

Genauigkeitslager für kombinierte Lasten

Axial-Radiallager
Axial-Schrägkugellager
Axial-Radiallager mit integriertem Winkel-Mess-System



Genauigkeitslager für kombinierte Lasten

Axial-Radiallager 992

Axial-Radiallager sind anschaubare, zweiseitig wirkende Axiallager mit radialem Führungslager. Diese einbaufertigen und be fetteten Einheiten sind sehr steif, hoch tragfähig und besonders laufgenau. Sie nehmen neben Radialkräften auch beidseitig axiale Kräfte sowie Kippmomente spielfrei auf. Die Lager gibt es in mehreren Baureihen.

Für Anwendungen mit niedrigen Drehzahlen und geringer Einschaltdauer – wie in Indexiertischen und Schwenkfräsköpfen – eignet sich in der Regel am besten die Reihe YRT.

Sind eine vergleichsweise niedrigere Reibung und höhere Drehzahlen gefordert, können RTC-Lager eingesetzt werden.

Für höhere Anforderungen an die Genauigkeit werden diese Lager auch mit eingengerter Planlauf-Genauigkeit geliefert.

Zur Lagerung direkt angetriebener Achsen gibt es die Reihe YRT_{Speed}. Diese Lager sind durch ihre hohen Grenzdrehzahlen und ihr sehr niedriges, gleichmäßiges Reibungsmoment über den ganzen Drehzahlbereich besonders zur Kombination mit Torque-Motoren geeignet.

Axial-Schrägkugellager 992

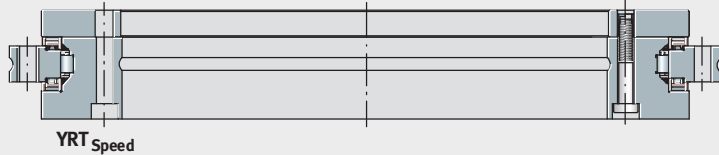
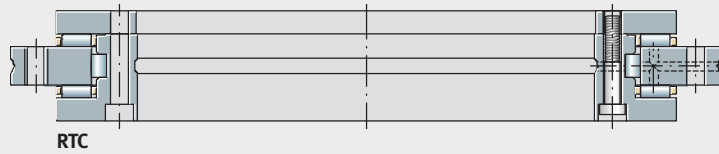
Axial-Schrägkugellager ZKLDf sind reibungsarme, einbaufertige und be fettete Lagereinheiten mit hoher Genauigkeit für sehr hohe Drehzahlen, hohe axiale und radiale Belastungen sowie hohe Anforderungen an die Kippsteifigkeit.

Axial-Schrägkugellager eignen sich besonders für präzise Anwendungen mit kombinierten Belastungen. Ihre bevorzugten Einsatzbereiche sind Lagerungen in Rundtischen, Fräs-, Schleif- und Honköpfen sowie in Mess- und Prüfeinrichtungen.

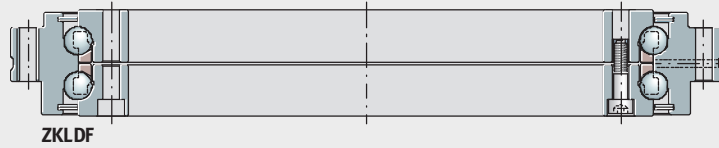
Axial-Radiallager mit integriertem Winkel-Mess-System 1020

Axial-Radiallager mit integriertem Winkel-Mess-System YRTM entsprechen mechanisch der Baureihe YRT, sind jedoch zusätzlich mit einem Winkel-Mess-System ausgestattet. Das Mess-System erfasst Winkel im Bereich von wenigen Winkelsekunden berührungslos und magnetoresistiv.

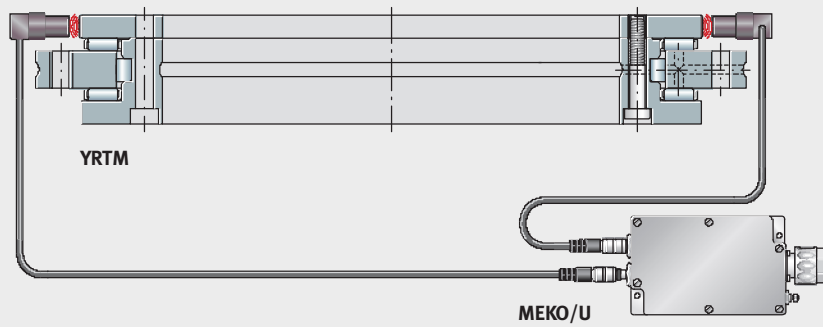
Eine Baueinheit besteht aus einem Axial-Radiallager mit Maßverkörperung und einer MEKO/U-Messelektronik. Die Messelektronik besteht aus zwei Messköpfen und einer Auswert-Elektronik.



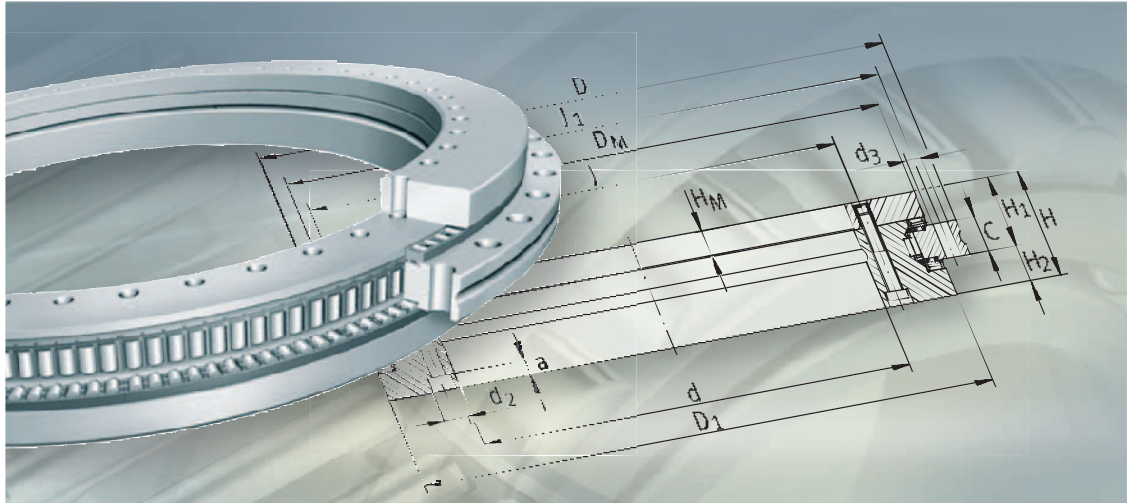
237 534



237 535



237 536



Axial-Radiallager Axial-Schrägkugellager

Axial-Radiallager Axial-Schrägkugellager

	Seite
Produktübersicht Axial-Radiallager, Axial-Schrägkugellager	994
Merkmale	
Anwendungsbereiche	995
Axial-Radiallager	996
Axial-Schrägkugellager	996
Betriebstemperatur	996
Nachsetzzeichen	996
Konstruktions- und Sicherheitshinweise	
Nominelle Lebensdauer	997
Statische Tragsicherheit	997
Statische Grenzlastdiagramme	997
Grenzdrehzahlen	1002
Lagervorspannung	1002
Reibungsmoment	1002
Schmierung	1003
Gestaltung der Anschlusskonstruktion	1004
Passungen	1004
Freiliegender oder unterstützter Winkelring	1008
Einbau	1009
Genauigkeit	1010
Sonderausführung	1011
Maßtabellen	
Axial-Radiallager YRT	1012
Axial-Radiallager RTC	1014
Axial-Radiallager YRT _{Speed}	1016
Axial-Schrägkugellager ZKLDF	1018

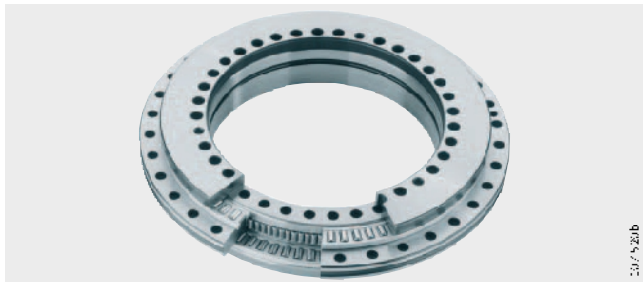
Produktübersicht – Axial-Radiallager, Axial-Schrägkugellager

Axial-Radiallager

YRT



RTC



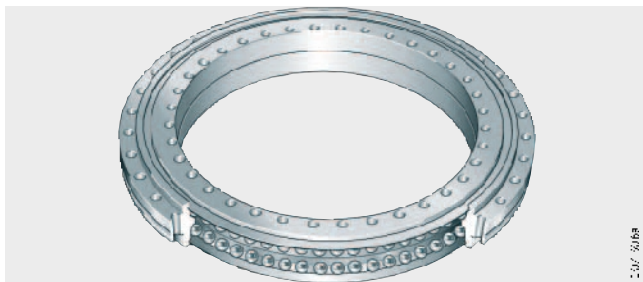
für höhere Drehzahlen

YRT_{Speed}



Axial-Schrägkugellager

ZKLDF



Axial-Radiallager Axial-Schrägkugellager

Merkmale

Axial-Radiallager YRT, RTC und YRT_{Speed} sowie Axial-Schrägkugellager ZKLDF sind einbaufertige Präzisionslager für Genauigkeitsanwendungen mit kombinierten Belastungen. Sie nehmen radiale und beidseitig axiale Lasten sowie Kippmomente spielfrei auf und eignen sich besonders für Lagerungen mit hohen Anforderungen an die Laufgenauigkeit, wie sie beispielsweise in Rundtischen, Planscheiben, Fräsköpfen und Wendespannern notwendig sind.

Durch die Befestigungsbohrungen in den Lagerringen sind die Baueinheiten sehr montagefreundlich.

Die Lager sind nach dem Einbau radial und axial vorgespannt.

Die Anschlussmaße aller Baureihen sind identisch.

mit Winkel-Mess-System

Axial-Radiallager gibt es auch mit Winkel-Mess-System.

Das Mess-System erfasst Winkel im Bereich von wenigen Winkelsekunden berührungslos und magnetoresistiv, siehe Seite 1020.

Anwendungsbereiche

Für Standard-Anwendungen mit niedrigen Drehzahlen und geringer Einschaltdauer – wie in Indexiertischen und Schwenkfräsköpfen – eignet sich am besten die Reihe YRT, *Bild 1*. Diese Lager gibt es in zwei Plan- und Rundlauf-Genauigkeiten.

Sind eine vergleichsweise niedrigere Reibung und höhere Drehzahlen gefordert, können RTC-Lager eingesetzt werden, *Bild 1*.

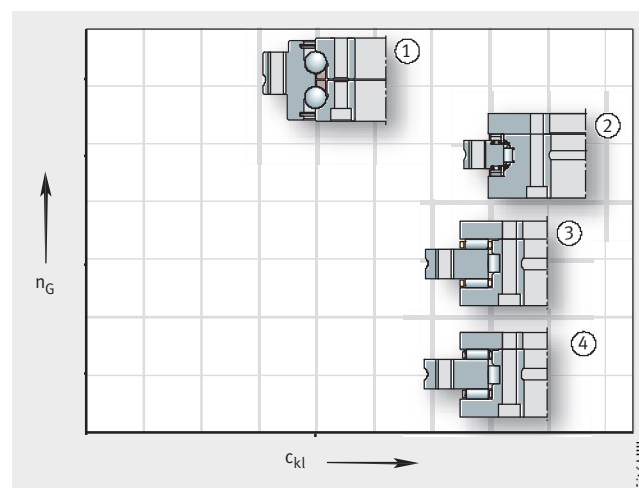
Für höhere Anforderungen an die Genauigkeit werden diese Lager auch mit eingengter Planlauf-Genauigkeit geliefert.

Zur Lagerung direkt angetriebener Achsen gibt es die Reihe YRT_{Speed}. Diese Lager sind durch ihre hohen Grenzdrehzahlen und ihr sehr niedriges, gleichmäßiges Reibungsmoment über den ganzen Drehzahlbereich besonders zur Kombination mit Torque-Motoren geeignet, *Bild 1*.

