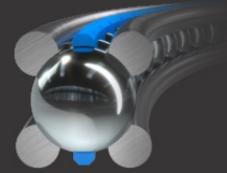


Technische Dokumentation

Lagerelemente mit geschliffener Laufbahn Typ LEL





Inhaltsverzeichnis

	Seite		Seite
1. Typ LEL		6. Drehwiderstand und Rund-/Planlaufgenauigkeit	10
1.1 Übersicht.....	3	7. Dichtungen montieren	12
2. Berechnungsgrundlagen		8. Wartung	
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}		9. Werkzeuge und Zubehör	
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		10. Impressum	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 $F_a = 0, M_k = 0$			
3. Konstruktion Drahtbett	6		
3.1 Konstruktionsbeispiele.....	6		
4. Abstimmöglichkeiten			
4.1 Abstimmung durch Abstimmbeilagen	7		
4.2 Abstimmung durch Gewinderinge.....	8		
4.3 Abstimmung durch Abschleifen (Massivabstimmung).....	8		
5. Montage	8		
5.1 Verschraubungen	9		
5.2 Drehwiderstand prüfen	9		

1. Typ LEL

1.1 Übersicht

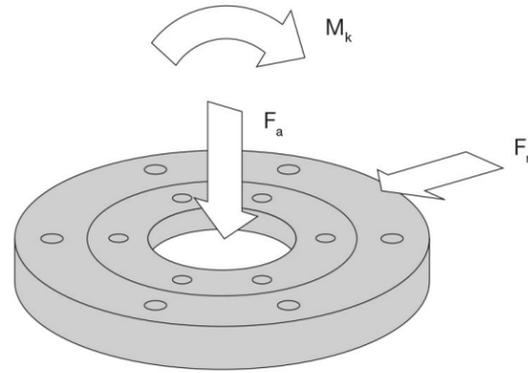
Größe	Darstellung
LEL 1.5 KKØ 70 - 150 mm	
LEL 2.5 KKØ 160 - 300 mm	
LEL 4 KKØ 200 - 1500 mm	
LEL 5 KKØ 220 - 1500 mm	
LEL 7 KKØ 340 - 2000 mm	

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

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

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	X	Y
Alle Lagertypen	1,26	0,45	0,86	0,86

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

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

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

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

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

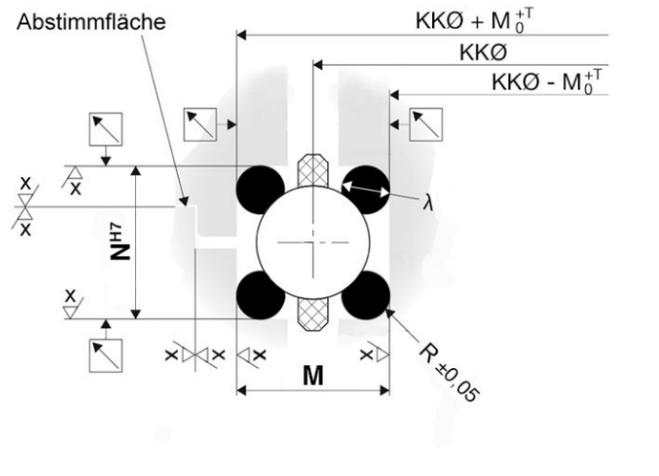
	$0 \leq \frac{M_k}{F_r \cdot KKØ} \leq 0,5$		$\frac{M_k}{F_r \cdot KKØ} \geq 0,5$	
	X	Z	X	Z
Alle Lagertypen	1,0	1,68	0,86	1,96

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

3. Konstruktion Drahtbett

Die Lagerelemente LEL bieten die höchste Laufkultur und Laufgenauigkeit, stellen auch die höchsten Anforderungen an die Auslegung des Drahtbettes. Hierzu ist es notwendig, den geteilten Ring mit einem Zentrierbund zu versehen, um eine korrekte Ausrichtung des Abstimmringes zu ermöglichen.

Mittels Abstimmbeilagen, Massivabstimmung oder einem Gewindering kann das Lager auf den korrekten Drehwiderstand eingestellt werden.



