

S

# SKF Explorer Lager für Schraubenkompressoren



# Inhalt

Das Markenzeichen SKF steht heute für wesentlich mehr als jemals 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 hoch technische 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. Die Umsetzung von Produktideen in die Praxis wird dadurch beschleunigt oder die Wirtschaftlichkeit ganzer Maschinenanlagen gesteigert.

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

**SKF – Kompetenz für Bewegungstechnik**



## **Anforderungen und Lösungen .....3**

Schraubenkompressoren.....3  
SKF Explorer Lager.....3

## **SKF Explorer Lager – Eine neue Leistungsklasse bei Wälzlagern .....4**

Mehrleistung ausnutzen.....5

## **SKF Explorer Lager – Lösungen für Schraubenkompressoren.....7**

Anforderungsgerechte Komponenten .....7  
Anforderungsgerechtes Sortiment.....8

## **SKF Explorer Schrägkugellager .....10**

Anwendungshinweise.....12  
Allgemeine Lagerdaten.....12

## **SKF Explorer Vierpunktlager .....13**

Anwendungshinweise.....16  
Allgemeine Lagerdaten.....16

## **SKF Explorer Zylinderrollenlager .....17**

Anwendungshinweise.....19  
Allgemeine Lagerdaten.....19

## **SKF Explorer Kegelrollenlager .....20**

Anwendungshinweise.....21  
Allgemeine Lagerdaten.....21

# Anforderungen und Lösungen

## Schraubenkompressoren SKF Explorer Lager

Schraubenkompressoren sind zuverlässige und leistungsfähige Maschinen zum Verdichten von Gasen. Sie werden hauptsächlich zur Erzeugung von Druckluft eingesetzt. Daneben werden sie auch in Klimaanlage und Kältemaschinen und zum Transport von Industriegasen verwendet. Unterschieden wird zwischen ölgeschmierten und ölfreien Schraubenkompressoren.

Schraubenkompressoren sind kompakter als Kolbenmaschinen. Sie erzeugen weniger Schwingungen und laufen wesentlich leiser. Grundvoraussetzung für hohe Leistung und einen hohen Wirkungsgrad sind steife und laufgenaue Lagerungen, damit die Spaltbreiten zwischen den Drehkolben selbst und zwischen Drehkolben und Gehäuse sehr eng gehalten werden können. Zudem sollen die Lager in Schraubenkompressoren reibungsarm bei hohen Drehzahlen laufen und die gewünschte Lebensdauer zuverlässig erreichen.

SKF Lager der Explorer Leistungsklasse erfüllen auf ideale Weise alle Anforderungen, die an Lager für Schraubenkompressoren gestellt werden und bieten eine ganze Reihe von Vorteilen:

- hohe Tragfähigkeit
- lange Lebensdauer
- hohe Laufgenauigkeit
- geringe Reibung
- niedriges Schwingungsniveau
- höhere Drehzahlen
- hohe Zuverlässigkeit
- geringer Wartungsaufwand

Und noch ein wesentlicher Vorteil kommt hinzu. Sie stehen für alle nur

möglichen Lagerungen in Schraubenkompressoren zur Verfügung, als

- SKF Explorer Schrägkugellager,
- SKF Explorer Vierpunktlager,
- SKF Explorer Zylinderrollenlager und
- SKF Explorer Kegelrollenlager.

Warum Sie mit diesen Lagern leistungsfähigere, zuverlässigere und kostengünstigere Kompressoren bauen können, erfahren Sie auf den nächsten Seiten.

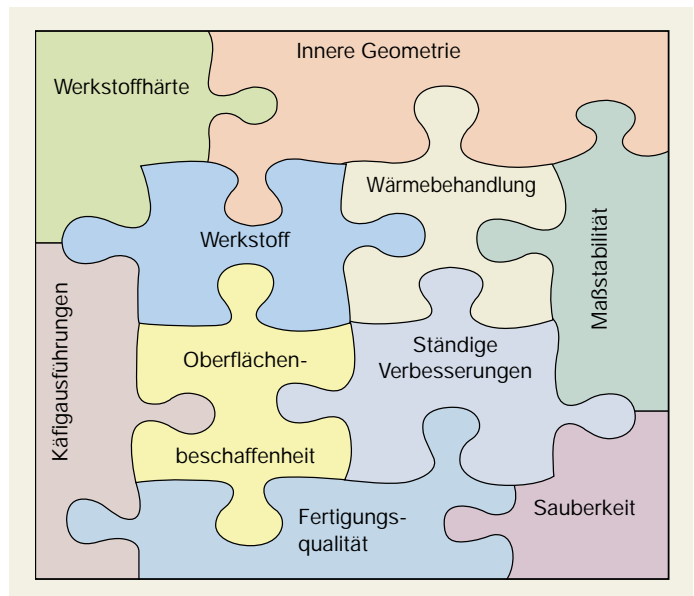


# SKF Explorer Lager – eine neue Leistungsklasse bei Wälzlagern

SKF Explorer Lager sind das Ergebnis langjähriger intensiver Forschungs- und Entwicklungsarbeiten international zusammengesetzter Teams von SKF Wissenschaftlern und Ingenieuren. Werkstoff- und Fertigungsspezialisten haben in Zusammenarbeit mit den Produktverantwortlichen das Puzzle bestehend aus

- Werkstoff
- Wärmebehandlung
- Werkstoffhärte
- Fertigungsqualität
- Oberflächenbeschaffenheit
- Innerer Geometrie
- Wälzkörperausführung
- Käfigdesign

optimal zusammengesetzt. Im Ergebnis bedeutet das: SKF Explorer Lager setzen neue Maßstäbe hinsichtlich Leistung und Ausdauer.



## Werkstoff

Für SKF Explorer Lager wird ein extrem homogener Wälzlagerstahl verwendet: im Vakuum erschmolzen und mit sehr niedrigem Sauerstoffgehalt sowie sehr geringen Anteilen an nichtmetallischen Einschlüssen. Die Reinheit und Homogenität des Werkstoffs steigern die Ermüdungsfestigkeit im Wälzkontakt und lassen die Lager länger laufen.



## Wärmebehandlung

Ein neues optimiertes Wärmebehandlungsverfahren sorgt für eine ausgewogene Balance zwischen Lebensdauer und Maßstabilität. Relativ hohe Betriebstemperaturen können daher den SKF Explorer Lagern nichts anhaben.



## Oberflächenbeschaffenheit

Die Oberflächenmorphologie der Laufbahnen und Wälzkörper sorgt für weiter verbesserte Schmierungsverhältnisse. SKF Explorer Lager laufen deshalb länger – auch bei dünnen Schmierfilmen und unter ungünstigen Schmierbedingungen.



## Fertigungsqualität

Neue Fertigungsverfahren erlauben weiter eingegengte Toleranzen, die die Lager geräusch- und schwingungsärmer laufen lassen. Zudem ist die Fertigung extrem sauber. Es bleibt praktisch nichts am Lager haften, was später einen negativen Einfluss auf die Lebensdauer haben könnte.



## Käfigdesign

Die Formgebung bei Käfigen für SKF Explorer Lager bewirkt eine bessere Schmierstoffversorgung aller Funktionsflächen, auch bei gelegentlicher Mangelschmierung. Die Wälzkörperführung konnte weiter verbessert werden.



## Innere Geometrie

Kleine aber wirksame Veränderungen der inneren Geometrie sorgen für geringe Reibung und hohe Tragfähigkeit. Rollenlager profitieren unter anderem vom logarithmischen Kontaktprofil und der Gestaltung der Rolle-Bord-Berührungstellen. Bei Kugellagern wirken sich vor allem die optimierte Schmiegun und die Gestaltung des Laufbahn-Schulterübergangs aus.





## Mehrleistung ausnutzen

Die technischen Verbesserungen der SKF Explorer Lager haben mehrfachen Nutzen. Bei vorhandenen Kompressoren können Sie wählen, ob Sie die längere Lebensdauer ausnutzen oder von einer höheren Maschinenleistung profitieren wollen. Bei Neukonstruktionen bleibt es Ihnen überlassen, ob Sie Kompressoren gleicher Leistung kompakter ausführen wollen oder die Leistungsdichte bei unveränderter Baugröße erhöhen wollen. Welche Möglichkeit Sie nutzen, in jedem Fall sorgen SKF Explorer Lager für geringere Gesamtkosten.

Um die Vorteile der SKF Explorer Lager bereits vorab in Betriebsstunden ausdrücken zu können, ist die rechnerische Auslegung der Lagerungen anhand der erweiterten SKF Lebensdauergleichung vorzunehmen. Die Verbesserungen der SKF Explorer Lager werden bei der Berechnung berücksichtigt durch

- eine höhere dynamische Tragfähigkeit und
- einen modifizierten Lebensdauerbeiwert  $a_{SKF}$ , der den Einfluss des verbesserten Werkstoffs, der Schmierbedingungen und der Sauberkeit erfasst.

