

**Kugel- und Rollenlagerwerk Leipzig GmbH**



# **Wälzlager-Handbuch**

## **Roller bearings handbook**

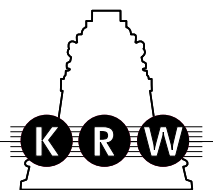
**Manual de rodamientos**  
**Manuale cuscinetti volventi**  
**Vierintälaakerin käsikirja**

**Manuel sur les roulements à rouleaux**  
**Manual chumaceira de rolos**  
**Wentellager-handboek**

**04/2003**

# Wälzlager-Handbuch

Ausgabe April 2003



## Roller bearings handbook

Edition April 2003



Sie erreichen uns/how to find us:

Kugel- und Rollenlagerwerk Leipzig GmbH

Gutenbergstr. 6 · D - 04178 Leipzig · Germany

Telefon: (+49 3 41) 45 320-22  
(+49 3 41) 45 320-33  
(+49 3 41) 45 320-44  
(+49 3 41) 45 320-66

Telefax: (+49 3 41) 45 320-17  
(+49 3 41) 45 320-19

Internet: <http://www.krweipzig.de>  
<http://www.krweipzig.com>

e-Mail: [office@krweipzig.de](mailto:office@krweipzig.de)

|   |    |
|---|----|
| Einführung.....                                 | 4  |
| Wälzlager Standardsortiment .....               | 6  |
| Kennzeichnung der Wälzlager .....               | 10 |
| Vorsetzzeichen                                  |    |
| Basiszeichen                                    |    |
| Nachsetzzeichen                                 |    |
| Ergänzungszeichen                               |    |
| Lebensdauer .....                               | 13 |
| Einbau der Wälzlager .....                      | 18 |
| Toleranzen der Umbauteile                       |    |
| Wellen- und Gehäusesitze                        |    |
| Kantenabstände                                  |    |
| Freistiche                                      |    |
| Hinweise zum Einbau                             |    |
| Vorbereitungen zum Einbau                       |    |
| Werkzeuge und Messmittel                        |    |
| Kontrolle                                       |    |
| Erstversorgung der Lagerstelle mit Schmierstoff |    |
| Schmierung .....                                | 34 |
| Schmierung von Kugellagern                      |    |
| Schmierung von Zylinderrollenlagern             |    |
| Schmierung von Kegelrollenlagern                |    |
| Schmierung von Pendelrollenlagern               |    |
| Schmierung von Axialzylinderrollenlagern        |    |
| Ausbau der Wälzlager .....                      | 38 |
| Wälzlagerschäden .....                          | 39 |
| Schadenanalyse                                  |    |
| Sitzflächen                                     |    |
| Laufbilder                                      |    |
| Lagerschäden                                    |    |
| abrassiver Verschleiß                           |    |
| Einwalzung und Ansmierung von Teilchen          |    |
| Zerstörungen und Verfärbungen                   |    |
| Risse   |    |
| Pittingbildung                                  |    |
| Korrosion                                       |    |
| Käfigschäden                                    |    |
| Maßnahmen der Schadenbeseitigung                |    |
| KRW-Lieferprogramm .....                        | 51 |
| Nachsetzzeichen .....                           | 52 |

|  |     |
|--|-----|
| Introduction.....                                | 5   |
| Standard range roller bearings .....             | 56  |
| Roller bearings codes .....                      | 60  |
| Prefix letter codes                              |     |
| Basic letter codes                               |     |
| Suffix letter codes                              |     |
| Additional codes                                 |     |
| Service life.....                                | 63  |
| Roller bearings installation .....               | 68  |
| Refit component tolerances                       |     |
| Shaft and housing seats                          |     |
| Edge distances                                   |     |
| Recesses   |     |
| Installation instructions                        |     |
| Preparing the installation                       |     |
| Tools and gauges                                 |     |
| Inspection                                       |     |
| First lubrication of the bearing point           |     |
| Lubrication.....                                 | 84  |
| Roller bearings lubrication                      |     |
| Cylindrical roller bearings lubrication          |     |
| Roller tapered bearings lubrication              |     |
| Lubrication of spherical roller bearings         |     |
| Lubrication of axial cylindrical roller bearings |     |
| Roller bearings removal .....                    | 88  |
| Roller bearing damages.....                      | 89  |
| Damage analysis                                  |     |
| Seats  |     |
| Typical wear                                     |     |
| Bearing damage                                   |     |
| Abrasion wear                                    |     |
| Rolling and adhesion of particles                |     |
| Destruction and discolouration                   |     |
| Cracks   |     |
| Pitting  |     |
| Corrosion  |     |
| Cage damage                                      |     |
| Damage repair                                    |     |
| KRW Delivery programme .....                     | 101 |
| Suffix code letters .....                        | 102 |

Das Unternehmen Kugel- und Rollenlagerwerk Leipzig GmbH setzt die Tradition der Wälzlagerfertigung in Leipzig seit nunmehr 100 Jahren fort. Unter dem Warenzeichen – **K R W** – fertigen engagierte und hochqualifizierte Mitarbeiter seit 10 Jahren Wälzlager fast aller Bauarten im Abmessungsbereich bis 1200 mm (Außendurchmesser).

Das Wälzlager-Handbuch wendet sich an das Bedienungs- und Wartungspersonal von Maschinen und Anlagen, in denen Wälzlager für die Funktions- und Betriebssicherheit von wesentlicher Bedeutung sind.

Das Handbuch geht von dem Standardsortiment der Wälzlager aus. Auf der Grundlage der Toleranzen der Wälzlager, die in ISO 15 und ISO 355 bzw. DIN 616 festgelegt und bereits auszugsweise im Lieferprogramm für Wälzlager für das KRW-Sortiment wiedergegeben wurden, werden im Wälzlager-Handbuch die Toleranzen der Wellen- und Gehäusesitze wiedergegeben. Das Wälzlager-Handbuch gibt Hinweise für den Einbau, die Schmierung, die Schadenserkennung und -beurteilung in der Zielsetzung nach der Instandsetzung Fehler weitgehend zu vermeiden.

Durch die Darstellung der Schäden sowie der möglichen Ursachen soll das Wälzlager-Handbuch dem Instandhaltungspersonal Entscheidungshilfen vermitteln, die besonders im großen Durchmesserbereich die Rekonditionierung der Wälzlager aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten nachdenkenswert erscheinen lassen.

Neben der Neufertigung von genormten Wälzlagern werden im Unternehmen Kugel- und Rollenlagerwerk Leipzig GmbH sowohl Sonderlager nach Kundenwünschen entwickelt und hergestellt als auch in zunehmendem Umfang Rekonditionierungen von Wälzlagern durchgeführt.

Im Anhang wird in einer Übersicht der Vergleich der Nachsetzzeichen verschiedener namhafter Wälzlagerhersteller dargestellt.

Die Angaben dieses Wälzlagerhandbuches sind verbunden mit dem KRW-Lieferprogramm, in dem für alle lieferbaren Lagerarten und Bauformen die Maßangaben und Toleranzen enthalten sind.

Alle Angaben im Lieferprogramm und Wälzlagerhandbuch wurden sorgfältig zusammengestellt.

Änderungen, die der technischen Entwicklung dienen, behalten wir uns vor.

Zur Anwendung kommen die Normen der neuesten Ausgabe.

Sollten Sie noch weitere Fragen haben:

Telefon: Zentrale (+49 3 41) 45 320-0  
Vertrieb (+49 3 41) 45 320-22  
Vertrieb (+49 3 41) 45 320-33  
Vertrieb (+49 3 41) 45 320-44  
Vertrieb (+49 3 41) 45 320-66

Fax: Zentrale (+49 3 41) 45 320-17  
Vertrieb (+49 3 41) 45 320-19

Internet: <http://www.krweipzig.de>  
<http://www.krweipzig.com>

E-Mail [office@krweipzig.de](mailto:office@krweipzig.de)

The company Kugel- & Rollenlagerwerk Leipzig GmbH can look back upon 100 years of roller bearings manufacturing in Leipzig. Qualified and committed staff have manufactured roller bearings under the – **K R W** – logo for 10 years now - range spans nearly all the design versions up to a maximum dimension of 1200 mm (outer diameter).

The roller bearings handbook's target audience are operators and service technicians of machines and where roller bearings are vital for function and operating safety.

The handbook concentrates on the standard range of roller bearings. The roller bearings handbook specifies the tolerances of shaft and housing seats according to the roller bearings tolerances based upon standard ISO 15 and ISO 355 or DIN 616, respectively, which are in part already included in the KRW roller bearings catalogue. The roller bearings handbook provides detailed instructions on installation, lubrication, damage detection, and damage evaluation, to avoid any mistakes in service and repair.

The damages and causes discussed in the roller bearings handbook may help the service technician to make informed decisions if a reconditioning of large diameter roller bearings is cost efficient.

The Kugel- & Rollenlagerwerk Leipzig GmbH do not only manufacture standard roller bearings, but develop and make special tailored bearings and provide also more and more reconditioning of roller bearings.

The appendix includes a list of comparable suffix letter codes of leading roller bearings manufacturers.

All the information in this roller bearings handbook is related to the KRW delivery programme, which includes the dimensions and tolerances of all the bearing types and design versions available.

All the data in the delivery programme and the roller bearings handbook are carefully compiled.

Modifications to reflect technical improvements are reserved without prior information.

Standards are always used in the most up to date version as amended.

If you have further questions please do not hesitate to contact us:

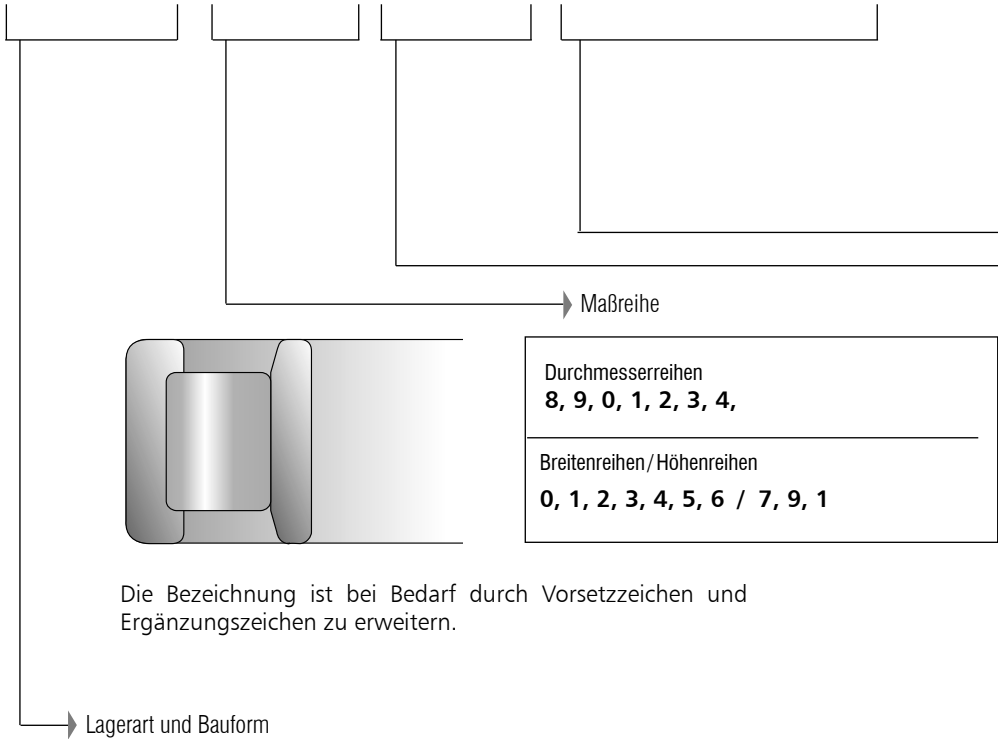
Phone: PBX (+49 3 41) 45 320-0  
Distribution (+49 3 41) 45 320-22  
Distribution (+49 3 41) 45 320-33  
Distribution (+49 3 41) 45 320-44  
Distribution (+49 3 41) 45 320-66

Fax: PBX (+49 3 41) 45 320-17  
Distribution (+49 3 41) 45 320-19

Internet: <http://www.krweipzig.de>  
<http://www.krweipzig.com>

E-Mail [office@krweipzig.de](mailto:office@krweipzig.de)

# NU2022E.M3



|  |  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|--|---|
|  | Rillenkugellager, einreihig<br><b>6</b>      |  | Schräggugellager, einreihig<br><b>7</b>      |  | Schräggugellager, zweireihig<br><b>SKZ</b>    |
|  | Zylinderrollenlager, einreihig<br><b>NU</b>  |  | Zylinderrollenlager, zweireihig<br><b>NN</b> |  | Zylinderrollenlager, zweireihig<br><b>NNU</b> |
|  | Radsatz-Zylinderrollenlager<br><b>WJ/WJP</b> |  | Axialzylinderrollenlager<br><b>8</b>         |  | Kegelrollenlager<br><b>3</b>                  |

- NU** Zylinderrollenlager
- 2** Durchmesserreihe
- 0** Breitenreihe
- 22** Bohrungskennzahl
- E.M3** Modifikation



KRW erfüllt ständig spezielle Kundenwünsche. Leistungsdaten, konstruktive Ausführung und Bezeichnung werden gesondert vereinbart.

**Bohrungskennzahl**

Bohrungsdurchmesser bis 500 mm

Bohrungsdurchmesser = 5 · Bohrungskennzahl

Beispiel: NU20**22**, d = 5 · 22 = 110 mm

Bohrungsdurchmesser ab 500 mm

/ Bohrungsdurchmesser

Beispiel: NU10/**500**, d = 500 mm

**Nachsetzzeichen**

Nachsetzzeichen kennzeichnen Spezifikationen des Lagers wie Käfigausführung, Toleranzklasse, Lagerluft, Maßstabilisierung u. ä.

im obigen Beispiel:

**E** Ausführung mit erhöhter Tragzahl

**M3** Massivkäfig aus Messing, stegvernetzt, rollkörpergeführt

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  | Vierpunktlager get. Innenring<br><b>QJ</b>                               |  | Vierpunktlager get. Außenring<br><b>Q</b>  |  | Axialschräggugellager<br>2344, 2347                              |
|  | Zylinderrollenlager (vollrollig), einreihig<br><b>NCF...V, NJG23...V</b> |  | Zylinderrollenlager (vollrollig), zweireihig<br><b>NNC...V, NNCL...V, NNCF...V</b> |  | Zylinderrollenlager (vollrollig), mehrreihig<br><b>NNU60...V</b> |
|  | Tonnenlager<br><b>2</b>  |  | Pendelrollenlager<br><b>2</b>  |  |  |

Wälzlager werden in verschiedenen Lagerarten und Bauformen weltweit hergestellt.

Eine Übersicht über alle genormten Wälzlager gibt die DIN 611, die Maßpläne sind in DIN 616-1, die Toleranzen in DIN 620 in den Teilen 1–4 enthalten. Die inhaltlich übereinstimmenden und vergleichbaren ISO-Normen sind in DIN 611 ebenfalls benannt.

Amerikanische Normen sind nicht berücksichtigt.

Die grau unterlegten Lagerarten sind im Lieferprogramm des KRW-Standardsortiments enthalten.

Bauformen und Maßreihen sind am Ende des Handbuches aufgeführt. Im KRW-Lieferprogramm befinden sich ausführliche Maßtabellen.

## Lagerarten und Bauformen

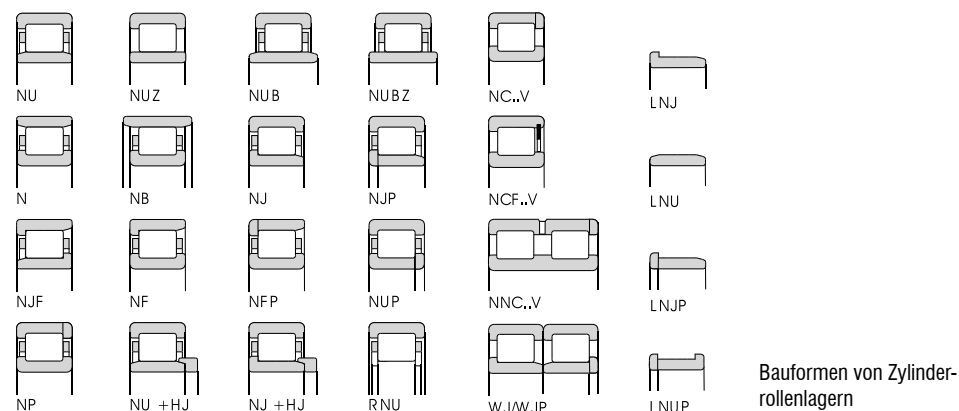
| Lagerart   | Kurz-Zeichen | Bauform  | DIN-Nummer | ISO-Nummer         |
|--|--------------|--|------------|--------------------|
| Kugel- und Rollenlager   | 6            | Schulterkugellager                                   | DIN 615    | -                  |
|  | 6            | Rillenkugellager, einreihig                          | DIN 625-1  | ISO 15             |
|  | 4            | Rillenkugellager, zweireihig mit oder ohne Füllnuten | DIN 625-3  | ISO 15             |
|  | 6            | Rillenkugellager mit Flansch                         | DIN 625-4  | ISO 15 u. ISO 8443 |
|  | YEL, YEN     | Rillenkugellager, Spannlager                         | DIN 626-1  | ISO 15             |
|  | 7            | Schräggugellager, einreihig                          | DIN 628-1  | ISO 15             |
|  | 0            | Schräggugellager, zweireihig                         | DIN 628-3  | ISO 15             |
|  | Q, QJ        | Vierpunktlager                                       | DIN 628-4  | ISO 15             |
|  | UK, UL, UM   | Schräggugellager, zweireihig mit Trennkugeln         | DIN 628-5  | ISO 15             |
|  | 1            | Pendelkugellager                                     | DIN 630    | ISO 15             |
|  | 2            | Pendelrollenlager, einreihig                         | DIN 635-1  | ISO 15             |
|  | 2            | Pendelrollenlager, zweireihig                        | DIN 635-2  | ISO 15             |
|  | N, NU, NUP   | Zylinderrollenlager, einreihig                       | DIN 5412-1 | ISO 15             |
|  | NJ, RNU, RN  | <sup>1)</sup>  |            |                    |
|  | NNU, NN      | Zylinderrollenlager, zweireihig                      | DIN 5412-4 | ISO 15             |
|  | NC           | Zylinderrollenlager, einreihig, vollrollig           | ISO 15     |                    |
|  | NNC, NNCF    | Zylinderrollenlager, zweireihig                      | DIN 5412-9 | ISO 15             |
|  | NNCL         | vollrollig   |            |                    |
|  | NA           | Nadellager mit Käfig                                 | DIN 617    | ISO 1206           |
|  | WJ, WJP      | Radsatzlager   | DIN 5570-2 |                    |
| Radial-Nadelkränze   | K            | Nadellager, Radial-Nadelkranz                        | DIN 5405-1 | ISO 3030           |
| Nadelhülsen und Nadelbüchsen   | HK, BK       | Nadellager, Nadelhülse, Nadelbüchse, mit Käfig       | DIN 618-1  | ISO 3245           |
|  | HK           | Nadelhülse, abgedichtet                              | DIN 618-2  | -                  |
| Kegelrollenlager   | 3            | Kegelrollenlager, einreihig                          | DIN 720    | ISO 355            |
| Einseitig wirkende Axial-Rillenkugellager mit ebener Gehäusescheibe, Axial-Zylinderrollenlager und Axial-Pendelrollenlager | 5            | Axial-Rillenkugellager, einseitig wirkend            | DIN 711    | ISO 104            |
|  | 8            | Axial-Zylinderrollenlager, einseitig wirkend         | DIN 722    | ISO 104            |
|  | 2            | Axial-Pendelrollenlager, einseitig wirkend           | DIN 728    | ISO 104            |

|  |         |  |            |           |
|--|---------|--|------------|-----------|
| Zweiseitig wirkende Axial-Rillenkugellager mit ebener Gehäusescheibe | 5       | Axial-Rillenkugellager, zweiseitig wirkend | DIN 715    | ISO 104   |
| Axial-Zylinderrollenlager  |         |  |            |           |
| Axial-Nadelkränze und Axialscheiben                                  | AS      | Nadellager, Axial-Nadelkranz               | DIN 5405-2 | ISO 3031  |
| kombinierte Nadellager   | NAXR    | Nadelaxialzylinderrollenlager              | DIN 5429-1 |           |
|  | NAXK    | Nadelaxialkugellager                       |            |           |
|  | NAIA    | Nadelschräggugellager                      | DIN 5429-2 |           |
| Spannhülsen  | H       | Wälzlager Spannhülsen                      | DIN 5415   | ISO 113-1 |
| Abziehhülsen   | AH, AHX | Wälzlager Abziehhülsen                     | DIN 5415   | ISO 113-1 |
| Winkelringe für Zylinderrollenlager                                  | HJ      | zu Zylinderrollenlager, einreihig          | DIN 5412-1 | ISO 15    |
|  |         | - in Normalausführung                      |            | ISO 246   |
|  |         | - in verstärkter Ausführung                |            | -         |

<sup>1)</sup> Anmerkung zu den Zylinderrollenlagern:

Von den in der DIN 5401-1 aufgeführten Bauformen der Zylinderrollenlager können weitere Bauformen abgeleitet werden, siehe Abbildung. Die technischen Eigenschaften wie Tragzahl und Drehzahlen bleiben unverändert.

Lagerbauarten und -bauformen, die nicht grau unterlegt sind, befinden sich zzt. nicht im KRW-Standardsortiment. Bei Bedarf an Wälzlagern vor allem im Abmessungsbereich (Außendurchmesser) D = 120–1200 mm lohnt sich eine Anfrage.



Für Sonderlager, die aus den Abmessungen der genormten Wälzlager abgeleitet werden können, besteht grundsätzlich Fertigungsbereitschaft. Die Übersicht *Lagerarten und Bauformen* bedeutet deshalb keine Einschränkung der Liefermöglichkeiten. Das Unternehmen Kugel- und Rollenlagerwerk Leipzig GmbH spezialisiert sich in zunehmendem Umfang auf die Fertigung von Sonderlagern und kann damit besondere Kundenwünsche erfüllen.

## Kennzeichnung der Wälzlager

Vorsetzzeichen und Basiszeichen

Jedes Wälzlager aus dem Standardsortiment des Unternehmens Kugel- und Rollenlagerwerk Leipzig GmbH ist in Anwendung der DIN 623-1 durch Kurzzeichen eindeutig gekennzeichnet. Das Kurzzeichen besteht aus Vorsetz-, Basis-, Nachsetz- und Ergänzungszeichen. Der Aufbau der Zeichenkette ist in folgender Abbildung in prinzipieller Form dargestellt:

| Vorsetz-<br>zeichen | Basiszeichen |                             |                            |                   | Nachsetz-<br>zeichen  | Ergän-<br>zungs-<br>zeichen                       |
|---------------------|--------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------|---|---|
| Einzelteil          | Lagerreihe   |                             |                            | Lagerboh-<br>rung | innere Kon-<br>struktion<br>äußere<br>Form<br>Genauig-<br>keit<br>Lagerluft<br>Wärmebe-<br>handlung | Vereinba-<br>rung zur<br>speziellen<br>Ausführung |
|                     | Lagerart     | Maßreihe                    |                            |                   |   |   |
|                     |              | Breiten-<br>Höhen-<br>Reihe | Durch-<br>messer-<br>reihe |                   |   |   |

### Vorsetzzeichen

Als Vorsetzzeichen werden bei Wälzlager aus dem derzeit gefertigten KRW-Sortiment verwendet:

|    |  |                               |
|----|--|-------------------------------|
| R  | Außenring mit Rollensatz einschließlich Käfig  | Beispiel <b>R</b> NU2238E.M2A |
| L  | Innenring eines Zylinderrollenlagers           | Beispiel <b>L</b> NUP1064E    |
| GS | Gehäusescheibe eines Axialzylinderrollenlagers | Beispiel <b>GS</b> 81140      |
| WS | Wellenscheibe eines Axialzylinderrollenlagers  | Beispiel <b>WS</b> 81244      |
| K  | Käfig mit montierten Zylinderrollen            | Beispiel <b>K</b> 81124       |

### Basiszeichen

Das Basiszeichen enthält die Informationen über die

**Lagerart**, die durch Ziffern oder Buchstaben(-kombinationen) dargestellt werden:

|                  |                                 |                              |
|------------------|---------------------------------|------------------------------|
| 2                | Pendelrollenlager               | Beispiel <b>2</b> 2338EA     |
| 3                | Kegelrollenlager                | Beispiel <b>3</b> 2044.MPB   |
| 6                | Radialrillenkugellager          | Beispiel <b>6</b> 018M       |
| 7                | Schräggugellager                | Beispiel <b>7</b> 240B       |
| 8                | Axialzylinderrollenlager        | Beispiel <b>8</b> 1144M      |
| N <sup>1)</sup>  | einreihige Zylinderrollenlager  | Beispiel <b>NU</b> 1064E.MA3 |
| NN <sup>1)</sup> | zweireihige Zylinderrollenlager | Beispiel <b>NNU</b> 4924M    |
| Q <sup>1)</sup>  | Vierpunktlager                  | Beispiel <b>Q</b> 314MP      |

<sup>1)</sup> weitere Angaben zur Lagerart siehe KRW-Lieferprogramm

## Kennzeichnung der Wälzlager

Basiszeichen und Nachsetzzeichen

**Maßreihe**, die nach DIN 616 aus Breiten-(Höhen-)reihe und Durchmesserreihe zusammengesetzt wird:

|    |             |                           |
|----|-------------|---------------------------|
| 18 | Maßreihe 18 | Beispiel <b>61</b> 856M   |
| 19 | Maßreihe 19 | Beispiel <b>619</b> /530M |
| 02 | Maßreihe 02 | Beispiel <b>NU22</b> 6E.M |
| 11 | Maßreihe 11 | Beispiel <b>811</b> 56M   |

Zur Bildung weiterer Maßreihen wird auf die DIN 616 verwiesen.

### Lagerbohrung

Im KRW-Standardsortiment kommen 2 Bezeichnungsarten zur Anwendung:

Im Durchmesserbereich  $d < 500$  mm wird eine Bohrungskennziffer verwendet, die mit 5 multipliziert den Bohrungsdurchmesser in mm kennzeichnet, im Durchmesserbereich  $d \geq 500$  mm wird der Durchmesser in mm direkt angegeben.

|     |   |                          |
|-----|---|--------------------------|
| 24  | Bohrungskennziffer 24 bedeutet $d = 120$ mm | Beispiel <b>NU24E.M3</b> |
| 530 | Bohrungsdurchmesser $d = 530$ mm            | Beispiel <b>618/530M</b> |

### Nachsetzzeichen

Die Nachsetzzeichen sind entsprechend der DIN 623 gestaltet und bedeuten für:

#### Käfig

|    |  |                             |
|----|--|-----------------------------|
| M  | Massivkäfig aus Messing                                      | Beispiel <b>NU1064E.MA</b>  |
| F  | Massivkäfig aus Stahl  | Beispiel <b>24.60.01FPA</b> |
| AL | Massivkäfig aus Aluminium <sup>1)</sup>                      | Beispiel <b>81120ALB</b>    |
| H  | Massivkäfig aus Bronze                                       | Beispiel <b>NU1044HPA</b>   |
| T  | Käfig aus Kunststoff mit Gewebeeinlage                       | Beispiel <b>7220B.TB</b>    |
| TN | Käfig aus Kunststoff, weitere Festlegungen nach Vereinbarung | Beispiel <b>6020TN</b>      |

<sup>1)</sup> AL abweichend von DIN 623, dort L.

Weitere Zahlen und Buchstaben charakterisieren die Ausführungsform und sind den Angaben im Lieferprogramm zu entnehmen.

### Maß-, Form- und Lagetoleranzen

|    |  |                             |
|----|--|-----------------------------|
| PN | Normaltoleranz (in der Regel nicht gekennzeichnet) |                             |
| P6 | Toleranzklasse P6, genauer als PN                  | Beispiel <b>6040M.P6</b>    |
| P5 | Toleranzklasse P5, genauer als P6                  | Beispiel <b>NU320E.M.P5</b> |
| P4 | Toleranzklasse P4, genauer als P5                  | Beispiel <b>NNU4920M.P4</b> |

## Kennzeichnung der Wälzlager

Lagerluft, Nachsetzzeichen, Ergänzungszeichen

### Lagerluft

|    |  |                                |
|----|--|--------------------------------|
| C1 | kleiner als C2 (in der Regel nur bei nicht austauschbaren Ringen der zweireihigen Zylinderrollenlager) | Beispiel NNU4932M. <b>C1NA</b> |
| C2 | kleiner als CN   | Beispiel NU240E.M3. <b>C2</b>  |
| CN | Normalluft (in der Regel nicht gekennzeichnet)   |                                |
| C3 | größer als CN  | Beispiel 61844M. <b>C3</b>     |
| C4 | größer als C3  | Beispiel NJ2340E.M2. <b>C4</b> |
| C5 | größer als C4 (wird nur bei Pendelrollenlagern angewendet)   |                                |

Oftmals werden bei den Kennzeichen für die Genauigkeit und die Lagerluft Kombinationskennzeichen eingesetzt, z. B. P63 für die Toleranzklasse P6 und die Lagerluft C3.

Beispiel 6240M.**P63**

### Maßstabilisierung

|     |  |                                   |
|-----|--|-----------------------------------|
| S00 | (Normalausführung, anwendbar bis 120 °C) <sup>1)</sup> |                                   |
| S0  | für Betriebstemperaturen bis 150 °C                    | Beispiel NU224E.M.C3. <b>S0</b>   |
| S1  | für Betriebstemperaturen bis 200 °C                    | Beispiel 71996MP. <b>S1</b>       |
| S2  | für Betriebstemperaturen bis 250 °C                    | Beispiel 236M.C3. <b>S2</b>       |
| S3  | für Betriebstemperaturen bis 300 °C                    | Beispiel NU240E.M3A.C3. <b>S3</b> |
| S4  | für Betriebstemperaturen bis 350 °C                    | Beispiel 24032EAS.C4. <b>S4</b>   |

<sup>1)</sup> abweichend von DIN 623, dort SN

### Ergänzungszeichen

Die Ergänzungszeichen werden in der Regel mit dem Kunden vereinbart und kennzeichnen die Anwendung einer besonderen Fertigungsverfahren.

|     |  |                               |
|-----|--|-------------------------------|
| FV1 | Lager gefertigt nach Fertigungsverfahren von KRW | Beispiel NU328E.M. <b>FV1</b> |
|-----|--|-------------------------------|

## Lebensdauer

nominelle und erweiterte Lebensdauer

### Lebensdauer

Die nominelle Lebensdauer wird bei 90 % aller Wälzlager erreicht oder übertroffen, wenn die äquivalente Belastung und deren dynamische Tragzahlen, die in den Lagertabellen des KRW-Lieferprogramms ausgewiesen sind, den folgenden Beziehungen genügen:

$$L_{10} = (C/P)^3 \quad \text{für Kugellager}$$

$$L_{10} = (C/P)^{10/3} \quad \text{für Rollenlager}$$

Dabei ist die dynamische Tragzahl C auf  $10^6$  Umdrehungen oder 500 Betriebsstunden bezogen. Die Berechnung der Tragzahlen beruht auf der Ermüdungstheorie von Palmgren und Lundberg und ist in DIN ISO 281 genormt.

Die Belastung wird als äquivalente Belastung unter Anwendung der für jede Lagerbauart spezifischen Faktoren X; Y ermittelt. Zur Einschätzung (nur Radiallast) gilt:

$$P < 0,07 \cdot C \quad \text{niedrige Belastung}$$

$$P = 0,07 \dots 0,15 \cdot C \quad \text{mittlere Belastung}$$

$$P > 0,15 \cdot C \quad \text{hohe Belastung}$$

Die technische Entwicklung bei den Wälzlagerstählen führte besonders in den letzten Jahren zu immer höherer Reinheit. Außerdem sind die Erkenntnisse in der Schmierungstheorie gewachsen, die zur Verbesserung der Schmierstoffe und deren technischen Einsatzbedingungen geführt haben.

Besonders die Voraussetzungen für eine technisch hochwertige Schmierung werden durch den Anwender der Wälzlager geschaffen. Die DIN ISO 281 gibt die erforderlichen Hinweise, wie aus einer zeitlich begrenzten nominellen Lebensdauer der eingesetzten Wälzlager eine nahezu zeitlich unbegrenzte erweiterte Lebensdauer abgeschätzt werden kann.

Die entsprechenden Bedingungen sind:

$$L_{na} = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot L \quad (10^6 \text{ Umdrehungen})$$

$$L_{hna} = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot L_h \quad (\text{Stunden})$$

Die nominelle Lebensdauer wird durch die Faktoren  $a_1$ ,  $a_2$  und  $a_3$  zur erweiterten Lebensdauer, wobei im Einzelnen für die Faktoren gilt:

$a_1$ : für die Erlebenswahrscheinlichkeit  
 $a_2$ : für besondere Qualität bei den Wälzlagerstählen  
 $a_3$ : für den Schmierzustand

$a_2$  und  $a_3$  sollten nicht unabhängig voneinander festgelegt, sondern als gemeinsamer Faktor  $a_{23}$  ausgedrückt werden, so dass für die erweiterte Lebensdauer zusammengefasst gilt:

$$L_{na} = a_1 \cdot a_{23} \cdot L_{10} \quad (10^6 \text{ Umdrehungen})$$

$$L_{hna} = a_1 \cdot a_{23} \cdot L_h \quad (\text{Stunden})$$

Im Unternehmen KRW werden die Wälzlager aus Stählen nach EN ISO 683-17 hergestellt, wobei bei den Reinheitsforderungen noch anwenderspezifische Forderungen berücksichtigt werden können. Demzufolge kann vom Bedienungs- und Wartungspersonal durch Schaffung optimaler Schmierbedingungen und die korrekte Einhaltung der Sauberkeitsforderungen die Lebensdauer der Wälzlager wesentlich erhöht werden. Dies ist durch die Darstellung der mathematischen Zusammenhänge der Schmierung zu verdeutlichen.



