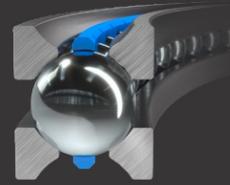


# Technische Dokumentation

Drahtwälzlager mit Rechteckprofil Typ LER





### Inhaltsverzeichnis

	Seite		Seite
<b>1. Typ LER</b>		<b>6. Drehwiderstand und Rund-/Planlaufgenauigkeit</b> .....	10
1.1 Übersicht .....	3	<b>7. Dichtungen montieren</b> .....	12
<b>2. Berechnungsgrundlagen</b>		<b>8. Wartung</b>	
2.1 Begriffe, Maßeinheit .....	4	8.1 Sicherheitshinweise zur Wartung .....	13
2.2 Statische Berechnung .....	4	8.2 Wartungsarbeiten .....	14
2.2.1 Axial- und Radialfaktoren		8.2.1 Nachschmierung	
2.2.2 Empfohlene statische Sicherheit $S_{st}$		<b>9. Werkzeuge und Zubehör</b>	
2.3 Dynamische Berechnung .....	5	9.1 Benötigte Werkzeuge .....	16
2.3.1 Nominelle Lebensdauer		9.2 Zubehör .....	16
2.3.2 Axial- und Radialbelastungen		<b>10. Impressum</b> .....	16
2.3.3 Axial- und Momentenbelastung und axiale Belastung mit $F_r = 0, M_k = 0$			
2.3.4 Radial- und Momentenbelastung und radiale Belastung mit $F_a = 0, M_k = 0$			
<b>3. Konstruktion Drahtbett</b> .....	6		
3.1 Konstruktionsbeispiele .....	6		
<b>4. Abstimmöglichkeiten</b>			
4.1 Abstimmung durch Abstimmbeilagen .....	7		
4.2 Abstimmung durch Gewinderinge .....	8		
4.3 Abstimmung durch Abschleifen (Massivabstimmung) .....	8		
4.4 Einbau ohne Abstimmung .....	8		
<b>5. Montage</b> .....	8		
5.1 Verschraubungen .....	9		
5.2 Drehwiderstand prüfen .....	9		

## 1. Typ LER

### 1.1 Übersicht

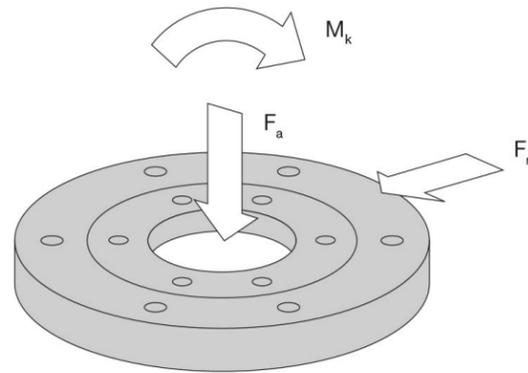
Größe	Darstellung
<p>LER 1.5</p> <p>KKØ 40 - 150 mm</p>	
<p>LER 2</p> <p>KKØ 80 - 400 mm</p>	
<p>LER 3</p> <p>KKØ 100 - 1500 mm</p>	
<p>LER 4</p> <p>KKØ 200 - 1500 mm</p>	
<p>LER 5</p> <p>KKØ 250 - 1800 mm</p>	

## 2. Berechnungsgrundlagen

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)
$C_0$	statische Tragzahl	(N)
$F_a$	zentrisch angreifende Axialkraft	(N)
$F_r$	zentrisch angreifende Radialkraft	(N)
KKØ	Kugelkranzdurchmesser = $(D + d)/2$	(M)
$L_n$	Nominelle Lebensdauer	(h)
$M_k$	Kippmoment	(Nm)
n	Drehzahl	(min - 1)
P	dynamisch äquivalente Belastung	(N)
$P_0$	statisch äquivalente Belastung	(N)
$S_{st}$	statische Sicherheit	
X	Radialfaktor	
Y	Axialfaktor	
Z	Momentenfaktor	



### 2.2 Statische Berechnung

Eine statische Berechnung ist dann ausreichend, wenn das Lager im Stillstand 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

	$X_0$	$Y_0$
Alle Lagertypen	1,0	0,47

#### 2.2.2 Empfohlene statische Sicherheit $S_{st}$

Kugeldurchmesser > 6	$S_{st}$
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  $S_{st}$  mindestens den empfohlenen Wert der jeweiligen Belastung erreichen muss (Tabelle 2.2.2).

#### 2.3.1 Nominelle Lebensdauer

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

#### 2.3.2 Axial- und Radialbelastungen

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

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

#### 2.3.3 Axial- und Momentenbelastung und axiale Belastung mit $F_r = 0, M_k > 0$

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

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

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

#### 2.3.4 Radial- und Momentenbelastung und radiale Belastung mit $F_a = 0, M_k > 0$

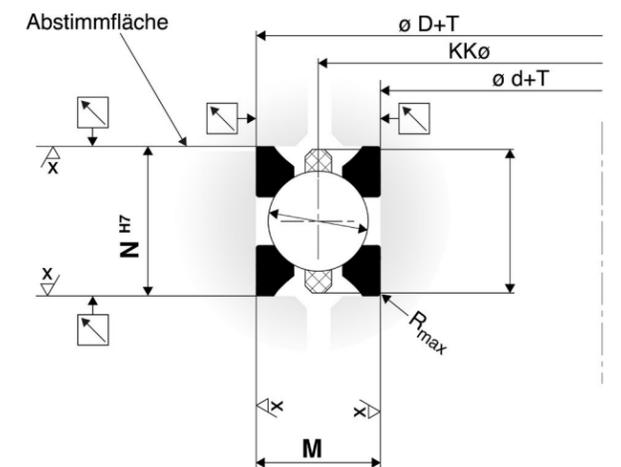
$$P = X \cdot F_r + Z \cdot \frac{M_k}{KKØ} \quad (\text{N})$$

