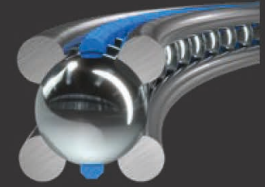


# Technische Informationen zu Drahtwälzlagern



Lagerelemente und Dünnringlager | Drehverbindungen | Drehtische und Direktantrieb

## 1 Drahtwälzlagerauswahl

Eine optimale Auswahl bzw. Dimensionierung der Lagerung sollte vor Beginn der Konstruktion erfolgen. Die einzelnen Baureihen bieten folgende Vorteile:

- Lagerelemente (Typ LEL, LER):
  - höchstmöglicher Integrationsgrad
  - kostensensible Serienanwendungen
  - größtmögliche Flexibilität bzgl. Vorspannung, Laufeigenschaften und Durchmesserbereiche
- Dünnringlager (Typ LSA):
  - einfache, platzsparende Integration in Ihre Konstruktionen
  - preiswerte Alternative zu konventionellen Dünnringlagern
  - nicht vorgespannte Lagerungen
- Drehverbindungen (Typ LVA, LVB, LVD, LVE):
  - einbaufertige Standardlager mit großem Auswahlbereich
  - spielfrei vorgespannt (optimiert bzgl. Steifigkeit, Drehzahl und Lebensdauer)
  - kurzfristige Verfügbarkeit (z.T. ab Lager)
- Drehverbindungen (Typ LVC, LVG):
  - einbaufertiges Standardlager für hohe Drehgeschwindigkeiten (LVC)
  - einbaufertiges Standardlager für hohe Belastungen (LVG)
- Drehtische (Typ LTA, LTB):
  - robuster Drehtisch mit Schneckenantrieb für schnelldrehende Handlings- und Positionieraufgaben (LTA)
  - Drehtisch mit Schneckenantrieb für hochgenaue Mess- und Positionieraufgaben (LTB)
- Drehverbindungen mit Direktantrieb (Typ LTD):
  - Drehverbindung mit integriertem Torque-Motor für energieeffiziente, hochdynamische Bewegungen

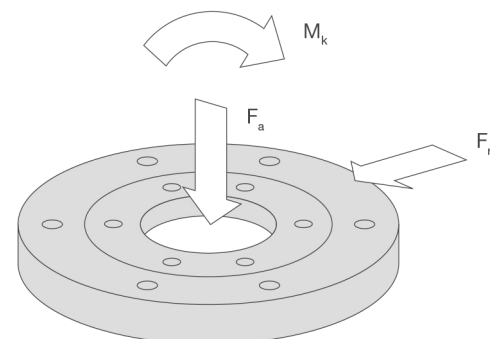
### 1.1 Parameter zur Lagerauswahl

- Zulässige Abmessungen und Materialinformationen der Lagerung.
- Belastungen mit Lastkollektiven und dazugehörigen Zeitanteilen in %.
- Drehzahl/Anzahl der Schwenkbewegungen und -winkel je Zeiteinheit.
- Umfangskräfte, die von der Verzahnung zu übertragen sind.
- Betriebsbedingungen (Temperatur, Vakuum, Reinraum, Feuchtigkeit).

### 1.2 Statische und dynamische Tragfähigkeit – Berechnung

Die im Katalog genannten statischen und dynamischen Tragzahlen sind lediglich für eine Vorauslegung ausreichend. Die ausgewiesenen Tragzahlen entsprechen den radialen Tragzahlen. Für eine optimale Auslegung werden die statischen axialen, radialen Momenten- und Tragzahlen bzw. die dynamischen axialen und radialen Tragzahlen benötigt. Die axialen Werte liegen ca. um den Faktor 2 höher.

## 2 Berechnung



Alle auf das Lager einwirkenden Kräfte und Momente sind durch vektorielle Addition in zentrisch angreifende Kräfte  $F_a$  und  $F_r$  sowie resultierende Momente  $M_a$  zusammenzufassen. Für komplexe Belastungsfälle und Belastungskollektive mit veränderlicher Belastung und Drehzahl übernehmen wir gerne die Berechnung für Sie.

**2.1 Begriffe, Maßeinheit**

C	dynamische Tragzahl	(N)
C <sub>0</sub>	statische Tragzahl	(N)
F <sub>a</sub>	zentrisch angreifende Axialkraft	(N)
F <sub>r</sub>	zentrisch angreifende Radialkraft	(N)
KKØ	Kugelkranzdurchmesser = (D + d)/2	(M)
L <sub>n</sub>	Nominelle Lebensdauer	(h)
M <sub>k</sub>	Kippmoment	(Nm)
n	Drehzahl	(min - 1)
P	dynamisch äquivalente Belastung	(N)
P <sub>0</sub>	statisch äquivalente Belastung	(N)
S <sub>st</sub>	statische Sicherheit	
X	Radialfaktor	
Y	Axialfaktor	
Z	Momentenfaktor	

**2.2 Statische Berechnung**

Eine statische Berechnung ist dann ausreichend, wenn das Lager im Stillstand oder bei langsamen Dreh- und Schwenk- bewegungen mit einer Umlaufgeschwindigkeit im Kugelkranz von  $v \leq 0,1$  m/s belastet wird. Ein ausreichend tragfähiges Lager wurde dann gewählt, wenn die empfohlene statische Sicherheit erreicht wird.

$$S_{st} = \frac{1}{\frac{F_a}{C_{oa}} + \frac{F_r}{C_{or}} + \frac{M}{C_{om}}}$$

**2.2.1 Axial- und Radialfaktoren**

	X <sub>0</sub>	Y <sub>0</sub>
Alle Lagertypen	1,0	0,47

**2.2.2 Empfohlene statische Sicherheit S<sub>st</sub>**

Kugeldurchmesser > 6	S <sub>st</sub>
Bei ruhigem, erschütterungsfreiem Betrieb	> 1,8
Bei normalem Betrieb	> 2,5
Bei ausgeprägter stoßartiger Belastung und hohen Anforderungen an die Laufgenauigkeit	> 8,0

**2.3 Dynamische Berechnung**

Bei einer Umlaufgeschwindigkeit von  $v > 0,1$  m/s wird eine statische und dynamische Berechnung erforderlich, wobei die statische Sicherheit S<sub>st</sub> mindestens den empfohlenen Wert der jeweiligen Belastung erreichen muss.