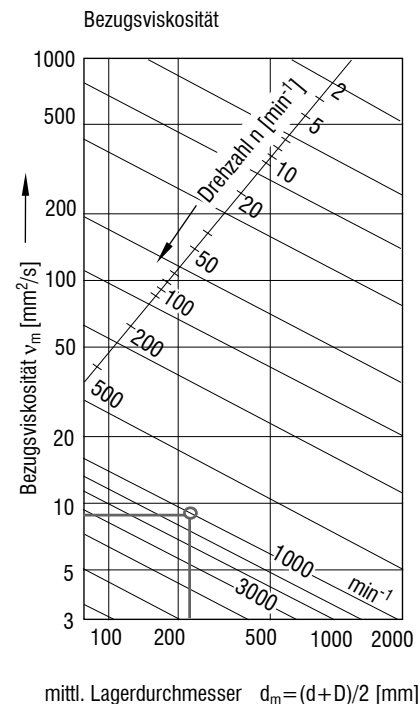
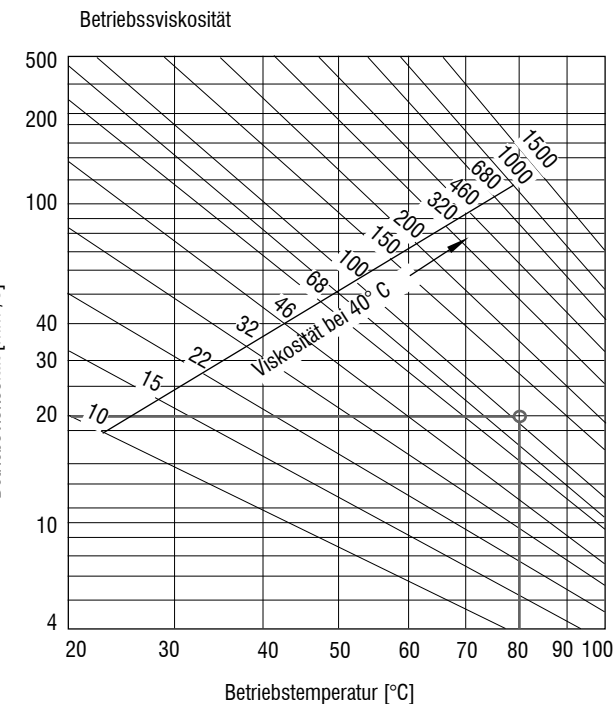
## Lebensdauer

nominelle und erweiterte Lebensdauer

Der Faktor  $a_1$  ist rein statistischer Natur und ist in Abhängigkeit der gewünschten Ausfallwahrscheinlichkeit nach unten stehender Tabelle auszuwählen. Zu beachten ist, dass definitionsgemäß die Erlebenswahrscheinlichkeit bei Abschätzung der nominellen Lebensdauer gemäß DIN ISO 281 nur 90 % beträgt.

Faktor  $a_1$

| Ausfallwahrscheinlichkeit [%] | Ermüdungslaufzeit | Faktor $a_1$ |
|-------------------------------|-------------------|--------------|
| 10                            | $L_{10}$          | 1            |
| 5                             | $L_5$             | 0,62         |
| 4                             | $L_4$             | 0,53         |
| 3                             | $L_3$             | 0,44         |
| 2                             | $L_2$             | 0,33         |
| 1                             | $L_1$             | 0,21         |



## Lebensdauer

nominelle und erweiterte Lebensdauer

Ausgangspunkt der Betrachtungen zum Schmierstoff ist das Viskositätsverhältnis  $\kappa = v/v_1$ . Das Viskositätsverhältnis ist im Betriebszustand für den Abstand zwischen Wälzkörper und Rollbahn charakteristisch und drückt die Güte und Funktionsfähigkeit der Schmierung aus, wobei gilt:

$v_1$ : Bezugsviskosität in  $\text{mm}^2/\text{s}$

Die Bezugsviskosität ist eine Funktion der Drehzahl und des mittleren Lagerdurchmessers und wird aus dem Diagramm Bezugsviskosität abgelesen.

$v$ : Betriebsviskosität in  $\text{mm}^2/\text{s}$

Die Betriebsviskosität wird durch die Lagertemperatur bestimmt. Diese ist abhängig von der gewählten Ölsorte (Grundöl bei Schmierfett) und der sich aus der Wärmebilanz ergebenden Betriebstemperatur. Das Diagramm *Betriebsviskosität* lässt eine Abschätzung der einzusetzenden Ölsorte (ISO-Viskositätsklasse) zu.

Von wesentlicher Bedeutung für die Erhöhung der Lebensdauer ist die Sauberkeit des Schmierstoffes, die durch die einwandfreie Funktion der Dichtelemente sowie die ordnungsgemäße Pflege (z. B. ständige Filtration) gewährleistet werden muss. Für die mathematische Abschätzung wird eine Verunreinigungskenngroße  $V$  eingeführt. Dabei gilt:

- $V = 0,3$  höchste Sauberkeit
- $V = 0,5$  erhöhte Sauberkeit
- $V = 1$  normale Sauberkeit
- $V = 2$  mäßig verunreinigter Schmierstoff
- $V = 3$  stark verunreinigter Schmierstoff

Zusammengefasst unterscheidet man 3 Bereiche, in denen für  $V$  (Verunreinigungskenngroße) und  $s$  (Sauberkeitsfaktor) gilt:

- Bereich I: erhöhte und höchste Sauberkeit in der Lagerstelle  $V = 0,3 \dots 0,5$ ;  $s = 2 \dots 20$
- Bereich II: gute Sauberkeit im Schmierspalt  $V = 1$ ;  $s = 1$
- Bereich III: ungünstige Betriebsbedingungen und verunreinigter Schmierstoff  $V = 2 \dots 3$ ;  $s < 0,75$

Das Diagramm *Bestimmung des Faktors  $a_{23}$*  auf der folgenden Seite zeigt den Zusammenhang von Faktor  $a_{23II}$ , dargestellt als  $a_{23}/s$  und dem Viskositätsverhältnis  $\kappa$ .

Im Diagramm sind 4 charakteristische Abschnitte im Viskositätsverhältnis  $\kappa$  zu unterscheiden, die besonders bei den Forderungen nach der Additivierung der Schmierstoffe bedeutsam sein werden (siehe Abschnitt Schmierung).

Der Faktor  $a_{23}$  für die Berechnung der erweiterten Lebensdauer ergibt sich aus der Multiplikation

$$a_{23} = s \cdot a_{23II}$$

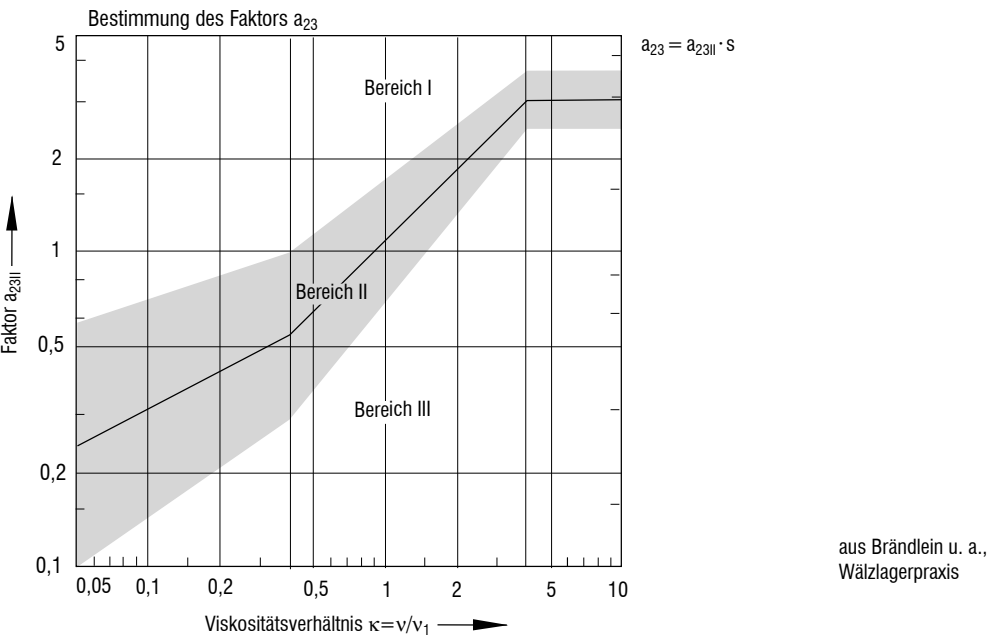
Schließlich folgt aus den Multiplikation für

$$L_{na} = a_1 \cdot a_{23} \cdot L_{10}$$

$$L_{hna} = a_1 \cdot a_{23} \cdot L_h$$

die erweiterte Lebensdauer bezogen auf die Umdrehungen ( $L_{na}$ ) oder die zu erwartenden Betriebsstunden ( $L_{hna}$ ). Die Berechnung ist für das Wälzlager NU328E.M als Beispiel durchgeführt

Muss man eine weitere Präzisierung, z. B. innerhalb der Grenzen für den grau unterlegten Bereich II vornehmen, so ist auf die Fachliteratur (z. B. Brändlein u. a., Wälzlagerpraxis) verwiesen.



Um die Voraussetzungen für das Erreichen der geforderten Verschmutzungskenngroße  $V$  abzuschätzen, ist die Tabelle *Öleinheit und Filtrerrückhalterate* zu betrachten.

Orientierungswerte für die Öleinheitsklasse und die erforderliche Filtrerrückhalterate

| (D - d) / 2<br>[mm] | Betriebs-<br>bedingungen<br>Bereich | Punktberührung (Kugellager)               |   |                          | Linienberührung (Rollenlager)             |   |                          |
|---------------------|-------------------------------------|---|---|--------------------------|---|---|--------------------------|
|                     |                                     | Öleinheits-<br>klasse<br>nach ISO<br>4406 | Filtrerrück-<br>halterate<br>nach ISO<br>4572 | max.<br>Partikel<br>[µm] | Öleinheits-<br>klasse<br>nach ISO<br>4406 | Filtrerrück-<br>halterate<br>nach ISO<br>4572 | max.<br>Partikel<br>[µm] |
| > 12,5 ... 20       | I                                   | 12/9                                      | $\beta_3 \geq 200$                            | 15                       | 13/10                                     | $\beta_3 \geq 75$                             | 25                       |
|                     | II                                  | 15/12                                     | $\beta_6 \geq 75$                             | 45                       | 16/13                                     | $\beta_{12} \geq 75$                          | 75                       |
|                     | III                                 | 18/14                                     | $\beta_{25} \geq 75$                          | 150                      | 19/15                                     | $\beta_{25} \geq 75$                          | 250                      |
| > 20 ... 35         | I                                   | 13/10                                     | $\beta_3 \geq 75$                             | 25                       | 14/11                                     | $\beta_6 \geq 75$                             | 40                       |
|                     | II                                  | 16/13                                     | $\beta_{12} \geq 75$                          | 75                       | 17/14                                     | $\beta_{12} \geq 75$                          | 120                      |
|                     | III                                 | 19/15                                     | $\beta_{25} \geq 75$                          | 250                      | 20/16                                     | $\beta_{25} \geq 75$                          | 350                      |
| > 35                | I                                   | 14/11                                     | $\beta_6 \geq 75$                             | 40                       | 14/11                                     | $\beta_6 \geq 75$                             | 75                       |
|                     | II                                  | 17/14                                     | $\beta_{12} \geq 75$                          | 120                      | 18/14                                     | $\beta_{25} \geq 75$                          | 200                      |
|                     | III                                 | 20/16                                     | $\beta_{25} \geq 75$                          | 250                      | 21/17                                     | $\beta_{25} \geq 75$                          | 350                      |

Je nach den Berührungsverhältnissen der Wälzkörper im Wälzlager (Punkt- bzw Linienberührung) und der Lagergröße werden in dieser Tabelle die Qualitätsanforderungen an Ölsorte (ISO 4406) und Filtrerrückhalterate (ISO 4572) dargestellt.

Aus der Darstellung der Zusammenhänge zur erweiterten Lebensdauer ist abzuleiten, dass bei richtiger Auslegung das Wälzlager, besonders im Durchmesserbereich, der im Unternehmen Kugel- und Rollenlagerwerk Leipzig GmbH gefertigt wird, deren Gebrauchsfähigkeit nahezu unbegrenzt sein kann.

Voraussetzung für eine hohe Gebrauchsfähigkeit der Wälzlager ist jedoch die fachgerechte Wartung der Lagerung. Bei Eintreten der zeitlich begrenzten Gebrauchsdauer sollten die Ursachen des Ausfalls sorgfältig analysiert werden. Dies dient sowohl zur unmittelbaren Störungsbeseitigung als auch zur Vermeidung künftiger Fehler.

Beispiel NU328E.M2

|   |                           |             |                        |
|---|---------------------------|-------------|------------------------|
| Mittlere Radialbelastung $P = 0,1 \cdot C$  |                           | 67          | kN                     |
| Betriebsdrehzahl  | $n$                       | 1000        | $\text{min}^{-1}$      |
| Erlebenswahrscheinlichkeit 90 %   | $a_1$                     | 1           |                        |
| Für die Schmierung wird Fett auf der Basis Lithiumseife vereinbart.   |                           |             |                        |
| Die Viskosität des Grundöles betrage  | $v_{40}$                  | 110         | $\text{mm}^2/\text{s}$ |
| Bei einer Betriebstemperatur, die aus der Wärmebilanz folgt, wird bei   | $\delta$                  | 80          | $^{\circ}\text{C}$     |
| aus Diagramm für die Betriebsviskosität abgelesen   | $v$                       | 20          | $\text{mm}^2/\text{s}$ |
| Die Bezugviskosität muss aus dem mittleren Lagerdurchmesser und der Betriebsdrehzahl nach Diagramm ermittelt werden |                           |             |                        |
| es gilt bei $d_m = 1/2 (D + d) = 220 \text{ mm}$ für  | $v_1$                     | 9           | $\text{mm}^2/\text{s}$ |
| so dass für das Viskositätsverhältnis $\kappa = v/v_1$  | $\kappa$                  | 2,2         |                        |
| anzusetzen ist.   |                           |             |                        |
| der Faktor $a_{23II}$ liegt nach Diagramm in den Grenzen  | $a_{23II}$                | 1,4 ... 2,6 |                        |
| als Mittelwert gilt:  | $a_{23II \text{ mittl.}}$ | 2           |                        |

| Ergebnis und Schlussfolgerung   |        | erweiterte Lebensdauer      |          |
|---------------------------------|--------|-----------------------------|----------|
| Bereich                         | s      | 10 <sup>6</sup> Umdrehungen | Stunden  |
| I erhöhte Sauberkeit            | 10     | 43.080                      | 718.000  |
| II normale Sauberkeit           | 1      | 4.308                       | 71.800   |
| III verunreinigter Schmierstoff | < 0,75 | < 3.231                     | < 53.850 |
| zum Vergleich                   |        | nominelle Lebensdauer       |          |
|                                 |        | 10 <sup>6</sup> Umdrehungen | Stunden  |
| ohne Forderungen an Sauberkeit  | -      | 2.154                       | 35.900   |

Die Beziehungen für die Viskositäten des Schmieröles sind in den Diagrammen eingezeichnet.

Die Gegenüberstellung der Ergebnisse der Berechnung der Lebensdauer zeigt deutlich, dass die Pflege des Schmierstoffes auf die Ermüdungslebensdauer direkten Einfluss hat. Darüber hinaus ist anzumerken, dass verunreinigter Schmierstoff bereits zur Begrenzung der Funktionsfähigkeit der Wälzlager führt, indem die Gebrauchsdauer z.B. durch erhöhten Verschleiß wesentlich früher erreicht wird.

## Einbau der Wälzlager

Toleranzen der Umbauteile

### Toleranzen der Wellen- und Gehäusesitze

Für das einwandfreie Funktionieren der Lagerung ist es notwendig, dass die in den Konstruktionszeichnungen vorgeschriebenen Toleranzen der Umbauteile, z. B. der Wellen- und Gehäusesitze, eingehalten werden.

Die Wahl der richtigen Passung richtet sich nach der für das Wälzlager vorgeschriebenen Funktion, z. B. als Fest- oder Loslager und dem konkreten Bewegungs- und Belastungsfall.

Da sich die Formabweichungen der Passflächen auf die Funktionsflächen direkt übertragen und diese auch negativ beeinflussen, sind diese zu kontrollieren.

Die Tabellen *Wellentoleranzen* und *Gehäusetoleranzen* geben eine Übersicht über die zu realisierenden Passungen, abhängig von Belastungsart und -höhe sowie den Betriebsbedingungen differenziert nach Lagerarten.

#### Bearbeitungstoleranzen Wellensitze

| Belastungsart  | Lagerbauart              | Wellendurchmesser | Belastung         | P/C          | Toleranzfeld |
|--|--------------------------|-------------------|-------------------|--------------|--------------|
| Radiallager<br>Innenring<br>Punktlast                            | Kugel- u.<br>Rollenlager | alle Größen       | loser Innenring   |              | g6 (g5)      |
|  |                          |                   |                   |              | h6 (h5)      |
|  |                          |                   | angest. Innenring |              | h6 (j5)      |
| Radiallager<br>Innenring<br>Umfangslast<br>oder unbestimmte Last | Kugellager               | bis 100 mm        | klein             | < 0,08       | j6 (j5)      |
|  |                          |                   | normal/hoch       | > 0,08       | k6 (k5)      |
|  |                          | bis 200 mm        | klein             | < 0,1        | k6 (k5)      |
|  |                          |                   | normal/hoch       | > 0,1        | m6 (m5)      |
|  |                          | über 200 mm       | normal            | < 0,1        | m6 (m5)      |
|  |                          |                   | hoch (Stöße)      | > 0,1        | n6 (n5)      |
|  | Rollenlager              | bis 200 mm        | klein             | < 0,1        | k6 (k5)      |
|  |                          |                   | normal            | 0,1 ... 0,15 | m6 (m5)      |
|  |                          |                   | hoch              | > 0,1        | n6 (n5)      |
|  |                          | bis 500 mm        | normal            | < 0,15       | m6 (n6)      |
|  |                          |                   | hoch (Stöße)      | > 0,15       | p6           |
|  |                          | über 500 mm       | normal            | < 0,2        | n6 (p6)      |
|  |                          |                   | hoch              | > 0,2        | p6           |
| Spann- und<br>Abziehhülsen                                       |                          | alle Größen       |                   |              | h7, h8, h9   |
| Axialzylinder-<br>rollenlager                                    |                          | alle Größen       |                   |              | h6 (j6)      |

Toleranzwerte in Klammern: gültig bei Forderungen nach erhöhter Laufgüte.

## Einbau der Wälzlager

Toleranzen der Umbauteile

#### Bearbeitungstoleranzen Gehäusesitze

| Belastungsart                        | Verschiebbarkeit<br>Belastungshöhe | Betriebsbedingungen<br>Laufgenauigkeit | Toleranzfeld |
|--------------------------------------|------------------------------------|--|--------------|
| Radiallager                          | Loslager                           | normal                                 | H7 (H6)      |
| Außenring<br>Punktlast               | Verschiebbarer bzw.                | normal                                 | H7 (J7)      |
|                                      | angestellter Außenring             | hoch                                   | H6 (J6)      |
| Radiallager                          | kleine Belastung                   | normal                                 | K7 (K6)      |
| Außenring                            | normale Belastung                  | normal                                 | M7 (M6)      |
| Umfangslast oder<br>unbestimmte Last | hohe Belastung (Stöße)             | normal                                 | N7 (N6)      |
|                                      | hohe Belastung (starke Stöße)      | normal                                 | P7 (P6)      |
| Axialzylinderrollenlager             |                                    | normal                                 | H7 (K7)      |

Bei erhöhter Laufgenauigkeit gelten die Klammerwerte.

Im Zusammentreffen mit den Toleranzen für den Bohrungsdurchmesser bzw. den Lageraußendurchmesser treten die in den folgenden Tabellen dargestellten Passungsübermaße bzw. -spiele auf. Daraus sind die erforderlichen Hilfsmittel für die Montage der Lagerung auszuwählen.

Die in den Tabellen dargestellten Passungsübermaße bzw. -spiele gelten für die Normaltoleranz am Wälzlager (Toleranzklasse PN). Bei höheren Genauigkeiten sind die Zahlenwerte bei Bedarf entsprechend zu korrigieren.

Die Prüfungen für die Zylinderform müssen nach DIN ISO 1101 und für die Kegelform außerdem nach DIN 7178 ausgeführt werden.

# Einbau der Wälzlager

## Wellentoleranzen

### Wellentoleranzen und wahrscheinliches Übermaß bzw. Spiel bei Normaltoleranz PN

| Nennmaß der Welle [mm]                             | über 50 bis 80 | 80 120 | 120 180 |
|--|----------------|--------|---------|
| Abmaße der Lagerbohrung $\Delta_{dmp}$ [ $\mu m$ ] | 0 -15          | 0 -20  | 0 -25   |
| Passungsbild                                       |                |        |         |
| Welle Lagerbohrung                                 |                |        |         |
| g5   |                |        |         |
| g6   |                |        |         |
| h5   |                |        |         |
| h6   |                |        |         |
| j5   |                |        |         |
| j6   |                |        |         |
| k5   |                |        |         |
| k6   |                |        |         |
| m5   |                |        |         |
| m6   |                |        |         |
| n5   |                |        |         |
| n6   |                |        |         |
| p6   |                |        |         |

Ablesebeispiel  
Nennmaß der Welle 400 mm  
Toleranzfeld h5

oberes Abmaß  
Wellenabmaß  
unteres Abmaß

|     |     |                                  |
|-----|-----|----------------------------------|
| 0   | 40  | größtmögliches Übermaß / Spiel   |
| -25 | 18  | wahrscheinliches Übermaß / Spiel |
| -25 | -25 | kleinstmögliches Übermaß / Spiel |

| 180 250 | 250 315 | 315 400 | 400 500 | 500 630 | 630 800 | 800 1000 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 0 -30   | 0 -35   | 0 -40   | 0 -45   | 0 -50   | 0 -75   | 0 -100   |
| -15 15  | -17 18  | -18 22  | -20 25  | -22 28  | -24 51  | -26 74   |
| -2 2    | -1 1    | 0 0     | 1 1     | 1 1     | 15 15   | 29 29    |
| -35 -35 | -40 -40 | -43 -43 | -47 -47 | -51 -51 | -56 -56 | -62 -62  |
| -15 15  | -17 18  | -18 22  | -20 25  | -22 28  | -24 51  | -26 74   |
| -5 5    | -4 4    | -3 3    | -3 3    | -4 4    | 9 9     | 24 24    |
| -44 -44 | -49 -49 | -54 -54 | -60 -60 | -66 -66 | 74 -74  | -82 -82  |
| 0 30    | 0 35    | 0 40    | 0 45    | 0 50    | 0 75    | 0 100    |
| 13 13   | 16 16   | 18 18   | 21 21   | 23 23   | 39 39   | 55 55    |
| -20 -20 | -23 -23 | -25 -25 | -27 -27 | -29 -29 | -32 -32 | -36 -36  |
| 0 30    | 0 35    | 0 40    | 0 45    | 0 50    | 0 75    | 0 100    |
| 10 10   | 13 13   | 15 15   | 17 17   | 18 18   | 33 33   | 48 48    |
| -29 -29 | -32 -32 | -36 -36 | -40 -40 | -44 -44 | -50 -50 | -56 -56  |
| 7 37    | 7 42    | 7 47    | 7 52    |         |         |          |
| 20 20   | 23 23   | 25 25   | 28 28   |         |         |          |
| -13 -13 | -16 -16 | -18 -18 | -20 -20 |         |         |          |
| 16 46   | 16 51   | 18 58   | 20 65   | 22 72   | 25 100  | 28 128   |
| 26 26   | 29 29   | 33 33   | 37 37   | 40 40   | 58 58   | 76 76    |
| -13 -13 | -16 -16 | -18 -18 | -20 -20 | -22 -22 | -25 -25 | -28 -28  |
| 24 54   | 27 62   | 29 69   | 32 77   | 29 79   | 32 107  | 36 136   |
| 37 37   | 43 43   | 47 47   | 53 53   | 53 53   | 71 71   | 91 91    |
| 4 4     | 4 4     | 4 4     | 5 5     | 5 5     | 0 0     | 0 0      |
| 33 63   | 36 71   | 40 80   | 45 90   | 44 94   | 50 125  | 56 156   |
| 43 43   | 49 49   | 55 55   | 62 62   | 62 62   | 83 83   | 104 104  |
| 4 4     | 4 4     | 4 4     | 5 5     | 5 5     | 0 0     | 0 0      |
| 37 67   | 43 78   | 46 86   | 50 95   | 55 105  | 62 137  | 70 170   |
| 50 50   | 59 59   | 64 64   | 71 71   | 78 78   | 101 101 | 125 125  |
| 17 17   | 20 20   | 21 21   | 23 23   | 26 26   | 30 30   | 34 34    |
| 46 76   | 52 87   | 57 97   | 63 108  | 70 120  | 80 155  | 90 190   |
| 56 56   | 65 65   | 72 72   | 80 80   | 88 88   | 113 113 | 138 138  |
| 17 17   | 20 20   | 21 21   | 23 23   | 26 26   | 30 30   | 34 34    |
| 51 81   | 57 92   | 62 102  | 67 112  | 73 123  | 82 157  | 92 192   |
| 64 64   | 73 73   | 80 80   | 88 88   | 96 96   | 121 121 | 147 147  |
| 31 31   | 34 34   | 37 37   | 40 40   | 44 44   | 50 50   | 56 56    |
| 60 90   | 66 101  | 73 113  | 80 125  | 88 136  | 100 175 | 112 212  |
| 70 70   | 79 79   | 88 88   | 97 97   | 106 106 | 133 133 | 160 160  |
| 31 31   | 34 34   | 37 37   | 40 40   | 44 44   | 50 50   | 56 56    |
| 79 109  | 88 123  | 98 138  | 108 153 | 122 172 | 138 213 | 156 256  |
| 89 89   | 101 101 | 113 113 | 125 125 | 140 140 | 171 171 | 204 204  |
| 50 50   | 56 56   | 62 62   | 68 68   | 78 78   | 88 88   | 100 100  |

positive Werte Passungsübermaß  
negative Werte Passungsspiel

# Einbau der Wälzlager

## Gehäusetoleranzen

### Gehäusetoleranzen und wahrscheinliches Übermaß bzw. Spiel bei Normaltoleranz PN

| Nennmaß der Gehäusebohrung [mm]                             | über bis | 80 120                  | 120 150                 | 150 180                 | 180 250                 |
|---|----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Abmaße des Lageraußendurchmessers $\Delta_{Dmp}$ [ $\mu$ m] |          | 0<br>-15                | 0<br>-18                | 0<br>-25                | 0<br>-30                |
| Passungsbild Lageraußendurchmesser Gehäuse                  |          |                         |                         |                         |                         |
| H6  |          | 22 0<br>-12<br>0 -37    | 25 0<br>-14<br>0 -43    | 25 0<br>-17<br>0 -50    | 29 0<br>-20<br>0 -59    |
| H7  |          | 35 0<br>-17<br>0 -50    | 40 0<br>-19<br>0 -58    | 40 0<br>-22<br>0 -65    | 46 0<br>-25<br>0 -76    |
| H8  |          | 54 0<br>-23<br>0 -69    | 63 0<br>-27<br>0 -81    | 63 0<br>-29<br>0 -88    | 72 0<br>-34<br>0 -102   |
| J6  |          | 16 6<br>-6<br>-6 -31    | 18 7<br>-7<br>-7 -36    | 18 7<br>-10<br>-7 -43   | 22 7<br>-13<br>-7 -52   |
| J7  |          | 22 13<br>-4<br>-13 -37  | 26 14<br>-5<br>-14 -44  | 26 14<br>-8<br>-14 -51  | 30 16<br>-9<br>-16 -60  |
| K6  |          | 4 18<br>6<br>-18 -19    | 4 21<br>7<br>-21 -22    | 4 21<br>4<br>-21 -29    | 5 24<br>4<br>-24 -35    |
| K7  |          | 10 25<br>8<br>-25 -25   | 12 28<br>9<br>-28 -30   | 12 28<br>6<br>-28 -37   | 13 33<br>8<br>-33 -43   |
| M6  |          | -6 28<br>16<br>-28 -9   | -8 33<br>19<br>-33 -10  | -8 33<br>16<br>-33 -17  | -8 37<br>17<br>-37 -22  |
| M7  |          | 0 35<br>18<br>-35 -15   | 0 40<br>21<br>-40 -18   | 0 40<br>18<br>-40 -25   | 0 46<br>21<br>-46 -30   |
| N6  |          | -16 38<br>26<br>-38 -1  | -20 45<br>31<br>-45 -2  | -20 45<br>28<br>-45 -5  | -22 51<br>31<br>-51 -8  |
| N7  |          | -10 45<br>28<br>-45 -5  | -12 52<br>33<br>-52 -6  | -12 52<br>30<br>-52 -13 | -14 60<br>35<br>-60 -16 |
| P6  |          | -30 52<br>40<br>-52 -15 | -36 61<br>47<br>-61 -18 | -36 61<br>44<br>-61 -11 | -41 70<br>50<br>-70 -11 |
| P7  |          | -24 59<br>42<br>-59 -9  | -28 68<br>49<br>-68 -10 | -28 68<br>46<br>-68 -3  | -33 79<br>54<br>-79 -3  |

Ablesebeispiel  
Nennmaß der Bohrung 630 mm  
Toleranzfeld H7

oberes Abmaß  
Gehäuseabmaß  
unteres Abmaß

|     |      |
|-----|------|
| 70  | 0    |
| -40 |      |
| 0   | -120 |

größtmögliches Übermaß/Spiel  
wahrscheinliches Übermaß/Spiel  
kleinstmögliches Übermaß/Spiel

| 250 315                 | 315 400                 | 400 500                  | 500 630                    | 630 800                    | 800 1000                   | 1000 1250                  |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 0<br>-35                | 0<br>-40                | 0<br>-45                 | 0<br>-50                   | 0<br>-75                   | 0<br>-100                  | 0<br>-125                  |
| 32 0<br>-22<br>0 -67    | 36 0<br>-25<br>0 -76    | 40 0<br>-28<br>0 -85     | 44 0<br>-32<br>0 -94       | 50 0<br>-42<br>0 -125      | 56 0<br>-52<br>0 -156      | 66 0<br>-64<br>0 -191      |
| 52 0<br>-29<br>0 -87    | 57 0<br>-32<br>0 -97    | 63 0<br>-36<br>0 -108    | 70 0<br>-40<br>0 -120      | 80 0<br>-52<br>0 -155      | 90 0<br>-63<br>0 -190      | 105 0<br>-77<br>0 -230     |
| 81 0<br>-39<br>0 -116   | 89 0<br>-43<br>0 -129   | 97 0<br>-47<br>0 -142    | 110 0<br>-54<br>0 -160     | 125 0<br>-67<br>0 -200     | 140 0<br>-80<br>0 -240     | 165 0<br>-97<br>0 -290     |
| 25 7<br>-15<br>-7 -60   | 29 7<br>-18<br>-7 -69   | 33 7<br>-21<br>-7 -78    |                            |                            |                            |                            |
| 36 16<br>-13<br>-16 -71 | 39 18<br>-14<br>-18 -79 | 43 20<br>-16<br>-20 -88  |                            |                            |                            |                            |
| 5 27<br>5<br>-27 -40    | 7 29<br>4<br>-29 -47    | 8 32<br>4<br>-32 -53     | 0 44<br>12<br>-44 -50      | 0 50<br>8<br>-50 -75       | 0 56<br>4<br>-56 -100      | 0 66<br>2<br>-66 -125      |
| 16 36<br>7<br>-36 -51   | 17 40<br>8<br>-40 -57   | 18 45<br>9<br>-45 -63    | 0 70<br>30<br>-70 -50      | 0 80<br>28<br>-80 -75      | 0 90<br>27<br>-90 -100     | 0 105<br>28<br>-105 -125   |
| -9 41<br>19<br>-41 -26  | -10 46<br>21<br>-46 -30 | -10 50<br>22<br>-50 -35  | -26 70<br>38<br>-70 -24    | -30 80<br>38<br>-80 -45    | -34 90<br>38<br>-90 -66    | -40 106<br>45<br>-106 -85  |
| 0 52<br>23<br>-52 -35   | 0 57<br>25<br>-57 -40   | 0 63<br>27<br>-63 -45    | -26 96<br>56<br>-96 -24    | -30 110<br>58<br>-110 -45  | -34 124<br>61<br>-124 -66  | -40 145<br>68<br>-145 -85  |
| -25 57<br>35<br>-57 -10 | -26 62<br>37<br>-62 -14 | -27 67<br>39<br>-67 -18  | -44 88<br>56<br>-88 -6     | -50 100<br>58<br>-100 -25  | -56 112<br>60<br>-112 -44  | -66 132<br>67<br>-132 -59  |
| -14 66<br>37<br>-66 -21 | -16 73<br>41<br>-73 -24 | -17 80<br>44<br>-80 -28  | -44 114<br>74<br>-114 -6   | -50 130<br>78<br>-130 -25  | -56 146<br>83<br>-146 -44  | -66 171<br>94<br>-171 -59  |
| -47 79<br>57<br>-79 -12 | -51 87<br>62<br>-87 -11 | -55 95<br>67<br>-95 -10  | -78 122<br>90<br>-122 -28  | -88 138<br>96<br>-138 -13  | -100 156<br>104<br>-156 -0 | -120 186<br>121<br>-186 -5 |
| -36 88<br>59<br>-88 -1  | -41 98<br>66<br>-98 -1  | -45 108<br>72<br>-108 -0 | -78 148<br>108<br>-148 -28 | -88 168<br>126<br>-168 -13 | -100 190<br>127<br>-190 -0 | -120 225<br>148<br>-225 -5 |

positive Werte Passungsübermaß  
negative Werte Passungsspiel

## Einbau der Wälzlager

### Rauheit der Oberflächen

Die entsprechend der Toleranzklasse erforderliche Rauheit der Wellen- und Gehäusesitze ist in der Tabelle dargestellt, weitere Hinweise gibt die DIN 5425.