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

## 3. Konstruktion Drahtbett

Die Lagerelemente LER bieten hinsichtlich der Herstellung der umschließenden Drehteile eine sehr einfach zu fertigende Geometrie. Hier ist es möglich, das Lager über eine einfache Deckelplatte und Abstimmbeilagen einzustellen, 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 Maß N am Drahtbett, welches mit Deckel versehen wird, mit Untermaß hergestellt ist, um durch das Beilegen von Abstimmbeilagen die gewünschte Vorspannung im Lager erreichen zu können.



Das Drahtbett hat keine Radien, welche den Lauftring aufnehmen. Bei der konstruktiven Auslegung muss jedoch darauf geachtet werden, dass die Werkzeugraden nicht größer als 0,2 mm sind.

$$T = KKØ / 10.000 \quad (\text{Maße in mm})$$

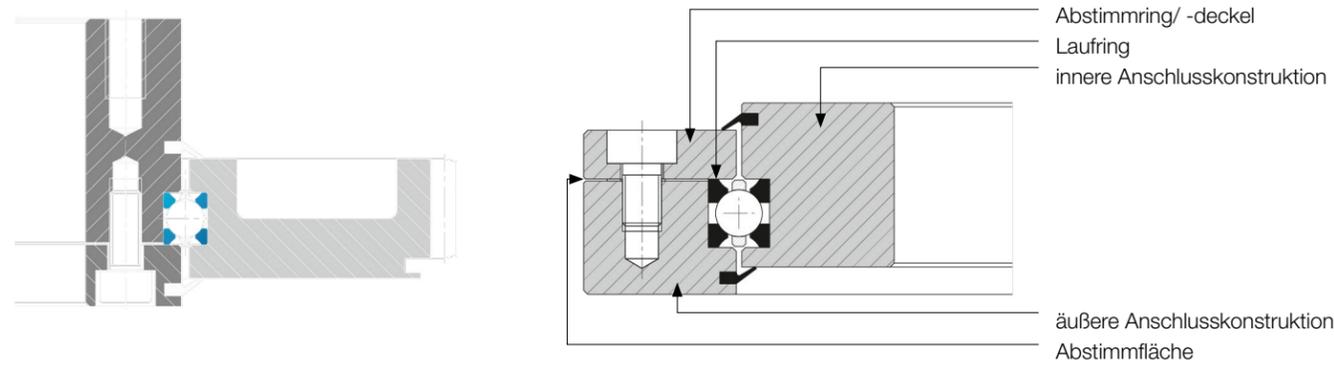
Untermaß für Abstimmbeilagen: 0,1 mm

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 Durchmesser-toleranz, 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.

