



FAG



Wälzlagerkompetenz für Flüssigkeitspumpen

SCHAEFFLER

Vorwort

Schaeffler ist ein weltweit führender Anbieter von Wälzlagern (Standard- und Sonderlager), Gleitlagern, lagerspezifischem Zubehör sowie umfangreichen Service-Produkten und -Leistungen. Schaeffler bietet Lösungen mit rund 225 000 Produkten für mehr als 40 000 Kunden an und verfügt über ein extrem breites Portfolio, das Anwendungsfälle aus über 60 Industriebranchen sicher abdeckt.

Wirtschaftliche Lösungen für Flüssigkeitspumpen

Den Herstellern von Flüssigkeitspumpen bietet Schaeffler ein umfangreiches Programm an Präzisionsprodukten für den sicheren Einsatz von Lagern für rotative Bewegungen. Immer häufiger werden dabei ideenreiche und wirtschaftliche Lösungen verlangt. Deshalb wird es immer wichtiger, genau abgestimmte Systemlösungen auf Basis von hochwertigen Standardlagern zu finden. Diese Entwicklung spiegelt auch diese Druckschrift wider, in der Sie auch Anwendungsbeispiele mit maßgeschneiderten Lösungen für Flüssigkeitspumpen finden.

Einteilung der Flüssigkeitspumpen

Die Einteilung der Flüssigkeitspumpen erfolgt nach dem Funktionsprinzip:

- Strömungspumpen
- Verdrängerpumpen
- Sonstige Pumpen.

In dieser Druckschrift werden hauptsächlich die Wälzlager für Kreiselpumpen behandelt, die nach dem Strömungsprinzip arbeiten. Jedoch sind auch für andere Pumpentypen Lagerlösungen und Lagerkonzepte lieferbar.

Energieeffiziente Lagerungen

Kleinere Massen und niedrigere Reibung senken den Energieverbrauch der Maschinen. Schaeffler entwickelt neue Lager und Baueinheiten auch unter diesem Aspekt.

Mit neuesten Berechnungswerkzeugen werden Reibleistungen von Lagerungen schon im Entwicklungsstadium verglichen und optimiert. Pumpenhersteller können dadurch Zeit und Entwicklungskosten reduzieren.

Entwicklungspartner

Die Ingenieure unserer Anwendungstechnik und unseres Außendienstes stehen Ihnen weltweit als Entwicklungspartner zur Seite, damit Ihre Pumpen effektiver, zuverlässiger und gleichzeitig wirtschaftlicher arbeiten.

Diese Druckschrift gibt einen Überblick über verschiedene Wälzlager, die anwendungsorientiert in Flüssigkeitspumpen eingebaut werden können. Die Flüssigkeitspumpen selbst sind in ihren vielfältigen Einsatzbereichen unterschiedlichsten Betriebsbedingungen ausgesetzt. Sowohl die Betriebsart als auch andere Faktoren sind von relevanter Bedeutung für die Lagerauswahl.

Vorwort

Wälzlager-Katalog HR 1

Der Katalog HR 1, Wälzlager, beschreibt die für Erstausrüster, Handel und Ersatzbedarf notwendigen Wälzlager nach DIN ISO, das spezifische Wälzlagerzubehör sowie weitere Wälzlagerbauarten und Ausführungsvarianten.

Er zeigt, welche Produkte für eine Lagerung in Frage kommen, was bei ihrer Auslegung zu berücksichtigen ist, welche Toleranzen für die Umgebungs konstruktion notwendig sind und wie die Lagerung abgedichtet wird. Darüber hinaus informiert er ausführlich über die Berechnung der Lagerlebensdauer, über Temperaturen und Belastungen, über geeignete Schmierstoffe und nicht zuletzt darüber, wie die Produkte korrekt eingebaut und gewartet werden.

Global Technology Network

Mit dem Global Technology Network kombiniert Schaeffler seine lokale Kompetenz in der Region mit dem Wissen und der Innovationskraft seiner Experten weltweit.

Über lokale Kompetenzzentren „Schaeffler Technology Center“ bringen wir unser Leistungsspektrum mit Engineering- und Service-Know-how direkt in Ihre Nähe. Durch diese Kombination erfahren Sie überall auf der Welt eine optimale Betreuung und erhalten durch unser gebündeltes Wissen innovative, maßgeschneiderte Lösungen von höchster Qualität. Dies ermöglicht es Ihnen, die Gesamtkosten Ihrer Maschinen und Anlagen nachhaltig zu senken und damit die Effizienz und Wettbewerbsfähigkeit zu steigern.



Bild 1
Leistungsspektrum

Weitere Informationen

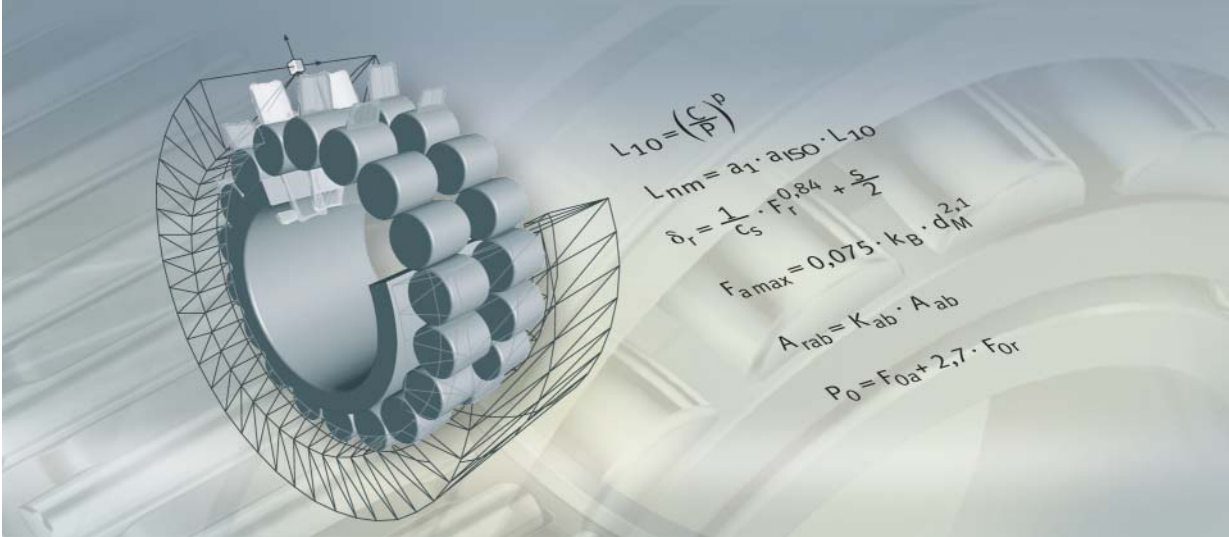
- www.schaeffler.de/gtn
- <http://medien.schaeffler.de>

Inhaltsverzeichnis

| | Seite |
|---|-------|
| Technische Grundlagen | |
| Dynamische Tragfähigkeit und Lebensdauer..... | 5 |
| Wahl der Lageranordnung | 11 |
| Grundlagen und Anforderungen | 18 |
| Auslegungsbeispiel | 20 |
| Auswahl geeigneter Wälzlager | |
| X-life..... | 24 |
| Rillenkugellager..... | 25 |
| Einreihige Schrägkugellager..... | 26 |
| Zweireihige Schrägkugellager | 28 |
| Einreihige Zylinderrollenlager..... | 30 |
| Vierpunktlager..... | 31 |
| Pendelkugellager..... | 32 |
| Pendelrollenlager | 33 |
| Kegelrollenlager..... | 34 |
| Innovative Produkte | |
| Tandemschrägkugellager | 36 |
| Mediengeschmierte Lager | 37 |
| Beschichtungen für Wälzlager | 39 |
| Mechatronik und Sensorik | 41 |
| Serviceleistungen | |
| Technische Beratung | 46 |
| Berechnung mit BEARINX® | 47 |
| Schadensanalyse | 50 |
| Schaeffler Industrial Aftermarket..... | 52 |
| Anwendungsbeispiele | |
| Tauchmotorpumpe..... | 54 |
| Chemienormpumpe | 56 |
| Doppelflutige Pumpe | 58 |



FAG



Technische Grundlagen

Dynamische Tragfähigkeit und Lebensdauer

Wahl der Lageranordnung

Grundlagen und Anforderungen

Auslegungsbeispiel

Dynamische Tragfähigkeit und Lebensdauer

Das Ermüdungsverhalten des Werkstoffs bestimmt die dynamische Tragfähigkeit des Wälzlagers.

Die dynamische Tragfähigkeit wird beschrieben durch die dynamische Tragzahl, basierend auf DIN ISO 281, und die nominelle Lebensdauer.

Die Ermüdungslebensdauer hängt ab von der:

- Belastung
- Betriebsdrehzahl
- Statistischen Zufälligkeit des ersten Schadeneintritts.

Für umlaufende Wälzlager gilt die dynamische Tragzahl C. Sie ist bei:

- Radiallagern eine konstante Radiallast C_r
- Axiallagern eine zentrisch wirkende, konstante Axiallast C_a .

Die dynamische Tragzahl C gibt die Belastung unveränderlicher Größe und Richtung an, bei der eine genügend große Menge gleicher Lager eine nominelle Lebensdauer von einer Million Umdrehungen erreicht.

Dimensionierung von Wälzlagern

Die erforderliche Größe eines Wälzlagers ist von folgenden Anforderungen abhängig:

- Lebensdauer
- Tragfähigkeit (Belastbarkeit)
- Betriebssicherheit.

Berechnung der Lebensdauer Berechnungsverfahren

Verfahren zur Berechnung der Lebensdauer sind unter anderem die:

- Nominelle Lebensdauer L_{10} und L_{10h} nach ISO 281
- Erweiterte Lebensdauer L_{nm} und L_{nmh} nach ISO 281.

Nominelle Lebensdauer

Die nominelle Lebensdauer L_{10} und L_{10h} ergibt sich aus:

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

$$L_{10h} = \frac{16\,666}{n} \cdot \left(\frac{C}{P} \right)^p$$

L_{10} 10^6 Umdrehungen

Nominelle Lebensdauer in Millionen Umdrehungen, die von 90% einer genügend großen Menge gleicher Lager erreicht oder überschritten wird, bevor erste Anzeichen einer Werkstoffermüdung auftreten

L_{10h} h

Nominelle Lebensdauer in Betriebsstunden entsprechend der Definition für L_{10}

C N

Dynamische Tragzahl

P N

Dynamisch äquivalente Lagerbelastung für Radial- und Axiallager

p –

Lebensdauerexponent;

für Rollenlager: $p = 10/3$

für Kugellager: $p = 3$

n min^{-1}

Betriebsdrehzahl.

Dynamische Tragfähigkeit und Lebensdauer

Dynamisch äquivalente Lagerbelastung

Die dynamisch äquivalente Belastung P ist ein rechnerischer Wert. Dieser Wert ist eine in Größe und Richtung konstante Radiallast bei Radiallagern oder Axiallast bei Axiallagern.

Eine Belastung mit P ergibt die gleiche Lebensdauer wie die tatsächlich wirkende kombinierte Belastung.

$$P = X \cdot F_r + Y \cdot F_a$$

| | |
|--|---|
| P | N |
| Dynamisch äquivalente Lagerbelastung | |
| X | – |
| Radialfaktor aus den Maßtabellen oder der Beschreibung des Produktes | |
| F_r | N |
| Radiale dynamische Lagerbelastung | |
| Y | – |
| Axialfaktor aus den Maßtabellen oder der Beschreibung des Produktes | |
| F_a | N |
| Axiale dynamische Lagerbelastung. | |



Diese Berechnung ist nicht anwendbar für Radial-Nadellager sowie Axial-Nadellager und Axial-Zylinderrollenlager! Bei diesen Lagern sind kombinierte Belastungen nicht zulässig! Für rein radial belastete Radial-Nadellager gilt $P = F_r$ und bei rein axialer Belastung gilt für Axial-Nadel- und Axial-Zylinderrollenlager $P = F_a$!

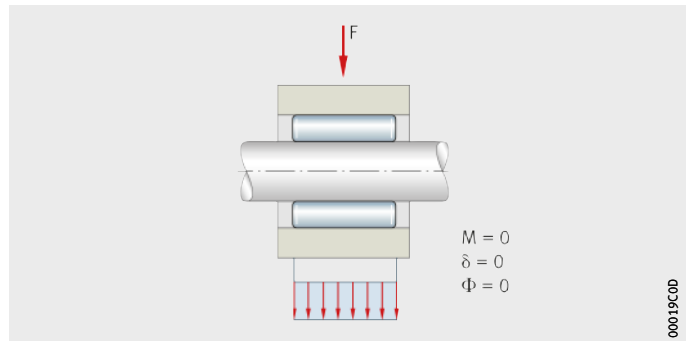
Einflussfaktoren

Einflussfaktoren können sein, *Bild 1*:

- Lagerausrichtung
- Lagerbelastungen
- Betriebsspiel
- Verkippung und Momentenbelastung
- Schmierung und Verschmutzung.

F = Belastung
 M = Drehmoment
 δ = Radiale Einfederung
 Φ = Verkippungswinkel

Bild 1
 Berechnungsmodell



Erweiterte Lebensdauer

Die Berechnung der erweiterten Lebensdauer L_{nm} und L_{nmh} wurde erstmals in der DIN ISO 281 Beiblatt 1 genormt. Seit 2007 ist sie in der weltweiten Norm ISO 281 genormt.

Die computergestützte Berechnung nach DIN ISO 281 Beiblatt 4 ist seit 2008 in der ISO/TS 16281 spezifiziert und in DIN 26281 genormt.

L_{nm} und L_{nmh} wird berechnet nach:

$$L_{nm} = a_1 \cdot a_{ISO} \cdot L_{10}$$

$$L_{nmh} = a_1 \cdot a_{ISO} \cdot L_{10h}$$

L_{nm} 10^6 Umdrehungen

Erweiterte Lebensdauer nach ISO 281

a_1 –

Lebensdauerbeiwert für eine Erlebenswahrscheinlichkeit, die von 90% abweicht

Erlebenswahrscheinlichkeit 90% (L_{10m}) $a_1 = 1$

Erlebenswahrscheinlichkeit 95% (L_{5m}) $a_1 = 0,64$

Erlebenswahrscheinlichkeit 99% (L_{1m}) $a_1 = 0,25$

a_{ISO} –

Lebensdauerbeiwert für die Betriebsbedingungen

L_{10} 10^6 Umdrehungen

Nominelle Lebensdauer

L_{nmh} h

Erweiterte Lebensdauer in Betriebsstunden

L_{10h} h

Nominelle Lebensdauer in Betriebsstunden

entsprechend der Definition für L_{10} .

Die Werte für den Lebensdauerbeiwert a_1 wurden in ISO 281:2007 neu festgelegt und unterscheiden sich von den bisherigen Angaben.

Lebensdauerbeiwert a_{ISO}

Das genormte Rechenverfahren für den Lebensdauerbeiwert a_{ISO} berücksichtigt im Wesentlichen:

- Die Belastung des Lagers
- Den Schmierzustand (Viskosität und Art des Schmierstoffs, Drehzahl, Lagergröße, Additive)
- Die Ermüdungsgrenze des Werkstoffs
- Die Bauart des Lagers
- Die Eigenspannung des Werkstoffs
- Die Umgebungsbedingungen
- Die Verunreinigung des Schmierstoffs.

$$a_{ISO} = f \left[\frac{e_c \cdot C_u}{P}, \kappa \right]$$

a_{ISO} –

Lebensdauerbeiwert für Betriebsbedingungen

e_c –

Lebensdauerbeiwert für Verunreinigung

C_u N

Ermüdungsgrenzbelastung

P N

Dynamisch äquivalente Lagerbelastung

κ –

Viskositätsverhältnis;

für $\kappa > 4$ ist mit $\kappa = 4$ zu rechnen

für $\kappa < 0,1$ ist dieses Rechenverfahren nicht anwendbar.