Das Berechnungsverfahren ist im SKF Hauptkatalog und im "Interaktiven SKF Lagerungskatalog" auf CD-ROM oder online unter [www.skf.com](http://www.skf.com) ausführlich beschrieben. Mit den im Interaktiven Lagerungskatalog hinterlegten Rechenprogrammen lassen sich einzelne Lagerstellen schnell und einfach berechnen.

### Längere Gebrauchsdauer bei vorhandenen Kompressoren

Sie müssen die Leistung nicht steigern? Dann nutzen Sie ein SKF Explorer Lager gleicher Größe um

- die Betriebssicherheit zu erhöhen
- die Schwingungen zu reduzieren
- die Wärmeentwicklung zu reduzieren
- die Wartungsabstände zu verlängern
- die Maschinenverfügbarkeit zu steigern

### Kleinere Kompressoren bei gleicher Leistung

Setzen Sie kleinere SKF Explorer Lager ein um

- die Baugröße zu verringern, Werkstoff zu sparen und Gewicht zu reduzieren
- die Wärmeentwicklung zu reduzieren
- die Betriebsdrehzahlen zu erhöhen

### Leistung steigern bei vorhandenen Kompressoren

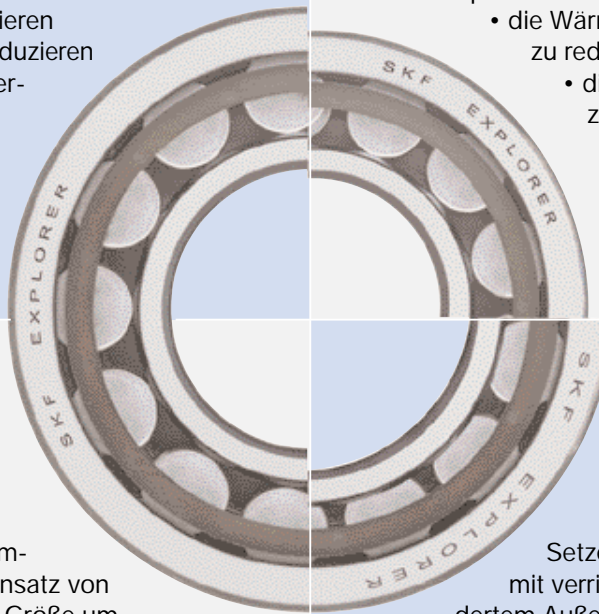
Vermeiden Sie kostspielige Umbaumaßnahmen durch den Einsatz von SKF Explorer Lagern gleicher Größe um

- die Leistungsdichte zu erhöhen
- die Spaltbreiten zu verringern
- den Leistungsdurchsatz zu steigern
- die Betriebsdrehzahlen zu erhöhen
- die Belastbarkeit zu steigern

### Höhere Leistungsdichte bei neuen Kompressoren

Setzen Sie SKF Explorer Lager mit verringertem Querschnitt bei unverändertem Außendurchmesser ein um

- die Welle stärker ausführen zu können
- die Systemsteifigkeit zu erhöhen
- die Spaltbreiten zu reduzieren
- die Betriebsdrehzahlen anzuheben oder zumindest beizubehalten







# SKF Explorer Lager – Lösungen für Schraubenkompressoren

## Anforderungsgerechte Komponenten

Insbesondere in Schraubenkompressoren können SKF Explorer Lager ihre technischen Verbesserungen ausspielen. Sie bringen alle Voraussetzungen mit, den besonderen Anforderungen in diesem Anwendungsfall gerecht zu werden.

Detaillierte Angaben über die technischen Verbesserungen finden Sie für:

- SKF Explorer Schrägkugellager ab **Seite 10**,
- SKF Explorer Vierpunktlager ab **Seite 13**,
- SKF Explorer Zylinderrollenlager ab **Seite 17**,
- SKF Explorer Kegelrollenlager ab **Seite 20**.

### Mehr Leistung

Mit SKF Explorer Lagern können leistungsfähigere Verdichter konstruiert werden. Geringere Lagerreibung, verbesserte Käfige und optimierte Schmierbedingungen ermöglichen höhere Drehzahlen und damit größere

Fördermengen. Passend dazu verfügen SKF Explorer Lager über eine höhere dynamische Tragfähigkeit.

### Hoher Wirkungsgrad

SKF Explorer Lager sind besonders laufgenau und in eingeeengten Lagerluftklassen erhältlich. Sie sind für praktisch alle Drehzahlbereiche geeignet (→ **Diagramm 1**). SKF Explorer Lager ermöglichen enge Spaltbreiten zwischen den Drehkolben bzw. zwischen Drehkolben und Gehäuse, sowohl in radialer als auch axialer Richtung. Sie erfüllen damit die wesentlichen Grundvoraussetzungen für einen hohen Kompressorwirkungsgrad.

### Verbesserte Betriebssicherheit

Die dynamische Tragfähigkeit von SKF Explorer Lagern liegt bis zu 15 % über der der bisherigen Ausführungen. Zusammen mit den weiteren Verbesserungen ergibt sich in der Praxis eine Lebensdauer, die beim 2- bis 3-fachen der bisherigen Werte liegt. Die längere Lebensdauer von SKF Explorer Lagern zahlt sich damit auch in höherer Betriebssicherheit aus.

### Kleinere Kompressoren

SKF Explorer Lager bieten Möglichkeiten zu Downsizing. Vielfach stehen Lager mit kleinerem Bohrungs- oder kleinerem Außendurchmesser zur Verfügung, die zum Teil sogar noch leistungsfähiger sind als die bisherigen größeren Lager.

### Weniger Schwingungen

Verbesserte Käfige und die hohe Fertigungsqualität von SKF Explorer Lagern lassen die Lager geräusch- und schwingungsärmer laufen.

### Einfache Logistik

SKF Explorer Lager stehen für alle Lagerstellen eines Schraubenkompressors zur Verfügung. Sie sind mit unterschiedlichen Käfigen, auch aus dem Hochleistungskunststoff PEEK (Polyetheretherketon), erhältlich. Eine Übersicht über das Sortiment gibt **Matrix 1** auf **Seite 9**.

Und damit es einfach bleibt, gibt es für die neuen Lager keine neuen Bezeichnungen. Zur Unterscheidung sind jedoch die Lager und Verpackungen mit dem Produktnamen "EXPLORER" signiert.

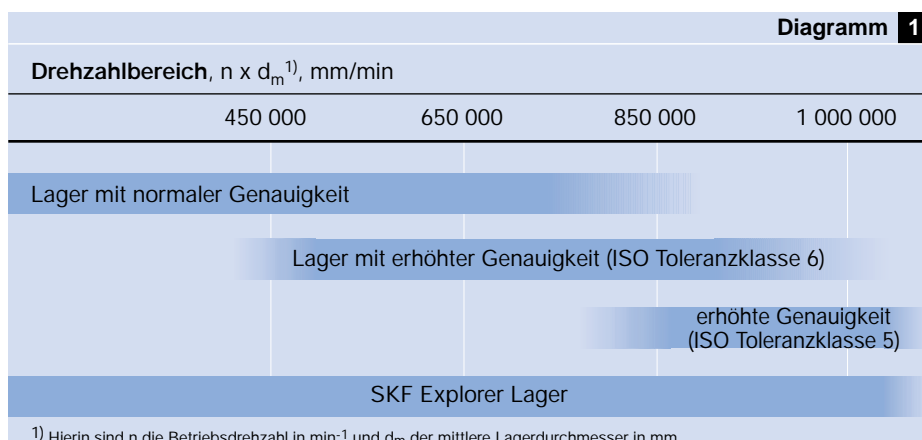
### Technische Zusammenarbeit

Wälzlagerungen in Schraubenkompressoren müssen sehr detailliert betrachtet werden. Grundsätzlich geht es um Themen wie

- optimale Lagerluft bzw. Vorspannung,
- ausreichende Mindestbelastung und
- geeignete Käfigausführungen.

Die Hinweise und Angaben in dieser Broschüre reichen für die Auslegung von Wälzlagerungen in Schraubenkompressoren nicht aus. Insbesondere bei Neukonstruktionen sollte frühzeitig eine Zusammenarbeit mit dem Technischen Beratungsservice von SKF angestrebt werden.

## Drehzahlbereiche für Wälzlager in Schraubenkompressoren in Abhängigkeit von der Laufgenauigkeit



### Genauere Lebensdauerberechnung

Die rechnerische Lebensdauer für eine einzelne Lagerstelle kann am einfachsten mit den Rechenprogrammen des "Interaktiven SKF Lagerungskatalogs" ermittelt werden. Der Interaktive SKF Lagerungskatalog steht online zur Verfügung unter [www.skf.com](http://www.skf.com) oder ist auf CD-ROM erhältlich. Mit diesem Hilfsmittel kann die erweiterte SKF Lebensdauer entsprechend DIN ISO 281/A2:2001 bestimmt werden. Auf diese Weise wird das gesteigerte Leistungsvermögen von SKF Explorer Lagern auch rechnerisch erfasst.