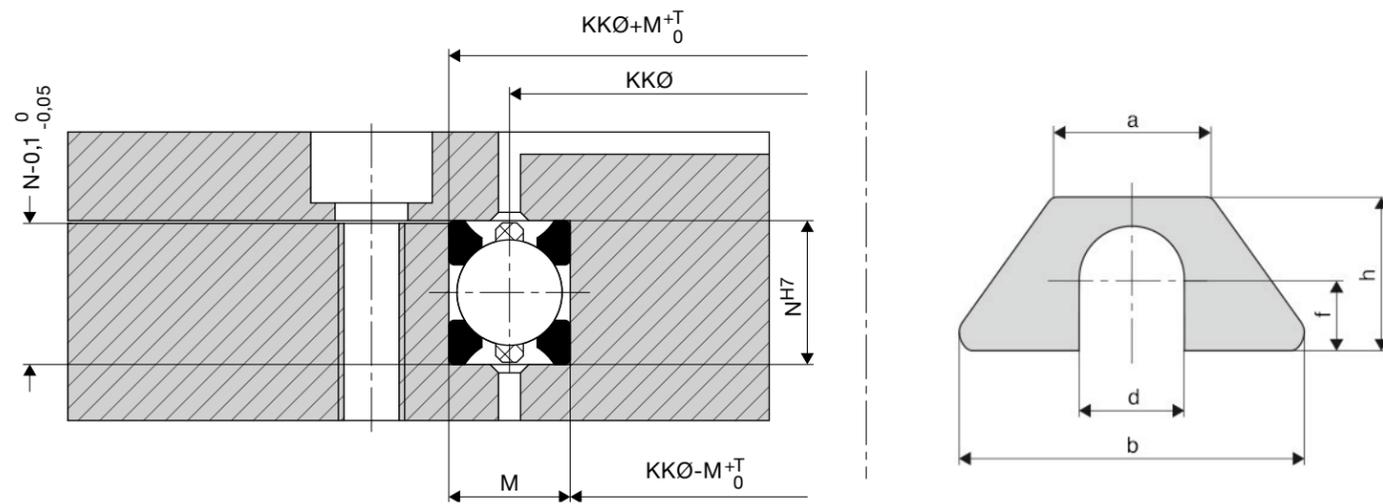
### 3.1 Konstruktionsbeispiele



## 4. Abstimmungsmöglichkeiten

### 4.1 Abstimmung durch Abstimmbeilagen

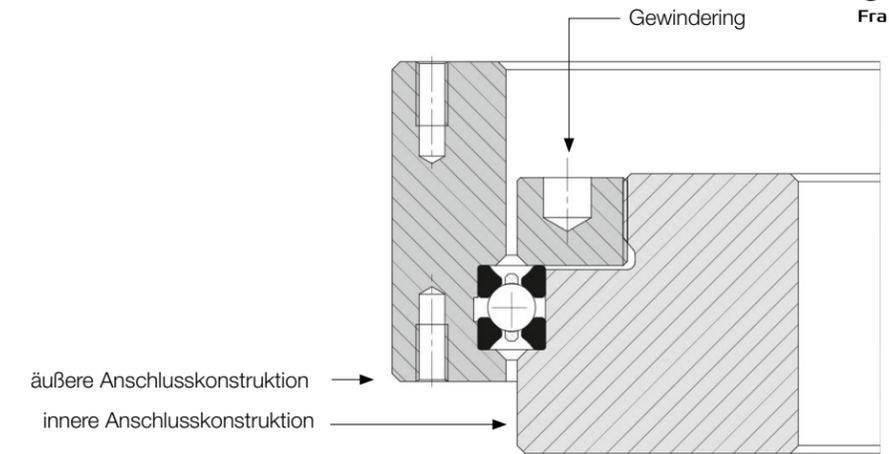
Hier ist bei der konstruktiven Auslegung der umschließenden Teile darauf zu achten, dass die beiden zu fügenden Gehäuseteile mit Untermaß gefertigt werden, um durch das Beilegen von Abstimmbeilagen die gewünschte Vorspannung im Lager erreichen zu können.



Größe	Abmessungen (mm)					Best.-Nr. Dicke (mm)							
	a	b	d	f	h	0,025	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,5	1,0
M 6	11,0	24,4	7,0	5,0	11,0	79015A	79034A	79035A	79036A	79037A	79038A	79039A	79040A
M 8	14,7	34,2	9,0	6,0	13,5	79041A	79023A	79042A	79000A	79026A	79043A	79044A	79045A
M 10	16,4	42,3	11,0	7,0	16,0	79046A	79012A	79010A	79011A	79047A	79048A	79049A	79050A
M 12	20,3	46,0	13,0	8,0	18,0	79118A	79051A	79052A	79053A	79054A	79055A	79056A	79065A
M 16	25,4	54,0	17,0	11,0	24,0	79119A	79024A	79066A	79057A	79058A	79059A	79060A	79061A

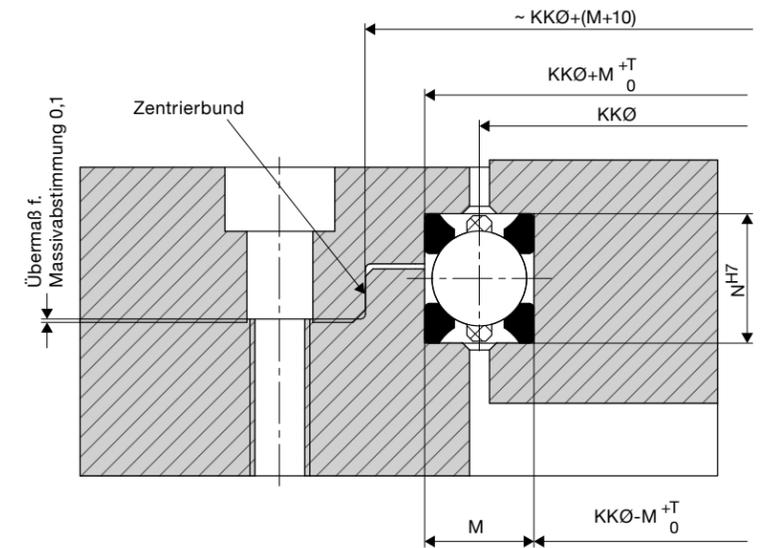
### 4.2 Abstimmung durch Gewinding

Hier ist bei der Verwendung von LER-Lager-elementen zu empfehlen. Die Drahtbettdurchmesser können ungeteilt gefertigt werden, anschließend wird die Einstellung des Lagers durch Eindrehen des Gewinderings eingestellt. Dieser muss nach korrekter Lagereinstellung mittels Gewindestift gesichert werden. Für die Gewindesteigung werden 1,5 bzw. 2 mm empfohlen.