**2.3.1 Nominelle Lebensdauer**

$$L_h = \left(\frac{C}{P}\right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot N} \quad (h)$$

**2.3.2 Axial- und Radialbelastungen**

$$P = X \cdot F_r + Y \cdot F_a \quad (N)$$

	$\frac{F_a}{F_r} \geq 1$	$\frac{F_a}{F_r} > 1$
	X	Y
Alle Lagertypen	1,26	0,45
	0,86	0,86

**2.3.3 Axial- und Momentenbelastung und axiale Belastung mit F<sub>r</sub> = 0, M<sub>k</sub> = 0**

$$P = Y \cdot F_a + Z \cdot \frac{M_k}{KKØ} \quad (N)$$

	$0 < \frac{M_k}{F_a \cdot KKØ} \leq 0,5$	$\frac{M_k}{F_a \cdot KKØ} \leq 0,5$
	Y	Z
Alle Lagertypen	0,86	1,72
	0,45	2,54

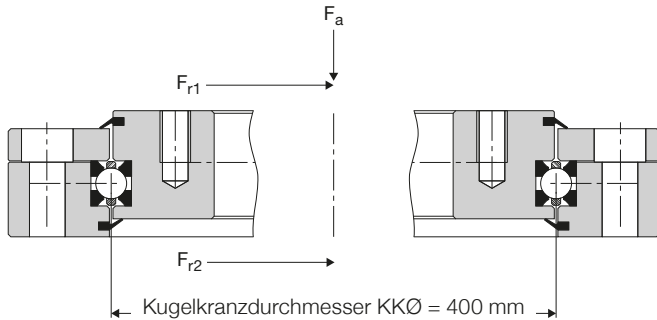
**2.3.4 Radial- und Momentenbelastung und radiale Belastung mit F<sub>a</sub> = 0, M<sub>k</sub> = 0**

$$P = X \cdot F_r + Z \cdot \frac{M_k}{KKØ} \quad (N)$$

	$0 \geq \frac{M_k}{F_r \cdot KKØ} \leq 0,5$	$\frac{M_k}{F_r \cdot KKØ} \geq 0,5$
	X	Z
Alle Lagertypen	1,0	1,68
	0,86	1,96

Für den Belastungsfall Radial-, Axial- und Momentenbelastung führen wir die Berechnung gerne für Sie durch.

### 3 Berechnungsbeispiel Lagerelemente



#### 3.1 Belastungsangaben:

##### Belastungsfall A (statische Beanspruchung)

Zentrische Axialkraft aus	
Eigengewicht + Belastung	$F_a = 22 \text{ kN}$
Radialkraft aus Arbeitsdruck	$F_{r1} = 4,2 \text{ kN}$

##### Belastungsfall B (dynamische Beanspruchung)

Zentrische Axialkraft aus	
Eigengewicht + Belastung	$F_a = 22 \text{ kN}$
Radialkraft aus Antrieb	$F_{r2} = 1,5 \text{ kN}$
Durchschnittliche Betriebsdrehzahl	$n = 9,5 \text{ 1/min}$

Berechnung für Lagerelement LEL 4 mit  $KK\text{Ø} = 400 \text{ mm}$ .

Angaben:  $C_{oa} = 240 \text{ kN}$  und  $C_{or} = 113 \text{ kN}$

#### 3.2 Rechnung:

##### Belastungsfall A (statische Beanspruchung)

$$S_{st} = \frac{1}{\frac{F_a}{C_{oa}} + \frac{F_r}{C_{or}} + \frac{M}{C_{om}}} = \frac{1}{\frac{22}{240} + \frac{4,2}{113} + \frac{-}{-}} = 7,8$$

Sicherheit  $S_{st} = 7,8$  (ausreichend für normalen Betrieb)

##### Belastungsfall B (dynamische Beanspruchung)

$$S_{st} = \frac{1}{\frac{F_a}{C_{oa}} + \frac{F_r}{C_{or}} + \frac{M}{C_{om}}} = \frac{1}{\frac{22}{240} + \frac{1,5}{113} + \frac{-}{-}} = 9,5$$

Sicherheit  $S = 9,5$  (über der Mindestsicherheit gemäß 2.2.2)

$$\text{Lebensdauer } L_h = \left(\frac{29}{20,2}\right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 9,5} = 5.200 \text{ h}$$

$$(P = 0,86 \cdot 1,5 \text{ kN} + 0,86 \cdot 22 \text{ kN} = 20,2 \text{ kN})$$

### 4 Konstruktion und Fertigung des Lagerbettes

Lagerelemente bestehen aus zwei Innen- und Außenlaufringen sowie einem mehrteiligen, segmentierten Käfig mit Kugeln. Die Laufringe sind offen und können somit elastisch im Durchmesser für den Einbau verändert werden.

