaturgrenzwert (LTL)
- Grenzwert für die tiefste zulässige Betriebstemperatur (LTPL)
- Grenzwert für die höchste zulässige Betriebstemperatur (HTPL)
- oberer Temperaturgrenzwert (HTL)

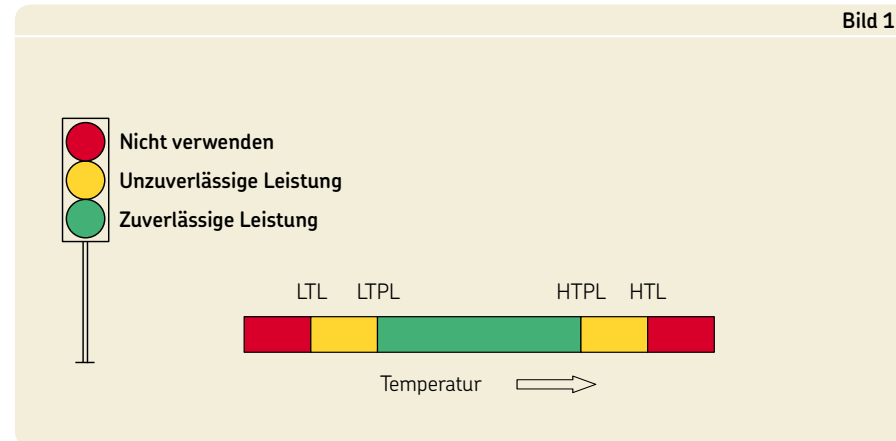


Tabelle 1

Fetteigenschaften der SKF ConCentra Rollenlagereinheiten

Eigenschaften	Fetteigenschaften Alle Lagereinheiten außer Lagereinheiten ohne Nachschmiermöglichkeit	Lagereinheiten ohne Nachschmiermöglichkeit	
Dickungsmittel	Lithiumseife	Lithiumseife	
Grundöl	Mineralöl	Halbsynthetisch	
NLGI-Konsistenzklasse	2	2–3	
Temperaturbereich [°C]	-20 +35 +110 +170	-40 -25 +130 +170	
	[°F]	-5 +95 +230 +340	-40 -15 +265 +340
Kinematische Viskosität [mm ² /s]	bei 40 °C	200	41,9
	bei 100 °C	13	7,5

SKF illustriert dies schematisch in Form einer „Doppelampel“ (→ **Bild 1**). Der grüne Bereich zwischen LTPL und HTPL stellt den Temperaturbereich dar, in dem die Fettleistung am zuverlässigsten ist.

Weiterführende Informationen über das SKF Ampel-Konzept finden Sie im *SKF Hauptkatalog* oder im *Interaktiven SKF Lagerungskatalog* unter www.skf.com.

Nachschmieren

Die Lager der SKF ConCentra Rollenlagereinheiten werden üblicherweise nachgeschmiert, um eine maximale Gebrauchsdauer zu erzielen. Alle Lagereinheiten haben eine Schmierbohrung mit einem 1/8-27 NPSF-Gewinde. Zur Standardausführung gehört ein Schmiernippel AH 1/8-27 PTF. Eine Ausnahme bilden die Lagereinheiten ohne Nachschmiermöglichkeit, bei denen die Schmierbohrung verschlossen ist.

Schmierfristen

Die Schmierfristen t_r für SKF ConCentra Rollenlagereinheiten (Ausnahme: Lagereinheiten ohne Nachschmiermöglichkeit) sind in den **Diagrammen 1 bis 3** angegeben, in Abhängigkeit von:

- Betriebstemperatur [°C]
- Drehzahl n [min⁻¹]
- mittlerer Lagerdurchmesser d_m [mm] (→ **Tabelle 3, Seite 15**)
- Lagerfaktor b_f
 - $b_f = 2$ bei $F_d/F_r \leq e$
 - $b_f = 6$ bei $F_d/F_r > e$
- Tragzahl
 - $P \leq 0,05$ C (→ **Diagramm 1**)
 - $P = 0,1$ C (→ **Diagramm 2**)
 - $P = 0,15$ C (→ **Diagramm 3** auf **Seite 22**)

Die Fristen stehen für die Schmierfett-Lebensdauer L_1 , d. h. den Zeitraum, an dessen Ende 99% der Lagereinheiten immer noch zuverlässig geschmiert sind. Die Fristen sind Schätzwerte und gelten für Lagereinheiten, die an horizontalen Wellen in einer relativ sauberen Umgebung montiert sind.

Bei abweichenden Betriebsbedingungen sollten die Nachschmierfristen wie folgt angepasst werden:

- Bei vertikalen Wellen ist das Intervall zu halbieren.
- Bei Drehungen des Außenrings oder Umfangslasten ist das Intervall zu halbieren.
- Bei verunreinigten Umgebungen sollten folgende Reduktionsfaktoren verwendet werden:
 - 0,5 bei mäßigen Verunreinigungen
 - 0,3 bei starken Verunreinigungen
 - 0,1 bei sehr starken Verunreinigungen

Diagramm 1

Schmierfrist t_r für SKF ConCentra Rollenlagereinheiten, bei $P \leq 0,05$ C

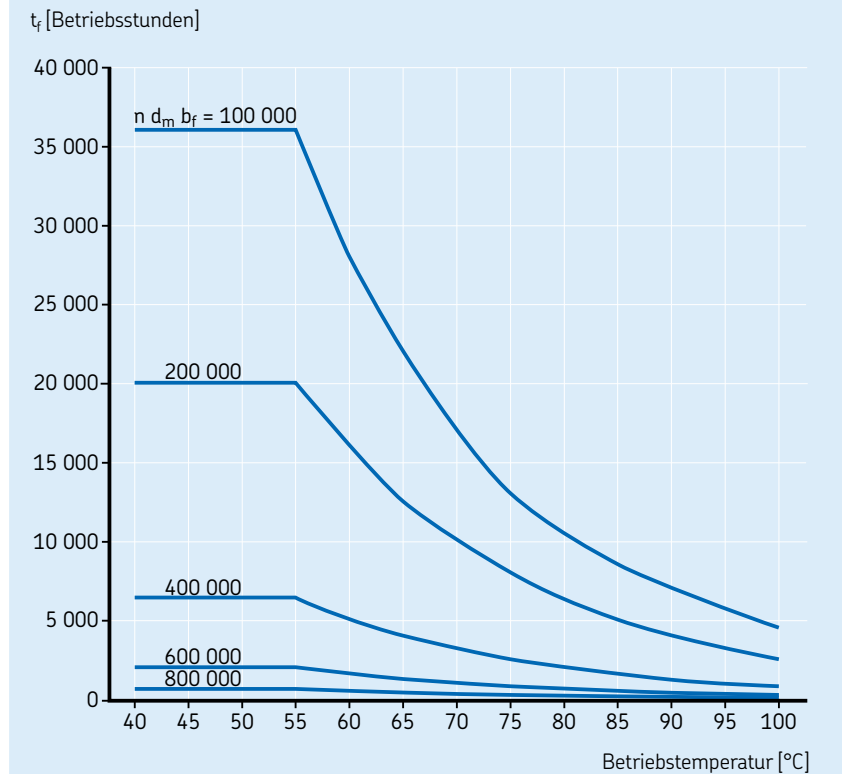
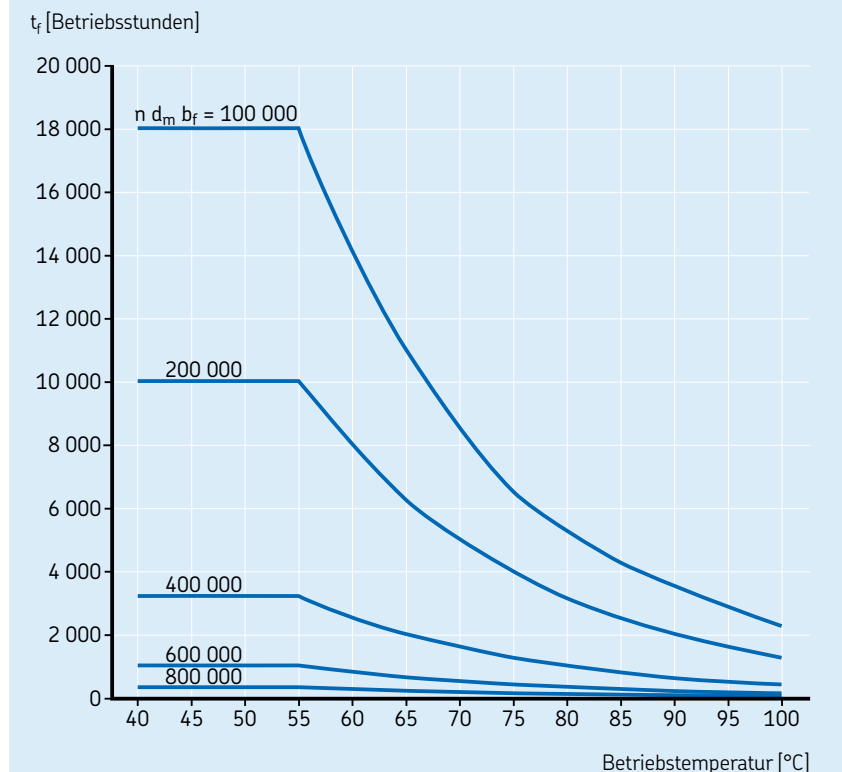


Diagramm 2

Schmierfrist t_r für SKF ConCentra Rollenlagereinheiten, bei $P = 0,1$ C



Nachschmierverfahren

Vor dem Nachschmieren müssen der Schmiernippel und der Bereich um die Lagereinheit gereinigt werden, wobei eine Hochdruckreinigung zu vermeiden ist.

Beim Nachschmieren ist das Fett über den Schmiernippel einzuführen (→ Bild 2), während sich die Welle langsam dreht. Ein zu starker Druck und ein Überschmieren sind zu vermeiden, da ansonsten die Dichtungen beschädigt werden können.

Nachschmiermenge

Die geeignete Fettmenge zur Nachschmierung von SKF ConCentra Rollenlagereinheiten ist in **Tabelle 2** angegeben.