#### Richtwerte für die Oberflächengüte der Wellensitze

| Toleranzklasse<br>der Lager | Oberflächenrauheit              | Wellendurchmesser |           |            |            |             |
|-----------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------|------------|------------|-------------|
|                             |                                 | von<br>bis        | 50<br>120 | 120<br>250 | 250<br>500 | 500<br>1100 |
|                             |                                 |                   | [mm]      | [mm]       | [mm]       | [mm]        |
| PN<br>(Normaltoleranz)      | R <sub>a</sub>                  | 0,8               | 1,6       | 1,6        | 1,6        |             |
|                             | R <sub>z</sub> ≈ R <sub>t</sub> | 4-6,3             | 6,3       | 6,3        | 6,3        |             |
|                             | N                               | N6                | N7        | N7         | N7         |             |
| P6, P5                      | R <sub>a</sub>                  | 0,4               | 0,4       | 0,8        | 0,8        |             |
|                             | R <sub>z</sub> ≈ R <sub>t</sub> | 2,5               | 2,5-4     | 4-6,3      | 6,3        |             |
|                             | N                               | N5                | N5        | N6         | N6         |             |
| P4, SP                      | R <sub>a</sub>                  | 0,2               | 0,4       | 0,4        | 0,4        |             |
|                             | R <sub>z</sub> ≈ R <sub>t</sub> | 1,6               | 2,5       | 4          | 4          |             |
|                             | N                               | N4                | N4        | N5         | N5         |             |

#### Richtwerte für die Oberflächengüte der Gehäusesitze

| Toleranzklasse<br>der Lager | Oberflächenrauheit              | Gehäuse-<br>durchmesser |           |            |            |             |
|-----------------------------|---------------------------------|-------------------------|-----------|------------|------------|-------------|
|                             |                                 | von<br>bis              | 50<br>120 | 120<br>250 | 250<br>500 | 500<br>1200 |
|                             |                                 | [mm]                    | [mm]      | [mm]       | [mm]       |             |
| PN<br>(Normaltoleranz)      | R <sub>a</sub>                  | 1,6                     | 1,6       | 3,2        | 3,2        |             |
|                             | R <sub>z</sub> ≈ R <sub>t</sub> | 6,3–8                   | 6,3–10    | 10–16      | 10–16      |             |
|                             | N                               | N7                      | N7        | N8         | N8         |             |
| P6, P5                      | R <sub>a</sub>                  | 0,4                     | 0,8       | 1,6        | 1,6        |             |
|                             | R <sub>z</sub> ≈ R <sub>t</sub> | 2,5–4                   | 4–6,3     | 6,3        | 6,3        |             |
|                             | N                               | N5                      | N6        | N7         | N7         |             |
| P4, SP                      | R <sub>a</sub>                  | 0,2                     | 0,4       | 0,8        | 0,8        |             |
|                             | R <sub>z</sub> ≈ R <sub>t</sub> | 1,6–2,5                 | 2,5–4     | 4–6,3      | 6,3        |             |
|                             | N                               | N4                      | N5        | N6         | N6         |             |

#### Anmerkungen

|                   |             |                                  |
|-------------------|-------------|----------------------------------|
| $R_a$             | [ $\mu m$ ] | Mittenrauhwert                   |
| $R_z \approx R_t$ | [ $\mu m$ ] | mittlere Rauhtiefe               |
| N                 |             | Rauheitsklasse nach DIN ISO 1302 |

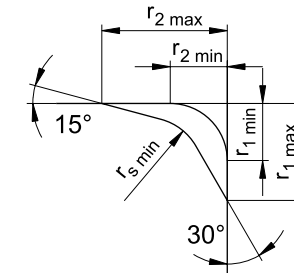
## Einbau der Wälzlager

### Kantenabstände, Radien und Freistiche

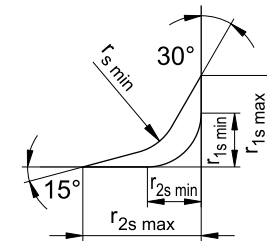
#### Kantenabstände

Die außen liegenden Kanten an allen Ringen der Wälzlager des KRW-Sortimentes werden, wie am Beispiel eines Rillenkugellagers dargestellt, ausgeführt.

Das Kantenprofil setzt sich zusammen aus einem Kreisbogen und zwei um 15° bzw. 30° geneigten Geraden. Die Vorschriften nach DIN 620-6 werden bei allen Wälzlagern eingehalten.

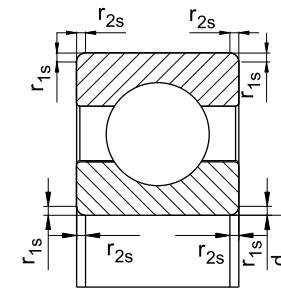


Beispiel:  
Innenring eines Rillenkugellagers mit symmetrischem Querschnitt

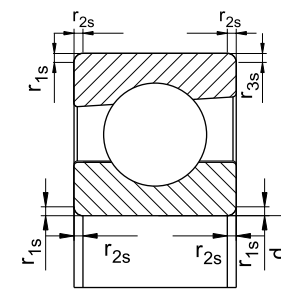


Beispiel:  
Außenring eines Rillenkugellagers mit symmetrischem Querschnitt

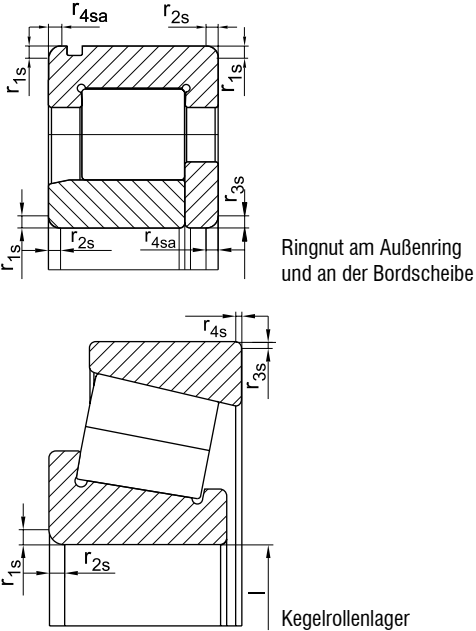
Die entsprechenden Bezeichnungen für die einzelnen Lagerarten und Bauformen des KRW-Standardsortiments zeigen die folgenden Abbildungen:



Radiallager  
symmetrischer  
Ringquerschnitt



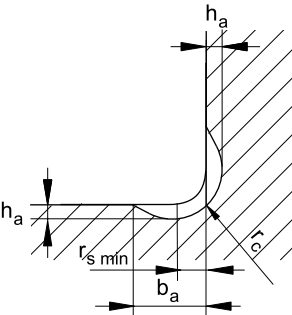
Radiallager  
asymmetrischer  
Ringquerschnitt



Die Grenzmaße für die Kantenabstände bei metrischen Radial- und Axiallagern zeigen die Tabellen auf den folgenden Seiten.

Freistiche

Werden an den Wellen und Gehäusen aus Gründen der Fertigung Freistiche vorgesehen, sind diese in Abhängigkeit der Kantenradien der Wälzlager gemäß unten stehender Tabelle auszuführen.



| Kantenabstand | Freistich |       |       |
|---------------|-----------|-------|-------|
| $r_{s \min}$  | $b_a$     | $h_a$ | $r_c$ |
| [mm]          | [mm]      | [mm]  | [mm]  |
| 1             | 2         | 0,2   | 1,3   |
| 1,1           | 2,4       | 0,3   | 1,5   |
| 1,5           | 3,2       | 0,4   | 2     |
| 2             | 4         | 0,5   | 2,5   |
| 2,1           | 4         | 0,5   | 2,5   |
| 3             | 4,7       | 0,5   | 3     |
| 4             | 5,9       | 0,5   | 4     |

Grenzmaße für die Kantenabstände bei metrischen Radiallagern und Axiallagern  
(ausgenommen Kegelrollenlager)

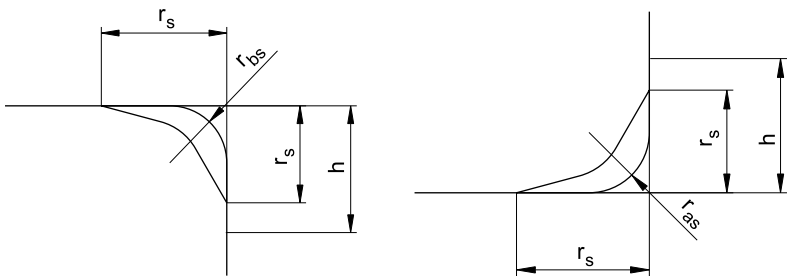
| Kleinstmaß   | Nennmaß der Lagerbohrung |                 | Größtmaße                              |                         |                  | Axiallager<br>$r_{1s}, r_{2s}$ |
|--------------|--------------------------|-----------------|--|-------------------------|------------------|--------------------------------|
|              | $d$<br>über              | bis             | Radiallager<br>$r_{1s}, r_{3s}$<br>max | $r_{2s}, r_{4s}$<br>max | $r_{4sa}$<br>max |                                |
| $r_{s \min}$ | [mm]                     | [mm]            | [mm]                                   | [mm]                    | [mm]             | [mm]                           |
| 1            | -<br>50                  | 50<br>-         | 1,5<br>1,9                             | 3<br>3                  | 2,2<br>2,2       | 2,2                            |
| 1,1          | -<br>120                 | 120<br>-        | 2<br>2,5                               | 3,5<br>4                | 2,7<br>2,7       | 2,7                            |
| 1,5          | -<br>120                 | 120<br>-        | 2,3<br>3                               | 4<br>5                  | 3,5<br>3,5       | 3,5<br>3,5                     |
| 2            | -<br>80<br>220           | 80<br>220<br>-  | 3<br>3,5<br>3,8                        | 4,5<br>5<br>6           | 4<br>4<br>4      | 4<br>4<br>4                    |
| 2,1          | -<br>280                 | 280<br>-        | 4<br>4,5                               | 6,5<br>7                | 4,5<br>4,5       | 4,5<br>4,5                     |
| 2,5          | -<br>100<br>280          | 100<br>280<br>- | 3,8<br>4,5<br>5                        | 6<br>6<br>7             | 5<br>5<br>5      | -<br>-<br>-                    |
| 3            | -<br>280                 | 280<br>-        | 5<br>5,5                               | 8<br>8                  | 5,5<br>5,5       | 5,5<br>5,5                     |
| 4            | -                        | -               | 6,5                                    | 9                       | 6,5              | 6,5                            |
| 5            | -                        | -               | 8                                      | 10                      | 8                | 8                              |
| 6            | -                        | -               | 10                                     | 13                      | 10               | 10                             |
| 7,5          | -                        | -               | 12,5                                   | 17                      | 12,5             | 12,5                           |
| 9,5          | -                        | -               | 15                                     | 19                      | 15               | 15                             |
| 12           | -                        | -               | 18                                     | 24                      | 18               | 18                             |
| 15           | -                        | -               | 21                                     | 30                      | 21               | 21                             |
| 19           | -                        | -               | 25                                     | 38                      | 25               | 25                             |

Grenzmaße für die Kantenabstände bei metrischen Kegelrollenlagern nach ISO 355

| Kleinmaß<br><br>$r_{s\ min}$<br><br>[mm] | Nennmaße von Lagerbohrung<br>und -außendurchmesser |                        | Größtmaße                       |                                 |
|--|--|------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
|  | d, D<br>über<br>[mm]                               | bis<br>[mm]            | $r_{1s}, r_{3s}$<br>max<br>[mm] | $r_{2s}, r_{4s}$<br>max<br>[mm] |
| 1  | -<br>50  | 50<br>-                | 1,6<br>1,9                      | 2,5<br>3                        |
| 1,5                                      | -<br>120<br>250                                    | 120<br>250<br>-        | 2,3<br>2,8<br>3,5               | 3<br>3,5<br>4                   |
| 2  | -<br>120<br>250                                    | 120<br>250<br>-        | 2,8<br>3,5<br>4                 | 4<br>4,5<br>5                   |
| 2,5                                      | -<br>120<br>250                                    | 120<br>250<br>-        | 3,5<br>4<br>4,5                 | 5<br>5,5<br>6                   |
| 3  | -<br>120<br>250<br>400                             | 120<br>250<br>400<br>- | 4<br>4,5<br>5<br>5,5            | 5,5<br>6,5<br>7<br>7,5          |
| 4  | -<br>120<br>250<br>400                             | 120<br>250<br>400<br>- | 5<br>5,5<br>6<br>6,5            | 7<br>7,5<br>8<br>8,5            |
| 5  | -<br>180   | 180<br>-               | 6,5<br>7,5                      | 8<br>9                          |
| 6  | -<br>180   | 180<br>-               | 7,5<br>9                        | 10<br>11                        |

Die Kantenradien an Welle und Gehäuse sind so zu bemessen, dass in keinem Falle eine Berührung oder Pressung im Bereich der Kantenradien erfolgen kann. Andernfalls wäre der vorzeitige Bruch des Wälzlagers zu befürchten.

Die Tabelle *Kantenradien an Wälzlager* und *Wellen- und Gehäusesitzen* stellt die Zuordnung von kleinstmöglichem Radius am Wälzlager und größtmöglichem Kantenradius an Welle bzw. Gehäuse dar. Außerdem ist die mindestens einzuhaltende Schulterhöhe in Abhängigkeit der Durchmesserreihen der Wälzlager aufgeführt. Die Schulterhöhen an Welle bzw. Gehäuse müssen dann erhöht werden, wenn hohe Axiallasten die Unterstützung der Borde erforderlich machen.



Kantenradien an Wälzlager sowie Wellen- und Gehäusesitzen

| Radius für<br>Lager<br>$r_s$<br><br>min | Welle und Gehäuse<br>$r_{as} ; r_{bs}$<br><br>max | Schulterhöhe $h_{min}$ für<br>Durchmesserreihe<br>nach DIN 616 |         |     |  |
|---|---|--|---------|-----|--|
|   |   | 8, 9, 0  | 1, 2, 3 | 4   |  |
| 0,1                                     | 0,1   | 0,3  | 0,6     |     |  |
| 0,15                                    | 0,15  | 0,4  | 0,7     |     |  |
| 0,2                                     | 0,2   | 0,7  | 0,9     |     |  |
| 0,3                                     | 0,3   | 1  | 1,2     |     |  |
| 0,6                                     | 0,6   | 1,6  | 2,1     | 4,5 |  |
| 1                                       | 1   | 2,3  | 2,8     | 5,5 |  |
| 1,1                                     | 1   | 3  | 3,5     |     |  |
| 1,5                                     | 1,5   | 3,5  | 4,5     |     |  |
| 2                                       | 2   | 4,4  | 5,5     | 6,5 |  |
| 2,1                                     | 2,1   | 5,1  | 6       | 7   |  |
| 3                                       | 2,5   | 6,2  | 7       | 8   |  |
| 4                                       | 3   | 7,3  | 8,5     | 10  |  |
| 5                                       | 4   | 9  | 10      | 12  |  |
| 6                                       | 5   | 11,5   | 13      | 15  |  |
| 7,5                                     | 6   | 14   | 16      | 19  |  |
| 9,5                                     | 8   | 17   | 20      | 23  |  |
| 12                                      | 10  | 21   | 24      | 28  |  |
| 15                                      | 12  | 25   | 29      | 33  |  |



## Einbau der Wälzlager

### Einbauhinweise

Der Monteur muss sich vor dem Einbau der Wälzlager davon überzeugen, dass weder Fluchtungs- noch Verkippsfehler auftreten können. Andernfalls sind die erforderlichen Korrekturen vor Einbau der Lagerung vorzunehmen.

#### Hinweise zum Einbau

##### Vorbereitungen

Wälzlager aus der Fertigung des Unternehmens Kugel- und Rollenlagerwerk Leipzig GmbH sind mit einem Film von Korrosionsschutzöl versehen, der im Allgemeinen nur von den Sitzflächen unmittelbar vor der Montage abgewischt werden soll. Das Korrosionsschutzöl ist mit den meisten Schmierstoffen verträglich und sollte aus dem Lagerinnenraum nicht ohne zwingenden Grund entfernt werden.

Bereits benutzte und verschmutzte Wälzlager sind mit Petroleum oder organischem Kaltreiniger vollständig auszuwaschen und sofort wieder einzuölen.

Arbeitsplätze für Montagearbeiten müssen sauber und trocken gehalten werden.

##### Werkzeuge und Messmittel

Für den Einbau der Wälzlager dürfen nur Hilfsmittel eingesetzt werden, die je nach deren Abmessung und Funktion auszuwählen sind.

In Betracht kommen:

- Spezielle Werkzeuge einschließlich passender Montagehülsen und -scheiben,
- hydraulische Pressen oder wälzlagerspezifische Hydraulikvorrichtungen.
- Entsprechend der konstruktiven Ausführung der Lagerung sind Scheiben, Distanzringe und Deckel zur Ausübung des erforderlichen Pressvorganges zu nutzen.

Um frühzeitige Schädigungen zu vermeiden, dürfen in keinem Fall die Wälzlager so montiert werden, dass Kräfte über den Wälzkörpersatz ausgeübt werden.

Mit fester Passung einzubauende Außenringe sind im kalten Zustand zu montieren, festsitzende Innenringe sollten vor der Montage erwärmt werden.

Das Anwärmen der Lager(-ringe) auf Heizplatten, in Heizöfen, im Ölbad oder mittels induktiver Geräte ist in vielen Fällen vorteilhaft. Die Temperaturen der Lager(-ringe) dürfen 100 °C nicht überschreiten. Das Anwärmen mittels Schweißbrennern darf keinesfalls durchgeführt werden. Örtliche Überhitzungen sind mit Härteverlust verbunden. Der vorzeitige Ausfall der Lagerung würde zwangsläufig eintreten.

Beim Anwärmen kompletter, nicht demontierbarer Wälzlager, z. B. im Ölbad, ist darauf zu achten, dass nach dem Aufpressen des Innenringes bis zur Montage des Außenringes noch genügend Zeit zum Abkühlen verbleibt.

Das Unterkühlen von Außenringen mittels Trockeneis und Alkohol ist bis –50 °C möglich. In diesen Fällen ist die Kondenswasserbildung nicht zu vermeiden. Kondenswasser ist stark korrosionsfördernd und muss deshalb sofort nach der Montage mit größter Sorgfalt entfernt werden. Das Wälzlager einschließlich der Umbauteile muss nachkonserviert werden. Die Verwendung fasernder Putztücher ist zu vermeiden.

Die Montage mittels hydraulischer Vorrichtungen und Hochdruckpumpen ist bei großen Wälzlagern mit zylindrischen und kegeligen Sitzen gebräuchlich. Sachgerechte Montagehilfsmittel wie Kräne, Hubeinrichtungen sowie Montagehebel und -zangen sind rechtzeitig bereitzustellen.

## Einbau der Wälzlager

### Einbauhinweise

#### Kontrolle

Die Kontrolle über den ordnungsgemäßen Einbau der Wälzlager kann man durch Messen der Lagerluft mittels Fühlerlehren durchführen. Bei der Lagerluft PN (Normalluft) wird bei Einhaltung der empfohlenen Toleranzmaße das erforderliche Betriebsspiel erreicht. Im Falle spezieller Bewegungs- oder Beanspruchungsverhältnisse wird die Vorgabe der einzuhaltenden Lagerluft nach Einbau der Wälzlager auf den Konstruktionszeichnungen empfohlen. Bei der Montage der Pendelrollenlager mittels Spann- oder Abziehhülsen kann das Betriebsspiel eingestellt werden. Die zulässigen Werte sind in der unten stehenden Tabelle dargestellt.

#### Einbau von Pendelrollenlagern mit kegeliger Bohrung

| Lagerbohrung d |          | Verminderung der radialen Lagerluft |          | Axiale Verschiebung s Kegel 1:12 |          | Kegel 1:30 |          | Kleinste zulässige Endluft nach dem Einbau von Lagern mit der Lagerluft |         |         |
|----------------|----------|-------------------------------------|----------|----------------------------------|----------|------------|----------|---|---------|---------|
| über [mm]      | bis [mm] | min [mm]                            | max [mm] | min [mm]                         | max [mm] | min [mm]   | max [mm] | Normal [mm]   | C3 [mm] | C4 [mm] |
| 50             | 65       | 0,030                               | 0,040    | 0,45                             | 0,6      | 3,0        | 4,0      | 0,025   | 0,035   | 0,055   |
| 65             | 80       | 0,040                               | 0,050    | 0,6                              | 0,7      | 3,2        | 4,2      | 0,025   | 0,040   | 0,070   |
| 80             | 100      | 0,045                               | 0,060    | 0,7                              | 0,9      | 1,7        | 2,2      | 0,035   | 0,050   | 0,080   |
| 100            | 120      | 0,050                               | 0,070    | 0,75                             | 1,1      | 1,9        | 2,7      | 0,050   | 0,065   | 0,100   |
| 120            | 140      | 0,065                               | 0,090    | 1,1                              | 1,4      | 2,7        | 3,5      | 0,055   | 0,080   | 0,110   |
| 140            | 160      | 0,075                               | 0,100    | 1,2                              | 1,6      | 3,0        | 4,0      | 0,055   | 0,090   | 0,130   |
| 160            | 180      | 0,080                               | 0,110    | 1,3                              | 1,7      | 3,2        | 4,2      | 0,060   | 0,100   | 0,150   |
| 180            | 200      | 0,090                               | 0,130    | 1,4                              | 2,0      | 3,5        | 5,0      | 0,070   | 0,100   | 0,160   |
| 200            | 225      | 0,100                               | 0,140    | 1,6                              | 2,2      | 4,0        | 5,5      | 0,080   | 0,120   | 0,180   |
| 225            | 250      | 0,110                               | 0,150    | 1,7                              | 2,4      | 4,2        | 6,0      | 0,090   | 0,130   | 0,200   |
| 250            | 280      | 0,120                               | 0,170    | 1,9                              | 2,7      | 4,7        | 6,7      | 0,100   | 0,140   | 0,220   |
| 280            | 315      | 0,130                               | 0,190    | 2,0                              | 3,0      | 5,0        | 7,5      | 0,110   | 0,150   | 0,240   |
| 315            | 355      | 0,150                               | 0,210    | 2,4                              | 3,3      | 6,0        | 8,2      | 0,120   | 0,170   | 0,260   |
| 355            | 400      | 0,170                               | 0,230    | 2,6                              | 3,6      | 6,5        | 9,0      | 0,130   | 0,190   | 0,290   |
| 400            | 450      | 0,200                               | 0,260    | 3,1                              | 4,0      | 7,7        | 10       | 0,130   | 0,200   | 0,310   |
| 450            | 500      | 0,210                               | 0,280    | 3,3                              | 4,4      | 8,2        | 11       | 0,160   | 0,230   | 0,350   |
| 500            | 560      | 0,240                               | 0,320    | 3,7                              | 5,0      | 9,2        | 12,5     | 0,170   | 0,250   | 0,360   |
| 560            | 630      | 0,260                               | 0,350    | 4,0                              | 5,4      | 10         | 13,5     | 0,200   | 0,290   | 0,410   |
| 630            | 710      | 0,300                               | 0,400    | 4,6                              | 6,2      | 11,5       | 15,5     | 0,210   | 0,310   | 0,450   |
| 710            | 800      | 0,340                               | 0,450    | 5,3                              | 7,0      | 13,3       | 17,5     | 0,230   | 0,350   | 0,510   |
| 800            | 900      | 0,370                               | 0,500    | 5,7                              | 7,8      | 14,3       | 19,5     | 0,270   | 0,390   | 0,570   |

Die gesamte Lagerung einschließlich der Dichtungen und der Bauteile des Schmierungssystems ist auf Funktionstüchtigkeit zu prüfen.

Versorgung der Lagerstelle mit Schmierstoff

Das im Wälzlager vorhandene Korrosionsschutzöl dient lediglich als Hilfsstoff bei der Montage. Probelaufe ohne ausreichend Schmierstoff sollten grundsätzlich unterbleiben. Je nach vorgesehenem Schmiervorgang sind weitgehend die Betriebsverhältnisse herzustellen, die Angaben der Schmierstoffhersteller sind einzuhalten. Für die Festlegung der Menge zur Erstversorgung mit Schmierfetten dient die Tabelle *Schmierstoffmenge bei Erstbefettung*, soweit aus den speziellen Montageanweisungen keine Angaben ersichtlich sind.

Grundsätzlich gilt, dass die Hohlräume des Wälzlagers stets mit Fett zu füllen sind, dagegen hängt die Füllmenge im Gehäuse, in das das Wälzlager einzubauen ist, vom Verhältnis der höchsten Betriebsdrehzahl  $n_{max}$  zur Grenzdrehzahl  $n_{Fett}$  ab. Die Grenzdrehzahlen für jedes Wälzlager sind im KRW-Lieferprogramm enthalten. Für die Erstversorgung mittels Öl gilt, dass der Füllstand im Wälzlager nur bis zum untersten Wälzkörper reichen darf. Höhere Füllstände würden zu höherer Erwärmung des Wälzlagers und zum Schäumen und damit zu vorzeitiger Oxidation des Schmieröles führen.

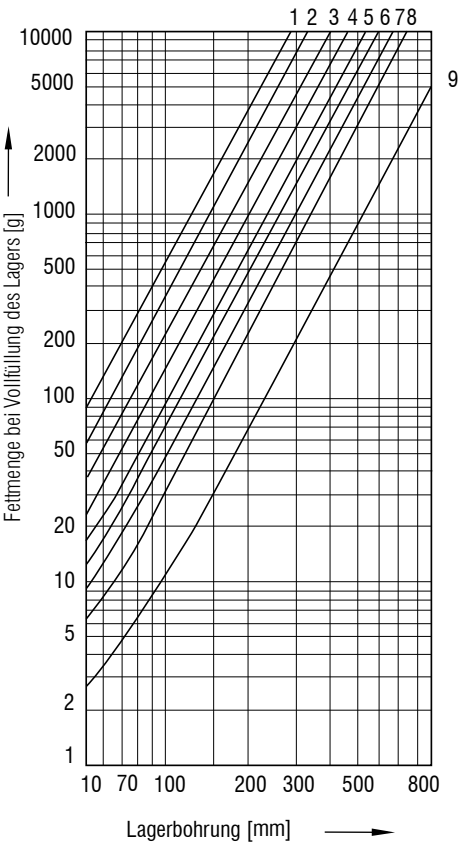
Schmierstoffmenge bei Erstbefettung

| Drehzahlverhältnis<br>$n_{max}/n_{Fett}$ | Füllmenge der<br>Gehäuseräume |
|--|-------------------------------|
| < 0,2                                    | voll                          |
| 0,2 ... 0,8                              | ein Drittel des Freiraumes    |
| > 0,8                                    | kein Fett                     |

Die Schmierfettmenge im Wälzlager wird durch die Lagerbauart bestimmt. Das neben stehende Diagramm gibt, bezogen auf den Bohrungsdurchmesser, die Menge an Schmierfett an, die bei normaler Drehzahl in das Wälzlager einzubringen ist. Bei höheren Drehzahlen ist die Fettmenge bis zu 50 % zu vermindern.

Fettmenge/Lager bei Erstbefettung

| Lagerreihe                 | Kurve |
|----------------------------|-------|
| <b>Rillenkugellager</b>    |       |
| 618                        | 9     |
| 160                        | 7     |
| 60                         | 6     |
| 62                         | 4     |
| 63                         | 2–3   |
| 64                         | 1     |
| <b>Schräggugellager</b>    |       |
| 70                         | 6     |
| 72B                        | 4     |
| 73B                        | 2–3   |
| <b>Zylinderrollenlager</b> |       |
| NU10                       | 7     |
| NU2                        | 5     |
| NU22                       | 4     |
| NU23                       | 2     |
| NU3                        | 3     |
| NU4                        | 2     |
| NN30K                      | 5     |
| NNU40                      | 7     |
| <b>Kegelrollenlager</b>    |       |
| 302                        | 3–4   |
| 303                        | 2     |
| 313                        | 2     |
| 320                        | 6     |
| 322                        | 3–4   |
| 323                        | 1–2   |
| 329                        | 7–8   |
| <b>Pendelrollenlager</b>   |       |
| 213                        | 3     |
| 222                        | 4     |
| 223                        | 2     |
| 230                        | 6     |
| 231                        | 4     |
| 232                        | 3–4   |
| 239                        | 8     |
| 240                        | 5     |
| 241                        | 3     |



## Schmierung

Schmierung von Kugellagern und Zylinderrollenlagern

### Schmierung

Durch die Schmierung wird die Gebrauchsdauer der Wälzlager entscheidend beeinflusst. Die unter dem Gesichtspunkt der „Erweiterten Lebensdauer“ dargestellten Zusammenhänge lassen die Schlussfolgerung zu, dass selbst bei festgelegter Schmierungsart (Fett-, Öl- oder Feststoffschmierung) und durch die sachgemäße Pflege des Schmierstoffes, u. U. durch die Wahl besonderer Additive, die Gebrauchsdauer der Wälzlager noch wesentlich erhöht werden kann.

Die Anforderungen an den Schmierstoff werden neben den Betriebsbedingungen zunächst von der Lagerbauart selbst sowie von den Dichtungen und den Umwelteinflüssen bestimmt. Ein Schmierfett kann bereits Dichtfunktionen übernehmen.

#### Anforderung an die Schmierstoffe – Auswahlkriterien

| konstruktive Einflussparameter        | Beispiele (Alternative u. ä.)   |
|---------------------------------------|---|
| Lagerart und Bauform                  | Zylinderrollenlager, einreihig mit Käfig  |
| Einbaulage                            | horizontal (vertikal)   |
| Dichtungen                            | Labyrinth (berührende Dichtung)   |
| Schmierungssystem                     | Zentralschmierung (Fett, erwartete Schmierfrist)  |
| funktionstechnische Einflussparameter |   |
| Belastungsart                         | statisch, (dynamisch, konstant, stoßartig)<br>Verhältnis zur Tragzahl                       |
| Bewegungsart                          | nach Anlauf konstant (intermittierend)  |
| Drehzahl                              | rotierender Innering mit $n = \dots 1/\text{min}$   |
| Temperatur                            | Eigenerwärmung auf ca. $\dots$ °C (Fremderwärmung, Kühlung durch Schmierstoff erforderlich) |
| Umgebung                              | Spritzwasser<br>aggressive Medien   |
| besondere Forderungen                 |   |
|                                       | Geräuschverhalten   |
|                                       | Sicherheitsvorschriften   |

Für die Wahl der Schmierungsart war außer konstruktiven Gesichtspunkten, z. B. wo in der Maschine die Lagerung einzubauen ist, auch die zu erwartende Betriebstemperatur entscheidend. Unter Betriebstemperatur ist die Temperatur zu verstehen, die, meist nur am Außenring der Lagerung messbar, nach einer genügend langen Anlaufzeit des Aggregates bzw. der Maschine entsteht (Beharrungstemperatur).

Die zu erwartenden Beharrungstemperaturen sind in der Tabelle *Betriebstemperaturen von Lagerungen ausgewählter Einbaufälle* dargestellt.

Der Anstieg der Betriebstemperatur erfolgt zunächst steil und nähert sich der Beharrungstemperatur gleichmäßig an. Sprünge in dem Temperaturanstieg deuten dann, wenn keine Änderung der Belastungsverhältnisse vorgenommen wurde, auf einen möglichen beginnenden Lagerschaden hin.

## Schmierung

Schmierung von Kugellagern und Zylinderrollenlagern

### Betriebstemperaturen von Lagerungen ausgewählter Einbaufälle

| Lagerung ohne Fremderwärmung                        | Betriebstemperatur [°C] |
|---|-------------------------|
| Holzbearbeitungsmaschinen                           | 40 ... 50               |
| Tischbohrmaschinen                                  | 40                      |
| Horizontalbohrwerk                                  | 40                      |
| Werkzeugmaschinen                                   | 50 ... 55               |
| Kalandervalzen an Papiermaschine                    | 55                      |
| Stützwälzenlagerung an Warmbandstraße               | 55                      |
| Backenbrecher                                       | 60                      |
| Radsatzlagerung Loks und Reisezugwagen              | 60                      |
| Walzenlagerung Drahtstraße                          | 65                      |
| Vibrationsmotor und -walze                          | 70 ... 90               |
| Schwingsieb   | 80                      |
| Schiffspropeller                                    | 80                      |
| Lagerung mit technologisch bedingter Fremderwärmung |                         |
| Elektrischer Fahrmotor                              | 80 ... 90               |
| Trockenzylinder an Papiermaschine                   | 120 ... 130             |
| Heißgasventilatoren                                 | 120                     |
| Wasserpumpe am Kfz                                  | 120                     |
| Kurbelwelle an Verbrennungsmotoren                  | 120                     |
| Kalandervalzen für plastische Massen                | 180                     |
| Radlager von Brennöfen                              | 200 ... 300             |

### Schmierung von Kugellagern

Die Schmierung von Rillenkugellagern, Schrägkugellagern sowie Vierpunkt- und Pendelkugellagern stellt an die Additivierung der Schmierstoffe im Wesentlichen keine besonderen Anforderungen, da Gleitreibungsanteile bei der Punktberührung von Wälzkörper und Laufbahnen nahezu auszuscheiden sind.

In besonderen Fällen, z. B. bei schnell laufenden Kugellagern ist auf die erforderliche Mindestbelastung zu achten, um das einwandfreie Abrollen der Kugeln zu gewährleisten. Als Richtwert für die Mindestbelastung von Kugellagern dient  $P_{\min} = 0,01 \cdot C$

### Schmierung von Zylinderrollenlagern

Zylinderrollenlager werden in den vielfältigsten Lagerbauarten gefertigt. Die Vielzahl ergibt sich aus der Möglichkeit, Zylinderrollenlager sowohl als Festlager als auch als Loslager einzusetzen. Unter dem Gesichtspunkt der Schmierung sind die Ausführungen mit oder ohne Käfig zu unterscheiden.

## Schmierung

Schmierung von Zylinderrollen-, Kegelrollen-, Pendelrollen- und Axialzylinderrollenlagern

Bereits beim Einsatz der Zylinderrollenlager als Loslager (Baureihen N, NU) treten an den Seitenborden Gleitbewegungen auf, die beim Einsatz als Festlager (Baureihen NJ, NUP und im Zusammenwirken mit Winkelringen) unter definierte Belastung kommen. Die so genannten offenen Bode ermöglichen den ständigen Zutritt und die hydrodynamische Belastbarkeit des einzusetzenden Schmierstoffes.

Für die zulässige Axialbelastung eines Zylinderrollenlagers sind Berechnungen möglich, die im KRW-Lieferprogramm angeführt wurden. Außer der Berechnung nach dem Gesichtspunkt der möglichen hydrodynamischen Belastung ist auf die Bordhöhe des Zylinderrollenlagers zu achten, die ausreichend unterstützt werden muss.