Die Kugeln entsprechen der Qualitätsklasse 3 (DIN 5401). Es dürfen nur die in der Lieferung enthaltenen Kugeln verwendet werden. Sollten Kugeln verloren gehen, müssen alle Kugeln ausgetauscht werden, um die Laufeigenschaften des Lagers nicht zu beeinträchtigen.

Die Auslegung und technisch optimale Fertigung sowie die richtige Einstellung der Vorspannung sind wichtige Voraussetzungen für eine lange Lebensdauer. Hierdurch wird garantiert, dass alle Laufbahnen an der Lastaufnahme beteiligt sind und die Kugeln optimal auf den vorbestimmten Position abrollen.

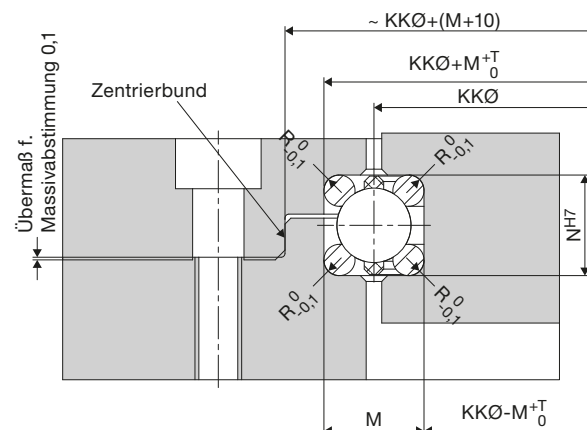
Auslegung und Fertigung des Drahtbettes unterscheiden sich für die einzelnen Lagerelemente und Dünninglager und werden im Folgenden für diese beschrieben.

#### 4.1 Drahtbettauslegung für Lagerelemente Typ LEL

Die Lagerelemente LEL bieten die höchste Laufkultur und Laufgenauigkeit. Sie stellen auch die höchsten Anforderungen an die Auslegung des Drahtbettes. Zur Darstellung der wichtigsten Parameter hier zwei Maßskizzen:

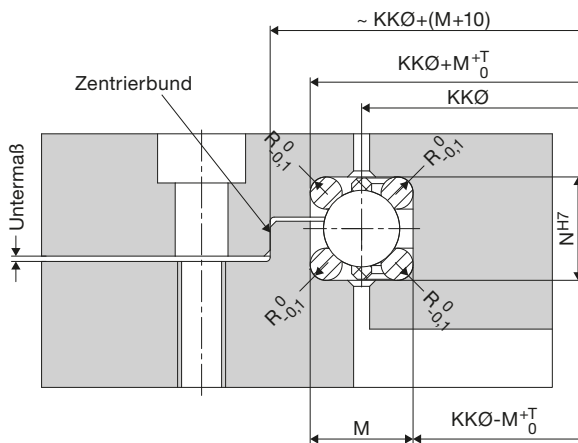
##### 4.1.1 Abstimmung durch Abschleifen (Massivabstimmung)

Hier ist bei der konstruktiven Auslegung der umschließenden Teile darauf zu achten, dass die beiden zu fügenden Gehäuseteile mit Übermaß gefertigt werden, um durch das Abschleifen des Deckels die gewünschte Vorspannung im Lager erreichen zu können.



#### 4.1.2 Abstimmung durch Abstimmbeilagen

Hier ist bei der konstruktiven Auslegung der umschließenden Teile darauf zu achten, dass die beiden zu fügenden Gehäuseteile mit Untermaß gefertigt werden, um durch das Beilegen von Abstimmbeilagen die gewünschte Vorspannung im Lager erreichen zu können.



#### 4.1.4 Maße und Toleranzen

Die Maße und Toleranzen berechnen sich wie folgt:

$$R = \lambda - 0,1$$

$$T = KK\varnothing / 10.000 \text{ (Maße in mm)}$$

Übermaß Schleifen bzw. Untermaß für Abstimmbeilagen: 0,1 mm

Passungstoleranz Zentrierpassung

Bohrung: untere Toleranz: +0,01;

obere Toleranz: +0,01 + IT6

Welle: obere Toleranz: -0,01;

untere Toleranz: -0,01 - IT6

Es ist sinnvoll, den Stator des Lagers geteilt auszuführen. Der Rotor sollte einteilig ausgeführt werden. Die zu erreichende Genauigkeit wird von den Einzelgenauigkeiten beeinflusst, daher gilt, dass geteilte Ringe  $\frac{2}{3}$  der Rund-/Planlauf-toleranzen erhalten, der einteilige Ring erhält die Hälfte der Rund-/Planlauf-toleranzen.

Für die Rundheit des Drahtbettes gilt die halbe Durchmesser-toleranz. Als Basis für den Planlauf des Drahtbettes gilt die Anschraubfläche der Anschlusskonstruktion. Basis für Rundläufe ist die Drahtbettmittelachse. Ebenheit und Parallelität der Einzelteile werden mit der Hälfte der Gesamt-toleranz ausgelegt.

Bei der Auslegung der umschließenden Teile ist zu beachten, dass parallele Flächen, die nicht gefügt werden (z. B. Fläche oberhalb des Zentrierbundes) mit ausreichend Abstand ausgelegt werden, damit diese auch nach der Abstimmung des Lagers noch Luft haben. Fasen und Radien an der Passung sind so auszuführen, dass die Fügeflächen aufeinander verschraubt werden können, ohne dass es im Bereich der Zylinderkanten zu Kollisionen kommt.