Schmierfette für die Nachschmierung

Für die Nachschmierung der SKF ConCentra Rollenlagereinheiten empfiehlt SKF das Fett SKF LGEP 2, das mit dem werksseitig eingefüllten Fett vollständig kompatibel ist. Andere verträgliche Schmierfette wie die SKF Mehrzweck-Schmierfette LGMT 2 und LGMT 3 können ebenfalls verwendet werden.

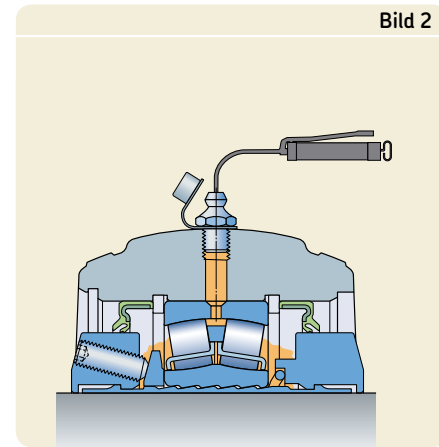


Bild 2

Fettgebrauchsdauer der Lagereinheiten ohne Nachschmiermöglichkeit

Das Fett in den SKF Rollenlagereinheiten ohne Nachschmiermöglichkeit gewährleistet eine ausreichende Schmierung der Lager über ihre gesamte Gebrauchsdauer, sofern sich die Einheit für die Betriebsbedingungen eignet. Das in **Diagramm 4** angegebene Verhältnis zwischen Betriebsbedingungen und Fettgebrauchsdauer ist abhängig von:

- Betriebstemperatur [°C]
- Drehzahlkennwert $A = n \cdot d_m$

wobei gilt:

A = Drehzahlkennwert [mm/min]

n = Drehzahl [min⁻¹]

d_m = mittlerer Lagerdurchmesser [mm]

(→ **Tabelle 3, Seite 15**)

Wenn der Betriebsbereich der Lagereinheit innerhalb des schattierten Bereichs in

Diagramm 4 liegt, kann die Lagereinheit eine Schmierfett-Lebensdauer von $L_{50h} = 100\,000$ Stunden oder mehr erreichen.

Berechnungsbeispiel

Eine SKF ConCentra Rollenlagereinheit mit Stehlagergehäuse wird für ein Klimagerät benötigt. Die folgenden Anwendungsdaten sind bekannt:

- erforderliche Schmierfett-Lebensdauer $L_{50h} = 100\,000$ Stunden
- äquivalente dynamische Lagerbelastung $P = 7$ kN
- Drehzahl $n = 1\,800$ min⁻¹
- Wellendurchmesser $d_a = 60$ mm
- Umgebungsbedingungen: relativ sauber
- erwartete Betriebstemperatur: 55 °C

Aufgrund des zur Verfügung stehenden Wellendurchmessers und des erforderlichen Stehlagergehäuses fällt die Wahl auf die Lagereinheit SYNT 60. Da es sich bei der Anwendung um ein Klimagerät in einer relativ sauberen Umgebung handelt, eignen sich

die Lagereinheiten ohne Nachschmiermöglichkeit sehr gut.

Laut Produkttabelle ist die dynamische Tragzahl $C = 156$ kN und wenn $C/P = 156/7 = 22,3$, $P = 0,045$ C.

Daher erfüllt die Lagereinheit die Nutzungsbedingungen der auf Lebensdauer geschmierten Ausführungen, wobei gilt: $P \leq 0,05$ C.

Bei $d_m = 85$ mm (→ **Tabelle 3, Seite 15**)

$A = n \cdot d_m = 1\,800 \times 85 = 153\,000$ mm/min

Laut **Diagramm 4** liegt der Schnittpunkt des berechneten Drehzahlkennwerts und der erwarteten Betriebstemperatur von 55 °C im schattierten Bereich.

Die Lagereinheit SYNT 60 FW (oder SYNT 60 LW) erfüllt die Anforderungen an die Schmierfettlebensdauer und eignet sich daher für die Anwendung.

Diagramm 3

Schmierfrist t_f für SKF ConCentra Rollenlagereinheiten, bei $P = 0,15$ C

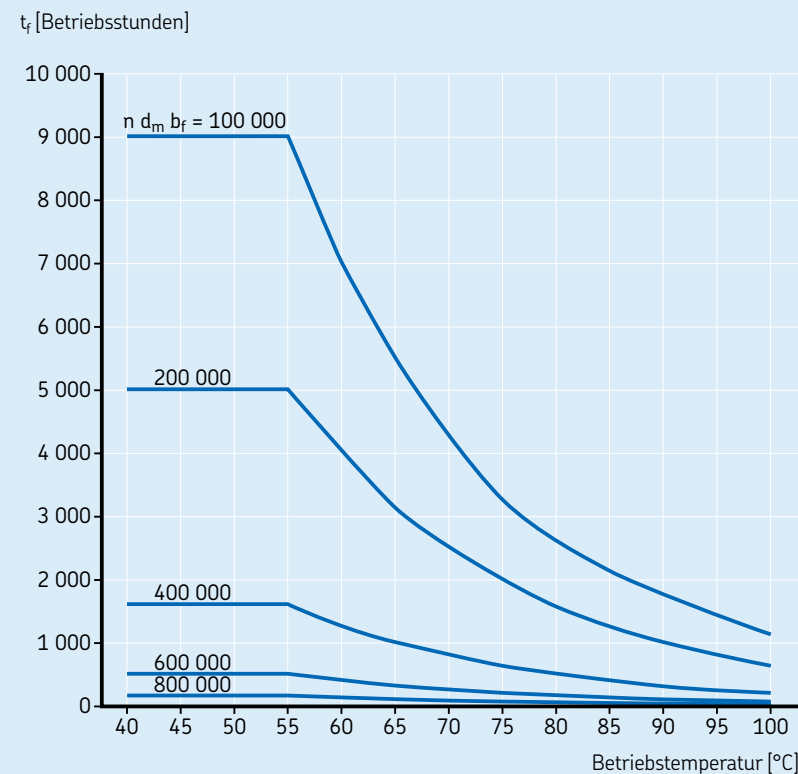


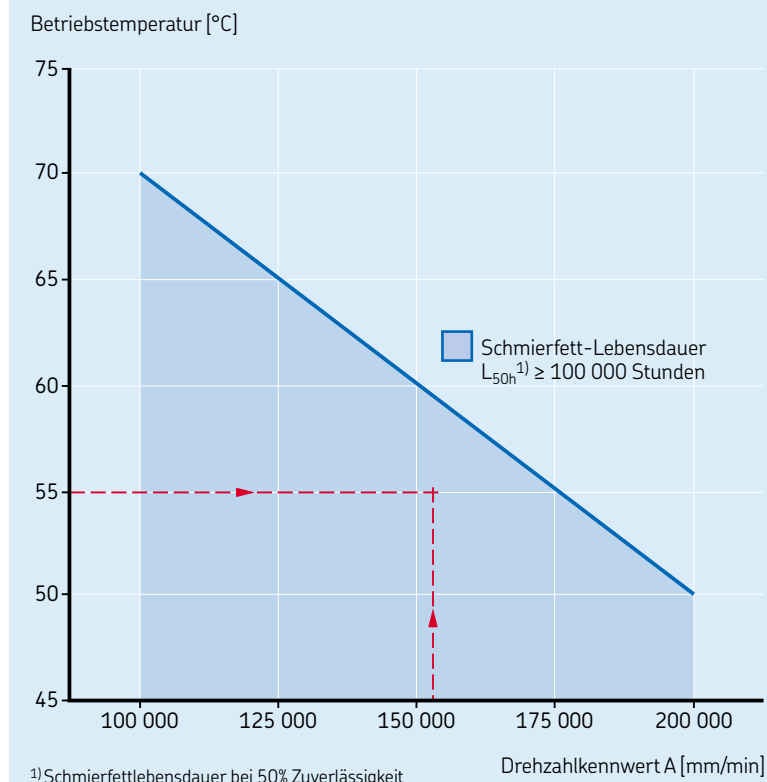
Tabelle 2

Fettmenge für die Nachschmierung von SKF ConCentra Rollenlagereinheiten

Lagereinheit Lagerbezeichnung	Fettmenge
–	9
SYNT 35 SYNT 40 SYNT 45	FYNT 35 FYNT 40 FYNT 45
	3 4 4
SYNT 50 SYNT 55 SYNT 60	FYNT 50 FYNT 55 FYNT 60
	4 5 6
SYNT 65 SYNT 70 SYNT 75	FYNT 65 FYNT 70 FYNT 75
	7 8 8
SYNT 80 SYNT 90 SYNT 100	FYNT 80 FYNT 90 FYNT 100
	9 13 17

Diagramm 4

Temperatur/Drehzahl-Verhältnis für auf Lebensdauer geschmierte SKF ConCentra Rollenlagereinheiten



¹ Schmierfettlebensdauer bei 50% Zuverlässigkeit

Zustandsüberwachung Nachlackieren des Gehäuses

SKF empfiehlt die regelmäßige oder kontinuierliche Zustandsüberwachung der SKF ConCentra Rollenlagereinheiten, um den Zustand der Lagereinheiten zu ermitteln und Lagerschäden frühzeitig zu erkennen. Die zuverlässigste Methode ist hierbei die Schwingungsanalyse.

Lagereinheiten der Reihe SYNT besitzen drei geeignete Flächen als Messpunkte für die Zustandsüberwachung. Von der Einbau-ringseite des Gehäuses aus gesehen befinden sich die Flächen auf den Positionen 12, 9 und 3 Uhr. Beschleunigungsmesser mit Magneten, die sich für gerundete Flächen eignen, können an Lagereinheiten der Reihe FYNT angebracht werden.

SKF bietet eine große Auswahl an Geräten zur Zustandsüberwachung an, von handlichen Schwingungsmessstiften bis hin zu umfassenden Inspektionssystemen.

Die Gehäuse der SKF ConCentra Rollenlagereinheiten können bei Bedarf nachlackiert werden. SKF empfiehlt vor dem Lackieren folgende Vorsichtsmaßnahmen:

- Schützen Sie Gehäusebohrung und Lager an beiden Enden mit z. B. zurechtgeschnittenen Karton- oder Kunststoff-scheiben. Dies ist besonders wichtig, um eventuelle Verunreinigungen des Lagers und Dichtungsschäden zu vermeiden, wenn die Gehäuseoberfläche mit Chemikalien oder Schleifpapier vorbereitet wird.
- Ersetzen Sie den Schmiernippel durch einen Stopfen, um das Gewinde im Gehäuse zu schützen.
- Die dünne Transparentfolie über dem Bezeichnungsaufkleber darf nicht entfernt werden. Sie können sie nach Abschluss der Lackierarbeiten abziehen.

