# SKF Lager mit Solid Oil

**Nachschmierungsfreie Lösungen für feuchte Umgebungen**

The Power of Knowledge Engineering

# Inhalt

**Reduzierung von Ausfallzeiten und Wartungskosten in feuchten und verschmutzten Umgebungen** . . . . . **4**

**Anwendungen** . . . . . **7**
Lebensmittel-, Getränke- und Pharmaindustrie. . . . . 7
Marine. . . . . 8
Fördertechnik . . . . . 9

**Produktinformationen** . . . . . **10**

# Reduzierung von Ausfallzeiten und War in feuchten und verschmutzten Umgeb

In feuchten und verschmutzten Umgebungen erreichen Lager häufig nur sehr kurze Gebrauchsdauern, was zu kostspieligen Wartungsarbeiten und Stillstandszeiten führt. Das trifft vor allem auf Anwendungen zu, die der Witterung oder häufigen Nassreinigungen ausgesetzt sind. Selbst häufiges Nachschmieren kann die Gebrauchsdauer meist nicht signifikant steigern. Zudem kann das austretende Schmierfett das Produkt verunreinigen (→ **Bild 1**).

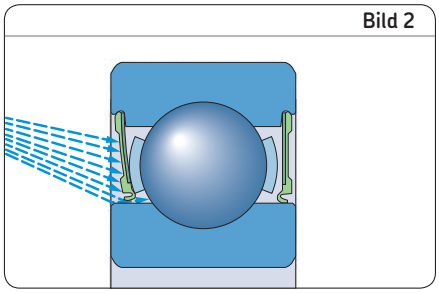
## Die Herausforderung: Feuchtigkeit

Hohe Luftfeuchtigkeit und Wasser stellen besondere Herausforderungen für Lager dar. Wenn Wasser in die Wälzlager eindringt wird die Wirksamkeit des Schmierstoffs beeinträchtigt. Das kann zu einem erhöhten Verschleiß, einem Anstieg der Betriebstemperatur und zu Korrosion im Lager führen.

In der Lebensmittel-, Getränke- und Arzneimittelherstellung stellt die regelmäßige Hochdruckreinigung eine zusätzliche Herausforderung dar. Bei einer Hochdruckreinigung können sich die Dichtungen des abgedichteten Lagers durchbiegen und öffnen, so dass Wasser in das Lager eindringen und das Schmierfett aus dem Lager auswaschen kann. Ausgewaschenes Schmierfett erhöht die Gefahr, dass das Erzeugnis verunreinigt wird. Das Schmiervermögen des im Lager verbleibenden Schmierstoffs nimmt ab, was schließlich zu einem vorzeitigen Lagerausfall führen kann.

*Wasser in Lagern beeinträchtigt die Schmierung und kann dadurch zu erhöhtem Verschleiß und Korrosion führen.*

*Die Hochdruckreinigungen können zum Öffnen der Dichtungen und somit zu einer Verschmutzung der Lager und zum Auswaschen des Schmierfetts führen*