Dynamische Tragfähigkeit und Lebensdauer

Gebrauchsdauer

Die Gebrauchsdauer ist die tatsächlich erreichte Lebensdauer des Lagers. Sie kann deutlich von der errechneten abweichen.

Mögliche Ursachen sind Verschleiß oder Ermüdung durch:

- Abweichende Betriebsdaten
- Fluchtungsfehler zwischen Welle und Gehäuse
- Zu kleines oder zu großes Betriebsspiel
- Verschmutzung
- Nicht ausreichende Schmierung
- Zu hohe Betriebstemperatur
- Oszillierende Lagerbewegungen mit sehr kleinen Schwenkwinkeln (Riffelbildung)
- Vibrationsbeanspruchung und Riffelbildung
- Sehr hohe Stoßlasten (statische Überlastung)
- Vorschäden bei der Montage.



Wegen der Vielfalt der möglichen Einbau- und Betriebsverhältnisse kann die Gebrauchsdauer nicht exakt vorausberechnet werden! Sie lässt sich am sichersten durch den Vergleich mit ähnlichen Einbaufällen abschätzen!

Schmierung Grundlagen

Schmierung und Wartung sind wichtig für die zuverlässige Funktion und lange Gebrauchsdauer der Wälzlager.

Aufgaben des Schmierstoffs

Der Schmierstoff erfüllt im Wälzlager wichtige Funktionen, *Bild 2*.

- ① Tragfähigen Schmierfilm ausbilden
- ② Bei Ölschmierung Wärme ableiten
- ③ Bei Fettschmierung das Lager zusätzlich nach außen gegen feste und flüssige Verunreinigungen abdichten
- ④ Laufgeräusch dämpfen
- ⑤ Vor Korrosion schützen

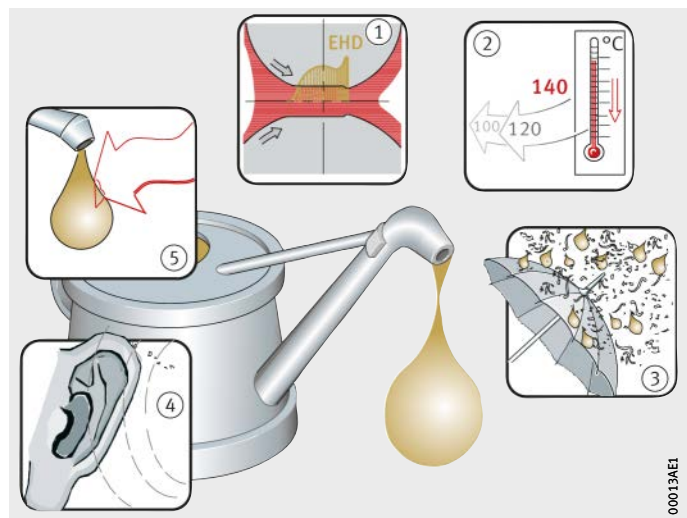


Bild 2
Aufgaben des Schmierstoffs

00013AE1

| | |
|--------------------------------|--|
| Wahl der Schmierungsart | <p>Bei der Konstruktion ist möglichst früh festzulegen, ob die Lager mit Fett oder Öl geschmiert werden.</p> <p>Für die Art der Schmierung und die Schmierstoffmenge sind entscheidend:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Betriebsbedingungen ■ Bauform und Größe des Lagers ■ Anschlusskonstruktion ■ Schmierstoffführung. |
| Kriterien für Fettschmierung | <p>Bei Fettschmierung sind zu betrachten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Sehr geringer konstruktiver Aufwand ■ Dichtwirkung ■ Depotwirkung ■ Hohe Gebrauchsdauer bei geringem Wartungsaufwand (unter Umständen Lebensdauerschmierung) ■ Bei Nachschmierung gegebenenfalls Auffangraum für Altfett und Zuführungskanäle berücksichtigen ■ Keine Wärmeabfuhr durch den Schmierstoff ■ Kein Ausspülen von Verschleiß- und sonstigen Partikeln. |
| Kriterien für Ölschmierung | <p>Bei Ölschmierung sind zu betrachten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Gute Schmierstoffverteilung und -versorgung des Kontaktes ■ Wärmeabfuhr aus dem Lager möglich (wichtig vor allem bei hohen Drehzahlen und Belastungen) ■ Ausspülen von Verschleißpartikeln ■ Bei Minimalmengenschmierung sehr geringe Reibungsverluste ■ Aufwändigere Zuführung und Abdichtung erforderlich. <p>Bei extremen Betriebsbedingungen (zum Beispiel sehr hohe Temperaturen, Vakuum, aggressive Medien) sind auch Sonder-schmiervverfahren wie Feststoffschmierung nach Rücksprache mit dem Ingenieurdienst möglich.</p> |
| Wälzlagerfette Arcanol | <p>Für Anwender, die das Schmierfett selbst in die Wälzlager einbringen, stehen die besonders geeigneten Wälzlagerfette Arcanol zur Verfügung.</p> <p>Diese Fette sind in ihrer Leistungsfähigkeit so abgestuft, dass nahezu alle Anwendungsbereiche abgedeckt werden.</p> |

Dynamische Tragfähigkeit und Lebensdauer

Viskositätsverhältnis

Das Viskositätsverhältnis κ ist ein Maß für die Güte der Schmierfilmbildung und beurteilt die Trennung der Kontaktflächen:

$$\kappa = \frac{\nu}{\nu_1}$$

κ Viskositätsverhältnis
 ν Kinematische Viskosität des Schmierstoffes bei Betriebstemperatur $\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$
 ν_1 Bezugsviskosität des Schmierstoffes bei Betriebstemperatur $\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$

Ab $\kappa = 4$ liegt Vollschnierung vor, das heißt die Kontaktpartner berühren sich nicht.

Bei $\kappa \geq 4$ und höchster Sauberkeit sowie mäßiger Belastung können Wälzlager dauerfest sein. Die Erfahrung zeigt, dass bereits ab $\kappa = 2$ mit voll tragendem Schmierfilm gerechnet werden kann.

Ab $\kappa = 1$ und bei guter Sauberkeit wird in etwa die nominelle Lebensdauer erreicht.

Liegt κ im Bereich von 0,4 bis 1, so ist mit einer Reduzierung der nominellen Lebensdauer zu rechnen, man spricht von moderater Mischreibung.

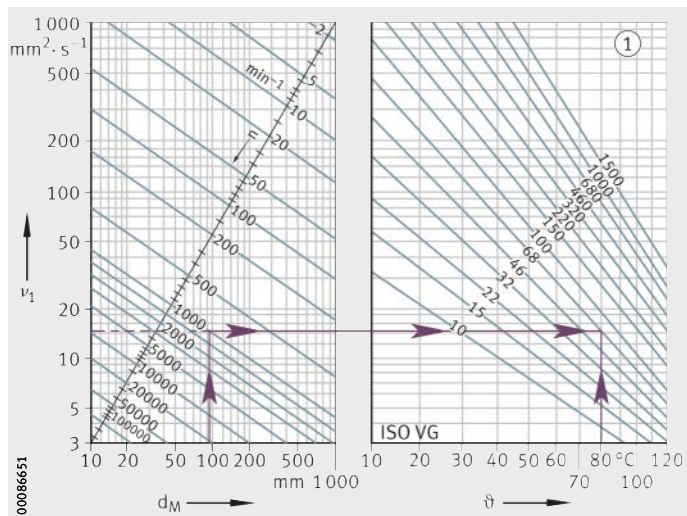
Bei $\kappa < 0,4$ liegt Mischreibung vor. Hier ist bei unlegierten Schmierstoffen zusätzlich mit Verschleiß zu rechnen. Enthält der Schmierstoff jedoch geeignete Verschleißschutzadditive, kann die Trennung im Kontaktbereich auch durch die sich ausbildenden Reaktionsschichten der Additive übernommen werden. Über diese chemische Schmierung ist dann ebenfalls ein verschleißarmer Betrieb möglich. Die Bezugsviskosität ν_1 wird aus dem Diagramm mithilfe des mittleren Lagerdurchmessers d_M und der Betriebsdrehzahl n bestimmt, Bild 3.

Die Nennviskosität des Öls bei +40 °C ergibt sich aus der geforderten Betriebsviskosität ν und der Betriebstemperatur ϑ .

- ν_1 = Bezugsviskosität
 - d_M = Mittlerer Lagerdurchmesser
 - ϑ = Betriebstemperatur
 - n = Betriebsdrehzahl
- ① Viskosität in $\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ bei +40 °C

Bild 3
V/T-Diagramm für Mineralöle

Weitere Informationen



- Katalog HR 1, Wälzlager
- TPI 168, Wälzlagerfette Arcanol
- TPI 176, Schmierung von Wälzlagern.

Wahl der Lageranordnung

Arten von Lagerungen

Zur Führung und Abstützung einer umlaufenden Welle sind mindestens zwei Lager erforderlich, die in einem bestimmten Abstand voneinander angeordnet sind. Je nach Anwendung wählt man zwischen einer Fest-Loslagerung, einer angestellten Lagerung oder einer schwimmenden Lagerung.

Fest-Loslagerung

Bei einer Welle, die in zwei Radiallagern abgestützt ist, stimmen die Abstände der Lagersitze auf der Welle und im Gehäuse durch Fertigungstoleranzen häufig nicht überein. Auch durch Erwärmung im Betrieb verändern sich die Abstände. Diese Abstandsunterschiede werden im Loslager ausgeglichen. Beispiele für Fest-Loslagerungen sind dargestellt in *Bild 1* und *Bild 2*.

Loslager

Loslager werden ausschließlich radial belastet, wofür sich besonders Zylinderrollenlager mit Käfig N und NU sowie Nadellager eignen. Bei ihnen kann sich der Rollenkranz auf der Laufbahn des bordlosen Lagerrings verschieben. Alle anderen Lagerbauarten, wie Rillenkugellager und Pendelrollenlager, wirken nur dann als Loslager, wenn ein Lagerring verschiebbar gepasst ist. Der mit Punktlast beaufschlagte Lagerring wird deshalb lose gepasst; meist ist dies der Außenring.

Festlager

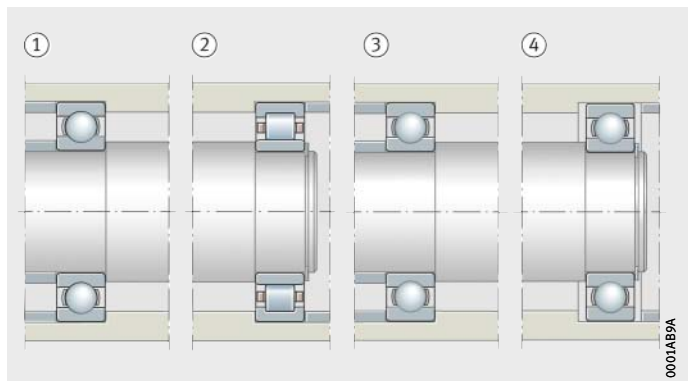
Das Festlager führt die Welle axial und überträgt äußere Axial- und Radialkräfte. Welche Lagerbauart als Festlager gewählt wird, hängt davon ab, wie hoch die Axialkräfte sind und wie genau die Welle axial geführt werden muss.

Beispiele für Fest-Loslagerungen

- Rillenkugellager
- ① Festlager
- Zylinderrollenlager NU
- ② Loslager
- Rillenkugellager
- ③ Festlager
- ④ Loslager

Bild 1

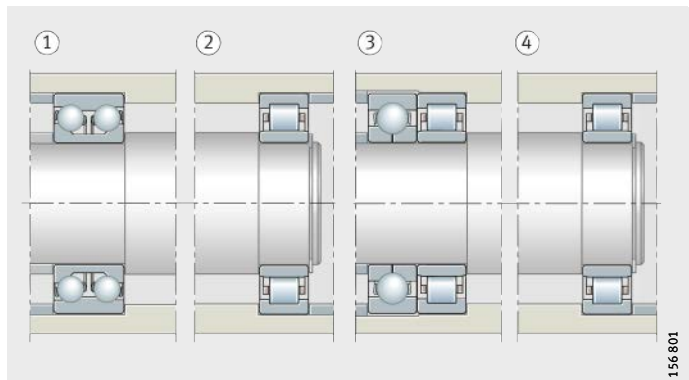
Fest-Loslager-Anordnungen



- Zweireihiges Schrägkugellager
- ① Festlager
- Zylinderrollenlager NU
- ② Loslager
- Vierpunktlager und Zylinderrollenlager
- ③ Festlager
- Zylinderrollenlager NU
- ④ Loslager

Bild 2

Fest-Loslager-Anordnungen



Wahl der Lageranordnung

Angestellte Lagerung

Diese Lagerungen bestehen meist aus zwei spiegelbildlich angeordneten Schrägkugel- oder Kegelrollenlagern. Bei der Montage wird der Lagerring auf seinem Sitz so weit verschoben, bis die Lagerung das gewünschte Spiel oder die notwendige Vorspannung hat.

Durch diese Einstellmöglichkeit eignet sich die angestellte Lagerung besonders, wenn eine enge Führung notwendig ist.

X- und O-Anordnung

Grundsätzlich wird zwischen der O-Anordnung, *Bild 3* ①, und der X-Anordnung, *Bild 3* ②, der Lager unterschieden. Bei der O-Anordnung zeigen die von den Drucklinien gebildeten Kegel mit ihren Spitzen S nach außen, bei der X-Anordnung nach innen. Die Stützbasis H, also der Abstand der Druckkegelspitzen zueinander, ist bei der O-Anordnung größer als bei der X-Anordnung. Die O-Anordnung ergibt daher das geringere Kippspiel.

Bei der Einstellung der Axialluft ist die Wärmedehnung zu berücksichtigen.

S = Spitzen der Druckkegel
H = Stützabstand

Schrägkugellager
① O-Anordnung
② X-Anordnung

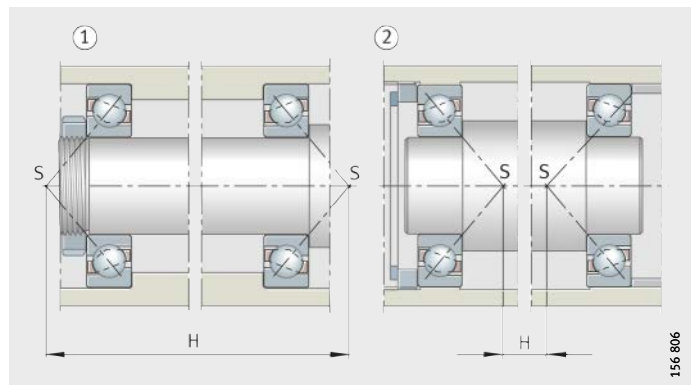


Bild 3
Angestellte Lagerung

Elastische Anstellung

Angestellte Lagerungen erhält man auch durch Vorspannung mit Federn, *Bild 4* ①. Diese elastische Art der Anstellung gleicht die Wärmedehnungen aus, wofür ein loser Lagersitz am Außenring erforderlich ist. Man wendet sie auch an, wenn Lagerungen durch Stillstand oder Erschütterungen gefährdet sind.

Rillenkugellager
mit Federscheibe vorgespannt

① Federscheibe

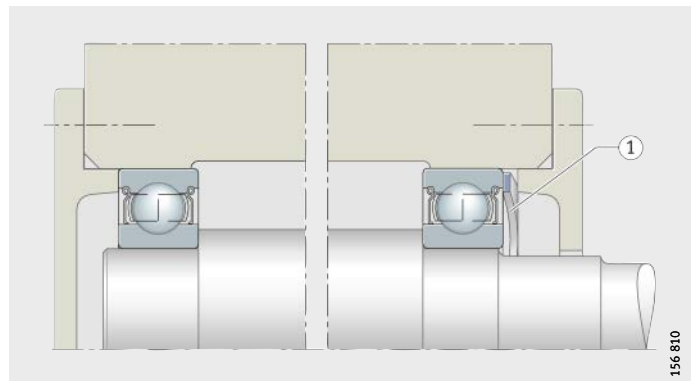


Bild 4
Angestellte Lagerung

Schwimmende Lagerung

Die schwimmende Lagerung ist eine wirtschaftliche Lösung, wenn keine enge axiale Führung der Welle verlangt wird, *Bild 5*. Ihr Aufbau gleicht der angestellten Lagerung.