Um beim Reinigen nachlackierter Gehäuse mit Waschchemikalien ein Abschälen der Farbe zu vermeiden, müssen die Hinweise des Herstellers zu Konzentration und Temperatur der Chemikalien sowie die zulässige Anwendungsdauer beachtet werden.

SKF MARLIN I-Pro und SKF Machine Condition Detector

Die SKF MARLIN Familie von mobilen Computern und kompatibelem Zubehör kombiniert Anwenderfreundlichkeit mit intelligenter Technologie und automatisiert Prüfungsprozesse in praktisch jeder Anlage.



SKF Microlog Datensammler/-analysator MX Reihe

Die Handgeräte für Wartung und Instandhaltung der Reihe MX definieren traditionelle Verfahren zur Analyse von Schwingungen neu und vereinfachen die Techniken für Wartung, Service und Überwachung.



Einbau und Ausbau

Um maximale Leistung zu erzielen und vorzeitigen Lagerschäden vorzubeugen, ist beim Einbau von SKF ConCentra Rollenlagereinheiten eine saubere Arbeitsumgebung unerlässlich. Darüber hinaus empfiehlt SKF, die Lagereinheiten bis kurz vor dem Einbau in ihrer Originalverpackung zu belassen, um sie nicht unnötig einer Verunreinigungsgefahr auszusetzen.

Die Lagereinheiten können außerdem beim Ausbau beschädigt werden, weshalb dabei mit größter Vorsicht vorzugehen ist. Auch wenn die Lagereinheiten beschädigt sind, muss beim Ausbau achtsam vorgegangen werden, um keine zusätzlichen Schäden zu verursachen, die die Ausfallanalyse beeinträchtigen könnten.

Verfahren und Werkzeuge

Der Einbauring der SKF ConCentra Rollenlagereinheiten ist mit M6-Gewindestiften versehen, deren Anzahl sich nach der jeweiligen Größe der Lagereinheit richtet. SKF empfiehlt die Verwendung eines Drehmomentschlüssels, um diese Gewindestifte anzuziehen. Das empfohlene Anzugsmoment ist 7,4 Nm. Als zweite Option ist ein spezieller 3L-Innensechskantschlüssel, gemäß ISO 2936:2001, mit Drehmomentanzeige im Lieferumfang jeder Lagereinheit enthalten.

Wenn die Gewindestifte mit dem empfohlenen Moment angezogen werden, wird im Lager die geeignete Lagerluft erzielt. Eine vorgespannte Wellfeder erleichtert den Ausbau der Lagereinheit, wenn die Gewindestifte gelockert sind.

Verwendung eines Drehmomentschlüssels

Die Gewindestifte im Einbauring der SKF ConCentra Rollenlagereinheiten sind im Winkel zur Horizontalen angeordnet, wodurch ein Drehmomentschlüssel leicht angesetzt werden kann. Das empfohlene Anzugsmoment ist 7,4 Nm.



Montageanleitung

Die Montageanleitung für SKF ConCentra Rollenlagereinheiten finden Sie hier:

- für Einheiten mit Stehlagergehäuse auf **Seite 26**
- für Einheiten mit Flanschlagergehäuse auf **Seite 28**

Hinweis

Ziehen Sie die Gewindestifte erst an, wenn die Lagereinheit auf der Welle positioniert ist. Werden die Schrauben zu früh angezogen, kann sich die Stufenhülse verformen. Hilfswerkzeuge wie Hammer oder Rohre dürfen niemals zum Anziehen der Gewindestifte verwendet werden.

Verwendung eines Sechskantschlüssels

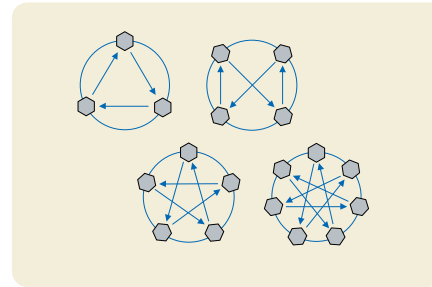
Die Drehmomentanzeige des Sechskantschlüssels verhindert, dass die Gewindestifte zu fest oder zu locker angezogen werden.



Einbau von SKF ConCentra Rollenlagereinheiten mit Stehlagergehäuse

- 1 Aufspannflächen und Kontaktflächen beider Lagereinheiten reinigen und ggf. Grate entfernen.
- 2 Ebenheit und Oberflächenrauheit der Aufspannfläche kontrollieren (→ *Aufspannflächen*, Seite 18). SKF empfiehlt eine Oberflächenrauheit $Ra \leq 12,5 \mu\text{m}$ für die Aufspannfläche; die Ebenheit sollte innerhalb der IT7-Spezifikationen liegen. Bei Verwendung von Ausgleichscheiben muss die gesamte Kontaktfläche der Lagergehäuse abgedeckt werden.
- 3 Eventuelle Grate auf der Welle mit Schmirgelleinen entfernen und Welle anschließend mit einem nichtfasernden Tuch säubern.
- 4 Maß- und Formgenauigkeit der Welle prüfen (→ *Wellentoleranzen*, Seite 18). SKF empfiehlt Wellensitze nach Maßtoleranzklasse h9 und Zylindrizität IT5/2 gemäß ISO 1101:2004. Die Oberflächenrauheit Ra des Wellensitzes darf $Ra = 3,2 \mu\text{m}$ nicht überschreiten (ISO 4288:1996).
- 5 Alle zwischen den beiden Lagerstellen auf der Welle angeordneten Teile montieren.
- 6 Wellensitze leicht einölen.
- 7 Die Lagereinheiten mit der dem Spannring entgegengesetzten Seite voran bis zum Lagersitz auf die Welle aufschieben. Hierbei ist die Festlagerseite bzw. Loslagerseite zu beachten. Beim Positionieren ist zu berücksichtigen, dass sich die Lagereinheiten beim Befestigen axial zur Spannhülse verschieben.
- 8 Lagereinheiten mit geeigneten Befestigungsschrauben auf der Aufspannfläche fixieren und Schrauben leicht anziehen (a).

- 9 Bei Bedarf die Position der Lagereinheiten bzw. der Welle korrigieren. Dabei können die Mittellinien auf dem Gehäusefuß als Orientierungshilfe dienen.
- 10 Die Gewindestifte im Spannring fingerfest anziehen, um die Festlagereinheit auf der Welle zu befestigen. Anschließend alle Schrauben wie in der Abbildung gezeigt um jeweils eine Viertelumdrehung anziehen.
 - Bei Verwendung eines Drehmomentschlüssels mit Bit (3 mm) sind alle Gewindestifte mit 7,4 Nm anzuziehen (b).
 - Bei Verwendung des mitgelieferten Innensechskantschlüssels den roten Drehmomentzeiger auf das kurze Ende des Innensechskantschlüssels stecken und alle Gewindestifte anziehen, bis der Schlüssel auf gleicher Höhe mit dem Zeiger ist (c).
- 11 Alle Befestigungsschrauben der Festlagereinheit vollständig anziehen (vgl. Anzugsmoment in **Tabelle 1**).
- 12 Mitte des Sitzes der Loslagereinheit im Gehäuse identifizieren. Dazu die Welle leicht anheben und das Lager von der einen Gehäusesseite zur anderen schieben und gleichzeitig das Gehäuse festhalten (d). Wird lediglich eine Wärmeausdehnung der Welle erwartet, das Loslager geringfügig mehr in Richtung Festlager verschieben. Dabei darf nur das Lager, jedoch nicht das Gehäuse verschoben werden.
- 13 Loslagereinheit auf der Welle und auf der Aufspannfläche sichern (vgl. Schritte 10 und 11).
- 14 Wellenunterstützung entfernen.
- 15 Fluchtungsfehler zwischen Welle und Lagereinheiten kontrollieren ($<1,5^\circ$).
- 16 Abschlussdeckel in die Gehäusebohrung einrasten (sofern konstruktionsbedingt möglich).