*Dichtung, die sich aufgrund der Hochdruckreinigung durchbiegt.*

# tungskosten
# ungen

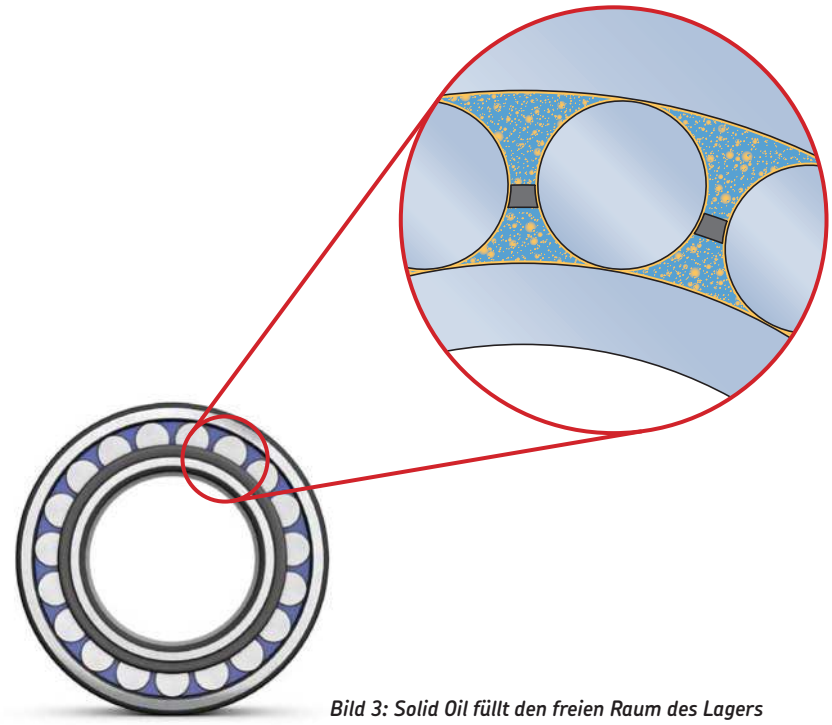


*Bild 3: Solid Oil füllt den freien Raum des Lagers*

## Die Eigenschaften von Solid Oil

Solid Oil ist ein ölgesättigtes Polymermaterial, das praktisch den gesamten freien Raum im Lager füllt (→ **Bild 3**). Der mit Öl getränkte Polymerwerkstoff wird in den freien Raum des Lagers eingepresst. Dabei verbleibt ein sehr kleiner Spalt zwischen dem Polymer und den Wälzkörpern bzw. den Laufbahnen. Dieser lässt den ungehinderten Umlauf der Lagerteile zu. Das Polymermaterial hat eine poröse Struktur mit Millionen mikroskopisch kleiner Poren, welche das Schmieröl durch die Oberflächenspannung zurückhalten. Im Betrieb gibt das Polymermaterial Schmieröl in den kleinen Spalt ab und sorgt somit für eine effektive Schmierung.

### Gleichmäßige Schmierstoffversorgung

Solid Oil ermöglicht einen konstanten und gleichmäßigen Ölfilm. Ein Anstieg der Betriebstemperatur erhöht die Ölabgabe, da die thermische Ausdehnung des Öls wesentlich größer ist als die des Polymermaterials und die Viskosität des Öls mit steigender Temperatur abnimmt. Bei Produktionsstillstand wird das bereits ausgetretene Öl wieder vom Polymermaterial resorbiert.

## Die Vorteile von Solid Oil

Mit Solid Oil befüllte SKF Lager sind für den Einsatz in Anwendungen, bei denen hohe Luftfeuchtigkeit, gelegentlicher Kontakt mit Wasser oder starke Verunreinigungen große Probleme bereiten, entwickelt. Diese Lager können auch für Anwendungsfälle, bei denen eine Nachschmierung unmöglich oder sehr gefährlich ist, genau die richtige Wahl sein.