Die Welle kann sich bei schwimmender Lagerung jedoch um das Axialspiel s gegenüber dem Gehäuse verschieben. Der Wert s wird in Abhängigkeit von der geforderten Führungsgenauigkeit so festgelegt, dass die Lager auch bei ungünstigen thermischen Verhältnissen nicht axial verspannt werden.

Geeignete Lager

Geeignete Lagerbauarten für die schwimmende Anordnung sind zum Beispiel Rillenkugel-, Pendelkugel- und Pendelrollenlager.

Bei beiden Lagern ist je ein Ring, gewöhnlich ein Außenring, verschiebbar zu passen.

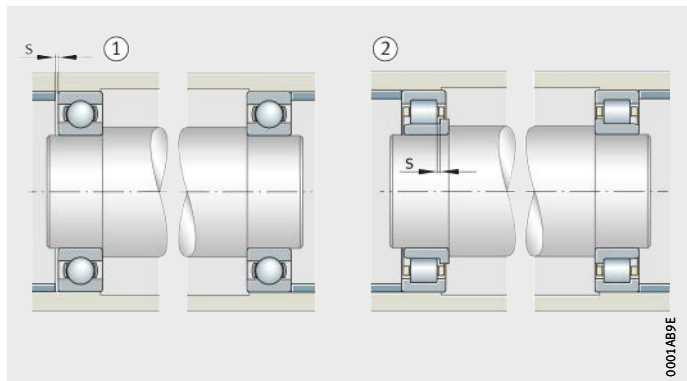
Bei schwimmenden Lagerungen und Zylinderrollenlagern der Bauform NJ findet der Längenausgleich in den Lagern statt, *Bild 5*. Innen- und Außenring können fest gepasst werden.

Kegelrollenlager und Schrägkugellager eignen sich nicht für eine schwimmende Anordnung, da sie angestellt werden müssen, um einwandfrei zu laufen.

s = Axialspiel

- ① Zwei Rillenkugellager
- ② Zwei Zylinderrollenlager NJ

Bild 5
Schwimmende Lagerungen



Wahl der Lageranordnung

Axiale Befestigung der Lager

Die axiale Befestigung der Lagerringe wird auf die jeweilige Lageranordnung abgestimmt (Festlager, Loslager, angestellte und schwimmend angeordnete Lager).

Konstruktionshinweise

Die Schulterhöhe der Gegenstücke muss so groß sein, dass auch bei größtem Kantenabstand des Lagers eine ausreichend breite Anlagefläche bleibt (DIN 5418).

Die Lagerringe sind kraft- oder formschlüssig zu fixieren, um seitliches Abwandern zu verhindern. Sie dürfen nur an der Wellen- oder Gehäuseschulter, jedoch nicht in der Hohlkehle anliegen.

Festlager nehmen Axialkräfte auf. Auf diese Axialkräfte muss das jeweilige Halteelement abgestimmt sein. Geeignet sind Schultern an der Welle und dem Gehäuse, Sprengringe, Gehäusedeckel, Wellenkappen, Muttern und Distanzringe, *Bild 6* und *Bild 7*.

Bei nicht zerlegbaren Lagern muss ein Lagerring fest gepasst werden, der andere wird von den Rollkörpern gehalten.

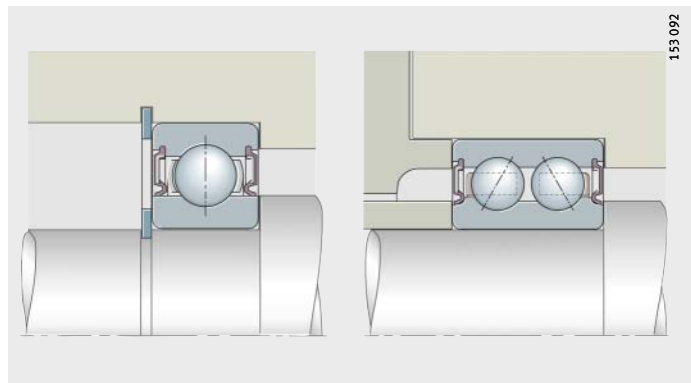
Da angestellte und schwimmend angeordnete Lager Axialkräfte nur in einer Richtung übertragen, müssen die Lagerringe auch nur auf einer Seite abgestützt werden. Die Gegenführung übernimmt ein zweites, spiegelbildlich angeordnetes Lager. Als Anstellelemente sind Wellenmutter, Gewinderinge, Deckel oder Distanzscheiben geeignet.

Bei schwimmenden Lagerungen begrenzt man die seitliche Bewegung der Ringe durch Wellen- oder Gehäuseschultern, Deckel und Sprengringe.

Beispiele für Halteelemente

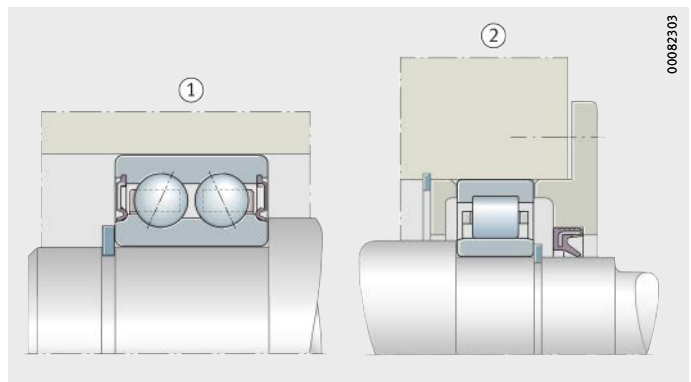
Formschlüssige axiale Befestigung am Innen- und Außenring

Bild 6
Festlager



- ① Formschlüssige axiale Befestigung am Innenring
- ② Formschlüssige axiale Befestigung am Innen- und Außenring

Bild 7
Loslager



Umlaufverhältnisse

Das Umlaufverhältnis kennzeichnet die Bewegung eines Lagerringes im Verhältnis zur Lastrichtung und liegt als Umfangs- oder Punktlast vor. Die Umlaufverhältnisse, die üblicherweise bei Flüssigkeitspumpen auftreten, können der Tabelle Umlaufverhältnisse entnommen werden.

Punktlast für den Außenring

Steht der Ring relativ zur Belastungsrichtung still, treten keine Kräfte auf, die den Ring relativ zu seiner Sitzfläche verschieben.

Die Gefahr, dass die Sitzfläche beschädigt wird, besteht nicht und eine lose Passung ist möglich.

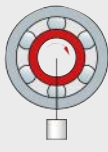
Umfangslast für den Innenring

Treten Kräfte auf, die den Ring relativ zu seiner Sitzfläche verschieben wollen, wird bei einer Umdrehung des Lagers jeder Punkt der Laufbahn belastet.



Da hier die Lager-Sitzfläche beschädigt werden kann, sollte eine feste Passung vorgesehen werden!

Umlaufverhältnisse

| Bewegungsverhältnis | Beispiel | Schema | Belastungsfall | Passung |
|---|-----------------------------|---|---|--|
| Innenring rotiert Außenring steht still Lastrichtung unveränderlich | Welle mit Gewichtsbelastung |  | Umfangslast für den Innenring und Punktlast für den Außenring | Innenring: Feste Passung notwendig Außenring: Lose Passung zulässig |

Wellen- und Gehäuse toleranzen

Anhand der Umlaufverhältnisse können bei üblichen Einbau- und Betriebsbedingungen nachfolgende Empfehlungen für die Tolerierung von Welle und Gehäuse gegeben werden.

Gehäusetoleranzen

| Umlaufverhältnis | Verschiebbarkeit Belastung | Betriebsbedingungen | Toleranzfeld |
|-----------------------------|--|---|-----------------------|
| Punktlast für den Außenring | leicht verschiebbarer Außenring, Gehäuse ungeteilt | Die Qualität der Toleranz richtet sich nach der notwendigen Laufgenauigkeit | H7 (H6) ¹⁾ |
| | leicht verschiebbarer Außenring, Gehäuse geteilt | | H8 (H7) |
| | schwer verschiebbarer Außenring, Gehäuse ungeteilt | Hohe Laufgenauigkeit notwendig | H6 (J6) |
| | schwer verschiebbarer Außenring, Schrägkugellager und Kegelrollenlager mit angestelltem Außenring, Gehäuse geteilt | Normale Laufgenauigkeit | H7 (J7) |
| | leicht verschiebbarer Außenring | Wärmezufuhr von der Welle | G7 ²⁾ |

¹⁾ G7 bei Gehäusen aus GG, wenn Lageraußendurchmesser $D > 250$ mm und Temperaturdifferenz zwischen Außenring und Gehäuse > 10 K.

²⁾ F7 bei Gehäusen aus GG, wenn Lageraußendurchmesser $D > 250$ mm und Temperaturdifferenz zwischen Außenring und Gehäuse > 10 K.

Wahl der Lageranordnung

Wellentoleranzen

| Umlaufverhältnis | Lagerbauart | Wellendurchmesser mm | Verschiebbarkeit Belastung | Toleranzfeld |
|---|----------------------------|-----------------------|--|--------------------|
| Umfangslast für den Innenring oder unbestimmte Lastrichtung | Kugellager | bis 50 | normale Belastung ¹⁾ | j6 (j5) |
| | | 50 bis 100 | niedrige Belastung ²⁾ | j6 (j5) |
| | | | normale und hohe Belastung ³⁾ | k6 (k5) |
| | | 100 bis 200 | niedrige Belastung ¹⁾ | k6 (m6) |
| | | | normale und hohe Belastung ⁴⁾ | m6 (m5) |
| | | über 200 | niedrige Belastung | m6 (m5) |
| | | | normale und hohe Belastung | n6 (n5) |
| | | Rollenlager | bis 60 | niedrige Belastung |
| | normale und hohe Belastung | | | k6 (k5) |
| | 60 bis 200 | | niedrige Belastung | k6 (k5) |
| | | | normale Belastung | m6 (m5) |
| | | | hohe Belastung | n6 (n5) |
| | 200 bis 500 | | normale Belastung | m6 (n6) |
| | | hohe Belastung, Stöße | p6 | |
| über 500 | normale Belastung | n6 (p6) | | |
| | hohe Belastung | p6 | | |

1) $C/P > 10$.

2) $C/P > 12$.

3) $C/P < 12$.

4) $C/P < 10$.

Abweichungen sind möglich, wenn besondere Anforderungen, beispielsweise an die Laufgenauigkeit, Laufruhe und Betriebstemperatur gestellt werden. So sind für erhöhte Laufgenauigkeiten engere Toleranzen erforderlich, etwa die Toleranzqualität 5 anstatt 6. Wird der Innenring im Betrieb wärmer als die Welle, kann der Sitz unzulässig locker werden. Man wählt dann eine festere Passung, zum Beispiel m6 anstelle k6.

Bei manchen Einbaufällen ist die Passungsfrage nur durch einen Kompromiss zu lösen. Die einzelnen Anforderungen sind dabei gegeneinander abzuwägen und diejenigen zu erfüllen, die die beste Gesamtlösung ergeben.

Betriebsspiel

Eine geringe Vorspannung hat sich, bezogen auf die Lebensdauer der Lager, als sinnvoll erwiesen, da hierdurch die Last auf mehrere Rollen verteilt wird und die Steifigkeit der Lagerung gesteigert werden kann. Diese Vorspannung darf jedoch nicht über einen optimalen Wert erhöht werden, da durch die höheren Kontaktspannungen eine deutliche Reduktion der Lebensdauer zu erwarten ist, *Bild 8*.

Auf der anderen Seite kann zu viel Betriebsspiel zu Gleiteffekten, einer schlechteren Lastverteilung und zu einem ungenügenden Laufverhalten führen.

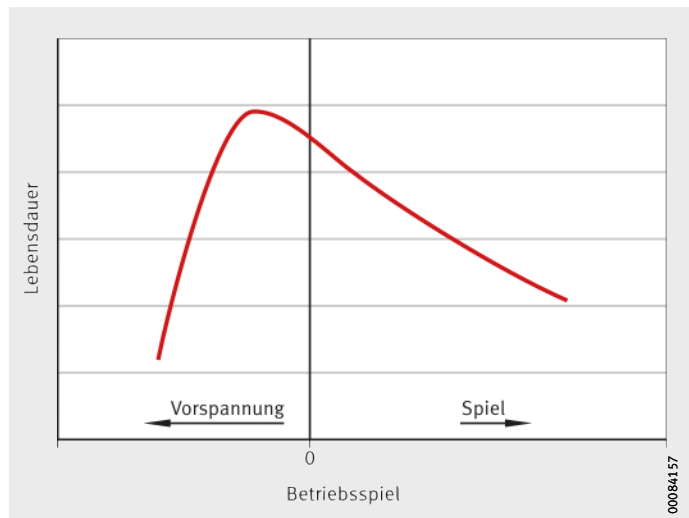


Bild 8
Betriebsspiel

Grundlagen und Anforderungen

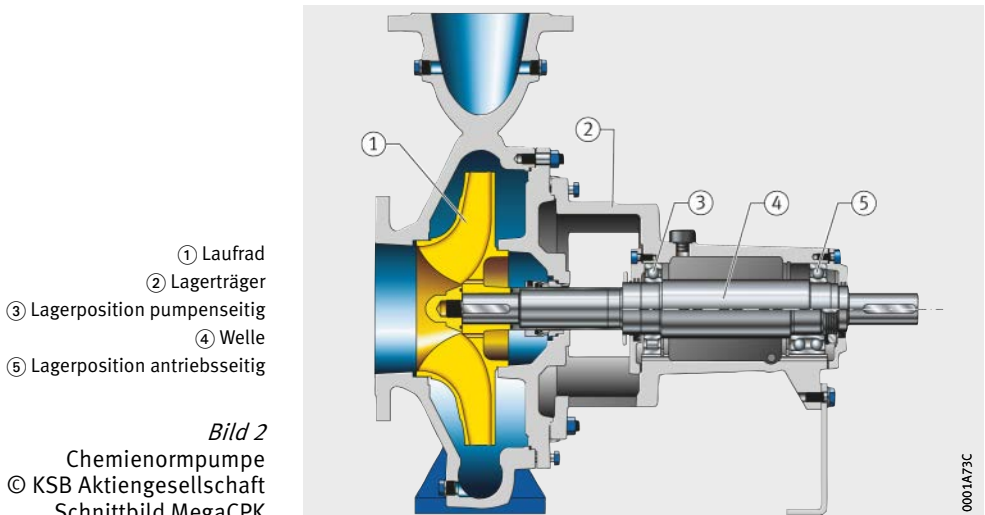
Grundlagen

Viele Flüssigkeitspumpen lassen sich auf den Grundtyp der einstufigen, einflutigen Kreiselpumpe reduzieren, *Bild 1*. Diese Pumpen arbeiten nach dem Strömungsprinzip, bei dem die Energieübertragung auf hydrodynamischen Vorgängen beruht. Die Flüssigkeit wird mittels eines Laufrads durch die Zentrifugalkraft in Umfangsrichtung beschleunigt. Dabei wird ein Teil des durch die Beschleunigung entstehenden hydrodynamischen Drucks über einen Leitapparat, das Spiralgehäuse, wie bei einem Diffusor verzögert. Dadurch ist es möglich, einen großen Teil des hydrodynamischen Drucks in hydrostatischen Druck umzuwandeln. Abhängig von den jeweiligen Anforderungen und dem Einsatzgebiet wird dieser Grundaufbau angepasst und weiterentwickelt.