Auch bei Zylinderrollenlagern ist für das funktionsgerechte Abrollen der Wälzkörper eine Mindestbelastung erforderlich, diese ist bei allen Rollenlagern näherungsweise mit  $P_{\min} = 0,02 \cdot C$  zu veranschlagen.

Besonders bei großen Wälzlagern aus dem Sortiment des Unternehmens Kugel- und Rollenlagerwerk Leipzig GmbH ist ausgehend vom Viskositätsverhältnis  $\kappa = \nu/\nu_1$  auf ausreichende Additivierung bei den eingesetzten Schmierstoffen zu achten, die Tabelle *Additivierung* gibt einen orientierenden Überblick.

### Additivierung

| Viskositätsverhältnis<br>$\kappa = \nu/\nu_1$ | Charakteristik des<br>Schmierungszustandes   | Additivierung  |
|---|--|--|
| < 0,4   | Mischreibung, überwiegend Metallkontakt, hohe Werkstoffbeanspruchung                                       | EP-Eigenschaften unbedingt erforderlich              |
| 0,4–1   | Normalschmierung bei nicht immer ausreichender Trennung der Metalloberflächen, hohe Werkstoffbeanspruchung | EP-Zusätze für Notlaufeigenschaften empfohlen        |
| 1–4   | Normal- bis Vollschmierung, ausreichende bis völlige Trennung der Berührungsflächen                        | EP-Eigenschaften nur für große Rollenlager notwendig |
| > 4   | Vollständige Trennung der Metallkontakte durch lasttragenden Schmierfilm                                   | EP-Eigenschaften nur für größte und Axialrollenlager |

Im Vergleich zu Zylinderrollenlagern mit Käfig sind bei den vollrolligen Zylinderrollenlagern die kinematischen Verhältnisse unter schmiertechnischen Gesichtspunkten äußerst ungünstig, da zwischen den Zylinderrollen Gleitbewegungen in doppelter Drehgeschwindigkeit der Rollen auftreten können. Hinzu kommt, dass beim Wechsel der Rollen von der unbelasteten in die belastete Zone des Wälzlagers hohe Beschleunigungskräfte auftreten können. Man wird deshalb aus Gründen der Zweckmäßigkeit den Drehzahlkennwert des Schmierstoffes nur etwa zu 40 % ausnützen.

### Schmierung von Kegelrollenlagern

Die axiale Belastbarkeit von Kegelrollenlagern ist vom Druckwinkel abhängig. Für die Schmierung der Kegelrollenlager sollte ein weicher, hoch belastbarer Schmierstoff eingesetzt werden, der dessen erforderliche Förderung durch das Lager gewährleistet und die Gleitreibung am Bord des Innenringes minimieren kann. Die Grundölviskosität, z. B. des Schmierfettes, sollte etwa das Doppelte der Bezugviskosität betragen.

## Schmierung

Schmierung von Zylinderrollen-, Kegelrollen-, Pendelrollen- und Axialzylinderrollenlagern

### Schmierung von Pendelrollenlagern

Pendelrollenlager werden vor allem in Maschinen und Anlagen der Schwerindustrie eingesetzt. Um die hohen Gebrauchseigenschaften dieser Lager ausnutzen zu können, sind besonders die Anforderungen an den Schmierstoff und dessen Pflege zu beachten.

Aufgrund der guten Winkeleinstellbarkeit ist zunächst davon auszugehen, dass reine Radialbelastung vorliegt. Es ist jedoch auch definierte Axialbelastung möglich. In diesem Falle sind die Gleitreibungsanteile an den Borden (bei Lagern der A-Ausführung) sowie die möglichen, aber nicht erfassbaren Belastungen durch die Verschränkung der Rollen in der unbelasteten Reihe der Pendelrollenlager durch schmiertechnische Maßnahmen zu minimieren. In diesem Falle soll ebenfalls die Betriebsviskosität (Grundölviskosität bei Schmierfetten) das Doppelte der Bezugviskosität betragen und der Drehzahlkennwert des Schmierfettes nur zu etwa 60 % ausgenützt werden. Die Wahl, bei Erfordernis die Änderung des Eindickers und der Additive, muss mit dem Schmierstoffhersteller ausführlich beraten werden.

### Schmierung von Axialzylinderrollenlagern

Das Abrollen der Zylinderrollen in axialer Ebene ist nicht schlupffrei, das heißt, ein hoher Mischreibungsanteil wird neben der Rollreibung zu erwarten sein. Andererseits ist durch die Lagerkonstruktion eine hohe Belastbarkeit gewährleistet. Bei diesen Lagern muss deshalb ein hoch addivierter Schmierstoff eingesetzt werden.

### Überwachung der Funktionssicherheit

Der funktionssichere Betrieb einer Lagerung, der vom Wartungspersonal überwacht wird, ist nur dann gewährleistet, wenn die Schmierungsanweisungen, die in den Dokumentationen der Maschinen bzw. Aggregate enthalten sind, exakt eingehalten werden. Ohne spezielle Anweisung ist die Lagerung ständig auf Dichtheit, Geräusch und Temperaturverhalten zu kontrollieren. Bei Erreichen der Schmierfrist ist je nach Vorschrift der Schmierstoff zu ergänzen oder vollständig zu wechseln.

Die Schmierfristen für Fette sind nach den Angaben im KRW-Lieferprogramm, Abschnitt Fettschmierung, näherungsweise ermittelbar. Die Ölwechselfristen betragen in Abhängigkeit der auf den Lagerdurchmesser bezogenen Umlaufmenge von 0,2 bis 20 l Öl etwa 2 bis 3 bzw. 10 bis 12 Monate. Die höheren Fristen gelten für kleine Wälzlager. Voraussetzung für diese Allgemeinaussage ist die weitestgehende Einhaltung der Betriebstemperatur von 80 °C und normaler Metallabrieb bzw. eine hochwertige Filtration des Schmieröles. Wassergehalt und katalytische Einflüsse von Lagerumbauanteilen sind nicht berücksichtigt.

Die Gebrauchseigenschaften des Schmierstoffes sollten im vorgeschriebenen Wartungszyklus sorgfältig kontrolliert werden. Je nach Anwendungsfall ist die fachgerechte visuelle Beurteilung durchzuführen, unter Umständen ist eine Laboruntersuchung notwendig.

Die Beurteilung der Gebrauchseigenschaften hat hinsichtlich:

- Farbe und sonstiges optisches Aussehen (z.B. Verkokung)
- Struktur, wie gleichmäßig flüssig, zäh, klumpig o. ä.
- Viskosität bzw. Konsistenz
- Feststoffanteil
- Wassergehalt

zu erfolgen. Im Vergleich zu den Eigenschaften des fabrikfrischen Schmierstoffes ist über einzuleitende Maßnahmen zu entscheiden.

### Ausbau der Wälzlager

Der Ausbau der Wälzlager wird erforderlich, wenn:

- Das Wartungsintervall des entsprechenden Aggregates dies vorschreibt.
- Die Reparatur eines Teils des Aggregates, z. B. eines Getriebes, den Ausbau notwendig macht.
- Das Wälzlager selbst zerstört ist und ausgewechselt werden muss.

Vor dem Ausbau der Wälzlager sind die entsprechenden Vorbereitungen zu treffen, wie Bereitstellung der erforderlichen Werkzeuge und Hilfsmittel, z. B. Abzieher oder hydraulische Montagehilfsmittel, vor allem aber ist die Umgebung der Lagersteller zu säubern. Hierfür dürfen nur organische Hilfsstoffe verwendet werden, wobei die für die Hilfsstoffe bestehenden Arbeitsschutzvorschriften zu beachten sind.

Je nachdem, ob das Wälzlager wieder verwendet werden soll oder bereits dessen Ersatz feststeht, ist die Reihenfolge der Arbeitsgänge der Demontage festzulegen.

Bei erforderlichen Prüfungen zum Zwecke der Schadenanalyse sind die Wälzlager und deren Umbauteile (z.B. Dichtungen) möglichst nicht zu zerstören. Die Protokollierung, unter Umständen die fotografische Dokumentation während der Arbeitsgänge der Demontage, ist für eine eindeutige Schadenanalyse von großer Bedeutung. Um eine aussagefähige Schadenanalyse durchführen zu können, sollte die folgende Reihenfolge der Arbeiten eingehalten werden:

- Protokollieren des Einbaufalles der Lagerung
- Beschreibung der Erscheinungen, die zur Außerbetriebnahme führten
- Überprüfen der Umgebung der Lagerung, Verschmutzung, Zustand der Dichtungen
- Entnahme von Schmierstoffproben und Verschmutzungen, Bereitstellung zur Laboruntersuchung
- Kennzeichnung der Lagersitze, z. B. Einbaulage, Lastrichtung u. a.
- Optische Beschreibung des kompletten Lagers
- Reinigung des Wälzlagers mit organischen Hilfsstoffen, z. B. Testbenzin
- Demontage des Wälzlagers, Zerstörung von Bauteilen nicht ohne besondere Kennzeichnung von unveränderten Teilen des Lagers
- Optische Beurteilung mit dem unbewaffneten Auge
- Bei Erfordernis Laboruntersuchungen mittels Mikroskop und Härteprüfgeräten, chemische Analysen sowie Anfertigung metallographischer Schliffe, z. B. an Rissen

Trotz Einsatz hochwertiger Wälzlagerstähle und Anwendung modernster Fertigungsverfahren hat ein Wälzlager eine endliche Lebensdauer.

Diese kann bei Einhaltung optimaler Betriebsbedingungen von der **nominellen Lebensdauer** bis zur **erweiterten Lebensdauer** gesteigert werden, doch wird in der Folge von konstruktiven oder technologischen Abweichungen am Aggregat, z. B. Montagefehler oder durch Verschleiß von Bauteilen, z. B. Dichtungen eine zeitliche Begrenzung der Funktionsfähigkeit der Lagerung zu erwarten sein. Das Ende der Funktionsfähigkeit wird als **Gebrauchsdauer** bezeichnet.

In der Regel tritt ein Lagerausfall nicht plötzlich auf, so dass mit dem Auftreten erster Unregelmäßigkeiten eine Schadenanalyse vorgenommen und die erforderliche Reparatur bzw. der Austausch des Wälzlagers geplant werden kann.

### Schadenerkennung

Ein beginnender Schaden an der Lagerung einer Maschine bzw. eines Aggregates kündigt sich meist durch eines oder mehrere der nachfolgend genannten Symptome an:

- zunehmende Austrittsmengen an Schmierstoff
- Verminderung der Arbeitsgenauigkeit oder der Führungseigenschaften
- Heißlaufen der Lagerung
- Zunehmende Geräuschentwicklung und Schwingungen
- Schwergängigkeit der Lagerung bis zum „Festfressen“
- Deformation der Wellen- oder Gehäusesitze

Je nach Anwendungsfall und die Höhe des zu erwartenden Schadens bei Ausfall der Lagerung sollte in der noch möglichen Betriebszeit der Lagerung eine sorgfältige Beobachtung der Unregelmäßigkeiten im Laufverhalten vorgenommen werden. Hierzu können elektronische Temperaturmessgeräte, Schwingungsmess- und Frequenzanalysegeräte eine wertvolle Hilfe sein. Aus Frequenzanalysen sind Aussagen über Schäden am Wälzlager vor deren Ausbau zu erwarten, da der Überrollvorgang wälzlagerspezifische Spektren liefert, die aus den Konstruktionsmerkmalen des Wälzlagers und deren Betriebsdrehzahl abgeleitet werden können.

Ein zunehmend unruhiger Lauf verbunden mit ungewöhnlichen Geräuschen ist meist zurückzuführen auf:

- falsche Montage, Unsauberkeit oder zu feste bzw. lose Passungen
- Überlastung der Lagerung
- Staub bzw. Schmutz, Stromdurchgang, Feuchtigkeit und aggressive Medien
- mangelhafte Schmierung

Gestörtes Temperaturverhalten deutet auf:

- zu feste Passungen, Verkippen und Verkantungen
- zu hohe Belastung, unbeherrschbare Fremdeinwirkungen
- mangelhafte Schmierung

# Wälzlagerschäden

Übersicht zu möglichen Ursachen

Wälzlagerschäden nach Ausbau und Begutachtung der Teile

| Ursache                     | Einbau          |              |                  |                 | Betriebsbeanspruchung |                     |              |
|-----------------------------|-----------------|--------------|------------------|-----------------|-----------------------|---------------------|--------------|
|                             | falscher Einbau | Unsauberkeit | zu feste Passung | zu lose Passung | Verkantung Verkipfung | Unter-Überbelastung | Schwingungen |
| Eindrücke und Schürfmarken  | X               |              |                  |                 | X                     |                     |              |
| Fremdkörpereindrücke        |                 | X            |                  |                 |                       |                     |              |
| Korrosionsmerkmale          |                 |              |                  |                 |                       |                     |              |
| Passungsrost an Sitzflächen |                 |              |                  | X               |                       |                     | X            |
| Stillstandsmarkierungen     |                 |              |                  |                 |                       |                     | X            |
| Krater und Riffel           |                 |              |                  |                 |                       |                     |              |
| Verschleiß                  |                 | X            |                  |                 |                       |                     |              |
| Anschmierungen („Fressen“)  |                 |              |                  |                 |                       | X                   |              |
| Schlupfschäden              |                 |              |                  | X               |                       | X                   |              |
| Heißlaufschäden             |                 |              | X                |                 |                       |                     |              |
| Ermüdungsschäden (Pittings) | X               | X            |                  |                 | X                     | X                   |              |
| Käfigschäden                |                 |              |                  |                 | X                     |                     | X            |

| Umgebungseinflüsse |            |               |                |              |                   | Schmierung          |                  |                |
|--------------------|------------|---------------|----------------|--------------|-------------------|---------------------|------------------|----------------|
| Hohe Drehzahlen    | Fremdwärme | Staub Schmutz | Stromdurchgang | Feuchtigkeit | aggressive Medien | falscher Schmierst. | Mangel-schmiern. | Über-schmiern. |
|                    |            |               |                |              |                   |                     |                  |                |
|                    |            | X             |                |              |                   |                     |                  |                |
|                    |            |               |                | X            | X                 | X                   |                  |                |
|                    |            |               |                |              |                   |                     |                  |                |
|                    |            |               |                |              |                   |                     |                  |                |
|                    |            |               | X              |              |                   |                     |                  |                |
|                    |            | X             |                |              |                   | X                   | X                |                |
| X                  |            |               |                |              |                   | X                   | X                |                |
|                    |            |               |                |              |                   |                     | X                |                |
| X                  | X          |               |                |              |                   | X                   | X                | X              |
|                    | X          | X             |                |              |                   | X                   | X                |                |
|                    |            |               |                |              |                   |                     |                  |                |

## Wälzlagerschäden

Schadenanalyse, Zustand der Sitzflächen

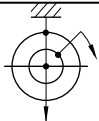
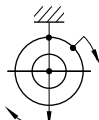
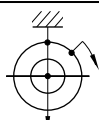
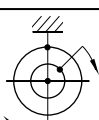
### Schadenanalyse

Nach fachgerechtem Ausbau und der vorsichtigen Reinigung können die Wälzlager demontiert und die Laufbahnen der Ringe, die Wälzkörper sowie die Käfige hinsichtlich ihres optischen Aussehens beurteilt und einem charakteristischen Schadenbild zugeordnet werden.

Eine Übersicht über die klassifizierbaren Wälzlagerschäden und ihre möglichen Ursachen, wie nicht fachgerechter Einbau, überhöhte Betriebsbeanspruchung sowie Umwelt- und Schmierungseinflüsse zeigt die Tabelle *Wälzlagerschäden*.

Um die bei der Schadenanalyse festzustellenden Merkmale den möglichen Ursachen eindeutig zuzuordnen zu können, sollten geeignete Prüfungsprotokolle vorbereitet und die Wälzlager Teile bezüglich ihrer Beanspruchung gekennzeichnet werden.

Zunächst sollte man sich Klarheit über die vorliegenden Belastungs- und Bewegungsverhältnisse verschaffen. Hierzu dient die folgende Übersicht.

| Bewegungs-<br>verhältnisse   |   |   | Innenring/<br>Welle          |   | Außenring/<br>Gehäuse   |                                  |
|--|---|---|------------------------------|---|---|----------------------------------|
| Schema   | Beschreibung  | typische<br>Beispiele                               | Lastfall                     | Passung   | Lastfall  | Passung                          |
|                    | Innenring rotiert,<br>Außenring steht<br>still, Lastrichtung<br>unveränderlich        | Stirnradgetriebe,<br>Elektromotoren                 | Umfangslast<br>für Innenring | fester Sitz<br>erforderlich   | Punktlast für<br>Außenring,<br>geteilte<br>Gehäuse<br>möglich   | loser Sitz<br>zulässig           |
|                    | Innenring steht still,<br>Außenring rotiert,<br>Lastrichtung rotiert mit<br>Außenring | Nabenlagerung<br>mit großer<br>Unwucht              |                              |   |   |                                  |
|                   | Innenring steht<br>still, Außenring<br>rotiert, Lastrichtung<br>unveränderlich        | Laufäder mit<br>stillstehender<br>Achse, Seilrollen | Punktlast für<br>Innenring   | loser Sitz<br>zulässig  | Umfangslast<br>für Außen-<br>ring, nur<br>ungeteilte<br>Gehäuse | fester<br>Sitz erfor-<br>derlich |
|                  | Innenring rotiert,<br>Außenring steht still,<br>Lastrichtung rotiert mit<br>Innenring | Schwingsiebe,<br>Unwucht-<br>schwinger              |                              |   |   |                                  |
| Kombination von verschiedenen Bewe-<br>gungsverhältnissen oder wechselnde<br>Bewegungsverhältnisse |   | Kurbeltriebe  |                              | Passung und Toleranzlage für<br>Welle/Gehäuse werden bestimmt von<br>dem dominierenden Lastfall sowie<br>Montierbarkeit und Einstellbarkeit der<br>Lagerung |   |                                  |

## Wälzlagerschäden

Schadenanalyse, Zustand der Sitzflächen, Laufbilder

### Zustand der Sitzflächen

Der Zustand der Sitzflächen gibt erste, aber wesentliche Hinweise auf den Zustand der Wellen bzw. Gehäusepassungen. Zu beachten sind folgende Merkmale:



Passungsrost an den Wälzlagerflächen



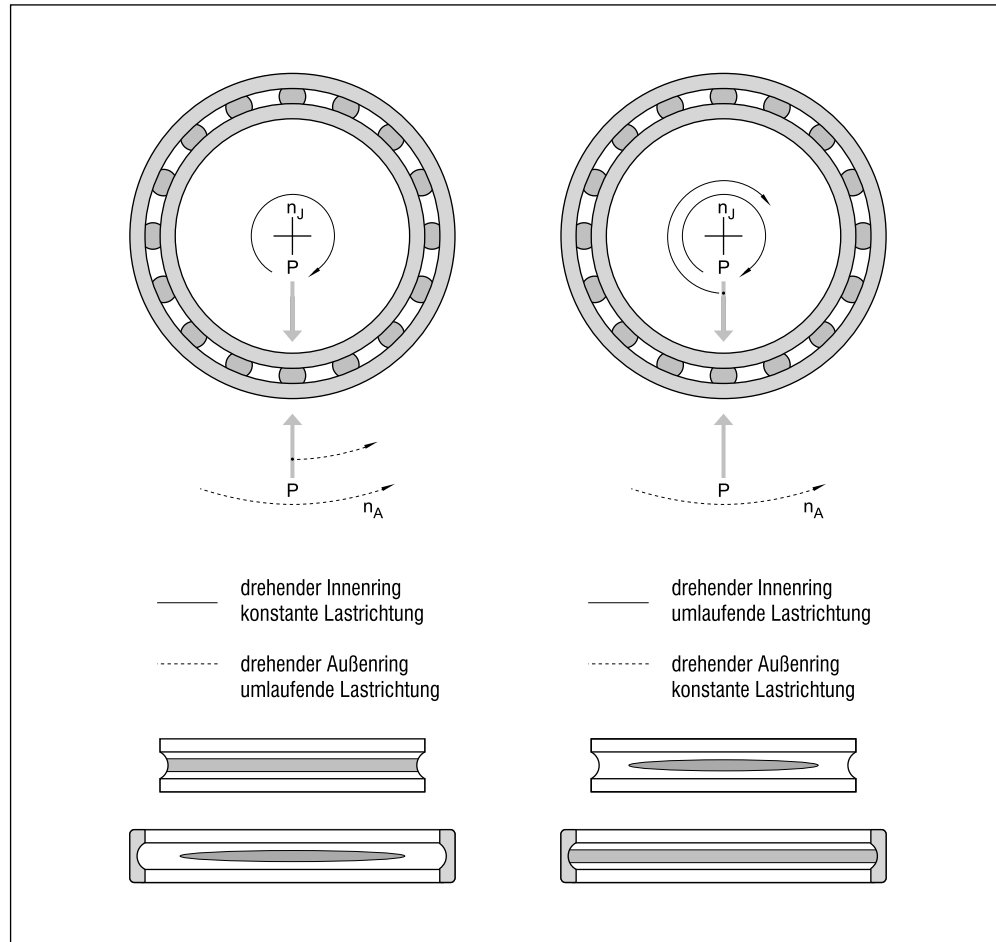
Fress-Spuren, die auf Mitdrehen an sich festsitzender Fügeflächen hindeuten

Bei der Bewertung der Sitzflächen muss auch auf geometrisch bevorzugte Laufspuren in den Laufbahnen der Wälzlager Ringe geachtet werden. Eine nicht vollflächige Unterstützung der Wälzlager Ringe durch hohe Formfehler bei Welle bzw. Gehäuse wird zum ungenügenden Kraftschluss und damit zur Überlastung einzelner Laufbahnsegmente führen. Schlechte Wärmeableitung und Brüche von Wälzlager Ringen können im Zusammenhang mit schlechten Passungen begründet werden.

### Laufbilder

Aus der Kenntnis der Konstruktion und der Funktionsbestimmung des Aggregates bzw. der Maschine kann das zu erwartende Laufbild abgeleitet werden. Die Abweichungen des tatsächlich vorgefundenen Laufbildes vom zu erwartenden Laufbild gibt erste Hinweise über die Qualität der Projektierung der Lagerung. Unzulässige Verkippungen oder Fluchtungsfehler sowie „Wandern“ der Lager sind sofort eindeutig erkennbar.

In der Abbildung sind am Beispiel eines rein radial belasteten Rillenkugellagers die charakteristischen Laufbilder im Innen- und Außenring dargestellt. Dabei wird der Unterschied im Laufbild bei Punkt- bzw. Umfangslast deutlich sichtbar. Verkippungen und Verkantungen der Ringe sowie Verspannungen, die sich auf die Lagerluft auswirken, werden aus dem Laufbild sofort erkennbar, indem die Laufbilder asymmetrisch oder der Belastungsrichtung nicht mehr zuordenbar werden.



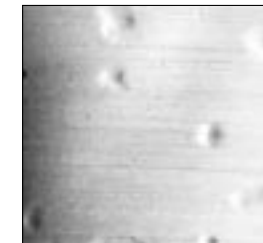
### Lagerschäden

Jedes Schadenbild an den Bauteilen eines zu beurteilenden Wälzlagers ist einer oder mehreren im Komplex wirkenden Ursachen zuzuordnen. Die Schadenbilder in den Laufflächen sind weitgehend charakteristisch und wie folgt zu systematisieren:

- abrasiver Verschleiß
- Einwalzen und Ansmieren von Teilchen
- Zerstörungen und Verfärbungen unmittelbar in Oberflächennähe
- Risse
- Pitting-Bildung durch Werkstoffermüdung, Sonderfall Stromdurchgang
- Korrosion
- Käfigschäden

### Abrassiver Verschleiß

Abrassiver (schmirgelnder) Verschleiß entsteht durch das Eindringen von hartem metallischen Abrieb oder von Teilchen mineralischem Ursprung in das Wälzlager. Innerhalb des Wälzkontaktes tritt mit zunehmender Betriebsdauer eine vollständige Oberflächenzerstörung auf. Eine mangelhafte Schmierung begünstigt diese Verschleißerscheinung.



Eindrücke durch Einwalzen weicher Teilchen



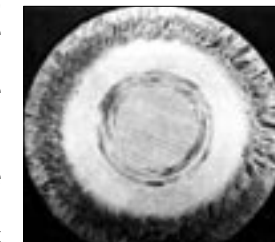
Eindrücke durch Einwalzen mineralischer Teilchen



Starker abrasiver Verschleiß auf der Lauffläche eines Kegelrollenlagers

### Einwalzen und Ansmieren von Teilchen

Weiche metallische Teilchen, z. B. Käfigabrieb oder duktile Teilchen, wie Textilfasern, Reste von Verpackungsmitteln o. ä., werden während des Überrollvorganges ebenfalls in die Wälzlageroberflächen eingewalzt. Diese Vertiefungen bedeuten zunächst keinen Abtrag von der Oberfläche, gehen aber in der Folge in die Verschleißerscheinungen des abrasiven Verschleißes über und beeinträchtigen damit die Funktionsfähigkeit des Wälzlagers. In den Abbildungen sind die charakteristischen Formen der Eindrücke weicher und harter Teilchen in die Rollbahn gegenübergestellt.



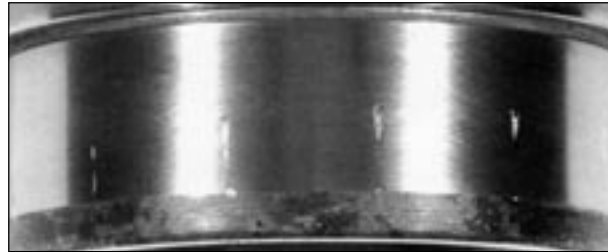
Ansmieren von Material an der Stirnseite einer Zylinderrolle



Ansmieren von Werkstoff an der Mantelfläche einer Zylinderrolle eines vollrolligen Zylinderrollenlagers bei unzureichender Schmierung



Anschmierungen von Werkstoffteilchen haben ihre Ursache bei hohen Relativbewegungen im Wälzlager, z. B. im vollrolligen Zylinderrollenlager. Der Mechanismus der Anschmierung ist mit einer Reibschweißung vergleichbar, wobei offensichtlich ist, dass mangelhafte Schmierung die Voraussetzung für eine Reibschweißung ist. Die Zerstörung der Oberfläche an Zylinderrollen zeigt die Abbildung.



Schürfmarken am Innenring eines Zylinderrollenlagers

Ausschabungen und Anschmierungen an den Wälzlagerflächen (Kratzer auf Rollbahnen) können bereits beim Einbau der Wälzlager entstehen, indem z. B. bei zerlegbaren Lagern ungeeignete Hilfsmittel eingesetzt werden. Bei Überrollung der Kratzer durch die Wälzkörper werden zuerst diese und schließlich das gesamte Wälzlager zerstört, indem schadhafte Stellen ständig mit unzerstörten Flächen in Kontakt kommen.

Die folgende Abbildung zeigt die plastische Verformung am Innenring eines Rillenkugellagers durch den Kugelsatz, die durch falsche Montage der Lagerung entstanden ist.

Plastische Verformungen an Wälzkörpern und Laufbahnen führen zu unruhigem Lauf der Lagerung und zu vorzeitiger Werkstoffermüdung. Ein solch beschädigtes Wälzlager ist zu ersetzen.

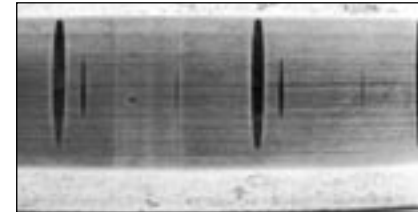


Kugeleindrücke am Innenring eines Rillenkugellagers

### Zerstörungen und Verfärbungen unmittelbar in Oberflächennähe

Kann im Betriebszustand der Schmierfilm die Kontaktflächen nicht vollständig voneinander trennen, tritt die so genannte Mischreibung auf. Der Zustand der Mischreibung ist mit hoher örtlicher Erwärmung an der Oberfläche der Wälzlager Teile verbunden. Infolgedessen entstehen neben der hohen spezifischen Belastung auch wärmebedingte Spannungen, die Oberflächenrisse hervorrufen. In der Folge bröckeln Teilchen aus den Kontaktflächen aus, verteilen sich im gesamten Wälzlager und führen zu dessen Zerstörung. Örtlich hohe Temperaturen verursachen auch die Verfärbung der Oberfläche (Anlassfarben) und führen zu Härteverlust. Der vorzeitige Verschleiß des Wälzlagers tritt durch die geringer werdende Tragfähigkeit ein, ohne dass eine rechnerische Überlastung des Wälzlagers festzustellen ist.

Als Sonderfall ist die Beanspruchung der Laufbahnen der Wälzlager, besonders der Rollenlager durch Schwingungen während des Lagerstillstandes zu betrachten. Die auf den Rollbahnen sichtbaren Riffel entstanden durch extrem häufige Lastwechsel und sind bereits mit Werkstoffermüdung vergleichbar.



Riffelbildung durch Schwingungen



Riffelbildung in der Laufbahn eines Außenringes infolge Stromdurchganges

Ähnliche Erscheinungsbilder ergeben sich bei Stromdurchgang durch die Wälzlager.

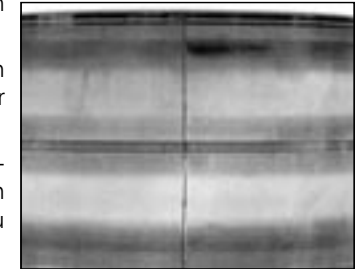
### Risse

Risse können entstehen, wenn die Wälzlager zu stark in die Gehäuse oder auf die Welle gepresst wurden oder die Lagersitze selbst nicht zylindrisch sind. Besonders bei Lagern mit kegeliger Bohrung sind Überlastungen dann zu erwarten, wenn der Kegelwinkel am Wellensitz nicht im vorgeschriebenen Toleranzfeld liegt.

Ebenso können Risse ihre Ursache haben, wenn die Montage mit ungeeigneten Werkzeugen erfolgte. Bei der Erwärmung im Betriebszustand des Wälzlagers führen die zwangsläufig entstehenden Spannungen zur Überbeanspruchung des Werkstoffes, was sich durch den Riss äußert.

Ebenso können Risse eine Folge von anderweitigen Ursachen sein, z. B. Anschmierungen mit überhöhter Erwärmung oder Korrosionsschäden.

Je nach der Höhe der unzulässig hohen Spannung im Werkstoff können deutliche Risse in Laufbahnen, vor allem in den Freistichen entstehen, um schließlich den Ring vollkommen zu sprengen, s. Abbildung.



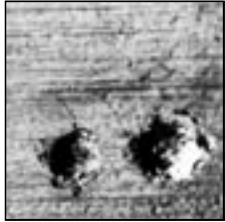
### Pittingbildung

Pittings sind die wichtigste Erscheinungsform der Werkstoffermüdung im Wälzlager. Die Werkstoffermüdung entsteht durch die Wechselbeanspruchung, beginnt unter der Oberfläche und wird erst sichtbar, wenn die abgeschälten Werkstoffteilchen ausbröckeln. Die entstehenden Krater sind in der Regel tiefer als bei der Werkstoffzerstörung infolge örtlich hoher Erwärmung. Bei allen Lagerschäden durch Werkstoffzerstörung spielt die Schmierung eine entscheidende Rolle. Durch die Verhältnisse im Schmierpalt wird die Reibungsart und die daraus folgende Werkstoffbeanspruchung bestimmt. Optimale Betriebsbedingungen, in diesem Zusammenhang sorgfältige Auswahl und Pflege der Schmierstoffe, sind eine wesentliche Voraussetzung für das Erreichen der Laufzeit nach den Kriterien für die erweiterte Lebensdauer.

## Wälzlagerschäden

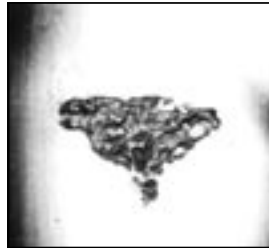
Lagerschäden, Risse, Pittingbildung

Die Bildung von Pittings ist im Wesentlichen ein statistisch fortschreitender Prozess, der sich zunächst in der Zunahme des Geräusches äußert. Die Instandsetzung der Lagerung ist damit planbar. Die fortschreitende Pittingbildung zeigen die Abbildungen. Charakteristisch ist die V-Form der Ausbröckelungen in Drehrichtung.



Brandflecke mit Werkstoffzerstörung  
infolge Stromdurchgang

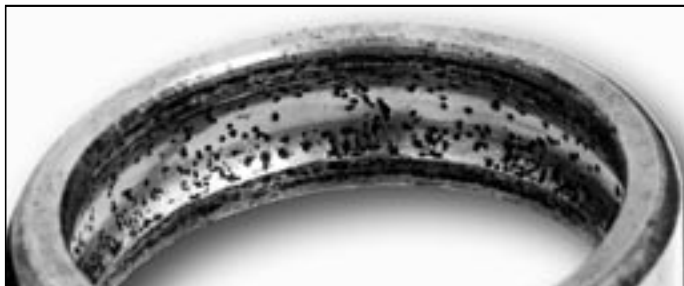
Erfolgten hohe Stromdurchgänge am Wälzlager, z.B. durch elektrische Schweißarbeiten, können Brandflecke entstehen, die die Werkstoffeigenschaften verändern und Ausgangspunkt frühzeitiger Pittingbildung wurden.



Fortschreitende Pittingbildung in der Laufbahn eines Zylinderrollenlagers

### Korrosion

Korrosion in Form der Oberflächenveränderung (z.B. Rost) hat ihre Ursache in mangelhafter Konservierung und Verpackung, jedoch meist in ungeeigneten Lagerungsbedingungen. Deshalb sind die zu montierenden Wälzlager so lange wie möglich in der Originalverpackung zu belassen.



Korrosion am Außenring eines Rillenkugellagers



Spaltkorrosion an der Laufbahn  
eines Kegelrollenlagers

## Wälzlagerschäden

Lagerschäden Korrosion, Käfigschäden

Wenn z.B. nach dem Ausbau und der Reinigung eines Wälzlagers der Zutritt von Sauerstoff und Luftfeuchtigkeit zu den Lagerschalen nicht verhindert wird, können im Zusammenhang mit Handschweiß sehr schnell Rostnarben entstehen, die die Ursache für eine Pittingbildung sein können. Infolge des Einsatzes von unzureichend additivierten Schmierstoffen oder bei korrosionsfördernder Umgebung (Wasser oder sonstige Chemikalien) kann wegen der besonderen geometrischen Verhältnisse am Wälzlager Spaltkorrosion entstehen, die eine wesentliche Beeinträchtigung der Werkstoffeigenschaften wie Elastizität und Festigkeit nach sich zieht.