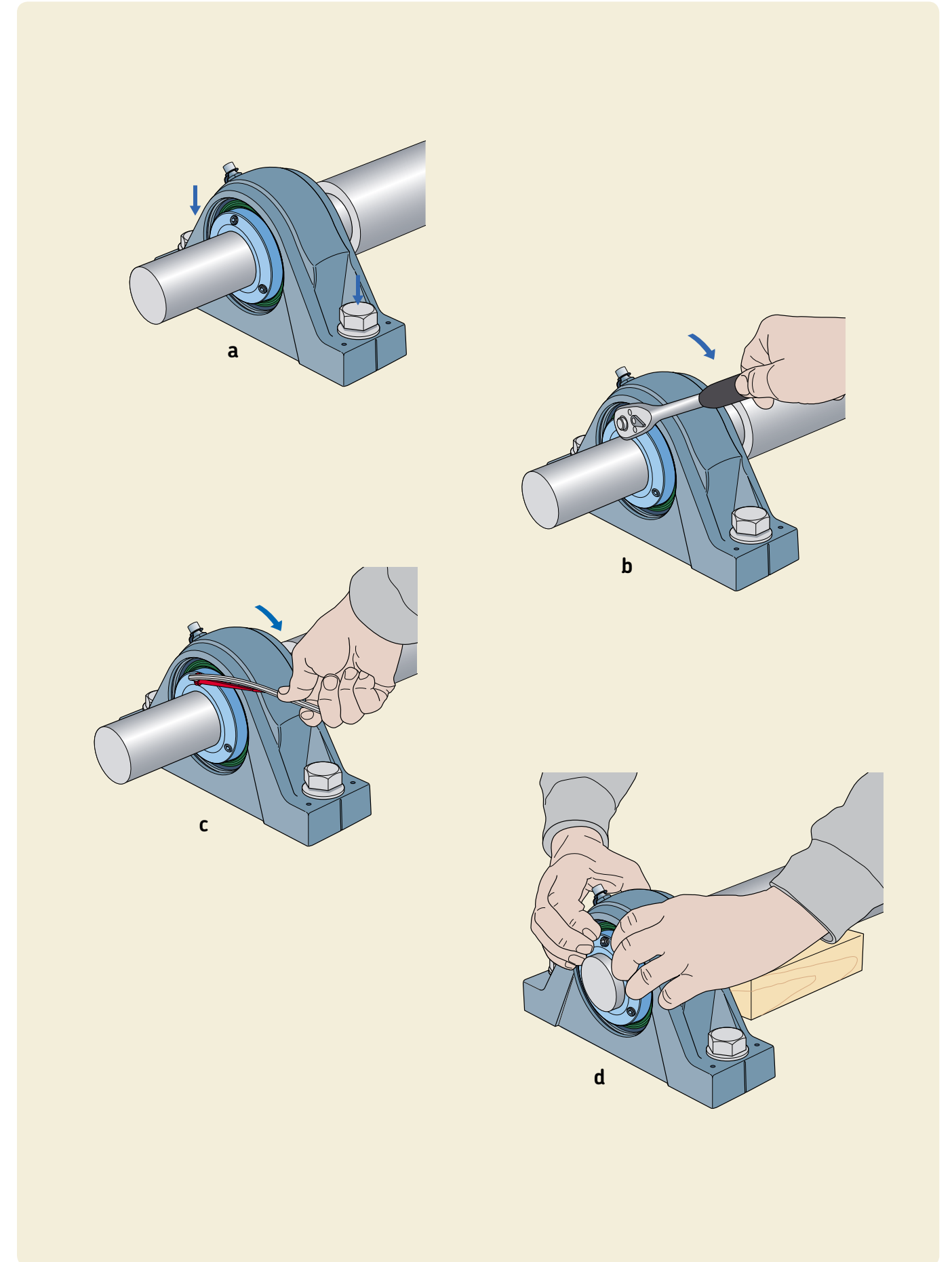


Anzugsreihenfolge für Gewindestifte

Tabelle 1

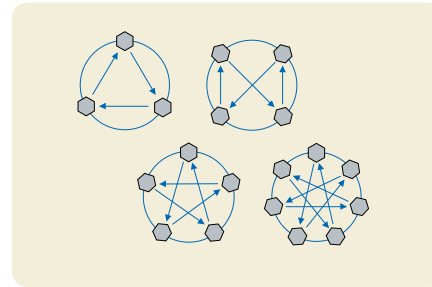
Empfohlene Anzugsmomente für Befestigungsschrauben bis Festigkeitsklasse 8.8

Lagereinheit		Befestigungsschrauben	
Lagerbezeichnung		Größe	Empfohl. Anzugsmoment
–	–	–	Nm
SYNT 35	FYNT 35	M12	80
SYNT 40	FYNT 40	M12	80
SYNT 45	FYNT 45	M12	80
SYNT 50	FYNT 50	M12	80
SYNT 55	FYNT 55	M12	80
SYNT 60	FYNT 60	M12	80
SYNT 65	FYNT 65	M16	200
SYNT 70	FYNT 70	M16	200
SYNT 75	FYNT 75	M16	200
SYNT 80	FYNT 80	M16	200
SYNT 90	FYNT 90	M20	385
SYNT 100	FYNT 100	M20	385

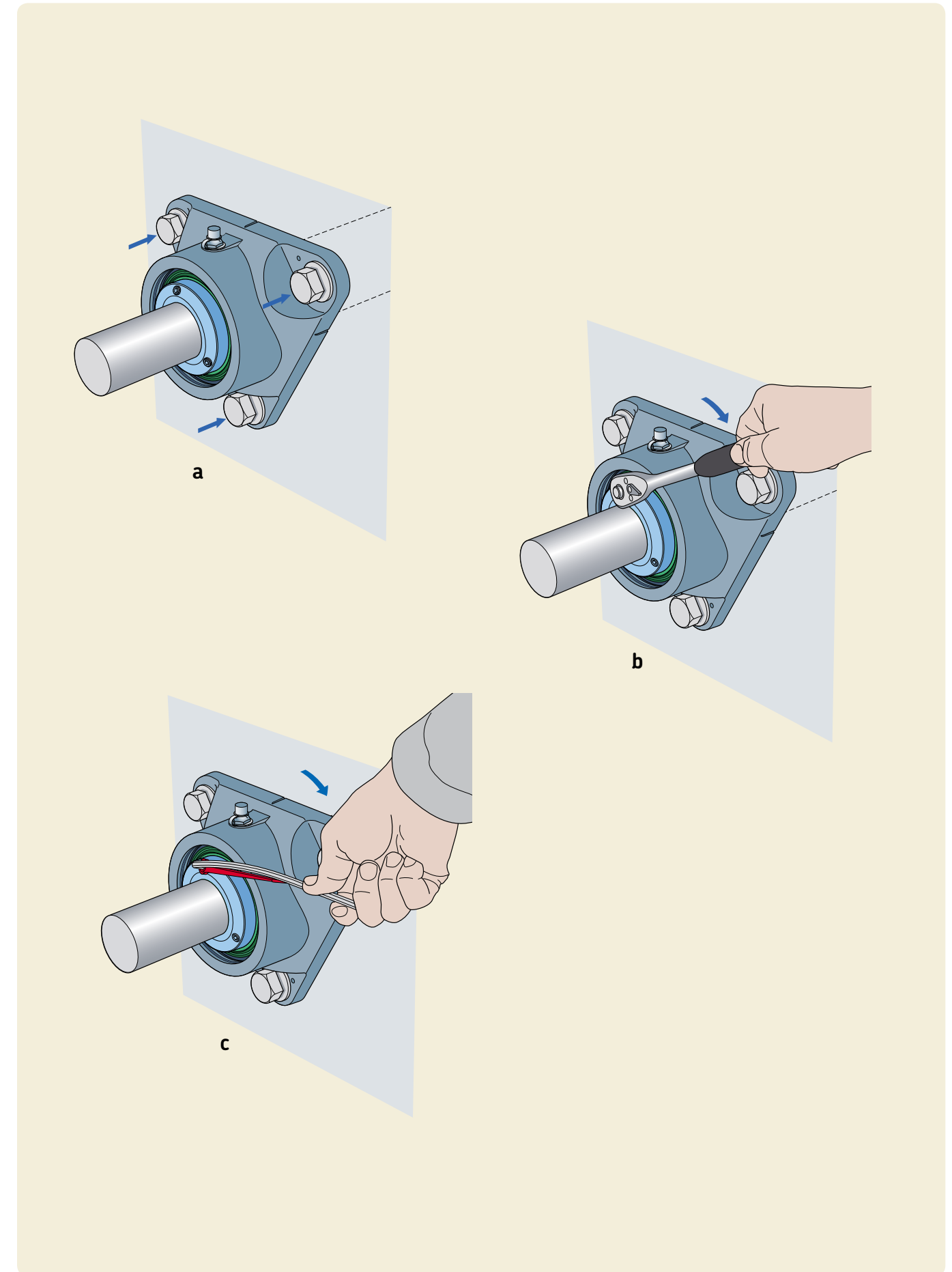


Einbau von SKF ConCentra Rollenlagereinheiten mit Flanschlagergehäuse

- 1 Aufspannflächen und Kontaktflächen beider Lagereinheiten reinigen und ggf. Grate entfernen.
- 2 Ebenheit und Oberflächenrauheit der Aufspannflächen kontrollieren (→ *Aufspannflächen*, Seite 18). SKF empfiehlt eine Oberflächenrauheit $Ra \leq 12,5 \mu\text{m}$ für die Aufspannfläche; die Ebenheit sollte innerhalb der IT7-Spezifikationen liegen. Bei Verwendung von Ausgleichscheiben muss die gesamte Kontaktfläche der Lagergehäuse abgedeckt werden.
- 3 Eventuelle Grate auf der Welle mit Schmirgelleinen entfernen und Welle anschließend mit einem nichtfasernden Tuch säubern.
- 4 Maß- und Formgenauigkeit der Welle prüfen (→ *Wellentoleranzen*, Seite 18). SKF empfiehlt Wellensitze nach Maßtoleranzklasse h9 und Zylindrizität IT5/2 gemäß ISO 1101:2004. Die Oberflächenrauheit Ra des Wellensitzes darf $Ra = 3,2 \mu\text{m}$ nicht überschreiten (ISO 4288:1996)
- 5 Alle zwischen den beiden Lagerstellen auf der Welle angeordneten Teile montieren.
- 6 Wellensitze leicht einölen.
- 7 Welle mit allen bereits montierten Anbauteilen entsprechend unterstützen.
- 8 Festlagereinheit auf das entsprechende Wellenende schieben.
- 9 Lagereinheit an der Anschraubfläche ausrichten. Bei Einheiten mit dreieckigem Flansch sollte der Schmiernippel nach oben zeigen. Die Mittellinien der Flanschseiten können bei der Identifizierung der mittigen Position des Lagers helfen. Lagereinheit an den Schultern der Einbaufäche ausrichten (sofern möglich).
- 10 Lagereinheit mit den geeigneten Befestigungsschrauben an der Anschraubfläche fixieren und Schrauben leicht anziehen (a).
- 11 Die Loslagereinheit entsprechend den Schritten 8 bis 10 einbauen. Dabei darauf achten, dass das Lager in der Einheit vor der Ausrichtung auf der Welle zum Spanning hin gedrückt wird.
- 12 Bei Bedarf die Axialposition der Welle korrigieren. Beim Positionieren ist zu berücksichtigen, dass sich die Lagereinheiten beim Befestigen axial zur Spannhülse verschieben.
- 13 Mit der Befestigung der Festlagereinheit auf der Welle beginnen. Die Gewindestifte im Spanningring fingerfest anziehen. Anschließend alle Schrauben wie in der Abbildung gezeigt um jeweils eine Viertelumdrehung anziehen.
 - Bei Verwendung eines Drehmomentschlüssels mit Bit (3 mm) sind alle Gewindestifte mit 7,4 Nm anzuziehen (b).
 - Bei Verwendung des mitgelieferten Innensechskantschlüssels den roten Drehmomentzeiger auf das kurze Ende des Innensechskantschlüssels stecken und alle Gewindestifte anziehen, bis der Schlüssel auf gleicher Höhe mit dem Zeiger ist (c).
- 14 Alle Befestigungsschrauben der Festlagereinheit vollständig anziehen (vgl. empfohlenes Anzugsmoment in **Tabelle 1** auf **Seite 26**).
- 15 Das Loslager im Gehäuse ca. 2 mm von der Endposition in Richtung Festlager schieben. Dadurch wird das Lager in der Mitte des Lagersitzes ausgerichtet. Wird lediglich eine Wärmeausdehnung der Welle erwartet, das Loslager geringfügig mehr in Richtung Festlager verschieben.
- 16 Die Loslagereinheit entsprechend den Schritten 13 und 14 einbauen.
- 17 Wellenunterstützung entfernen.
- 18 Fluchtungsfehler zwischen Welle und Lagereinheiten kontrollieren ($<1,5^\circ$).
- 19 Abschlussdeckel in die Gehäusebohrung einrasten (sofern konstruktionsbedingt möglich).