Axial-Schrägkugellager ZKLDF eignen sich sehr gut für schnell-drehende Anwendungen bei hoher Einschaltdauer, *Bild 1*. Sie sind gekennzeichnet durch hohe Kippsteifigkeit, geringe Reibung und niedrigen Schmierstoffverbrauch.

- ① ZKLDF
 - ② YRT_{Speed}
 - ③ RTC
 - ④ YRT
- n_G = Grenzdrehzahl
 c_{kl} = Kippsteifigkeit

Bild 1
Drehzahl und Kippsteifigkeit – Vergleich



Axial-Radiallager Axial-Schrägkugellager

Axial-Radiallager Axial-Radiallager YRT, RTC und YRT_{speed} haben einen Axial- und einen Radialteil.
Der Axialteil besteht aus Axial-Nadel- oder Zylinderrollenkranz, Außenring, Winkelring und Wellenscheibe und ist nach dem Einbau axial vorgespannt.
Als Radialteil wird ein vollrolliger (YRT, RTC) oder käfiggeführter, vorgespannter Zylinderrollensatz verwendet. Außenring, Winkelring und Wellenscheibe haben Befestigungsbohrungen.
Halteschrauben fixieren die Baueinheit für den Transport und die sichere Handhabung.

Abdichtung/Schmierstoff Axial-Radiallager werden ohne Dichtungen geliefert.
Lager der Baureihen YRT und YRT_{speed} sind befestigt mit einem Lithiumkomplexseifenfett nach GA08 und über den Außen- und Winkelring schmierbar.
Lager der Baureihe RTC sind befestigt mit Arcanol MULTITOP.

Axial-Schrägkugellager Axial-Schrägkugellager ZKLDf bestehen aus einteiligem Außenring, zweiteiligem Innenring und zwei Kugelkränzen mit einem Druckwinkel von 60°. Der Außen- und Innenring hat Befestigungsbohrungen zum Verschrauben des Lagers mit der Anschlusskonstruktion.
Halteschrauben fixieren die Baueinheit für den Transport und die sichere Handhabung.

Abdichtung/Schmierstoff Axial-Schrägkugellager haben beidseitig Deckscheiben.
Sie sind befestigt mit einem Bariumkomplexseifenfett nach DIN 51825-KPE2K-30 und über den Außenring schmierbar.

Betriebstemperatur Axial-Radiallager und Axial-Schrägkugellager sind geeignet für Betriebstemperaturen von -30 °C bis +120 °C.

Nachsetzzeichen Nachsetzzeichen und Zusatztexte der lieferbaren Ausführungen siehe Tabelle.

lieferbare Ausführungen

Nachsetzzeichen	Beschreibung	Ausführung
H ₁ ...	enger toleriertes Anschlussmaß H ₁ (Nachsatz: H ₁ mit Toleranz ± ...) Eingeengter Toleranzwert nach Tabelle, Seite 1010	Sonderausführung ¹⁾
H ₂ ...	enger toleriertes Anschlussmaß H ₂ (Nachsatz: H ₂ mit Toleranz ± ...) Eingeengter Toleranzwert nach Tabelle, Seite 1010	Sonderausführung ¹⁾
-	Plan- und Rundlauf toleranzen 50% eingeengt (Zusatztext: Plan-/Rundlauf 50%)	Sonderausführung ¹⁾

¹⁾ Auf Anfrage.

Konstruktions- und Sicherheitshinweise Nominelle Lebensdauer

Die Überprüfung der Tragfähigkeit und Lebensdauer muss für den Radial- und Axiallagerteil durchgeführt werden.

Zur Überprüfung der nominellen Lebensdauer bitte bei uns anfragen. Dabei Drehzahl, Last und Einschaltdauer angeben.

Statische Tragsicherheit

Die statische Tragsicherheit S_0 gibt die Sicherheit gegen unzulässige bleibende Verformungen im Lager an.

Sie wird bestimmt nach:

$$S_0 = \frac{C_{0r}}{F_{0r}} \text{ bzw. } \frac{C_{0a}}{F_{0a}}$$

S_0 – statische Tragsicherheit
 C_{0r}, C_{0a} – N statische Tragzahl nach Maßtabellen
 F_{0r}, F_{0a} – N maximale statische Belastung des Radial- bzw. Axiallagers.

Achtung! S_0 soll bei Werkzeugmaschinen und ähnlichen Einsatzgebieten > 4 sein!

Statische Grenzlastdiagramme

Mit den statischen Grenzlastdiagrammen kann:

- die gewählte Lagergröße bei überwiegend statischer Belastung schnell überprüft werden
- das Kippmoment M_k ermittelt werden, das das Lager zusätzlich zur Axiallast aufnehmen kann.

Die Grenzlastdiagramme berücksichtigen für den Wälzkörpersatz die statische Tragsicherheit $S_0 \geq 4$, sowie die Schrauben- und Lagerring-Festigkeit.

Achtung! Statische Grenzlast bei der Dimensionierung der Lagerung nicht überschreiten! Beispiel siehe Bild 2!

Axial-Radiallager

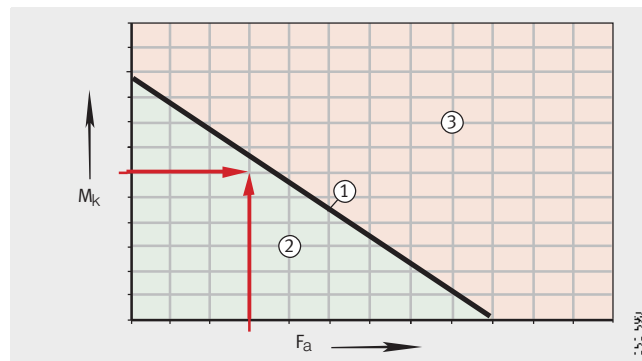
Die statischen Grenzlastdiagramme für YRT, YRTS und RTC zeigen Bild 3 bis Bild 9, Seite 998 bis Seite 1000.

Axial-Schrägkugellager

Die statischen Grenzlastdiagramme für die Baureihe ZKLD sind in Bild 10 und Bild 11, Seite 1001, dargestellt.

- ① Lager/Baugröße
 - ② zulässiger Bereich
 - ③ unzulässiger Bereich
- M_k = max. Kippmoment
 F_a = axiale Belastung

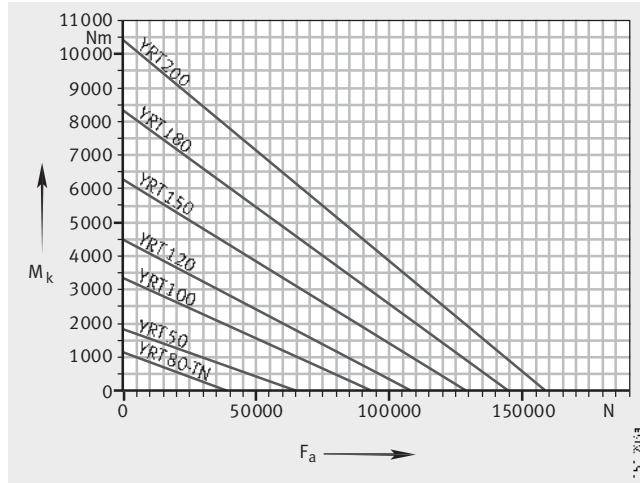
Bild 2
statisches Grenzlastdiagramm – Beispiel



Axial-Radiallager Axial-Schrägkugellager

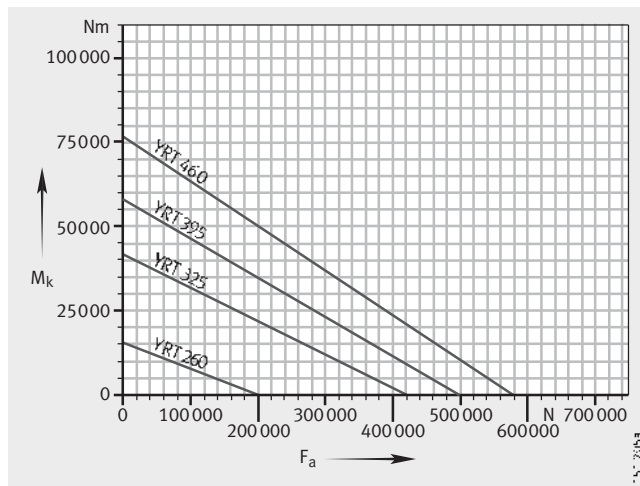
M_k = max. Kippmoment
 F_a = axiale Belastung

Bild 3
statisches Grenzlastdiagramm –
YRT50 bis YRT200



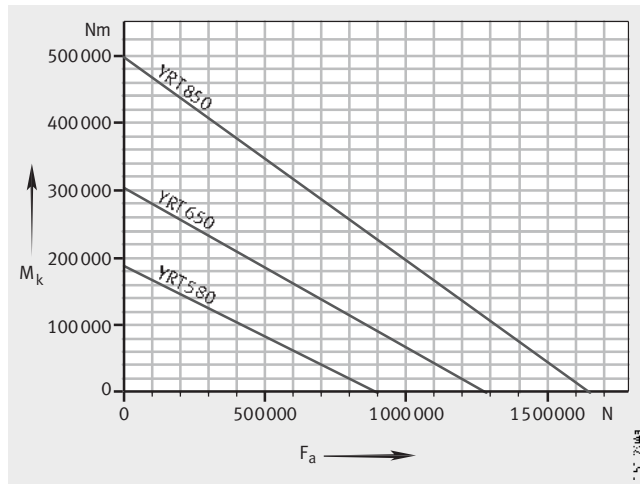
M_k = max. Kippmoment
 F_a = axiale Belastung

Bild 4
statisches Grenzlastdiagramm –
YRT260 bis YRT460



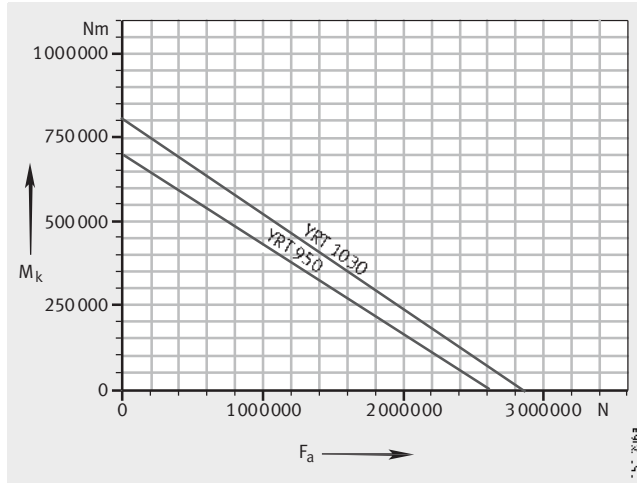
M_k = max. Kippmoment
 F_a = axiale Belastung

Bild 5
statisches Grenzlastdiagramm –
YRT580 bis YRT850



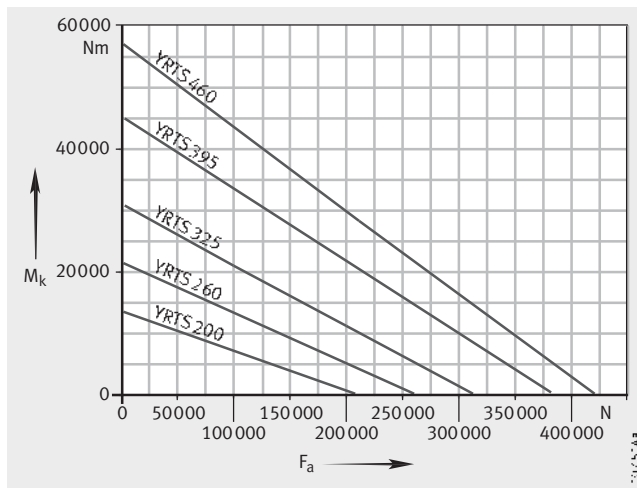
M_k = max. Kippmoment
 F_a = axiale Belastung