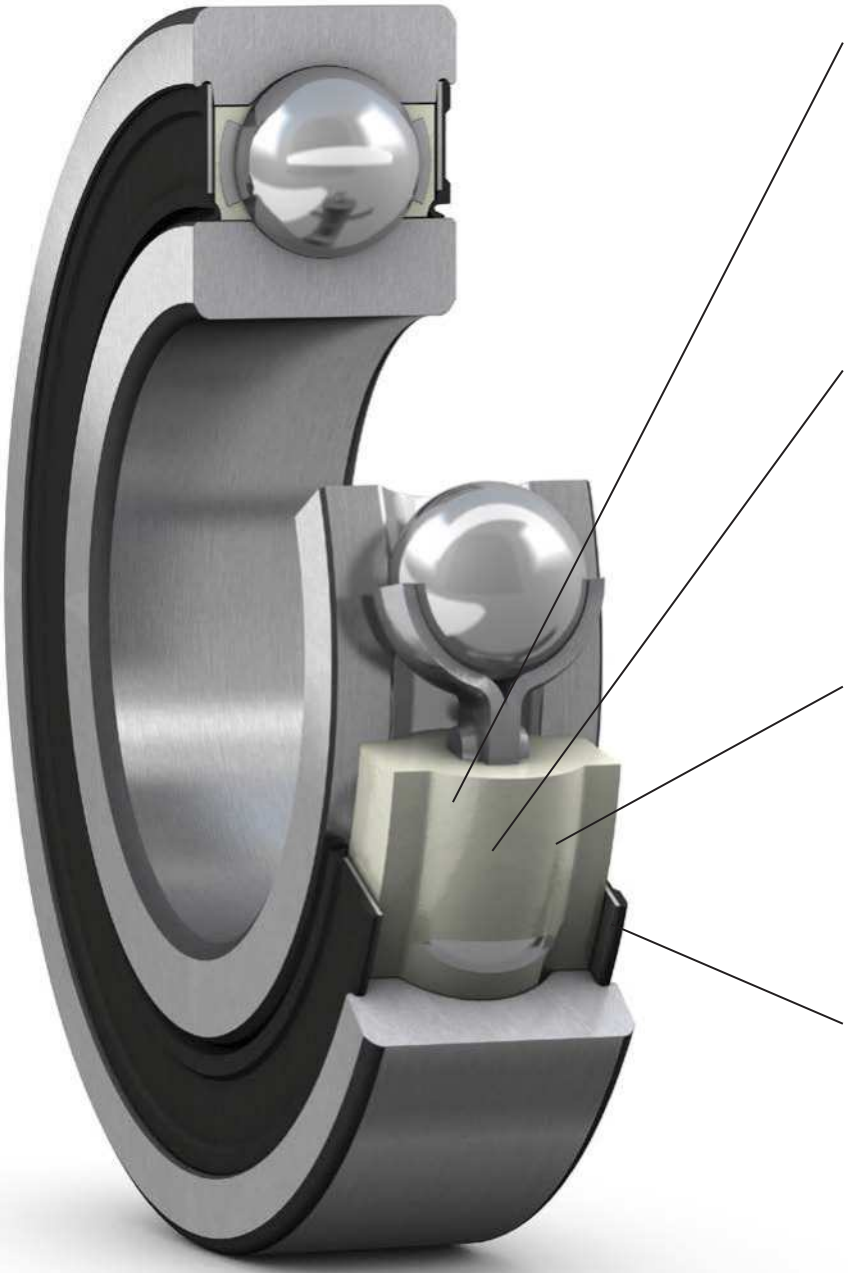
- **Längere Schmierstoffgebrauchsdauer**
  Ein mit Solid Oil gefülltes Lager enthält die zwei- bis vierfache Ölmenge eines mit Schmierfett befüllten Lagers. Das hochwertige, synthetische Öl weist eine sehr gute Oxidationsbeständigkeit auf. Die Polymermatrix kann nicht überrollt oder durchwalkt werden, was die Schmierstoffgebrauchsdauer zusätzlich steigert. Lager mit Solid Oil sind lebensdauergeschmiert und können nicht nachgeschmiert werden.

- **Optimiert die Leistungsfähigkeit in feuchter Umgebung**
  Für Lager, die in feuchter Umgebung zum Einsatz kommen, kann Solid Oil vorteilhaft sein, da:
  - es nicht ausgewaschen werden kann und praktisch den kompletten freien Raum füllt, wodurch die Menge an Feuchtigkeit, die ins Lager eindringen kann, begrenzt wird
  - es dabei hilft, eine gute Schmierung aufrecht zu erhalten, indem es das Öl im Lager hält, gleichmäßig an die Oberflächen im Lager abgibt und einer Emulgierung widersteht
  - es die im Lager integrierten Dichtungen während der Hochdruckreinigung abstützt und damit die Dichtwirkung verbessert

  **HINWEIS:** Insbesondere dort, wo Lager aus unlegiertem Stahl feuchten Umgebungen ausgesetzt werden, empfehlen sich externe Dichtungen, um die Außenflächen des Lagers vor Korrosion zu schützen.