Anzugsreihenfolge für Gewindestifte



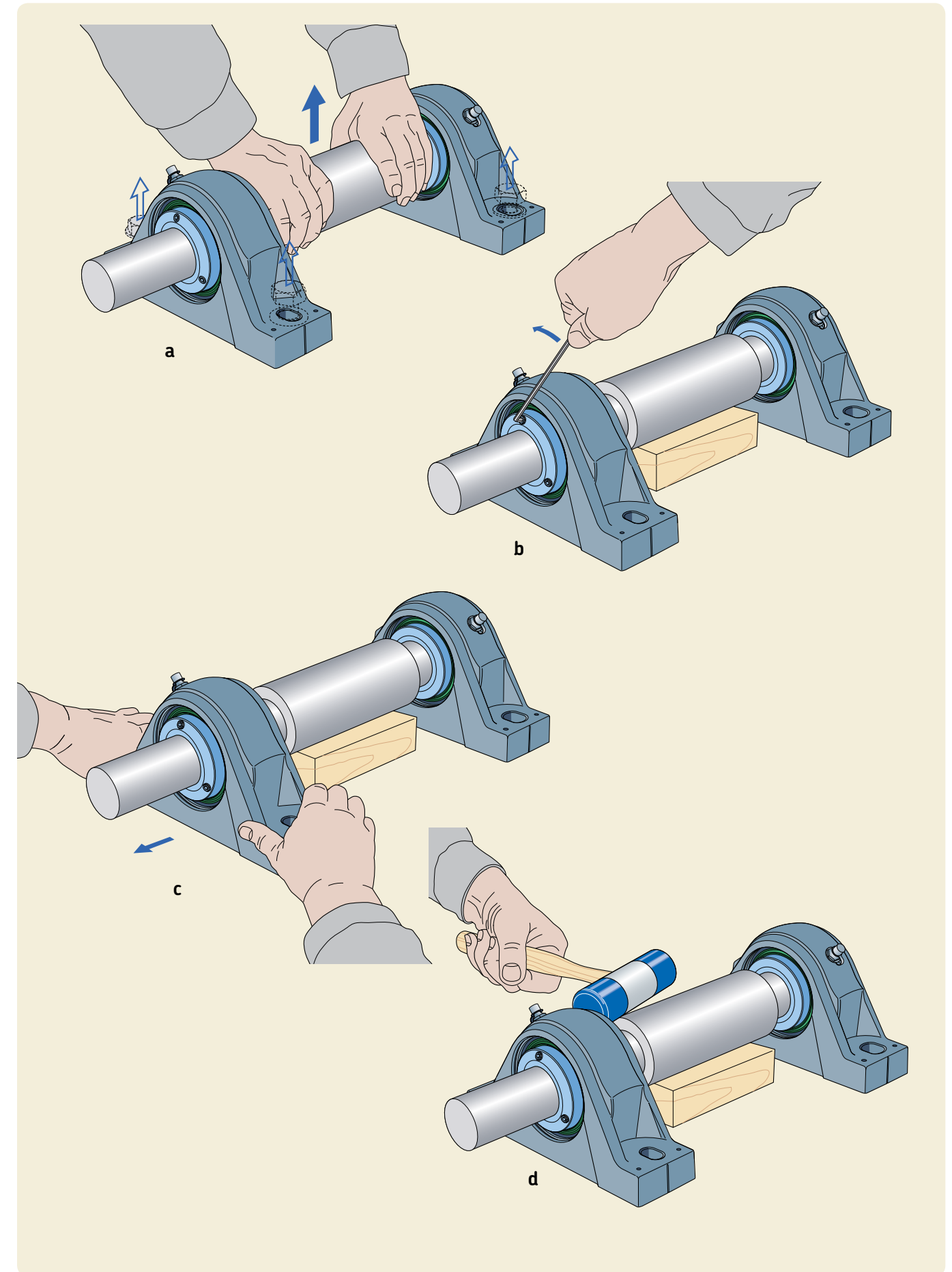
Demontageanleitung

Die Demontageanleitung für SKF ConCentra Rollenlagereinheiten finden Sie hier:

- für Einheiten mit Stehlagergehäuse
- für Einheiten mit Flanschlagergehäuse auf **Seite 32**

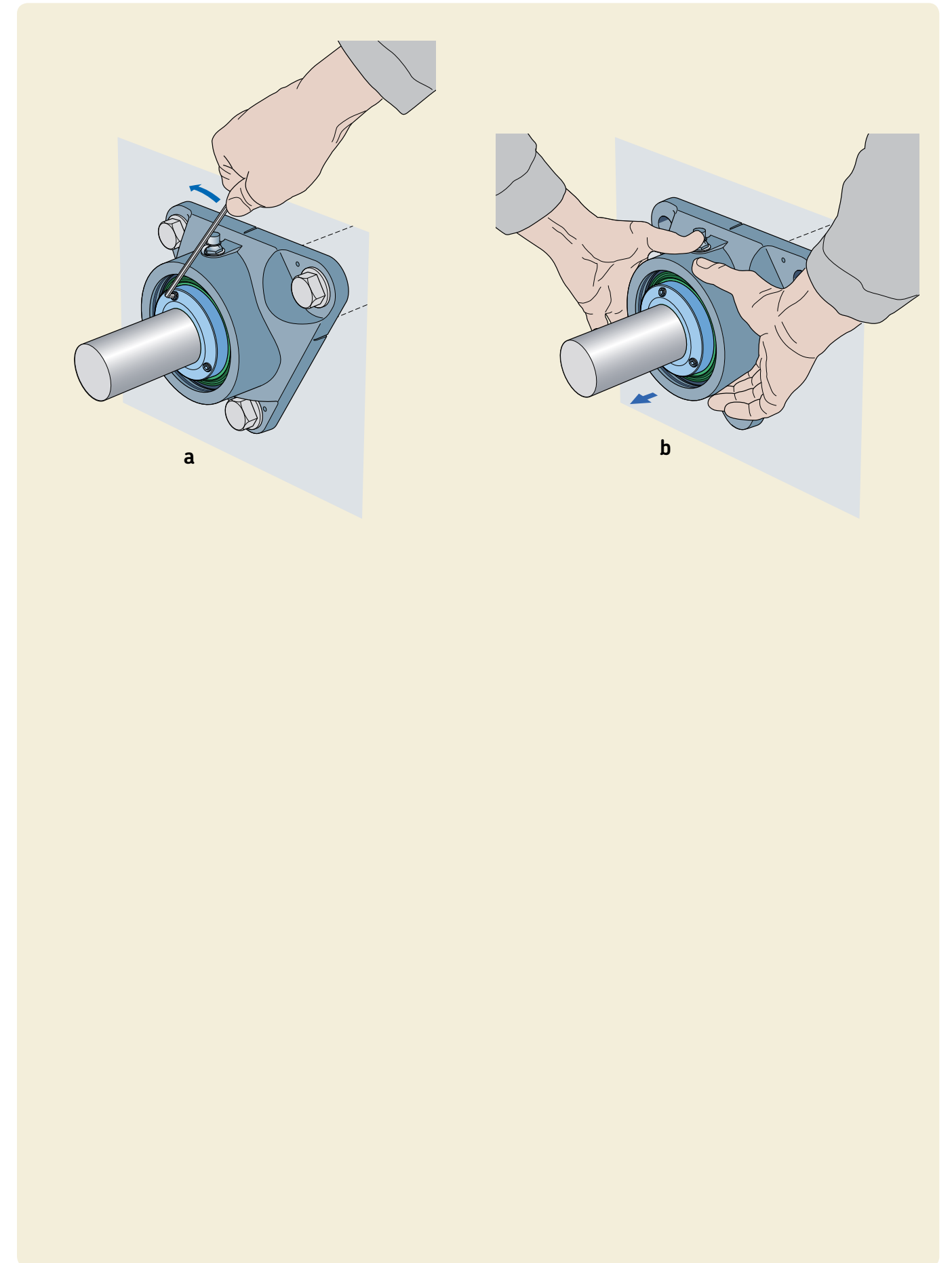
Ausbau von SKF ConCentra Rollenlagereinheiten mit Stehlagergehäuse

- 1 Außenflächen beider Lagereinheiten säubern.
- 2 Abschlussdeckel (sofern vorhanden) entfernen.
- 3 An beiden Lagereinheiten den Innensechskant der Gewindestifte im Spannring reinigen.
- 4 Rost- und Schadstellen an den Wellenenden mit Schmirgelleinen beseitigen.
- 5 Mit der Festlagereinheit beginnen. Befestigungsschrauben lösen und entfernen. Sofern möglich, die komplette Anordnung (Welle, beide Lagereinheiten und alle Anschlusssteile) vor dem Ausbau der Lagereinheiten anheben (a).
- 6 Welle auf einer Unterstützung ablegen.
- 7 Gewindestifte im Spannring lösen, aber nicht entfernen (b).
- 8 Während der Spannring auf Sie gerichtet ist, das Unterteil ergreifen und die Lagereinheit von der Welle abziehen (c). Die Spannkraft der vorgespannten Wellfeder erleichtert das Lösen der Lagereinheit von der Welle. Bei Bedarf zusätzlich mit einem Gummihammer leicht auf den Stützring an der anderen Seite der Einheit schlagen (d).
- 9 Lagereinheit von der Welle abziehen.
- 10 Loslagereinheit ausbauen, dabei genauso wie beim Ausbau der Festlagereinheit vorgehen (d.h. Schritte 5 bis 9 wiederholen).