Bild 6
statisches Grenzlastdiagramm –
YRT950 und YRT1030



M_k = max. Kippmoment
 F_a = axiale Belastung

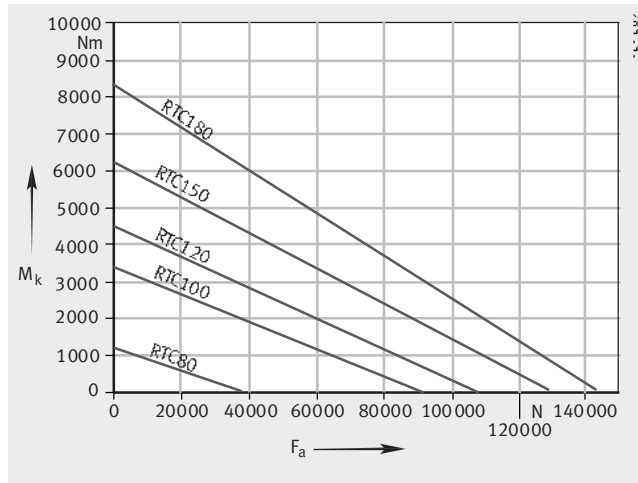
Bild 7
statisches Grenzlastdiagramm –
YRT_{Speed}200 bis YRT_{Speed}460



Axial-Radiallager Axial-Schrägkugellager

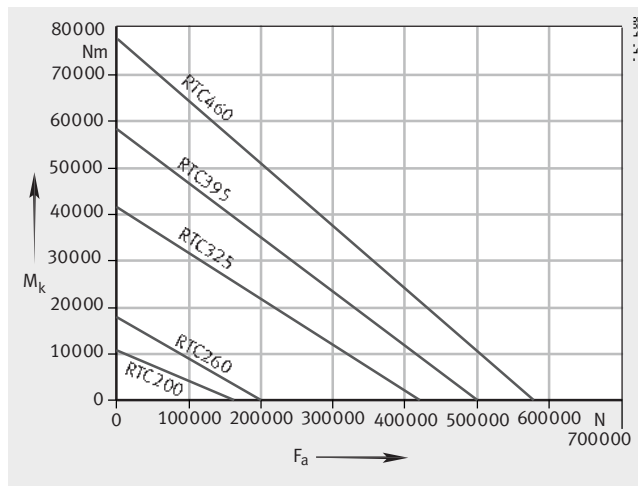
M_k = max. Kippmoment
 F_a = axiale Belastung

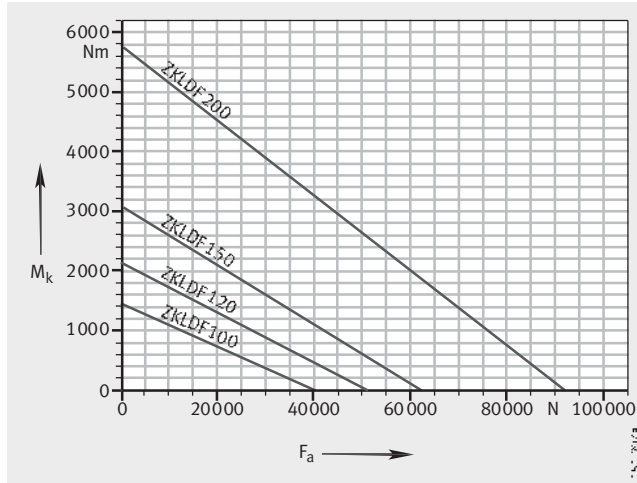
Bild 8
statisches Grenzlastdiagramm –
RTC80 bis RTC180



M_k = max. Kippmoment
 F_a = axiale Belastung

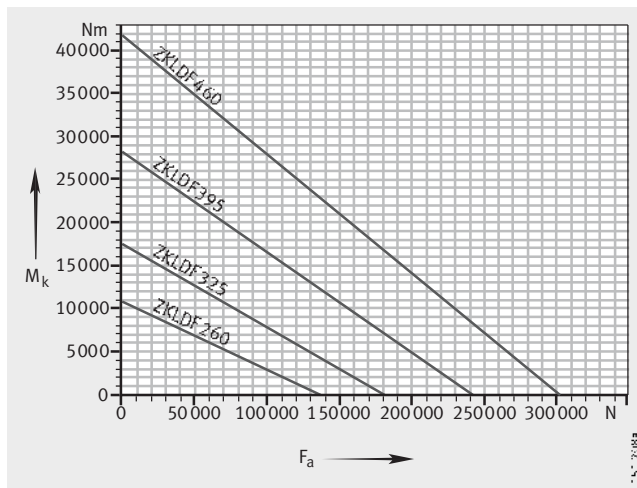
Bild 9
statisches Grenzlastdiagramm –
RTC200 bis RTC460





M_k = max. Kippmoment
 F_a = axiale Belastung

Bild 10
statisches Grenzlastdiagramm –
ZKLDF100 bis ZKLDF200



M_k = max. Kippmoment
 F_a = axiale Belastung

Bild 11
statisches Grenzlastdiagramm –
ZKLDF260 bis ZKLDF460

Axial-Radiallager Axial-Schrägkugellager

Grenzdrehzahlen

Die Lager ermöglichen die in den Maßtabellen angegebenen Grenzdrehzahlen n_G . Die sich dabei einstellenden Betriebstemperaturen hängen stark von den Umgebungsbedingungen ab. Eine rechnerische Ermittlung ist auf Basis der Reibungsmomentangaben mit einer Wärmebilanzrechnung möglich.

Achtung! Weichen die Umgebungsbedingungen von den Vorgaben bezüglich z.B. Toleranzen der Anschlusskonstruktion, Schmierung, Umgebungstemperatur/Wärmeabfuhr oder von werkzeugmaschinenüblichen Einsatzbedingungen ab, ist eine erneute Prüfung erforderlich! Hierzu bitte rückfragen!

Lagervorspannung

Die Lager sind nach dem Einbau und dem vollständigen Verschrauben radial und axial spielfrei und vorgespannt.

Temperaturdifferenzen

Temperaturunterschiede zwischen Welle und Gehäuse beeinflussen die radiale Lagervorspannung und damit das Betriebsverhalten der Lagerung.

Ist die Temperatur der Welle höher als die des Gehäuses, steigt anteilig die radiale Vorspannung, das heißt, Wälzkörperbelastung, Lagerreibung und Lagertemperatur steigen.

Ist die Temperatur der Welle niedriger als die des Gehäuses, sinkt anteilig die radiale Vorspannung, das heißt, die Steifigkeit sinkt bis auf Lagerspiel und der Verschleiß erhöht sich.

Reibungsmoment

Das Lagerreibungsmoment M_{RL} wird in erster Linie durch die Schmierstoffviskosität und -menge und die Lagervorspannung beeinflusst:

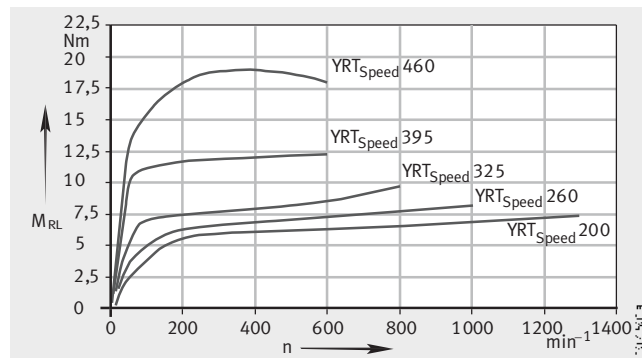
- Schmierstoffviskosität und -menge hängen von der Schmierstoffsorte und der Betriebstemperatur ab.
- Die Lagervorspannung hängt ab von den Einbaupassungen, der Formgenauigkeit der Umgebungsbauteile, der Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außenring, dem Schrauben-Anziehdrehmoment und der Einbausituation (Lager-Innenring axial einseitig oder beidseitig unterstützt).

Die Reibungsmomente M_{RL} in den Maßtabellen sind statistisch ermittelte Richtwerte für fettgeschmierte Lager (Messdrehzahl $n_{const} = 5 \text{ min}^{-1}$). Bild 12 zeigt gemessene Reibungsmomente für den Einbau mit freiliegendem Winkelring für YRT_{Speed}.

Achtung! Abweichungen beim Anziehdrehmoment der Befestigungsschrauben wirken sich nachteilig auf die Vorspannung und das Reibungsmoment aus!

M_{RL} = Reibungsmoment
n = Drehzahl

Bild 12
Reibungsmomente als Richtwerte
für YRT_{Speed} –
statistisch ermittelte Werte
aus Messreihen



**Reibungsleistung
und Dimensionierung des Antriebs**

Achtung!

Für YRT- und RTC-Lager muss berücksichtigt werden, dass das Reibungsmoment mit zunehmender Drehzahl um den Faktor 2 bis 2,5 steigen kann!

Für ZKLDF-Lager ist zu berücksichtigen, dass das Anfahrreibungsmoment 1,5 mal so hoch sein kann wie die Werte M_{RL} in den Maßstabellen!

Schmierung

Axial-Radiallager YRT, RTC und YRT_{Speed} sind über den Winkel- und Außenring nachschmierbar.

Axial-Schrägkugellager ZKLDF sind über den Außenring nachschmierbar.

Die Erstbefüllung verträgt sich mit Schmierölen auf Mineralölbasis.

Zur Berechnung der Nachschmiermengen und -fristen unter Angabe des Lastkollektivs (Drehzahl, Last, Einschaltdauer) und den Umgebungsbedingungen bitte rückfragen.

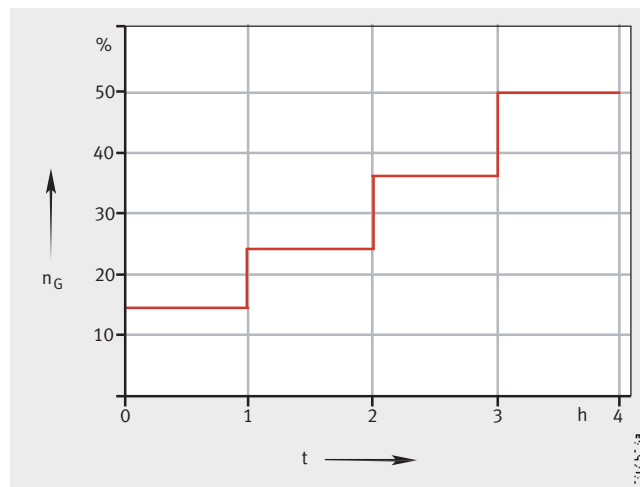
Überschmierung

Bei Überschmierung des Lagers erhöht sich das Lagerreibungsmoment und die Temperatur.

Um das ursprüngliche Reibungsmoment wieder zu erreichen, Einlaufzyklus nach *Bild 13* fahren.

Achtung!

Weitere Angaben zur Schmierung im Kapitel Technische Grundlagen, Schmierung, beachten!



n_G = Grenzdrehzahl nach Maßstabellen
t = Zeit

Bild 13
Einlaufzyklus nach Überschmierung

Axial-Radiallager Axial-Schrägkugellager

Gestaltung der Anschlusskonstruktion

Achtung!

YRT, RTC, YRT_{Speed} und ZKLDF haben die gleichen Anschlussmaße.

Formfehler der Anschraubflächen und Passungen beeinflussen die Laufgenauigkeit, Vorspannung und Laufeigenschaften der Lagerung! Die Genauigkeit der Anschlussflächen muss deshalb auf die Gesamt-Genauigkeitsforderung der Baugruppe abgestimmt werden!

Anschlusskonstruktion nach *Bild 14* ausführen und Toleranzen nach den Tabellen auf Seite 1006 und Seite 1007 gewährleisten. Abweichungen davon beeinflussen das Lagerreibungsmoment, die Laufgenauigkeit und die Laufeigenschaften.