- **Niedrigere Betriebskosten und eine geringere Umweltbelastung**
  Lager mit Solid Oil halten in feuchten Umgebungen deutlich länger als fettgeschmierte Lager, wodurch sowohl die Gesamtbetriebskosten als auch die Umweltbelastung reduziert werden.

# Eigenschaften und Vorteile von Lagern mit Solid Oil



**Längere Schmierstoffgebrauchsdauer**

- Eine große Ölmenge steht zur Verfügung
- Der Schmierstoff wird nicht durchwalkt
- Hochwertiges, synthetisches Öl

**Widersteht dem Auswaschen**

- Solid Oil kann nicht aus dem Lager gespült werden
- Wasser kann sich nicht mit dem Öl oder dem Solid Oil-Polymer vermischen

**Schmierstoff wird im Lager zurückgehalten**

- Solid Oil hält das Öl im Lager
- Dichtungen erhöhen das Ölrückhaltevermögen

**Schutz vor Verunreinigungen**

- Ein schmaler Spalt zwischen Solid Oil, den Wälzkörpern und den Laufbahnen reduziert deutlich das Eindringen von Verunreinigungen
- Bietet eine zusätzliche Unterstützung für im Lager integrierte Dichtungen

# Anwendungen

## Lebensmittel-, Getränke- und Pharmaindustrie

In der Lebensmittel-, Getränke- und Pharmaindustrie sind sehr saubere und hygienische Umgebungsbedingungen eine Grundvoraussetzung. Um diese Bedingungen zu gewährleisten, werden die Maschinen regelmäßig einer Hochdruckreinigung mit aggressiven Reinigungsmitteln unterzogen.

Jedes Verschmutzungsrisiko, beispielsweise durch eine Fett- oder Öl-Leckage, muss minimiert werden. Alle verwendeten Materialien müssen für einen gelegentlichen Kontakt mit Lebensmitteln zugelassen und zudem für den Fall einer Kontamination des Produkts detektierbar sein.

*Flaschenabfüllanlage*

### Flaschenabfüllanlage

Bei herkömmlichen Abfüllanlagen werden die Flaschen in der Regel in einer Prozesskette gereinigt, gefüllt und abgedichtet. Um die Lebensmittelsicherheit und Produkthygiene zu steigern, muss die Fertigungsumgebung sauber bleiben und ist aufgrund der Reinigungsverfahren häufig feucht.

### Kundenproblem

Ein Kunde, der abgedichtete, lebensdauergeschmierte Rillenkugellager aus nichtrostendem Stahl verwendete, war mit Problemen konfrontiert.

Bei der Hochdruckreinigung haben sich die im Lager integrierten Dichtungen durchgebogen und somit einen Eintritt von Reinigungsflüssigkeit in das Lager begünstigt. Die Flüssigkeit hat einen Großteil des Schmierfettes aus dem Lager gespült und das verbleibende Schmierfett verunreinigt. Die beeinträchtigte Schmierung führte zu einer inakzeptabel kurzen Lagergebrauchsdauer. Zudem stellte das ausgewaschene Schmierfett ein ernsthaftes Verschmutzungsrisiko dar. Die Wartung und die ungeplanten Produktionsstillstände waren zeitaufwändig und teuer, und beeinträchtigten Produktivität und Rentabilität.

### Die SKF Lösung

Abgedichtete SKF Rillenkugellager aus nichtrostendem Stahl, gefüllt mit lebensmittelverträglichem Solid Oil.