Das einfache Verfahren zur Berechnung der nominellen Lebensdauer nach DIN ISO 281:1993 erlaubt keine zutreffende Vorhersage der tatsächlichen Leistungsfähigkeit von SKF Explorer Lagern.

SKF Beratungsingenieuren stehen darüber hinaus Berechnungsprogramme zur Verfügung, die ausgehend von einem genauen Lagermodell eine eingehende Untersuchung des Systemverhaltens in einer virtuellen Umgebung ermöglichen.

### Anforderungsgerechtes Sortiment





Das Sortiment wurde ausgehend von den Lagerbauformen und -größen, die derzeit in Schraubenkompressoren eingesetzt werden, festgelegt. Die nebenstehende **Matrix 1** zeigt sowohl die ab Vorrat lieferbaren SKF Explorer Lager als auch die auf Anforderung lieferbaren Lager.

Empfehlungen für die Auswahl von Käfigen in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit gibt **Diagramm 2**. Das Diagramm gilt für Druckluftkompressoren. Für andere Medien können andere Käfigausführungen erforderlich sein.

Die Bestellbezeichnung eines Lagers ergibt sich, wenn die Bezeichnung für die Lagerreihe um die angegebene Bohrungskennzahl ergänzt wird. Spezielle Anforderungen an die Lagerluft werden durch weitere Nachsetzzeichen angegeben. Sie sind in den Abschnitten zu den einzelnen Lagerarten erläutert.

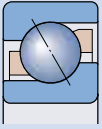
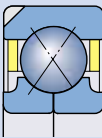
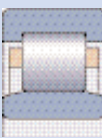
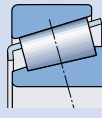
Detaillierte Angaben zu den Lagern enthalten der SKF Hauptkatalog und der Interaktive SKF Lagerungskatalog (online unter [www.skf.com](http://www.skf.com) oder auf CD-ROM), der außerdem den Zugang zu CAD-Zeichnungen eröffnet.

### Einsatzbereiche für Käfige in Abhängigkeit von der Drehzahl

		<b>Diagramm 2</b>			
Lagerreihe	Drehzahlbereich, $n \times d_m$ , mm/min				
		450 000	650 000	850 000	1 000 000 <sup>1)</sup>
 72 BE 73 BE	Kugelgeführter Polyamidkäfig (P)				
	Kugelgeführter PEEK-Käfig (PH)				
	Kugelgeführter Messing-Massivkäfig (M)				
 QJ 2 QJ 3	Außenringgeführter PEEK-Käfig (PHAS)				
	Außenringgeführter Messing-Massivkäfig (MA)				
 NU 2 EC NU 22 EC NU 3 EC NU 23 EC	Rollengeführter Polyamidkäfig (P) oder PEEK-Käfig (PH)				
	Schultergeführter PEEK-Käfig (PHA)				
	Schultergeführter Messing-Massivkäfig (ML)				
 313 J2/QCL 313 J2/QCL7A T7FC QCL7C	Rollengeführter Stahlblechkäfig (J)				

<sup>1)</sup> Für Drehzahlkennwerte  $n \times d_m \geq 1\,000\,000$  sollte in jedem Falle der Technische Beratungsservice von SKF in Anspruch genommen werden.



Lagerart	Lagerreihe	Lagergröße																			
		Bohrungsdurchmesser/Bohrungskennzahl																			
		17 03	20 04	25 05	30 06	35 07	40 08	45 09	50 10	55 11	60 12	65 13	70 14	75 15	80 16	85 17	90 18	95 19	100 20	110 22	120 24
<b>Schrägkugellager</b> 	72... BE..P	03		05	06	07	08	09	10		12		14					19			
	72... BE..PH	03		05	06	07	08	09	10		12		14		16			19			
	72... BE..M	03		05	06	07	08	09	10		12		14		16			19			
	73... BE..P		04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
	73... BE..PH		04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
	73... BE..M		04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
<b>Vierpunktlager</b> 	QJ 2... MA			05	06		08	09	10	11	12	13	14	15	16	17					
	QJ 2... N2MA	03		05	06	07	08			11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	24
	QJ 2... N2PHAS				06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
	QJ 3... MA		04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14								
	QJ 3... N2MA		04	05	06	07	08	09		11	12		14	15	16	17	18	19	20	22	24
	QJ 3... N2PHAS		04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	24
<b>Zylinderrollenlager</b> 	NU 2... ECP				06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	24
	NU 2... ECPH				06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
	NU 2... ECML				06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	24
	NU 22... ECP					07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	24
	NU 22... ECPH					07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
	NU 22... ECML					07	08		10	11	12		14	15	16	17	18		20	22	24
	NU 3... ECP		04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	24
	NU 3... ECPH		04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	24
	NU 3... ECML			05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16		18	19	20	22	24
	NU 23... ECP				06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	
	NU 23... ECPH				06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
	NU 23... ECML				06		08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
<b>Kegelrollenlager</b> 	313... J2/QCL7C						08	09	10	11	12	13		15					20	22	
	313... J2/QCL7A												14		16						
	T7FC 0... /QCL7C										55	60	65	70	75	80	85		95		

■ SKF Explorer Lager lieferbar

■ SKF Explorer Lager auf Anfrage (bei entsprechender Stückzahl)

# SKF Explorer Schrägkugellager

SKF Explorer Schrägkugellager weisen eine Reihe von Verbesserungen auf, die sie für den Einsatz in Schraubenkompressoren besonders geeignet machen.

## Übergang Laufbahn/Schulter

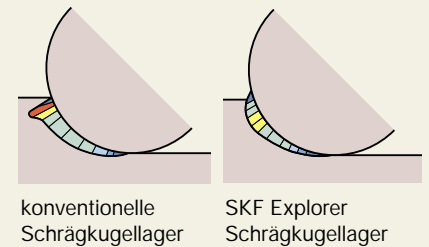
Bei SKF Explorer Schrägkugellagern ist der Übergang zwischen Laufbahn und Schulter speziell gestaltet. Dadurch werden auch bei hohen Axialbelastungen Spannungsspitzen im Wälzkontakt vermieden – und keine Spannungsspitzen heißt geringere Ermüdungsbelastung und damit längere Lebensdauer (→ Bild 1).

## Bessere Kugelqualität

Die Kugeln in SKF Explorer Lagern sind mindestens eine ISO-Klasse besser als bisher. Die erhöhte Formgenauigkeit verbessert die Laufeigenschaften – besonders bei hohen Drehzahlen. Laufgeräusche und Betriebstemperaturen werden ebenso verringert (→ Bild 2).



Bild 1

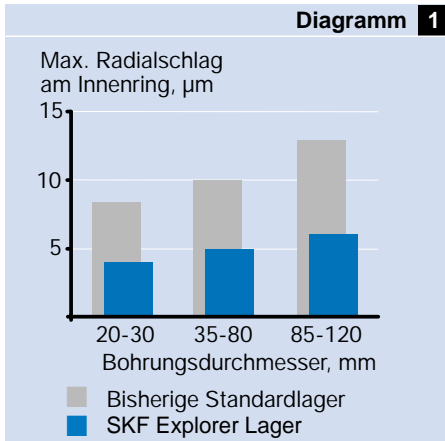


*Einfluss der Gestaltung des Übergangs von der Laufbahn zur Schulter: Geringere Spannungen in SKF Explorer Lagern*

*Die Kugeln in SKF Explorer Schrägkugellagern sind mindestens eine ISO-Qualitätsklasse besser als bisher*

Bild 2





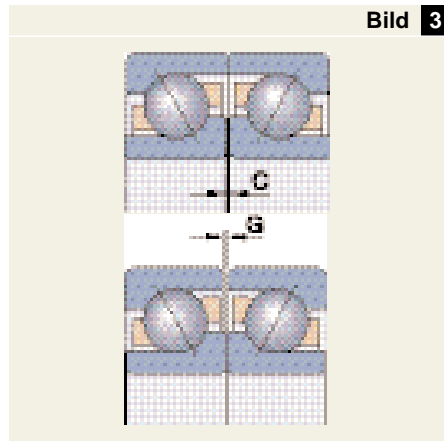
**Laufgenauigkeit von Schrägkugellagern im Vergleich**

### Höhere Laufgenauigkeit

Die für Schraubenkompressoren vorgesehenen einreihigen SKF Explorer Schrägkugellager werden mit der sehr hohen Laufgenauigkeit entsprechend Toleranzklasse P5 gefertigt und sind damit u.a. auch für hohe Drehzahlen geeignet (→ **Diagramm 1**).