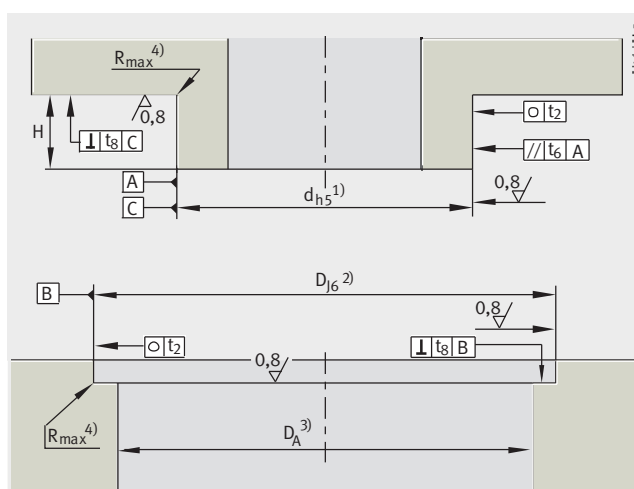


Bild 14
Anforderungen an
die Anschlusskonstruktion –
YRT, RTC, YRT_{Speed}, ZKLDF

Legende zu *Bild 14*

- 1) Unterstützung über die gesamte Lagerhöhe.
Auf ausreichende Steifigkeit der Unterstützung achten.
- 2) Genaue Passung nur erforderlich, wenn die radiale Abstützung aufgrund der Belastung oder eine genaue Lagerposition erforderlich ist.
- 3) Lagerdurchmesser D_1 nach Maßtabellen beachten.
Auf ausreichenden Abstand der drehenden Lagerringe zur Anschlusskonstruktion achten.
- 4) Werte siehe Tabelle maximale Eckenradien der Passflächen, Seite 1007.

Passungen

Durch die Passungswahl entstehen Übergangspassungen, d. h. je nach Ist-Maßlage der Lagerdurchmesser und Anschlussmaße können Spiel- oder Übermaßpassungen entstehen.

Achtung!

Die Passung beeinflusst u. a. die Laufgenauigkeit des Lagers und seine dynamischen Eigenschaften!

Eine zu enge Passung erhöht die radiale Lagervorspannung. Dadurch:

- steigen die Lagerreibung und Lagererwärmung sowie die Beanspruchung des Laufbahnsystems und der Verschleiß
- verringern sich die erreichbare Drehzahl und die Lagergebrauchsdauer!

Für höchste Laufgenauigkeit Passungsspiel 0 anstreben!

Zur leichteren Anpassung der Anschlusskonstruktion an die Lager-Ist-Maße ist jedem Lager der Baureihe RTC und YRT_{Speed} ein Messprotokoll beigelegt (für andere Baureihen auf Anfrage).

Passungsempfehlungen für Wellen

Welle nach Toleranzfeld h5 ausführen, für die Baureihe YRT_{Speed} nach Tabelle, Seite 1007 gestalten.

Bei besonderen Anforderungen muss das Passungsspiel innerhalb des Toleranzfeldes h5 weiter eingeengt werden:

- Anforderungen an die Laufgenauigkeit:
 - Bei geforderter maximaler Laufgenauigkeit und drehendem Lagerinnenring Passungsspiel 0 anstreben. Das Passungsspiel kann sich sonst zum Lager-Rundlauf addieren. Bei normalen Anforderungen an die Laufgenauigkeit oder stehendem Lagerinnenring Welle nach h5 ausführen.
 - Anforderungen an die dynamischen Eigenschaften:
 - Bei Schwenkbetrieb ($n \times d < 35\,000$ Einschaltdauer ED < 10%) Welle nach h5 ausführen.
 - Bei höheren Drehzahlen und längerer Einschaltdauer 0,01 mm Passungsübermaß nicht überschreiten.
- Bei der Baureihe YRT_{Speed} 0,005 mm Passungsübermaß nicht überschreiten.

Bei der Baureihe ZKLDf Passungsmaß auf den Innenring mit dem kleinsten Bohrungsmaß beziehen.

Passungsempfehlungen für Gehäuse

Gehäuse nach Toleranzfeld J6 ausführen, für die Baureihe YRT_{Speed} nach Tabelle Passungsempfehlung, Seite 1007, gestalten.

Bei besonderen Anforderungen muss das Passungsspiel innerhalb des Toleranzfeldes J6 weiter eingeengt werden:

- Anforderungen an die Laufgenauigkeit:
 - Bei geforderter maximaler Laufgenauigkeit und drehendem Lageraußenring Passungsspiel 0 anstreben.
 - Bei stehendem Lageraußenring Spielpassung wählen, oder ohne radiale Zentrierung ausführen.
- Anforderungen an die dynamische Eigenschaften:
 - Bei überwiegendem Schwenkbetrieb ($n \times d < 35\,000$, Einschaltdauer ED < 10%) und drehendem Lageraußenring Gehäusepassung nach Toleranzfeld J6 ausführen.
 - Bei höherer Drehzahl und Einschaltdauer den Lageraußenring radial nicht zentrieren oder die Gehäusepassung als Spielpassung mit mindestens 0,02 mm Spiel ausführen. Dies reduziert die Vorspannungserhöhung bei Erwärmung der Lagerstelle.

Passungswahl, abhängig von der Verschraubung der Lagerringe

Wird der Lageraußenring mit dem stehenden Bauteil verschraubt, kann auf einen Pass-Sitz verzichtet oder der Pass-Sitz nach Tabelle Passungsempfehlungen für Anschlusskonstruktion, Seite 1007, ausgeführt werden. Bei Verwendung der Tabellenwerte entsteht eine Übergangspassung mit der Tendenz zur Spielpassung. Das ermöglicht in der Regel eine leichte Montage.

Wird der Lagerinnenring mit dem stehenden Bauteil verschraubt, ist dieser aus Funktionsgründen über die gesamte Lagerhöhe durch die Welle zu unterstützen. Die Wellenmaße sind dann entsprechend den Tabellen auf Seite 1006 und Seite 1007 zu wählen. Auch nach diesen Tabellenwerten entsteht eine Übergangspassung mit Tendenz zur Spielpassung.

Axial-Radiallager Axial-Schrägkugellager

Form- und Lagegenauigkeit der Anschlusskonstruktion

Die in den folgenden Tabellen angegebenen Werte für die Form- und Lagegenauigkeit der Anschlusskonstruktion haben sich in der Praxis bewährt und sind für den überwiegenden Anteil der Anwendungen ausreichend.

Achtung!

Die Formtoleranzen beeinflussen die Plan- und Rundlaufgenauigkeit der Baugruppe sowie das Lagerreibungsmoment und die Laufeigenschaften!

Form- und Lagegenauigkeit für Wellen – YRT, RTC, ZKLDF

Nennmaß der Welle d mm		Abmaß d		Rundheit Parallelität Rechtwinkligkeit t_2, t_6, t_8
über	bis	für Toleranzfeld h5 μm		μm
50	80	0	-13	3
80	120	0	-15	4
120	150	0	-18	5
150	180	0	-18	5
180	250	0	-20	7
250	315	0	-23	8
315	400	0	-25	9
400	500	0	-27	10
500	630	0	-28	11
630	800	0	-32	12
800	1000	0	-36	14

Form- und Lagegenauigkeit für Gehäuse – YRT, RTC, ZKLDF

Nennmaß der Gehäusebohrung D mm		Abmaß D		Rundheit Rechtwinkligkeit t_2, t_8
über	bis	für Toleranzfeld J6 μm		μm
120	150	+18	-7	5
150	180	+18	-7	5
180	250	+22	-7	7
250	315	+25	-7	8
315	400	+29	-7	9
400	500	+33	-7	10
500	630	+34	-10	11
630	800	+38	-12	12
800	1000	+44	-12	14
1000	1250	+52	-14	16

**Passungsempfehlung
für Welle und Gehäusebohrung –
YRT_{Speed}**

Axial-Radiallager	Wellendurchmesser d mm	Gehäusebohrung D mm
YRT _{Speed} 200	200 ^{-0,01} _{-0,024}	300 ^{+0,011} _{-0,005}
YRT _{Speed} 260	260 ^{-0,013} _{-0,029}	385 ^{+0,013} _{-0,005}
YRT _{Speed} 325	325 ^{-0,018} _{-0,036}	450 ^{+0,015} _{-0,005}
YRT _{Speed} 395	395 ^{-0,018} _{-0,036}	525 ^{+0,017} _{-0,005}
YRT _{Speed} 460	460 ^{-0,018} _{-0,038}	600 ^{+0,017} _{-0,005}

**Form- und Lagegenauigkeit
für Wellen – YRT_{Speed}**

Axial-Radiallager	Rundheit	Parallelität	Rechtwinkligkeit
	t ₂ μm	t ₆ μm	t ₈ μm
YRT _{Speed} 200	6	5	5
YRT _{Speed} 260 bis YRT _{Speed} 460	8	5	7

**Form- und Lagegenauigkeit
für Gehäuse – YRT_{Speed}**

Axial-Radiallager	Rundheit	Rechtwinkligkeit
	t ₂ μm	t ₈ μm
YRT _{Speed} 200 bis YRT _{Speed} 460	6	8

**maximale Eckenradien
der Passflächen –
YRT, RTC, YRT_{Speed}, ZKLDF**

Bohrungsdurchmesser d mm	max. Eckenradius R _{max} mm
50 bis 150	0,1
über 150 bis 460	0,3
über 460 bis 950	1

Anschlussmaße H₁, H₂

Achtung!

Ist eine möglichst geringe Höhenschwankung gefordert, H₁-Maßtoleranz nach Tabellen Seite 1010, Seite 1011 und Bild 15, beachten!
Durch das Einbaumaß H₂ wird die Lage eines ggf. verwendeten Schneckenrades definiert, Bild 15, siehe auch Bild 16, unterstützter Winkelring!

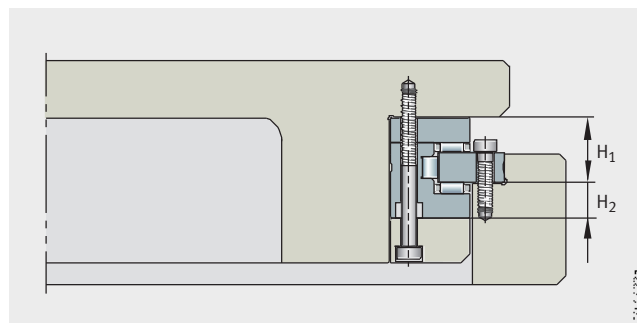


Bild 15
Anschlussmaß H₁, H₂

Axial-Radiallager Axial-Schrägkugellager

Freiliegender oder unterstützter Winkelring

Der Winkelring der Lager YRT und RTC kann freiliegend oder vollflächig unterstützt eingebaut werden, *Bild 16*. Bei unterstütztem Winkelring ist die Kippsteifigkeit höher. Der Stützring (z.B. ein Schneckenrad) gehört nicht zum Lieferumfang.

Je nach Einbaufall sind bei den Baureihen YRT und RTC Lager mit unterschiedlicher Vorspannungsabstimmung erforderlich, um im eingebauten Zustand gleiche Vorspannkräfte im Axiallager zu erreichen.

Für die Baureihen YRT_{Speed} und ZKLDF gibt es nur eine Vorspannungsabstimmung. Die Steifigkeits- und Reibungsmomentenerhöhung ist bei YRT_{Speed}-Lagern gering und kann im Normalfall vernachlässigt werden.

Bei Lagern der Baureihe ZKLDF werden die Steifigkeit und das Reibungsmoment durch den Stützring nicht beeinflusst.

freiliegender Winkelring

Für den Einbaufall „freiliegender Winkelring“ ist die Lagerbezeichnung:

- YRT <Bohrungsdurchmesser> oder
- RTC <Bohrungsdurchmesser>.

unterstützter Winkelring

Für den Einbaufall „unterstützter Winkelring“ ist die Lagerbezeichnung:

- YRT <Bohrungsdurchmesser> **VSP**
- RTC <Bohrungsdurchmesser> **EB**.

Für RTC mit zusätzlich eingengtem Plan- und Rundlauf ist die Lagerbezeichnung:

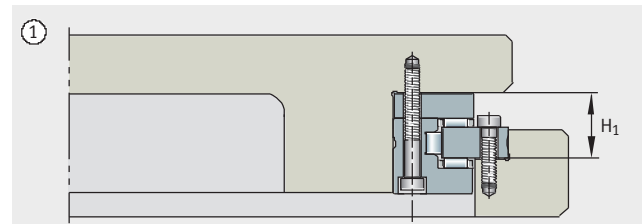
- RTC <Bohrungsdurchmesser> **T52EA**.

Achtung!

Für Lagerungen mit unterstütztem Winkelring nur Lager mit den Nachsetzzeichen VSP, EB oder T52EA bestellen!