### 4.3 Abstimmung durch Abschleifen (Massivabstimmung)

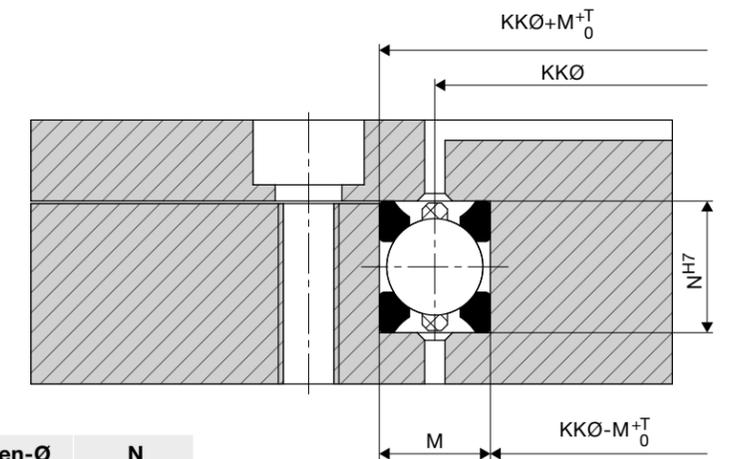
Hier ist bei der konstruktiven Auslegung der umschließenden Teile darauf zu achten, dass die beiden zu fügenden Gehäuseteile mit Übermaß gefertigt werden, um durch das Abschleifen des Deckels die gewünschte Vorspannung im Lager erreichen zu können. Abstimmfläche und Aufnahmebasis für Schleifbearbeitung müssen parallel sein!



### 4.4 Einbau ohne Abstimmung

Sollte ein Lagerspiel von 0 – 0,1 mm kein Problem sein, so kann das Drahtwälzlager Typ LER auch ohne Abstimmung montiert werden.

Drahtbettdurchmesser und Maß N sind gemäß Tabelle zu fertigen. Bei entsprechend größerem zulässigen Spiel können auch die Toleranzen ggf. erweitert werden. Bei spielbehaftetem Lager ist mit Laufgeräuschen zu rechnen.



Typ	Drahtbett Außen-Ø mm	Drahtbett Innen-Ø mm	N mm
LER 3	$(KKØ+11,02)_{-0,04}$	$(KKØ-11,02)_{+0,04}$	13 <sup>H7</sup>
LER 4	$(KKØ+14,02)_{-0,04}$	$(KKØ-14,02)_{+0,04}$	16 <sup>H7</sup>
LER5	$(KKØ+15,80)_{-0,04}$	$(KKØ-15,80)_{+0,04}$	17,5 <sup>H7</sup>

## 5. Montage

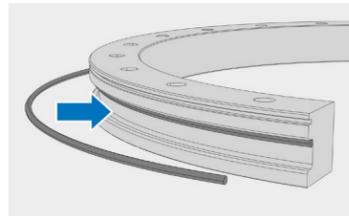


Die Montage der Lagerelemente muss an einem sauberen Arbeitsplatz durchgeführt werden. Am Montageort muss ausreichend Platz für die Lagerelemente vorhanden sein und die Ablage muss eine ausreichende Stabilität gewährleisten.

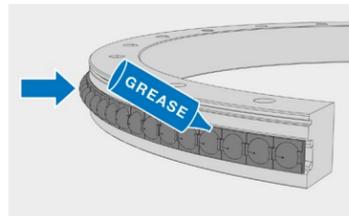
Vor der Montage müssen die Laufringe gereinigt werden. Dazu mit einem sauberen, fusselfreien Tuch die Reste von Korrosionsschutzmittel und Verunreinigungen auf den Laufbahnen entfernen.



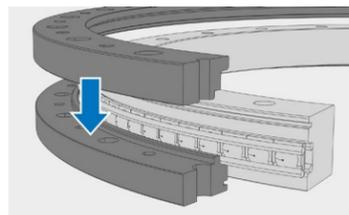
Bauteile säubern



Laufringe einlegen



Käfig mit Kugeln einlegen



Lager schließen

- 1 Bauteile mit einem sauberen, fusselfreien Tuch reinigen.



Um die Laufringe beim Einbau in Position zu halten, den Sitz der Laufringe in der inneren und äußeren Anschlusskonstruktion mit etwas Fett bestreichen.

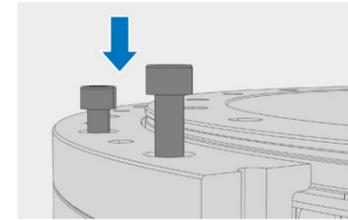
- 2 Die Laufringe in die innere und äußere Anschlusskonstruktion einlegen. Dabei die Durchmesser der Laufringe beachten. Die Laufringe so einlegen, dass die geschliffenen bzw. profilierten Laufbahnen zueinander ausgerichtet sind und die Stoßstellen um 180° versetzt sind.

- 3 Käfig befetten und in die ungeteilte Anschlusskonstruktion einlegen.



Nur die in der Lieferung beiliegenden Kugeln verwenden. Falls Kugeln verloren gehen, müssen alle Kugeln ausgetauscht werden, um die Laufeigenschaften und Funktionalität des Lagers nicht zu beeinträchtigen. Empfohlene Schmiermittel siehe Seite 16.

- 4 Lager auf der geteilten Seite verschließen. Dabei beachten, dass das Bohrloch des geteilten Außenrings übereinstimmt.



Verschrauben

- 5 Halteschrauben in die vorgesehenen Bohrungen einsetzen. Dabei nur Schrauben mit einer Schraubenfestigkeitsklasse von mindestens 8.8 verwenden.
- 6 Lager mit Abstimmbeilagen, durch Massivabstimmung oder Eindrehen des Gewinderings auf den richtigen Drehwiderstand einstellen.

### 5.1 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 der Tabelle rechts.

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.