Grundsätzlich ist zu sagen, dass man die Genauigkeit der Drehverbindung verbessern kann, wenn das Drahtbett des geteilten Rings gefertigt wird, wenn beide Ringe verschraubt und zusätzlich verstiftet sind. Auch ist generell die Aufnahmepassung des Lagers zusammen mit dem Drahtbett in einer Aufspannung zu bearbeiten. Es ist ausreichend, das Drahtbett mittels Dreh- oder Fräsbearbeitung herzustellen, hierbei sind Oberflächengüten von  $< Ra\ 3,2$  anzustreben, da das Setzverhalten der Lagerung durch hohe Oberflächengüte positiv beeinflusst wird.

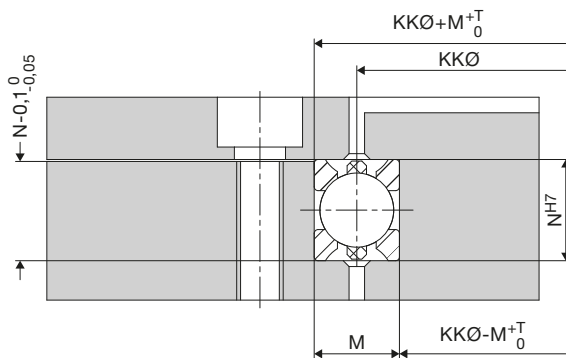
Die Bearbeitung des Drahtbettes sollte grundsätzlich in einer Aufspannung mit den Konturen erfolgen, die zur Zentrierung oder der Laufgenauigkeit in Beziehung stehen, so erreicht man eine optimale Genauigkeit und Lebensdauer der Lagerung.

Bei weichen Materialien wie z. B. Aluminium empfehlen wir, das Drahtbett gegen Verschleiß zu schützen (z. B. durch Eloxieren, chem. Vernickeln etc).

#### 4.2 Drahtbettauslegung für Lagerelemente Typ LER

Die Lagerelemente LER bieten hinsichtlich der Herstellung der umschließenden Drehteile eine deutliche Vereinfachung gegenüber der LEL-Baureihe. Hier ist es möglich, das Lager über eine einfache Deckelplatte und Abstimmbeilagen einzustellen. Das Drahtbett muss nicht – wie beim LEL – geteilt werden, es wird keine Zentrierung am geteilten Ring benötigt.

Auch bei der Ausführung mit Deckel ist bei der konstruktiven Auslegung der umschließenden Teile darauf zu achten, dass das Drahtbett, welches mit Deckel versehen wird, mit Untermaß hergestellt ist, um durch das Beilegen von Abstimmbeilagen die gewünschte Vorspannung im Lager erreichen zu können.



Für die konstruktive Auslegung gelten die Aussagen, die im Abschnitt für LEL getroffen wurden. Das Drahtbett hat keine Radien, die den Lauf ring aufnehmen, jedoch dürfen die Werkzeugradien nicht größer als 0,2 mm sein.

$$T = KK\varnothing / 10.000 \text{ (Maße in mm)}$$

Untermaß für Abstimmbeilagen: 0,1 mm

Konstruktiv ist es sinnvoll, den Stator des Lagers geteilt auszuführen, der Rotor sollte einteilig sein. Die zu erreichende Genauigkeit wird von den Einzelgenauigkeiten beeinflusst. Da aber auch das Drahtbett des geteilten Ringes keinen Versatz im Rundlauf hat, werden hier die Rund- und Planlauf toleranzen jeweils hälftig zwischen beiden Ringen geteilt.

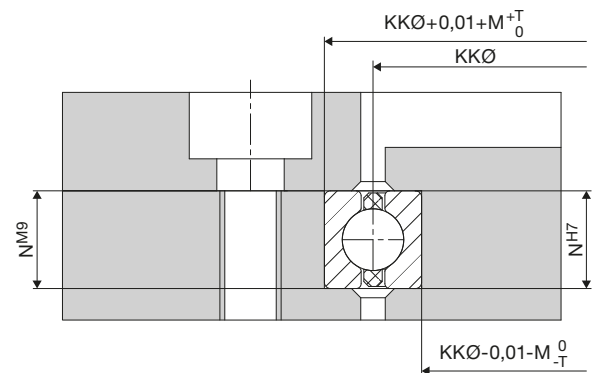
Für die Rundheit des Drahtbettes gilt grundsätzlich die halbe Durchmessertoleranz, als Basis für den Planlauf des Drahtbettes gilt die Anschraubfläche der Anschlusskonstruktion. Basis für Rundläufe ist generell die Drahtbettmittelachse.

Ebenheit und Parallelität der Einzelteile werden mit der Hälfte der Gesamt toleranz ausgelegt. Die Aufnahmepassung des Lagers ist zusammen mit dem Drahtbett in einer Aufspannung zu bearbeiten.

Es ist ausreichend, das Drahtbett mittels Dreh- oder Fräsbearbeitung herzustellen, hierbei sind Oberflächengüten von  $< Ra\ 3,2$  anzustreben, da das Setzverhalten der Lagerung durch hohe Oberflächengüte positiv beeinflusst wird.

#### 4.4 Drahtbettauslegung für Dünnringlager Typ LSA

Die Lagerelemente LSA sind im Gegensatz zu den vorher beschriebenen Lagerelementen nicht einstellbar und grundsätzlich spielbehaftet. Nach den folgenden Vorgaben haben die entstehenden Lagerungen Spiel zwischen 0,02 und 0,08 mm. Wie beim LER ist das Drahtbett ungeteilt, eine Einstellung des Spiels ist nicht möglich.