Bild 1
Chemienormpumpe
© KSB Aktiengesellschaft
MegaCPK

Für einflutige Kreiselpumpen können unterschiedliche Lagerungskonzepte verwendet werden, *Bild 2*.



Anforderungen an Pumpenlagerungen

Die Anforderungen an die Lagerungen von Flüssigkeitspumpen sind vielfältig. Die Forderungen der Pumpenhersteller und die Eigenschaften der Wälzlager müssen möglichst übereinstimmen.

Bisherige Anforderungen an die Wälzlager sind:

- Kostengünstige Lagerlösungen
- Einsatz von Standard-Wälzlagern
- Aufnahme von radialen und axialen Lasten
- Aufnahme von Vibrationen und Stößen
- Hohe Gebrauchsdauer
- Geringer Wartungsaufwand.

Weitergehende Anforderungen an die Wälzlager können sein:

- Längere Nachschmierintervalle bis hin zur Lebensdauer-schmierung
- Korrosionsbeständigkeit
- Energieeffiziente Wälzlager und Gesamtlösungen
- Geringere Reibung
- Geringere Geräuschbildung
- Höherer Temperaturbereich
- Medienschmierung
- Zustandsüberwachung.

Anforderungen an die Wälzlagerhersteller:

- Auslegungswerkzeuge
- Technische Beratung
- Schadensanalyse.

Anforderungen an Elektromotorenlagerungen

Bei den Flüssigkeitspumpen werden vorzugsweise Elektromotoren als Antriebseinheiten eingesetzt.

Bei der Lagerung eines elektrischen Antriebes müssen unter anderem diese Einflussgrößen berücksichtigt werden:

- Belastung
- Drehzahl
- Wellenanordnung und Einbauraum
- Schwingungs- und Geräuschverhalten
- Lebensdauer
- Niedrige Reibung
- Abdichtung
- Eignung für höhere Temperaturen
- Schmierung (Fettlebensdauer)
- Stromisolierung
- Wartung und Montage.

Weitere Informationen

- TPI 206, Stromisolierende Lager.

Schrägkugellager in X-Anordnung (Festlager)

Schrägkugellager FAG 7314-B-TVP.UA (XL):

- Dynamische Tragzahl $C_r = 126\,000\text{ N}$
- Statische Tragzahl $C_{0r} = 93\,000\text{ N}$
- Grenzdrehzahl $n_G = 5\,500\text{ min}^{-1}$.

Dynamische Tragzahl $C_{r\text{ tot}}$ des Lagerpaars:

- $C_{r\text{ tot}} = 1,625 \cdot C_r$
- $C_{r\text{ tot}} = 1,625 \cdot 126\,000\text{ N} = 204\,750\text{ N}$.

Der Faktor 1,625 gilt nur für Kugellager!

Da $F_a/F_r = 1,3 > e = 1,14$, wird die dynamisch äquivalente Lagerbelastung P des Lagerpaars bei einem Druckwinkel von 40° berechnet nach:

- $P = X \cdot F_r + Y \cdot F_a$
- $P = 0,57 \cdot 5\,900\text{ N} + 0,93 \cdot 7\,700\text{ N} = 10\,524\text{ N}$.

Berechnung der nominellen Lebensdauer:

$$L_{10h} = \frac{16\,666}{n} \cdot \left(\frac{C_{r\text{ tot}}}{P} \right)^p$$

$p = 3$ für Kugellager:

$$L_{10h} = \frac{16\,666}{1450} \cdot \left(\frac{204\,750}{10\,524} \right)^3 = 84\,643\text{ h}$$



Beide Schrägkugellagerreihen müssen gleichmäßig und mit einer Mindestlast belastet werden! Bei Dauerbetrieb ist deshalb bei Schrägkugellagern mit Käfig eine radiale Mindestbelastung in der Größenordnung von $P/C_r > 0,01$ erforderlich! Im Beispiel ist $P/C_{r\text{ tot}} = 0,05!$

Zylinderrollenlager (Loslager)

Zylinderrollenlager FAG NU314-E-TVP2 (XL):

- Dynamische Tragzahl $C_r = 242\,000\text{ N}$
- Statische Tragzahl $C_{0r} = 222\,000\text{ N}$
- Grenzdrehzahl $n_G = 5\,500\text{ min}^{-1}$.

Dynamisch äquivalente Lagerbelastung P :

- $P = F_r = 11\,000\text{ N}$.

Nominelle Lebensdauer:

$$L_{10h} = \frac{16\,666}{n} \cdot \left(\frac{C_r}{P} \right)^p$$

$p = 10/3$ für Rollenlager:

$$L_{10h} = \frac{16\,666}{1450} \cdot \left(\frac{242\,000}{11\,000} \right)^{10/3} = 342\,930\text{ h}$$



Lager nicht überdimensionieren! Ist die errechnete Lebensdauer $> 60\,000\text{ h}$, ist die Lagerung meistens überdimensioniert! Bei Dauerbetrieb ist eine radiale Mindestbelastung in der Größenordnung von $F_{r\text{ min}} = C_{0r}/60$ erforderlich! Im Beispiel ist $F_{r\text{ min}} = 222\,000\text{ N}/60 = 3\,700\text{ N}!$

Auslegungsbeispiel

Hinweise zur Auslegung

Um ein rotierendes System auszulegen, sind einige Berechnungen und gewisse Annahmen erforderlich. Aufgrund des technischen Know-hows und der Erfahrung im Bereich der Flüssigkeitspumpen verfügt Schaeffler über bestens geeignete Methoden für die Lagerauslegung und -berechnung. Dabei sollte nicht nur ein Betriebspunkt mit einer bestimmten Kombination aus Welle und Laufrad untersucht werden. Für eine gründliche Analyse müssen weitere Lastfälle mit den unterschiedlichen, für den jeweiligen Pumpentyp verfügbaren Laufrädern und Wellen betrachtet werden.

Da gewisse Einflüsse auf die Lagerung nicht berechnet werden können und um neue Entwicklungen zu validieren, verfügt Schaeffler über eine eigene Versuchsabteilung. Dort kann unter praxisnahen Bedingungen ein breites Spektrum an Produkten getestet werden. Zur besseren Anpassung an die Wünsche des Kunden können diese Versuche auch in Kooperation geplant, durchgeführt und ausgewertet werden.

Die Produkte von Schaeffler werden unter anderem auf Basis dieser Untersuchungen kontinuierlich verbessert und neue, innovative Produkte entwickelt. Somit können wir unseren Kunden Produkte mit einer besseren Leistungsfähigkeit, Qualität und Zuverlässigkeit liefern.

Die langjährige Erfahrung und Expertise von Schaeffler wird von den Kunden weltweit geschätzt.

Unser Ziel **Customer's global engineering partner number 1!**



Auswahl geeigneter Wälzlager

X-life
Rillenkugellager
Einreihige Schrägkugellager
Zweireihige Schrägkugellager
Einreihige Zylinderrollenlager
Vierpunktlager
Pendelkugellager
Pendelrollenlager
Kegelrollenlager

X-life

Merkmale

X-life ist das Gütesiegel für besonders leistungsfähige Produkte der Marken FAG und INA. Sie zeichnen sich gegenüber dem bisherigen Standard durch eine höhere Lebens- und Gebrauchsdauer aus, resultierend aus höheren dynamischen Tragzahlen.

Die höhere Leistung resultiert aus dem Einsatz modernster Fertigungstechniken und verbesserten Innenkonstruktionen. Sie führen zu besseren und gleichmäßigeren Oberflächen und Kontaktflächen und damit zu einer optimierten Lastverteilung im Lager, *Bild 1*.

Damit eröffnen sich erweiterte Konstruktionsmöglichkeiten:

- Bei gleicher Belastung und unverändertem Bauraum erhöht sich die Lebensdauer der X-life-Lager, Wartungsintervalle können verlängert werden.
- Umgekehrt ermöglicht das X-life-Lager im gleichen Bauraum und bei gleicher Lebensdauer eine höhere Belastung.
- Bleiben Lebensdauer und Belastung unverändert, ermöglichen die X-life-Lager eine Leistungsverdichtung und erlauben eine Bauraumoptimierung und Gewichtsreduzierung.

Dadurch liefert das X-life-Lager einen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung der Gesamtwirtschaftlichkeit der Anwendung im Sinne von Total Cost of Ownership (TCO).

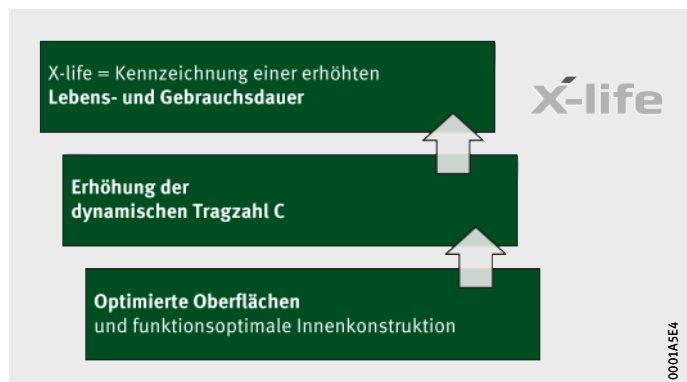


Bild 1
Kennzeichen von X-life

Einreihige Schrägkugellager

Merkmale Einreihige Schrägkugellager sind selbsthaltende Baueinheiten mit massiven Außen- und Innenringen und Kugelkränzen mit Polyamid-, Blech- oder Messingkäfigen, *Bild 1*. Die Laufbahnen der Innen- und Außenringe sind in Richtung der Lagerachse gegeneinander versetzt. Die Lager gibt es offen und abgedichtet. Ihre Winkeleinstellbarkeit ist gering.



Bild 1
Einreihiges Schrägkugellager

X-life

Zahlreiche Größen der einreihigen Schrägkugellager gibt es in X-life-Ausführung. Weitere Varianten können auf Anfrage geliefert werden.

Radial und axial belastbar

Einreihige Schrägkugellager nehmen hohe radiale und einseitig axiale Kräfte auf. Zur axialen Gegenführung ist ein zweites Lager notwendig, das spiegelbildlich angeordnet wird.

Durch den Druckwinkel von 40° sind diese Lager axial hoch belastbar.

Universalausführung

Einreihige Schrägkugellager der Universalausführung haben das Nachsetzzeichen UA, UL oder UO und sind für den paarweisen Einbau in X-, O- oder Tandem-Anordnung oder gruppenweisen Einbau bestimmt. Diese Lager können in jeder beliebigen Anordnung eingebaut werden, *Bild 2*.

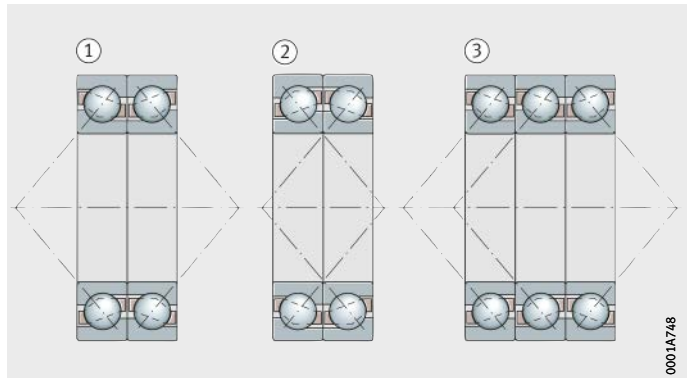
Schrägkugellager in den Universalausführungen liefert Schaeffler außer in den Normaltoleranzen PN auch mit erhöhter Genauigkeit in der Toleranzklasse P5.

Ausnahmen: Bohrungstoleranzen für Lager aller Toleranzklassen einheitlich nach P5 (ohne besonderes Nachsetzzeichen).

- ① O-Anordnung
- ② X-Anordnung
- ③ Tandem-O-Anordnung

Bild 2

Varianten von Lageranordnungen



Das Nachsetzzeichen UA kennzeichnet die geringe Axialluft, UL bedeutet leichte Vorspannung und UO bedeutet spielfrei bei X- und O-Anordnung. Die Universalausführung mit anderer Axialluft ist auf Anfrage verfügbar.

Einbau in Tandemanordnung



Werden einreihige Schrägkugellager in Tandemanordnung eingebaut, dann ist auf die ausreichende Überdeckung der sich berührenden Außenringstirnflächen zu achten! Im Zweifel bitte beim Schaeffler Ingenieurdienst rückfragen!

Betriebstemperatur

Offene Schrägkugellager können bei Betriebstemperaturen von -30 °C bis $+150\text{ °C}$ eingesetzt werden.

Schrägkugellager mit Käfigen aus glasfaserverstärktem Polyamid sind für Betriebstemperaturen bis $+120\text{ °C}$ geeignet.

Lager mit Dichtungen sind geeignet von -30 °C bis $+110\text{ °C}$.

Abdichtung

Lager mit dem Nachsetzzeichen 2RS haben beidseitig Lippendichtungen. Berührende RS-Dichtungen eignen sich zur Abdichtung gegen Staub, Schmutz und feuchte Atmosphäre.

Schmierung

Lager mit beidseitigen Lippendichtungen sind befettet mit einem Qualitätsfett und auf Lebensdauer geschmiert.

Offene und einseitig abgedichtete Lager sind nicht befettet. Sie können mit Fett oder Öl geschmiert werden.

Käfige

Einreihige Schrägkugellager gibt es mit:

- Massivfensterkäfigen aus glasfaserverstärktem Polyamid
- Massivfensterkäfigen aus Messing
- Fensterkäfigen aus Stahlblech.

Die Lager mit metallischen Käfigen erfüllen die Anforderungen der API 610.

Weitere Informationen

- Produktkatalog **medias**[®]
- Technische Grundlagen und Maßtabellen, siehe Katalog HR 1, Wälzlager.

| | |
|------------------------------|--|
| Betriebstemperatur | Die Temperaturbedingungen für zweireihige Schrägkugellager entsprechen den Betriebstemperaturen von einreihigen Schrägkugellagern. |
| Abdichtung | Zweireihige Schrägkugellager können mit Lippendichtungen RSR oder HRS abgedichtet werden. Diese berührenden Dichtungen eignen sich zur Abdichtung gegen Staub, Schmutz und feuchte Atmosphäre. Zweireihige Schrägkugellager können auch mit berührungslosen Deckscheiben Z abgedichtet werden. |
| Schmierung | Abgedichtete Lager sind befettet mit einem Qualitätsfett und auf Lebensdauer geschmiert. |
| Käfige | Zweireihige Schrägkugellager gibt es je nach Bauform mit: <ul style="list-style-type: none"> ■ Schnapp- oder Fensterkäfigen aus glasfaserverstärktem Polyamid ■ Käfigen aus Messing ■ Schnappkäfigen aus Stahlblech. Die Lager mit metallischen Käfigen erfüllen die Anforderungen der API 610. |
| Weitere Informationen | <ul style="list-style-type: none"> ■ TPI 213, Zweireihige Schrägkugellager in X-life-Qualität ■ Produktkatalog medias[®] ■ Technische Grundlagen und Maßstabellen, siehe Katalog HR 1, Wälzlager. |

Einreihige Zylinderrollenlager

Merkmale Einreihige Zylinderrollenlager mit Käfig sind Einheiten, die aus massiven Außen- und Innenringen und Zylinderrollenkränzen bestehen, *Bild 1*. Die Außenringe haben beidseitig feste Borde oder sind bordlos, die Innenringe haben einen oder zwei feste Borde oder sind ohne Borde ausgeführt. Die Käfiglager sind sehr steif, radial hoch belastbar und für höhere Drehzahlen geeignet als vollrollige. Die Lager sind zerlegbar und damit einfacher ein- und auszubauen. Beide Lagerringe können dadurch eine feste Passung erhalten. Einreihige Zylinderrollenlager mit Käfig gibt es als Loslager, Stützlager und Festlager.