Wird die Normalausführung mit unterstütztem Winkelring montiert, erhöht sich das Lager-Reibungsmoment erheblich!

YRT
RTC



YRT..VSP
RTC..EB
RTC..T52EA

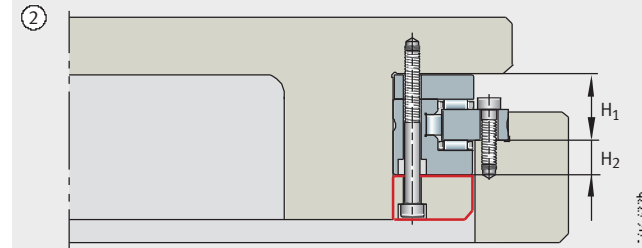


Bild 16

- ① freiliegender Winkelring,
- ② unterstützter Winkelring/
für YRT, RTC

Einbau Halteschrauben sichern die Lagerteile für den Transport. Die Schrauben zur leichteren Zentrierung des Lagers vor dem Einbau lösen und nach dem Einbau wieder sichern oder entfernen.

Befestigungsschrauben mit Drehmomentschlüssel über Kreuz in drei Schritten auf das vorgeschriebene Anziehdrehmoment M_A anziehen, Lager ZKLDF dabei drehen, *Bild 17*:

- 1. Schritt 40% von M_A
- 2. Schritt 70% von M_A
- 3. Schritt 100% von M_A .

Festigkeitsklasse der Befestigungsschrauben beachten.

Achtung! Montagekräfte nur auf den zu montierenden Lagerring aufbringen, nie über die Wälzkörper leiten!

Teile der Lager bei dem Einbau und Ausbau nicht trennen oder austauschen!

Bei außergewöhnlicher Schwergängigkeit des Lagers, Befestigungsschrauben nochmals lösen und wieder stufenweise über Kreuz anziehen. Hierdurch werden Verspannungen eliminiert!

Lager nur nach der TPI 103, Einbau- und Wartungsanleitung, einbauen!

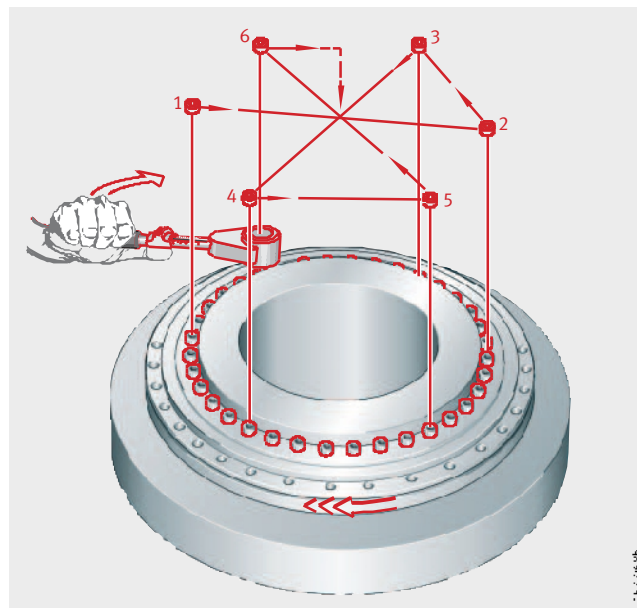


Bild 17
Befestigungsschrauben anziehen

Axial-Radiallager Axial-Schrägkugellager

Genauigkeit

Die Maßtoleranzen sind von der Toleranzklasse P5 abgeleitet. Die Lauftoleranzen entsprechen P4 nach DIN 620, siehe Tabelle Maßtoleranzen, Einbaumaße, Plan- und Rundlauf. Einflussfaktoren auf die Plan- und Rundlaufgenauigkeit sind:

- die Laufgenauigkeit des Lagers
- die Formgenauigkeit der Anschlussflächen
- die Passung zwischen drehendem Lagerring und Anschlussbauteil.

Achtung! Für höchste Laufgenauigkeit Passungsspiel 0 anstreben!

Die Lagerbohrung bei den Baureihen YRT, RTC und YRT_{Speed} kann im Anlieferungszustand leicht konisch sein. Das ist bauformtypisch und entsteht durch die Radiallager-Vorspannkräfte. Beim Einbau erhält das Lager wieder die Idealgeometrie.

Maßtoleranzen, Einbaumaße, Plan- und Rundlauf – YRT, ZKLDF

Maßtoleranzen				Einbaumaß					Plan- und Rundlauf ¹⁾	
Bohrung		Außen-durchmesser		H ₁	Δ_{H1s} ±	eingengt ²⁾ Δ_{H1s} ±	H ₂	eingengt ²⁾ Δ_{H2s} ±	normal	eingengt ²⁾
d	Δ_{ds}	D	Δ_{Ds}							
50	-0,008	126	-0,011	20	0,125	0,025	10	0,02	2	1
80	-0,009	146	-0,011	23,35	0,15	0,025	11,7	0,02	3	1,5
100	-0,01	185	-0,015	25	0,175	0,025	13	0,02	3	1,5
120	-0,01	210	-0,015	26	0,175	0,025	14	0,02	3	1,5
150	-0,013	240	-0,015	26	0,175	0,03	14	0,02	3	1,5
180	-0,013	280	-0,018	29	0,175	0,03	14	0,025	4	2
200	-0,015	300	-0,018	30	0,175	0,03	15	0,025	4	2
260	-0,018	385	-0,02	36,5	0,2	0,04	18,5	0,025	6	3
325	-0,023	450	-0,023	40	0,2	0,05	20	0,025	6	3
395	-0,023	525	-0,028	42,5	0,2	0,05	22,5	0,025	6	3
460	-0,023	600	-0,028	46	0,225	0,06	24	0,03	6	3
580	-0,025	750	-0,035	60	0,25	0,075	30	0,03	10	5 ³⁾
650	-0,038	870	-0,05	78	0,25	0,1	44	0,03	10	5 ³⁾
850	-0,05	1095	-0,063	80,5	0,3	0,12	43,5	0,03	12	6 ³⁾
950	-0,05	1200	-0,063	86	0,3	0,12	46	0,03	12	6 ³⁾
1030	-0,063	1300	-0,08	92,5	0,3	0,15	52,5	0,03	12	6 ³⁾

¹⁾ Für drehenden Innen- und Außenring, gemessen am eingebauten Lager, bei idealer Anschlusskonstruktion.

²⁾ Sonderausführung, nur bei YRT.

³⁾ Nur auf Anfrage für drehenden Außenring.

**Maßtoleranzen, Einbaumaße,
Plan- und Rundlauf –
RTC**

Maßtoleranzen						Einbaumaß		Plan- und Rundlauf ¹⁾	
Bohrung		Außen-durchmesser		Lagerhöhe		H ₁	Δ _{H1s} ±	norm	eingengt
d	Δ _{ds}	D	Δ _{Ds}	H	Δ _{Hs}				
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	μm	μm
80	-0,009	146	-0,011	35	+0,025 -0,15	23,35	0,025	3	1,5
100	-0,01	185	-0,015	38	+0,025 -0,15	25	0,025	3	1,5
120	-0,01	210	-0,015	40	+0,03 -0,175	26	0,025	3	1,5
150	-0,013	240	-0,015	40	+0,03 -0,175	26	0,03	3	1,5
180	-0,013	280	-0,018	43	+0,03 -0,175	29	0,03	4	2
200	-0,015	300	-0,018	45	+0,03 -0,2	30	0,03	4	2
260	-0,018	385	-0,020	55	+0,04 -0,25	36	0,04	5	3
325	-0,023	450	-0,023	60	+0,05 -0,3	40	0,05	5	3
395	-0,023	525	-0,028	65	+0,05 -0,3	42,5	0,05	5	3
460	-0,027	600	-0,028	70	+0,06 -0,35	46	0,06	6	3

¹⁾ Für drehenden Innen- und Außenring, gemessen am eingebauten Lager, bei idealer Anschlusskonstruktion.

**Maßtoleranzen, Einbaumaße,
Plan- und Rundlauf –
YRT_{Speed}**

Maßtoleranzen				Einbaumaß			Plan- und Rundlauf ¹⁾
Bohrung		Außendurchmesser		H ₁	Δ _{H1s}	H ₂	
d	Δ _{ds}	D	Δ _{Ds}				mm
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	μm
200	-0,015	300	-0,018	30	+0,04 -0,06	15	4
260	-0,018	385	-0,02	36,5	+0,05 -0,07	18,5	6
325	-0,023	450	-0,023	40	+0,06 -0,07	20	6
395	-0,023	525	-0,028	42,5	+0,06 -0,07	22,5	6
460	-0,023	600	-0,028	46	+0,07 -0,08	24	6

¹⁾ Für drehenden Innen- und Außenring, gemessen am eingebauten Lager, bei idealer Anschlusskonstruktion.

Sonderausführung

Auf Anfrage gibt es:

Für YRT Plan- und Rundlauf toleranz 50% eingengt.

Zusatztext: Plan-/Rundlauf 50%.

Für RTC Planlauf toleranz 50% eingengt.

Zusatztext: Planlauf 50%.

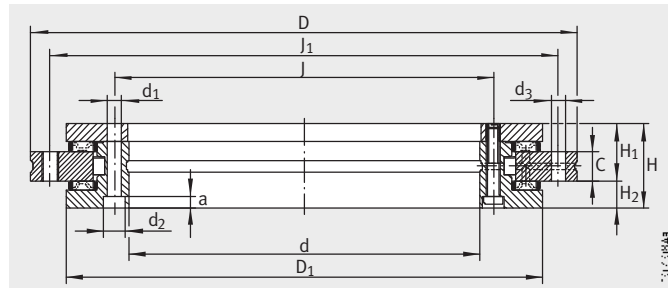
Für YRT enger toleriertes Anschlussmaß H₁ und H₂.

Zusatztext: H₁ mit Toleranz ± ..., H₂ mit Toleranz ± ...

Eingengter Toleranzwert siehe Tabelle, Seite 1010.

Axial-Radiallager

zweiseitig wirkend

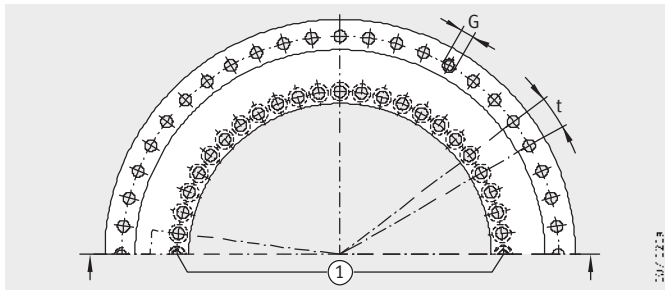


YRT

Maßtabelle - Abmessungen in mm

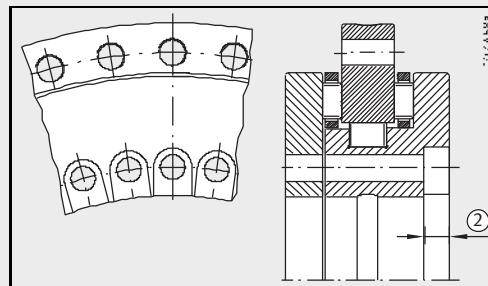
Kurzzeichen	Masse m ≈kg	Abmessungen									Befestigungsbohrungen					
		d	D	H	H ₁	H ₂	C	D ₁	J	J ₁	Innenring			Außenring		
											d ₁	d ₂	a	Anzahl ⁽⁴⁾	d ₃	Anzahl ⁽⁴⁾
YRT50	1,6	50	126	30	20	10	10	105	63	116	5,6	–	–	10	5,6	12
YRT80-TV⁵⁾	2,4	80	146	35	23,35	11,65	12	130	92	138	5,6	10	4	10	4,6	12
YRT100⁵⁾	4,1	100	185	38	25	13	12	160	112	170	5,6	10	5,4	16	5,6	15
YRT120	5,3	120	210	40	26	14	12	184	135	195	7	11	6,2	22	7	21
YRT150	6,2	150	240	40	26	14	12	214	165	225	7	11	6,2	34	7	33
YRT180	7,7	180	280	43	29	14	15	244	194	260	7	11	6,2	46	7	45
YRT200	9,7	200	300	45	30	15	15	274	215	285	7	11	6,2	46	7	45
YRT260	18,3	260	385	55	36,5	18,5	18	345	280	365	9,3	15	8,2	34	9,3	33
YRT325⁵⁾	25	325	450	60	40	20	20	415	342	430	9,3	15	8,2	34	9,3	33
YRT395	33	395	525	65	42,5	22,5	20	486	415	505	9,3	15	8,2	46	9,3	45
YRT460	45	460	600	70	46	24	22	560	482	580	9,3	15	8,2	46	9,3	45
YRT580	89	580	750	90	60	30	30	700	610	720	11,4	18	11	46	11,4	42
YRT650	170	650	870	122	78	44	34	800	680	830	14	20	13	46	14	42
YRT850	253	850	1095	124	80,5	43,5	37	1018	890	1055	18	26	17	58	18	54
YRT950⁷⁾	312	950	1200	132	86	46	40	1130	990	1160	18	26	17	58	18	54
YRT1030	375	1030	1300	145	92,5	–	40	1215	1075	1255	18	26	17	60	18	66