Bei der konstruktiven Auslegung ist es sinnvoll, den Außenring in das geteilte Element der umschließenden Konstruktion zu integrieren, da das Einlegen des Ringes in die umschließende Konstruktion so einfacher zu bewerkstelligen ist.

Das Drahtbett hat keine Radien, die den Lauf ring aufnehmen, jedoch dürfen die Werkzeugradien nicht größer als 0,2 mm sein.  $T = 0,03\text{ mm}$  für KK bis 300 |  $0,04\text{ mm}$  für KK größer 300 (mm).

Für die Rundheit des Drahtbettes gilt grundsätzlich die halbe Durchmessertoleranz, als Basis für den Planlauf des Drahtbettes gilt die Anschraubfläche der Anschlusskonstruktion. Basis für Rundläufe ist generell die Drahtbettmittelachse.

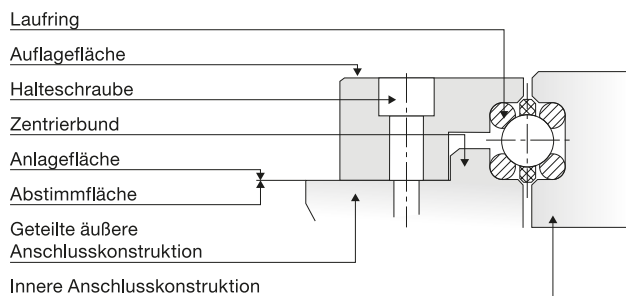
Die Aufnahmepassung des Lagers ist zusammen mit dem Drahtbett in einer Aufspannung zu bearbeiten. Es ist ausreichend, das Drahtbett mittels Dreh- oder Fräsbearbeitung herzustellen, hierbei sind Oberflächengüten von  $< Ra\ 3,2$  anzustreben, da das Setzverhalten der Lagerung durch hohe Oberflächengüte positiv beeinflusst wird.

## 5 Montage

### 5.1 Einbau und Abstimmung von Lagerelementen

#### 5.1.1 Einstellung mit Abstimmbeilagen

Die Einstellung mit Abstimmbeilagen ist die wirtschaftlichste und flexibelste Vorgehensweise, da auch nachträgliche Änderungen des Drehwiderstandes möglich sind. Abstimmbeilagen sind abhängig vom Schraubendurchmesser in verschiedenen Stärken erhältlich.



Voraussetzungen:

- Teilung der Innen- oder der Außenkonstruktion.
- Die Höhe des Laufringbetts ist auf der Seite der geteilten Anschlusskonstruktion 0,3 bis 0,5 mm kleiner. Dieser Spalt wird für die Aufnahme der Abstimmbeilagen benötigt.
- Die geteilte Seite der Anschlusskonstruktion sollte mittels eines Zentrierbundes fixiert werden. Nur so ist die Parallelität der beiden Laufbahnen garantiert.

Einbau und Einstellung:

Die Laufringe werden in die Anschlusskonstruktion eingelegt. Um die Laufringe während des Einbaus in Position zu halten, können die Laufringbetten mit Fett bestrichen werden. Die Stoßstellen der gegenüberliegenden, im gleichen Teil befindlichen Laufringe baut man je um ca. 180° verdreht ein. Danach wird die geteilte Seite der Anschlusskonstruktion in die vorgesehene Position gebracht.

Anschließend legt man die Käfigsegmente mit den Kugeln ein und befettet das Lagerelement (siehe 6.1 Schmierung und Wartung). Bevor die Anschlusskonstruktion der geteilten Seite verschlossen wird, gilt es, die Abstimmbeilagen auf die Schraubenbohrungen der Halteschrauben zu verteilen. Die Dicke ist vom einkonstruierten Spalt (siehe oben) abhängig.

Nachdem die Schrauben (siehe 6.5 Verschraubungen) angezogen und die Drehverbindung ca. 2- bis 3-mal um 360° durchgedreht wurde, überprüft man den Drehwiderstand. Sollte der Messwert mehr als 5 bis 10% abweichen, muss die Dicke aller Abstimmbeilagen geändert und der Vorgang wiederholt werden.

#### 5.1.2 Einstellung durch Massivabstimmung

Bei der Einstellung mittels Massivabstimmung wird die Abstimmfläche durch Übersleifen auf das erforderliche Maß gebracht. Mit dieser Methode werden die besten Genauigkeiten erreicht, da die Trennfläche zwischen der geteilten Seite der Anschlusskonstruktion formschlüssig ist und sich keine Spannungsbrücken aufbauen können.

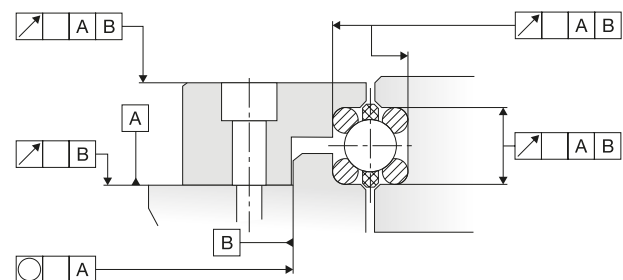
Voraussetzung:

- Teilung der Innen- oder der Außenkonstruktion.
- Flachsleifmaschine in geeigneter Größe.
- Die Höhe des Laufringbetts auf der Seite der geteilten Anschlusskonstruktion ist 0,1 mm größer. Dieses Aufmaß wird für die Abstimmung benötigt.
- Die geteilte Seite der Anschlusskonstruktion sollte mittels eines Zentrierbundes fixiert werden. Hierdurch bestimmt sich die Parallelität der beiden Laufbahnen.