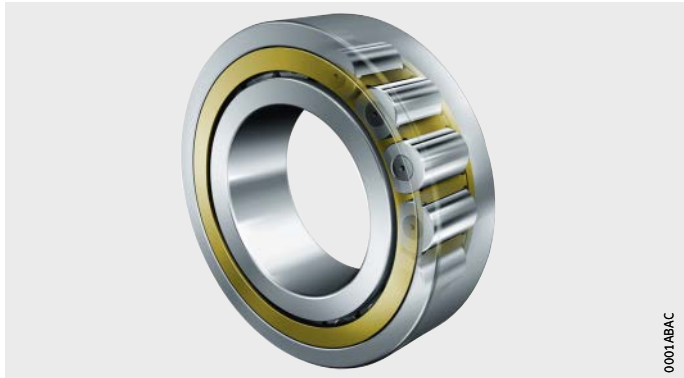


Bild 1
Zylinderrollenlager

X-life

Zahlreiche Größen der einreihigen Zylinderrollenlager gibt es in X-life-Ausführung. Weitere Varianten können auf Anfrage geliefert werden.

Loslager

Zylinderrollenlager NU und N sind Loslager und nehmen nur radiale Kräfte auf. Bei der Reihe NU hat der Außenring zwei Borde, der Innenring ist bordlos. Lager N haben zwei Borde am Innenring und einen bordlosen Außenring.

Axialer Verschiebeweg

Außen- und Innenring sind um den Wert „s“ aus der Mittellage axial gegeneinander verschiebbar.

Betriebstemperatur

Einreihige Zylinderrollenlager mit Käfig können bei Betriebstemperaturen von -30 °C bis $+120\text{ °C}$ (Kunststoffkäfig) oder bis $+150\text{ °C}$ (Metallkäfig) eingesetzt werden. Bei Dauerbetriebstemperaturen über $+120\text{ °C}$ bitte rückfragen.

Abdichtung

Die Lager werden ohne Abdichtung geliefert.

Schmierung

Sie sind von den Stirnseiten her mit Fett oder Öl schmierbar.

Käfige

Zylinderrollenlager gibt es mit:

- Massivkäfigen aus glasfaserverstärktem Polyamid
- Massivkäfigen aus Messing
- Fensterkäfigen aus Stahlblech.

Weitere Informationen

- Produktkatalog *medias*[®]
- Technische Grundlagen und Maßtabellen, siehe Katalog HR 1, Wälzlager.

Vierpunktlager

Merkmale

Vierpunktlager gehören zu den einreihigen Schrägkugellagern und benötigen dadurch in axialer Richtung deutlich weniger Bauraum als zweireihige Ausführungen, *Bild 1*.

Die Lager bestehen aus massiven Außenringen, geteilten Innenringen und Kugelkränzen mit Messing- oder Polyamidkäfigen. Durch die zweiteiligen Innenringe kann eine große Anzahl von Kugeln untergebracht werden. Die Innenringhälften sind auf das jeweilige Lager abgestimmt und dürfen nicht mit denen gleich großer Lager vertauscht werden. Der Außenring mit dem Kugelkranz und die beiden Innenringhälften lassen sich getrennt voneinander einbauen.

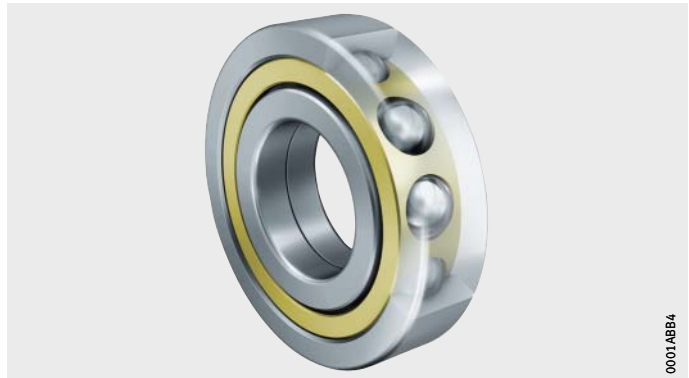


Bild 1
Vierpunktlager

X-life

Zahlreiche Größen der Vierpunktlager gibt es in X-life-Ausführung. Weitere Varianten können auf Anfrage geliefert werden.

Beidseitig axial belastbar

Durch die Ausbildung der Wälzkörper-Laufbahnen mit ihren hohen Laufbahnschultern, dem Druckwinkel von 35° und die große Anzahl der Wälzkörper sind Vierpunktlager in der Lage, hohe Axiallasten bei wechselnder Belastungsrichtung aufzunehmen.

Betriebstemperatur

Lager mit Massivkäfigen aus Messing können bei Betriebstemperaturen von -30 °C bis +150 °C eingesetzt werden. Lager mit Käfigen aus glasfaserverstärktem Polyamid sind für Betriebstemperaturen bis +120 °C geeignet.

Abdichtung

Vierpunktlager sind nicht abgedichtet.

Schmierung

Sie sind nicht befettet und können mit Fett oder Öl geschmiert werden.

Käfige

Vierpunktlager gibt es mit folgenden Käfigen:

- Massivfensterkäfigen aus Messing
- Fensterkäfigen aus glasfaserverstärktem Polyamid.

Weitere Informationen

- Produktkatalog **medias**[®]
- Technische Grundlagen und Maßtabellen, siehe Katalog HR 1, Wälzlager.

Pendelkugellager

Merkmale Pendelkugellager sind zweireihige, selbsthaltende Baueinheiten bestehend aus Außenringen mit hohlkugeligter Laufbahn, Innenringen mit zylindrischer oder kegelförmiger Bohrung und Kugelkränzen. Die Lager gibt es offen und abgedichtet, *Bild 1*.



Bild 1
Pendelkugellager

Radial und axial belastbar

Pendelkugellager nehmen zusätzlich zu den radialen Kräften auch axiale Kräfte in beide Richtungen auf.

Ausgleich von Winkelfehlern

Bei normalen Betriebsverhältnissen und umlaufendem Innenring sind Pendelkugellager um rund 4° aus der Mittellage schwenkbar; abgedichtete Lager um maximal $1,5^\circ$. Sie lassen dadurch Schiefstellungen zwischen Außen- und Innenring zu und gleichen so Fluchtungsfehler, Wellendurchbiegungen und Gehäuseverformungen aus.

Bei umlaufendem Außenring oder taumelndem Innenring ist die Winkeleinstellbarkeit geringer. Dazu bitte rückfragen.

Betriebstemperatur

Offene Lager mit Messingkäfig können bei Betriebstemperaturen von -30°C bis $+150^\circ\text{C}$ eingesetzt werden.

Lager mit Käfigen aus glasfaserverstärktem Polyamid sind für Betriebstemperaturen bis $+120^\circ\text{C}$ geeignet.

Abgedichtete Pendelkugellager sind für Betriebstemperaturen von -30°C bis $+100^\circ\text{C}$ geeignet, begrenzt durch das Schmierfett.

Abdichtung

Abgedichtete Lager haben beidseitig schleifende Dichtungen.

Schmierung

Abgedichtete Lager sind befüllt mit einem hochwertigen Qualitätsfett und wartungsfrei.

käfige

Pendelkugellager gibt es mit:

- Massivkäfigen aus glasfaserverstärktem Polyamid
- Massivkäfigen aus Messing.

Weitere Informationen

- Produktkatalog **medias**[®]
- Technische Grundlagen und Maßtabellen, siehe Katalog HR 1, Wälzlager.

Pendelrollenlager

Merkmale

Pendelrollenlager sind zweireihige, selbsthaltende Baueinheiten, bestehend aus massiven Außenringen mit hohlkugeligem Laufbahn, massiven Innenringen sowie Tonnenrollen mit Käfigen. Die Innenringe haben zylindrische oder kegelige Bohrungen, *Bild 1*.

Die symmetrischen Tonnenrollen stellen sich auf der hohlkugeligen Außenring-Laufbahn zwanglos ein. Dadurch werden Wellendurchbiegungen und Fluchtungsfehler der Lagersitzstellen ausgeglichen.



Bild 1
Pendelrollenlager

X-life

Zahlreiche Größen der Pendelrollenlager gibt es in X-life-Ausführung. Weitere Varianten können auf Anfrage geliefert werden.

Radial und axial belastbar

Pendelrollenlager nehmen hohe radiale und beidseitig axiale Belastungen auf. Sie sind für höchste Tragfähigkeit ausgelegt und durch die maximale Anzahl der großen und besonders langen Tonnenrollen auch für höchste Beanspruchungen geeignet.

Ausgleich von Winkelfehlern

Pendelrollenlager gleichen Winkelfehler aus. Der zulässige Einstellwinkel ist für Belastungen $P < 0,1 \cdot C_r$ angegeben.

Diese Einstellwinkel sind zulässig, wenn:

- Die Winkelabweichung konstant ist (statischer Winkelfehler)
- Der Innenring umläuft.

Betriebstemperatur

Lager mit Metallkäfigen können bei Betriebstemperaturen von -30 °C bis $+200\text{ °C}$ eingesetzt werden.

Lager mit Käfigen aus glasfaserverstärktem Polyamid sind bis $+120\text{ °C}$ geeignet.

Abdichtung

Abgedichtete und befettete Lager liefern wir auf Anfrage.

Schmierung

Offene Pendelrollenlager können mit Öl oder Fett geschmiert werden.

Käfige

Pendelrollenlager gibt es mit:

- Massivkäfigen aus Messing oder glasfaserverstärktem Polyamid
- Blechkäfigen aus Stahl oder Messing.

Weitere Informationen

- TPI 218, Abgedichtete Pendelrollenlager
- Produktkatalog **medias**[®]
- Technische Grundlagen und Maßtabellen, siehe Katalog HR 1, Wälzlager.

Kegelrollenlager

Merkmale Kegelrollenlager bestehen aus massiven Außen- und Innenringen mit kegeligen Laufbahnen sowie Kegelrollen in einem Fensterkäfig, *Bild 1*.

Die Lager gibt es als Standard-Ausführung, paarweise zusammengepasste offene Variante und als einseitig abgedichtete Integral-Ausführung JKOS.

Offene Lager sind nicht selbsthaltend. Dadurch kann der Innenring mit den Rollen und dem Käfig getrennt vom Außenring eingebaut werden.



Bild 1
Kegelrollenlager

X-life

Zahlreichen Größen der Kegelrollenlager gibt es in X-life-Ausführung. Weitere Varianten können auf Anfrage geliefert werden.

Radial und axial belastbar

Kegelrollenlager nehmen hohe radiale und einseitig axiale Belastungen auf.

Zur axialen Gegenführung ist normalerweise ein zweites Lager notwendig, das dann spiegelbildlich angeordnet ist.

Ausgleich von Winkelfehlern

Die modifizierte Linienberührung zwischen den Kegelrollen und Laufbahnen sorgt für eine optimale Spannungsverteilung an den Kontaktstellen, verhindert Kantenspannungen und ermöglicht die Winkeleinstellbarkeit der Lager.

Betriebstemperatur

Offene Kegelrollenlager können bei Betriebstemperaturen von -30 °C bis $+120\text{ °C}$ eingesetzt werden.

Lager mit Lippendichtung sind bei Betriebstemperaturen von -30 °C bis $+110\text{ °C}$ einsetzbar, begrenzt durch das Schmierfett.

Abdichtung

Standard- und paarweise zusammengepasste Kegelrollenlager sind nicht abgedichtet. Integral-Kegelrollenlager JKOS haben einseitig eine Lippendichtung.

Schmierung

Standard- und paarweise zusammengepasste Kegelrollenlager können mit Öl oder Fett geschmiert werden. Integral-Kegelrollenlager JKOS sind mit Qualitätsfett gefüllt.

Käfige

Kegelrollenlager gibt es mit:

- Käfigen aus Stahlblech (offene Kegelrollenlager)
- Käfigen aus glasfaserverstärktem Polyamid (Integrallager JKOS).

Weitere Informationen

- Produktkatalog *medias*®
- Technische Grundlagen und Maßtabellen, siehe Katalog HR 1, Wälzlager.



Innovative Produkte

Tandemschrägkugellager
Mediengeschmierte Lager
Beschichtungen für Wälzlager
Mechatronik und Sensorik

Tandemschrägkugellager

Merkmale Tandemschrägkugellager sind zweireihige Schrägkugellager, bei denen beide Reihen hinsichtlich der gewählten Druckwinkel, Teilkreisdurchmesser und Kugelbestückung unterschiedlich ausgeführt werden können, *Bild 1*. Die Auslegung der Lager erfolgt anwendungsspezifisch, um niedrige Reibung sowie optimale Lastaufnahme und -verteilung im Lager bei höchster Steifigkeit zu erreichen. Üblicherweise kann der Außenring getrennt vom Innenring, der mit Kugeln und Käfigen eine Baueinheit bildet, montiert werden.



Bild 1
Tandemschrägkugellager

Die sehr guten Reibungseigenschaften der Tandemschrägkugellager wurden in experimentellen Untersuchungen bestätigt. Der Einsatz von Tandemschrägkugellagern führte bei diversen Anwendungen zu einer signifikanten Verbesserung der Wirkungsgrade. Tandemschrägkugellager von Schaeffler stellen somit eine konstruktive Maßnahme zur wirkungsgradoptimalen Gestaltung von großen Flüssigkeitspumpen dar.

Radial und axial belastbar Tandemschrägkugellager können axiale und radiale Kräfte aufnehmen. Ein Vorspannungsverlust durch Glättungseffekte im Rolle-Bord-Kontakt tritt bei Tandemschrägkugellagern bauförmbedingt nicht auf.

Schmierung Es genügen geringe Ölmengen für eine ausreichende Schmierung der Laufbahnen.

Weitere Informationen ■ Für weitere Informationen zu den Tandemschrägkugellagern wenden Sie sich bitte an den Schaeffler Außendienst oder an die Fachabteilung.

Mediengeschmierte Lager

Merkmale

Bei klassischen Anwendungen werden die Lager in Flüssigkeitspumpen durch Dichtsysteme vom Fördermedium getrennt. Eine der Hauptausfallursachen der Pumpen lässt sich auf ein Versagen der Dichtungstechnik zurückführen. Das geförderte Medium tritt in den Lagerträger ein und die Lager fallen durch Schmutzeintrag, Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit des Schmierstoffes oder gar Auswaschen des Schmierstoffes aus.

Die Nachfrage nach mediengeschmierten Lagern, welche durch das Fördermedium geschmiert werden, steigt. Hauptfördermedien in Pumpen können Wasser, Säuren, Laugen, Benzole und Flüssigkeiten sein, die teilweise mit Feststoffen versehen sind.

Die Herausforderungen für mediengeschmierte Wälzlager sind somit vielfältig, *Bild 1*. Zum Beispiel müssen die Lager in einer korrosiven Umgebung sowohl korrosionsbeständig als auch überrollfest sein. Zudem sollte das Wälzlager eine erhöhte Verschleißfestigkeit gegen Abrasion besitzen und die im Kontakt befindlichen Wälzlagerkomponenten sollten eine geringe Adhäsionsneigung zueinander haben.