- 1) Einschließlich Halteschrauben bzw. Abdrückgewinde.
- 2) Anziehdrehmoment für Schrauben nach DIN 912, Festigkeitsklasse 10.9.
- 3) Steifigkeitswerte unter Berücksichtigung des Wälzkörpersatzes, Verformung der Lagerringe und der Schraubenverbindung.
- 4) Achtung!
Für Befestigungsbohrungen in der Anschlusskonstruktion. Teilung der Lagerbohrungen beachten.
- 5) Schraubensenkungen im Winkerring zur Lagerbohrung offen, siehe Bild, Seite 1013. Lager-Innendurchmesser ist in diesem Bereich freigestellt ②.
- 6) Bei hoher Einschaltdauer oder Dauerbetrieb bitte rückfragen.
- 7) Nur auf Anfrage lieferbar.



Bohrungsbild
① je Baugröße zwei Halteschrauben

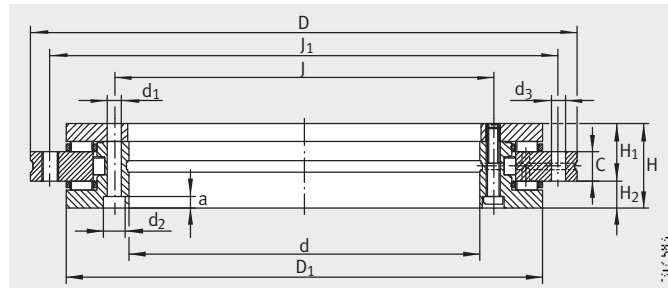
Teilung $t^1)$	Abdrückgewinde		Schraubenanziehdrehmoment $M_A^{2)}$ Nm	Tragzahlen				Grenzdrehzahl ⁶⁾ n_G min^{-1}	Lagerreibungsmoment M_{RL} Nm	axiale Senksteifigkeit ³⁾ c_{aL} kN/ μm	radiale Senksteifigkeit ³⁾ c_{rL} kN/ μm	Kippsteifigkeit ³⁾ c_{KL} kNm/mrad
	G	Anzahl		axial		radial						
				dyn. C_a N	stat. C_{0a} N	dyn. C_r N	stat. C_{0r} N					
12X30°	-	-	8,5	56 000	280 000	28 500	49 500	440	2,5	1,3	1,1	1,25
12X30°	-	-	8,5/4,5	38 000	158 000	44 000	98 000	350	3	1,6	1,8	2,5
18X20°	M5	3	8,5	73 000	370 000	52 000	108 000	280	3	2	2	5
24X15°	M8	3	14	80 000	445 000	70 000	148 000	230	7	2,1	2,2	7
36X10°	M8	3	14	85 000	510 000	77 000	179 000	210	13	2,3	2,6	11
48X 7,5°	M8	3	14	92 000	580 000	83 000	209 000	190	14	2,6	3	17
48X 7,5°	M8	3	14	98 000	650 000	89 000	236 000	170	15	3	3,5	23
36X10°	M12	3	34	109 000	810 000	102 000	310 000	130	25	3,5	4,5	45
36X10°	M12	3	34	186 000	1 710 000	134 000	415 000	110	48	4,3	5	80
48X 7,5°	M12	3	34	202 000	2 010 000	133 000	435 000	90	55	4,9	6	130
48X 7,5°	M12	3	34	217 000	2 300 000	187 000	650 000	80	70	5,7	7	200
48X 7,5°	M12	6	68	390 000	3 600 000	211 000	820 000	60	140	6,9	9	380
48X 7,5°	M12	6	116	495 000	5 200 000	415 000	1 500 000	55	200	7,6	10	550
60X 6°	M12	6	284	560 000	6 600 000	475 000	1 970 000	40	300	9,3	13	1 100
60X 6°	M12	6	284	1 040 000	10 300 000	600 000	2 450 000	40	600	10,4	14	1 500
72X 5°	M16	6	284	1 080 000	11 000 000	620 000	2 650 000	35	800	11,2	16	1 900



Schraubensenkung offen
Lager-Innendurchmesser im Bereich ② freigestellt

Axial-Radiallager

zweiseitig wirkend

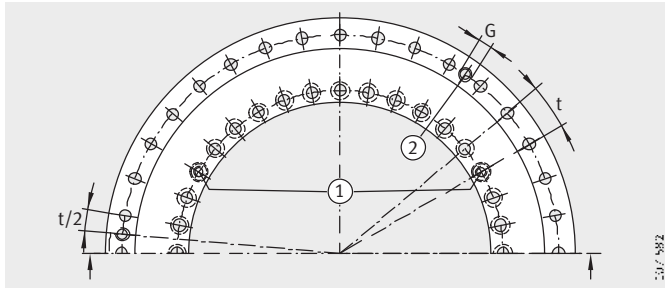


RTC

Maßtabelle - Abmessungen in mm

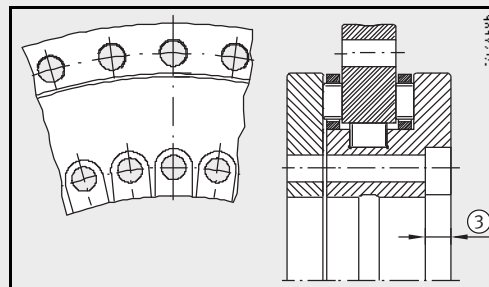
Kurzzzeichen	Masse m ≈kg	Abmessungen ⁷⁾								Befestigungsbohrungen					
		d	D	H	H ₁	C	D ₁	J	J ₁	Innenring			Außenring		
										d ₁	d ₂	a	Anzahl ⁴⁾	d ₃	Anzahl ⁴⁾
RTC80⁵⁾	2	80	146	35	23,35	12	130	92	138	5,6	10	5,7	12	4,6	12
RTC100⁵⁾	4	100	185	38	25	12	160	112	170	5,6	10	5,7	15	5,6	18
RTC120	5	120	210	40	26	12	184	135	195	7	11	7	21	7	24
RTC150	5,8	150	240	40	26	12	212	165	225	7	11	7	33	7	36
RTC180	8	180	280	43	29	15	242	194	260	7	11	7	45	7	48
RTC200	9,3	200	300	45	30	15	272	215	285	7	11	7	45	4	48
RTC260	18	260	385	55	36,5	18	343	280	365	9,3	15	9,3	33	9,3	36
RTC325⁵⁾	25	325	450	60	40	20	413	342	430	9,3	15	9,3	33	9,3	36
RTC395	33	395	525	65	42,5	20	484	415	505	9,3	15	9,3	45	9,3	48
RTC460	48	460	600	70	46	22	558	482	580	9,3	15	9,3	45	9,3	48

- 1) Einschließlich Halteschrauben bzw. Abdrückgewinde.
- 2) Anziehdrehmoment für Schrauben nach DIN 912, Festigkeitsklasse 10.9.
- 3) Steifigkeitswerte unter Berücksichtigung des Wälzkörpersatzes, Verformung der Lagerringe und der Schraubenverbindung.
- 4) Achtung!
Für Befestigungsbohrungen in der Anschlusskonstruktion. Teilung der Lagerbohrungen beachten.
- 5) Schraubensenkungen im Winkelring zur Lagerbohrung offen, siehe Bild, Seite 1015. Lager-Innendurchmesser ist in diesem Bereich freigestellt (3).
- 6) Bei hoher Einschaltdauer oder Dauerbetrieb bitte rückfragen.
- 7) Abmessungen d > 460 mm auf Anfrage lieferbar.



Bohrungsbild
 ① Halteschrauben 3x120°
 ② Abdrückgewinde

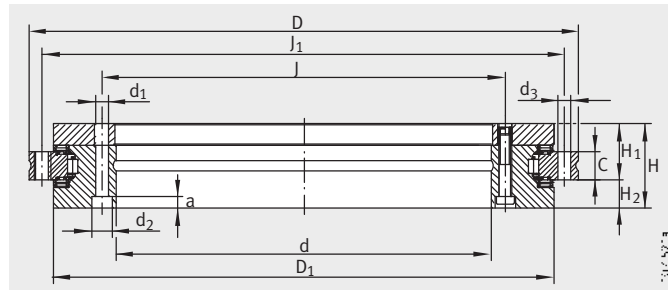
Teilung t ¹⁾	Halteschrauben Anzahl	Abdrückgewinde		Schraubenanziehdrehmoment M _A ²⁾ Nm	Tragzahlen				Grenzdrehzahl ⁶⁾ n _G min ⁻¹	Lagerreibungsmoment M _{RL} Nm	axiale Senksteifigkeit ³⁾ c _{aL} kN/μm	radiale Senksteifigkeit ³⁾ c _{rL} kN/μm	Kippsteifigkeit ³⁾ c _{kL} kNm/mrad
		G	Anzahl		axial		radial						
					dyn. C _a N	stat. C _{0a} N	dyn. C _r N	stat. C _{0r} N					
12X30°	3	–	–	8,5	56 000	255 000	42 500	100 000	1 000	1	0,71	1,8	1,6
18X20°	3	M5	3	8,5	76 500	415 000	47 500	120 000	800	4	1,2	2	5
24X15°	3	M6	3	14	102 000	540 000	52 000	143 000	700	5	1,3	2,2	7
36X10°	3	M6	3	14	112 000	630 000	56 000	170 000	600	7	1,5	2,6	11
48X 7,5°	3	M6	3	14	118 000	710 000	69 500	200 000	500	9	1,7	3	17
48X 7,5°	3	M6	3	14	120 000	765 000	81 500	220 000	450	11	1,8	3,5	23
36X10°	3	M8	3	34	160 000	1 060 000	93 000	290 000	360	16	2,1	4,5	45
36X10°	3	M8	3	34	275 000	1 930 000	120 000	345 000	300	27	2,8	5	80
48X 7,5°	3	M8	3	34	300 000	2 280 000	186 000	655 000	260	42	3,4	6	130
48X 7,5°	3	M8	3	34	355 000	2 800 000	200 000	765 000	220	55	3,9	7	200