	Qualität Nm	
	8.8	12.9
M6	10	17
M8	25	41
M10	49	83
M12	86	145
M16	210	355

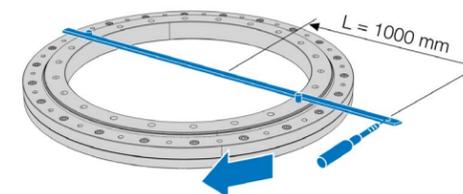
Tabelle: Anzugsmomente

### 5.2 Drehwiderstand prüfen



Der Drehwiderstand gibt Aufschluss über die Vorspannung der Drehverbindung. Der Drehwiderstand ist von der Serie und dem Laufkreisdurchmesser abhängig. Die Steifigkeit ist indirekt vom Drehwiderstand abhängig. Als Faustformel gilt: Je höher der Drehwiderstand, desto höher die Steifigkeit. Alle komplett gelieferten Franke Drehverbindungen sind ab Werk auf den richtigen Drehwiderstand eingestellt.

- 1 Lager 2–3 Mal um 360° (im Uhrzeigersinn) drehen.
- 2 Drehwiderstand ohne Dichtung mit einem geeigneten Kraftmesser (z. B. einer Federwaage) messen, um die Lagereinstellung zu überprüfen.



Drehwiderstand prüfen



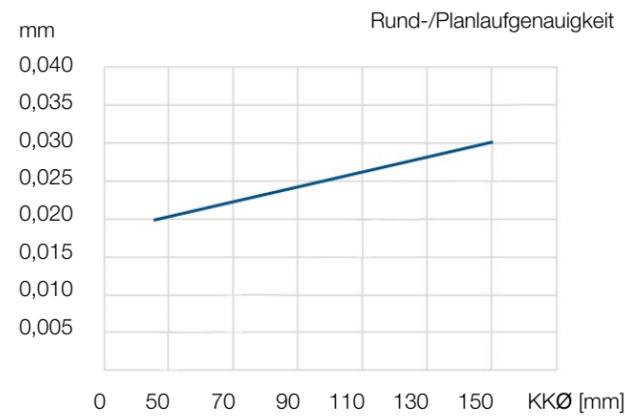
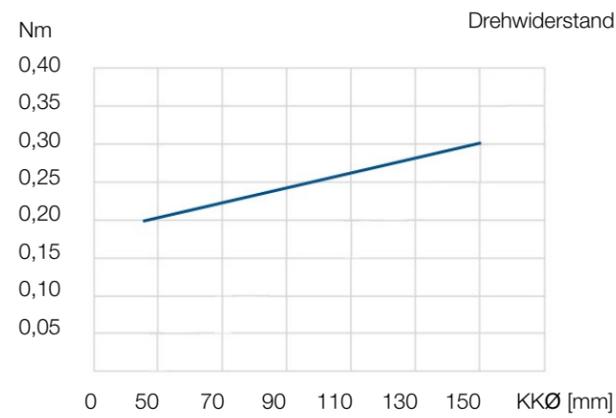
Die Werte für den maximalen Drehwiderstand den Diagrammen in Anhang B entnehmen. Hinweis: Die Diagramme zeigen nur Anhaltswerte. Der Drehwiderstand ist je nach Anwendung individuell einstellbar.

- 3 Weicht der Drehwiderstand um mehr als 5–10 % vom gewünschten Messwert ab, Abstimmvorgang wiederholen.

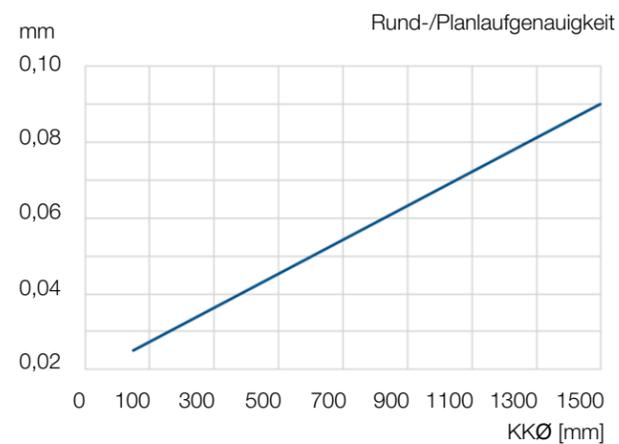
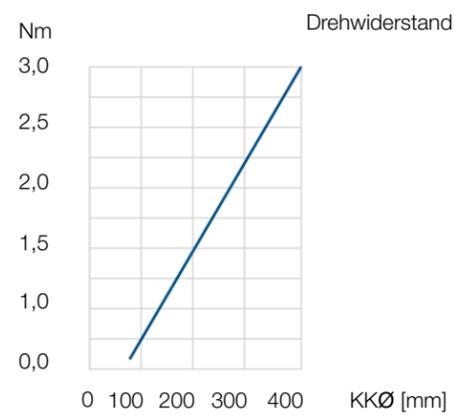
## 6. Drehwiderstand und Rund-/Planlaufgenauigkeit

Die folgenden Angaben sind Empfehlungen des einzustellenden Drehwiderstands. Abhängig von den Fertigungstoleranzen der können die dargestellten Rundlaufgenauigkeiten erreicht werden.