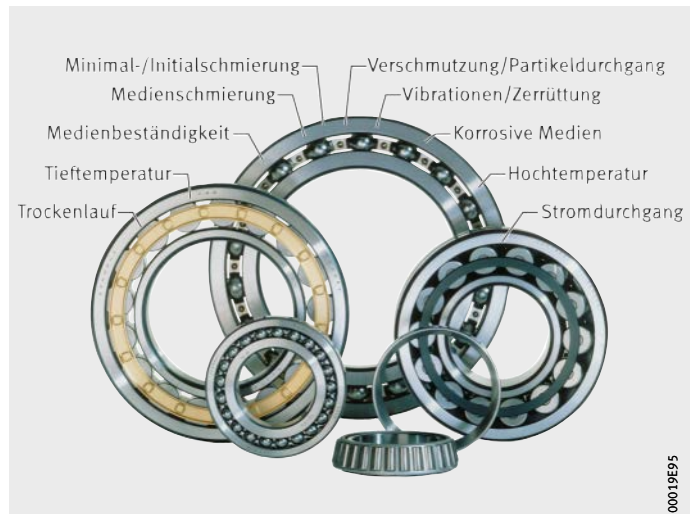


Bild 1
Herausforderungen an Wälzlager

Voraussetzung für die Mediensmierung ist ein durchgängiges Werkstoffkonzept, das die Medienbeständigkeit sämtlicher Bauteile sicherstellt. Beim Einsatz von nicht abgedichteten Wälzlagern sind Werkstoffkonzepte zu berücksichtigen, die eine gegenüber dem Umgebungsmedium ausreichende Korrosionsbeständigkeit über den Lebenszeitraum aufweisen. Zusätzlich müssen diese Konzepte auch robust gegenüber vom Medium in den Kontakt eingetragenen Partikel sein. Auswahlkriterien für den richtigen Ringwerkstoff sind deshalb neben der klassischen Überrollfestigkeit vor allem die Medienbeständigkeit, die Verschleißfestigkeit und der Widerstand gegen Partikelüberrollung. In der Kombination dieser Eigenschaften ergibt sich der richtige Ringwerkstoff.

Mediengeschmierte Lager

Ein weiteres wichtiges Bauteil ist der Käfig. Dieser muss medienverträglich sein, das heißt er darf nicht quellen, verspröden oder korrodieren. Häufig können nur Sonderwerkstoffe diese Kombination von Anforderungen in optimaler Weise erfüllen, zum Beispiel Hochleistungskunststoffe wie PAI, PI, PEEK oder austenitische Stähle. Neben den möglichen Hochleistungswerkstoffen für Käfige komplettieren die Keramikwälzkörper und das optimierte innere Lagerdesign die Produkte. Einen weiteren Baustein aus dem Lösungsbaukasten stellen Verschleiß- und Korrosionsschutzschichten dar. Allerdings sind die kombinierten Anforderungen an Beschichtungen für den Laufbahnbereich extrem hoch, so dass es noch Entwicklungspotenzial für maßgeschneiderte Beschichtungen bei diesen Anwendungen gibt, die individuell angepasst werden müssen.

Einflüsse auf die Lebensdauer

Mit dem Wechsel des Schmiermediums von Öl oder Fett auf ein Umgebungsmedium, vor allem im Falle von Medien ohne Schmierwirkung, ist das klassische Modell der Ermüdungslebensdauertheorie nicht mehr zutreffend. Anstelle der Ermüdungslebensdauer tritt nun die Gebrauchsdauer in den Vordergrund. Diese beruht nicht nur auf Parametern wie Drehzahl, Kontaktpressung und der Ermüdungsfestigkeit von Werkstoffen, sondern sie bezieht Phänomene wie zum Beispiel Verschleiß (adhäsiv und abrasiv), Heißlauf und Korrosion als gebrauchsdauerbegrenzende Kriterien mit ein. Ein Wälzlager, das zum Beispiel in Wasser läuft, wird zunächst vordergründig auf Verschleiß und Korrosion beansprucht. Zusätzlich werden aber auch die im Kontakt stehenden Lagerkomponenten mechanisch und auch chemisch beansprucht und können dadurch ermüden.

Reibungsmechanismen und typische Verschleißerscheinungsformen

| Reibungsmechanismus | Verschleißmechanismus | Verschleißerscheinungsformen |
|---|-------------------------|---|
| Abrasion (Furchung) | Abrasion | Auskokung, Kratzerbildung, Schuppe |
| Adhäsion | Adhäsion | Fresser, Brandriss, Materialübertrag, Schuppe |
| Deformation (elastische Hysterese und Dämpfung) | Deformation | Eindrückung, Riefe, Wellen, Kratzerbildung |
| | Oberflächenermüdung | Grübchen, Graufleckigkeit (Vielzahl kleinerer Ausbrüche), Risse |
| Tribochemische Reaktion | Tribochemische Reaktion | Reaktionsschicht, Reibmartensit |

Anwendungstechnische Einsatzgebiete

Einsatzgebiete für mediengeschmierte Wälzlager finden sich in der Industrie, Petrochemie, Trinkwasserversorgung, Abwasserentsorgung, Entwässerung, Energiegewinnung und Gebäudetechnik.

Weitere Informationen

- Weitere Informationen zu den jeweiligen Werkstoffen sowie eine Aufstellung von deren Medienverträglichkeiten finden Sie in der TPI 64, Korrosionsbeständige Produkte.
- Eine Übersicht über Wälzlagerwerkstoffe inklusive deren Eignung für Mediensmierung finden Sie in der TPI 226, Werkstoffe für die Wälzlagertechnik.
- Für eine gemeinsame Entwicklung oder Abstimmung neuer Produkte wenden Sie sich an den Schaeffler Außendienst oder an die Fachabteilung.

Beschichtungen für Wälzlager

Merkmale

Lager und Präzisionsbauteile von Schaeffler bieten ein hohes Leistungsvermögen und eine hohe Gebrauchsdauer. Mit ihnen stehen dem Anwender für den größten Teil der Anforderungen ausgereifte und wirtschaftliche Lösungen zur Verfügung. Trotzdem können Betriebsbedingungen auftreten, unter denen die Standardausführungen an die Grenzen stoßen. In solchen Fällen können Beschichtungen in unterschiedlichster Ausführung eine Lösung darstellen, die Gebrauchsdauer eines Bauteiles zu erhöhen.

Beschichtungen werden auf Oberflächen von Bauteilen aufgebracht, ohne dass zwischen Schicht und Grundmaterial eine thermochemische Diffusion eingegangen wird. Bei Schaeffler kommt eine Vielzahl von Beschichtungen zur Anwendung. Sie werden auf unterschiedlichste Weise aufgebracht und haben verschiedenste Vorteile für das Bauteil. Sie sind immer individuell der Einbausituation anzupassen. In vielen Fällen genügt es, nur einen Teil beziehungsweise einen der Wälzpartner zu beschichten.

Beschichtungen können das Leistungsvermögen von Wälz- oder Gleitlagern deutlich steigern. Besonders unter extremen Bedingungen oder in speziellen Umgebungen wird der Einsatz von Wälzlagern durch Beschichtungen erst möglich, *Bild 1*.

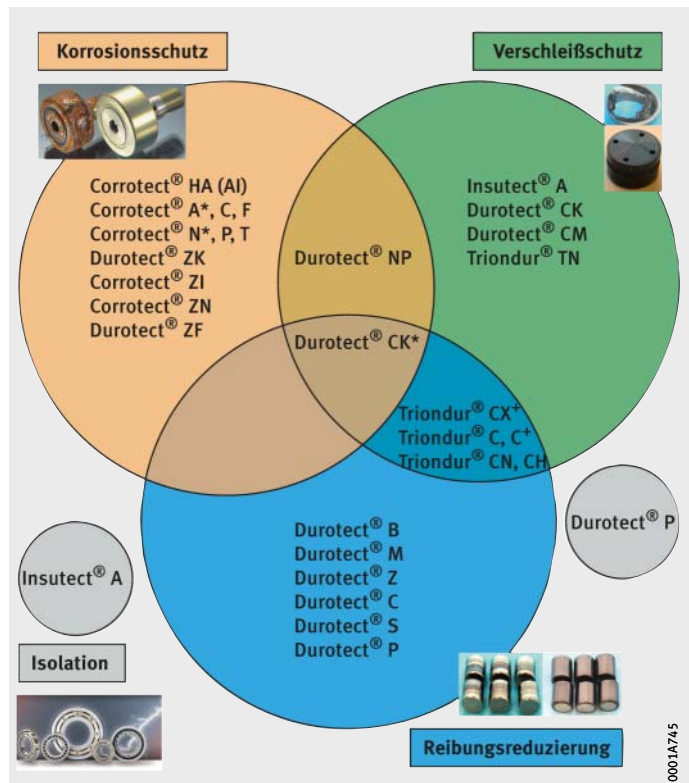


Bild 1
Beschichtungen

Beschichtungen für Wälzlager

Beschichtungen können verwendet werden, um:

- Elektrische Isolation bei Gefahr von Stromdurchgang zu gewährleisten
- Reibung zu minimieren (Energieeffizienz)
- Korrosionsschutz zu erhöhen
- Verschleiß bei Trockenlauf zu reduzieren.

Je nach Einsatzzweck liefert Schaeffler fertig beschichtete Produkte. Zum Beispiel können Triondur®-beschichtete Wälzlager die Reibung signifikant senken. Um den steigenden Anforderungen gerecht zu werden, werden in unserem Oberflächenzentrum ständig neue Beschichtungen und die zugehörigen Abscheidungsverfahren entwickelt. Aktuell sind über 40 verschiedene Oberflächenbeschichtungen verfügbar.

Weitere Informationen

- TPI 67, Spezialbeschichtung Corrotect®
- TPI 133, Spezial-Beschichtungen
- TPI 186, Höheres Leistungsvermögen durch Beschichtungen
- TPI 206, Stromisolierende Lager
- PEC, Mehr Effizienz für Elektromotoren
- Für eine gemeinsame Entwicklung oder Abstimmung neuer Produkte wenden Sie sich an den Schaeffler Außendienst oder an die Fachabteilung.

Mechatronik und Sensorik

Merkmale

Die Mechatronik gewinnt für die Entwicklung innovativer Wälzlagerlösungen zunehmend an Bedeutung. Sie ermöglicht durch zusätzliche Funktionalitäten, die Produktivität, Wirtschaftlichkeit und Zuverlässigkeit von Maschinen weiter zu steigern. Mit der Neuentwicklung von Wälzlagern mit integrierten Sensoren zur Messung von Drehzahl, Drehrichtung, Temperatur und Kraft sowie einer integrierten oder benachbarten Energieversorgung steht Ihnen Schaeffler als Entwicklungspartner für neue Lösungsansätze im Bereich der Flüssigkeitspumpen zur Verfügung.

Überwachungssysteme

Zunehmender Wettbewerb erhöht den Kostendruck und zwingt Unternehmen zur Senkung der Instandhaltungskosten. Ungeplante Stillstände müssen vermieden und gleichzeitig die maximale Lebensdauer der Aggregate genutzt werden. Spezielle Überwachungssysteme erkennen Maschinenschäden in einem sehr frühen Stadium. Hierdurch können ungeplante Stillstände vermieden und Lagerwechsel vorausschauend disponiert werden.

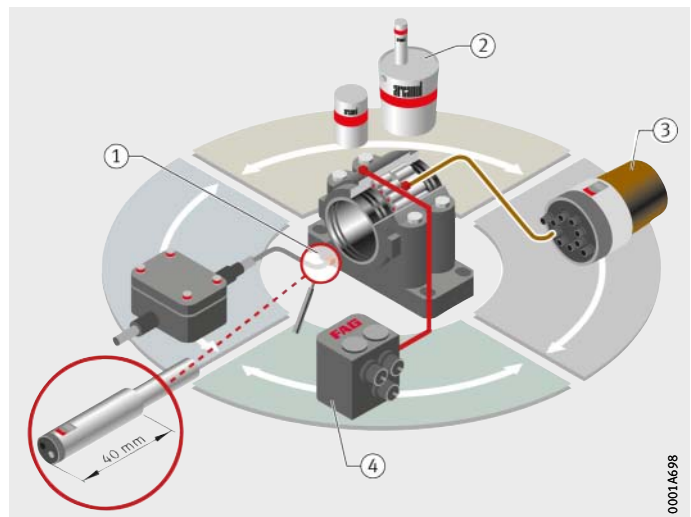
Mögliche Überwachungssysteme sind:

- FAG SmartCheck
- FAG DTECT X1_s
- FAG GreaseCheck.

Durch die Vernetzung der FAG-Produkte FAG CONCEPT8, FAG DTECT X1_s, FAG GreaseCheck und FAG SmartCheck können Systeme permanent überwacht werden, *Bild 1*.

- ① FAG GreaseCheck
- ② Wälzlagerfett Arcanol
- ③ FAG CONCEPT8
- ④ FAG SmartCheck

Bild 1
Überwachungssysteme



Mechatronik und Sensorik

FAG SmartCheck

Der FAG SmartCheck ist ein kostengünstiges und innovatives Online-Messsystem zur permanenten dezentralen Maschinen- und Prozessparameterüberwachung, *Bild 2*. Er bietet die Leistungsmerkmale von teuren Systemen, ist aber kompakt, einfach zu montieren und leicht zu betreiben. Das System ist modular erweiterbar und kann so jederzeit an sich ändernde Anforderungen angepasst werden.

Der FAG SmartCheck ermöglicht:

- Erhöhte Anlagenverfügbarkeit
- Zustandsbasierte Instandhaltung
- Beitrag zu niedrigen Total Cost of Ownership (TCO)
- Korrelation von Maschinen- mit Prozessparametern.



Bild 2
FAG SmartCheck

Nach Auslieferung ist der FAG SmartCheck sofort einsatzbereit. Der integrierte Kennwertsatz ermöglicht eine allgemeine und zuverlässige Überwachung.

Für eine genauere Überwachung kann eine im Gerät vorhandene Bauteilvorlage für Pumpen ausgewählt und die entsprechenden Parameter können anhand der Bauteildaten eingegeben werden.

Für Wälzlager steht hierfür die im Gerät integrierte Wälzlagerdatenbank mit Daten von FAG- und INA-Standardlagern zur Verfügung. Diese Datenbank kann jederzeit vom Anwender um Daten weiterer Wälzlager ergänzt werden.

Der dann generierte Kennwertsatz erlaubt eine sehr präzise Überwachung der Pumpe.

FAG DTECT X1_s Der FAG DTECT X1_s ist ein flexibles Online-System zur Überwachung von rotierenden Bauteilen und Elementen in der Maschinen- und Anlagenindustrie, *Bild 3*.

Das System erkennt frühzeitig und zuverlässig mögliche Schäden und hilft damit, ungeplante und kostenintensive Stillstände zu vermeiden. Das senkt die Gefahr von möglichen Produktionsausfällen; die Auslastung der Maschinen und Anlagen steigt.

Die Vorteile des FAG DTECT X1_s sind:

- Zuverlässiger Maschinenschutz durch Schwingungsdiagnose
- Platzersparnis durch kompakte Bauweise
- Einsetzbar in rauer Umgebung (–20 °C bis +70 °C)
- Vielfältige Überwachungsaufgaben durch große Anzahl an Messkanälen
- Erhöhte Verlässlichkeit durch Kombination verschiedener Prozessparameter
- Diverse Kommunikationsschnittstellen und Anschlussmöglichkeiten
- Erhöhte Betriebssicherheit dank Ausfallschutz
- Flexible und einfache Installation am Einsatzort durch standardisierte Anschlusstechnik.



Bild 3
FAG DTECT X1_s

0001A376

Mechatronik und Sensorik

FAG GreaseCheck

Viele Wälzlager sind fettgeschmiert. Das Schmierfett bildet an den Kontaktflächen einen ausreichend tragfähigen Schmierfilm und soll damit Verschleiß und vorzeitige Ermüdung des Lagers vermeiden. Daher ist eine zuverlässige Kenntnis über den Zustand des Fetts im Wälzlager von enormer Bedeutung. So stehen rund Dreiviertel aller Wälzlagerausfälle mit dem Schmierstoff in Zusammenhang, etwa durch Schmierstoffmangel, -verschmutzung oder -alterung.

Um einem Wälzlagerausfall aufgrund der Schmierstoffalterung vorzubeugen, kann die Fettgebrauchsdauer berechnet werden, siehe Katalog HR 1, Wälzlager.

Um Schäden an den Wälzlagern und somit teure Stillstände und Ausfälle von Maschinen oder Anlagen zu vermeiden, werden Schmierfette im Rahmen der vorbeugenden Instandhaltung üblicherweise lange vor dem Ende ihrer Gebrauchsdauer ausgetauscht. Oder aber es wird aus falschem Sicherheitsverständnis eher überfettet, was sich negativ auf Funktion und Gebrauchsdauer des Lagers auswirkt.