Schraubensenkung offen
 Lager-Innendurchmesser im Bereich ③ freigestellt

Axial-Radiallager

zweiseitig wirkend

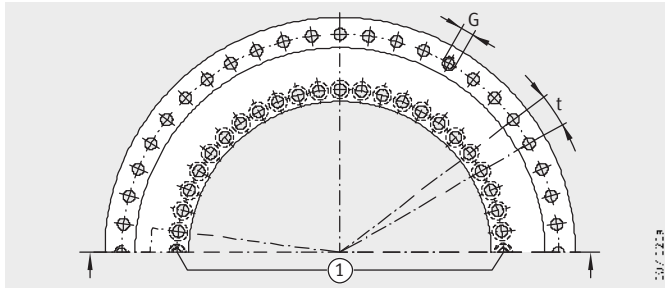


YRT_{Speed}

Maßtable · Abmessungen in mm

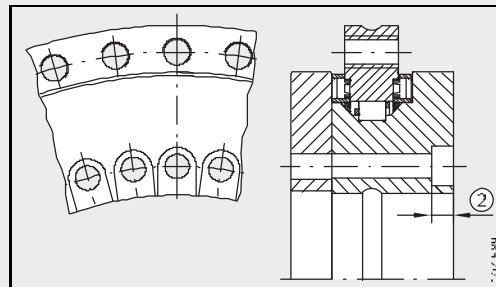
Kurzzeichen	Masse m ≈ kg	Abmessungen										Befestigungsbohrungen						Halteschrauben Anzahl
		d	D	H	H ₁	H ₂	C	D ₁	J	J ₁	Innenring			Außenring				
											d ₁	d ₂	a	Anzahl ³⁾	d ₃	Anzahl ³⁾		
YRTS200	9,7	200 _{-0,015}	300 _{-0,018}	45	30	15	15	274	215	285	7	11	6,2	46	7	45	2	
YRTS260	18,3	260 _{-0,018}	385 _{-0,02}	55	36,5	18,5	18	345	280	365	9,3	15	8,2	34	9,3	33	2	
YRTS325 ⁵⁾	25	325 _{-0,023}	450 _{-0,023}	60	40	20	20	415	342	430	9,3	15	8,2	34	9,3	33	2	
YRTS395	33	395 _{-0,023}	525 _{-0,028}	65	42,5	22,5	20	486	415	505	9,3	15	8,2	46	9,3	45	2	
YRTS460	45	460 _{-0,023}	600 _{-0,023}	70	46	24	22	560	482	580	9,3	15	8,2	46	9,3	45	2	

- 1) Einschließlich Halteschrauben bzw. Abdrückgewinde.
- 2) Für Schrauben nach DIN 912, Festigkeitsklasse 10.9.
- 3) Achtung!
Für Befestigungsbohrungen in der Anschlusskonstruktion. Teilung der Lagerbohrungen beachten.
- 4) Steifigkeitswerte unter Berücksichtigung des Wälzkörpersatzes, Verformung der Lagerringe und der Schraubenverbindung.
- 5) Schraubensenkungen im Winkelring zur Lagerbohrung offen, siehe Bild, Seite 1017. Lager-Innendurchmesser ist in diesem Bereich freigestellt ②.



Bohrungsbild
① Halteschrauben

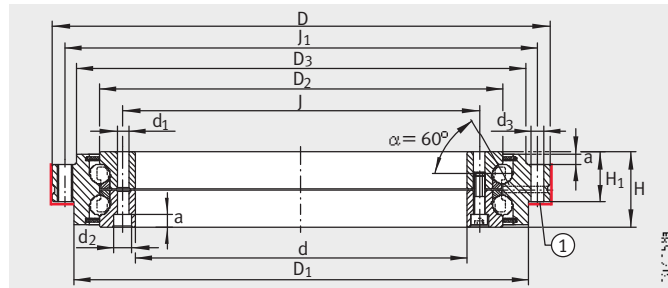
Teilung t ¹⁾ Anzahl x t	Abdrückgewinde		Schraubenanziehdrehmoment M _A ²⁾ Nm	Tragzahlen				Grenzdrehzahl n _G min ⁻¹	axiale Senksteifigkeit ⁴⁾ c _{aL} kN/μm	radiale Senksteifigkeit ⁴⁾ c _{rL} kN/μm	Kippsteifigkeit ⁴⁾ c _{kL} kNm/mrad	Massenträgheitsmoment für drehenden	
	G	Anzahl		axial		radial						Innenring IR M _M kg · cm ²	Außenring AU kg · cm ²
				dyn. C _a N	stat. C _{0a} N	dyn. C _r N	stat. C _{0r} N						
48X 7,5°	M8	3	14	155 000	840 000	94 000	226 000	1 160	4	1,2	29	667	435
36X10°	M12	3	34	173 000	1 050 000	110 000	305 000	910	5,4	1,6	67	2 074	1 422
36X10°	M12	3	34	191 000	1 260 000	109 000	320 000	760	6,6	1,8	115	4 506	2 489
48X 7,5°	M12	3	34	214 000	1 540 000	121 000	390 000	650	7,8	2	195	8 352	4 254
48X 7,5°	M12	3	34	221 000	1 690 000	168 000	570 000	560	8,9	1,8	280	15 738	7 379



Schraubensenkung offen
Lager-Innendurchmesser im Bereich ② freigestellt

Axial-Schrägkugellager

zweiseitig wirkend

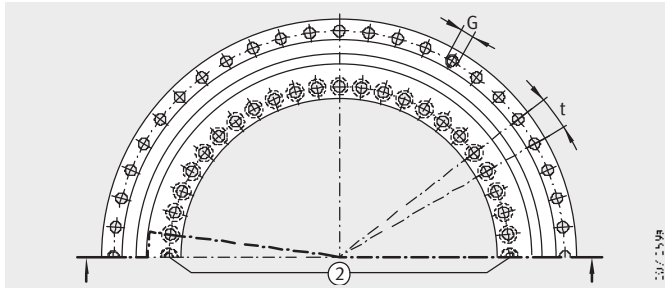


ZKLDF
 ① Auflagefläche/Zentrierdurchmesser

Maßtabelle · Abmessungen in mm

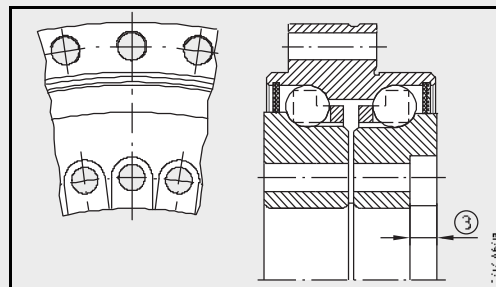
Kurzzeichen	Masse m ≈kg	Abmessungen										Innenring			
		d	D	H	H ₁	D ₁	D ₂	D ₃	J	J ₁	a	Befestigungsbohrungen		Halteschrauben Anzahl	
												d ₁	d ₂		Anzahl ⁴⁾
ZKLDF100 ⁵⁾	4,5	100	185	38	25	160	136	158	112	170	5,4	5,6	10	16	2
ZKLDF120	6	120	210	40	26	184	159	181	135	195	6,2	7	11	22	2
ZKLDF150	7,5	150	240	40	26	214	188	211	165	225	6,2	7	11	34	2
ZKLDF200	11	200	300	45	30	274	243	271	215	285	6,2	7	11	46	2
ZKLDF260	22	260	385	55	36,5	345	313	348	280	365	8,2	9,3	15	34	2
ZKLDF325 ⁵⁾	28	325	450	60	40	415	380	413	342	430	8,2	9,3	15	34	2
ZKLDF395	39	395	525	65	42,5	486	450	488	415	505	8,2	9,3	15	46	2
ZKLDF460 ⁶⁾	50	460	600	70	46	560	520	563	482	580	8,2	9,3	15	46	2

- 1) Einschließlich Halteschrauben bzw. Abdrückgewinde.
- 2) Anziehdrehmoment für Schrauben nach DIN 912, Festigkeitsklasse 10.9.
- 3) Steifigkeitswerte unter Berücksichtigung des Wälzkörpersatzes, Verformung der Lagerringe und der Schraubenverbindung.
- 4) Achtung!
Für Befestigungsbohrungen in der Anschlusskonstruktion. Teilung der Lagerbohrungen beachten.
- 5) Schraubensenkungen im Winkelring zur Lagerbohrung offen, siehe Bild, Seite 1019. Lager-Innendurchmesser ist in diesem Bereich freigestellt ③.
- 6) Abmessungen d > 460 mm auf Anfrage lieferbar.
- 7) Gültig bei angepasster Anschlusskonstruktion.

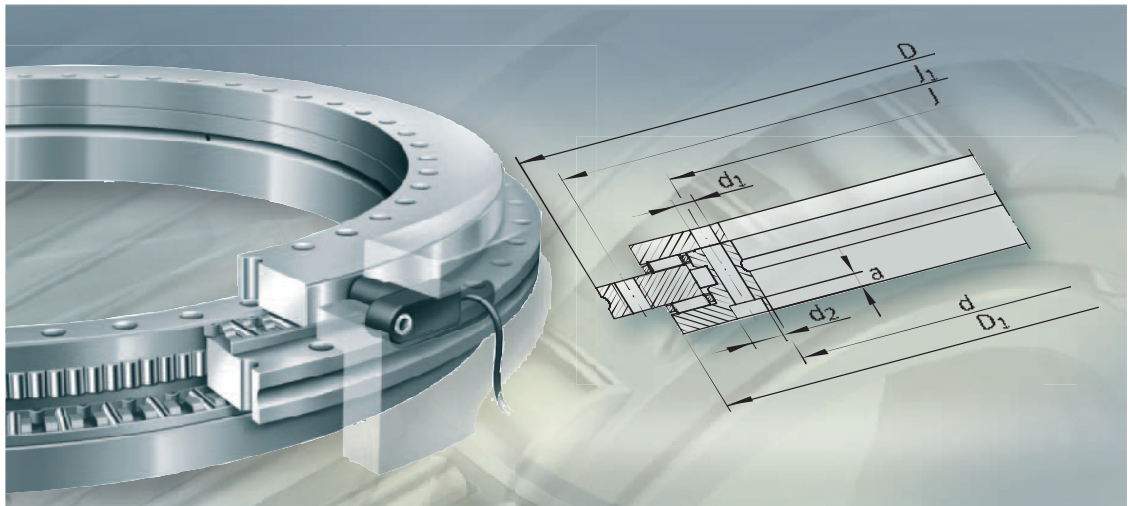


Bohrungsbild
 ② Halteschrauben

Außenring				Teilung t ¹⁾	Schraubenanziehdrehmoment M _A ²⁾ Nm	Tragzahlen		Grenzdrehzahl ⁷⁾ n _G min ⁻¹	Lagerreibungsmoment M _{RL} Nm	axiale Senksteifigkeit ³⁾ c _{aL} kN/μm	radiale Senksteifigkeit ³⁾ c _{rL} kN/μm	Kippsteifigkeit ³⁾ c _{KL} kNm/mrad
Befestigungsbohrungen		Abdrückgewinde				axial						
d ₃	Anzahl ⁴⁾	G	Anzahl			dyn. C _a N	stat. C _{0a} N					
5,6	15	M5	3	18X20°	8,5	71 000	265 000	2 800	1,6	1,2	0,35	3,6
7	21	M8	3	24X15°	14	76 000	315 000	2 400	2	1,5	0,4	5,5
7	33	M8	3	36X10°	14	81 000	380 000	2 000	3	1,7	0,5	7,8
7	45	M8	3	48X 7,5°	14	121 000	610 000	1 600	4,5	2,5	0,7	17,5
9,3	33	M12	3	36X10°	34	162 000	920 000	1 200	7,5	3,2	0,9	40
9,3	33	M12	3	36X10°	34	172 000	1 110 000	1 000	11	4	1	60
9,3	45	M12	3	48X 7,5°	34	241 000	1 580 000	800	16	4,5	1,3	100
9,3	45	M12	3	48X 7,5°	34	255 000	1 860 000	700	21	5,3	1,6	175



Schraubensenkung offen
 Lager-Innendurchmesser im Bereich ③ freigestellt



Axial-Radiallager mit integriertem Mess-System



Axial-Radiallager mit integriertem Mess-System

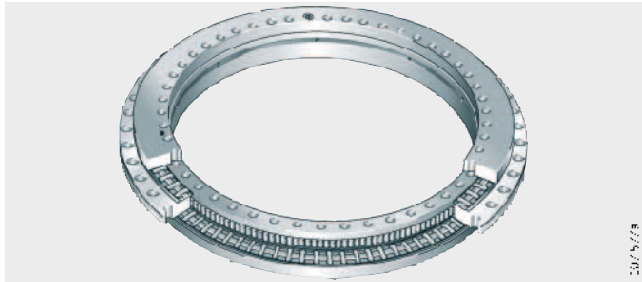
	Seite
Produktübersicht Axial-Radiallager mit integriertem Mess-System	1022
Merkmale Vorteile des Winkel-Mess-Systems	1023
Axial-Radiallager mit integriertem Mess-System	1024
MEKO/U-Messelektronik	1024
Messgenauigkeit.....	1025
Technische Produktinformation über Axial-Radiallager mit integriertem Mess-System	1026



Produktübersicht – Axial-Radiallager mit integriertem Mess-System

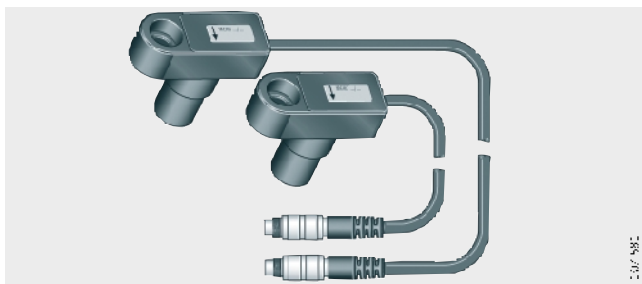
**Axial-Radiallager
mit magnetischer Maßverkörperung**

YRTM

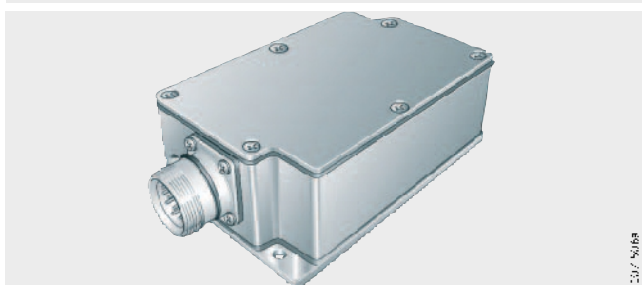


**MEKO/U-Messelektronik
Messköpfe**

MEKO/U



Auswert-Elektronik



Axial-Radiallager mit integriertem Mess-System

Merkmale

Axial-Radiallager mit integriertem Mess-System bestehen aus:

- einem Axial-Radiallager YRTM mit Maßverkörperung und einer MEKO/U-Messelektronik. Die Messelektronik beinhaltet zwei Messköpfe, einen Satz Abstimmbeilagen und eine Auswertelektronik.