- Deutlich gesteigerte Lagergebrauchsdauer von ursprünglich 12 Wochen auf bis zu 2 Jahre
- Beseitigt praktisch den Schmierstoffaustritt und widersteht dem Auswaschen
- Die Lager wurden für eine einfache Reinigung konzipiert und sind praktisch wartungsfrei
- Signifikant reduzierte Instandhaltungskosten
- Zuverlässiger Betrieb
- Verbesserte Lebensmittelsicherheit
- Bessere Umweltverträglichkeit

*Abgedichtete SKF Rillenkugellager aus nichtrostendem Stahl, gefüllt mit Solid Oil W6204-2RS1/W64F*

# Marine

Im Schiffbau werden Decksmaschinen durch raue Umgebungen und kontinuierliche Salzwassergischt belastet. Die Wartung dieser Maschinen auf offener See kann gefährlich und zeitaufwändig sein, so dass es wichtig ist, dass kritische Komponenten, wie beispielsweise Wälzlager, witterungsbeständig und für einen zuverlässigen Betrieb ausgelegt sind. Da Stillstandszeiten enorme finanzielle Folgen haben, müssen durch Lager verursachte Ausfälle vermieden werden.

## Decksmaschinen

Ein Beispiel für Decksmaschinen sind Wellenkompensationssysteme. Sie werden auf Schiffen verwendet, um die Auswirkungen des Wellengangs auf die Ausrüstung im Betrieb zu reduzieren. Innerhalb dieses Systems kompensieren große Seilrollen die Bewegung des Schiffs, so dass der Betrieb selbst bei starkem Wellengang fortgesetzt werden kann. Ein Ausfall des Systems kann zu einer Beschädigung der teuren Bohrausrüstung führen.

## Kundenproblem

Ein Kunde verwendet in den Seilrollen eines Seegangkompensationssystems Standard-Pendelrollenlager mit Fettschmierung und externen Dichtungen und sieht sich mit den folgenden Problemen konfrontiert:

- das Schmierfett wurde aus den Lagern ausgewaschen
- das Salzwasser führte zu Verunreinigung und Korrosion der Lager
- die Lagergebrauchsdauer war unzureichend
- Zusätzliche Kosten für die Ausrüstung sind entstanden

## Die SKF Lösung

Die SKF Drei-Barrieren-Lösung in Verbindung mit einem Solid Oil befüllten, abgedichteten SKF Pendelrollenlager stellt eine widerstandsfähige und nachschmierungsfreie Lösung dar. Diese Lösung führte zu:

- einer höheren Zuverlässigkeit und längeren Lagergebrauchsdauer
- einer Eliminierung der Nachschmierung auf offener See und die damit verbundenen Gesundheits- und Sicherheitsrisiken
- signifikant reduzierten Instandhaltungskosten

*Seegangkompensationssystem*

# Fördertechnik

Kräne, die in Logistikbetrieben verwendet werden, müssen hohen mechanischen und physikalischen Anforderungen standhalten. Die Lager müssen der Witterung und den hohen Belastungen standhalten und zuverlässig sein. Der Ausfall eines Krans kann zu schwerwiegenden finanziellen und betrieblichen Konsequenzen führen und in einigen Fällen sogar lebensbedrohlich sein.

## Hafenkräne

Bei Hafen- und Bordkränen kann die Salzwassergischt die Lagerfunktion in entscheidenden Komponenten wie Räder, Trommeln und Seilrollen, beeinträchtigen. Ein Wassereintritt in diese Komponenten kann zum Versagen der Schmierung, Verschleiß und Korrosion führen. Um das damit einhergehende Risiko vorzeitiger Lagerausfälle zu reduzieren, wird sehr häufig nachgeschmiert. Dadurch wird Wasser und verunreinigtes Schmierfett aus dem Lager verdrängt und ausgewaschenes Schmierfett ersetzt. Eine manuelle Nachschmierung kann sich als schwierig erweisen und stellt ein Sicherheitsrisiko für das Wartungspersonal dar.