Der Schmierstoffsensord FAG GreaseCheck kann im laufenden Betrieb den Zustand des Schmierfetts im Wälzlager analysieren, *Bild 4*. Mit dem Schmierstoffsensord ist es möglich, Zustandsänderungen des Fetts zu erkennen, lange bevor es zu Schädigungen im Wälzlager kommt. Damit orientiert sich der Fettwechsel nur noch am tatsächlichen Bedarf.

Es sind beträchtliche Einsparungen möglich durch:

- Reduzierung von Ausfallzeiten, die auf schmierungsbedingte Betriebsstörungen zurückzuführen sind
- Reduzierung der Schmierstoffkosten
- Reduzierung der Instandhaltungs- und Ersatzteilkosten
- Reduzierung der Anlagekosten durch höhere Nutzungsgrade.



Bild 4
FAG GreaseCheck

Weitere Informationen

- TPI 214, FAG SmartCheck oder unter www.FAG-SmartCheck.de
- TPI 170, FAG DTECT X1_s
- SSD 21, Zustandsüberwachung von Schmierfetten in Wälzlagern (FAG GreaseCheck).



Serviceleistungen

Technische Beratung
Berechnung mit BEARINX[®]
Schadensanalyse
Schaeffler Industrial Aftermarket

Technische Beratung

Merkmale

Schaeffler bietet Ihnen technische Beratung rund um den Lebenszyklus von Wälzlagern im Sinne von Total Cost of Ownership (TCO). Die Experten verfügen über herausragendes Wissen in der Lagertechnik sowie umfassendes Know-how im Bereich Pumpen. Dadurch werden Kunden kompetent bei der Lagerauslegung und der Auswahl von Produkten beraten und unterstützt.

Leistungsportfolio:

- Fundierte Beratung durch erfahrene Ingenieure
- Effiziente Produktpflege und -weiterentwicklung
- Mehr Wirtschaftlichkeit durch X-life
- Optimierte Lager-, Werkstoff- und Dichtungskombinationen
- Effizienter Zuschnitt auf die verschiedenen Betriebsbedingungen (Sonderlösungen).

medias®

Das elektronische Beratungs- und Auswahlsystem **medias®** informiert über mehr als 40 000 Standardprodukte für zirka 60 Industriebranchen. Die ausgewählten Lager können berechnet und in CAD-Zeichnungen übernommen werden. Daneben vereinfacht eine ausführliche Datenbank die Auswahl des richtigen Schmierstoffs. Mit wenigen Mausklicks öffnet sich das gesamte Schaeffler-Leistungsspektrum für die Industrie.

Den **medias®** Produktkatalog finden Sie im Internet unter medias.schaeffler.de, *Bild 1*. Hier haben Sie außerdem Zugriff auf **medias®** campus und **medias®** interchange.

Unsere Online-Schulungen **medias®** campus vermitteln Ihnen mit kurzen Lerneinheiten das nötige Wälzlagerwissen.

Mit **medias®** interchange ermitteln Sie passende INA- oder FAG-Lager anhand der Bezeichnung anderer Hersteller.

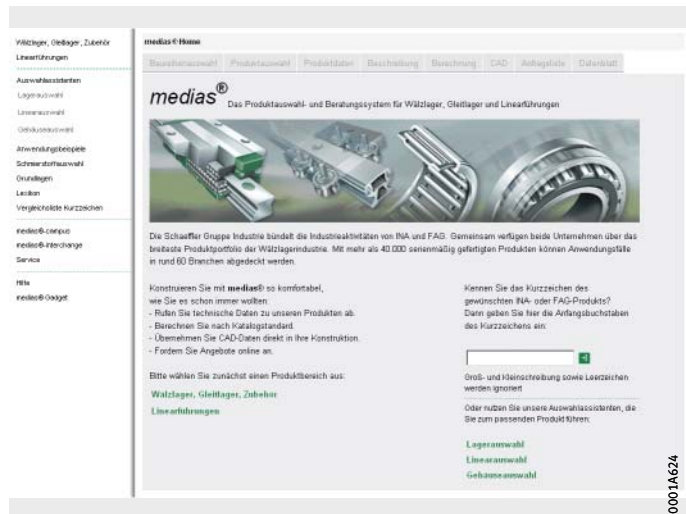


Bild 1
Beratungs- und Auswahlsystem
medias®

Berechnung mit BEARINX®

Merkmale

BEARINX® ist eines der führenden Programme zur Berechnung von Wälzlagern. Damit wird die detaillierte Analyse von Wälzlagerungen möglich – vom einzelnen Lager über umfangreiche Wellen- und Linearführungssysteme bis hin zu komplexen Anwendungen. Die gesamte Berechnung erfolgt in einem durchgängigen Berechnungsmodell. Auch bei komplexen Anwendungen geht die Kontaktpressung an jedem einzelnen Wälzkörper in die Berechnungen ein.

Dabei berücksichtigt BEARINX® unter anderem:

- Nichtlineares, elastisches Federungsverhalten der Lager
- Elastizität von Wellen und Gehäusen
- Einflüsse von Passung, Temperaturen und Drehzahl auf das Betriebsspiel oder die Vorspannung der Lager und auf den Druckwinkel
- Rollen- und Laufbahnprofilierungen sowie Laufbahnschmiegungen
- Belastungsbedingte Druckwinkelverlagerungen bei Kugellagern
- Reale Kontaktpressung unter Berücksichtigung von Schiefstellung und Profilierung der Wälzkörper
- Einflüsse von Schmierungsbedingungen, Verschmutzung und realer Kontaktpressung auf die Ermüdungslebensdauer.

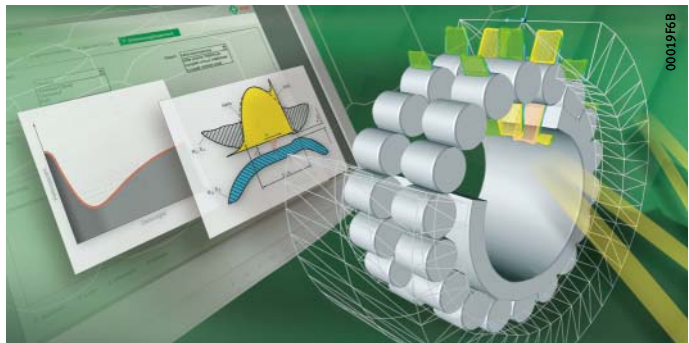


Bild 1
BEARINX®

Eine übersichtliche Ergebnisdokumentation sowie die grafische Darstellung der Wellenreaktionen und der inneren Lastverteilung der Lager erleichtern die Analyse der Konstruktionsvarianten. Mit dem Online-Tutorial und einem ausführlichen Hilfesystem lässt sich bequem das ganze Potenzial der BEARINX®-online Wellenberechnung ausschöpfen.

Die DIN 26281 definiert eine einheitliche Berechnung der Ermüdungslebensdauer unter Verwendung computergestützter Berechnungsverfahren auf dem heutigen Stand der Technik. Dieses Berechnungsverfahren steht selbstverständlich auch in der Online-Version zur Verfügung.

BEARINX®-online Wellenberechnung – Kundenversion

Marktübliche Berechnungswerkzeuge verwenden meist stark vereinfachte Berechnungsverfahren. Die Schiefstellung der Lager infolge der Wellendurchbiegung und das unterschiedliche Federungsverhalten verschiedener Lagerbauarten bleiben dabei weitgehend unberücksichtigt. Auch die innere Lastverteilung der Lager – maßgebend für die Ermüdungslebensdauer – wird im Allgemeinen nur durch Näherungsverfahren ermittelt.

Berechnung mit BEARINX®

Mit BEARINX®-online ist es möglich, die reale Beanspruchung unter Berücksichtigung der Wellendurchbiegung und des Federungsverhaltens der Wälzlager zu bestimmen, *Bild 2*.

Selbstverständlich wird dabei auch die innere Lastverteilung im Lager exakt berechnet – bis hin zur Kontaktpressung unter Berücksichtigung des realen Wälzkörperprofils.

Die Algorithmen der BEARINX®-online Wellenberechnung sind identisch mit denen von BEARINX®, das bei Schaeffler eingesetzt wird. Die BEARINX®-online Wellenberechnung ermöglicht die Berechnung mehrfach gelagerter, einachsiger Wellensysteme am Arbeitsplatz. Eine in Java implementierte Benutzeroberfläche unterstützt bei der Eingabe der Daten. Die grafische Darstellung der Konstruktion erleichtert die Kontrolle der Daten.

Daten und Geometrie der Wälzlager aus dem Schaeffler-Katalogprogramm werden aus einer integrierten Datenbank geholt.

Die eigentliche Berechnung wird dann von den leistungsfähigen Schaeffler-Berechnungsservern übernommen.

Eingabedateien, die mit der BEARINX®-online Wellenberechnung erstellt werden, sind mit BEARINX® kompatibel. Dadurch wird die weitere Kommunikation mit den Schaeffler-Beratungsingenieuren erleichtert und Doppelarbeit vermieden.

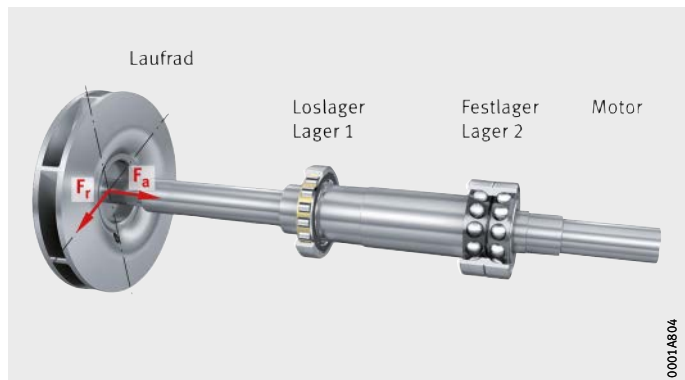


Bild 2
Wellenberechnung

Mit dem Programm ist nicht beabsichtigt, die Beratungs- und Berechnungsdienstleistungen von Schaeffler auf die Kunden zu verlagern. Ganz im Gegenteil: Schaeffler möchten dadurch noch enger mit seinen Kunden zusammenarbeiten. Ziel ist, gemeinsam schon in der frühen Konstruktionsphase eine geeignete Vorauswahl an Wälzlagern zu treffen, um die Entwicklungszeiten beim Kunden zu verkürzen.

BEARINX®-online Wellenberechnung – ein Überblick:

- Berechnung der Lagersteifigkeit im Betriebspunkt unter Berücksichtigung aller relevanten Einflüsse
- Grafische Darstellung von Wellenreaktionen (Wellendurchbiegung und Wellenneigung)
- Starre und elastische Anstellung der Lager im jeweiligen Wellensystem
- Berechnung der Ermüdungslebensdauer nach DIN 26281
- Einfache Modellierung der Wellensysteme über integrierte Assistenten.

BEARINX[®]-online Easy Friction – Kundenversion

Mit dem BEARINX[®]-online-Modul Easy Friction ist es möglich, die Reibungsgrößen von Schaeffler-Wälzlagern nach einem detaillierten Verfahren zu bestimmen. Selbstverständlich wird dabei die innere Lastverteilung mit den Kontaktpressungen an den Laufbahnen und Borden mit der realen Wälzkörperprofilierung berücksichtigt. Dem neuen Modul liegt eine Theorie zur Reibungsberechnung zugrunde, die auf physikalischen Algorithmen basiert und in umfangreichen Versuchswerten bestätigt wurde. Die Lagerlebensdauer wird nach ISO/TS 16281 berechnet.

Die Algorithmen von BEARINX[®]-online Easy Friction berücksichtigen insbesondere folgende Parameter:

- Verluste der Wälz- und Gleitkontakte
- Verluste in der lastfreien Zone
- Planschverluste
- Dichtungsreibung.

Aufgrund der nahtlosen Einbettung in die bei Schaeffler verwendete „Muttersoftware“ BEARINX[®] kommen daneben weitere typische Einflussgrößen zum Tragen:

- Radial- und Axialbelastung
- Verkippung der Lagerringe
- Schmierstoff (Viskositätsklasse)
- Temperatur
- Präzise Lager-Innengeometrie
- Lagerspiel
- Profilierung der Lagerkomponenten
- Bordgeometrie.

Durch den Austausch der Lager lassen sich verschiedene Lagerungskonzepte schnell und komfortabel miteinander vergleichen. Das ermöglicht, eine effiziente und auf Reibung optimierte Lageranordnung zu finden. Alle Eingabedaten lassen sich lokal speichern. Dadurch können Änderungen an einem bestehenden Vorgang schnell durchgeführt werden, ohne Daten doppelt eingeben zu müssen. Darüber hinaus ist ein Austausch der gespeicherten Datei mit dem Schaeffler-Ingenieurdienst möglich, um eine optimale Lagerauslegung zu erreichen.

Die wichtigsten Ergebnisse werden unmittelbar in einem Ergebnisfenster angezeigt. Zusätzlich werden die Eingabedaten und die Berechnungsergebnisse in einer PDF-Datei dokumentiert.

Das Berechnungsprogramm steht ausschließlich online zur Verfügung.

Weitere Informationen

- www.schaeffler.de
- PBO BEARINX[®]-online, Wellenberechnung
- PBR BEARINX[®]-online, Easy Friction.

Schadensanalyse

Merkmale Die Wälzlager gehören zu den wichtigsten Komponenten einer Pumpe im Hinblick auf hohe Zuverlässigkeit und lange Lebensdauer. Materialermüdung, Verschleiß, Temperaturbelastung oder Veränderungen des Schmierstoffs verschlechtern mit der Zeit den Zustand der Wälzlager und führen zum vorzeitigen Funktionsverlust.

Ursachen für Lagerschäden Die meisten Lagerschäden werden hervorgerufen durch:

- Unzureichende Sauberkeit, bedingt durch Partikel oder unerwünschte Flüssigkeiten
- Hohe Betriebstemperatur oder großes Temperaturgefälle
- Unsachgemäße Montage
- Stoßbelastungen und Vibrationen
- Materialermüdung
- Elektrischer Stromdurchschlag
- Defekte Lageraufnahme an Gehäuse oder Welle
- Überlast oder Unterlast.

Arten von Lagerschäden Auftretende Lagerschäden bei Flüssigkeitspumpen können unter anderem sein:

- Ermüdung unter und an der Oberfläche
- Verschleiß (abrasiv, adhäsiv)
- Korrosion durch Feuchtigkeit oder Reibkorrosion (Passungsrost, Riffelbildung)
- Elektroerosion durch Kriechströme oder Stromdurchgang
- Plastische Deformation durch Überlastung oder Eindrückungen (Eindrückungen durch Partikel oder Handhabungsfehler)
- Bruch (Gewaltbruch, Dauerbruch) oder Wärmeriss.

Um die Schadensursache zu finden, reicht die Begutachtung des Lagers allein meistens nicht aus. Vielmehr müssen die Umgebungs- teile, die Schmierung und die Abdichtung sowie die Betriebs- und Umweltbedingungen zusätzlich berücksichtigt werden. Ein plan- mäßiges Vorgehen bei der Untersuchung erleichtert das Auffinden der Ursachen.

Anhand der Ergebnisse aus der Schadensanalyse können Abhilfe- maßnahmen mit der entsprechenden Fachabteilung getätigt werden.