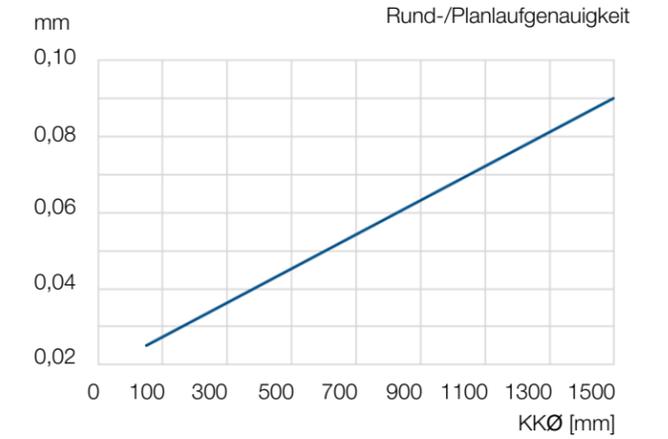
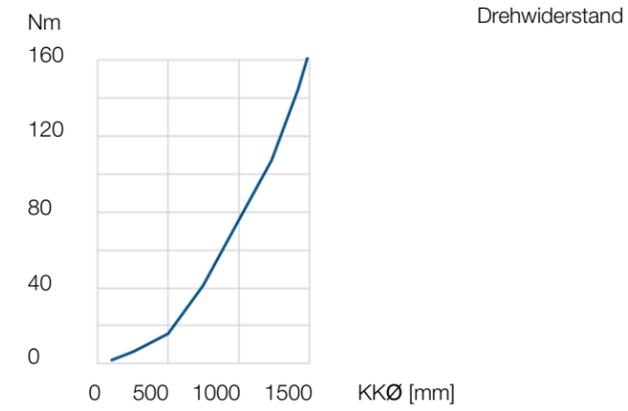
### LER 1.5



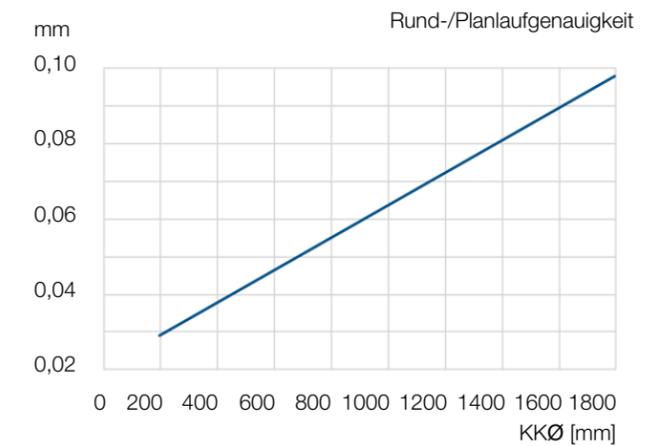
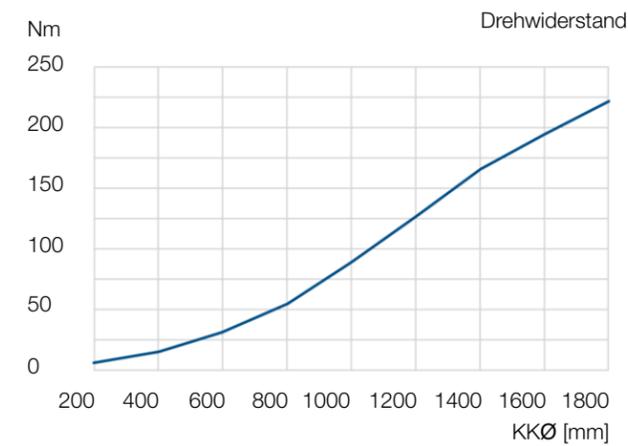
### LER 2



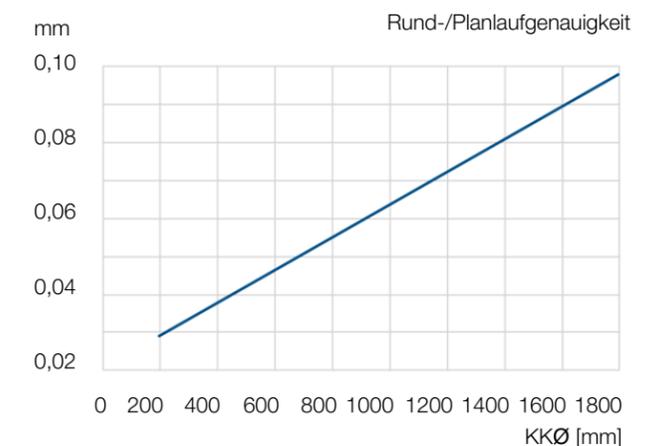
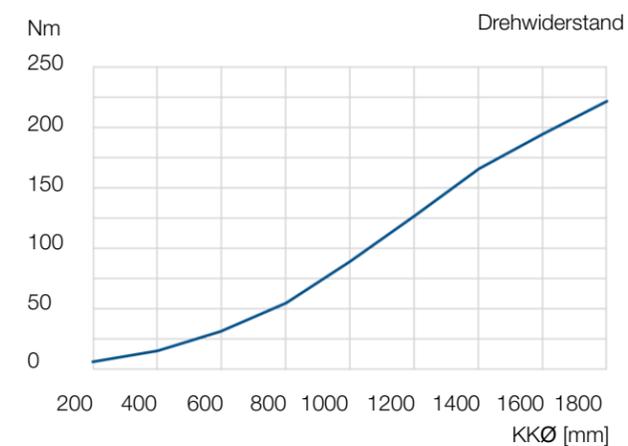
### LER 3