### Käfigschäden

Durch den zunehmenden Verschleiß in den Laufbahnen können Verschränkungen, z. B. der Zylinder- oder Tonnenrollen, nicht ausgeschlossen werden, die zu unzulässiger Belastung der Käfigstege führen. Sichtbarer Verschleiß, im Extremfall der Bruch der Käfigstege, sind die Folge, s. Abbildung. Bei Plastekäfigen können thermische Verformungen auftreten, wenn die Betriebstemperatur wesentlich über der für die gewählte Plastesorte zulässigen Temperatur lag.



### Maßnahmen der Schadenbeseitigung

Besonders bei großen Wälzlagern aus dem Sortiment des Unternehmens Kugel- und Rollenlagerwerk Leipzig GmbH wird man versuchen, durch Instandhaltungsmaßnahmen und die Einführung verbesserter Betriebsbedingungen die Gebrauchsfähigkeit der Wälzlager im Maximum zu erreichen. Ausgehend von der rein theoretischen Feststellung, dass die mögliche, d. h. die „Erweiterte Lebensdauer“ selten ausgenutzt werden kann, sind optimale Betriebsbedingungen für eine hohe Gebrauchsdauer entscheidend.

Aus diesem Grund sind nach Feststellung erster Symptome (z. B. überhöhte Geräuschentwicklung oder allmähliche und anderweitig nicht erklärbare überhöhte Betriebstemperatur) Wartungs- und Reparaturmaßnahmen zu planen und zum geeigneten Zeitpunkt auszuführen. Vorrangig ist zu prüfen auf:

- Winkel- und Fluchtungsfehler
- Vorgeschriebene Geometrie der Lagersitze
- Mögliche Verspannungen und daraus folgende Belastungsänderungen durch Wärmedehnungen
- Zustand und Wirksamkeit der Dichtungen

## Wälzlagerschäden

### Schadenbeseitigung

- Charakteristische Schäden in den Kontaktflächen (Rollbahnen, Wälzkörper, Käfig)
- Vorhandene Fehler aus der Montage
- Korrosionsmerkmale und Abschätzung der Auswirkung auf das Betriebsverhalten
- Sorte des Schmierstoffes und ausreichende Maßnahmen zu dessen Pflege

Nach Analyse des Schmierstoffes bezüglich der Betriebsbedingungen ist ein Sortenwechsel in Zusammenarbeit mit dem Schmierstoffhersteller oftmals vorteilhaft.

Sind die Wälzlagerschäden in dem Umfang fortgeschritten, dass die Weiterverwendung nicht möglich ist, sollte die Rekonditionierung des Wälzlagers geprüft werden. Die Rekonditionierung ist dann möglich, wenn:

- durch die erforderliche Nacharbeit die Passflächen (Mantel und Bohrung) innerhalb der Wälzlagertoleranzen nach DIN ISO 1132 erhalten bleiben
- der Oberflächenzustand der Laufbahnen das Nachschleifen erlaubt. Bei Vorhandensein großer Pittings ist dies dann nicht gegeben, wenn von einer tief gehenden Werkstoffermüdung ausgegangen werden muss.
- Wälzkörper nachgearbeitet oder durch neue ersetzt werden können
- der Käfig nachgearbeitet oder ersetzt werden kann.

Besonders bei Wälzlager mit hohem Materialanteil kann die Rekonditionierung Kostenvorteile gegenüber dem Einsatz eines neuen Wälzlagers bieten, denn Qualitätseinschränkungen sind am rekonditionierten Wälzlager in der Regel nicht zu erwarten.

## KRW-Lieferprogramm

| Bauform  | <sup>1)</sup> Maßreihe   |
|--|--|
| Rillenkugellager, einreihig                                | 160, 618, 619<br>60, 62, 63, 64  |
| Schräggugellager, einreihig                                | 708, 709, 718, 719, 70, 72B, 73B   |
| Schräggugellager, zweireihig                               | SKZ  |
| Vierpunktlager   | Q10, QJ10, Q2, QJ2, Q3, QJ3  |
| Axialschräggugellager                                      | 2344, 2347   |
| Zylinderrollenlager, einreihig                             | <sup>2)</sup> NU18, NU19, NU10, NU2, NU22<br>NU3, NU23, NU4                          |
| Zylinderrollenlager, zweireihig und mehrreihig             | NN30, NNU49, NNU60   |
| Zylinderrollenlager (vollrollig), einreihig                | NCF...V, NJG23...V   |
| Zylinderrollenlager (vollrollig), zweireihig               | NNC...V, NNCL...V, NNCF...V  |
| Zylinderrollenlager (vollrollig), mehrreihig               | NNU60...V  |
| Radsatz-Zylinderrollenlager                                | WJ/WJP   |
| Axialzylinderrollenlager                                   | 811, 812, 893, 894, WS811, GS811, K811   |
| Kegelrollenlager   | 302, 303, 313<br>320, 322, 323<br>330  |
| Tonnenlager  | 202, 203, 204  |
| Pendelrollenlager, mit zylindrischer und kegeliger Bohrung | 222, 223, 230<br>231, 232, 239<br>240, 241, 248, 249                                 |
| Dünnringlager  |  |
| Stromisolierte Lager                                       |  |
| Sonderlager  |  |
| Spannhülsen  | H2, H23, H3, H30, H31, H32, H39<br>OH23, OH30, OH31, OH32, OH39                      |
| Abziehhülsen   | AH2, AH3, AH22, AH23, AH 30, AH 31, AH 39<br>AOH2, AOH22, AOH23, AOH30, AOH31, AOH39 |
| Winkelringe  | HJ   |
| Zylinderrollen   | ZRO  |
| Tonnenrollen   | TORO   |

<sup>1)</sup> Weitere Maßreihen auf Anfrage

<sup>2)</sup> Entsprechend für alle Bauformen vorzugsweise in leistungsgesteigerter Ausführung

| KRW  | Benennung  | FAG    | SKF    | NSK   | RHP  | NKE    |
|--|--|--------|--------|-------|------|--------|
| A  | geänderte Innenkonstruktion  | A      |        |       |      |        |
| A...   | in Verbindung mit Zahlenangabe, Axialluft abweichend von DIN 620   | A.     |        | CA... | A... | A...   |
| ALP  | Massiv-Fensterkäfig aus Aluminium, rollkörpergeführt   | LP     |        |       |      | L      |
| ALPA   | Massiv-Fensterkäfig aus Aluminium, Führung am Außenring  | LPA    | LA     |       |      |        |
| AGFP   | Massiv-Fensterkäfig aus Stahl, versilbert, rollkörpergeführt   | FP..   |        |       |      | FP..   |
| AGFPB  | Massiv-Fensterkäfig aus Stahl, versilbert, Führung am Innenring  | FPB... |        |       |      | FPB... |
| B  | geänderte Innenkonstruktion, bei Radial-Schräggugellagern Kontaktwinkel 40°                                    | B      | B      | B     | B    |        |
| BL   | ballige Laufbahn für den Innenring   | BL     |        |       |      |        |
| C1NA   | bei zweireihigen Zylinderrollenlagern Luftgruppe C1, Ringe nicht austauschbar                                  | C1NA   |        | CC1   |      |        |
| C2   | Luftgruppe C2, Lagerluft kleiner als CN  | C2     | C2     | C2    | C2   | C2     |
| CN   | Luftgruppe CN, normale Lagerluft   | CN     | CN ... | CN    | CN   | CN     |
| C3   | Luftgruppe C3, Lagerluft größer als CN   | C3     | C3     | C3    | C3   | C3     |
| C4   | Luftgruppe C4, Lagerluft größer als C3   | C4     | C4     | C4    | C4   | C4     |
| C5   | Luftgruppe C5, Lagerluft größer als C4   | C5     | C5     | C5    | C5   | C5     |
| C4H  | Lagerluft auf den oberen Teil der Luftgruppe C4 eingeschränkt  | C4H    |        |       |      | C4H    |
| C3M  | Lagerluft auf den mittleren Teil der Luftgruppe C3 eingeschränkt   | C3M    |        |       |      | C3M    |
| C2L  | Lagerluft auf den unteren Teil der Luftgruppe C2 eingeschränkt   | C2L    |        |       |      | C2L    |
| DB   | Axialluft bei zwei Rillenkugellagern, Schräggugellagern oder Kegelrollenlagern in O-Anordnung                  | DB     |        |       |      | DB     |
| DBCA   | Axialluft bei zwei Rillenkugellagern oder Schräggugellagern in O-Anordnung                                     | DBCA   |        |       |      |        |
| DBCB   | Axialluft bei zwei Rillenkugellagern oder Schräggugellagern in O-Anordnung, größer als DBCA                    | DBCB   |        |       |      |        |
| DBCC   | Axialluft bei zwei Rillenkugellagern oder Schräggugellagern in O-Anordnung, größer als DBCB                    | DBCC   |        |       |      |        |
| DBCG   | Lagerluft gleich Null bei zwei Kegelrollenlagern in O-Anordnung  | DBCG   |        |       |      |        |
| DF   | Axialluft bei zwei Rillenkugellagern, Schräggugellagern oder Kegelrollenlagern in X-Anordnung                  | DF     | DF     | DF    | DF   |        |
| weitere Nachsetzzeichen CA, CB, CC und CG entsprechend nach DB |  |        |        |       |      |        |
| DG   | Axialluft bei zwei Rillenkugellagern, Schräggugellagern oder Kegelrollenlagern in O-, X- oder Tandem-Anordnung | DG     |        |       |      |        |

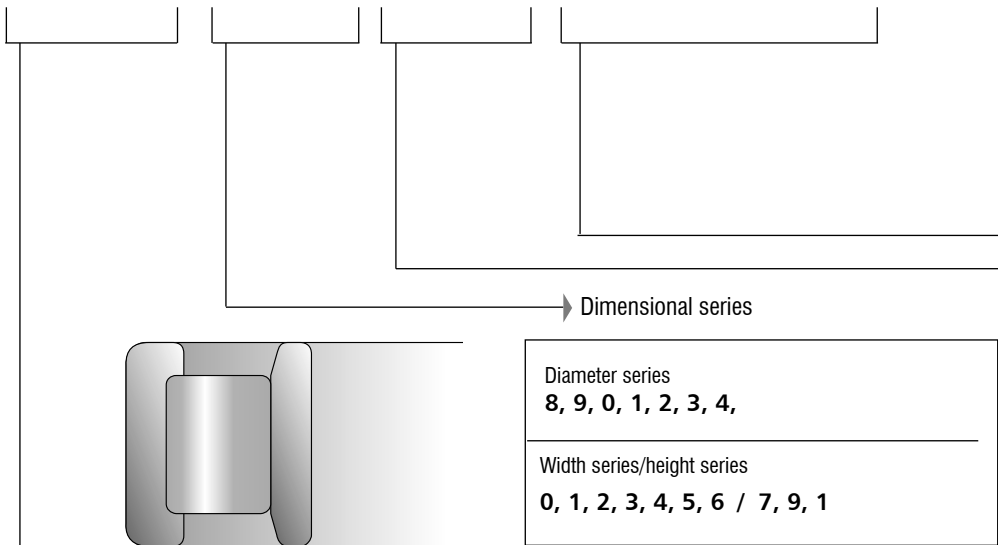
| KRW  | Benennung  | FAG  | SKF | NSK | RHP | NKE |
|--|--|------|-----|-----|-----|-----|
| weitere Nachsetzzeichen CA, CB, CC und CG entsprechend nach DB |  |      |     |     |     |     |
| DH   | einseitig wirkende Axiallager mit 2 Gehäusescheiben  |      | DH  |     |     |     |
| DHP  | Kombinationsbezeichnung für DH + DP  |      | DHP |     |     |     |
| DP   | Bohrungsdurchmesser der Gehäusescheibe kleiner als normal  |      |     |     |     |     |
| DR   | 2 Rillenkugellager oder Zylinderrollenlager zur gleichzeitigen Aufnahme der Radiallast   |      | DR  | DR  | D   |     |
| DT   | 2 einreihige Rillenkugellager, Schräggugellager und Kegelrollenlager für den paarweisen Einbau in Tandem-Anordnung. Kennzeichnung der Zwischerringe wie unter DB |      | DT  | DT  | DT  |     |
| E  | Ausführung mit erhöhter Tragzahl   | E    | E   | E   | E   |     |
| EA   | Ausführung mit erhöhter Tragzahl in Verbindung mit veränderter Innenkonstruktion   |      | EC  |     |     |     |
| F  | Massivkäfig aus Stahl, rollkörpergeführt   | F... | F   |     |     | F   |
| FA   | Massivkäfig aus Stahl, Führung am Außenring  | FA   | FA  |     |     | FA  |
| FB   | Massivkäfig aus Stahl, Führung am Innenring  | FB   | FB  |     |     | FB  |
| FP   | Massiv-Fensterkäfig aus Stahl  | FP   |     |     |     |     |
| FP..   | Nachsetzzeichen in Verbindung mit einer Ziffer legt eine spezielle KRW-Fertigungsvorschrift fest   |      |     |     |     |     |
| HPA  | Massiv-Fensterkäfig aus Bronze, Führung am Außenring   |      |     |     |     |     |
| J  | Blechkäfig aus Stahl, rollkörpergeführt  | J    | J   | J   | J   | J   |
| K  | kegelige Lagerbohrung, Kegel 1 : 12  | K    | K   | K   | K   | K   |
| K30  | kegelige Lagerbohrung, Kegel 1 : 30  | K30  | K30 | K30 | K30 | K30 |
| M  | Massivkäfig aus Messing, rollkörpergeführt   | M    | M   | MR  | M   | M   |
| MA   | Massivkäfig aus Messing, Führung am Außenring  | MA   | MA  |     |     | MA  |
| M2   | Massivkäfig aus Messing, warmvernietet (Stahlniet), rollkörpergeführt  |      |     |     |     |     |
| M2A  | Massivkäfig aus Messing, warmvernietet (Stahlniet), Führung am Außenring   |      |     |     |     |     |
| M2B  | Massivkäfig aus Messing, warmvernietet (Stahlniet), Führung am Innenring   |      |     |     |     |     |
| M2AS   | Massivkäfig aus Messing, warmvernietet (Stahlniet), Führung am Außenring, mit Schmiernuten am Außendurchmesser des Käfigs  |      |     |     |     |     |
| M2BS   | Massivkäfig aus Messing, warmvernietet (Stahlniet), Führung am Innenring, mit Schmiernuten am Innendurchmesser des Käfigs  |      |     |     |     |     |
| M3   | Massivkäfig aus Messing, stegvernietet, rollkörpergeführt  | M1   | M6  | MBR |     | M6  |

| KRW        | Benennung  | FAG | SKF | NSK   | RHP  | NKE  |
|------------|--|-----|-----|-------|------|------|
| M3A        | Massivkäfig aus Messing, stegvernietet, Führung am Außenring   | M1A | MA6 | MB    |      | M6A  |
| M3B        | Massivkäfig aus Messing, stegvernietet, Führung am Innenring   |     |     |       |      | M6B  |
| MP         | Massiv-Fensterkäfig aus Messing, rollkörpergeführt   | MP  | MR  | MA1   |      | MP   |
| MPA        | Massiv-Fensterkäfig aus Messing, Führung am Außenring  | MPA | MP  |       |      | MPA  |
| MPAD       | Dropperkäfig, Führung am Außenring   |     |     |       |      |      |
| MPAS       | Massiv-Fensterkäfig aus Messing, Führung am Außenring, mit Schmiernuten am Außendurchmesser des Käfigs             |     | MPS |       |      | MAS  |
| MPB        | Massiv-Fensterkäfig aus Messing, Führung am Innenring  | MP  | MP  |       | MB   | MPB  |
| MPBS       | Massiv-Fensterkäfig aus Messing, Führung am Innenring, mit Schmiernuten am Innendurchmesser des Käfigs             |     | MPS |       |      | MPBS |
| MPD        | Dropperkäfig, rollkörpergeführt  |     |     |       |      |      |
| N          | Lager mit Ringnut im Mantel des Außenringes, ohne Sprengring   | N   | N   | N     | N    | N    |
| N1         | Lager mit einer Haltenut am Außenring  | N1  | N1  |       |      |      |
| N2         | Lager mit zwei Haltenuten auf einer Seite im Außenring   | N2  | N2  |       |      | N2   |
| N3         | Lager mit einer Ringnut auf einer, zwei Haltenuten auf der anderen Seite   | N3  |     |       |      |      |
| N4         | Lager mit einer Ringnut auf einer, zwei Haltenuten auf der anderen Seite   | N4  |     |       |      |      |
| N5         | Lager mit Ringnut und einer Haltenut auf gleicher Seite  | N5  |     |       |      |      |
| N6         | Lager mit Ringnut und zwei Haltenuten auf gleicher Seite   | N6  |     |       |      |      |
| NA         | Lagerluftbereich eingeengt, Lagerteile nicht austauschbar  |     | NA  |       |      |      |
| NR         | Lager mit Ringnut im Mantel des Außenringes mit Sprengring   | NR  | NR  | NR    | NR   | NR   |
| P          | bei Pendelrollenlagern geteilter Außenring mit Zwischenring  | P   |     |       |      |      |
| P5         | Toleranzklasse nach DIN 620, genauer als P6  | P5  | P5  | P5    | P5   | P5   |
| P52        | Toleranzklasse P5 und Lagerluftgruppe C2   | P52 | P52 | P5C2  |      | P52  |
| P6         | Toleranzklasse nach DIN 620, genauer als PN  |     | P6  | P6    | P6   | P6   |
| PN         | Toleranzklasse nach DIN 620  |     | DN  |       |      | PN   |
| R 90...120 | speziell vereinbarte Radialluft (in diesem Fall Radialluft zwischen 90 und 120 µm)                                 |     |     | CG... | R... |      |
| S          | Lager mit Ringschmiernut und 3 Schmierlöchern am Außenring   |     | W33 |       |      |      |
| SJ         | stromisoliert  |     |     |       |      |      |
| SP         | Toleranzklasse SP für zweireihige Zylinderrollenlager nach DIN 5412-4 und Axialschräggugellager zweiseitig wirkend | SP  | SP  |       |      |      |
| S00        | Lager für Betriebstemperaturen bis 120 °C (Standardausführung)   | SN  | SN  |       |      | SN   |
| S0         | Lager für Betriebstemperatur bis 150 °C  | S0  | S0  | X26   | S0   | S0   |

| KRW    | Benennung  | FAG   | SKF   | NSK     | RHP | NKE |
|--------|--|-------|-------|---------|-----|-----|
| S1     | Lager für Betriebstemperatur bis 200 °C  | S1    | S1    | S11 X28 | S1  | S1  |
| S2     | Lager für Betriebstemperatur bis 250 °C  | S2    | S2    | X29     | S2  | S2  |
| S3     | Lager für Betriebstemperatur bis 300 °C  | S3    | S3    |         |     | S3  |
| S4     | Lager für Betriebstemperatur bis 350 °C  | S4    | S4    |         |     | S4  |
| S6     | Lager mit Ringschmiernut und 6 Schmierlöchern um 60° versetzt am Außenring   |       | W33X  | E2, E4  |     |     |
| SIR    | Lager mit Ringschmiernut und 3 Schmierlöchern um 120° versetzt am Innenring  |       |       | E2, E4  |     |     |
| SIR6   | Lager mit Ringschmiernut und 6 Schmierlöchern um 60° versetzt am Innenring   |       |       |         |     |     |
| TA     | Massivkäfig aus Hartgewebe, Führung am Außenring   | TA    |       | T...    |     | TA  |
| TB     | Massivkäfig aus Hartgewebe, Führung am Innenring   | TB    |       | T...    | TB  | TB  |
| TP     | Massivkäfig aus Hartgewebe, rollkörpergeführt  | TP    |       | T...    |     | TP  |
| TN     | Käfig aus glasfaserverstärktem Polyamid, rollkörpergeführt   | TV    | P     | H       | TN  | TN  |
| TNH    | Käfig aus glasfaserverstärktem Polyamid (Schnappkäfig), rollkörpergeführt  | TVH   | TN... | TNG     | TN  | TNH |
| TNP    | Käfig aus glasfaserverstärktem Polyamid (Fensterkäfig), rollkörpergeführt  | TVP   | TN... | TNG     | TN  | TNP |
| V      | vollrollig oder vollkugelig  | V     | V     | V       | V   | V   |
| VA0.xx | Vorspannung, axial mit Wertangabe 0.xx   | VA... |       |         |     |     |
| VR0.xx | Vorspannung, radial mit Wertangabe 0.xx  | VR... |       |         |     |     |
| VH     | vollrolliges Zylinderrollenlager mit selbsthaltendem Rollensatz  | VH    | VH    |         |     | VH  |
| VG     | Laufbahn des Innenringes vorgeschliffen  |       | VGS   |         |     |     |
| W24    | Lager mit 4 Schmierlöchern am Innenring  |       |       |         |     |     |
| X      | Kegelrollenlager, deren Außenabmessungen internationalen Normen angepasst wurden                                     | X     | X     | X       |     |     |
| XA     | Kegelrollenlager in leistungsgesteigerter Ausführung, deren Außenabmessungen internationalen Normen angepasst wurden |       |       |         |     |     |










Darüber hinaus können kundenspezifische Kurzzeichen vereinbart werden.

NU2022E.M3






The specification code may be amended using prefix letter codes and additional codes.

Types

|   |   |  |   |   |   |
|---|---|--|---|---|---|
| <br><b>6</b>      | Deep groove ball bearings, single row   | <br><b>7</b>  | Angular contact ball bearings, single row | <br><b>SKZ</b> | Angular contact ball bearings, double row |
| <br><b>NU</b>     | Cylindrical roller bearings, single row | <br><b>NN</b> | Cylindrical roller bearings, double row   | <br><b>NNU</b> | Cylindrical roller bearings, double row   |
| <br><b>WJ/WJP</b> | Wheel set cylindrical roller bearings   | <br><b>8</b>  | Cylindrical roller thrust bearings        | <br><b>3</b>   | Tapered roller bearings                   |

Special bearings

- NU** Cylindrical roller bearing
- 2** Diameter series
- 0** Width series
- 22** Bore code

|   |   |   |
|---|---|---|
|  |  |  |
| Light section bearings  | Current insulated bearings  | Special bearings  |

KRW are always ready to meet customer requirements. Performance data, design details and specification codes are agreed as required.

Bore code

Bore diameters up to 500 mm

Bore Diameter = 5 · borefactor

Example: NU20**22**, d = 5 · 22 = 110 mm

Bore diameters 500 mm and larger









/ Bore Diameter

Example: NU10/**500**, d = 500 mm

Suffix code letters

Suffix letter codes indicate bearing specifications as cage version, tolerance class, bearing clearance, dimension stabilization etc.; see above:

- E** Higher rating design
- M3** Machined brass cage, spider riveted, roller guidance

|  |  |   |  |  |  |
|--|--|---|--|--|--|
| <br><b>QJ</b>                 | Four-point bearings with inner ring halves         | <br><b>Q</b>                           | Four-point bearings with outer ring halves         | <br><b>2344, 2347</b> | Axial angular contact ball bearings              |
| <br><b>NCF...V, NJG23...V</b> | Cylindrical roller bearings (cageless), single row | <br><b>NNC...V, NNCL...V, NNCF...V</b> | Cylindrical roller bearings (cageless), double row | <br><b>NNU60...V</b>  | Cylindrical roller bearings (cageless), multirow |
| <br><b>2</b>                  | spherical roller bearings, single row              | <br><b>2</b>                           | spherical roller bearings, double row              |  |  |

## Standard range roller bearings

Roller bearings are made in various bearing types and design versions worldwide.

DIN 611 includes an overview of all the standardized roller bearings, the dimensioning is included in DIN 5429-1, the tolerances are found in DIN 5429-1 620, part 1–4. DIN 611 also quotes the comparable or identical ISO standards.

US standards are not considered.

The bearing types on the grey background are part of the standard KRW delivery programme.

Design versions and dimension series are found at the end of the handbook. The KRW delivery programme includes detailed tables with the dimensions.

### Bearing types and design versions

| Bearing type  | Short letter code | Design  | DIN Number | ISO Number            |
|---|-------------------|---|------------|-----------------------|
| Ball and roller bearings  | 6                 | Shouldered ball bearings  | DIN 615    | -                     |
|   | 6                 | Deep groove ball bearings, single row                                 | DIN 625-1  | ISO 15                |
|   | 4                 | Deep groove ball bearings, double row with or without filling grooves | DIN 625-3  | ISO 15                |
|   | 6                 | Deep groove ball bearings with flange                                 | DIN 625-4  | ISO 15 u.<br>ISO 8443 |
|   | YEL, YEN          | Deep groove ball bearings, prestressed bearings                       | DIN 626-1  | ISO 15                |
|   | 7                 | Angular contact ball bearings, single row                             | DIN 628-1  | ISO 15                |
|   | 0                 | Angular contact ball bearings, double row                             | DIN 628-3  | ISO 15                |
|   | Q, QJ             | Four point bearings   | DIN 628-4  | ISO 15                |
|   | UK, UL, UM        | Angular contact ball bearings, double row with separating balls       | DIN 628-5  | ISO 15                |
|   | 1                 | Oscillating ball bearings   | DIN 630    | ISO 15                |
|   | 2                 | Spherical roller bearings, single row                                 | DIN 635-1  | ISO 15                |
|   | 2                 | Spherical roller bearings, double row                                 | DIN 635-2  | ISO 15                |
|   | N, NU, NUP        | Cylindrical roller bearings, single row                               | DIN 5412-1 | ISO 15                |
|   | NJ, RNU, RN       | <sup>1)</sup>   |            |                       |
|   | NNU, NN           | Cylindrical roller bearings, double row                               | DIN 5412-4 | ISO 15                |
|   | NC                | Cylindrical roller bearings, double row, cageless                     | ISO 15     |                       |
|   | NNC, NNCF         | Cylindrical roller bearings, double row cageless                      | DIN 5412-9 | ISO 15                |
|   | NA                | Needle bearings with cage   | DIN 617    | ISO 1206              |
|   | WJ, WJP           | Wheel set bearings  | DIN 5570-2 |                       |
| Radial needle cages   | K                 | Needle bearings, radial needle cage                                   | DIN 5405-1 | ISO 3030              |
| Needle sleeves and needle bushings  | HK, BK            | Needle bearings, needle sleeves, needle bushing, with cage            | DIN 618-1  | ISO 3245              |
|   | HK                | Needle sleeves, sealed  | DIN 618-2  | -                     |
| Tapered roller bearings   | 3                 | Tapered roller bearings, single row                                   | DIN 720    | ISO 355               |
| Single sided axial deep groove ball bearings with flat body washer, axial cylindrical roller bearings and axial spherical roller bearings | 5                 | Axial deep groove ball bearings, double-sided                         | DIN 711    | ISO 104               |
|   | 8                 | Axial cylindrical roller bearings, single sided                       | DIN 722    | ISO 104               |
|   | 2                 | Axial spherical roller bearings, single sided                         | DIN 728    | ISO 104               |

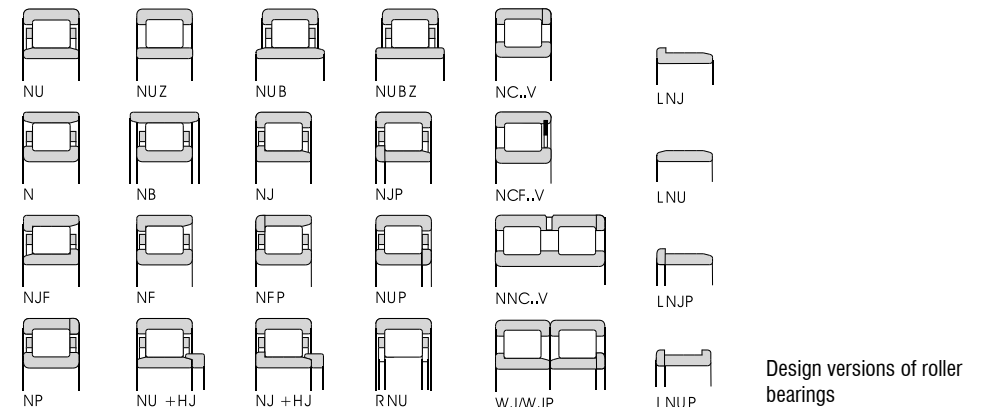
## Standard range roller bearings

|  |         |   |            |           |
|--|---------|---|------------|-----------|
| Double sided axial deep groove ball bearings with flat body washer | 5       | Axial deep groove ball bearings, double-sided | DIN 715    | ISO 104   |
| Axial cylindrical roller bearings                                  |         |   |            |           |
| Axial needle cages and axial washers                               | AS      | Needle bearings, axial needle cage            | DIN 5405-2 | ISO 3031  |
| Combined needle bearings   | NAXR    | Needle axial cylindrical roller bearings      | DIN 5429-1 |           |
|  | NAXK    | Axial needle ball bearings                    |            |           |
|  | NAIA    | Angular contact needle ball bearings          | DIN 5429-2 |           |
| Spannhülsen  | H       | Clamping sleeves for roller bearings          | DIN 5415   | ISO 113-1 |
| Abziehhülsen   | AH, AHX | Pulling sleeves for roller bearings           | DIN 5415   | ISO 113-1 |
| Winkelringe für Zylinderrollenlager                                | HJ      | for cylindrical roller bearings, single row   | DIN 5412-1 | ISO 15    |
|  |         | - istandard version                           |            | ISO 246   |
|  |         | - iheavy duty version                         |            | -         |

### <sup>1)</sup> Notes to the cylindrical roller bearings:

The design versions listed in DIN 5401-1 may serve as a basis for other cylindrical roller bearing variants, see diagram. Technical properties as load rating and speeds remain unaffected.

Bearing types and design versions without grey background do not belong to the actual KRW standard range of products. If you need roller bearings with sizes (outer diameter) of D=120–1200 mm do not hesitate to contact us.



We are always prepared to tailor your bearings, if their dimensions are based upon modified standard roller bearings. Our overview *Bearing types and design versions* does therefore not mean that our capacities are restricted to the products listed. Kugel- und Rollenlagerwerk Leipzig GmbH specialize more and more in the production of special bearings and in meeting built-to-order requests.

## Roller bearings codes

Prefix letter codes / basic letter codes

Each roller bearing of the Kugel- & Rollenlagerwerk Leipzig GmbH standard product range has an unique specification code according to standard DIN 623-Teil1.

This code includes prefix and suffix letter codes, basic letter codes, and additional codes.

The figure below shows the legend of such a code string:

| Prefix letter codes | Basic letter codes |                     |                 |              | Suffix letter codes  | Additional letter codes |
|---------------------|--------------------|---------------------|-----------------|--------------|--|-------------------------|
| Single component    | Size series        |                     |                 | Bearing bore | Inner design<br>External design<br>Precision<br>Bearing clearance:<br>Heat treatment | Tailored specifications |
|                     | Bearing type       | Size series         |                 |              |  |                         |
|                     |                    | Width Height series | Diameter series |              |  |                         |

### Prefix letter codes

The following prefix letter codes are used with the roller bearings of the actual KRW assortment:

|    |   |                              |
|----|---|------------------------------|
| R  | Outer ring with roller sets including cage,         | Example <b>R</b> NU2238E.M2A |
| L  | Inner ring of a cylindrical roller bearing          | Example <b>L</b> NUP1064E:   |
| GS | Body washer of an axial cylindrical roller bearing  | Example <b>GS</b> 81140      |
| WS | Shaft washer of an axial cylindrical roller bearing | Example <b>WS</b> 81244      |
| K  | Cage with cylinder rollers assembled                | Example <b>K</b> 81124       |

### Basic letter codes

The basic letter code specifies the following information:

**Bearing type** specified by digits or letters (or combinations):

|                  |                                       |                             |
|------------------|---------------------------------------|-----------------------------|
| 2                | Double row spherical roller bearing   | Example <b>2</b> 2338EA     |
| 3                | Tapered roller bearing                | Example <b>3</b> 2044.MPB   |
| 6                | Radial deep groove ball bearing       | Example <b>6</b> 018M       |
| 7                | Angular contact ball bearing          | Example <b>7</b> 240B       |
| 8                | Axial cylindrical roller bearing      | Example <b>8</b> 1144M      |
| N <sup>1)</sup>  | Single row cylindrical roller bearing | Example <b>N</b> U1064E.MA3 |
| NN <sup>1)</sup> | Double-row cylindrical roller bearing | Example <b>NN</b> U4924M    |
| Q <sup>1)</sup>  | Four point bearing                    | Example <b>Q</b> 314MP      |

<sup>1)</sup> See KRW delivery programme for more bearing type information.

## Roller bearings codes

Basic letter codes /suffix letter codes

**Dimension series**, combined acc. to DIN 616 from width (height) series and Diameter series.

|    |                     |                           |
|----|---------------------|---------------------------|
| 18 | Dimension series 18 | Example <b>618</b> 56M    |
| 19 | Dimension series 19 | Example <b>619</b> /530M  |
| 02 | Dimension series 02 | Example NU <b>22</b> 6E.M |
| 11 | Dimension series 11 | Example <b>811</b> 56M    |

Other dimension series may be combined acc. to standard DIN 616.

### Bearing bore

The KRW standard assortment uses 2 specification codes:

Diameters  $d < 500$  mm use a bore digit, which is a fifth of the bore diameter in mm, diameters  $d \geq 500$  mm specify the diameter directly in mm.

|     |                                  |                            |
|-----|----------------------------------|----------------------------|
| 24  | Bore digit 24 means $d = 120$ mm | Example NU <b>224</b> E.M3 |
| 530 | Bore diameter $d = 530$ mm       | Example 618/ <b>530</b> M  |

### Suffix letter codes

The suffix letter codes are based upon standard DIN 623 and have the following meaning:

#### Cage

|    |                                       |                             |
|----|---------------------------------------|-----------------------------|
| M  | Machined brass cage                   | Example NU1064E. <b>MA</b>  |
| F  | Machined steel cage                   | Example 24.60.01 <b>FPA</b> |
| AL | Machined aluminium cage <sup>1)</sup> | Example 81120 <b>ALB</b>    |
| H  | Machined bronze cage                  | Example NU1044 <b>HPA</b>   |
| T  | Machined laminated plastic cage       | Example 7220B. <b>TB</b>    |
| TN | Polyamide cage                        | Example 6020 <b>TN</b>      |

<sup>1)</sup> AL differs from DIN 623, which says L.

