IBC

Zylinderrollenlager

TI-I-4010.1/D

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung 4

2. Berechnung 8

3. Bezeichnungssystem 15

4. Maßtabellen 16

5. Lagerluft 24

6. Toleranzen und Passungen 28

7. Werkstoffe 34

8. Sonderausführungen 35

9. Anwendungsbeispiele 36

10. Wälzlager mit ATCoat-Beschichtung 38

Nachdruck, auch auszugsweise, ist nur mit unserer Genehmigung gestattet. Die Angaben dieser Druckschrift wurden mit größter Sorgfalt zusammengestellt. Für eventuelle Fehler oder Unvollständigkeiten sowie auftretende Schäden, die sich mittelbar oder unmittelbar aus der Verwendung der hier enthaltenen Informationen ergeben, kann keine Haftung übernommen werden. Veränderungen, die dem Fortschritt (der Weiterentwicklung) dienen, behalten wir uns vor.

© Copyright 2025 IBC

1. Einleitung

Präzision und Innovation. Auf diese Bausteine setzt **IBC Wälzlager** seit 1972. Damit hat sich das Unternehmen, das die Tradition der Robert Kling Wetzlar GmbH erfolgreich fortführt, auf dem Gebiet der Wälzlager- und Lineartechnik weltweit etabliert. Hinter den beiden Schlagworten stehen 200 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die mit ihrer Kompetenz und technologischen Leistungsfähigkeit für ständig weiterentwickelte und optimierte Produkte sorgen. Sie verteilen sich auf die beiden deutschen Werke in Solms-Oberbiel und Asslar sowie die Schweizer Niederlassung in Grenchen. Hinzu kommt das Joint Venture in Aurangabad (Indien). Neben den Produkten selbst, ist eine nachhaltige Qualitätssicherung und eine enge Abstimmung mit Kunden zentral in unserer Unternehmensphilosophie verankert. Durch lange Lebensdauer, anwendungsfreundliche Handhabung und hohe Wirtschaftlichkeit der Produkte, ist **IBC** ein zuverlässiger Partner für kundenspezifische System- und Einzellösungen von Präzisions-Wälzlagern und Linearwälzlagern. Dabei wird bewusst auf eine ausführliche, individuelle Beratung gesetzt, um zusammen mit den Anwendern die effektivsten Lösungen zu erarbeiten.

Enger Kundenkontakt hat Priorität. Nur so kann eine effektive Zieldefinition und deren konsequente Durchführung zu beiderseitigem Vorteil vonstattengehen. Unbestritten ist an dieser Stelle, dass die Innovation am Wälzlager meist in dessen Anwendung liegt.

Im Bereich der Lagerauslegung und Schwingungsanalyse haben sich Datenbanken und moderne Berechnungssoftware zu einem unverzichtbaren Tool entwickelt. Sie werden in Kundenabstimmung stets optimiert. Kombiniert mit dem Know-how in Sachen kundenspezifischer Sonderlösungen, Standardwälzlager in unterschiedlichen Losgrößen und einer hervorragenden Lieferperformance, sind dem Kunden so passende Lösungen bei Prototypen und in Serie sicher.

Die intensive Kooperation mit Hochschulen und Universitäten – in Forschung und Entwicklung – ist integraler Bestandteil der Unternehmensphilosophie. Sie dient neben der Aus- und Weiterbildung auch der Sicherung des eigenen Nachwuchses.

Forschung und Entwicklung gehen Hand in Hand mit modernster Technik und Equipment in der Fertigung. Doch auch in der Produktion steht der Mensch letztlich an erster Stelle. Denn erst durch qualifizierte Fachkräfte ist die Produktion von Wälzlagern nach höchsten Qualitätsvorgaben überhaupt möglich.

Stetig steigende Anforderungen an Lagerungssysteme führten zur Entwicklung vielfältiger Verfahren und neuer Werkstoffe, um den erhöhten und sehr unterschiedlichen technischen und wirtschaftlichen Anwendungsfällen gerecht zu werden.

Auch bei den Zylinderrollenlagern trägt IBC dieser Entwicklung durch ständige Leistungssteigerung und Verbesserung der Produkte und Prozesse sowie einer Erweiterung des Produktprogramms Rechnung.