Lager der Baureihe YRTM entsprechen mechanisch den Axiallagern YRT, sind jedoch zusätzlich mit einer magnetischen Maßverkörperung ausgestattet. Das Mess-System erfasst Winkel im Bereich von wenigen Winkelsekunden berührungslos und magnetoresistiv.

Für den mechanischen Teil der Axial-Radiallager YRTM gelten die Angaben von Seite 995 bis Seite 1011.

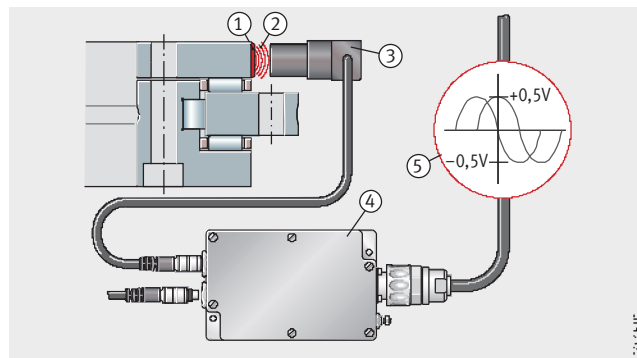
Vorteile des Winkel-Mess-Systems

Das Mess-System, *Bild 1*:

- arbeitet berührungslos und ist deshalb verschleißfrei
- misst verkippungs- und lageunabhängig
- hat eine Elektronik, die sich selbstständig abgleicht
- zentriert sich selbst
- ist unempfindlich gegenüber Schmierstoffen
- ist einfach zu montieren, die Messköpfe sind leicht justierbar, das Ausrichten von Lager und separatem Mess-System entfällt
- benötigt keine zusätzlichen Anbauteile
 - Maßverkörperung und Messköpfe sind in die Lager beziehungsweise Anschlusskonstruktion integriert
 - der eingesparte Bauraum kann für den Bearbeitungsraum der Maschine genutzt werden
- bereitet keine Schwierigkeiten mit Versorgungsleitungen. Die Leitungen können innerhalb der Anschlusskonstruktion direkt durch die große Lagerbohrung verlegt werden
- spart Bauteile, Gesamtbauraum und Kosten durch die kompakte, bauteilreduzierte, integrative Bauweise.

- ① Magnetischer Maßstab
- ② Magnetische Feldlinien
- ③ Messkopf mit magnetoresistivem Sensor
- ④ Auswert-Elektronik
- ⑤ Analoge Signale am Ausgang

Bild 1
Prinzip des Messverfahrens



Axial-Radiallager mit integriertem Mess-System

Axial-Radiallager mit integriertem Mess-System Maßverkörperung

Die Maßverkörperung ist am Außendurchmesser der Wellenscheibe nahtlos und ohne Stoß aufgebracht. Auf der magnetisierbaren, galvanischen Schicht befinden sich im Abstand von $250\ \mu\text{m}$ Magnetpole, die als Winkelnormale dienen, *Bild 2*.

Die Winkelposition wird inkremental gemessen, das heißt durch Zählen der einzelnen Inkremente. Für den festen Bezug der Winkelposition nach dem Einschalten der Maschine ist deshalb eine Referenzmarkenspur erforderlich.

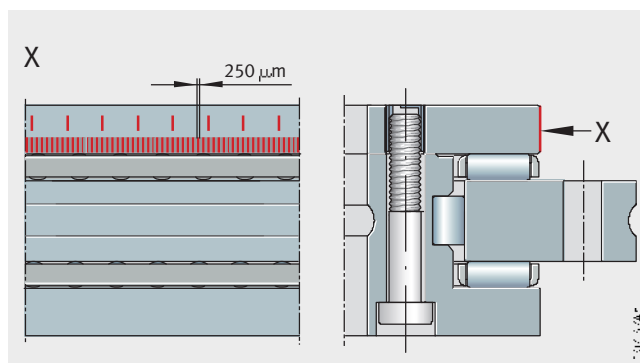


Bild 2
Maßverkörperung

Referenzmarken

Das System hat abstandskodierte Referenzmarken, über die der absolute Bezug schnell hergestellt wird. Hierzu sind alle 15° Referenzmarken mit definiert unterschiedlichen Abständen aufgebracht, so dass der absolute Bezug bereits nach dem Überfahren zweier benachbarter Referenzmarken (maximal 30°) gegeben ist.

MEKO/U-Messelektronik Messköpfe mit magneto-resistiven Sensoren

Die beiden Messköpfe sind bauraumoptimiert. Sie werden in einer Nut in der Anschlusskonstruktion mit einer Befestigungsschraube fixiert.

Durch den magneto-resistiven Effekt (MR-Effekt) werden die kleinen magnetischen Felder detektiert. Gegenüber Magnetköpfen messen die MR-Sensoren magnetische Felder statisch, das heißt, elektrische Signale werden im Gegensatz zu Magnetköpfen ohne Bewegung abgeleitet.

Die Widerstandsschicht der MR-Sensoren ist so aufgebaut, dass sich der Widerstand ändert, wenn ein Magnetfeld senkrecht zum Stromfluss anliegt.

Bewegt sich die magnetische Teilung am MR-Sensor vorbei, so werden zwei um 90° phasenverschobene Sinussignale erzeugt, die eine Periodenlänge von $500\ \mu\text{m}$ haben.

- Auswert-Elektronik** Die Auswert-Elektronik arbeitet mit Hilfe eines Digital-Signal-Prozessors (DSP).
Der Analog-Digital-Wandler digitalisiert die Eingangssignale. Der Hochleistungs-Prozessor (DSP) gleicht die Sensorsignale automatisch ab und berechnet mit vektorieller Addition aus den Sensorsignalen den effektiven Winkelwert. Korrigiert wird unter anderem der Offset der analogen Signale. Ein Digital-Analog-Wandler erzeugt synthetische Analogsignale als $1 V_{SS}$ -Wert.
Die Auswert-Elektronik kann frei oder in der Anschlusskonstruktion platziert werden. Sie wird mit der Steuerung durch ein markt-gängiges 12-poliges Verlängerungskabel verbunden.
Die Leitung für die Spannungssignale von der Auswert-Elektronik zur Folge-Elektronik kann bis zu 100 m lang sein.
- Kabel zur Signalübertragung** An jedem Messkopf ist ein 2 m, 2,5 m oder 3 m langes Kabel mit Stecker angebracht.
Die geschirmten Kabel der Mess-System-Komponenten sind aus Polyurethan (PUR) und nach VDO 0672 öl-, hydrolyse- und mikrobenbeständig.
Die Kabel sind geeignet für feste kraft- und torsionsfreie Verlegung. Mindestbiegeradius $R \geq 40$ mm einhalten. Bei abweichenden Anforderungen bitte rückfragen.
- Steckverbindungen** INA-Steckverbindungen sind robust und für den Einsatz in industrieller Umgebung ausgelegt. Sie erfüllen im gesteckten Zustand die Schutzart IP 65 (EN 60 529).
Die großflächigen Schirmanbindungen in den Steckern sorgen für eine sichere Abschirmung.
- Messgenauigkeit** Je genauer die Winkelmessung ist, desto genauer kann eine Rundachse positioniert werden. Die Genauigkeit der Winkelmessung wird im Wesentlichen bestimmt durch:
- ① die Güte der Maßverkörperung
 - ② die Güte der Abtastung
 - ③ die Güte der Auswert-Elektronik
 - ④ die Exzentrizität der Maßverkörperung zum Lager-Laufbahnsystem
 - ⑤ die Rundlauf-Abweichung der Lagerung
 - ⑥ die Elastizität der Mess-Systemwelle und deren Ankopplung an die zu messende Welle
 - ⑦ die Elastizität der Statorwelle bzw. Wellenkupplung.
- Für das Mess-System YRTM sind nur die Punkte ① bis ③ relevant. Die Exzentrizität in Punkt ④ wird durch die diametrale Anordnung der MR-Sensoren vollständig eliminiert.
Die Punkte ⑤ bis ⑦ spielen im INA-Mess-System nur eine sehr untergeordnete Rolle.

Axial-Radiallager mit integriertem Mess-System

Positionsabweichungen

Positionsabweichungen während einer Umdrehung sind die absoluten Messfehler bei einer Umdrehung des Systems (gemessen bei +20 °C Umgebungstemperatur)

■ YRTM150 $\leq \pm 6''$

■ YRTM180 $\leq \pm 5''$

■ YRTM200, YRTM260, YRTM325, YRTM395, YRTM460 $\leq \pm 3''$.

Da die Maßverkörperung direkt, das heißt ohne Ausgleichselemente, mit dem Wälzlager verbunden ist, könnten sich durch Bearbeitungskräfte Einfederungen im Lager-Laufbahnsystem auf das Messergebnis auswirken. Dieser Effekt wird durch die diametral angeordneten Messköpfe in der Auswert-Elektronik eliminiert.

Messprotokoll

Jedem INA-Mess-System ist ein Genauigkeits-Messprotokoll beigelegt, *Bild 3*.

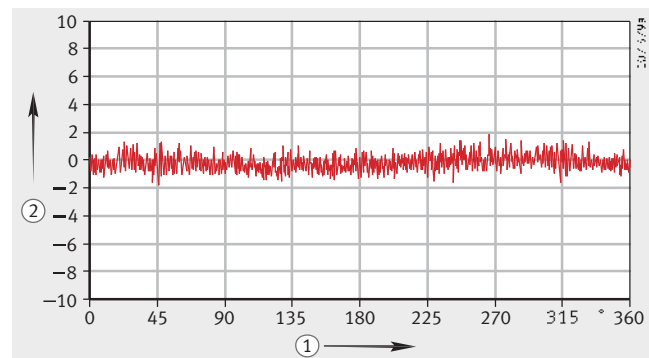
Die Genauigkeit wird an der kodierten Scheibe des YRTM-Lagers bei der Aufbringung der Kodierung gemessen und protokolliert.

Der Mess-Schrieb zeigt den Teilungsfehler der Kodierung.

- ① Messweg in Grad
② Abweichung in Winkelsekunden

Bild 3

Auszug eines Mess-Schriebs –
Beispiel
YRTM 395 – S.Nr. 03/09/004



Technische Produktinformation über Axial-Radiallager mit integriertem Mess-System

Über Axial-Radiallager mit integriertem Mess-System informiert ausführlich die TPI 120, Genauigkeitslager für kombinierte Lasten. Bitte anfordern.