Die Maße und Toleranzen berechnen sich wie folgt:

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

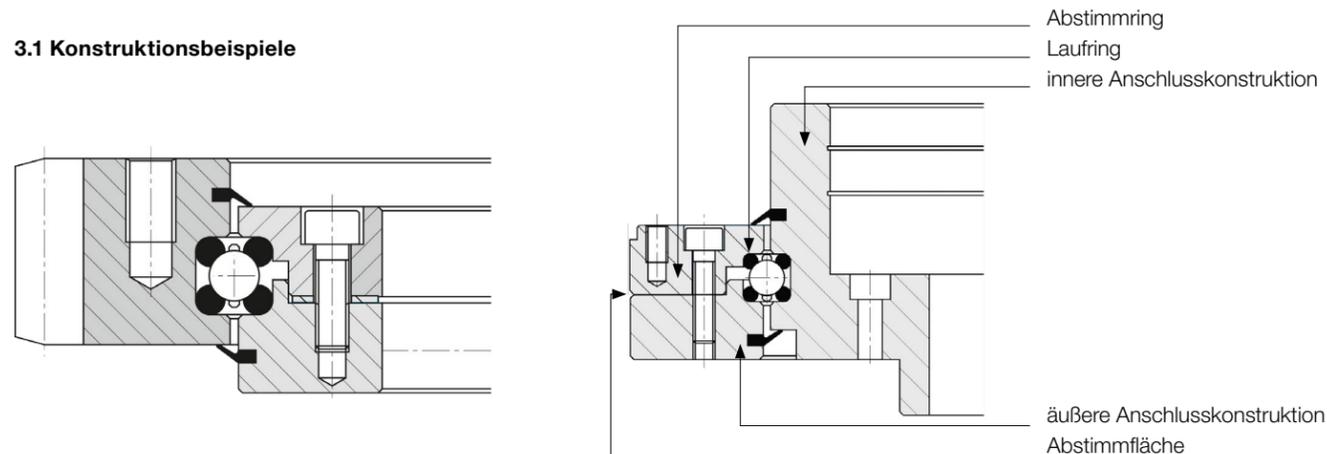
Das Untermaß für Abstimmbeilagen, bzw. Übermaß zum Schleifen liegt bei 0,1 mm

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 $< R_a 3,2$ anzustreben, da das Setzverhalten der Lagerung durch hohe Oberflächengüte positiv beeinflusst wird.