### Universell paarbar

SKF Explorer Schrägkugellager sind universell paarbar, d.h. einzelne Lager können beliebig zu Lagerpaaren kombiniert werden. Beim Einbau in O- oder X-Anordnung nebeneinander entsteht genau die Lagerluft oder



**SKF Explorer Schrägkugellager sind zu Lagerpaaren in beliebiger Anordnung kombinierbar – immer mit einer definierten Lagerluft bzw. Vorspannung**

Vorspannung, die durch die Nachsetzzeichen der Lagerbezeichnung festgelegt ist (→ **Bild 3**). Der Einbau ist dadurch besonders einfach.

### Hohe Maßstabilität

Alle Ringe werden maßstabilisiert für Betriebstemperaturen bis 150°C. Der Vorteil daraus: Die Lagersätze halten die eingebaute Vorspannung über die gesamte Lebensdauer wesentlich genauer ein (→ **Diagramm 2**). Oder anders ausgedrückt: Die genaue Positionierung der Drehkolben bleibt im Betrieb erhalten.

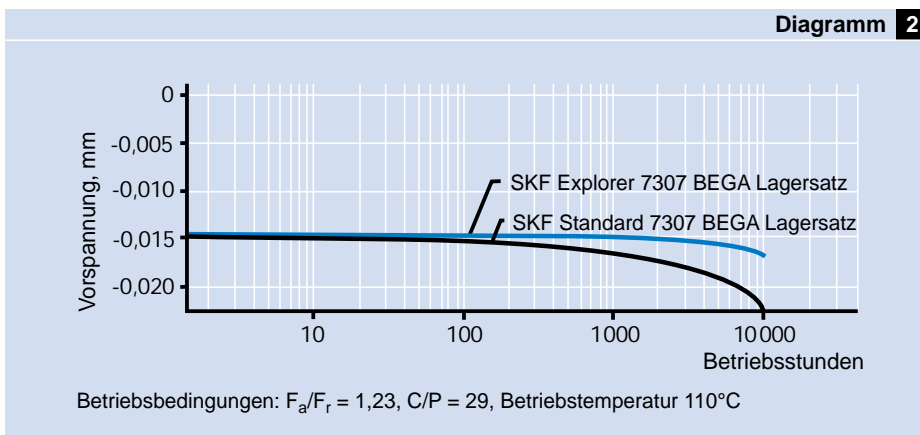


**Verbesserte Käfige für SKF Explorer Schrägkugellager**

### Neue Käfige

Die Polyamidkäfige der SKF Explorer Schrägkugellager wurden verstärkt, um höhere Drehzahlen zu ermöglichen. Die Messingkäfige werden mit engeren Toleranzen hergestellt, haben eine noch bessere Kugelführung und gewährleisten optimale Schmierung in allen Betriebszuständen. Darüber hinaus stehen nun auch Lager mit einem Käfig aus dem Hochleistungswerkstoff PEEK zur Verfügung (→ **Bild 4**).

**Die hohe Maßstabilität lässt vorgespannte SKF Explorer Lagerpaare die gewünschte Vorspannung deutlich länger halten.**





## Anwendungshinweise

Schrägkugellager werden vorzugsweise als Lagerpaare in X-Anordnung zur Aufnahme kombinierter (radialer und axialer) Belastungen eingesetzt. Die Tandem-Anordnung kommt für sehr hohe einseitig wirkende Axialbelastungen infrage. Auch der Einsatz als reine Axiallager zusammen mit einem Zylinderrollenlager als Radiallager ist möglich (→ Bild 5).

Bei Lagersätzen mit Schrägkugellagern in X-Anordnung benötigt das Lager, das im Betrieb axial entlastet wird, besondere Beachtung. Durch entsprechende Mindestbelastung und Gestaltung der Lagerung müssen Gleitbewegungen zwischen Kugeln und Laufbahnen vermieden werden.

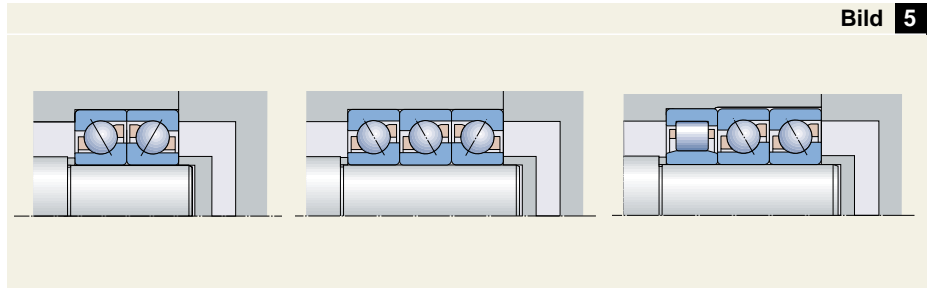
## Allgemeine Lagerdaten

### Toleranzen

SKF Explorer Lager der Reihen 72 BE und 73 BE werden mit einer Maßgenauigkeit nach Toleranzklasse P6 und einer Laufgenauigkeit nach Toleranzklasse P5 gefertigt.

### Lagerluft, Vorspannung

SKF Explorer Schrägkugellager sind Universallager, d. h. beim paarweisen



Typische Lagerungen mit Schrägkugellagern

Einbau gleichartiger Lager unmittelbar nebeneinander in O- oder X-Anordnung ergibt eine festgelegte Lagerluft oder Vorspannung. Die Lager sind in drei Luftklassen und drei Vorspannklassen erhältlich:

- CA Lagerluft größer als Normal
- CB Lagerluft Normal
- CC Lagerluft kleiner als normal
- GA leichte Vorspannung
- GB mittlere Vorspannung
- GC starke Vorspannung

Lager der Ausführungen CB und GA sind Standard. Die Liefermöglichkeit von Lagern in den übrigen Luft- oder Vorspannklassen ist anzufragen. Das Nachsetzzeichen für die Lagerluft folgt

unmittelbar nach den Buchstaben BE, die zur Bezeichnung der Lagerreihe gehören.

Die Werte für die Lagerluft sind in Tabelle 1 und für Vorspannung in Tabelle 2 angegeben. Die Werte gelten für nicht eingebaute Lagersätze in O- oder X-Anordnung, für die Lagerluft außerdem bei Messlast null.

### Käfige

Die Lager stehen wahlweise zur Verfügung mit Käfigen aus glasfaserverstärktem Polyamid 66 (Nachsetzzeichen P) oder aus Messing (Nachsetzzeichen M) und zum Teil auch aus PEEK (Nachsetzzeichen PH).

### Axiale Lagerluft von Lagersätzen aus Universallagern in O- oder X-Anordnung

Tabelle 1

Bohrung d über bis	Axiale Lagerluft Klasse	CA		CB		CC	
		min	max	min	max	min	max
mm	µm						
10 18	5 13	15	23	24	32		
18 30	7 15	18	26	32	40		
30 50	9 17	22	30	40	48		
50 80	11 23	26	38	48	60		
80 120	14 26	32	44	55	67		

### Vorspannung in Lagerpaaren in O- oder X-Anordnung

Tabelle 2

Bohrung d über bis	Vorspannung Klasse	GA		GB		GC	
		min	max	min	max	min	max
mm	µm	N		µm	N	µm	N
10 18	+4 -4	80	-2 -10	30	330	-8 -16	230 660
18 30	+4 -4	120	-2 -10	40	480	-8 -16	340 970
30 50	+4 -4	160	-2 -10	60	630	-8 -16	450 1280
50 80	+6 -6	380	-3 -15	140	1500	-12 -24	1080 3050
80 120	+6 -6	410	-3 -15	150	1600	-12 -24	1150 3250

# SKF Explorer Vierpunktlager

Vierpunktlager werden in Schraubenkompressoren hauptsächlich als Axiallager eingesetzt. Sie sind für hohe und höchste Drehzahlen geeignet. Für den Einsatz von SKF Explorer Vierpunktlagern sprechen vor allem die folgenden Gründe.

## Längere Lebensdauer

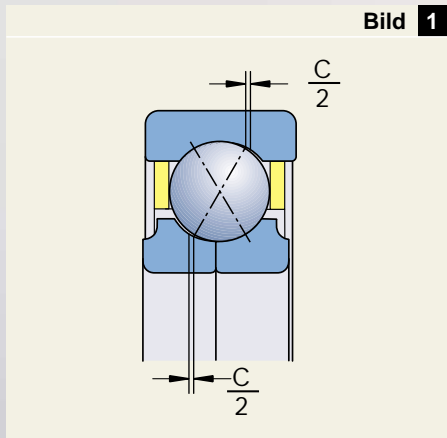
SKF Explorer Vierpunktlager erreichen eine deutlich längere Lebensdauer als die bisherigen Standardlager. Rechnerisch ergibt sich das durch eine ca. 6 % höhere dynamische Tragzahl, was gleichbedeutend ist mit einer etwa 20 % längeren nominellen Lebensdauer. Der tatsächliche Gewinn an Lebensdauer liegt bei SKF Explorer Lagern aber noch weit darüber: eine zwei- bis dreifach verlängerte Lebensdauer dürfte bei Kompressoranwendungen der Normalfall sein.