Other numbers and letters specify the design and are found in the delivery programme.

### Dimension, design and position tolerances:

|    |  |                             |
|----|--|-----------------------------|
| PN | Standard tolerances (not special code)   |                             |
| P6 | Tolerance class P6, more precise than PN | Example 6040M. <b>P6</b>    |
| P5 | Tolerance class , more precise than P6   | Example NU320E.M. <b>P5</b> |
| P4 | Tolerance class P4, more precise than P5 | Example NNU4920M. <b>P4</b> |



## Roller bearings codes

Bearing clearance, Suffix letter codes and additional codes

### Bearing clearance :

|    |  |                               |
|----|--|-------------------------------|
| C1 | Smaller than C2 (normally, only with rings of double-row cylindrical roller bearings which cannot be replaced) | Example NNU4932M. <b>C1NA</b> |
| C2 | Smaller than CN  | Example NU240E.M3. <b>C2</b>  |
| CN | Standard clearance (normally, no special code)   |                               |
| C3 | Larger than CN   | Example 61844M. <b>C3</b>     |
| C4 | Larger than C3   | Example NJ2340E.M2. <b>C4</b> |
| C5 | Larger than C4 (used only with spherical roller bearings)  |                               |

Precision and bearing clearance are often specified using combined codes.

Example: P63 has tolerance class P6 and bearing clearance C3

Example 6240M.**P63**

### Dimension stabilization

|     |   |                                  |
|-----|---|----------------------------------|
| SOO | (Standard design, maximum temperature 120 °C) <sup>1)</sup> |                                  |
| SO  | Designed for maximum operating temperatures of 150 °C       | Example NU224E.M.C3. <b>SO</b>   |
| S1  | Designed for maximum operating temperatures of 200 °C       | Example 71996MP. <b>S1</b>       |
| S2  | Designed for maximum operating temperatures of 250 °C       | Example 236M.C3. <b>S2</b>       |
| S3  | Designed for maximum operating temperatures of 300 °C       | Example NU240E.M3A.C3. <b>S3</b> |
| S4  | Designed for maximum operating temperatures of 350 °C       | Example 24032EAS.C4. <b>S4</b>   |

<sup>1)</sup> Different from DIN 623, which days SN.

### Additional codes

Additional codes are normally agreed with the customer and may be used if a tailored works specification is applied.

## Service life

Rated and extended service life

### Service life

Nearly 90 % of all the roller bearings achieve or exceed their rated service life if the equivalent load and their dynamic bearing rating as listed in the KRW product range bearing tables fulfil the conditions below:

$$L_{10} = (C/P)^3 \quad \text{for ball bearings}$$

$$L_{10} = (C/P)^{10/3} \quad \text{for roller bearings}$$

The dynamic load rating C refers to 10<sup>6</sup> revolutions or 500 operating hours. The bearing rating calculation is based upon the fatigue theory of Palmgren and Lundberg and is standardized in DIN ISO 281.

The load is calculated as the equivalent load considering the factors X; Y specific for each bearing design. Load determination (radial load only) is as follows:

$$P < 0.07 \cdot C \quad \text{low load}$$

$$P = 0.07 \dots 0.15 \cdot C \quad \text{medium load}$$

$$P > 0.15 \cdot C \quad \text{high load}$$

The technical development of roller bearings in the last years required more and more steels of better specification. What is more, the theoretical insight in lubrication processes is now deeper, which resulted in better lubricants and optimum technical operating conditions.

It is especially the roller bearing manufacturers challenge to provide the conditions of a technically advanced lubrication. Standard DIN ISO 281 includes instructions how to determine the rather unlimited extended service life from the limited rated service life of the roller bearings applied.

The following conditions are vital:

$$L_{na} = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot L \quad (10^6 \text{ revolutions})$$

$$L_{hna} = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot L_h \quad (\text{hours})$$

The factors  $a_1$ ,  $a_2$ , and  $a_3$  make the rated service life the extended service life; the following factor conditions apply:

$a_1$ : is the service life end probability  
 $a_2$ : describes the excellent quality of the roller bearing steels  
 $a_3$ : describes the lubrication condition.

$a_2$  and  $a_3$  should not be defined independent of each other, but merged into a joint factor  $a_{23}$ , which results in the following extended service life equation:

$$L_{na} = a_1 \cdot a_{23} \cdot L_{10} \quad (10^6 \text{ revolutions})$$

$$L_{hna} = a_1 \cdot a_{23} \cdot L_h \quad (\text{hours})$$

The KRW company make their roller bearings from steels acc. to standard EN ISO 683-17, which allow further tailored specifications beyond the purity requirements. This means, the operator and service technician will play a vital role in meeting the optimum lubrication and meticulous cleanliness requirements and may extend the roller bearings service life considerably. This can be illustrated using the lubrication equation.

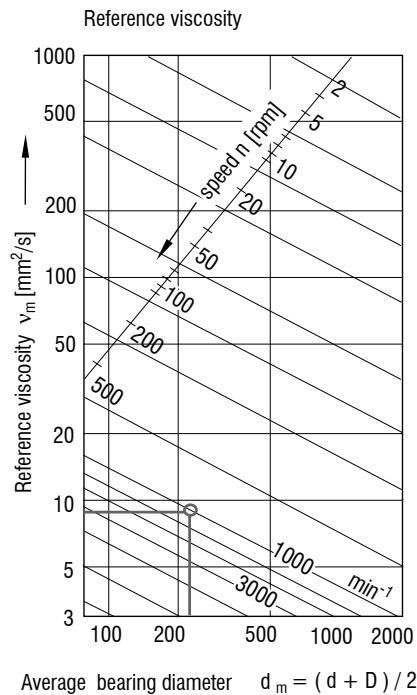
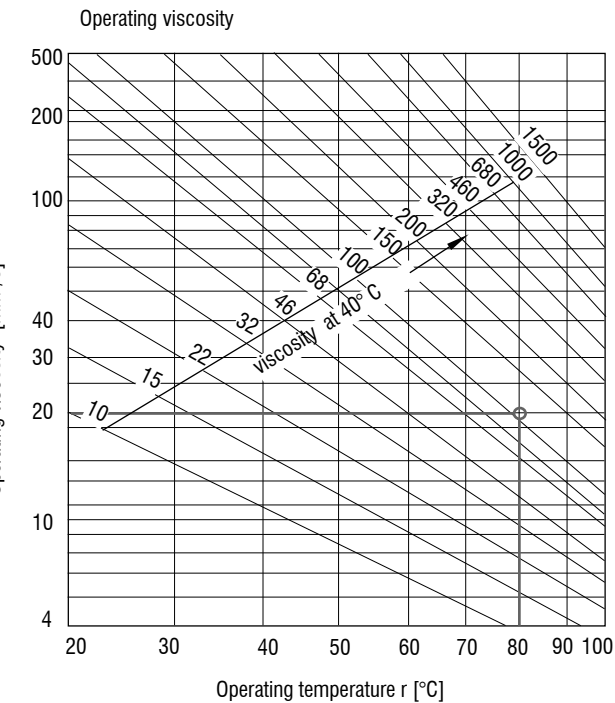
## Service life

### Rated and extended service life

The factor  $a_1$  is merely for statistical use and may be selected from the table below according to the failure probability required. Please note that the service life end probability is 90% only if the rating life is determined according to DIN ISO 281.

Factor  $a_1$

| Failure probability[%] | Fatigue service life | Factor $a_1$ |
|------------------------|----------------------|--------------|
| 10                     | $L_{10}$             | 1            |
| 5                      | $L_5$                | 0.62         |
| 4                      | $L_4$                | 0.53         |
| 3                      | $L_3$                | 0.44         |
| 2                      | $L_2$                | 0.33         |
| 1                      | $L_1$                | 0.21         |



## Service life

### Rated and extended service life

Basic point of all the lubrication analysis is the viscosity ratio  $\kappa = v / v_1$ . The viscosity ratio is very specific to the roller and roller race under operating conditions and serves as a measure of quality and lubrication performance:

$v_1$ : Reference viscosity in mm²/s

Reference viscosity is dependent on speed and medium bearing diameter and can be gleaned from the reference viscosity diagram.

$v_1$ : Operating viscosity in mm²/s

Operating viscosity is dependent both on bearing temperature and oil quality (basic oil quality in case of grease) and on the heat balance operating temperature. The operating viscosity diagram allows an estimate of the oil quality to be used (ISO viscosity classes).

Vital factors for a longer service life are clean lubricants, which require tight seals and regular maintenance (e. g. regular filtering). To include such factors in mathematical equations, the contamination factor  $V$  is introduced.  $V$  means:

$V = 0,3$  Highest cleanliness

$V = 0,5$  High cleanliness

$V = 1$  Standard cleanliness

$V = 2$  Slightly contaminated lubricant

$V = 3$  Heavily contaminated lubricant

In short, there are 3 sections where factor  $V$  (contamination factor) and  $s$  (cleanliness factor) are vital:

Section I: High and highest cleanliness at the bearing point  $V = 0.3 \cdot 0.5$ ;  $s = 2 \dots 20$

Section II: Good cleanliness in lubrication gap  $V = 1$ ;  $s = 1$

Section III: Unfavourable operating conditions and contaminated lubricant  
 $V = 2 \dots 3$ ;  $s < 0.75$

The factor  $a_{23}$  determination diagram at the next page details the relation between factor  $a_{23}$ , represented as  $a_{23}/s$  and the viscosity ratio  $\kappa$ .

The diagram includes 4 characteristic sections of the viscosity ratio  $\kappa$ , which are especially vital if lubricant additives are used (see lubrication section)

Factor  $a_{23}$  to be applied for the extended service life calculation results from the multiplication

$$a_{23} = s \cdot a_{23II}$$

Finally, the multiplication results in

$$L_{na} = a_1 \cdot a_{23} \cdot L_{10}$$

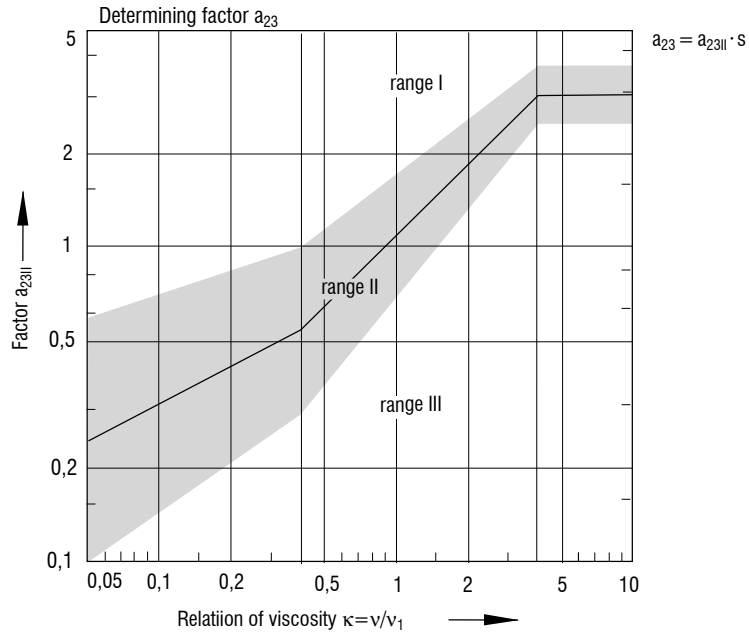
$$L_{hna} = a_1 \cdot a_{23} \cdot L_h$$

the extended service life, calculated from the revolutions ( $L_{ua}$ ) or the operating hours expected ( $L_{hua}$ ). The example shows a calculation for the roller bearing NU 328E.M.

If a more precise calculation is required, e.g. within the limits of the gray section II, please consult the technical literature (e. g. Brändlein et al., Wälzlagerpraxis).

## Service life

Rated and extended service life



See Brandlein et al.,  
Wälzlagerpraxis

The table oil cleanliness and filter retain rate may be used to evaluate under what conditions the specified contamination factor V is achieved.

Typical values for oil cleanliness class and filter retain rate required

| (D - d) / 2<br>[mm] | Operating<br>conditions<br>Range | Point contact (ball bearings)             |  |                        | Line contact (roller bearing)             |  |                        |
|---------------------|----------------------------------|---|--|------------------------|---|--|------------------------|
|                     |                                  | Oil cleanliness class<br>acc. to ISO 4406 | Filter retain rate<br>acc. to ISO 4572 | Max. particles<br>[μm] | Oil cleanliness class<br>acc. to ISO 4406 | Filter retain rate<br>acc. to ISO 4572 | Max. particles<br>[μm] |
| > 12,5 ... 20       | I                                | 12/9                                      | $\beta_3 \geq 200$                     | 15                     | 13/10                                     | $\beta_3 \geq 75$                      | 25                     |
|                     | II                               | 15/12                                     | $\beta_6 \geq 75$                      | 45                     | 16/13                                     | $\beta_{12} \geq 75$                   | 75                     |
|                     | III                              | 18/14                                     | $\beta_{25} \geq 75$                   | 150                    | 19/15                                     | $\beta_{25} \geq 75$                   | 250                    |
| > 20 ... 35         | I                                | 13/10                                     | $\beta_3 \geq 75$                      | 25                     | 14/11                                     | $\beta_6 \geq 75$                      | 40                     |
|                     | II                               | 16/13                                     | $\beta_{12} \geq 75$                   | 75                     | 17/14                                     | $\beta_{12} \geq 75$                   | 120                    |
|                     | III                              | 19/15                                     | $\beta_{25} \geq 75$                   | 250                    | 20/16                                     | $\beta_{25} \geq 75$                   | 350                    |
| > 35                | I                                | 14/11                                     | $\beta_6 \geq 75$                      | 40                     | 14/11                                     | $\beta_6 \geq 75$                      | 75                     |
|                     | II                               | 17/14                                     | $\beta_{12} \geq 75$                   | 120                    | 18/14                                     | $\beta_{25} \geq 75$                   | 200                    |
|                     | III                              | 20/16                                     | $\beta_{25} \geq 75$                   | 250                    | 21/17                                     | $\beta_{25} \geq 75$                   | 350                    |

## Service life

Rated and extended service life

The quality requirements on oil type (ISO 4406) and filter retain rate (ISO 4572) are specified in this table together with the contact conditions of the rollers inside the roller bearings (point or line contact) and the bearing size.

The theoretical basics of extended service life prove that roller bearings, especially bearings of those diameters manufactured by Kugel- & Rollenlagerwerk Leipzig GmbH, may have the rather unlimited service life.

However, a condition for long service life of roller bearings is a qualified maintenance of the bearing. If the service life turns out to be limited, the cause of the failure should be analyzed exactly. This will help not only with the direct repair, but also to avoid failure in the future.

### Example NU328E.M2

|   |                           |             |                    |
|---|---------------------------|-------------|--------------------|
| Medium radial load $P = 0,1 \cdot C$  |                           | 67          | kN                 |
| Operating speed   | n                         | 1000        | min <sup>-1</sup>  |
| Service life end probability 90 %   | $a_1$                     | 1           |                    |
| Grease based upon a lithium soap may be used for lubrication  |                           |             |                    |
| Viscosity of the base oil is  | $v_{40}$                  | 110         | mm <sup>2</sup> /s |
| If the operating temperature can be taken from the heat balance, you can determine the operating viscosity from the diagram | $\delta$                  | 80          | °C                 |
| Determine the reference viscosity from the medium bearing diameter and the operating speed in the diagram                   | v                         | 20          | mm <sup>2</sup> /s |
| The equation $d_m = 1/2 (D + d) = 220$ mm applies.  | $v_1$                     | 9           | mm <sup>2</sup> /s |
| i.e. the viscosity ratio can be defined as $\kappa = v/v_1$   | $\kappa$                  | 2,2         |                    |
| The factor $a_{23II}$ in the diagram is within the limits   | $a_{23II}$                | 1,4 ... 2,6 |                    |
| The average value is:   | $a_{23II \text{ mittl.}}$ | 2           |                    |

| Results and conclusions              | Extended service life |         |          |
|--------------------------------------|-----------------------|---------|----------|
|                                      | Range                 | s       | Hours    |
| I Higher cleanliness                 | 10                    | 43.080  | 718.000  |
| II Standard cleanliness              | 1                     | 4.308   | 71.800   |
| III Contaminated lubricant           | < 0,75                | < 3.231 | < 53.850 |
| Comparison                           |                       |         |          |
| Nominal service life                 |                       |         |          |
| 10 <sup>6</sup> revolutions          |                       |         |          |
| Without any cleanliness requirements | -                     | 2.154   | 35.900   |

The lubricating oil viscosity relations are plotted in the diagrams.

The comparison of the calculated service life results makes clear that lubricant service affects directly fatigue service life. It may be noted that contaminated lubricant also limits the roller bearing operability, i.e. higher wear reduces the length of use considerably.

## Roller bearings installation

### Refit component tolerances

For trouble-free operation of the bearing, it is necessary to keep to the prescribed tolerances of the modification parts, for example, of the shaft and housing seat shown in the design diagrams.

The selection of the correct fit complies with the roller bearing's prescribed function, for example, as fixed or floating bearing, and the type of movement and load.

Since design irregularities in the fitting surfaces directly affect the function surfaces, they must be checked.

The shaft tolerances and housing tolerances tables provide an overview of the fits required for each type and level of load and the operating conditions, differentiated according to bearing types.

#### Shaft seat machining tolerances

| Load type   | Bearing design              | Shaft diameter | Load                    | P/C          | Tolerances |
|---|-----------------------------|----------------|-------------------------|--------------|------------|
| Radial bearing<br>Inner ring<br>Pointed load                          | Ball and<br>roller bearings | All sizes      | Loose inner ring        |              | g6 (g5)    |
|   |                             |                |                         |              | h6 (h5)    |
|   |                             |                | Assembled<br>inner ring |              | h6 (j5)    |
| Radial bearing<br>Circumferential<br>load or not<br>specified<br>load | Ball bearing                | Up to 100 mm   | Small                   | < 0,08       | j6 (j5)    |
|   |                             |                | Standard/high           | > 0,08       | k6 (k5)    |
|   |                             | Up to 200 mm   | Small                   | < 0,1        | k6 (k5)    |
|   |                             |                | Standard/high           | > 0,1        | m6 (m5)    |
|   |                             | Beyond 200 mm  | Standard                | < 0,1        | m6 (m5)    |
|   |                             |                | High (shocks)           | > 0,1        | n6 (n5)    |
|   | Roller bearing              | Up to 200 mm   | Small                   | < 0,1        | k6 (k5)    |
|   |                             |                | Standard                | 0,1 ... 0,15 | m6 (m5)    |
|   |                             |                | High                    | > 0,1        | n6 (n5)    |
|   |                             | Up to 500 mm   | Standard                | < 0,15       | m6 (n6)    |
|   |                             |                | High (shocks)           | > 0,15       | p6         |
|   |                             | Beyond 500 mm  | Standard                | < 0,2        | n6 (p6)    |
|   |                             |                | High                    | > 0,2        | p6         |
| Clamping and<br>pulling sleeves                                       |                             | All sizes      |                         |              | h7, h8, h9 |
| Axial cylindrical<br>roller bearing                                   |                             | All sizes      |                         |              | h6 (j6)    |

Tolerances in brackets: apply if high run performance is required.

## Roller bearings installation

### Refit component tolerances

#### Machining tolerances of housing seats

| Load type   | Displacement<br>Load value | Operating conditions   | Tolerances |
|---|----------------------------|------------------------|------------|
| Radial bearing<br>Outer ring<br>Pointed load              | Floated bearing            | Standard concentricity | H7 (H6)    |
|   | Displaceable or.           | Standard concentricity | H7 (J7)    |
|   | Positioned outer ring      | High concentricity     | H6 (J6)    |
| Outer ring<br>Circumferential load or<br>not defined load | Small load                 | Standard concentricity | K7 (K6)    |
|   | Standard load              | Standard concentricity | M7 (M6)    |
|   | High load (shocks)         | Standard concentricity | N7 (N6)    |
|   | High load (heavy shocks)   | Standard concentricity | P7 (P6)    |
| Axial cylindrical roller<br>bearings                      |                            | Standard concentricity | H7 (K7)    |

Standard load, (the values in brackets apply with higher factors of concentricity)

When the tolerances for the bore diameter or the outside diameter match, the fit oversizes or clearances shown in the following table occur. From this, the necessary tools for mounting the bearing can be found. Checks for cylindrical bearings are done according to DIN ISO 1101 and for tapered type bearings also according to DIN 7178.

# Roller bearings installation

## Shaft tolerances

Shaft tolerances and expected oversize or clearance with standard tolerance PN

| Rated dimension of Shaft [mm]                        | beyond up to | 50 80                  | 80 120                 | 120 180                 |
|--|--------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| Dimensions of bearing bore $\Delta_{dmp}$ [ $\mu$ m] |              | 0 -15                  | 0 -20                  | 0 -25                   |
| Fit pattern Shaft                                    | Bearing bore |                        |                        |                         |
| g5   |              | -10 5<br>-4<br>-23 -23 | -12 8<br>-4<br>-27 -27 | -14 11<br>-3<br>-32 -32 |
| g6   |              | -10 5<br>-6<br>-29 -29 | -12 8<br>-6<br>-34 -34 | -14 11<br>-6<br>-39 -39 |
| h5   |              | 0 15<br>6<br>-13 -13   | 0 20<br>8<br>-15 -15   | 0 25<br>11<br>-18 -18   |
| h6   |              | 0 15<br>4<br>-19 -19   | 0 20<br>6<br>-22 -22   | 0 25<br>8<br>-25 -25    |
| j5   |              | 6 21<br>12<br>-7 -7    | 6 26<br>14<br>-9 -9    | 7 32<br>18<br>-11 -11   |
| j6   |              | 12 27<br>16<br>-7 -7   | 13 33<br>19<br>-9 -9   | 14 39<br>22<br>-11 -11  |
| k5   |              | 15 30<br>21<br>2 2     | 18 38<br>26<br>3 3     | 21 46<br>32<br>3 3      |
| k6   |              | 21 36<br>25<br>2 2     | 25 45<br>31<br>3 3     | 28 53<br>36<br>3 3      |
| m5   |              | 24 39<br>30<br>11 11   | 28 48<br>36<br>13 13   | 33 58<br>44<br>15 15    |
| m6   |              | 30 45<br>34<br>11 11   | 35 55<br>42<br>13 13   | 40 65<br>48<br>15 15    |
| n5   |              | 33 49<br>39<br>20 20   | 38 58<br>46<br>23 23   | 45 70<br>56<br>27 27    |
| n6   |              | 39 54<br>43<br>20 20   | 45 65<br>51<br>23 23   | 52 77<br>60<br>27 27    |
| p6   |              | 51 66<br>55<br>32 32   | 59 79<br>65<br>37 37   | 68 93<br>76<br>43 43    |

Reading example  
Rated size of 400 mm shaft  
Tolerance h5

Top dimension  
Shaft dimension  
Bottom dimension

|     |     |                             |
|-----|-----|-----------------------------|
| 0   | 40  | Oversize/clearance expected |
| 18  |     | Oversize/clearance expected |
| -25 | -25 | Minimum oversize/clearance  |

| 180 250                 | 250 315                 | 315 400                 | 400 500                 | 500 630                 | 630 800                 | 800 1000                  |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|
| 0 -30                   | 0 -35                   | 0 -40                   | 0 -45                   | 0 -50                   | 0 -75                   | 0 -100                    |
| -15 15<br>-2<br>-35 -35 | -17 18<br>-1<br>-40 -40 | -18 22<br>0<br>-43 -43  | -20 25<br>1<br>-47 -47  | -22 28<br>1<br>-51 -51  | -24 51<br>15<br>-56 -56 | -26 74<br>29<br>-62 -62   |
| -15 15<br>-5<br>-44 -44 | -17 18<br>-4<br>-49 -49 | -18 22<br>-3<br>-54 -54 | -20 25<br>-3<br>-60 -60 | -22 28<br>-4<br>-66 -66 | -24 51<br>9<br>74 -74   | -26 74<br>24<br>-82 -82   |
| 0 30<br>13<br>-20 -20   | 0 35<br>16<br>-23 -23   | 0 40<br>18<br>-25 -25   | 0 45<br>21<br>-27 -27   | 0 50<br>23<br>-29 -29   | 0 75<br>39<br>-32 -32   | 0 100<br>55<br>-36 -36    |
| 0 30<br>10<br>-29 -29   | 0 35<br>13<br>-32 -32   | 0 40<br>15<br>-36 -36   | 0 45<br>17<br>-40 -40   | 0 50<br>18<br>-44 -44   | 0 75<br>33<br>-50 -50   | 0 100<br>48<br>-56 -56    |
| 7 37<br>20<br>-13 -13   | 7 42<br>23<br>-16 -16   | 7 47<br>25<br>-18 -18   | 7 52<br>28<br>-20 -20   |                         |                         |                           |
| 16 46<br>26<br>-13 -13  | 16 51<br>29<br>-16 -16  | 18 58<br>33<br>-18 -18  | 20 65<br>37<br>-20 -20  | 22 72<br>40<br>-22 -22  | 25 100<br>58<br>-25 -25 | 28 128<br>76<br>-28 -28   |
| 24 54<br>37<br>4 4      | 27 62<br>43<br>4 4      | 29 69<br>47<br>4 4      | 32 77<br>53<br>5 5      | 29 79<br>53<br>0 0      | 32 107<br>71<br>0 0     | 36 136<br>91<br>0 0       |
| 33 63<br>43<br>4 4      | 36 71<br>49<br>4 4      | 40 80<br>55<br>4 4      | 45 90<br>62<br>5 5      | 44 94<br>62<br>0 0      | 50 125<br>83<br>0 0     | 56 156<br>104<br>0 0      |
| 37 67<br>50<br>17 17    | 43 78<br>59<br>20 20    | 46 86<br>64<br>21 21    | 50 95<br>71<br>23 23    | 55 105<br>78<br>26 26   | 62 137<br>101<br>30 30  | 70 170<br>125<br>34 34    |
| 46 76<br>56<br>17 17    | 52 87<br>65<br>20 20    | 57 97<br>72<br>21 21    | 63 108<br>80<br>23 23   | 70 120<br>88<br>26 26   | 80 155<br>113<br>30 30  | 90 190<br>138<br>34 34    |
| 51 81<br>64<br>31 31    | 57 92<br>73<br>34 34    | 62 102<br>80<br>37 37   | 67 112<br>88<br>40 40   | 73 123<br>96<br>44 44   | 82 157<br>121<br>50 50  | 92 192<br>147<br>56 56    |
| 60 90<br>70<br>31 31    | 66 101<br>79<br>34 34   | 73 113<br>88<br>37 37   | 80 125<br>97<br>40 40   | 88 136<br>106<br>44 44  | 100 175<br>133<br>50 50 | 112 212<br>160<br>56 56   |
| 79 109<br>89<br>50 50   | 88 123<br>101<br>56 56  | 98 138<br>113<br>62 62  | 108 153<br>125<br>68 68 | 122 172<br>140<br>78 78 | 138 213<br>171<br>88 88 | 156 256<br>204<br>100 100 |

Positive values oversize  
Negative values clearance

# Roller bearings installation

## Housing tolerances

### Housing tolerances and oversize or clearance expected with standard tolerance PN

| Rated dimension of Housing boring [mm]                         |                           | über<br>bis | 80<br>120  | 120<br>150 | 150<br>180 | 180<br>250 |            |
|--|---------------------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Dimesions of Bearing outer-diameter $\Delta_{Dmp}$ [ $\mu m$ ] |                           |             | 0<br>-15   | 0<br>-18   | 0<br>-25   | 0<br>-30   |            |
| Fit pattern<br>Housing   | Bearing outer<br>Diameter |             |            |            |            |            |            |
| H6   |                           | 22          | 0          | 25         | 0          | 29         | 0          |
|  |                           |             | -12<br>-37 |            | -14<br>-43 |            | -17<br>-50 |
| H7   |                           | 35          | 0          | 40         | 0          | 46         | 0          |
|  |                           |             | -17<br>-50 |            | -19<br>-58 |            | -22<br>-65 |
| H8   |                           | 54          | 0          | 63         | 0          | 72         | 0          |
|  |                           |             | -23<br>-69 |            | -27<br>-81 |            | -29<br>-88 |
| J6   |                           | 16          | 6          | 18         | 7          | 22         | 7          |
|  |                           |             | -6<br>-31  |            | -7<br>-36  |            | -10<br>-43 |
| J7   |                           | 22          | 13         | 26         | 14         | 30         | 16         |
|  |                           |             | -4<br>-37  |            | -5<br>-44  |            | -8<br>-51  |
| K6   |                           | 4           | 18         | 4          | 21         | 5          | 24         |
|  |                           |             | 6<br>-19   |            | 7<br>-22   |            | 4<br>-29   |
| K7   |                           | 10          | 25         | 12         | 28         | 13         | 33         |
|  |                           |             | 8<br>-25   |            | 9<br>-30   |            | 6<br>-37   |
| M6   |                           | -6          | 28         | -8         | 33         | -8         | 37         |
|  |                           |             | 16<br>9    |            | 19<br>10   |            | 16<br>17   |
| M7   |                           | 0           | 35         | 0          | 40         | 0          | 46         |
|  |                           |             | 18<br>15   |            | 21<br>18   |            | 18<br>25   |
| N6   |                           | -16         | 38         | -20        | 45         | -22        | 51         |
|  |                           |             | 26<br>1    |            | 31<br>2    |            | 28<br>5    |
| N7   |                           | -10         | 45         | -12        | 52         | -14        | 60         |
|  |                           |             | 28<br>5    |            | 33<br>6    |            | 30<br>13   |
| P6   |                           | -30         | 52         | -36        | 61         | -41        | 70         |
|  |                           |             | 40<br>15   |            | 47<br>18   |            | 44<br>11   |
| P7   |                           | -24         | 59         | -28        | 68         | -33        | 79         |
|  |                           |             | 42<br>9    |            | 49<br>10   |            | 46<br>3    |

Reading example  
Reading example 630 mm shaft  
Tolerance H7

Top dimension  
Housing dimension  
Bottom dimension

|     |      |                             |
|-----|------|-----------------------------|
| 70  | 0    | Oversize/clearance expected |
| -40 | -40  | Oversize/clearance expected |
| 0   | -120 | Minimum oversize/clearance  |

| 250<br>315 | 315<br>400 | 400<br>500 | 500<br>630 | 630<br>800 | 800<br>1000 | 1000<br>1250 |
|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|--------------|
| 0<br>-35   | 0<br>-40   | 0<br>-45   | 0<br>-50   | 0<br>-75   | 0<br>-100   | 0<br>-125    |
| 32         | 36         | 40         | 44         | 50         | 56          | 66           |
| 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0           | 0            |
| 52         | 57         | 63         | 70         | 80         | 90          | 105          |
| 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0           | 0            |
| 81         | 89         | 97         | 110        | 125        | 140         | 165          |
| 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0           | 0            |
| 25         | 29         | 33         |            |            |             |              |
| 0          | 0          | 0          |            |            |             |              |
| 36         | 39         | 43         |            |            |             |              |
| 0          | 0          | 0          |            |            |             |              |
| 5          | 7          | 8          | 0          | 0          | 0           | 0            |
| 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0           | 0            |
| 16         | 17         | 18         | 0          | 0          | 0           | 0            |
| 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0           | 0            |
| -36        | -40        | -45        | -70        | -80        | -90         | -105         |
| -9         | -10        | -10        | -26        | -30        | -34         | -40          |
| -41        | -46        | -50        | -70        | -80        | -90         | -106         |
| 0          | 0          | 0          | -26        | -30        | -34         | -40          |
| -52        | -57        | -63        | -96        | -110       | -124        | -145         |
| -25        | -26        | -27        | -44        | -50        | -56         | -66          |
| -57        | -62        | -67        | -88        | -100       | -112        | -132         |
| -14        | -16        | -17        | -44        | -50        | -56         | -66          |
| -66        | -73        | -80        | -114       | -130       | -146        | -171         |
| -47        | -51        | -55        | -78        | -88        | -100        | -120         |
| -79        | -87        | -95        | -122       | -138       | -156        | -186         |
| -36        | -41        | -45        | -78        | -88        | -100        | -120         |
| -88        | -98        | -108       | -148       | -168       | -190        | -225         |

Positive values oversize  
Negative values clearance

## Roller bearings installation

### Surface roughness

The shaft and housing seat roughness required for the tolerance class is specified in the table, further information is found in DIN 5425.

#### Typical values of shaft seat surface roughness

| Bearing tolerance class    | Surface roughness | Shaft diameter |            |            |             |
|----------------------------|-------------------|----------------|------------|------------|-------------|
|                            | Beyond<br>Up to   | 50<br>120      | 120<br>250 | 250<br>500 | 500<br>1100 |
|                            |                   | [mm]           | [mm]       | [mm]       | [mm]        |
| PN<br>(Standard tolerance) | $R_a$             | 0,8            | 1,6        | 1,6        | 1,6         |
|                            | $R_z \approx R_t$ | 4-6,3          | 6,3        | 6,3        | 6,3         |
|                            | N                 | N6             | N7         | N7         | N7          |
| P6, P5                     | $R_a$             | 0,4            | 0,4        | 0,8        | 0,8         |
|                            | $R_z \approx R_t$ | 2,5            | 2,5-4      | 4-6,3      | 6,3         |
|                            | N                 | N5             | N5         | N6         | N6          |
| P4, SP                     | $R_a$             | 0,2            | 0,4        | 0,4        | 0,4         |
|                            | $R_z \approx R_t$ | 1,6            | 2,5        | 4          | 4           |
|                            | N                 | N4             | N4         | N5         | N5          |

#### Typical values of housing seat surface roughness

| Bearing tolerance class    | Surface roughness | Housing diameter |            |            |             |
|----------------------------|-------------------|------------------|------------|------------|-------------|
|                            | Beyond<br>Up to   | 50<br>120        | 120<br>250 | 250<br>500 | 500<br>1200 |
|                            |                   | [mm]             | [mm]       | [mm]       | [mm]        |
| PN<br>(Standard tolerance) | $R_a$             | 1,6              | 1,6        | 3,2        | 3,2         |
|                            | $R_z \approx R_t$ | 6,3-8            | 6,3-10     | 10-16      | 10-16       |
|                            | N                 | N7               | N7         | N8         | N8          |
| P6, P5                     | $R_a$             | 0,4              | 0,8        | 1,6        | 1,6         |
|                            | $R_z \approx R_t$ | 2,5-4            | 4-6,3      | 6,3        | 6,3         |
|                            | N                 | N5               | N6         | N7         | N7          |
| P4, SP                     | $R_a$             | 0,2              | 0,4        | 0,8        | 0,8         |
|                            | $R_z \approx R_t$ | 1,6-2,5          | 2,5-4      | 4-6,3      | 6,3         |
|                            | N                 | N4               | N5         | N6         | N6          |

Note:

|                   |             |                         |
|-------------------|-------------|-------------------------|
| $R_a$             | [ $\mu m$ ] | Medium roughness        |
| $R_z \approx R_t$ | [ $\mu m$ ] | Medium roughness depth  |
| N                 |             | Roughness class acc. to |

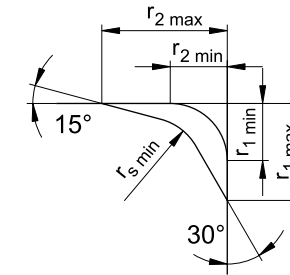
## Roller bearings installation

### Edge dimensions, radii, recesses

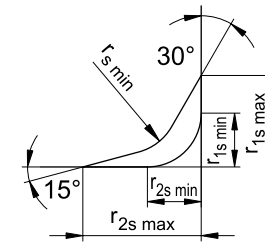
#### Edge distances

The outside edges on all roller bearing rings of the KRW range have been finished, as shown by the example of a deep groove ball bearing.