Ausbau von SKF ConCentra Rollenlagereinheiten mit Flanschlagergehäuse

- 1 Außenflächen beider Lagereinheiten säubern.
- 2 Abschlussdeckel (sofern vorhanden) entfernen.
- 3 An beiden Lagereinheiten den Innensechskant der Gewindestifte im Spannring reinigen.
- 4 Rost- und Schadstellen an den Wellenenden mit Schmirgelleinen beseitigen.
- 5 Welle mit allen darauf sitzenden Teilen auf einer Unterstützung ablegen.
- 6 Mit der Festlagereinheit beginnen. Gewindestifte im Spannring lösen, aber nicht entfernen (a).
- 7 Befestigungsschrauben lösen und entfernen.
- 8 Lagereinheit mit einem geeigneten Werkzeug (z.B. Schraubendreher) von der Einbaufläche lösen.
- 9 Während der Spannring auf Sie gerichtet ist, das Gehäuse ergreifen und die Lagereinheit von der Welle abziehen (b). Die Spannkraft der vorgespannten Wellfeder erleichtert das Lösen der Lagereinheit von der Welle. Bei Bedarf zusätzlich mit einem Gummihammer leicht auf das Wellenende schlagen.
- 10 Lagereinheit von der Welle abziehen.
- 11 Loslagereinheit ausbauen, dabei genauso wie beim Ausbau der Festlagereinheit vorgehen (d.h. Schritte 6 bis 10 wiederholen).



Allgemeine technische Daten

Abmessungen

Die Hauptabmessungen der SKF ConCentra Rollenlagereinheiten mit Stehlagergehäuse der Reihe SYNT entsprechen ISO 113:1999. Diese Lagereinheiten sind dimensionsgleich mit den SKF Stehlagergehäusen der Reihe SNL 5.

Die Hauptabmessungen der SKF ConCentra Rollenlagereinheiten mit Flanschlagergehäuse der Reihe FYNT sind weder national noch international genormt, doch auf dem Markt weit verbreitet. Diese Lagereinheiten sind dimensionsgleich mit den Gehäusen der Reihe FNL.

Drehzahlen

Die für die SKF ConCentra Rollenlagereinheiten geeigneten Drehzahlen hängen vom Dichtungstyp in der Lagereinheit ab. Bei Lagereinheiten mit Zweilippen- oder Hochleistungs-Radialwellendichtringen basieren die Grenzdrehzahlen auf der zulässigen Umfangsgeschwindigkeit an den Dichtlippen. Bei Lagereinheiten mit Labyrinthdichtungen richten sich die Grenzdrehzahlen nach der Lagergröße und dem Fett.

Die Richtwerte für die Grenzdrehzahlen sind in den Produkttabellen angegeben.

Korrosionsschutz

Alle Gehäuse der SKF ConCentra Rollenlagereinheiten sind aus Grauguss gefertigt. Die Gehäuse sind schwarz lackiert (RAL 9005). Die Farbe bietet einen Korrosionsschutz der Kategorie C2 nach ISO 12944-2:1998.

Radiale Lagerluft

Die Lager der SKF ConCentra Rollenlagereinheiten werden mit einer radialen Lagerluft gefertigt, die identisch mit der radialen C3-Lagerluft von Pendelrollenlagern mit kegeliger Bohrung ist. Die Lagerluftwerte gemäß ISO 5753:1991 sind in **Tabelle 1** aufgelistet und gelten für unbelastete Lagereinheiten im nicht eingebauten Zustand.

Fluchtungsfehler

SKF ConCentra Rollenlagereinheiten können Fluchtungsfehler von bis zu 1,5° zwischen den Positionen der Lagereinheiten aufnehmen.

Tabelle 1

Radiale Lagerluft der Lager in SKF ConCentra Rollenlagereinheiten

Bohrungs- durchmesser d	über	bis	Radiale Lagerluft	
			min	max
			µm	
30		40	50	65
40		50	60	80
50		65	75	95
65		80	95	120
80		100	110	140

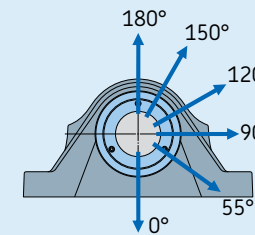
Belastbarkeit der Gehäuse

SKF ConCentra Rollenlagereinheiten der Reihe SYNT sind für Radiallasten ausgelegt, die in Richtung der Aufspannfläche wirken. Richtwerte für die Bruchlasten P der Gehäuse der Reihe SYNT für verschiedene Belastungsrichtungen sind in **Tabelle 2** aufgelistet. Richtwerte für die Bruchlasten P der Gehäuse der Reihe FYNT für verschiedene Belastungsrichtungen sind in **Tabelle 3** aufgelistet. Sind hohe Belastungen zu erwarten, werden zusätzliche Unterstützungen empfohlen, um die Befestigungsschrauben zu entlasten.

Anhand der Werte in den Tabellen lässt sich die zulässige Belastung für die Gehäuse beider Reihen ermitteln, wenn ein von den Betriebsbedingungen und Zuverlässigkeitsanforderungen abhängiger Sicherheitsfaktor angewandt wird. Für allgemeine Anwendungsfälle wird üblicherweise der Sicherheitsfaktor 6 verwendet.

Tabelle 2

Bruchlasten für Gehäuse der SKF ConCentra Rollenlagereinheiten der Reihe SYNT

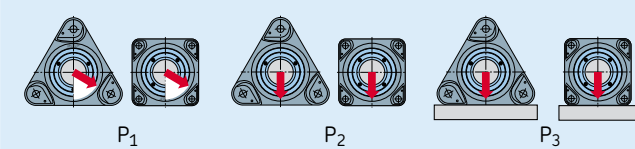


Lagereinheit Lagerbezeichnung	Bruchlast in Richtung von					
	P_{0° ¹⁾	P_{55°	P_{90°	P_{120°	P_{150°	P_{180°
kN						
SYNT 35	150	250	150	95	85	105
SYNT 40	160	265	160	100	90	110
SYNT 45	170	280	170	110	100	115
SYNT 50	190	330	200	130	115	140
SYNT 55	210	350	210	140	120	150
SYNT 60	270	365	220	150	130	170
SYNT 65	290	380	230	155	140	210
SYNT 70	350	400	240	160	145	215
SYNT 75	370	415	250	165	150	220
SYNT 80	430	480	290	205	190	240
SYNT 90	470	620	370	280	250	310
SYNT 100	600	680	410	310	275	340

¹⁾ Die Werte P_{0° gelten, wenn das Gehäuse in der Mitte der Aufspannfläche, d. h. zwischen den Verstärkungsrippen, nicht gestützt wird.

Tabelle 3

Bruchlasten für Gehäuse der SKF ConCentra Rollenlagereinheiten der Reihe FYNT



Lagereinheit Lagerbezeichnung	Bruchlast in Richtung von		
	P_1	P_2	P_3
kN			
FYNT 35	80	55	95
FYNT 40	90	60	100
FYNT 45	100	65	105
FYNT 50	110	80	110
FYNT 55	120	95	115
FYNT 60	130	110	190
FYNT 65	140	125	265
FYNT 70	150	140	340
FYNT 75	160	155	415
FYNT 80	170	170	490
FYNT 90	180	185	565
FYNT 100	190	200	640

Axiale Belastbarkeit

Die axiale Belastbarkeit einer SKF Con-Centra Rollenlagereinheit hängt von der Reibung zwischen Welle und Sicherungsvorrichtung ab. Sie ist daher ebenfalls von der Anzahl der Gewindestifte im Einbauring abhängig (→ **Tabelle 4**).

Bei korrektem Einbau können die Lagereinheiten typische Stoßbelastungen entsprechend der erforderlichen axialen Belastbarkeit aufnehmen. Die Nennlebensdauer des Lagers begrenzt die maximale Axialbelastung im Betrieb durch die äquivalente Lagerbelastung P (→ *Äquivalente dynamische Lagerbelastung*, **Seite 14**).

Tabelle 4

Axiale Belastbarkeit der SKF ConCentra Rollenlagereinheiten

Lagereinheit Lagerbezeichnung	Anzahl Gewindestifte	Axiale Belastbarkeit ¹⁾ kN
–	–	–
SYNT 35 SYNT 40 SYNT 45	FYNT 35 FYNT 40 FYNT 45	3 3 3
SYNT 50 SYNT 55 SYNT 60	FYNT 50 FYNT 55 FYNT 60	3 3 3
SYNT 65 SYNT 70 SYNT 75	FYNT 65 FYNT 70 FYNT 75	4 4 5
SYNT 80 SYNT 90 SYNT 100	FYNT 80 FYNT 90 FYNT 100	5 7 7

¹⁾Nicht äquivalent mit der axialen Tragfähigkeit der Lagereinheit.

Bezeichnungen

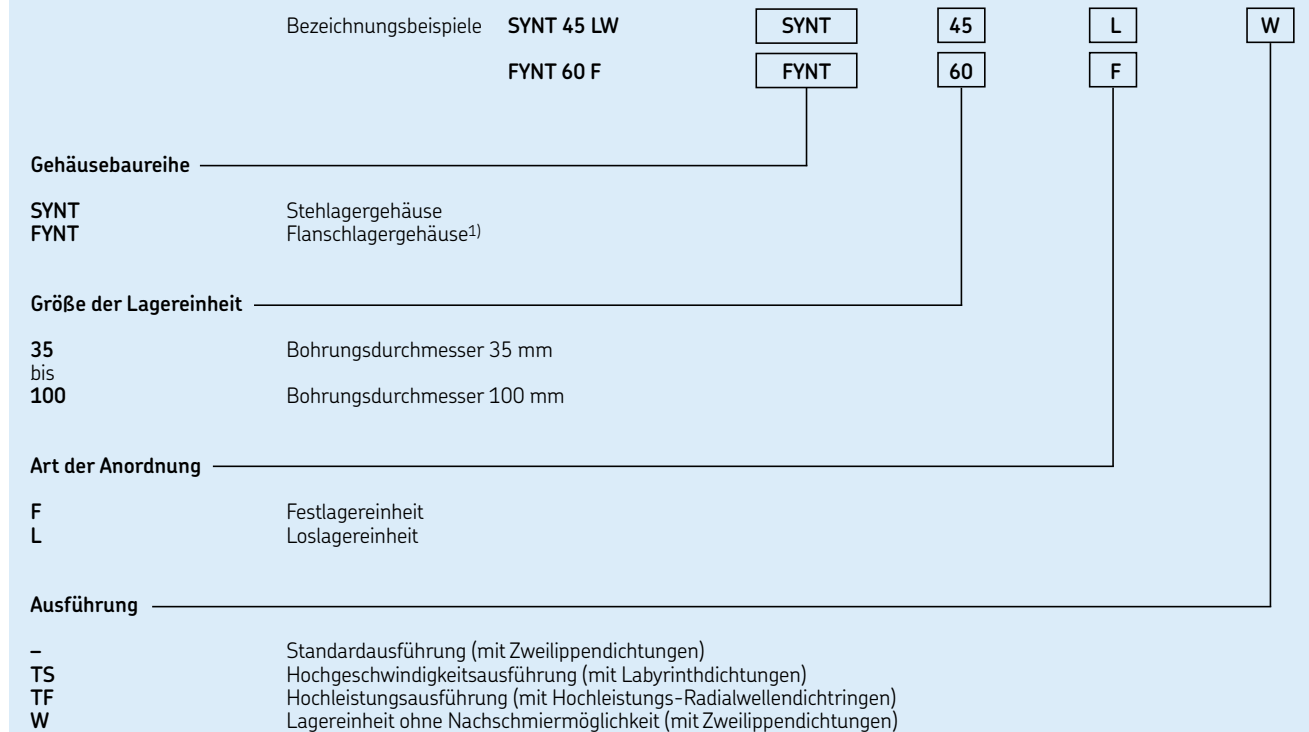
Die komplette Bezeichnung einer SKF Con-Centra Rollenlagereinheit besteht aus:

- Gehäusebaureihe
- Größe der Lagereinheit, angegeben durch den Bohrungsdurchmesser
- Art der Anordnung
- Ausführung

Das Bezeichnungsschema für metrische SKF ConCentra Rollenlagereinheiten ist in **Tabelle 5** zusammen mit den Definitionen angegeben.

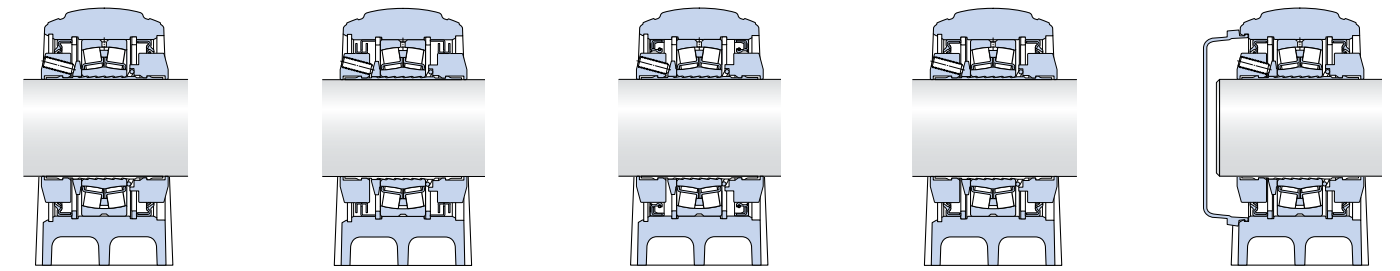
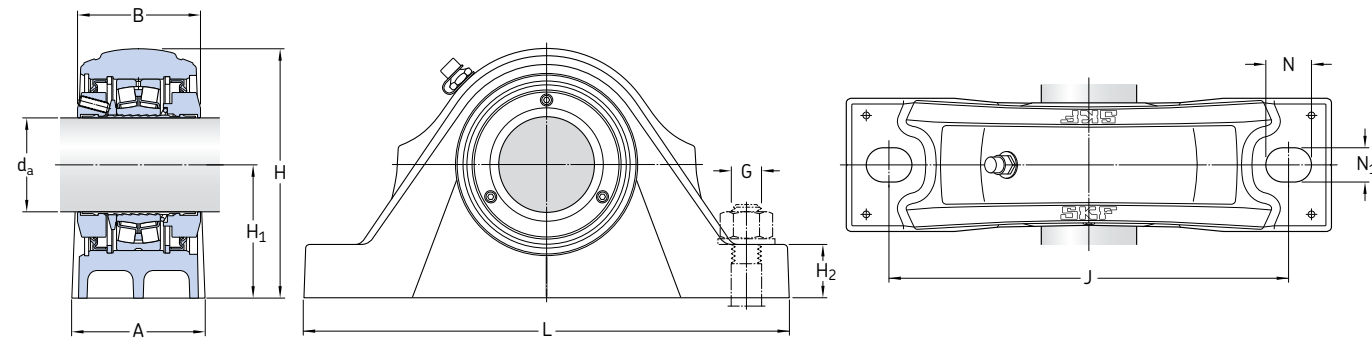
Tabelle 5

Bezeichnungsschema für metrische SKF ConCentra Rollenlagereinheiten



¹⁾Nur in der Standardausführung erhältlich.

SKF ConCentra Rollenlagereinheiten mit Stehlagergehäuse
 d_a 35 – 100 mm



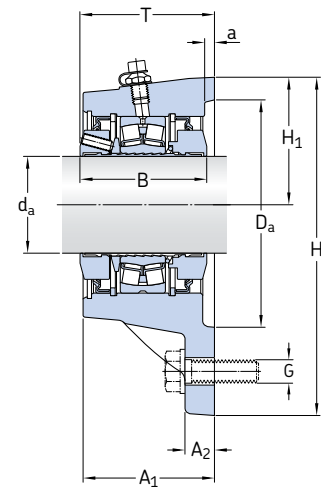
Standardausführung
 Hochgeschwindigkeitsausführung
 Nachsetzzeichen TS
 Hochleistungsausführung
 Nachsetzzeichen TF
 Lagereinheit ohne Nachschmiermöglichkeit
 Nachsetzzeichen W
 Abschlussdeckel

Wellendurchmesser d_a	Abmessungen										Gewicht kg	Kennzeichen	
	A	B	H	H_1	H_2	J	L	N	N_1	G		Standardausführung Festlager	Loslager
mm	mm											-	
35	60	65	111	60	25	170	205	20	15	12	3,80	SYNT 35 F	SYNT 35 L
40	60	65	114	60	25	170	205	20	15	12	3,80	SYNT 40 F	SYNT 40 L
45	60	65	118	60	25	170	205	20	15	12	4,00	SYNT 45 F	SYNT 45 L
50	70	65	131	70	28	210	255	24	18	16	5,80	SYNT 50 F	SYNT 50 L
55	70	66	137	70	30	210	255	24	18	16	6,00	SYNT 55 F	SYNT 55 L
60	80	71	151	80	30	230	275	24	18	16	7,70	SYNT 60 F	SYNT 60 L
65	80	72	158	80	30	230	280	24	18	16	8,70	SYNT 65 F	SYNT 65 L
70	90	72	176	95	32	260	315	28	22	20	11,0	SYNT 70 F	SYNT 70 L
75	90	72	180	95	32	260	320	28	22	20	12,0	SYNT 75 F	SYNT 75 L
80	100	72	191	100	35	290	345	28	22	20	20,0	SYNT 80 F	SYNT 80 L
90	110	86	216	112	40	320	380	32	26	24	21,0	SYNT 90 F	SYNT 90 L
100	120	86	238	125	45	350	410	32	26	24	30,0	SYNT 100 F	SYNT 100 L

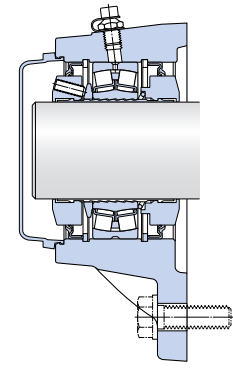
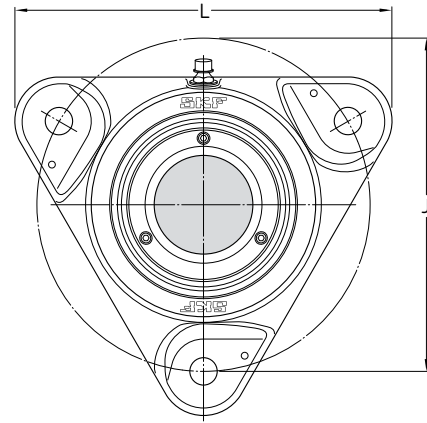
Wellendurchmesser d_a	Kurzzzeichen	Tragzahlen		Ermüdungs- grenzbelastung P_u	Grenzdrehzahlen der Ausführungen				Abschlussdeckel Kurzzzeichen
		dyn.	stat.		Standardausführung	Hochgeschwindigkeitsausführung	Hochleistungsausführung	Lagereinheit ohne Nachschmiermöglichkeit ¹⁾	
mm	-	kN	kN	kN	min ⁻¹				-
35	22207 E	86,5	85	9,3	4 100	6 500	2 050	4 100	ECY 207
40	22208 E	96,5	90	9,8	3 800	5 900	1 900	3 800	ECY 208
45	22209 E	102	98	10,8	3 500	5 400	1 750	3 500	ECY 209
50	22210 E	104	108	11,8	3 300	4 900	1 650	3 300	ECY 210
55	22211 E	125	137	13,7	3 100	4 500	1 550	3 100	ECY 211
60	22212 E	156	166	18,6	2 900	4 100	1 450	2 900	ECY 212
65	22213 E	193	216	24	2 700	3 800	1 350	2 700	ECY 213
70	22214 E	208	228	25,5	2 600	3 600	1 300	2 600	ECY 214
75	22215 E	212	240	26,5	2 500	3 300	1 250	2 500	ECY 215
80	22216 E	236	270	29	2 300	3 100	1 150	2 300	-
90	22218 E	325	375	39	2 100	2 800	1 050	2 100	-
100	22220 E	425	490	49	2 000	2 500	1 000	2 000	-

¹⁾ Siehe auch Diagramm 4 auf Seite 23

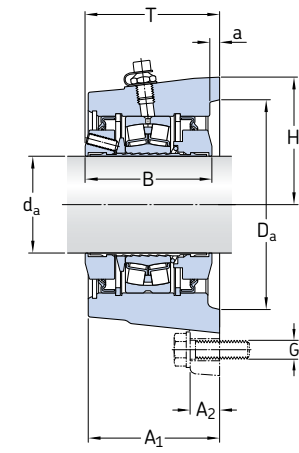
SKF ConCentra Rollenlagereinheiten mit Flanschlagergehäuse
 d_a 35 – 100 mm