## Kundenproblem

In den Rädern einer Laufkatze verwendete ein Kunde Standard-Pendelrollenlager, die mit Fett geschmiert und durch externe Dichtungen geschützt waren. Es gab folgende Probleme:

- Wassereintritt führte zum Versagen der Schmierung, Verschleiß und Korrosion in den Lagern
- Die Lagergebrauchsdauer war deutlich zu gering, was zu einem unzuverlässigen Betrieb und hohen Wartungskosten des Krans führte
- Die Notwendigkeit einer häufigen manuellen Nachschmierung warf Sicherheits- und Kostenprobleme auf

## Die SKF Lösung

Ein Austausch der offenen Lager durch abgedichtete SKF Pendelrollenlager mit Solid Oil, unter Beibehaltung der bestehenden Dichtungsanordnung, führte zu:

- einer höheren Zuverlässigkeit und längeren Lagergebrauchsdauer
- einem Entfallen der Nachschmierung aufgrund des Einsatzes von lebensdauergeschmierten Lagern
- einer verbesserten Witterungsbeständigkeit
- einer einfacheren Wartung

*Abgedichtetes SKF Pendelrollenlager mit Standard-Solid Oil 23052-2CS/W64*

*Hafenkräne*

# Produktinformationen

## Sortiment

Das Standardsortiment von SKF an Lagern mit Solid Oil enthält:

- Rillenkugellager
- Pendelrollenlager
- Y-Lager
- Kegelrollenlager
- Zylinderrollenlager
- Pendelkugellager

Das Sortiment umfasst eine Standardvariante, die ein qualitativ hochwertiges synthetisches Öl enthält, das die Anforderungen der meisten Anwendungen (Nachsetzzeichen W64) erfüllt, sowie eine Variante für die Lebensmittelindustrie, die ein lebensmittelverträgliches Schmieröl enthält, das von der NSF für die Kategorie H1 zugelassen ist (Nachsetzzeichen W64F).

Auf Anfrage kann SKF auch andere Lagertypen mit Solid Oil befüllen, um die Anforderungen einer bestimmten Anwendung zu erfüllen. Eine Ausnahme bilden CARB Toroidalrollenlager, da diese für eine Befüllung mit Solid Oil nicht geeignet sind. Lager mit einem großvolumigen Käfig sind weniger für Solid Oil geeignet, da der zur Befüllung zur Verfügung stehende Raum zu gering ist. Bitte kontaktieren Sie den Technischen Beratungsservice von SKF um weitere Informationen zu diesen Produkten zu erhalten.

## Dichtungslösungen

Für eine optimale Leistungsfähigkeit in feuchten Umgebungen wird, sofern möglich, der Einsatz von Solid Oil in Kombination mit abgedichteten Lagern mit berührenden Dichtungen empfohlen. Durch die Kombination von Solid Oil und den berührenden Dichtungen wird die Dichtwirkung verbessert, da das Solid Oil die Dichtung axial abstützt und ein Durchbiegen und Öffnen der Dichtung unter Druck verhindert (→ **Bild 2, Seite 4**).

**Tabelle 1**

**Technische Spezifikationen der SKF Solid Oil Varianten**

| Eigenschaft | | Standard-variante | Lebensmittelverträg-liche Varianten |
|---|---|---|---|
| **Nachsetzzeichen** | | W64 | W64F |
| **Viskosität des Grundöls** | $mm^2/s$ | | |
| bei 40 °C | | 150 | 220 |
| bei 100 °C | | 20 | 25 |
| **Lebensmittelverträglich nach NSF, Kategorie H1** | | nein | ja |
| **Betriebstemperatur** | °C | | |
| max. Temperatur für Dauerbetrieb | | 85 | 85 |
| zulässige Tiefsttemperatur zu Betriebsbeginn | | –50 | –25 |
| max. Temperatur für kurzzeitigen Betrieb | | 95 | 95 |
| **lebensdauergeschmiert** | | ja | ja |

Weitere Informationen über die Abdichtungsmöglichkeiten finden Sie im *SKF Wälzlager*-Katalog oder Sie wenden sich an den Technischen Beratungsservice von SKF.