Einbau und Einstellung:

Anschließend legt man die Käfigsegmente mit den Kugeln ein und verschließt die Drehverbindung mit der zweiten geteilten Seite der Anschlusskonstruktion (Abstimmung). Nachdem die Schrauben nach Vorschrift (siehe 6.5 Verschraubungen) angezogen und die Drehverbindung ca. 2- bis 3-mal um 360° durchgedreht wurde, misst man das Spiel zwischen Innen- und Außenring mittels einer Messuhr. Anschließend wird der Abstimmung wieder demontiert und der ermittelte Messwert zzgl. 0,02 bis 0,03 mm mit der Flachsleifmaschine abgeschliffen.

Damit die Parallelität zwischen dieser Fläche und der Laufbahnaufgabe gewährleistet bleibt, sollte bereits bei der Konstruktion eine geeignete Auflagefläche vorgesehen werden.



Nach der gründlichen Entfernung des Schleifstaubes wird der Ring wieder wie bereits beschrieben montiert und das Lager bewegt. Danach überprüft man den Drehwiderstand. Sollte dieser Messwert mehr als 5 bis 10% abweichen, muss die Vorgehensweise wiederholt werden. Zum Schluss wird die Drehverbindung über die vorgesehenen Schmierbohrungen (siehe 6.1 Schmierung und Wartung) befettet.

Die Lager sind für den Dauerbetrieb bei Temperaturen zwischen  $-10\text{ °C}$  und  $+70\text{ °C}$  geeignet – kurzzeitig für einen Einsatz bis  $+120\text{ °C}$ . Es können Umfangsgeschwindigkeiten von  $10\text{ m/s}$  bei Fettschmierung und  $12\text{ m/s}$  bei Ölschmierung erreicht werden. Die Einstellung der Vorspannung ist eine wichtige Voraussetzung für eine lange Lebensdauer des Lagerelements. Durch die Vorspannung wird garantiert, dass alle Laufbahnen an der Lastaufnahme beteiligt sind und die Kugeln optimal auf ihrer vorbestimmten Position laufen. Die Vorspannung ist richtig eingestellt, wenn der Drehwiderstand ohne Dichtung den Werten im Diagramm unter Punkt 6 entspricht.

Hinweis: Eine Einstellung der Vorspannung ist ratsam, da selbst bei optimaler Fertigung Toleranzen vorhanden sind, die kompensiert werden müssen.

## 5.2 Einbau und Abstimmung von Dünnringlagern

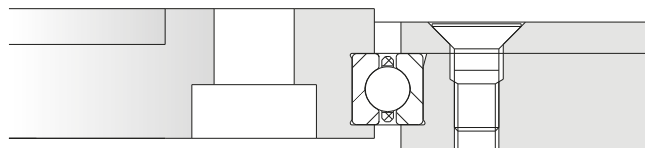
Das LSA ist die konsequente Weiterentwicklung der Drahtwälzlagertechnik. Beim LSA werden jeweils zwei Laufdrähte zu einem einzigen zusammengefasst. Statt vier Laufringen wie beim herkömmlichen Drahtwälzlager kommt das LSA mit zweien aus.

Durch das besondere Profil der Laufbahnen bleibt das 4-Punkt-Prinzip erhalten. Einbau und Einstellung werden dadurch genauso einfach wie bei herkömmlichen Dünnringlagern mit Zugewinn bei Tragkraft und Belastbarkeit.

Die Montage erfolgt in folgenden Schritten:

1. Bauteile mit einem sauberen, fusselfreien Tuch reinigen.
2. Laufringe einfetten (Rückseite).
3. Laufring-Innenring in den Innenring der Anschlusskonstruktion einlegen. Darauf achten, dass die Laufringenden durch einen Spalt getrennt sind.
4. Den Käfig und den Außenlaufing auf den Innenlaufing legen. Dabei die Laufringenden des Außenlaufings so zusammenhalten, dass der Kugelkäfig nicht herausrutschen kann.
5. Außenring ansetzen und axial einschieben.
6. Deckel aufsetzen und verschrauben.

Einbauvorschlag:



## 6 Einbau und Einstellung von Drehverbindungen

Franke Drehverbindungen sind einbaufertige Komplettlager – unabhängig davon, ob es sich um ein Standardlager aus dem Katalog oder um eine kundenspezifische Variante handelt. Die vorgegebenen oder definierten Laufgenauigkeiten, Drehwiderstände, Steifigkeiten sowie allgemeine Eigenschaften sind sowohl von der Anschlusskonstruktion als auch von der Richtigkeit bzw. Vollständigkeit der übermittelten Daten abhängig. Sie müssen daher besondere Beachtung finden.

### 6.1 Schmierung und Wartung

Um die Reibung gering zu halten und die Lagerung dauerhaft vor Korrosion zu schützen, sollte auf eine ausreichende Schmierung geachtet werden. Alle Schmierstoffe unterliegen einem Alterungsprozess, der die Gebrauchsdauer begrenzt. Die beste Alterungsbeständigkeit erreicht man mit vollsynthetischen Schmierstoffen. Zur Erstbefettung wird das Schmierfett SHELL GADUS S3 V 2200C für Franke Lager verwendet. Die Alterungsbeständigkeit dieses Schmierstoffes liegt bei ca. drei Jahren. Empfohlen wird dieser Schmierstoff auch für den Einsatz der Lagerelemente.