**Wälzlerschäden
aufgrund von Verunreinigung oder
Stromdurchgang**

| | |
|---|---|
| <p>Verunreinigung</p>  | <p>Stromdurchgang</p>  |
| <p>Ursache</p> | |
| <p>In der Luft befindlicher Staub, Schmutz oder abrasive Stoffe aus verschmutzten Arbeitsbereichen, schmutzige Hände beziehungsweise Werkzeuge, Fremdkörper in Schmiermitteln oder Reinigungslösungen.</p> | <p>Stetig fließender Wechsel- oder Gleichstrom, Markierungen bereits bei geringer Strombelastung möglich.</p> |
| <p>Abhilfe</p> | |
| <p>Filtern des Schmiermittels, Reinigung der Arbeitsbereiche sowie das Verbleiben der Lager in ihrer Originalverpackung bis zum Einbau. Bei verschmutzten Betriebsumgebungen sollten Abdichtungsmöglichkeiten in Erwägung gezogen werden.</p> | <p>Vermeidung von Stromdurchfluss durch das Lager (Erdung, Isolation), Verwendung stromisolierter Lager.</p> |

**Wälzlerschäden
aufgrund von Ausfall des Schmiermittels
oder Materialermüdung**

| | |
|---|---|
| <p>Ausfall des Schmiermittels</p>  | <p>Materialermüdung</p>  |
| <p>Ursache</p> | |
| <p>Eingeschränkter Schmiermittelfluss oder übermäßige Temperaturen, die zur Verschlechterung des Schmiermittels führen.</p> | <p>Überlastung, übermäßige Vorspannung, Festsitz Innenring, Lager über die errechnete Ermüdungslebensdauer hinaus in Betrieb.</p> |
| <p>Abhilfe</p> | |
| <p>Verwendung eines geeigneten Schmiermittels in der richtigen Menge, Vermeidung von Fettverlust und Einhaltung geeigneter Nachschmierintervalle, Gewährleistung des korrekten Lagersitzes und Kontrolle der Vorspannung zur Reduzierung der Lagertemperatur.</p> | <p>Austausch des Lagers oder Konstruktionsänderung für Einsatz eines Lagers mit längerer errechneter Ermüdungslebensdauer.</p> |

Schaeffler Industrial Aftermarket

Merkmale

Der Unternehmensbereich Schaeffler Industrial Aftermarket (IAM) verantwortet das Ersatzteil- und Servicegeschäft für Endkunden und Vertriebspartner in allen wichtigen Industriesektoren. Mit innovativen Lösungen, Produkten und Dienstleistungen rund um Wälz- und Gleitlager sowie durch konsequente Anwendung der Philosophie des Total Cost of Ownership (TCO) bietet der Servicebereich des Industrial Aftermarkets ein umfangreiches und alle Lebenszyklusphasen des Wälzlagers abdeckendes Portfolio an. Ziel ist, den Kunden zu helfen, Instandhaltungskosten einzusparen, die Anlagenverfügbarkeit zu optimieren und unvorhergesehene Maschinenstillstände zu vermeiden, *Bild 1*.



Bild 1
Schaeffler Industrial Aftermarket

Das Angebotsspektrum im Bereich Instandhaltung und Qualitätssicherung reicht von der Montage über die Anlagenüberwachung bis hin zur Einführung und Umsetzung vorbeugender Instandhaltungsmaßnahmen.

Ein breites Programm von Montage- und Ausrichtwerkzeugen, Messinstrumenten und Schmiermitteln sowie Schulungen erleichtert Instandhaltungsarbeiten und hilft Arbeitsabläufe effizienter zu gestalten. Dank langjähriger Erfahrung und qualifizierter Fachleute ist Schaeffler der kompetente Partner für kundenorientierte Lösungen rund um den Lebenszyklus von Wälzlagern.

Service-Experten unterstützen weltweit mit modernster Technik, zum Beispiel durch die Ferndiagnose via Internet oder GSM. Ist persönlicher Einsatz gefordert, helfen hoch qualifizierte Techniker und Ingenieure. Höchste Maschinenverfügbarkeit erreicht man am besten durch Serviceverträge. Umfang und Gestaltung richten sich nach den individuellen Kunden- und Anlagenanforderungen.

Weitere Informationen

- Katalog IS 1, Montage und Instandhaltung von Wälzlagern – Produkte, Dienstleistungen, Schulungen.



FAG



Anwendungsbeispiele

Tauchmotorpumpe
Chemienormpumpe
Doppelflutige Pumpe

Tauchmotorpumpe

Einleitung Tauchmotorpumpen sind transportable oder stationär eingebaute Kreiselpumpen. Sie fördern möglichst viel Flüssigkeit, bauen aber lediglich einen geringen Druck auf.

Das Einsatzgebiet liegt daher vor allem in der Entnahme und dem Transport von Wasser und Schmutzwasser, zum Beispiel bei der Entwässerung von Gebäuden oder der Wasserentnahme aus Flüssen und Behältern.

Tauchmotorpumpen unterscheiden sich vom Grundaufbau einer Kreiselpumpe dadurch, dass sie meist mit einer vertikalen Welle ausgestattet sind, wobei der Antriebsmotor direkt auf dieser angebracht ist (Blockbauweise), *Bild 1*.



Bild 1
Tauchmotorpumpe
© Flygt Xylem

Anforderung Die relevanten Kräfte für die Lagerung einer Tauchmotorpumpe resultieren einerseits aus dem Betrieb der Pumpe, andererseits aus deren Konstruktion. Während des Betriebs können zusätzlich zu den Belastungen aus der Druckerzeugung auch leichte Stöße durch feststoffbelastetes Abwasser auftreten.

Aus dem konstruktiven Aufbau ergeben sich Axiallasten durch die Gewichtskräfte der vertikalen Welle und dem darauf angebrachten Rotor. Der Drehzahlbereich solcher Aggregate reicht üblicherweise bis $3\,600\text{ min}^{-1}$.

Konstruktionslösung

Für eine effiziente, zuverlässige und wartungsfreie Lagerung der Welle werden üblicherweise robuste, gebrauchsdauergeschmierte und abgedichtete Lager in einer Fest-Loslageranordnung verwendet. Im gezeigten Beispiel wird das Festlager an der unteren Lagerstelle mit einem zweireihigen Schrägkugellager ausgeführt. Die geringen Fertigungstoleranzen der Lager sorgen dabei für eine besonders genaue Führung des Laufrads und führen zu geringen Spaltmaßen und somit auch zu reduzierten Verlusten. Durch den Druckwinkel des Schrägkugellagers eignet es sich sehr gut für die Aufnahme der axialen Lasten.

Die Aufgabe des Loslagers übernimmt hier ebenfalls ein zweireihiges Schrägkugellager, jedoch axial freigestellt. Durch diese Freistellung wird eine Verschiebbarkeit des Lagers bei einer thermischen Dehnung der Welle ermöglicht.

Bei kleineren Pumpen sind die Lager in diesen Anwendungen abgedichtet und gebrauchsdauergeschmiert, bei größeren Aggregaten sind Nachschmiermöglichkeiten für die Lagerstellen nötig. Eine Ölschmierung ist aufgrund der vertikalen Welle normalerweise nicht möglich.

Verwendete Produkte

Bei Tauchmotorpumpen werden eingesetzt:

- Einreihige Rillenkugellager
- Ein- und zweireihige Schrägkugellager
- Zylinderrollenlager.

Neben diesen Wälzlagern sind auch Sonderlösungen, welche auf die jeweiligen Anforderungen abgestimmt werden, möglich. Kontaktieren Sie hierfür die zuständigen Spezialisten der Schaeffler Anwendungstechnik.

Chemienormpumpe

Einleitung Die Bezeichnung „Chemienormpumpe“ bezieht sich in erster Linie nicht auf das geförderte Fluid, sondern darauf, dass die Pumpen den Anforderungen bezüglich Abmessungen und Nennleistungen der Norm ISO 2858 entsprechen. Häufig müssen Chemienormpumpen jedoch auch weiteren Normen, wie zum Beispiel der ISO 5199 (EN 25199) genügen. Durch diese Vorgaben können die Pumpen unterschiedlicher Hersteller innerhalb eines bestehenden Rohrleitungssystems problemlos ausgetauscht und eingebaut werden. Zu den vielfältigen Anwendungsgebieten gehören neben der chemischen und petrochemischen Industrie unter anderem auch die Lebensmittelindustrie. Die geförderten Fluide sind somit sehr vielfältig und unterscheiden sich teilweise deutlich in ihren Eigenschaften. Der Aufbau der Pumpe entspricht der einstufigen, einflutigen Kreiselpumpe, *Bild 1*.



Bild 1
Chemienormpumpe
© NKG
Werkbild Grundfoss

Anforderungen Durch die Normung von Chemienormpumpen ergeben sich gewisse Anforderungen und Einschränkungen, die sich abhängig von der Leistung und Baugröße der Pumpen unterscheiden. Die Vorgaben der Normen wirken sich dabei ebenfalls auf die Lagerstellen aus, so wird zum Beispiel nach ISO 2858 der Durchmesser des Wellenendes und dadurch auch der minimale Lagerdurchmesser in Abhängigkeit von der Nennleistung vorgegeben. Normalerweise treten neben den Betriebskräften keine zusätzlichen Stöße oder Ähnliches auf. Die Chemienormpumpen werden mit Drehzahlen bis zu $3\,600\text{ min}^{-1}$ betrieben. Die Drehzahl kann jedoch auch über einen optionalen Frequenzumrichter an die aktuellen Anforderungen angepasst werden.

Konstruktionslösung

Bei der Chemienormpumpe wird analog zur Tauchmotorpumpe üblicherweise eine Fest-Loslagerung verwendet.

Die Aufnahme der radialen Lasten am Loslager kann durch ein in axialer Richtung freigestelltes Rillenkugellager erfolgen. Häufig wird auch ein Zylinderrollenlager in NU-Ausführung eingesetzt, das keinen Bord am Innenring besitzt und somit eine axiale Verschiebbarkeit gewährleistet. Die restlichen radialen und zusätzlich die axialen Kräfte werden durch das Festlager an der Antriebsseite aufgenommen.

Hierzu können zweireihige oder auch, wie in *Bild 1*, Seite 56, dargestellt, paarweise eingebaute einreihige Schrägkugellager verwendet werden. Neben diesem Lagerungskonzept sind auch Sonderlösungen wie eine schwimmende Lagerung mit zwei Rillenkugellagern denkbar. Der Einsatz dieser Anordnung ist im Allgemeinen zwar kostengünstiger, sorgt jedoch auch für eine ungenauere axiale Führung der Welle.

Für die Schmierung der Lagerstellen eignet sich sowohl eine Öl- als auch eine Fettschmierung.

Verwendete Produkte

Bei Chemienormpumpen werden eingesetzt:

- Einreihige Rillenkugellager
- Ein- und zweireihige Schrägkugellager
- Zylinderrollenlager.

Neben diesen Wälzlagern sind auch weitere Lagerlösungen, zum Beispiel Kegel- oder Pendelrollenlager bei großen Lasten und Momenten, möglich. Diese werden auf die jeweiligen Anforderungen abgestimmt und speziell dafür ausgelegt. Kontaktieren Sie hierfür die zuständigen Spezialisten der Schaeffler Anwendungstechnik.

Doppelflutige Pumpe

Einleitung Bei der doppelflutigen (zweiflutigen) Pumpe sind zwei einflutige Laufräder Rücken an Rücken angeordnet und verbessern durch diese Symmetrie das Saugverhalten der Pumpe, *Bild 1*. Die Förderhöhe bleibt durch die Parallelschaltung konstant, der Volumenstrom verdoppelt sich jedoch.

Eine doppelflutige Pumpe kann im Vergleich zu einer einflutigen Pumpe bei wesentlich geringeren Zulaufdrücken betrieben werden. Einsatz findet diese Bauart zum Beispiel in Pipelines für die Trinkwasserversorgung, in der Kühlwasserversorgung, aber auch in Fernwärmenetzen oder im Brandschutz.

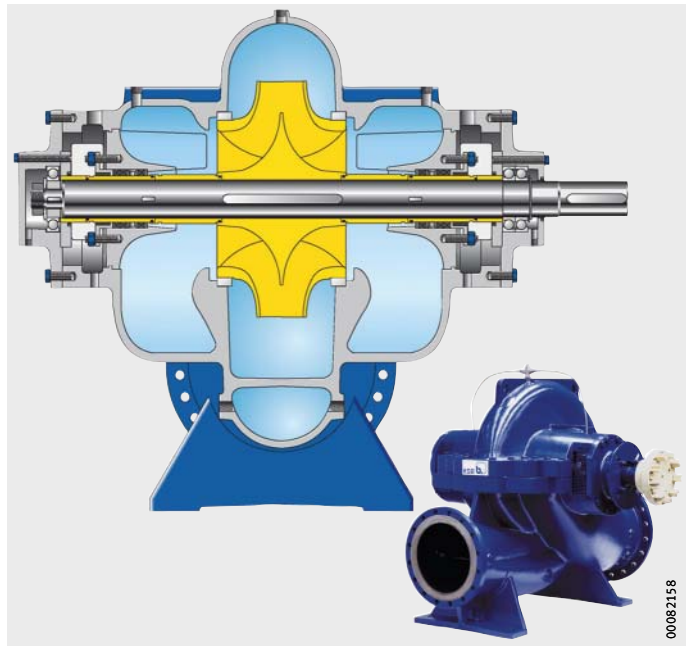


Bild 1
Spiralgehäusepumpe und
Schnittbild
© KSB Aktiengesellschaft RDLO

Anforderungen Durch den symmetrischen Aufbau des Laufrades gleichen sich die axialen Kräfte nahezu vollständig aus. Die höhere Laufradmasse kann zu einer verstärkten Wellendurchbiegung führen, besonders bei größeren Pumpen.

Der Einsatz eines Doppelspiralgehäuses im gezeigten Beispiel sorgt für eine reduzierte Durchbiegung der Welle und verringert die auftretenden Radiallasten. Bei sachgerechter Installation der Anlagen ist mit einem gleichmäßigen, stoßfreien Betrieb der Pumpen zu rechnen.

Konstruktionslösung

Im Gegensatz zur fliegenden Lagerung der Tauchmotor- und Chemienormpumpe befindet sich das Laufrad der zweiflutigen Pumpe üblicherweise zwischen beiden Lagerstellen.

Die auftretenden Radiallasten verteilen sich daher gleichmäßiger auf die jeweiligen Lager. Durch die Symmetrie des Laufrads betragen die Axiallasten nahezu Null. Als Lagerungskonzept eignet sich für zweiflutige Pumpen eine Kombination aus Fest- und Loslager.

Das Festlager kann aufgrund der geringen axialen Belastung sowohl an der Antriebs- als auch an der Pumpenseite angebracht werden.

Für geringere Belastungen können einreihige Rillenkugellager an beiden Lagerstellen eingesetzt werden. Um eine Verschiebbarkeit an der Loslagerseite zu gewährleisten, muss das entsprechende Lager dort in axialer Richtung freigestellt werden. Treten größere Kräfte auf, werden ein- oder zweireihige Schrägkugellager als Festlager verwendet. Beide Lagerstellen können wahlweise mit Öl oder Fett geschmiert werden.

Verwendete Produkte

Bei zweiflutigen Pumpen werden eingesetzt:

- Einreihige Rillenkugellager
- Ein- und zweireihige Schrägkugellager.

Neben diesen Wälzlagern sind auch weitere Lagerlösungen, zum Beispiel mit geteilten Lagerringen für eine einfachere Montage bei großen Pumpen, möglich. Diese werden auf die jeweiligen Anforderungen abgestimmt und speziell dafür ausgelegt. Kontaktieren Sie hierfür die zuständigen Spezialisten der Schaeffler Anwendungstechnik.

Notizen

**Schaeffler Technologies
GmbH & Co. KG**

Industriestraße 1–3
91074 Herzogenaurach
Internet www.ina.de
E-Mail info.de@schaeffler.com

In Deutschland:

Telefon 0180 5003872
Telefax 0180 5003873

Aus anderen Ländern:

Telefon +49 9132 82-0
Telefax +49 9132 82-4950

Alle Angaben wurden sorgfältig erstellt
und überprüft. Für eventuelle Fehler oder
Unvollständigkeiten können wir jedoch
keine Haftung übernehmen.

Technische Änderungen behalten wir
uns vor.

© Schaeffler Technologies GmbH & Co. KG
Ausgabe: 2014, Oktober

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit
unserer Genehmigung.

TPI 223 D-D