The edge profile comprises a circular arc and two straight inclines of 15° or 30°. The regulations in DIN 620-6 are adhered to for all the roller bearings.

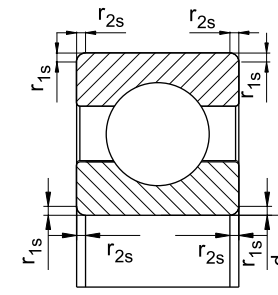


Example:  
Inner ring of a deep groove  
ball bearing with symmetrical  
cross-section

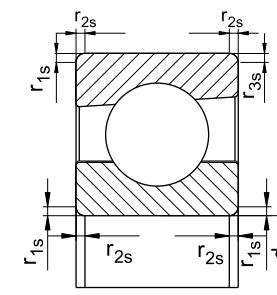


Example:  
Outer ring of a deep groove  
ball bearing with symmetrical  
cross-section

Die entsprechenden Bezeichnungen für die einzelnen Lagerarten und Bauformen des KRW-Standardsortiments zeigen die folgenden Abbildungen:



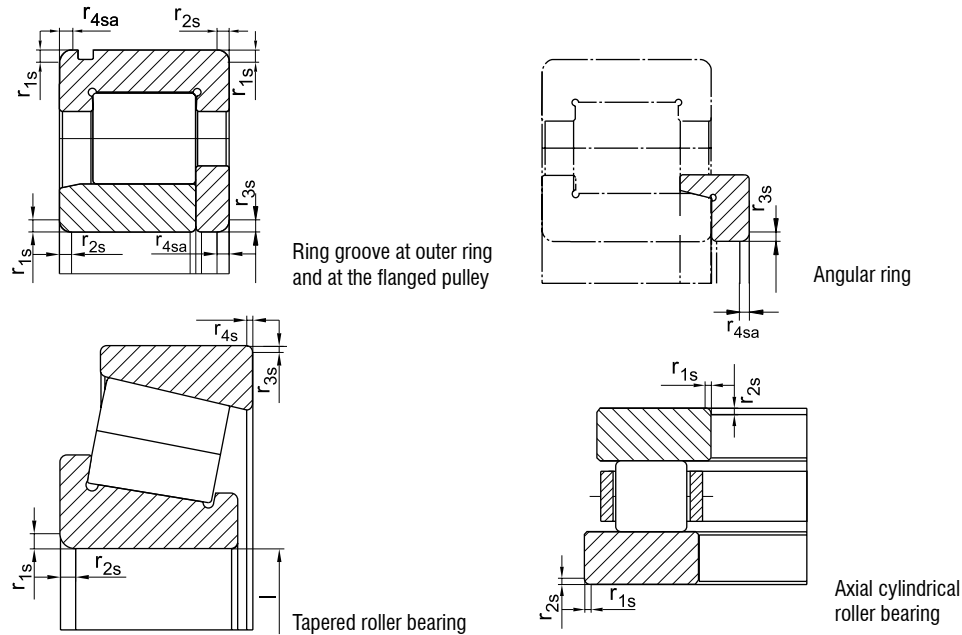
Radial bearing  
Symmetrical  
ring cross section



Radial bearing,  
asymmetrical ring  
cross section

## Roller bearings installation

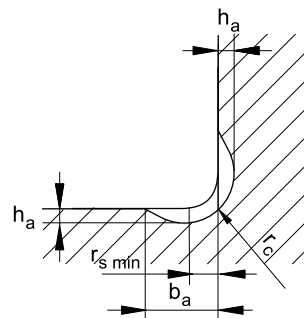
Edge dimensions, radii, recesses



The tables show the maximum dimensions for edge distances of metric radial and axial bearings on the following pages.

### Recesses

If the shafts and housings include recesses for better machining, these should fulfil the requirements listed in the table below for the edge radii of the roller bearings.



| Edge distance        | Recess        |               |               |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|
| $r_{s \min}$<br>[mm] | $b_a$<br>[mm] | $h_a$<br>[mm] | $r_c$<br>[mm] |
| 1                    | 2             | 0,2           | 1,3           |
| 1,1                  | 2,4           | 0,3           | 1,5           |
| 1,5                  | 3,2           | 0,4           | 2             |
| 2                    | 4             | 0,5           | 2,5           |
| 2,1                  | 4             | 0,5           | 2,5           |
| 3                    | 4,7           | 0,5           | 3             |
| 4                    | 5,9           | 0,5           | 4             |

## Roller bearings installation

Edge dimensions

Maximum edge distances for metric radial bearings and axial bearings  
(except tapered roller bearings)

| Minimum size<br>$r_{s \min}$<br>[mm] | Rated size of bearing bore |                 | Maximum size                                      |                                 |                          | Axial bearing<br>$r_{1s}, r_{2s}$<br>[mm] |
|--------------------------------------|----------------------------|-----------------|---|---------------------------------|--------------------------|---|
|                                      | d<br>Beyond<br>[mm]        | up to<br>[mm]   | Radial bearing<br>$r_{1s}, r_{3s}$<br>max<br>[mm] | $r_{2s}, r_{4s}$<br>max<br>[mm] | $r_{4sa}$<br>max<br>[mm] |   |
| 1                                    | -<br>50                    | 50<br>-         | 1,5<br>1,9  | 3<br>3                          | 2,2<br>2,2               | 2,2                                       |
| 1,1                                  | -<br>120                   | 120<br>-        | 2<br>2,5  | 3,5<br>4                        | 2,7<br>2,7               | 2,7                                       |
| 1,5                                  | -<br>120                   | 120<br>-        | 2,3<br>3  | 4<br>5                          | 3,5<br>3,5               | 3,5<br>3,5                                |
| 2                                    | -<br>80<br>220             | 80<br>220<br>-  | 3<br>3,5<br>3,8                                   | 4,5<br>5<br>6                   | 4<br>4<br>4              | 4<br>4<br>4                               |
| 2,1                                  | -<br>280                   | 280<br>-        | 4<br>4,5  | 6,5<br>7                        | 4,5<br>4,5               | 4,5<br>4,5                                |
| 2,5                                  | -<br>100<br>280            | 100<br>280<br>- | 3,8<br>4,5<br>5                                   | 6<br>6<br>7                     | 5<br>5<br>5              | -<br>-<br>-                               |
| 3                                    | -<br>280                   | 280<br>-        | 5<br>5,5  | 8<br>8                          | 5,5<br>5,5               | 5,5<br>5,5                                |
| 4                                    | -                          | -               | 6,5   | 9                               | 6,5                      | 6,5                                       |
| 5                                    | -                          | -               | 8   | 10                              | 8                        | 8   |
| 6                                    | -                          | -               | 10  | 13                              | 10                       | 10  |
| 7,5                                  | -                          | -               | 12,5  | 17                              | 12,5                     | 12,5                                      |
| 9,5                                  | -                          | -               | 15  | 19                              | 15                       | 15  |
| 12                                   | -                          | -               | 18  | 24                              | 18                       | 18  |
| 15                                   | -                          | -               | 21  | 30                              | 21                       | 21  |
| 19                                   | -                          | -               | 25  | 38                              | 25                       | 25  |



## Roller bearings installation

### Edge dimensions

Maximum edge distances for metric tapered roller bearings according to ISO 355

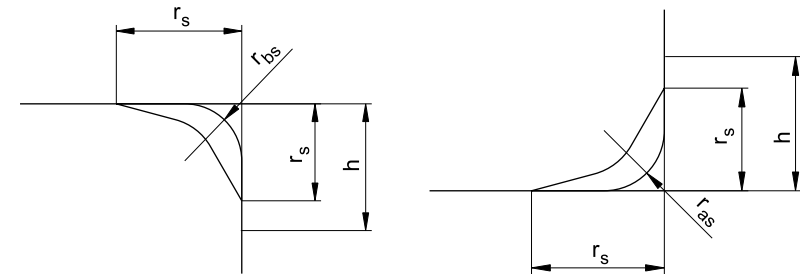
| Minimum size | Rated sizes of bearing bore and outside diameter |                        | Maximum sizes           |                         |
|--------------|--|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| $r_{s \min}$ | d, D<br>über                                     | bis                    | $r_{1s}, r_{3s}$<br>max | $r_{2s}, r_{4s}$<br>max |
| [mm]         | [mm]   | [mm]                   | [mm]                    | [mm]                    |
| 1            | -<br>50  | 50<br>-                | 1,6<br>1,9              | 2,5<br>3                |
| 1,5          | -<br>120<br>250                                  | 120<br>250<br>-        | 2,3<br>2,8<br>3,5       | 3<br>3,5<br>4           |
| 2            | -<br>120<br>250                                  | 120<br>250<br>-        | 2,8<br>3,5<br>4         | 4<br>4,5<br>5           |
| 2,5          | -<br>120<br>250                                  | 120<br>250<br>-        | 3,5<br>4<br>4,5         | 5<br>5,5<br>6           |
| 3            | -<br>120<br>250<br>400                           | 120<br>250<br>400<br>- | 4<br>4,5<br>5<br>5,5    | 5,5<br>6,5<br>7<br>7,5  |
| 4            | -<br>120<br>250<br>400                           | 120<br>250<br>400<br>- | 5<br>5,5<br>6<br>6,5    | 7<br>7,5<br>8<br>8,5    |
| 5            | -<br>180   | 180<br>-               | 6,5<br>7,5              | 8<br>9                  |
| 6            | -<br>180   | 180<br>-               | 7,5<br>9                | 10<br>11                |

The edge radii of the shaft and housing must be dimensioned in such a way that no contact or pressing force is in the area of the edge radii. Otherwise this could lead to premature failure of the roller bearing.

The Edge Radii for Roller Bearings and Shaft and Housing Seats table shows the allocation of the smallest possible roller bearing radius and largest possible shaft or housing radius against the diameter series of the roller bearings. If recesses are possible, then their dimensions must also be taken from the table. The meaning of the dimension symbols is shown in the diagrams.

## Roller bearings installation

### Edge dimensions



Edge radii for roller bearings and shaft and housing seats

| Radius for<br>bearings<br>$r_s$ | Shaft and housing<br>$r_{as}; r_{bs}$ | Shoulder height $h_{\min}$<br>for diameter series<br>acc. to DIN 616 |         |     |  |
|---------------------------------|---------------------------------------|--|---------|-----|--|
|                                 |                                       | 8, 9, 0  | 1, 2, 3 | 4   |  |
| min                             | max                                   |  |         |     |  |
| 0,1                             | 0,1                                   | 0,3  | 0,6     |     |  |
| 0,15                            | 0,15                                  | 0,4  | 0,7     |     |  |
| 0,2                             | 0,2                                   | 0,7  | 0,9     |     |  |
| 0,3                             | 0,3                                   | 1  | 1,2     |     |  |
| 0,6                             | 0,6                                   | 1,6  | 2,1     | 4,5 |  |
| 1                               | 1                                     | 2,3  | 2,8     | 5,5 |  |
| 1,1                             | 1                                     | 3  | 3,5     |     |  |
| 1,5                             | 1,5                                   | 3,5  | 4,5     |     |  |
| 2                               | 2                                     | 4,4  | 5,5     | 6,5 |  |
| 2,1                             | 2,1                                   | 5,1  | 6       | 7   |  |
| 3                               | 2,5                                   | 6,2  | 7       | 8   |  |
| 4                               | 3                                     | 7,3  | 8,5     | 10  |  |
| 5                               | 4                                     | 9  | 10      | 12  |  |
| 6                               | 5                                     | 11,5   | 13      | 15  |  |
| 7,5                             | 6                                     | 14   | 16      | 19  |  |
| 9,5                             | 8                                     | 17   | 20      | 23  |  |
| 12                              | 10                                    | 21   | 24      | 28  |  |
| 15                              | 12                                    | 25   | 29      | 33  |  |

## Roller bearings installation

### Installation instructions

The fitter must be certain before installing the roller bearing that no misalignment or tipping is going to occur. Otherwise the necessary adjustments must be carried out before installing the bearing.

### Installation instructions

#### Preparations

Roller bearings which have been made by the Kugel- und Rollenlagerwerk Leipzig GmbH are coated with a film of protective oil to avoid corrosion, which should generally only be removed from the seat surfaces immediately before mounting. The protective oil is compatible with most lubricants and should not be removed from the inner bearing unless absolutely necessary.

Already used and dirty roller bearings must be completely washed out with petroleum or organic cleaner solvents and immediately re-oiled.

Work areas for assembly work must be kept clean and dry.

#### Tools and gauges

For installation of the roller bearing, only tools must be used whose dimensions and function are suitable.

The following options are available:

- Special tools including suitable mounting sleeves and discs.
- Hydraulic presses or roller bearing-specific hydraulic appliances.
- Discs, spacer rings and caps corresponding with the construction design of the bearing must be used in the necessary press process.

In order to avoid premature damage, must mount the roller bearings in such a way that forces are exerted on the rolling elements.

For outer rings to be installed with a tight fit, use a cold process and heat tight fitting inner rings before mounting.

Heating the bearing (the rings) on hot plates, in heating ovens, in an oil bath or by using inductive devices is useful in many cases. The temperature of the bearing (of the rings) must not exceed 100 °C. Never use welding torches for heating. Local overheating can cause loss of hardness. Premature failure of the bearing would be inevitable.

When heating whole, non-removable roller bearings, for example in oil baths, make sure that after pressing on the inner ring, enough time is left for cooling before mounting the outer ring.

Supercooling the outer rings using dry ice and alcohol is possible up to -50 °C. In such cases, condensation build-up cannot be avoided. Condensation is highly corrosive and must therefore be very carefully removed after mounting. The roller bearing including the modification parts must be well looked after. Do not use fibrous dust cloths.

Assembly using hydraulic equipment and high-pressure pumps is common for large roller bearings with cylindrical and tapered seats. Prepare appropriate assembly tools like cranes, lifting gear and mounting levers and grippers in good time.

## Roller bearings installation

### Installation instructions

### Inspection

Inspect the proper installation of the roller bearings measuring the bearing clearance with a feeler gauge. For the bearing clearance PN (standard clearance), keeping to the recommended tolerance measurement will give the necessary operating clearance. In the case of special motion or load requirements, it is recommended to specify the bearing clearance which must be kept to on the design diagrams. When mounting double row spherical roller bearings using clamping or pulling sleeves, the operating play can be set. The permissible values are shown in the table.

#### Installation of spherical roller bearings with tapered bore

| Bearing bore |             | Reduction of radial bearing clearance: |          | Axial displacement s |            |          |            | Smallest permissible end clearance after bearings assembly with bearing clearance |               |         |         |
|--------------|-------------|--|----------|----------------------|------------|----------|------------|---|---------------|---------|---------|
| d            | Beyond [mm] | up to [mm]                             | min [mm] | max [mm]             | Taper 1:12 |          | Taper 1:30 |   | Standard [mm] | C3 [mm] | C4 [mm] |
|              |             |  |          |                      | min [mm]   | max [mm] | min [mm]   | max [mm]  |               |         |         |
| 50           | 65          |  | 0,030    | 0,040                | 0,45       | 0,6      | 3,0        | 4,0   | 0,025         | 0,035   | 0,055   |
| 65           | 80          |  | 0,040    | 0,050                | 0,6        | 0,7      | 3,2        | 4,2   | 0,025         | 0,040   | 0,070   |
| 80           | 100         |  | 0,045    | 0,060                | 0,7        | 0,9      | 1,7        | 2,2   | 0,035         | 0,050   | 0,080   |
| 100          | 120         |  | 0,050    | 0,070                | 0,75       | 1,1      | 1,9        | 2,7   | 0,050         | 0,065   | 0,100   |
| 120          | 140         |  | 0,065    | 0,090                | 1,1        | 1,4      | 2,7        | 3,5   | 0,055         | 0,080   | 0,110   |
| 140          | 160         |  | 0,075    | 0,100                | 1,2        | 1,6      | 3,0        | 4,0   | 0,055         | 0,090   | 0,130   |
| 160          | 180         |  | 0,080    | 0,110                | 1,3        | 1,7      | 3,2        | 4,2   | 0,060         | 0,100   | 0,150   |
| 180          | 200         |  | 0,090    | 0,130                | 1,4        | 2,0      | 3,5        | 5,0   | 0,070         | 0,100   | 0,160   |
| 200          | 225         |  | 0,100    | 0,140                | 1,6        | 2,2      | 4,0        | 5,5   | 0,080         | 0,120   | 0,180   |
| 225          | 250         |  | 0,110    | 0,150                | 1,7        | 2,4      | 4,2        | 6,0   | 0,090         | 0,130   | 0,200   |
| 250          | 280         |  | 0,120    | 0,170                | 1,9        | 2,7      | 4,7        | 6,7   | 0,100         | 0,140   | 0,220   |
| 280          | 315         |  | 0,130    | 0,190                | 2,0        | 3,0      | 5,0        | 7,5   | 0,110         | 0,150   | 0,240   |
| 315          | 355         |  | 0,150    | 0,210                | 2,4        | 3,3      | 6,0        | 8,2   | 0,120         | 0,170   | 0,260   |
| 355          | 400         |  | 0,170    | 0,230                | 2,6        | 3,6      | 6,5        | 9,0   | 0,130         | 0,190   | 0,290   |
| 400          | 450         |  | 0,200    | 0,260                | 3,1        | 4,0      | 7,7        | 10  | 0,130         | 0,200   | 0,310   |
| 450          | 500         |  | 0,210    | 0,280                | 3,3        | 4,4      | 8,2        | 11  | 0,160         | 0,230   | 0,350   |
| 500          | 560         |  | 0,240    | 0,320                | 3,7        | 5,0      | 9,2        | 12,5  | 0,170         | 0,250   | 0,360   |
| 560          | 630         |  | 0,260    | 0,350                | 4,0        | 5,4      | 10         | 13,5  | 0,200         | 0,290   | 0,410   |
| 630          | 710         |  | 0,300    | 0,400                | 4,6        | 6,2      | 11,5       | 15,5  | 0,210         | 0,310   | 0,450   |
| 710          | 800         |  | 0,340    | 0,450                | 5,3        | 7,0      | 13,3       | 17,5  | 0,230         | 0,350   | 0,510   |
| 800          | 900         |  | 0,370    | 0,500                | 5,7        | 7,8      | 14,3       | 19,5  | 0,270         | 0,390   | 0,570   |

Check the whole bearing including the seals and components of the lubrication system for functional

Lubricating the bearing area

The anti-corrosion oil in the roller bearing serves only as an aid during assembly. Do not attempt to do test runs without sufficient lubricant.

The operating conditions are produced to a great extent by the lubricating technique and the lubricant manufacturer’s instructions must be followed.

To determine the amount of initial lubrication, you may use the Initial Lubricant Amount table, so far as no information is given for special assembly instructions

It is extremely important that the hub cavities of the roller bearing are always filled with grease, while in contrast the filling quantity in the housing where the roller bearing is to be installed depends on the ratio of the highest operating rev speed  $n_{Grease}$ . The minimum rev speeds for each roller bearing are contained in the KRW delivery programme.

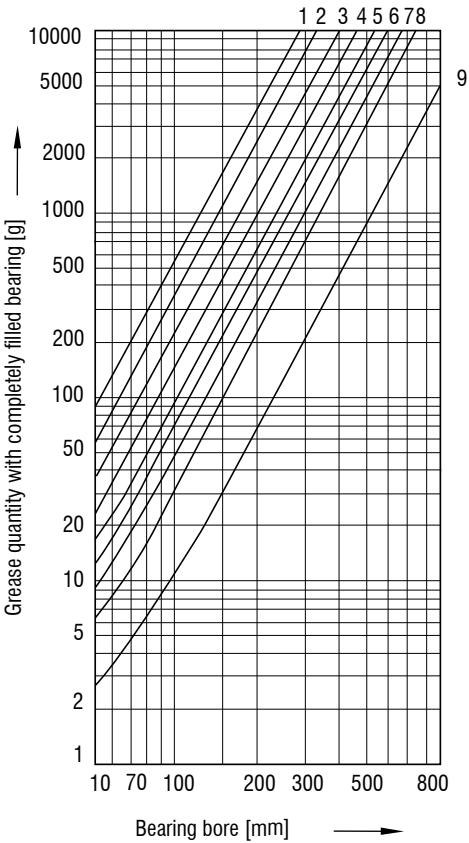
For the initial lubrication, the fill level in the roller bearing must only reach up to lowest rolling element. Higher fill levels would lead to increased heating of the roller bearing and to foaming and therefore to premature oxidation of the lubricant.

| Lubricant amount at initial greasing |                                     |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Speed ratio<br>$n_{max}/n_{Fett}$    | Fill level of the<br>housing cavity |
| < 0,2                                | full                                |
| 0,2 ... 0,8                          | a third of the free space           |
| > 0,8                                | no grease                           |

The amount of lubricating grease in the roller bearing is determined by the bearing design. The diagram opposite shows the amount of lubricating grease to be used at normal speed in the roller bearing in regard to the bore diameter. For higher rev speeds the amount of grease should be reduced by up to 50%.

Grease quantity/bearing with first filling

| Bearing series                | Curve |
|-------------------------------|-------|
| Ball bearings                 |       |
| 618                           | 9     |
| 160                           | 7     |
| 60                            | 6     |
| 62                            | 4     |
| 63                            | 2–3   |
| 64                            | 1     |
| Angular contact ball bearings |       |
| 70                            | 6     |
| 72B                           | 4     |
| 73B                           | 2–3   |
| Cylindrical roller bearings   |       |
| NU10                          | 7     |
| NU2                           | 5     |
| NU22                          | 4     |
| NU23                          | 2     |
| NU3                           | 3     |
| NU4                           | 2     |
| NN30K                         | 5     |
| NNU40                         | 7     |
| Tapered roller bearings       |       |
| 302                           | 3–4   |
| 303                           | 2     |
| 313                           | 6     |
| 320                           | 3–4   |
| 322                           | 1–2   |
| 323                           | 7–8   |
| 329                           |       |
| Spherical roller bearings     |       |
| 213                           | 3     |
| 222                           | 4     |
| 223                           | 2     |
| 230                           | 6     |
| 231                           | 4     |
| 232                           | 3–4   |
| 239                           | 8     |
| 240                           | 5     |
| 241                           | 3     |



# Lubrication

Lubrication roller bearings and cylindrical roller bearings

## Lubrication

The lubrication decisively influences the service life of the roller bearing. The interrelationships shown from the point of view of the “extended service life” provide for the conclusion that even for defined types of lubrication (grease, oil, or lubrication with solids) the service life of the roller bearings can still be considerably increased by expert maintenance of the lubricant and possibly through the choice of special additives.

In addition to the operating conditions, the demands on the lubricant are directly determined by the bearing design itself as well as the seals and the environmental influences. The lubricating grease alone may already take over seal functions.

### Lubricants criteria - Selection criteria

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Vital design parameters | Examples (alternatives and others)  |
| Bearing type and design | Cylindrical roller bearings with cage   |
| Mounting position       | Horizontal (vertical)   |
| Seals                   | Labyrinth seal (contact seal)   |
| Lubrication system      | Central lubrication (grease, expected lubrication life)                       |
| Vital design parameters |   |
| Load type               | Static, (dynamic, constant, impact type)<br>Ratio to the load rating          |
| Type of motion          | Constant after start up (intermittently)                                      |
| Speed                   | Rotating inner ring with n = 1 rpm  |
| Temperature             | Self-heating to approx. °C (external heating, cooling by lubricant necessary) |
| Environment             | Splash water<br>Corroding media   |
| Special criteria        |   |
|                         | Noise   |
|                         | Safety regulations  |

The selection of the type of lubricant depends not only on the design aspects, e.g. where in the machine the bearing is to be fitted, but also on the operating temperature to be expected. Operating temperature means mainly the temperature measurable on the outer ring after a sufficiently long running time of the unit or machine (inertia temperature).

The inertia temperatures expected are shown in the Operating Temperatures of Bearing Points (Selected Applications) table.

The increase of the operating temperature first happens rapidly and approaches the inertia temperature consistently. Jumps in the temperature increase indicate a possible beginning of bearing failure if no changes in the load ratios have occurred.

# Lubrication

Lubrication roller bearings and cylindrical roller bearings

## Operating bearing temperatures with selected applications

| Bearing without external heating                     | Operating temperature [°C] |
|--|----------------------------|
| Wood working machines                                | 40 ... 50                  |
| Table drilling machines                              | 40                         |
| Horizontal drilling machine                          | 40                         |
| Machine tools  | 50 ... 55                  |
| Calender rollers on paper machines                   | 55                         |
| Roller support bearing on hot rolling mills          | 55                         |
| Jaw crusher  | 60                         |
| Wheel set bearings of locos and trains               | 60                         |
| Roller bearing in wire drawing system                | 65                         |
| Vibration motors and rollers                         | 70 ... 90                  |
| Oscillating grate spreader                           | 80                         |
| Ship's propeller                                     | 80                         |
|  |                            |
| Bearing with technologically caused external heating | Operating temperature [°C] |
| Electric drive motor                                 | 80 ... 90                  |
| Drying chamber on paper machines                     | 120 ...130                 |
| Hot gas ventilators                                  | 120                        |
| Water pumps on car                                   | 120                        |
| Engine crankshaft                                    | 120                        |
| Calender rollers for plastic moulds                  | 180                        |
| Wheel bearing of burning oven                        | 200 ... 300                |

## Roller bearings lubrication

The lubrication of deep groove ball bearings, angular ball bearing as well as 4 point and floating ball bearings has no special requirements on the addition of lubricants, since areas of sliding friction at the point of contact between rolling elements and raceways can almost be ruled out.

In particular cases, e.g. with fast moving ball bearings, the minimum load must be noted in order to ensure trouble-free rolling of the balls. The correct value for the minimum load is given as  $P_{min} = 0.01 \cdot C$

## Lubrication of cylindrical roller bearings

Cylindrical roller bearings are finished in a rich selection of bearing designs. This is due to the fact that cylindrical roller bearings can be used both as fixed bearings and floating bearings. From the point of view of lubrication, the designs can be differentiated as being with or without cage.

## Lubrication

### Cylindrical roller bearings and tapered roller bearings

When using cylindrical roller bearings as floating bearings (series N, NU), slide movements occur on the sideboards which come under defined load when used as fixed bearings (series NJ, NUP but also with angle rings). The so-called open sideboards ensure constant access and hydrodynamic load of the lubricant to be used.

The admissible axial load of a cylindrical roller bearing may be calculated as quoted in the KRW delivery programme. However, not only the possible hydrodynamic load must be calculated, the board height of the cylindrical roller bearing must be taken into consideration and sufficiently supported.

Cylindrical roller bearings also require a minimum load for efficient rolling of the rolling elements; this can be closely estimated with  $P_{min} = 0.02 \cdot C$  for all the roller bearings.

Particularly for large roller bearings from the Kugel- und Rollenlagerwerk Leipzig GmbH range, sufficient additives for the lubricant used must be taken into consideration with a suitable viscosity ratio  $\kappa = \nu/\nu_1$  which the Additives table gives a full overview of.

#### Additives

| Viscosity ratio<br>$\kappa = \nu/\nu_1$ | Characteristics of the<br>state of lubrication   | Additives  |
|---|--|--|
| < 0,4                                   | Mixed friction, mainly metal contact, high material stress                                   | EP-properties absolutely necessary                           |
| 0,4 – 1                                 | Standard lubrication for insufficient separation of the metal surfaces, high material stress | EP additives for emergency runs recommended                  |
| 1 – 4                                   | Standard to full lubrication, sufficient to full separation of the contact surfaces          | EP properties only needed for large roller bearings          |
| > 4                                     | Full separation of the metal contacts through load bearing lubrication film                  | EP properties only for the largest and axial roller bearings |

Compared with the cylindrical roller bearings with cage, the kinematic conditions from the lubricant viewpoint are extremely undesirable, since slide movements at double roller rev speed can occur between the cylinder rollers. In addition, when the rolling elements change from the unloaded to the loaded zone of the roller bearing, high acceleration forces can occur. Therefore, for reasons of efficiency, only some 40% of the rev speed value of the lubricant will be used.

#### Tapered roller bearings lubrication

The axial load rating of tapered roller bearings depends on the contact angle. A soft, high load lubricant should be used for the lubrication of the tapered roller bearings, which provides delivery in the bearing and minimizes the slide friction on the inner ring board. The base oil viscosity, e.g. of the lubricating grease, should be about double the reference viscosity.

## Lubrication

### Spherical roller bearings and axial cylindrical roller bearings

#### Lubrication of spherical roller bearings

Double row spherical roller bearings are used predominantly in heavy industry machines and plants. In order to utilise the usage properties of these bearings, the lubricant specification and its maintenance should be especially taken into consideration.

Because of the good angular adjustment, it can be assumed that there is pure radial load. Defined axial load is, however, also possible. In this case, the slide friction portions of the boards (with A-specification bearings) as well as the possible, but not definable loads by rolling elements moving into the unloaded row of the double row spherical roller bearing are to be minimised. In this case, the operating viscosity (base oil viscosity for lubricating greases) should likewise contain double the reference viscosity and the rev speed of the lubricating grease only about 60% used. The selection and, if necessary, the change of the thickener and additive must be done in extensive consultation with the lubrication manufacturer.

#### Lubrication of axial cylindrical roller bearings

The rolling of the cylinder rollers in the axial plane is not slip-free, i.e. a high mixed friction can be expected in addition to the roll friction. On the other hand, the bearing design ensures a high load capacity. For these bearings, a highly additive lubricant must therefore be used.

#### Monitoring operating function safety

Safe operating function of a bearing monitored by supervisory staff can only be ensured if the lubricant instructions contained in the documentation of the machine or unit are precisely adhered to. Unless otherwise instructed, the bearing must be constantly monitored for tight sealing, noise and temperature behaviour. At the end of the lubricant service life, depending on regulations, the lubricant should be supplemented or fully changed.

The lubricant service lives for greases are approximately given in the information in the KRW delivery programme, in the Grease lubrication section. Oil change Intervals are, depending on the bearing diameter-specific amount of oil, from 0.2 to 20l of oil, between 2 to 3 or between 10 and 12 months. The higher times are for small roller bearings. The prerequisite for this general information is absolute adherence to an operating temperature of 80 °C and normal metallic debris or a high quality filtration of the lubricating oil. Water content and catalytic influences of bearing modification parts are not taken into account.

The service properties of the lubricant should be strictly monitored in the prescribed monitoring cycle. Conduct a professional visual assessment and a laboratory analysis, if necessary, depending on the application.

Assess the service properties with regard to:

- Colour and other optical appearance (e.g. carbonisation)
- Structure, such as consistently liquid, viscous, lumpy etc.
- Viscosity or consistency
- Grease proportion
- Water content

Compared with the properties of lubricants fresh from the factory, introductory measures must be decided on.

## Roller bearings removal

### Roller bearings removal

A removal of roller bearings is required in the following cases:

- If the service intervals of the unit specify such a removal.
- If repair of a unit component, e. g. of a transmission, requires this bearing removal.
- If the roller bearing is damaged and needs replacement.

Keep everything needed on hand before starting the roller bearing removal, e. g. have the tools and equipment needed available, e. g. puller sleeves or hydraulic tools, but most of all clean the bearing area. Use only organic solvents for this purpose, and observe the industrial and labour safety regulations.

Make sure whether the roller bearing is to be re-used or if a replacement is available, because removal sequence will be different.

If the roller bearings are needed for later inspection to analyze and determine the cause of damages, the roller bearings and the fitting elements (e. g. seals) should not be damaged whenever possible. Careful logging is essential, if necessary take photos during the steps of disassembly. This will assist in later damage analysis. Keep to the step sequence below to allow for a useful damage analysis:

- Make a note how the bearing was installed.
- Describe the conditions which resulted in the failure
- Check the bearing environment, contamination, and seal condition.
- Take samples of lubricant and contaminants, have them available for lab analysis.
- Mark the bearing seats, e. g. mounting position, load direction etc.
- Describe visual condition of the assembled bearing.
- Clean the roller bearings with organic solvents, e. g. petrol.
- Do not disassemble the rolling bearing, do not destroy components without marking the unchanged bearing components.
- Make a visual inspection.
- If required, make lab inspections using microscope and hardness tester, make chemical analyses and metallographic polished microsection of cracks etc

## Roller bearing damages

### Damage detection

Despite high quality roller bearing steel and the most modern finish techniques, a roller bearing has a finite service life.

Maintaining optimal operating conditions may help to increase **nominal service life** to the **extended service life**, although it can be expected that service life is limited due to design or technological abnormalities on the unit, for example assembly misalignments or wear of components, e.g. seals. The end of operability is termed as the **length of use**.

Normally, bearing failure does not happen suddenly so that at the first sign of failure, a damage analysis and the necessary repairs or replacement of the roller bearing can be planned.

### Damage detection

An emerging fault in the bearing of a machine or unit usually manifests itself through one or more of the following symptoms:

- Increased lubricant leakage
- Reduced precision or guide properties
- Overheating of the bearing
- Increased noise and vibrations
- Bad or no bearing operation up to "total seizure"
- Deformation of the shaft or housing seats

Depending on the type of application and the level of damage expected after bearing failure, a thorough monitoring of the running properties should be carried out in the remaining operation time possible. Electronic temperature, oscillation and frequency analysis measuring devices can be of valuable help here. Frequency analyses provide information about damages in the roller bearing before bearing removal, because the overrolling process causes roller bearing-specific spectra, which can be found in the design characteristics of the roller bearing and its operative revolution speed.