Berührungswinkel und damit gleichbleibende Belastungsverhältnisse sowie geringere Reibung. Außerdem verringert die genau abgestimmte Lagerluft die Gefahr von 3-Punkt-Berührungen im Falle von geringer Belastung.

## Bessere Kugelqualität

Für die SKF Explorer Vierpunktlager werden Kugeln verwendet, die eine ISO-Klasse besser sind als bisher (→ Bild 2). Auch hier ergeben sich verbesserte Laufeigenschaften, weniger Laufgeräusch und geringere Betriebstemperaturen.

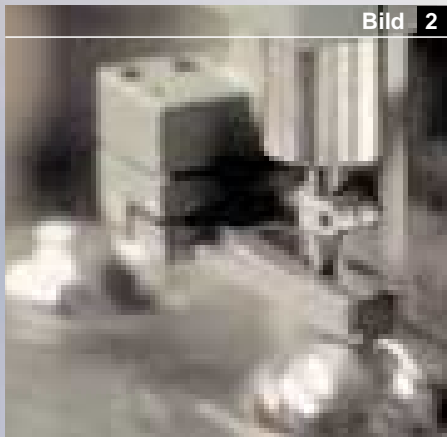
Bild 1



*Die definiert verteilte Lagerluft sorgt für geringe Reibung*

*Die Kugeln in SKF Explorer Vierpunktlagern sind mindestens eine ISO-Qualitätsklasse besser als bisher.*

Bild 2



## Definierte Lagerluftverteilung

Die Lagerluft in SKF Explorer Vierpunktlagern ist genau verteilt zwischen Innenring und Außenring (→ Bild 1). Die Vorteile davon sind ein konstanter



## Höhere Laufgenauigkeit

Bei der Laufgenauigkeit sind SKF Explorer Vierpunktlager eine Klasse besser als die bisherigen Standardlager. Statt Normaltoleranzen werden jetzt die Toleranzen nach Klasse P6 eingehalten (→ **Diagramm 1**).

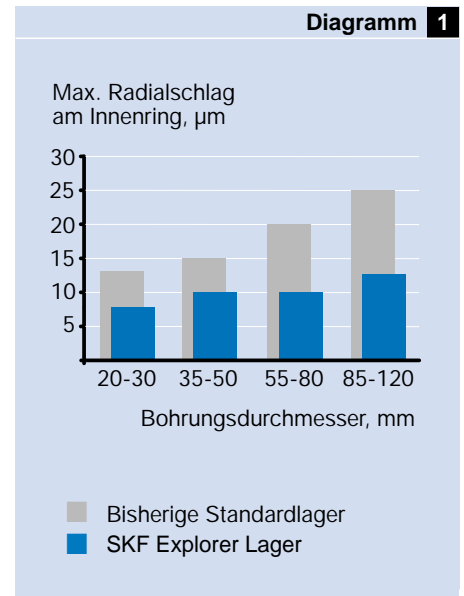
## Neue Käfige

Der Messingkäfig wurde weiter verbessert hinsichtlich Taschegeometrie und Laufverhalten. Ein geringeres Gewicht und ein größerer Innendurchmesser sind weitere Vorteile für den Einsatz in Schraubenkompressoren. Darüber hinaus stehen die Lager zum Teil auch mit einem Käfig aus dem Hochleistungswerkstoff PEEK zur Verfügung (→ **Bild 3**).

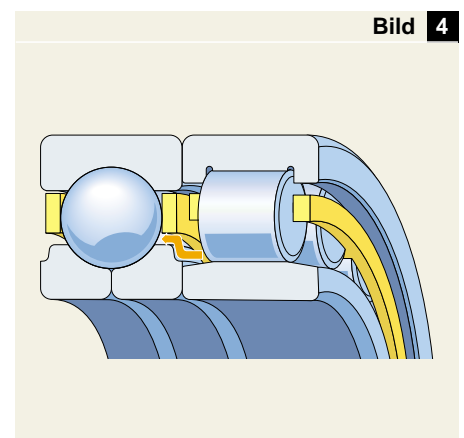
## Verbesserte Schmierung

Vierpunktlager werden meist mit Zylinderrollenlagern zusammen eingesetzt. Die Innenringe der SKF Explorer Vierpunktlager sind auf diesen Einbaufall abgestimmt, was den Öldurchfluss durch den Lageratz verbessert (→ **Bild 4**).

### *Laufgenauigkeit von Vierpunktlagern im Vergleich*



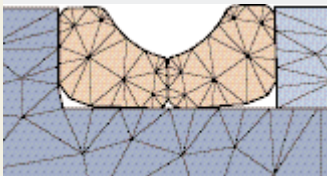
*Sowohl der Messingkäfig als auch der neue Käfig aus Polyetheretherketon sind für den Einsatz in Schraubenkompressoren besonders geeignet.*



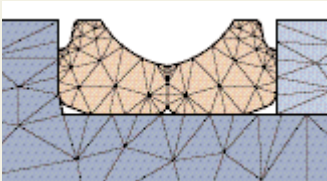
*Die Gestaltung des Innenrings von SKF Explorer Vierpunktlagern verbessert den Öldurchfluss besonders beim Einsatz zusammen mit Zylinderrollenlagern der Bauform NU.*



Bild 5



konventionelle Vierpunktlager



SKF Explorer Vierpunktlager

***Eindrehungen an den Innenringschultern machen die Lager robuster und weniger anfällig für Montagefehler.***

### **Robuster Innenringquerschnitt**

Die Innenringhälften von Vierpunktlagern müssen beim Einbau fest gegeneinander verspannt werden. Da übermäßige Klemmkräfte die Laufbahngeometrie beeinflussen können, sind SKF Explorer Vierpunktlager mit Eindrehungen an den Innenringschultern versehen. Dies macht sie unempfindlich gegenüber zu hohen Klemmkraften, aber auch gegenüber weniger genau gefertigten Anschlussstellen (→ Bild 5).

### **Optimale Montageposition markiert**

Sollen alle Leistungsreserven ausgeschöpft werden, dann können die Lagerteile von SKF Explorer Vierpunktlagern genau in der gleichen Zuordnung eingebaut werden, wie sie bei SKF gefertigt wurden. Der Außenring und die beiden Innenringhälften sind entsprechend markiert (→ Bild 6).

### **Einfachere Demontage**

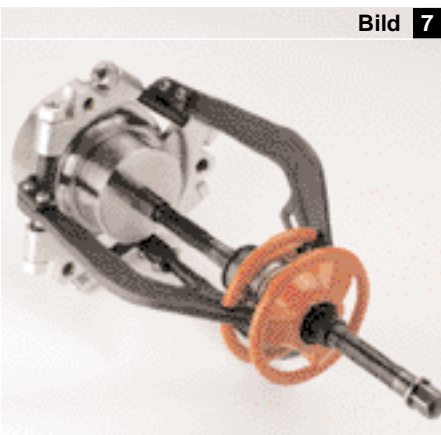
Die Eindrehung an den Innenringschultern kann als Abziehnut verwendet werden. Ohne dass die Umbauteile besonders gestaltet werden müssen, kann dort ein Trennstück angesetzt werden. Dadurch wird ein einfacher Ausbau zum Beispiel mit dem SKF Lagerabzieher TMMA und einem TMMS Trennstück möglich (→ Bild 7).

Bild 6



***Die Lagerringe von SKF Explorer Vierpunktlagern sind eindeutig gekennzeichnet. Sie können wie original zusammengepasst eingebaut werden.***

Bild 7



***Die Eindrehung an der Innenringschulter erleichtert den Ausbau von SKF Explorer Vierpunktlagern***

## Anwendungshinweise

Vierpunktlager werden fast ausschließlich als reine Axiallager zusammen mit einem Zylinderrollenlager eingesetzt (→ Bild 8). Sie weisen im Betrieb immer ein gewisses Axialspiel auf. Bei Vierpunktlagern ist eine feste Passung auf der Welle erforderlich, damit die beiden Innenringhälften fest und konzentrisch gehalten werden. Der Außenring muss radial frei im Gehäuse eingebaut werden und sollte vorzugsweise mit Federn axial gehalten werden. Eine ausreichende Mindestbelastung ist erforderlich, um eine eventuelle 3-Punkt-Berührung im Lager zu verhindern.

## Allgemeine Lagerdaten

SKF Explorer Vierpunktlager sind neu und deshalb noch nicht im SKF Hauptkatalog zu finden. Ihre Leistungsdaten sind auf einem Beilegblatt zu dieser Broschüre angegeben.

### Toleranzen

SKF Explorer Vierpunktlager werden mit einer Laufgenauigkeit entsprechend Toleranzklasse P6 gefertigt. Die Maßgenauigkeit entspricht den Normaltoleranzen, die Breittoleranz ist jedoch eingengt auf 0/-40 µm.