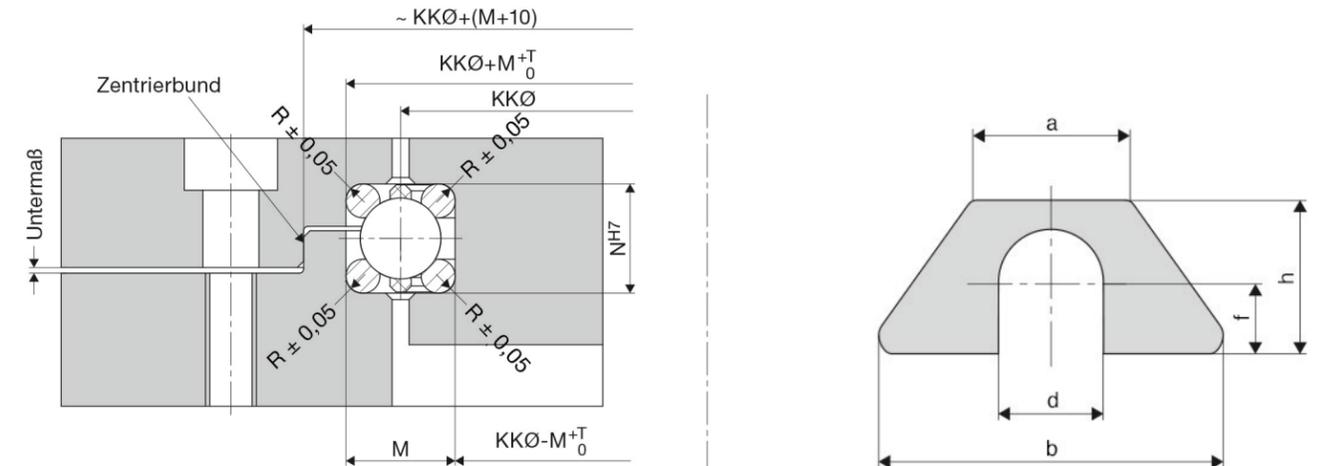
3.1 Konstruktionsbeispiele



4. Abstimmöglichkeiten

4.1 Abstimmung durch Abstimmbeilagen

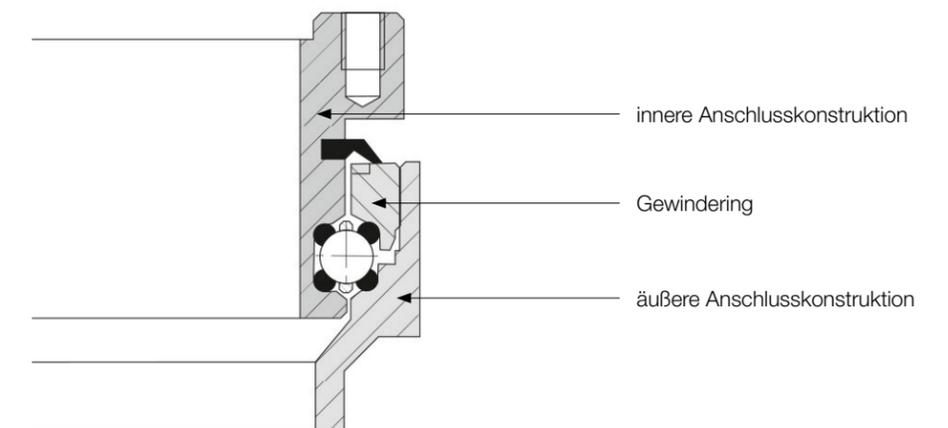
Hier ist bei der konstruktiven Auslegung der umschließenden Teile darauf zu achten, dass die beiden zu fügenden Gehäuseteile mit Untermaß gefertigt werden, um durch das Beilegen von Abstimmbeilagen die gewünschte Vorspannung im Lager erreichen zu können.



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

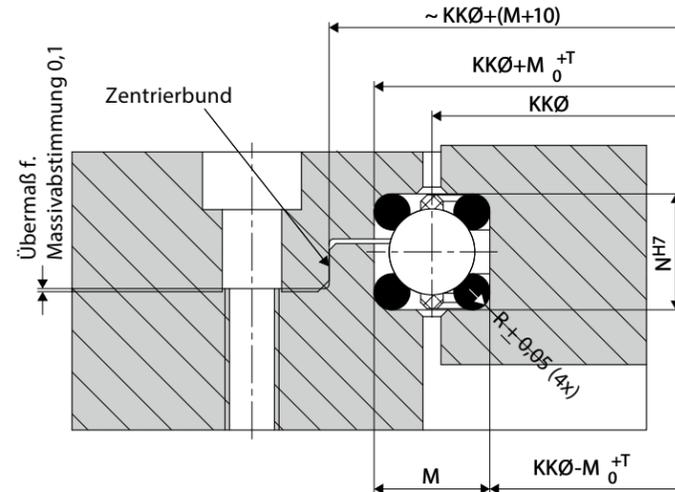
4.2 Abstimmung durch Gewindering

Die Abstimmung durch einen Gewindering erfordert ebenfalls einen Zentrierbund, ähnlich der Konstruktion durch Abstimmbeilagen. Der Gewindering wird nach korrekter Lagereinstellung mittels Gewindestift gesichert. 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!



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.

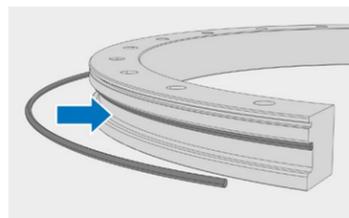


Bauteile säubern

- 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.



Laufringe einlegen

- 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.



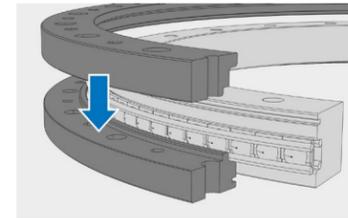
Käfig mit Kugeln einlegen

- 3 Käfig befetten und in die ungeteilte Anschlusskonstruktion einlegen.