## Lagerdaten

Die Abmessungen, Toleranzen und die Lagerluft der Lager mit Solid Oil entsprechen denen der Standardlager. **Tabelle 1** führt die Eigenschaften der beiden Solid Oil Varianten W64 für allgemeine Anwendungen und W64F für Anwendungen in der Lebensmittelindustrie auf.

## Tragfähigkeit

SKF Lager mit Solid Oil weisen die gleichen dynamischen und statischen Tragfähigkeiten auf wie die entsprechenden SKF Standardlager.

## Montage

Für den Fall, dass Lager mit Solid Oil im angewärmten Zustand montiert werden müssen, sollte zum Erwärmen des Lagers ein Induktions-Anwärmgerät verwendet werden. Bei diesem Verfahren ist eine Anwärmtemperatur von bis zu 120 °C zulässig. Heizplatten oder erhitzte Ölbäder sollten für ein Anwärmen von Lagern mit Solid Oil nicht verwendet werden.

## Reibungsverhalten

Das Reibungsverhalten eines Lagers mit Solid Oil ist mit den jeweiligen Standardlagern vergleichbar, jedoch erhöht die Solid Oil Polymerfüllung die Reibung um einen konstanten Beiwert.

## Drehzahlen

Die empfohlenen maximalen Drehzahlen für Lager und Lagereinheiten mit Solid Oil werden durch die maximale Dauerbetriebstemperatur von 85 °C begrenzt. **Tabelle 2** zeigt die empfohlenen maximalen Drehzahlen für Lager, die mit Solid Oil bei einer Umgebungstemperatur von 20 °C betrieben werden.

Die Umgebungstemperatur ist die Temperatur, die in der Nähe des Lagers vorherrscht, und entspricht nicht unbedingt der Raumtemperatur. Für Lagertypen, die in **Tabelle 2** nicht aufgeführt sind, wenden Sie sich bitte an den Technischen SKF Beratungsservice.

Für Lager mit Solid Oil, die mit der empfohlenen maximalen Drehzahl betrieben werden, ist im Betrieb ein Temperaturanstieg um ca. 65° C über der Umgebungstemperatur zu erwarten.

Bei Umgebungstemperaturen über 20 °C muss die maximale Drehzahl reduziert werden. Der anwendbare Reduktionsfaktor kann **Diagramm 1** entnommen werden.

## Berechnungsbeispiel

Ein Rillenkugellager vom Typ 6208/W64 wird bei einer Umgebungstemperatur von 50 °C betrieben. Wie hoch ist die reduzierte, maximale Drehzahl?

**1 Empfohlene maximale Drehzahl bei einer Umgebungstemperatur von 20 °C**
maximale Drehzahl bei 20 °C Umgebungstemperatur aus **Tabelle 2**:
300 000 / $d_m$, einreihiges Rillenkugellager mit Stahlblechkäfig, Abmessungen
d = 40 mm, D = 80 mm

$$n = \frac{300\,000}{0{,}5\,(40 + 80)} = 5\,000 \text{ min}^{-1}$$

**2 Reduzierung bei 50 °C Umgebungstemperatur**
Drehzahlreduktionsfaktor $f_T \approx 0{,}53$ aus **Diagramm 1**

$$n_{reduziert} = 5\,000\, f_T = 5\,000 \times 0{,}53 = 2\,650 \text{ min}^{-1}$$

**Tabelle 2**

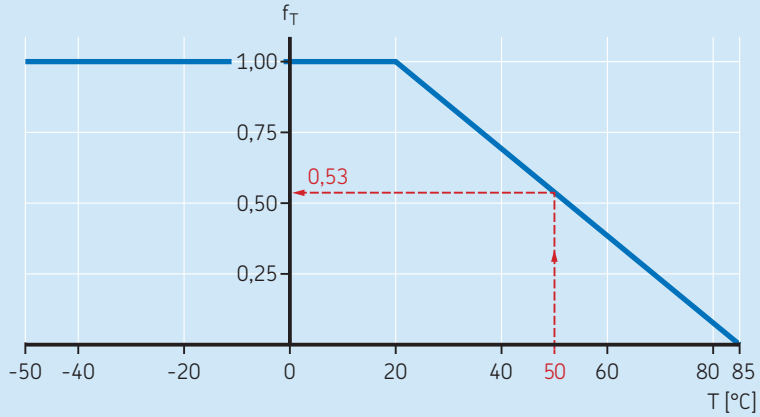
**Empfohlene maximale Drehzahlen für Lager und Lagereinheiten mit Solid Oil bei einer Umgebungstemperatur von 20 °C**