### Lagerluft

In Schraubenkompressoren bestehen differenzierte Anforderungen hinsichtlich der axialen Lagerluft. SKF Explorer Vierpunktlager sind deshalb außer in der Lagerluft Normal in verschiedenen, auch eingengten Lagerluftklassen erhältlich:

C2	Lagerluft kleiner als Normal
C2L	eingengte Lagerluft, untere Hälfte von C2
C2M	eingengte Lagerluft, mittlerer Bereich von C2

C2H	eingengte Lagerluft, obere Hälfte von C2
C3	Lagerluft größer als Normal

Lager mit der Lagerluft Normal, C2L, C2M und C3 gehören zum Standard-sortiment. Die Liefermöglichkeit von Lagern in anderen Lagerluftklassen, auch eingengte Luftklassen im Bereich C3, ist anzufragen.

Die Werte für die axiale Lagerluft sind in **Tabelle 1** angegeben. Sie gelten für nicht eingebaute Lager bei Messlast null.

### Käfige

Vierpunktlager sind mit einem außenringgeführten Käfig ausgerüstet. Standardmäßig ist dies ein Fensterkäfig aus Messing (Nachsetzzeichen MA). Einige Lagergrößen sind auch mit einem Kunststoffkäfig aus PEEK (Nachsetzzeichen PHAS) lieferbar.

Vierpunktlager als Axiallager, zusammen mit einem Zylinderrollenlager

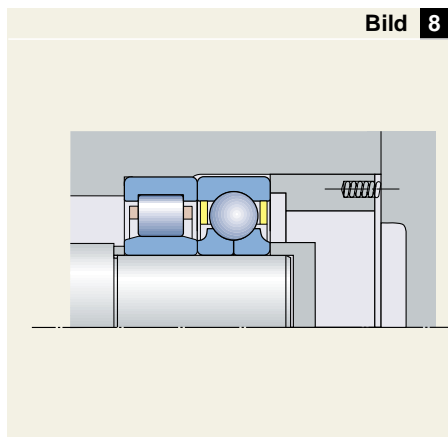


Bild 8

Axiale Lagerluft von Vierpunktlagern

Tabelle 1

Bohrung d		Axiale Lagerluft		C2L		C2M		C2H		Normal		C3	
über	bis	C2 min	C2 max	C2L min	C2L max	C2M min	C2M max	C2H min	C2H max	Normal min	Normal max	C3 min	C3 max
mm		µm											
10	17	15	55	15	35	25	45	35	55	45	85	75	125
17	40	26	66	26	46	36	56	46	66	56	106	96	146
40	60	36	86	36	61	48	74	61	86	76	126	116	166
60	80	46	96	46	71	58	84	71	96	86	136	126	176
80	100	56	106	56	81	68	94	81	106	96	156	136	196
100	140	66	126	66	96	81	111	96	126	116	176	156	216

# SKF Explorer Zylinderrollenlager

Zylinderrollenlager sind radial hoch belastbar und vertragen hohe Drehzahlen. In Schraubenkompressoren werden sie hauptsächlich als Loslager eingesetzt, weil sie thermisch bedingte Längenänderungen der Welle im Lager selbst ausgleichen können. SKF Explorer Zylinderrollenlager erfüllen in besonderer Weise die Anforderungen, die der Einsatz in Schraubenkompressoren stellt.

## Hohe Tragfähigkeit

Aus den Verbesserungen, die SKF Explorer Zylinderrollenlager erfahren haben, ergibt sich eine um 15% höhere dynamische Tragfähigkeit gegenüber der bisherigen Lagerausführung.

## Hohe Betriebssicherheit

SKF Explorer Zylinderrollenlager verwenden das "logarithmische Kontaktprofil" (→ Bild 7). Es bewirkt eine optimale Spannungsverteilung in den Berührungsstellen zwischen Rollen

und Laufbahn und sorgt damit für eine erhöhte Betriebssicherheit und eine geringere Empfindlichkeit gegenüber Schiefstellungen der Lagerringe zueinander.

## Hohe Drehzahlen

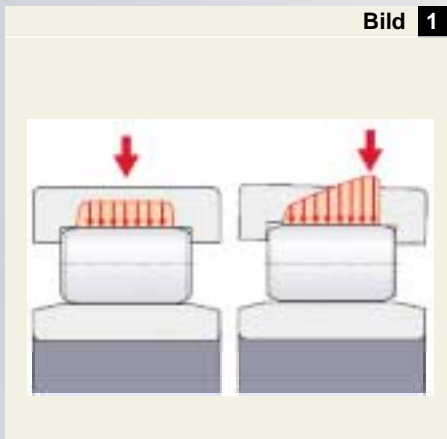
SKF Explorer Zylinderrollenlager laufen kühler, was höhere Drehzahlen ermöglicht. Die Referenzdrehzahlen liegen etwa 10% höher als bei den bisherigen Standardlagern.

## Optimale Werkstoffeigenschaften

SKF Explorer Zylinderrollenlager durchlaufen eine optimierte Wärmebehandlung. Damit werden sowohl eine gute Maßstabilität bis 150°C erreicht als auch eine hohe Härte der Lagerteile. Außerdem ist die Härte von Laufbahnen und Rollen optimal aufeinander abgestimmt. Das macht die Lager weniger empfindlich gegenüber Verunreinigungen und trägt zu einer verlängerten Gebrauchsdauer bei.

*Das logarithmische Kontaktprofil sorgt für eine günstige Spannungsverteilung.*

Bild 1





## SKF Explorer Zylinderrollenlager

### Hervorragende Schmierbedingungen

Verschiedene Maßnahmen sorgen dafür, dass sich bei SKF Explorer Zylinderrollenlagern auch unter ungünstigen Bedingungen noch ein trennender Schmierfilm aufbaut:

- geöffnete Borde und eine entsprechende Oberflächentopographie der Rollenstirnseiten (→ **Bild 2**),
- die Oberflächenbeschaffenheit von Laufbahnen und Rollen,
- und bei den formgedrehten Messingkäfigen zusätzlich die Oberflächengestaltung in den Käfigtaschen sowie ein schmaler Querschnitt, der viel Platz für die Öleinspritzung lässt.

### Käfigauswahl

SKF Zylinderrollenlager sind mit vielen verschiedenen Käfigausführungen lieferbar. Für Kompressoranwendungen eignen sich vor allem drei Ausführungen (→ **Bild 3**). Bereits der Standard-Polyamidkäfig mit seiner hohen Elastizität, seinem geringen Gewicht, seiner Dämpfungskapazität und seinen hervorragenden tribologischen Eigenschaften erfüllt die meisten Anforderungen, die

Schraubenkompressoren stellen. Für besondere Anforderungen können die Lager auch mit einem Käfig aus dem Hochleistungswerkstoff PEEK gefertigt werden. Wenn hohe Drehzahlen und hohe Beschleunigungen vorliegen, sollten Lager mit dem formgedrehten einteiligen Messingmassiv-Fensterkäfig eingesetzt werden. Dieser Käfig zeichnet sich aus durch Leichtbauweise, hohe Festigkeit und ausgezeichnete Schwingungsstabilität.

### Höhere Laufgenauigkeit

Eine Laufgenauigkeit entsprechend Toleranzklasse P6 ist für SKF Zylinderrollenlager Standard. Wegen der hohen Fertigungsqualität und weil die Toleranzen sehr eng um den Mittelwert des Toleranzbereichs streuen, haben die Lager aber meist eine höhere Laufgenauigkeit.

### Schwingungs- und geräuscharmer Lauf

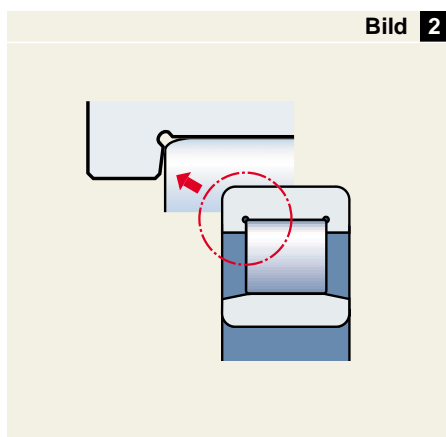
Messungen haben ein deutlich geringeres Schwingungs- und Geräuschniveau von SKF Explorer Zylinderrollenlagern bestätigt (→ **Diagramm 1**). Der

Hauptgrund dafür ist die hohe Fertigungsqualität, die sich bei den Zylinderrollenlagern vor allem durch eine geringere Welligkeit von Laufbahnen und Rollen zeigt.

### Unkomplizierte Montage

Ein weiterer Vorteil der einreihigen SKF Zylinderrollenlager ist die komplette Austauschbarkeit der Lagerteile. Lageringeringe mit Rollensatz und freie Lagerringe eines Lagers gleicher Baureihe, Größe und Ausführung können zu einem Lager zusammengesetzt werden. Dies ist von wesentlicher Bedeutung, wenn z.B. bei Serienmontage die Lagerteile getrennt montiert werden.