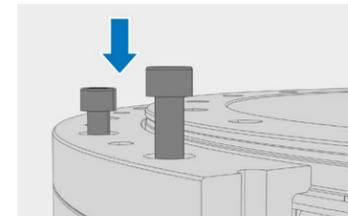
Nur die in der Lieferung beiliegenden Kugeln verwenden. Falls Kugeln verloren gehen, müssen alle Kugeln ausgetauscht werden, um die Laufeigenschaften und Funktionalität des Lagers nicht zu beeinträchtigen.

Empfohlene Schmiermittel siehe Seite 16.



Lager schließen

- 4 Lager auf der geteilten Seite verschließen. Dabei beachten, dass das Bohrbild 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

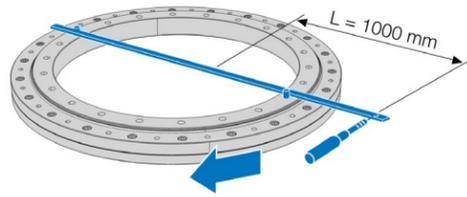
Tabelle: Anzugsmomente

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.



Drehwiderstand prüfen

- 2 Drehwiderstand ohne Dichtung mit einem geeigneten Kraftmesser (z. B. einer Federwaage) messen, um die Lagereinstellung zu überprüfen.



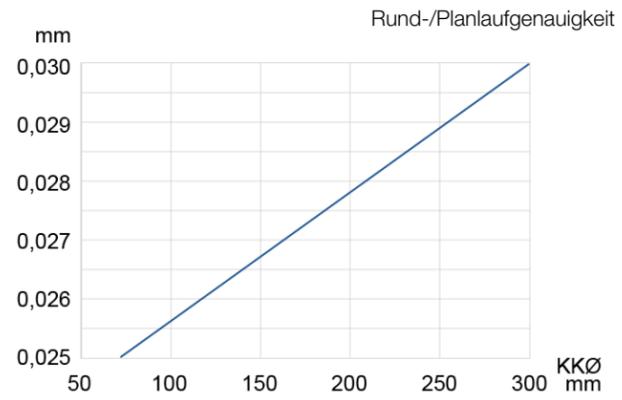
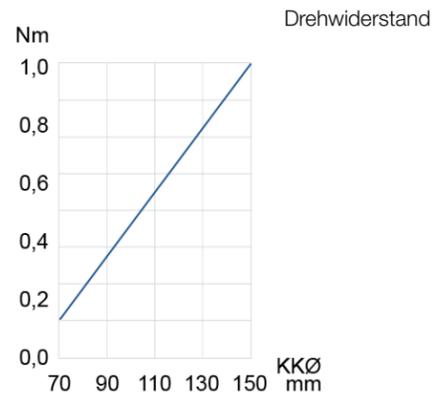
Die Werte für den maximalen Drehwiderstand den Diagrammen in Anhang B entnehmen.
Hinweis: Die Diagramme zeigen nur Anhaltswerte. Der Drehwiderstand ist je nach Anwendung individuell einstellbar.

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

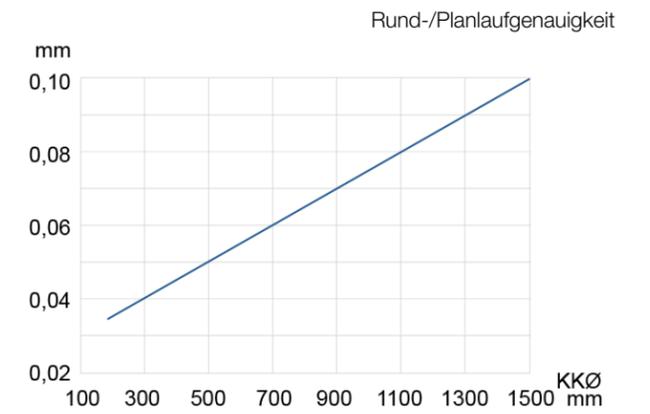
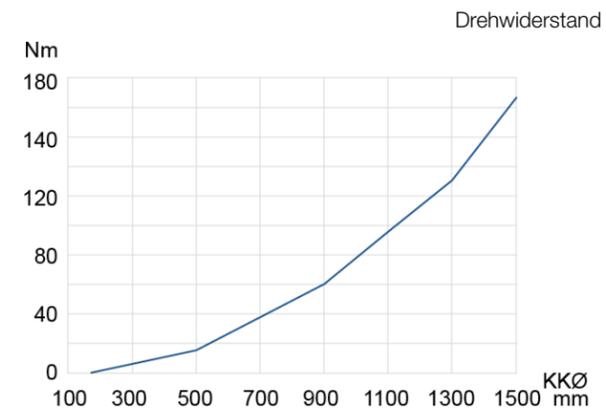
6. Drehwiderstand und Rund-/Planlaufgenauigkeit