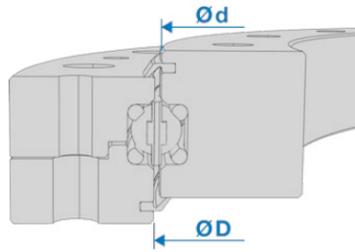
### LER 4



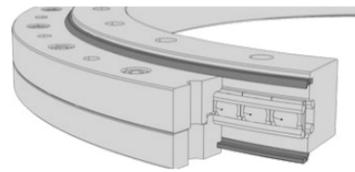
### LER 5



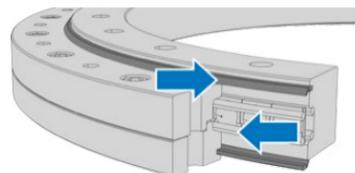
## 7. Dichtungen montieren



Dichtungslänge berechnen



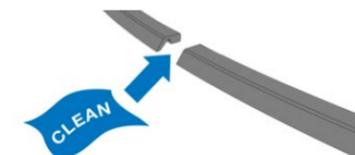
Dichtungslänge



Dichtung einlegen



Überstehende Enden abtrennen



Schnittkanten säubern



Trennstellen verkleben

- 1 Anhand nachfolgender Formel die Dichtungslänge berechnen.

Innenring	$d * \pi + 25 \text{ mm}$
Außenring	$D * \pi + 25 \text{ mm}$

- 2 Genaue Dichtungslänge bestimmen.



Die Formel zum Bestimmen der Dichtungslänge gibt einen Richtwert an. Die endgültige Länge der Dichtung wird beim Einlegen der Dichtung in die Dichtungsnut festgelegt.

- 3 Dichtung einlegen.

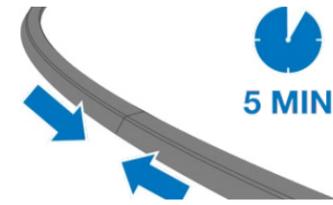
- 4 Überstehende Enden der Dichtung auf die passende Länge abschneiden.



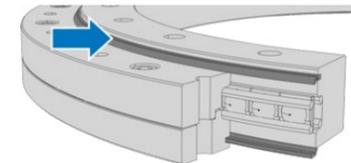
Dichtung genau rechtwinklig zur Länge abschneiden, damit exakte Stoßstellen zum Kleben entstehen.

- 5 Dichtung aus der Dichtungsnut herausnehmen und die Trennstellen reinigen, damit sie völlig fettfrei sind.

- 6 Eine der Trennstellen mit einem geeigneten Kleber (z. B. Loctite 401) bestreichen.



Klebestellen zusammenpressen



Dichtung einsetzen

- 7 Trennstellen ca. 20 Sekunden zusammendrücken und den Kleber 5 Minuten aushärten lassen. Anschließend Überstände und Klebereste entfernen.

- 8 Dichtung wieder in die Nut einsetzen.

## 8. Wartung

### 8.1 Sicherheitshinweise zur Wartung

Unsachgemäße  
Wartungsarbeiten

#### WARNUNG!

Verletzungsgefahr durch unsachgemäß ausgeführte Wartungsarbeiten!

- Vor Beginn der Arbeiten für ausreichende Montagefreiheit sorgen.
- Auf Ordnung und Sauberkeit am Montageplatz achten!
- Wenn Bauteile entfernt wurden, auf richtige Montage achten, alle Befestigungselemente wieder einbauen und Schrauben-Anziehdrehmomente einhalten.
- Bei der Reinigung des Lagers geeignete Reinigungsmittel verwenden, die kompatibel zur Dichtung sind. Dazu die Hinweise des Herstellers des Reinigungsmittels beachten.
- Vor der Wiederinbetriebnahme Folgendes beachten:
- Sicherstellen, dass alle Wartungsarbeiten gemäß den Angaben und Hinweisen in dieser Anleitung durchgeführt und abgeschlossen wurden.
- Sicherstellen, dass sich keine Personen im Gefahrenbereich aufhalten.
- Sicherstellen, dass alle Abdeckungen und Sicherheitseinrichtungen installiert sind und ordnungsgemäß funktionieren.

Fehlerhafte Wartung

#### HINWEIS!

Sachschaden durch fehlerhafte Wartung

- Drehverbindung halbjährlich auf Korrosion untersuchen.
- Je nach Anwendungsfall (z. B. bei Einfluss durch Vibrationen) die Schraubverbindungen in regelmäßigen Abständen nachziehen.
- Bei Laufgeräuschen des Lagers die Maschine ausschalten und Störungsursache ermitteln.
- Dichtungen des Lagers in regelmäßigen Abständen überprüfen.

Fehlerhafte Schmierung

#### HINWEIS!

Sachschaden am Lager durch unsachgemäße Schmierung!

- Nur vom Hersteller freigegebene Fette verwenden (→ Kapitel 5.1 „Zugelassene Schmierstoffe“).
- Nachschmiermenge und Nachschmierintervalle beachten (→ Kapitel 8.2.1 „Nachschmierung“).
- Nachschmierung des Lagers nur bei Betriebstemperatur durchführen..

An allen Schmierstellen, die mit Schmierstoff versorgt werden, das austretende, verbrauchte oder überschüssige Fett entfernen und nach den gültigen örtlichen Bestimmungen entsorgen.