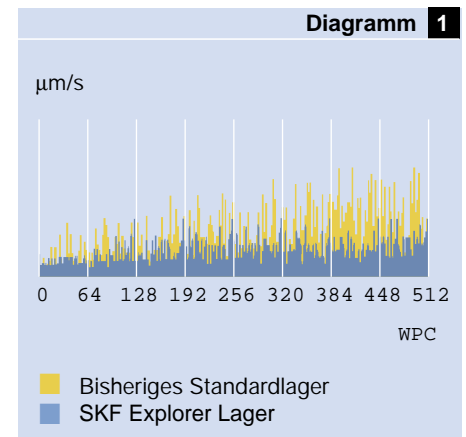
**Geöffnete Borde und die spezielle Oberflächentopographie ergeben hervorragende Schmierbedingungen und damit geringe Reibung.**



**Käfige für Lager, die in Schraubenkompressoren zum Einsatz kommen: aus Messing, PEEK oder Polyamid**



**Vergleich des Schwingungsniveaus von SKF Explorer Zylinderrollenlagern und bisherigen Standardlagern**



## Anwendungshinweise

In Schraubenkompressoren werden hauptsächlich Zylinderrollenlager der Bauform NU eingesetzt (→ Bild 4). Diese Lager haben Borde nur am Außenring und sind zerlegbar, d.h. der Außenring mit Rollensatz und der Innenring können getrennt eingebaut werden. Dadurch sind feste Passungen für beide Lagerringe möglich.

Zylinderrollenlager brauchen immer ein gewisses Betriebsspiel. Vorspannung muss unbedingt vermieden werden.

## Allgemeine Lagerdaten

### Toleranzen

SKF Explorer Zylinderrollenlager werden mit einer Laufgenauigkeit entsprechend Toleranzklasse P6 gefertigt. Die Maßgenauigkeit entspricht den Normaltoleranzen. Lager mit einer Laufgenauigkeit entsprechend Toleranzklasse P5 sind auf Anforderung lieferbar.

### Lagerluft

SKF Explorer Zylinderrollenlager sind mit der in Schraubenkompressoren benötigten Lagerluft lieferbar. Lager in der Luftklasse Normal und mit der größeren Lagerluft C3 sind Standard. Lager mit eingengter Sonderluft in den Bereichen von CNM (mittlerer Bereich der Klasse Normal) bis C3H (obere Hälfte von C3) gehören ebenfalls zum Sortiment, sie sind jedoch anzufragen.

Die Werte für die radiale Lagerluft der Klassen Normal und C3 sind in **Tabelle 1** angegeben. Sie entsprechen DIN 620-4:1987 bzw. ISO 5753:1991 und

gelten für nicht eingebaute Lager bei Messlast null.

### Käfige

SKF Explorer Zylinderrollenlager sind mit verschiedenen Käfigen erhältlich. Für den Einsatz in Schraubenkompressoren kommen vor allem infrage:

- rollengeführter Käfig aus glasfaserverstärktem Polyamid 66 (Nachsetzzeichen P)
- rollengeführter Käfig aus PEEK (Nachsetzzeichen PH)
- außenringgeführter einteiliger Fensterkäfig aus Messing (Nachsetzzeichen ML)

Die Lager mit Käfig aus Polyamid und Messing gehören zum Standardsortiment. Die Liefermöglichkeit von Lagern mit PEEK-Käfig ist anzufragen. Bei wirtschaftlichen Stückzahlen kann auch ein außenringgeführter PEEK-Käfig gefertigt werden (Nachsetzzeichen PHA).

### Zylinderrollenlager als Loslager

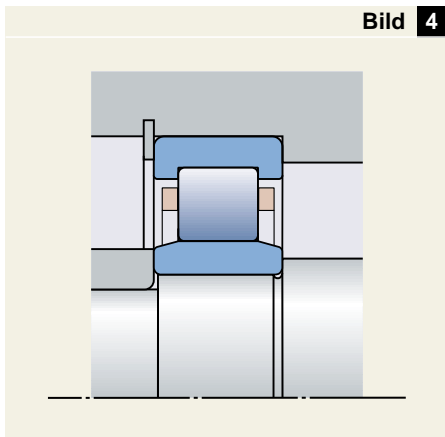


Bild 4

### Radiale Lagerluft von Zylinderrollenlagern mit zylindrischer Bohrung

Tabelle 1

Bohrung d	über	bis	Radialluft Normal		C3	
			min	max	min	max
µm						
–	24	30	20	45	35	60
24	30	40	20	45	35	60
30	40	50	25	50	45	70
40	50	65	30	60	50	80
50	65	80	40	70	60	90
65	80	100	40	75	65	100
80	100	120	50	85	75	110
100	120		50	90	85	125

# SKF Explorer Kegelrollenlager

Kegelrollenlager zeichnen sich durch hohe Tragfähigkeit aus, lassen jedoch nicht so hohe Drehzahlen wie andere Lagerarten zu. In Schraubenkompressoren werden meist Lagerpaare aus einreihigen Kegelrollenlagern in X-Anordnung eingesetzt. Zum Einsatz kommen Lager mit großem Berührungswinkel, d.h. einer hohen axialen Belastbarkeit. Die Ausführung CL7C bietet für den Anwendungsfall Schraubenkompressor besondere Vorteile.

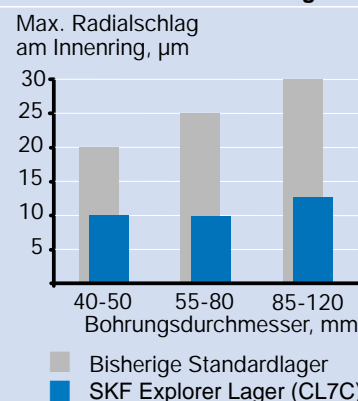
## Zuverlässig enge Spaltbreiten

Mit SKF Kegelrollenlagern der Ausführung CL7C sind zuverlässig enge Spaltbreiten sowohl in radialer als auch in axialer Richtung möglich. Die genaue radiale Positionierung wird durch die eingengte Rundlauf toleranz ermöglicht. Diese ist bei Lagern der Ausführung CL7C auf etwa die Hälfte der Normaltoleranzen eingengt (→ **Diagramm 1**). Für die genaue axiale Positionierung sorgt die besondere

Gestaltung der Rolle-Bord-Berührungsstellen. Bei Lagern der Ausführung CL7C tritt fast kein Einlaufverschleiß auf und damit auch keine Änderung der Wellenposition in axialer Richtung (→ **Diagramm 2**).



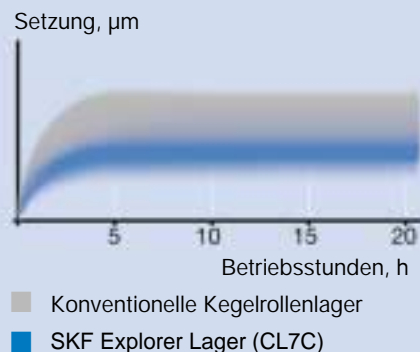
**Diagramm 1**



## Laufgenauigkeit von Kegelrollenlagern im Vergleich

### Setzung von Kegelrollenlagern beim Einlaufen

**Diagramm 2**



**Hervorragende Schmierbedingungen**  
SKF Explorer Kegelrollenlager verfügen über eine besondere Oberflächenbeschaffenheit, die einen schnellen und sicheren Schmierfilmaufbau begünstigt (→ **Bild 1**). Im kritischen Kontaktbereich zwischen Bord und Rollenstirnseite sorgen eine optimierte Geometrie und die Beschaffenheit der Oberflächen für verbesserte Schmierbedingungen.

#### Hohe Drehzahlen

Die hervorragenden Schmierbedingungen, geringe Wärmeentwicklung und ein niedriges Schwingungsniveau sind Faktoren, die bei den CL7C-Lagern relativ hohe Drehzahlen ermöglichen. In Absprache mit dem technischen Beratungsservice von SKF können je nach Anwendungsbedingungen deutlich höhere Drehzahlen zugelassen werden als im SKF Hauptkatalog angegeben. Die höhere dynamische Tragfähigkeit und die damit verbundene längere Lebensdauer von SKF Explorer Kegelrollenlagern machen den Einsatz von kleineren Lagern möglich, die nochmals höhere Drehzahlen erlauben.

**Die spezielle Oberflächenbeschaffenheit von SKF Explorer Kegelrollenlagern ermöglicht hervorragenden Schmierbedingungen.**



**Geringe Geräuschentwicklung**  
SKF Explorer Kegelrollenlager laufen leiser. Die Gründe dafür sind unter anderem die hohe Qualität der Laufbahnen, die hohe Maß- und Formgenauigkeit der Rollen und insbesondere der äußerst geringe Rollenstirnseitenschlag. Die hohe Qualität wird abgesichert, indem alle SKF Explorer Kegelrollenlager eine Geräuschprüfung über das gesamte Frequenzspektrum durchlaufen (→ **Diagramm 3**).