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

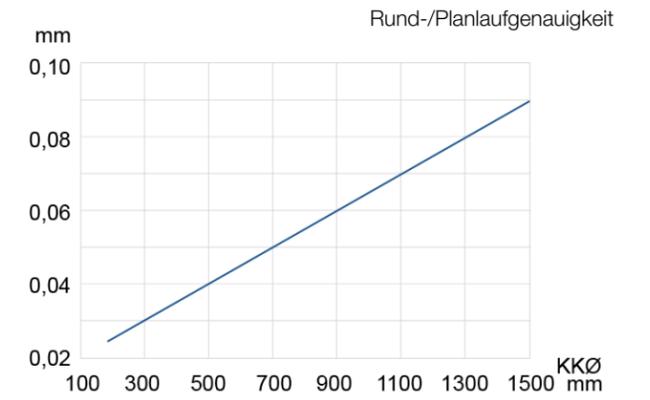
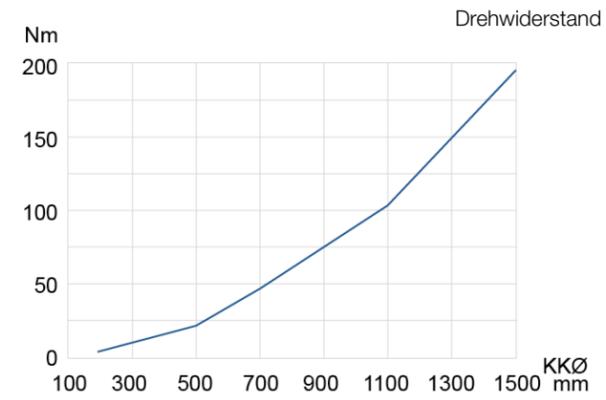
LEL 1.5



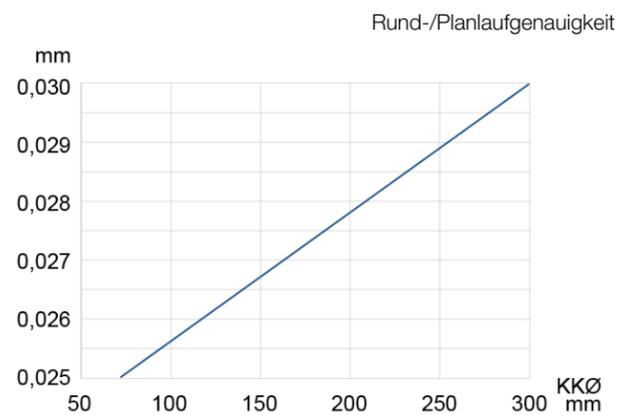
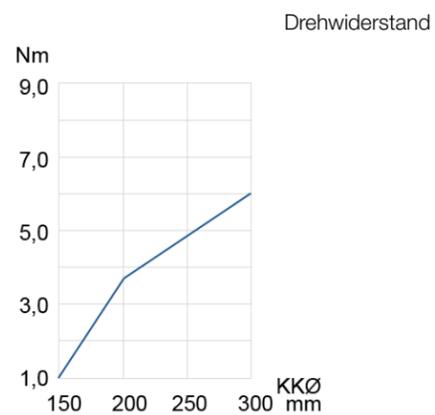
LEL 4