## 8.2 Wartungsarbeiten

### 8.2.1 Nachschmierung



Zur Langzeitschmierung aufgrund der höheren Altersbeständigkeit Hochleistungs-Lagerschmierstoffe verwenden. Franke empfiehlt das Spezialschmierfett "SHELL Gadus S3 V220 C2" oder vergleichbare.

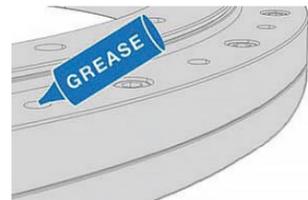
#### HINWEIS!

Sachschaden durch unsachgemäße Schmierung!

- Sicherstellen, dass sich die Schmierstoffe für den jeweiligen Einsatzfall und für die eingesetzten Materialien (z. B. Wälzlagerkäfig oder Dichtung) eignen.
- Bei der Vermischung von Schmierstoffen die Verträglichkeit der Schmierstoffsorten berücksichtigen. Insbesondere die Grundölart, Verdicker, Grundölviskosität und NGLI-Klasse beachten. Diese Fragen müssen vorab mit dem Schmierstoffhersteller geklärt werden, besonders wenn das Lager unter extremen Betriebsbedingungen eingesetzt wird.

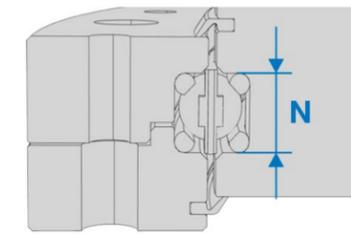
Die Nachschmierung erfolgt über den Spalt zwischen Innen- und Außenring.

- 1 Nachschmieren unter Betriebstemperatur des Lagers durchführen.
- 2 Beim Nachschmieren das Lager drehen. Nachschmieren unter Betriebstemperatur des Lagers durchführen.



Die Nachschmierfrist ist anwendungsspezifisch. Die nachfolgende Tabelle zeigt Anhaltswerte. Empfohlene Schmiermittel siehe Seite 16.

Umfangsgeschwindigkeit in m/s	Nachschmierintervall in h
0 bis < 3	5000
3 bis < 5	1000
5 bis < 8	600
8 bis < 10	200



Drahtbetthöhe

- 3 Wenn die Nachschmierhäufigkeit ermittelt ist, die Nachschmiermenge anhand nachfolgender Formel berechnen.

#### Nachschmiermenge bei Lagerelementen:

$$m = KK\varnothing \cdot N / 3 \cdot x$$

m = Nachschmiermenge in Gramm

ØKK = Kugelkranzdurchmesser

M = Drahtbetthöhe in Millimetern

x = Faktor x in mm<sup>-1</sup> gemäß Tabelle für die Nachschmiermenge

Nachschmierung	x in mm <sup>-1</sup>
Wöchentlich	0,002
Monatlich	0,003
Jährlich	0,004
Alle 2 - 3 Jahre	0,005



Beim Schmieren von verzahnten Lagern wird eine automatische Verzahnungsschmierung empfohlen. Bei Handschmierung die Verzahnung und Ritzel vor der Inbetriebnahme schmieren.

Bei Unklarheiten stets den Kundenservice kontaktieren.

Schmierstoffe:

Einsatzbereich	Hersteller	Bezeichnung	Verwendung	Gebinde	Bestellnr.
Standard					
Universell einsetzbar	Shell	Gadus	ab Werk in allen Drehverbindungen der Standardbaureihen LVA, LVB, LVC, LVD, LVE, LVG	400g	45176
Spezial					
Hochdynamik	Klüber	Isoflex Topas NCA52	bei hohen Drehzahlen oder Verfahrgeschwindigkeiten	1kg	10004
Hochtemperatur	Klüber	Barrierta L55/2	für Temperaturen in Bereichen bis max. +260°C	180g	06439
Lebensmittel-tauglich	Klüber	Klübersynth UH1 64-1302	Paraffinfrei für den Einsatz z.B. in der Lebensmittelproduktion oder in der Pharmazie	400g	47612
Reinraumtauglich, vakuumtauglich	Klüber	Klüberalfa YV193-152	Spezialfett mit hoher chem. Stabilität für den Einsatz in extremen atmosphärischen Umgebungen	1kg/50g	48055

## 9. Werkzeuge und Zubehör

### 9.1 Benötigte Werkzeuge

- Drehmomentschlüssel
- Messuhr
- Innensechskantschlüssel
- Schraubendreher
- Flachrundscheifmaschine (für Massivabstimmung)
- Fühlerlehre
- Federwaage (oder Ähnliches)
- Hebel für die Messung des Drehmoments

### 9.2 Zubehör

Das folgende Zubehör ist optional erhältlich:

- Abstimmbeilagen
- Dichtungen
- Ersatzkugeln (G25 nach DIN 5401) für Lagerelemente
- Halteschrauben

## 10. Impressum

© Franke GmbH  
 Obere Bahnstr. 64  
 73431 Aalen  
 Tel. +49 7361 920-0  
 info@franke-gmbh.de  
 www.franke-gmbh.de

Alle Rechte vorbehalten.  
 Keine Haftung für Irrtum  
 oder Druckfehler.

Diese Anleitung ist auch als  
 Download (PDF) auf unserer  
 Website verfügbar.  
[www.franke-gmbh.de/downloads](http://www.franke-gmbh.de/downloads)

Stand: 16.Dezember 2024