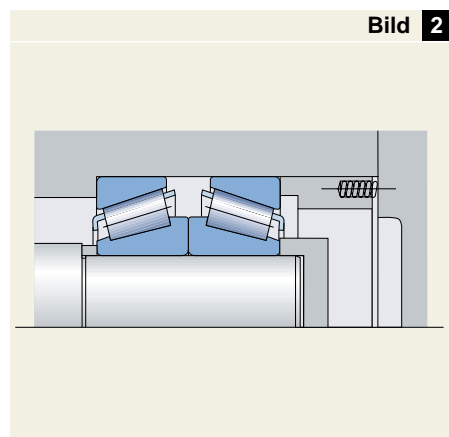
## Anwendungshinweise

In Schraubenkompressoren werden im Normalfall zwei Kegelrollenlager in X-Anordnung eingesetzt, die über Federn gegeneinander angestellt sind (→ **Bild 2**).

Für die Einstellung des axialen Spalts zwischen Drehkolben und Gehäuse ist zu beachten, dass sich durch die feste Passung des Innenrings ein Axialversatz des Außenrings ergibt.

Die Schmierung zwischen Rollenstirnseite und Bord ist ein kritischer Punkt bei Kegelrollenlagern. Bei SKF Kegelrollenlagern konnte hier zwar eine deutliche Verbesserung erreicht werden, dennoch muss der Einsatz der Lager in Kompressoren für Kältemittel kritisch geprüft werden, weil Kältemittel die Schmierstoffeigenschaften ungünstig verändern können.

**Kegelrollenlager in X-Anordnung**



## Allgemeine Lagerdaten

#### Toleranzen

SKF Kegelrollenlager werden mit Normaltoleranzen gefertigt. Die Lager der Ausführung CL7C haben eine erheblich eingeeengte Toleranz für den Rundlauf. Die Werte sind auf etwa die Hälfte der bei Normaltoleranzen zulässigen Werte eingeeengt. Innenteile und Außenringe, die das gleiche Kurzzeichen tragen, sind austauschbar.

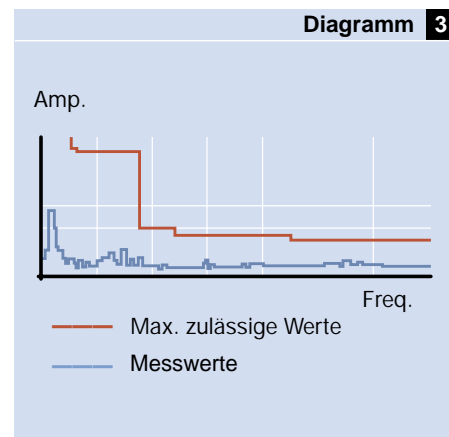
#### Lagerluft

Bei einreihigen Kegelrollenlagern ergibt sich die Lagerluft oder Vorspannung erst nach dem Einbau und ist abhängig vom Anstellen gegen ein zweites Lager, das die Gegenführung übernimmt. Kegelrollenlager in Schraubenkompressoren werden vorzugsweise mit Federn gegeneinander angestellt.

#### Käfige

SKF Explorer Kegelrollenlager sind mit einem Fensterkäfig aus Stahlblech ausgerüstet.

**SKF Explorer Kegelrollenlager laufen leiser. Alle Lager durchlaufen eine Geräuschprüfung.**





# SKF – Kompetenz für Bewegungstechnik

Das Geschäft der SKF Gruppe sind Entwicklung, Fertigung und Vertrieb von Wälzlagern, die das weltweit führende Markenzeichen tragen. SKF ist zudem einer der weltweit führenden Hersteller von Radial-Wellendichtungen. Eine herausragende Stellung mit zunehmender Bedeutung nimmt SKF auch bei Produkten für die Linearbewegungstechnik, für Flugtriebwerke und Werkzeugmaschinen sowie bei Serviceleistungen für die Instandhaltung ein. Außerdem ist SKF ein renommierter Hersteller von Wälzlagerstählen hoher Qualität.

Die SKF Gruppe unternimmt alle Anstrengungen, um den steigenden Anforderungen eines globalen Marktes und Wettbewerbs gewachsen zu sein. Spezielle Geschäftsfelder werden durch ständige Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten innovativ unterstützt. Dabei sind bereits viele Komponenten entstanden, die heute Standard sind.

Die SKF Gruppe ist weltweit nach ISO 14001 zertifiziert, dem internationalen Standard für Umweltmanagementsysteme. Das Qualitätsmanagement der einzelnen Geschäftsbereiche ist zertifiziert und entspricht der Norm DIN EN ISO 9000 bzw. anderen gleichwertigen Industrienormen.

Mit mehr als 80 Produktionsstätten in der Welt und eigenen Verkaufsgesellschaften in über 70 Ländern ist SKF ein international und wirklich global tätiges Unternehmen. Die globale Präsenz wird zusätzlich gestärkt durch rund 7 000 Vertragshändler und Wiederverkäufer, durch Internet-Marktplätze und durch Verteilerzentren in der ganzen Welt. SKF ist dadurch stets nahe beim Kunden, um Produkte zu liefern oder Dienstleistungen zu erbringen. D.h. SKF Produkte gleich welcher Art stehen jederzeit dort zur Verfügung, wo unsere Kunden sie brauchen.

Heute steht das Markenzeichen SKF für mehr als je zuvor. Es steht für Kompetenz in der Bewegungstechnik.



## **Die Kraft des Windes nutzen**

*Windenergieanlagen sind umweltfreundliche Energiequellen für elektrischen Strom. SKF arbeitet mit den weltweit führenden Herstellern an der Entwicklung leistungsfähiger und vor allem störungsunanfälliger Anlagen eng zusammen. Auf den Einsatzfall abgestimmte Lager und Zustandsüberwachungssysteme helfen, die Verfügbarkeit der Anlagen zu verbessern und ihre Instandhaltung zu optimieren – auch in einem extremen und oft unzugänglichem Umfeld.*

## **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 vieles mehr. Eine der letzten Entwicklungen unter Beteiligung der SKF betraf z.B. 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.*



## **Die Anlageneffizienz optimieren**

*Um die Effizienz von Anlagen zu optimieren und die Produktivität zu steigern, beauftragen viele Unternehmen SKF mit der teilweisen oder kompletten Übernahme aller anfallenden Instandhaltungsarbeiten – oftmals mit klar definierten Leistungsvorgaben. Über die SKF Reliability Systems mit ihren besonderen Möglichkeiten und dem entsprechenden Wissen ist SKF heute in der Lage, ein*

*umfangreiches Programm an Serviceleistungen für Fertigungsanlagen anzubieten. Diese Serviceleistungen umfassen u.a. Instandhaltungsstrategien, technische Unterstützung oder auch das komplette Anlagenmanagement – mit Einbindung des Bedienpersonals.*



### **Neue Schmierstoffe entwickeln**

Die sehr kalten Winter in Nordchina mit Temperaturen weit unter null Grad lassen die Radsatzlagerungen von Schienenfahrzeugen öfter aufgrund von Mangelschmierung ausfallen. Deshalb entwickelte SKF eine neue Familie von Schmierfetten mit synthetischem Grundöl, die auch bei extrem tiefen Temperaturen ihre Schmierfähigkeit behalten. Soviel Wissen über Schmierung und Reibung von Wälzlagern wie bei SKF gibt es nicht noch einmal auf der Welt.



### **Für Nachhaltigkeit sorgen**

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



### **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. In Zusammenarbeit entstanden die revolutionären Konzeptfahrzeuge Filo und Novanta. Bei ihnen sind SKF Mechatronik-Bauteile zum Lenken und Bremsen im Einsatz. Weiterentwicklungen bei der By-wire-Technik haben SKF außerdem veranlasst einen voll-elektrischen Gabelstapler zu bauen, in dem ausschließlich Mechatronik-Bauteile zum Steuern der Bewegungsabläufe eingesetzt werden – anstelle der Hydraulik.



### **Mit 320 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 ihre

dominierende Stellung in der Formel-1 erobern konnte. In jedem Ferrari Rennwagen leisten mehr als 150 SKF Bauteile Schwerarbeit. Die hier gewonnenen Erkenntnisse werden wenig später in verbesserte Produkte umgesetzt – insbesondere für die Automobilindustrie, aber auch für den Ersatzteilmarkt.

® SKF ist eingetragenes  
Warenzeichen der SKF Gruppe.

© Copyright SKF 2004  
Nachdruck, auch auszugsweise, nur  
mit unserer Genehmigung gestattet.  
Die Angaben in dieser Druckschrift  
wurden mit größter Sorgfalt auf ihre  
Richtigkeit hin überprüft. Trotzdem  
kann keine Haftung für Verluste oder  
Schäden irgendwelcher Art übernom-  
men werden, die sich mittelbar oder  
unmittelbar aus der Verwendung der  
hier enthaltenen Informationen ergeben.

Druckschrift **4782 G** · Juli 2004

Gedruckt in ...

[www.skf.com](http://www.skf.com)