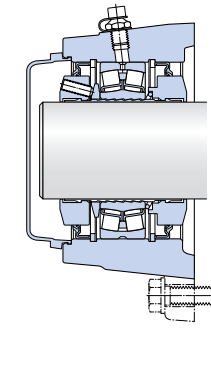
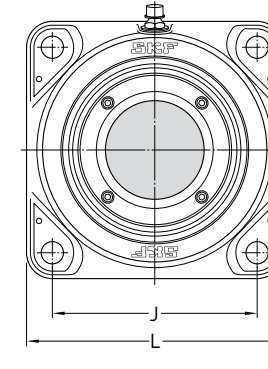
Gehäusekonstruktion für Wellendurchmesser von 35 bis 60 mm



Abschlussdeckel



Gehäusekonstruktion für Wellendurchmesser von 65 bis 100 mm



Abschlussdeckel

Wellen- durchmesser d_a	Abmessungen										Gewicht	Kennzeichen Standardausführung Festlager	Loslager	
	A_1	A_2	T_{max}	B	H	H_1	J	L	G	D_a				a
mm	mm										kg	-		
35	66	12	72,5	65	143	54	140	159	12	90	4	3,00	FYNT 35 F	FYNT 35 L
40	66	12	72,5	65	160	60	160	179	12	100	4	3,60	FYNT 40 F	FYNT 40 L
45	66	15	72,5	65	160	60	160	179	12	100	5	3,90	FYNT 45 F	FYNT 45 L
50	70	15	72,7	65	172,5	65	170	192	12	105	5	4,50	FYNT 50 F	FYNT 50 L
55	70	15	73,6	66	189	72	180	210	12	120	5	5,90	FYNT 55 F	FYNT 55 L
60	78	15	78,7	71	202,5	77,5	190	225	12	130	5	6,70	FYNT 60 F	FYNT 60 L
65	78	25	80,3	72	-	95	152	190	16	150	6	9,30	FYNT 65 F	FYNT 65 L
70	82	25	81,3	72	-	98	152	196	16	150	6	11,0	FYNT 70 F	FYNT 70 L
75	82	25	81,3	72	-	105	170	210	16	170	6	12,0	FYNT 75 F	FYNT 75 L
80	82,5	25	83	72	-	105	170	210	16	170	7	13,0	FYNT 80 F	FYNT 80 L
90	92	30	93,5	86	-	125	198	250	20	200	6	18,0	FYNT 90 F	FYNT 90 L
100	98	30	98,9	86	-	135	219	270	20	220	6	23,0	FYNT 100 F	FYNT 100 L

Wellen- durchmesser d_a	Kurzzzeichen	Tragzahlen		Ermüdungs- grenzbelastung P_u	Grenzdrehzahl n	Abschlussdeckel Kurzzzeichen
		dyn.	stat.			
mm	-	C	C_0	kN	min^{-1}	-
35	22207 E	86,5	85	9,3	4 100	ECY 207
40	22208 E	96,5	90	9,8	3 800	ECY 208
45	22209 E	102	98	10,8	3 500	ECY 209
50	22210 E	104	108	11,8	3 300	ECY 210
55	22211 E	125	137	13,7	3 100	ECY 211
60	22212 E	156	166	18,6	2 900	ECY 212
65	22213 E	193	216	24	2 700	ECY 213
70	22214 E	208	228	25,5	2 600	ECY 214
75	22215 E	212	240	26,5	2 500	ECY 215
80	22216 E	236	270	29	2 300	-
90	22218 E	325	375	39	2 100	-
100	22220 E	425	490	49	2 000	-

Weitere SKF Lagereinheiten

Außer den hier vorgestellten SKF ConCentra Rollenlagereinheiten sind im umfangreichen SKF Sortiment weitere einbaufertige Lagereinheiten enthalten, darunter:

- SKF ConCentra Rollenlagereinheiten in Zollgrößen
- Rollenlagereinheiten mit Stellringbefestigung
- SKF ConCentra Kugellagereinheiten
- Y-Lagereinheiten

SKF ConCentra Rollenlagereinheiten in Zollgrößen

Das metrische Sortiment der SKF ConCentra Rollenlagereinheiten wird durch mehrere Lagereinheiten in Zollgrößen für Wellendurchmesser von 1 7/16 bis 4 inch ergänzt. Die Lagereinheiten werden in folgenden Ausführungen angeboten:

- Stehlagereinheiten der Reihen SYR, SYE und FSYE
- Flanschlagereinheiten der Reihen FYR, FYE und FYRP

Diese Lagereinheiten sind austauschbar mit den Rollenlagereinheiten mit Stellringbefestigung ähnlicher Reihen.

Rollenlagereinheiten mit Stellringbefestigung

SKF Rollenlagereinheiten mit Stellringbefestigung sind einbaufertige, geschmierte und abgedichtete Einheiten, die Schiefstellungen der Welle gegenüber dem Gehäuse aufnehmen können. Die Einheiten haben eine dimensionsgleiche Bauweise mit ähnlichen Reihen mit SKF ConCentra Rollenlagereinheiten in Zollgrößen und unterscheiden sich hauptsächlich durch die Befestigung des Lagers auf der Welle. Die Lager in Einheiten mit Stellringbefestigung sind statt mit einer Stufenhülse mit einem Befestigungsring und zwei Gewindestiften an der Welle gesichert.

Rollenlagereinheiten mit Stellringbefestigung sind für Wellen mit einem Durchmesser von 1 7/16 bis 4 inch erhältlich als:

- Stehlagereinheiten der Reihen SYR, SYE und FSYE
- Flanschlagereinheiten der Reihen FYR, FYE und FYRP

SKF ConCentra Kugellagereinheiten

SKF ConCentra Kugellagereinheiten wurden für Anwendungen mit relativ hohen Drehzahlen und mittleren Belastungen entwickelt, in denen niedrige Schwingungs- und Geräuschpegel und ein geringer Wartungsaufwand wichtige Betriebsparameter sind. Die Einheiten basieren auf Stehlagereinheiten der Reihe SY und sind daher dimensionsgleich. Die Lager basieren auf Rillenkugellagern der Reihe 62.

SKF ConCentra Kugellagereinheiten sind erhältlich als:

- metrische Einheiten für Wellendurchmesser von 25 bis 60 mm
- Zoll-Einheiten für Wellendurchmesser von 1 bis 2 15/16 inch.

Y-Lagereinheiten

SKF Standard-Kugellagereinheiten werden als Y-Lagereinheiten bezeichnet. Jede Einheit besteht aus einem einreihigen Rillenkugellager mit verbreitertem Innenring und kugeligem, konvexem Außendurchmesser in einem Gehäuse mit entsprechend kugeligem, konkaver Bohrung. Diese einbaufertigen Einheiten können Fluchtungsfehler aufnehmen.

SKF Y-Lagereinheiten werden in folgenden Ausführungen angeboten:

- Y-Stehlagereinheiten
- geflanschte Y-Lagereinheiten
- Y-Spannlagerkopfeinheiten

Lager und Gehäuse können separat bestellt werden. Das Angebot umfasst eine große Auswahl an Gehäusen aus Verbundwerkstoffen, Grauguss und Stahlblech sowie Lager-Dämmring-Einheiten. Mehrere Dichtungsarten sowie Ausführungen zur Befüllung mit Schmierfett erfüllen spezifische Anwendungsanforderungen, wobei das Sortiment Einheiten in metrischen und Zollgrößen umfasst.

Darüber hinaus stehen drei Verfahren zur Befestigung des Lagers auf der Welle zur Verfügung:

- Gewindestiftbefestigung
- Exzenterringbefestigung
- Spannhülsebefestigung





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 Wälzlager 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: eKm 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 Raumfahrt-industrie 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 an 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.



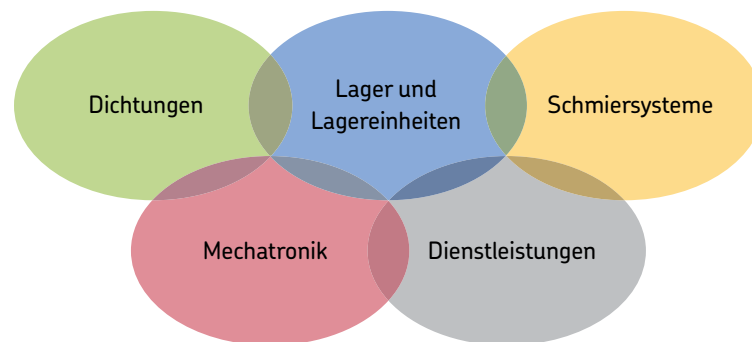
Die Anlageneffizienz optimieren

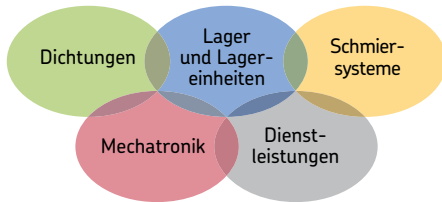
Über SKF Reliability Systems bietet SKF ein umfangreiches Sortiment an Produkten und Dienstleistungen für mehr Anlageneffizienz an. Es beinhaltet unter anderem Hard- und Softwarelösungen für die Zustandsüberwachung, technische Unterstützung, Beratung hinsichtlich Instandhaltungsstrategien oder auch komplette 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 ist eine eingetragene Marke der SKF Gruppe.
 ™ SKF EXPLORER und TOTAL SHAFT SOLUTIONS sind eingetragene Marken der SKF Gruppe.

© SKF Gruppe 2010
 Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit unserer vorherigen schriftlichen Genehmigung gestattet. Die Angaben in dieser Druckschrift wurden mit größter Sorgfalt auf ihre Richtigkeit hin überprüft. Trotzdem kann keine Haftung für Verluste oder Schäden irgendwelcher Art übernommen werden, die sich mittelbar oder unmittelbar aus der Verwendung der hier enthaltenen Informationen ergeben.

PUB BU/P2 06103 DE · April 2010

Diese Druckschrift ersetzt alle Informationen über metrische SKF ConCentra Rollenlagereinheiten in Druckschrift 5103.

Gedruckt in Schweden auf umweltfreundlichem Papier.

Bestimmte Aufnahmen mit freundlicher Genehmigung von Shutterstock.com