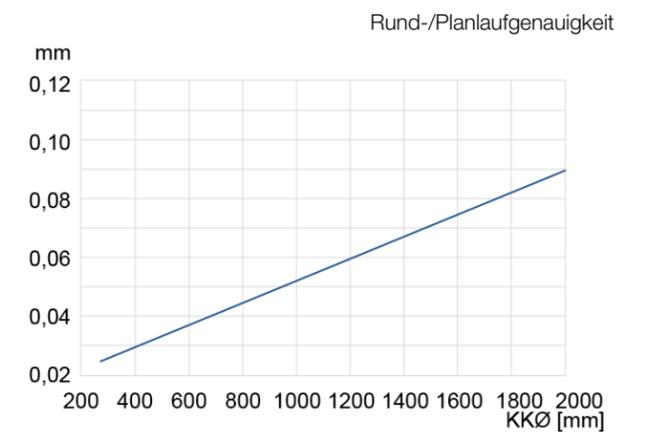
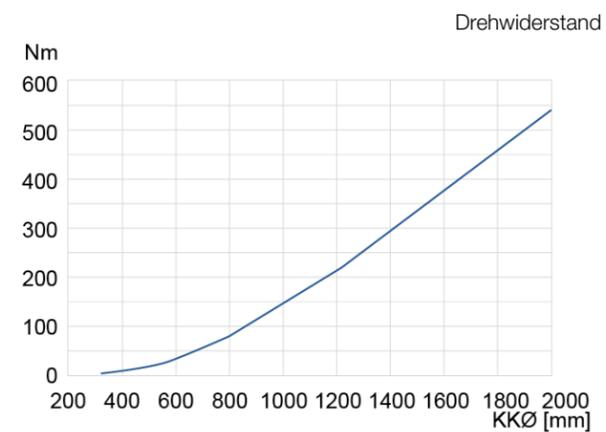
LEL 5



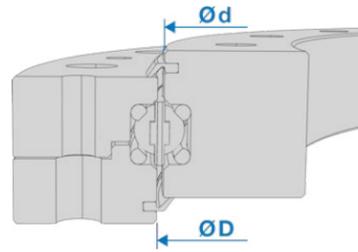
LEL 2.5



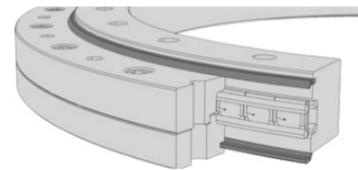
LEL 7



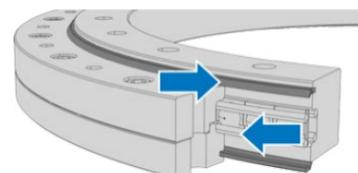
7. Dichtungen montieren



Dichtungslänge berechnen



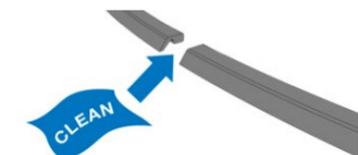
Dichtungslänge



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.

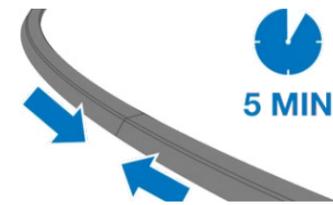


Dichtung genau rechtwinklig zur Länge abschneiden, damit exakte Stoßstellen zum Kleben entstehen.

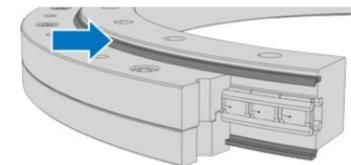
- 5 Dichtung aus der Dichtungsnut herausnehmen und die Trennstellen reinigen, damit sie völlig fettfrei sind.

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

- 7 Im Falle des Einsatzes einer FKM Dichtung (Viton) wird ein Aktivator benötigt (z. B. Primer Loctite 770).



Klebestellen zusammenpressen



Dichtung einsetzen

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

- 9 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.

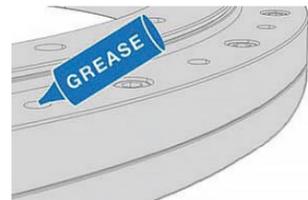
HINWEIS!

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.

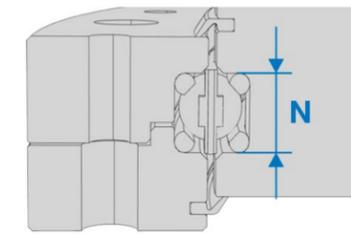
Die Nachschmierung erfolgt über den Spalt zwischen Innen- und Außenring.

- 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⁻¹ gemäß Tabelle für die Nachschmiermenge

Nachschmierung	x in mm ⁻¹
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 Verfahrensgeschwindigkeiten	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

Stand: 16.Dezember 2024