An increasingly noisy operation combined with unusual sound can normally be traced back to

- Incorrect assembly, uncleanliness or too tight or loose fits
- Bearing overload
- Dust or dirt, electrical current through the bearing, dampness, and corroding media
- Insufficient lubrication

Poor temperature behaviour suggests

- Too tight fits, tippings and tilting
- Too high load, uncontrollable external effects
- Insufficient lubrication

# Roller bearing damages

Possible causes

Roller bearing damages found after removal and component inspection

| causes                     | Installation            |                  |              | Stress in operation |         |                             |                 |
|----------------------------|-------------------------|------------------|--------------|---------------------|---------|-----------------------------|-----------------|
|                            | Wrong installation<br>i | Cleanli-<br>ness | Tight<br>fit | Loose<br>fit        | Tipping | Insuffi-<br>cient<br>stress | Vibra-<br>tions |
| Impact and grinding marks  | X                       |                  |              |                     | X       |                             |                 |
| Foreign matter impacts     |                         | X                |              |                     |         |                             |                 |
| Corrosion marks            |                         |                  |              |                     |         |                             |                 |
| Fit rust at the seats      |                         |                  |              | X                   |         |                             | X               |
| Steady state marks         |                         |                  |              |                     |         |                             | X               |
| Craters and scratches      |                         |                  |              |                     |         |                             |                 |
| Wear                       |                         | X                |              |                     |         |                             |                 |
| Adhesions („seizure“)      |                         |                  |              |                     |         | X                           |                 |
| Slip caused damages        |                         |                  |              | X                   |         | X                           |                 |
| Overheating damages        |                         |                  | X            |                     |         |                             |                 |
| Fatigue damages (pittings) | X                       | X                |              |                     | X       | X                           |                 |
| Cage damage                |                         |                  |              |                     | X       |                             | X               |

| High speeds | Environmental conditions |              |                        |                  |                    | Lubrication                   |                             |                      |
|-------------|--------------------------|--------------|------------------------|------------------|--------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------|
|             | External heat            | Dust<br>Dirt | Electrical<br>currentg | Moisture<br>ness | Corroding<br>media | Wrong<br>lubricating<br>point | Insufficient<br>lubrication | Over-<br>lubrication |
|             |                          |              |                        |                  |                    |                               |                             |                      |
|             |                          | X            |                        |                  |                    |                               |                             |                      |
|             |                          |              |                        | X                | X                  | X                             |                             |                      |
|             |                          |              |                        |                  |                    |                               |                             |                      |
|             |                          |              |                        |                  |                    |                               |                             |                      |
|             |                          |              | X                      |                  |                    |                               |                             |                      |
|             |                          | X            |                        |                  |                    | X                             | X                           |                      |
| X           |                          |              |                        |                  |                    | X                             | X                           |                      |
|             |                          |              |                        |                  |                    |                               | X                           |                      |
| X           | X                        |              |                        |                  |                    | X                             | X                           | X                    |
|             | X                        | X            |                        |                  |                    | X                             | X                           |                      |
|             |                          |              |                        |                  |                    |                               |                             |                      |

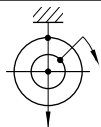
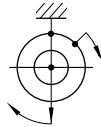
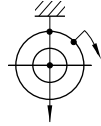
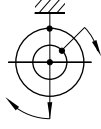
Damage analysis

After professional removal and careful cleaning of the roller bearings, the roller bearings can be disassembled and the appearance of the ring races, the rolling elements, the cages can be assessed, and a characteristic damage profile can be attributed.

The Roller Bearing Damages table gives an overview of the classifiable roller bearing damages and their possible causes, such as non-professional installation, overload, and environmental and lubrication influences.

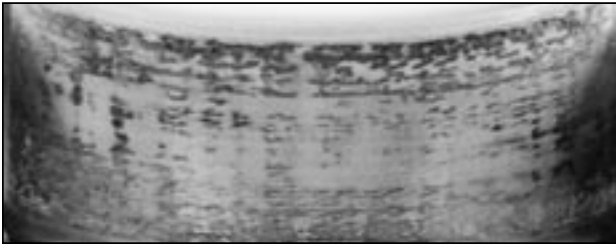
Prepare suitable record checks and mark the roller bearing parts according to their load to correctly allocate the possible causes of the characteristics to be identified in the damage analysis.

First, make clear the present load and motion ratios. The following overview can be used here.

| Motion   |  |  | Inner ring/<br>shaft               |   | Outer ring/<br>housing   |                      |
|--|--|--|------------------------------------|---|--|----------------------|
| Schematics   | Description  | Typical examples                                 | Load applied                       | Fit   | Load applied   | Fit                  |
|    | Rotating inner ring, fixed outer ring, load direction is fixed.                    | Spur gears, electric motors                      | Circumferential load at inner ring | Fixed seat required   | Pointed load at outer ring, split housing design possible      | Loose seat possible  |
|    | Fixed inner ring, rotating outer ring, load direction rotating with the outer ring | Hub bearing with high imbalance                  |                                    |   |  |                      |
|   | Fixed inner ring, rotating outer ring, load direction unchanged                    | Castor rollers with fixed axis, cable pulleys    | Pointed load at inner ring         | Loose seat possible   | Circumferential load at outer ring, do not use split housings. | Fixed seat required. |
|  | Rotating inner ring, fixed outer ring, load direction rotating with inner ring     | oscillating screens, imbalance vibrating systems |                                    |   |  |                      |
| Combination of various motions or changing motions                                 |  | Crankshaft drives                                |                                    | Fit and tolerances for shaft and housing are based upon the dominant load and the bearing installation and adjustment requirements. |  |                      |


Condition of the seat surfaces

The condition of the seat surfaces provides a first, but considerable information on the condition of the shaft or housing fits. Please note the following characteristics:



Fit rust at roller bearing contact surfaces

When evaluating seat surfaces, look for typical geometrical contact patterns in the races of the



Sizing marks indicating rotation of normally fixed contact surfaces

roller bearing. An incomplete surface support of the roller bearing rings because of imprecise machining in the shaft or housing will lead to insufficient positive connection and therefore to overload of individual race segments. Poor heat dissipation and fractures of roller bearing rings can be linked to bad fits.



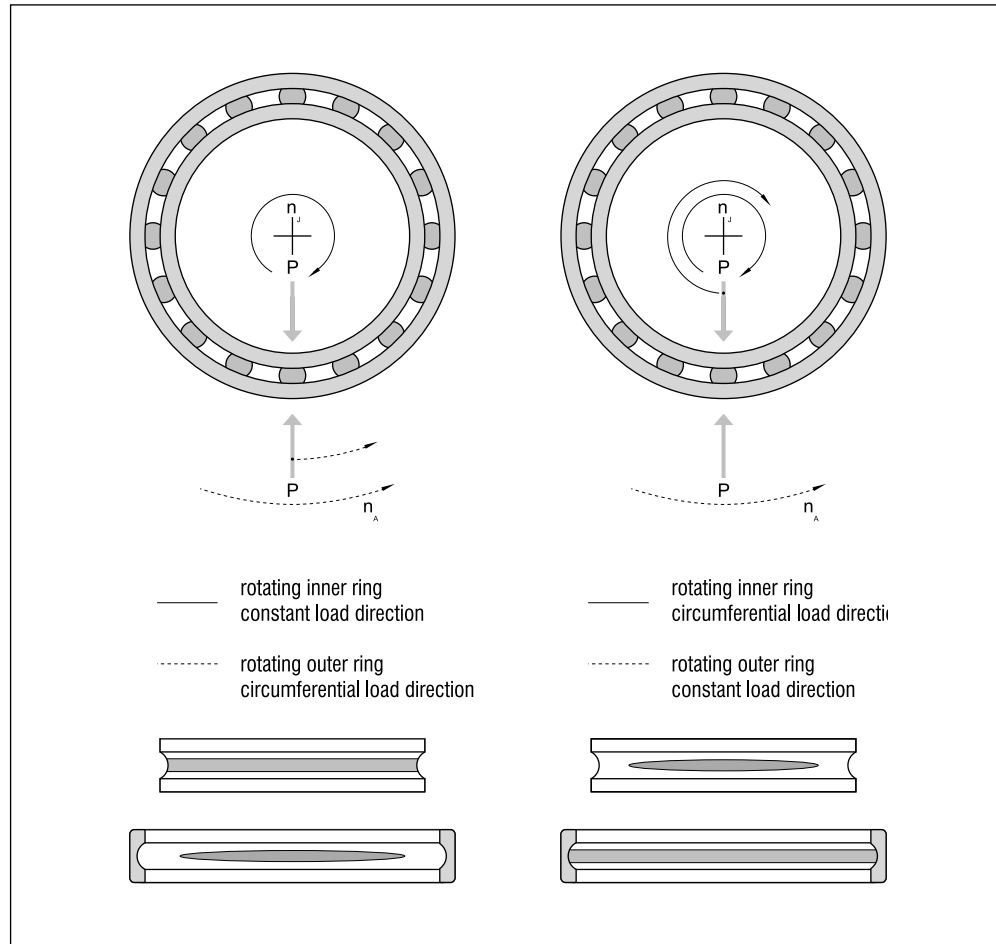
## Roller bearing damages

### Typical wear

#### Typical wear

If you know the design and functional requirement of the unit or machine, you know what typical wear is to be expected. Deviations of the actual typical wear from the expected typical wear provide the first indications as to the quality of the bearings design. Incorrect tipping or misalignment and "straying" of the bearings can be clearly recognised immediately.

The diagram shows the characteristic typical wear in the inner and outer ring of a purely radial load deep groove ball bearing as an example: This way, the difference between local and circumferential load can be clearly seen in the typical wear. Tipping and shifting of the rings as well as warping affect the bearing clearance and can be immediately recognised from the typical wear. In that case, the typical wear is either asymmetrical or cannot be attributed to the load direction.



## Roller bearing damages

### Bearing damage

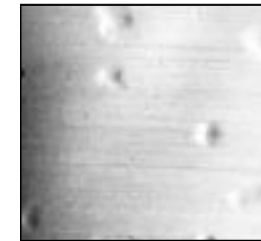
#### Bearing damages

Each damage of the roller bearing components to be assessed can be attributed to one or more complex causes. The damage profiles of the contact surfaces are largely characteristic and can be systemised as follows:

- Abrasive wear
- Introduction and adhesion of particles
- Destruction and discolouration in the direct vicinity of the surface
- Cracks
- Pitting formation through material fatigue, or as a special case, electrical current through the bearing
- Corrosion
- Cage damage

#### Abrasion wear

Abrasive (sanding) wear is caused by the introduction of hard, metallic debris or mineral particles into the roller bearing. With an increasing operating period, a total surface destruction can occur within the roller contact. Insufficient lubrication can promote such wear.



Impact patterns caused by soft particles



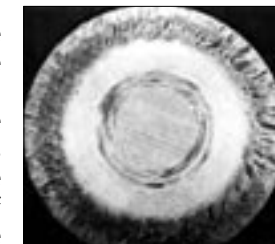
Impact patterns caused by mineral particles



Strong abrasion at the race of a tapered roller bearing

#### Rolling and adhesion of particles

Soft metallic particles, for example, cage debris or ductile particles such as textile fibres, bits of packing material etc., will also be introduced into the roller bearing surface during the rolling process. These indentations do not immediately mean damage to the surfaces, but as a result, they form part of the abrasive wear and therefore affect the roller bearing operation. The diagram shows the typical effect of soft particles.



Material adhesion at the front side of a cylindrical roller

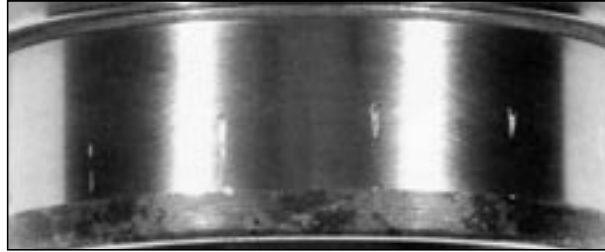


Material adhesion at the barrel surface of a spherical cylindrical roller bearing caused by insufficient lubrication

## Roller bearing damages

### Bearing damage

Adhesion of material particles is caused by a high relative movement in the roller bearing, for example, in spherical cylindrical roller bearings. The adhesion mechanism is comparable with a rub welding, and makes clear that insufficient lubrication is the requirement for a rub welding. The diagram shows the surface destruction on cylinder rollers.



Grinding marks at the inner ring of a cylindrical roller bearing

Scraping at and adhesion of the roller bearing surfaces (scratches on the raceways), can occur at installation of the roller bearing, if, for example, unsuitable tools were used for bearings which can be disassembled.

When the rolling element rolls over the scratches in the race, first these and then the whole roller bearing will be ruined as damaging areas keep coming into contact with undamaged surfaces.

The diagrams show damages to the race, which occurred during assembly of the bearing and in many cases form the cause of premature material fatigue.



Ball impacts at the inner ring of a deep groove ball bearing

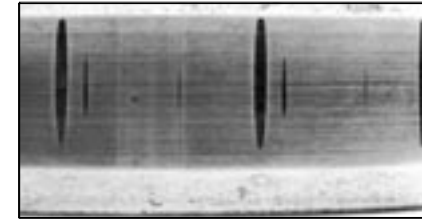
### Destruction and discolouration in the exact vicinity of the surface

If the lubricating film cannot separate the contact surfaces completely from each other during operation, the so-called mixed friction occurs. Mixed friction is linked with high local heating on the surface of the roller bearing parts. As a result, in addition to the high specific load, heat-related stresses occur, which cause surface cracks. Then, particles from the contact surfaces break off, distribute throughout the entire roller bearing and lead to its failure. Local high temperatures also cause discolouration of the surface (tempering colours) and cause loss of hardness. The premature wear of the roller bearing occurs because of decreasing load capacity without any noticeable overload of the roller bearing.

## Roller bearing damages

### Bearing damage, cracks, pitting formation

A special case is the stress on the roller bearing races, especially if caused through vibrations of the roller bearing in a steady state, i.e. without rotation. The grooves visible in the races occur through extremely frequent load changes and are already comparable to material fatigue. Similar damage profiles are caused by electrical current through the roller bearings.



Grooves caused by vibrations



Grooves caused in the race of an outer ring due to electric current

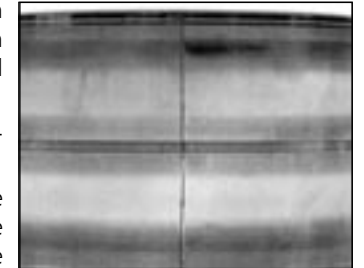
### Cracks

Cracks can appear if the roller bearing was pressed too hard into the housing or on the shaft or if the bearing seat itself is not cylindrical. Overload can especially be expected with a tapered bore if the contact angle on the shaft seat does not meet the specified tolerances.

Equally, cracks can be caused if the bearing is assembled with unsuitable tools. The inevitable tensions that occur through heating in the operative state of the roller bearing cause critical stress of the material, and the crack develops.

Equally, cracks can be a consequence of other causes, e.g. adhesion with ultra high heating or corrosion damages.

Depending on the level of the unacceptably high stress in the material, clear cracks can develop in the race, above all in the recesses, which eventually completely destroy the ring, see figure.



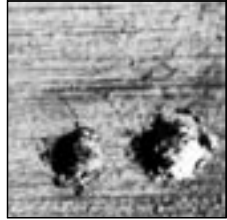
### Pitting

Pittings are the most significant sign of material fatigue in the roller bearing. Material fatigue occurs through fluctuating demands, begins underneath the surface and is only first visible when the peeled material parts disintegrate. The resulting craters are normally deeper than with material corrosion because of locally higher heating. As with all bearing damage caused by material corrosion, lubrication plays a decisive role. The conditions in the lubrication gap determine the type of friction and the resulting material stress. Optimum operating conditions and careful selection and care of lubricants are an essential prerequisite for attaining a running time according to the criteria for an extended service life.

## Roller bearing damages

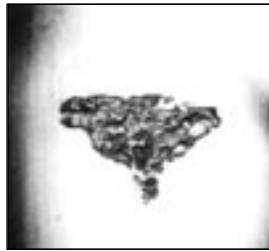
Bearing damage, pitting formation, corrosion

The formation of pittings is a gradual process which first manifests itself through an increase in noise. Repair of the bearing can therefore be planned. The figures show the increasing pitting formation. The V form of the fragments in the direction of rotation is typical.



Burn marks and material destruction caused by electric current

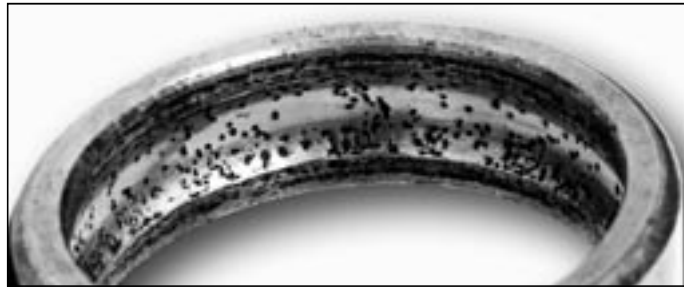
If there were high electrical currents, e.g. because of electric welding work, burns can occur, which alter the material properties and cause premature pitting.



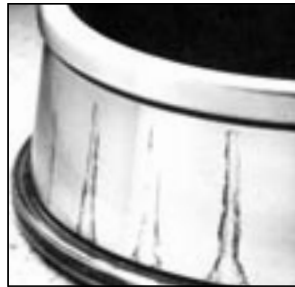
Pitting development in the race of a cylindrical roller bearing

### Corrosion

Corrosion visible as surface changes (e.g. rust) is caused by poor maintenance and packing, although mostly by unsuitable storage conditions. For this reason, the roller bearings to be mounted should be kept for as long as possible in the original packing. If, for example, contact with oxygen and dampness is not avoided after removal and cleaning a roller bearing, nodules of rust can quickly



Corrosion at the outer ring of a deep groove ball bearing



Gap corrosion at the race of a tapered roller bearing

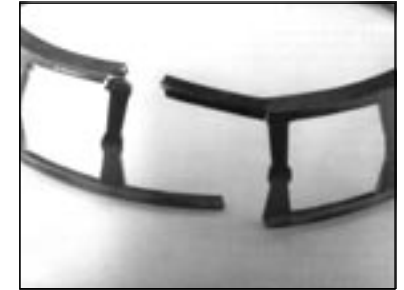
## Roller bearing damages

Corrosion, cage damage, damage repair

develop in connection with hand perspiration, which may be the cause of pitting formation. Inadequate lubricants or a corrosion promoting environment (water or other chemicals) may cause gap corrosion because of the special geometric shape in the roller bearing, which causes considerable deterioration of such material properties as elasticity and strength.

### Cage damage

The increasing wear in the races may cause twisting, for example, of the cylindrical or spherical rollers, which leads to unacceptable load on the cage webs. The results are visible wear, in extreme cases, rupture of the cage webs, see figure. With plastic cages, thermal deformations can occur if the operating temperature is considerably higher than the acceptable temperature for the chosen type of plastic.



### Damage repair

Especially for the large roller bearings from the Kugel- und Rollenlagerwerk Leipzig GmbH company, maintenance and improved operating conditions should help to achieve the maximum service life of roller bearings. Based on the purely theoretical argument that the possible, i.e. the "extended service life" can seldom be fully used, optimal operating conditions for long service life are decisive.

For this reason, plan the steps for maintenance and repair and carry them out at a suitable time as soon as the first symptoms are identified (e.g. increased noise or gradual and otherwise inexplicable increased operating temperature). It is paramount to check:

- Angle errors and misalignments
- Specified geometry of the bearing seat
- Possible stresses and resulting changes in load through heat expansions
- Condition and efficacy of the seals
- Typical damages in the contact surfaces (races, rolling elements, cage)
- Damages present from the assembly
- Corrosion and subsequent estimation of the effect on operating behaviour
- Types of lubricant and steps for its maintenance

## Roller bearing damages

### Damage repair

After the analysis of the lubricant and the operating conditions, changing the lubricant in consultation with the lubricant manufacturer is often useful.

If the roller bearing damage is so far developed that further use is not possible, the reconditioning of the roller bearing should be considered. Reconditioning is possible if:

- The fitting surfaces (boundary surface and bore) are maintained within the roller bearing tolerances according to DIN ISO 1132 through the necessary reworking.
- The condition of the surface of the races allows for rectifying. If large pittings are present, these conditions do not apply, because serious material fatigue may have developed.
- Rolling elements can be reworked or replaced with new ones
- The cage can be reworked or replaced.

Reconditioning instead of using a new roller bearing can be especially cost effective for large roller bearings, since normally reworked bearings have no worse quality than new ones.

## KRW Delivery Programme



| Types   | <sup>1)</sup> Dimension series  |
|---|---|
| Deep groove ball bearings,<br>single row  | 160, 618, 619<br>60, 62, 63, 64   |
| Angular contact ball bearings, single row<br>Angular contact ball bearings, double row<br>Four-point bearings<br>Axial angular contact ball bearings  | 708, 709, 718, 719, 70, 72B, 73B<br>SKZ<br>Q10, QJ10, Q2, QJ2, Q3, QJ3<br>2344, 2347  |
| Cylindrical roller bearings, single row<br><br>Cylindrical roller bearings,<br>double row and multirow  | <sup>2)</sup> NU18, NU19, NU10, NU2, NU22<br>NU3, NU23, NU4<br>NN30, NNU49, NNU60   |
| Cylindrical roller bearings (cageless), single row<br>Cylindrical roller bearings (cageless), double row<br>Cylindrical roller bearings (cageless), multirow<br>Wheel set cylindrical roller bearings<br>Cylindrical roller thrust bearings | NCF...V, NJG23...V<br>NNC...V, NNCL...V, NNCF...V<br>NNU60...V<br>WJ/WJP<br>811, 812, 893, 894, WS811, GS811, K811                                      |
| Tapered roller bearings   | 302, 303, 313<br>320, 322, 323<br>330   |
| Single and double row<br>spherical roller bearings,<br>with cylindrical<br>and tapered bore   | 202, 203, 204<br>222, 223, 230<br>231, 232, 239<br>240, 241, 248, 249   |
| Light section bearings<br>Current insulated bearings<br>Special bearings  |   |
| Adapter sleeves<br><br>Withdrawal sleeves   | H2, H23, H3, H30, H31, H32, H39<br>OH23, OH30, OH31, OH32, OH39<br>AH2, AH3, AH22, AH23, AH 30, AH 31, AH 39<br>AOH2, AOH22, AOH23, AOH30, AOH31, AOH39 |
| Angular rings<br>Cylindrical rollers<br>Spherical rollers   | HJ<br>ZRO<br>TORO   |

<sup>1)</sup> Other dimension series at request

<sup>2)</sup> High performance versions also available for all types

## Suffix letter codes

| KRW  | Specification   | FAG    | SKF    | NSK   | RHP  | NKE    |
|--|---|--------|--------|-------|------|--------|
| A  | Modified internal design  | A      |        |       |      |        |
| A...   | Combined with numbers, axial clearance different from DIN 620   | A ...  |        | CA... | A... | A...   |
| ALP  | Machined window-type cage, aluminium, roller guidance   | LP     |        |       |      | L      |
| ALPA   | Machined window-type cage, aluminium, roller guidance   | LPA    | LA     |       |      |        |
| AGFP   | Machined window-type steel cage, silver-plated, roller guidance   | FP..   |        |       |      | FP..   |
| AGFPB  | Machined window-type steel cage, silver-plated, guidance at inner ring  | FPB... |        |       |      | FPB... |
| B  | Modified internal design, radial angular contact ball bearings with contact angle 40°   | B      | B      | B     | B    |        |
| BL   | Convex race for the inner ring  | BL     |        |       |      |        |
| C1NA   | Cylindrical roller bearings (double row), clearance group C1, rings not interchangeable   | C1NA   |        | CC1   |      |        |
| C2   | Clearance group C2, clearance smaller as with CN  | C2     | C2     | C2    | C2   | C2     |
| CN   | Clearance group CN, normal clearance  | CN     | CN ... | CN    | CN   | CN     |
| C3   | Clearance group C3, clearance larger than with CN   | C3     | C3     | C3    | C3   | C3     |
| C4   | Clearance group C3, bearing clearance larger than with C4   | C4     | C4     | C4    | C4   | C4     |
| C5   | Clearance group C4, bearing clearance larger than with C4   | C5     | C5     | C5    | C5   | C5     |
| C4H  | Restricted clearance at the top of clearance group C4   | C4H    |        |       |      | C4H    |
| C3M  | Restricted clearance at the middle of clearance group C3.   | C3M    |        |       |      | C3M    |
| C2L  | Restricted clearance at the bottom of clearance group C2.   | C2L    |        |       |      | C2L    |
| DB   | Axial clearance with two deep groove ball bearings, angular contact ball bearings or tapered roller bearings in O-position.             | DB     |        |       |      | DB     |
| DBCA   | Axial clearance with two deep groove ball bearings or angular contact ball bearings in O-position                                       | DBCA   |        |       |      |        |
| DBCB   | Axial clearance with two deep groove ball bearings or angular contact ball bearings in O-position, larger than with DBCA                | DBCB   |        |       |      |        |
| DBCC   | Axial clearance with two deep groove ball bearings or angular contact ball bearings in O-position, larger than with DBCB                | DBCC   |        |       |      |        |
| DBCG   | Clearance rather zero, with two tapered roller bearings in O-position   | DBCG   |        |       |      |        |
| DF   | Axial clearance with two deep groove ball bearings, angular contact ball bearings or tapered roller bearings in X-position              | DF     | DF     | DF    | DF   |        |
| Other code letters are CA,CB,CC, and CG, according to DB |   |        |        |       |      |        |
| DG   | Axial clearance with two deep groove ball bearings, angular contact ball bearings or tapered roller bearings in O, X or tandem position | DG     |        |       |      |        |

## Suffix letter codes

| KRW  | Specification  | FAG  | SKF | NSK | RHP | NKE |
|--|--|------|-----|-----|-----|-----|
| Other code letters are CA,CB,CC, and CG, according to DB |  |      |     |     |     |     |
| DH   | Single sided axial bearings with 2 body washers  |      | DH  |     |     |     |
| DHP  | Combined specification of DH + DP  |      | DHP |     |     |     |
| DP   | Body washer bore diameter smaller than normal  |      |     |     |     |     |
| DR   | 2 deep groove ball bearings or cylindrical roller bearings to accept the radial load   |      | DR  | DR  | D   |     |
| DT   | v  |      | DT  | DT  | DT  |     |
| E  | Maximum capacity design  | E    | E   | E   | E   |     |
| EA   | Maximum capacity design combined with modified internal design   |      | EC  |     |     |     |
| F  | Machined steel cage, roller guidance   | F... | F   |     |     | F   |
| FA   | Machined steel cage, outer ring guidance   | FA   | FA  |     |     | FA  |
| FB   | Machined steel cage, inner ring guidance   | FB   | FB  |     |     | FB  |
| FP   | Machined window-type steel cage.   | FP   |     |     |     |     |
| FV..   | Code letters combined with a number indicate a special KRW manufacturing standard  |      |     |     |     |     |
| HPA  | Machined window-type bronze cage, outer ring guidance  |      |     |     |     |     |
| J  | Sheet cage, roller guidance  | J    | J   | J   | J   | J   |
| K  | Tapered bearing bore, taper 1 : 12   | K    | K   | K   | K   | K   |
| K30  | Tapered bearing bore, tape 1 : 30  | K30  | K30 | K30 | K30 | K30 |
| M  | Machined brass cage, roller guidance   | M    | M   | MR  | M   | M   |
| MA   | Machined brass cage, outer ring guidance   | MA   | MA  |     |     | MA  |
| M2   | Machined brass cage, hot riveted (steel rivets), roller guidance   |      |     |     |     |     |
| M2A  | Machined brass cage, hot riveted (steel rivets), guidance at outer ring  |      |     |     |     |     |
| M2B  | Machined brass cage, hot riveted (steel rivets), guidance at inner ring  |      |     |     |     |     |
| M2AS   | Machined brass cage, hot riveted (steel rivets), guidance at outer ring, with lubricating grooves located at the outer cage diameter |      |     |     |     |     |
| M2BS   | Machined brass cage, hot riveted (steel rivets), guidance at inner ring, with lubricating grooves located at the inner cage diameter |      |     |     |     |     |
| M3   | Machined brass cage, spider riveted, roller guidance   | M1   | M6  | MBR |     | M6  |

## Suffix letter codes

| KRW        | Specification  | FAG | SKF | NSK   | RHP  | NKE     |
|------------|--|-----|-----|-------|------|---------|
| M3A        | Machined brass cage, spider riveted, guidance at outer ring  | M1A | MA6 | MB    |      | M6A     |
| M3B        | Machined brass cage, spider riveted, inner ring guidance   |     |     |       |      | M6B     |
| MP         | Machined window-type brass cage, roller guidance   | MP  | MR  | MA1   |      | MP      |
| MPA        | Machined window-type brass cage, outer ring guidance   | MPA | MP  |       |      | MPA     |
| MPAD       | Drop roller cage, outer ring guide   |     |     |       |      |         |
| MPAS       | Machined window-type brass cage, outer ring guidance. with lubricating grooves at outer diameter of the cage                         |     | MPS |       |      | MAS     |
| MPB        | Machined window-type brass cage, inner ring guidance   | MP  | MP  |       | MB   | MPB     |
| MPBS       | Machined window-type brass cage, inner ring guidance, with lubricating grooves at the inner cage diameter                            |     | MPS |       |      | MPBS    |
| MPD        | Drop roller cage, roller guidance  |     |     |       |      |         |
| N          | Bearing with ring groove for circlip on outer ring, without circlip  | N   | N   | N     | N    | N       |
| N1         | Bearing with holding groove on outer ring  | N1  | N1  |       |      |         |
| N2         | Bearing with holding grooves on one side of outer ring   | N2  | N2  |       |      | N2      |
| N3         | Bearing with ring groove at one, and with two holding grooves at the other side  | N3  |     |       |      |         |
| N4         | Bearing with ring groove at one, and with two holding grooves at the other side  | N4  |     |       |      |         |
| N5         | Bearing with ring groove and holding groove at the same side   | N5  |     |       |      |         |
| N6         | Bearing with ring groove and holding grooves at the same side  | N6  |     |       |      |         |
| NA         | Restricted clearance, bearing components not interchangeable   |     | NA  |       |      |         |
| NR         | Bearing with ring groove for circlip on outer ring, with circlip   | NR  | NR  | NR    | NR   | NR      |
| P          | Spherical roller bearings, outer ring halves with intermediate ring  | P   |     |       |      |         |
| P5         | Tolerance class according to DIN 620, more precise than P6   | P5  | P5  | P5    | P5   | P5      |
| P52        | Tolerance class P5 and clearance group C2  | P52 | P52 | P5C2  |      | P52     |
| P6         | Tolerance class according to DIN 620, more precise than PN   |     | P6  | P6    | P6   | P6      |
| PN         | Tolerance class according to DIN 620   |     | DN  |       |      | PN      |
| R 90...120 | customized radial clearance (in that case, radial clearance between 90 and 120 $\mu\text{m}$ )                                       |     |     | CG... | R... | R90.120 |
| S          | Bearings with circular lubrication groove and 3 lubrication holes, located at the outer ring   |     | W33 |       |      |         |
| SJ         | Insulated  |     |     |       |      |         |
| SP         | Tolerance class SP for two row cylindrical roller bearings according to DIN 5412-4 and two sided axial angular contact ball bearings | SP  | SP  |       |      |         |
| S00        | Bearings for operating temperatures up to 120 °C (standard version)  | SN  | SN  |       |      | SN      |
| S0         | Bearings for operating temperatures up to 150 °C   | S0  | S0  | X26   | S0   | S0      |

## Suffix letter codes



| KRW    | Specification  | FAG   | SKF   | NSK     | RHP | NKE |
|--------|--|-------|-------|---------|-----|-----|
| S1     | Bearings for operating temperatures up to 200 °C   | S1    | S1    | S11 X28 | S1  | S1  |
| S2     | Bearings for operating temperatures up to 250 °C   | S2    | S2    | X29     | S2  | S2  |
| S3     | Bearings for operating temperatures up to 300 °C   | S3    | S3    |         |     | S3  |
| S4     | Bearings for operating temperatures up to 350 °C   | S4    | S4    |         |     | S4  |
| S6     | Bearings with circular lubrication groove and 6 lubrication holes, staggered by 60° at the outer ring  |       | W33X  | E2, E4  |     |     |
| SIR    | Bearings with circular lubrication groove and 3 lubrication holes, staggered by 120° at the inner ring |       |       | E2, E4  |     |     |
| SIR6   | Bearings with circular lubrication groove and 6 lubrication holes, staggered by 60° at the inner ring  |       |       |         |     |     |
| TA     | Machined laminated plastic cage, outer ring guidance   | TA    |       | T...    |     | TA  |
| TB     | Massivkäfig aus Hartgewebe, Führung am Innenring   | TB    |       | T...    | TB  | TB  |
| TP     | Machined laminated plastic cage, inner ring guidance   | TP    |       | T...    |     | TP  |
| TN     | Polyamide cage, roller guidance  | TV... | P     | H       | TN  | TN  |
| TNH    | Polyamide snap-type cage, roller guidance  | TVH   | TN... | TNG     | TN  | TNH |
| TNP    | Polyamide window-type cage, roller guidance  | TVP   | TN... | TNG     | TN  | TNP |
| V      | Cageless or full convex  | V     | V     | V       | V   | V   |
| VA0.xx | Axial pre-stress with value 0.xx   | VA... |       |         |     |     |
| VR0.xx | Radial pre-stress with value 0.xx  | VR... |       |         |     |     |
| VH     | Cageless cylindrical roller bearing with self-holding roller set                                       | VH    | VH    |         |     | VH  |
| VG     | Inner ring face race, rectified  |       | VGS   |         |     |     |
| W24    | Bearing with 4 lubrication holes at inner ring   |       |       |         |     |     |
| X      | Tapered roller bearing with outside dimensions adapted to international standards                      | X     | X     | X       |     |     |
| XA     | Tapered roller bearings with heavy-duty design, outside dimensions adapted to international standards  |       |       |         |     |     |

Customized letter codes may also be agreed.