Als Alternative eignen sich hochwertige Lithiumseifenfette auf Poly-Alpha-Olefin-Basis oder Mineralölbasis bzw. nach DIN 51825-K2 K-40. Fragen zum Schmierstoff wie z. B. zu Mischbarkeit, Aggressivität, Extremtemperaturen, Entsorgung, Einsatzgebiete usw. müssen mit dem jeweiligen Hersteller des Schmierstoffes geklärt werden.

### 6.2 Erst- bzw. Neubefettung

Die Schmierstoffmenge, die ein Drahtwälzlager zur Schmierung benötigt, ist verhältnismäßig gering und stellt sich drehzahlabhängig selbst ein. Bei einer zu großen Schmierstoffmenge entstehen durch die Walkarbeit erhöhte Temperaturen, die die Schmierfähigkeit einschränken bzw. aussetzen. Die Lebensdauer der Lagerung reduziert sich durch den erhöhten Verschleiß erheblich. Die Schmierstoffmenge richtet sich nach dem rechnerischen Freiraum im Inneren der Drehverbindung. Das errechnete Volumen muss mit 20 bis 30 % Schmierstoff gefüllt sein. Bei Schwenklagern empfehlen sich 30 bis 40 %.

Franke Drehverbindungen sind ab Werk bereits befüllt. Lager-elemente und Dünnringlager werden für den Transport mit Korrosionsschutzöl behandelt und müssen während der Montage befüllt werden.

### 6.3 Nachschmierung und Schmierfristen

Infolge mechanischer Beanspruchung und Alterserscheinungen nimmt die Schmierfähigkeit ab. Deshalb ist es notwendig, die vorhandene Schmierstoffmenge zu ergänzen oder komplett zu erneuern (z. B. bei starken Verschmutzungen). Die Lagerung muss während des Nachschmierens gedreht werden. Das Nachschmieren sollte möglichst unter Betriebstemperatur erfolgen.

Die Nachschmiermenge errechnet sich wie folgt:

- $m = KK\varnothing \times H1 / 3 \times X$
- $H1$  = Lagerringhöhe in mm
- $KK\varnothing$  = Kugelkranzdurchmesser in mm
- $m$  = Nachschmiermenge in g
- $X$  = Faktor nach Tabelle 1 in  $mm^{-1}$

Nachschmierfristen:

Eine genaue Bestimmung der Fristen ist anwendungsspezifisch und kann daher nur durch Versuche korrekt bestimmt werden (Anhaltswerte siehe Tabelle 1). Für die Ermittlung des Faktors X (Tabelle 2) setzt man den abgelesenen Zeitwert in Bezug zu der Einschaltdauer der Anwendung.

Hinweis: Bei Standardlagern reicht die Anbringung einer Nachschmiermöglichkeit, da der Schmierstoff durch die Lagerbewegung gleichmäßig verteilt wird. Bei Schwenklagern sind mindestens drei Nachschmiermöglichkeiten vorzusehen ( $3 \times 120^\circ$ ).

$V_u$ m/s	Intervall h
0 bis < 3	5000
3 bis < 5	1000
5 bis < 8	600
3 bis < 10	200

Tabelle 1: Nachschmierfristen

Intervall	wöchentl.	monatlich	jährlich	2–3 Jahre
X	0,002	0,003	0,004	0,005

Tabelle 2: Nachschmierintervalle

Eine Öllumlaufschmierung ist grundsätzlich möglich und sollte mit dem jeweiligen Hersteller des Schmierstoffes abgestimmt werden. Für besondere Einsatzfälle sind schmierstofffreie Lager erhältlich (z. B. Reinraum oder Ultrahochvakuum).

Berechnungsbeispiel:

Drehverbindung des Typs LVA,  $KK\varnothing$  500 mm,  
Umfangsgeschwindigkeit 3 m/s  
Einschaltdauer ca. 16 h/Tag  
Nachschmierfrist für 3 m/s beträgt 1000 h (siehe Tabelle 1) =  $1000 (h) / 16 (h/Tag) = 63$  Tage ~ 3 Monate für 16 h/Tag Einschaltdauer

Die Nachschmierung sollte vierteljährlich erfolgen. Demnach wird der Faktor X (Tabelle 2) gerundet und beläuft sich auf 0,003. Das Maß H1 beträgt 42 mm (siehe Katalog Seite 46).

$m = 500 \text{ mm} \times 42 / 3 \text{ mm}^{-1} \times 0,003 \text{ g} = 21 \text{ g}$   
Die Nachschmiermenge beträgt 21 g SHELL GADUS nach jeweils drei Monaten. Die Haltbarkeit des Schmierstoffes beträgt drei Jahre.

### 6.4 Schmierung und Schmierfristen für die Verzahnung

Eine automatische Verzahnungsschmierung ist empfehlenswert. Bei Handschmierung sind vor Inbetriebnahme Verzahnung und Ritzel ausreichend zu schmieren. Die Schmierfrist ist von der Konstruktion und der Umfangsgeschwindigkeit abhängig und muss daher individuell betrachtet werden.

### 6.5 Verschraubungen

Eine Überprüfung der Schraubenanzahl und des -durchmessers für die Befestigung an der Anschlusskonstruktion sollte grundsätzlich durchgeführt werden. Der Abstand X von Halteschraube zu Halteschraube sollte zur Vermeidung von Brückenbildung 125 mm nicht überschreiten. Die Befestigungsschrauben zieht man kreuzweise mit einem Drehmomentschlüssel in Relation zur Schraubenqualität an – gemäß den Angaben in Tabelle 3.