| Lagertyp | Maximale Drehzahl n |
|---|---|
| – | $min^{-1}$ |
| **Rillenkugellager** | |
| einreihig mit Käfig aus Stahlblechkäfig | 300 000 / $d_m$ |
| einreihig mit Käfig aus Polyamidkäfig | 40 000 / $d_m$ |
| zweireihig | 40 000 / $d_m$ |
| **Einreihige Schrägkugellager** | |
| mit Stahlblechkäfig | 150 000 / $d_m$ |
| mit Polyamidkäfig | 40 000 / $d_m$ |
| **Pendelkugellager** | |
| mit Stahlblechkäfig | 150 000 / $d_m$ |
| mit Polyamidkäfig | 40 000 / $d_m$ |
| **Zylinderrollenlager** | |
| mit Stahlblechkäfig | 150 000 / $d_m$ |
| mit Polyamidkäfig | 40 000 / $d_m$ |
| **Kegelrollenlager** | 45 000 / $d_m$ |
| **Pendelrollenlager** | |
| Ausführung E | 42 500 / $d_m$ |
| Ausführung CC | 85 000 / $d_m$ |
| **Y-Lager, Y-Lagereinheiten** | 40 000 / $d_m$ |

Hierin sind:
$d_m = 0{,}5\,(d+D)$
Bei abgedichteten Lagern sind nur 80 % des angegebenen Drehzahlgrenzwertes zulässig

**Diagramm 1**

**Drehzahlreduktionsfaktor $f_T$ für eine Umgebungstemperatur über 20 °C**



## The Power of Knowledge Engineering

SKF vereint hoch spezialisiertes Expertenwissen mit der praktischen Erfahrung aus unzähligen Anwendungen und bietet eine große Bandbreite maßgeschneiderter Produkte aus einer Hand. Diese besondere Kombination versetzt das Unternehmen in die Lage, Ausrüstern und Produktionsstätten in jedem bedeutenden Industriezweig weltweit innovative Lösungen zu liefern. Unser fundiertes Know-how in vielen Kompetenzbereichen bildet die Basis für das SKF Life Cycle Management: ein bewährtes Konzept zur Steigerung der Anlagenzuverlässigkeit, zur Verbesserung der Energieeffizienz sowie zur Senkung der Betriebs- und Wartungskosten.

Unsere Technologieplattformen umfassen Lager und Lagereinheiten ebenso wie Dichtungen und Schmiersysteme sowie Mechatronik-Bauteile und breit gefächerte Dienstleistungen. Das entsprechende Service-Portfolio reicht von der computergestützten 3D-Simulation über die cloud-basierte Zustandsüberwachung bis hin zum Anlagenmanagement.

Das SKF BeyondZero Portfolio umfasst Produkte und Dienstleistungen mit optimierten Kriterien zum Schutz der Umwelt.

Dank unserer globalen Präsenz profitieren SKF Kunden weltweit von einheitlichen Qualitätsstandards und hoher Produktverfügbarkeit. Außerdem können die Kunden über jede einzelne Niederlassung auf die Erfahrung, das Wissen und die Kreativität sämtlicher SKF Spezialisten zugreifen.

**Für weitere Informationen über Lager und Lagereinheiten mit Solid Oil**

**skf.com**

® SKF ist eine eingetragene Marke der SKF Gruppe.

© SKF Gruppe 2016
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 15894 DE** · Februar 2016

Bestimmte Aufnahmen mit freundlicher Genehmigung von Shutterstock.com.