	Qualität Nm	
	8.8	12.9
M 6	10	17
M 8	25	41
M 10	49	83
M 12	86	145
M 16	210	355

Tabelle 3: Anzugsmomente



Zum Ausgleich von Setzungserscheinungen ist ein Nachziehen der Schrauben mit dem vorgeschriebenen Anziehdrehmoment erforderlich. Dieser Vorgang sollte möglichst dann erfolgen, wenn die Schrauben frei von Zusatzkräften sind.

Die Kontrollen müssen nach etwa 100 und dann alle 600 Betriebsstunden stattfinden. Für besondere Einsatzbedingungen (z. B. durch starke Vibrationen) kann dieser Zeitraum auch deutlich kürzer sein.

## 6.6 Verzahnung

Standardmäßig liefert Franke eine Geradverzahnung ohne Härtung (Material 42CrMo4V) und auf Wunsch Sonderverzahnungen. Das Material, die Ausführung und die Qualität können auf Wunsch jederzeit geändert werden.

Die Katalogangaben bezüglich zulässiger Umfangskräfte wurden über die zulässige Biegespannung im Zahnfuß ermittelt. Die Maximalkräfte beziehen sich auf Extrembelastungen, die z. B. bei kurzzeitigen Stoßbelastungen wie Anfahren und Abbremsen auftreten. Diese Werte gelten als Anhaltswerte und können nur durch eine Verzahnungsberechnung, in die beide Komponenten (Ritzel und Drehverbindung) eingehen, ermittelt werden.

## 6.7 Toleranzen und Genauigkeiten

Alle Toleranzen und Genauigkeiten sind auf den jeweiligen Katalogseiten angegeben. Die größtmöglichen Genauigkeiten werden erreicht, wenn die konstruktive Gestaltung der umschließenden Teile so erfolgt, dass die Bearbeitung aller in Bezug zueinander stehenden Durchmesser und Flächen in einer Aufspannung vorgenommen werden kann. Die Laufgenauigkeiten im Katalog sind Mittelwerte und können durch die Einschränkung der Toleranzen noch verbessert werden. Die Toleranzangabe  $T = IT6$  oder  $T = IT7$  bezieht sich auf die durchmesserabhängigen Grundtoleranzen nach DIN ISO 286.

Nennmaßbereich mm		Grundtoleranzen µm	
über ...	bis	IT6	IT7
80...	120	22	35
120...	180	25	40
180...	250	29	46
250...	315	32	52
315...	400	36	57
400...	500	40	63
500...	630	44	70
630...	800	50	80
800...	1000	56	90
1000...	1250	66	105
1250...	1600	78	125

Tabelle 4: Toleranzangaben DIN ISO 286 T1 (11.90)

## 7 Drehtische und Direktantriebe

Franke Drehtische sind hoch belastbar und besonders für Montage-, Mess- und Prüfaufgaben geeignet. Alle Drehtische besitzen ein kompakt gebautes Aluminiumgehäuse mit integrierten Franke Komponenten. Ein Schneckengetriebe garantiert hohe Genauigkeiten auch bei Dauerbelastung. Die Drehtische sind bei niedrigem Eigengewicht außerordentlich kippschleif.

Drehverbindungen mit Direktantrieb eignen sich für Anwendungsfälle, bei denen hohe Leistungsfähigkeit und geringer Platzbedarf wichtige Kriterien sind. Die Integration des Antriebs in das Lagergehäuse führt dazu, dass verschleissträchtige Baugruppen zur Übertragung von Antriebsleistung wie Zahnriemen, Wellen oder Ketten entfallen können. Dies reduziert die erforderliche Antriebsenergie und kommt außerdem einer genaueren Positionierung zugute.

### 7.1 Belastbarkeit

Die empfohlene Sicherheit beträgt für Franke Drehtische  $Sst \geq 3$  für einfache Lastverhältnisse und  $Sst \geq 6$  für dynamisch wechselnde Last- und Hebelverhältnisse. Berechnungen zu Belastung und Lebensdauer übernimmt Franke bei Bedarf.

### 7.2 Temperaturbereich

Die Drehtische können bei einer Betriebstemperatur von  $-10\text{ °C}$  bis  $+80\text{ °C}$  eingesetzt werden. Erweiterte Temperaturbereiche sind auf Anfrage möglich.

### 7.3 Schmierung

Generell verfügen alle Standard-Drehtische ab Werk über eine Langzeitschmierung mit dem Drahtwälzlagerfett ISOFLEX TOPAS NCA52. Es ist empfehlenswert, Franke Drehtische – je nach Einsatzbereich – halbjährlich bis jährlich nachzuschmieren.

Schmierstelle	Nachschmiermenge		
	links	g vorne	rechts
LTA100		1	1
LTA200		1	1
LTB125	2		
LTB175		3	
LTB265		3	
LTB400		4	

## 7.4 Optionen

- Ein bzw. zwei integrierte induktive Näherungsschalter
- Frei positionierbare Schalnocken
- Anbausätze für Motoren nach Kundenwunsch
- Motorisierung je nach Applikation mit Schritt- oder Servomotoren
- Drehgeberanbau am zweiten Wellenende der Schneckenwelle
- Komplette Automatisierungslösungen

**Zu allen technischen Infos beachten Sie bitte auch unsere Montage- und Wartungsanleitungen der jeweiligen Artikel.**



Franke

Technische Informationen Drahtwälzlager  
Änderungen und Irrtümer vorbehalten.

Stand: März 2020

© Franke GmbH  
Obere Bahnstraße 64  
73431 Aalen, Germany  
info@franke-gmbh.de  
www.franke-gmbh.de