Die Zylinderrollenlager der EXAD - Serie, **Extended Capacity and Advanced Application**, zeichnen sich durch längere Lebensdauer, höhere Drehzahleignung und bessere Laufeigenschaften aus. Durch Optimierung in Design, Werkstoffen und Fertigungsabläufen ist es gelungen, eine deutliche Verbesserung der Lebens- und Gebrauchsdauer zu erreichen, wodurch Wartungsintervalle verlängert werden können. Darüber hinaus werden die Funktionssicherheit, die Belastbarkeit sowie die Laufeigenschaften bei gleichzeitiger Reduzierung der Reibung verbessert, was zu einer geringeren Wärmeentwicklung führt. Ein weiterer Vorteil sind die dynamischen Tragzahlen der EXAD - Serie. Einsatz finden sie überall, wo hohe Drehzahlen, minimale Reibungsverluste, hohe Radialbelastungen sowie wärmebedingte Längenänderungen der Umgebungsbauteile ausgeglichen werden müssen.

Einreihige Zylinderrollenlager mit Käfig bestehen aus einem massiven Außen- und Innenring sowie Zylinderrollenkränzen, wobei die Rollen zwischen den beidseitig festen Borden des Innen- oder des Außenrings geführt werden. Je nach Bauform hat der jeweils andere Ring einen festen Bord oder ist bordlos. Somit ist es möglich, den Lagerring mit den beidseitig festen Borden und dem Rollensatz von dem bordlosen Lagerring abzuziehen. Dies erleichtert den Ein- und Ausbau erheblich. Vor allem dann, wenn für beide Lagerringe aufgrund der Belastungsverhältnisse feste Passungen erforderlich sind. Ein Käfig verhindert die gegenseitige Berührung der Zylinderrollen beim Abwälzen. Die Schmierung der ohne Abdichtung hergestellten Lager erfolgt über die Stirnseiten. IBC fertigt Zylinderrollenlager überwiegend mit zylindrischer Bohrung.

Zylinderrollenlager mit Käfig eignen sich zur Aufnahme von sehr hohen Belastungen in radialer Richtung. Sie besitzen aufgrund der Linienberührung zwischen Rolle und Laufbahn eine hohe Steifigkeit und sind für hohe Drehzahlen ausgelegt. In der Produktpalette von IBC Wälzlager finden sich unterschiedliche und innovative Lösungsprinzipien zur Gewährleistung einer sicheren Loslager-, Stützlager- und Festlagerfunktion. So fertigt IBC Zylinderrollenlager in unterschiedlichen Bauformen, Maßreihen und Größen, wobei die in diesem Katalog beschriebenen einreihigen Zylinderrollenlager mit Käfig den überwiegenden Teil darstellen.

Ihre Eigenschaft Axialverschiebungen zuzulassen prädestiniert sie für die Lagerung von Pumpen und Kompressoren.

Bild 1.1: Zylinderrollenlager mit genietetem Messingkäfig

Abmessungen

Die Hauptabmessungen der einreihigen IBC Zylinderrollenlager mit Käfig sind mit den Angaben nach DIN 5412-1 beziehungsweise ISO 15 oder DIN 616 übereinstimmend.

Baureihen

Einreihige IBC Zylinderrollenlager mit Käfig werden in den Baureihen 10, 2, 3, 22 und 23 gefertigt. Einreihig-vollrollige Zylinderrollenlager stehen sowohl in einer schmalen Baureihe (29) als auch in den breiteren Baureihen 30, 22 und 23 zur Verfügung.

Bauformen

Einreihige IBC Zylinderrollenlager mit Käfig werden in den Bauformen NU, N, NJ und NUP gefertigt. Weiterhin werden zweireihige Präzisions-Zylinderrollenlager mit Käfig in der Bauform NN und NNU gefertigt (**Hochpräzisions-Wälzlager TI-I-5050**).

In Abhängigkeit von den Einsatzfällen und Anforderungen an die Lagerung werden die verschiedenen Bauformen verwendet. Dabei werden die nachfolgenden Grundfunktionen unterschieden:

Loslager

Zylinderrollenlager der Bauform NU und N sind Loslager. Sie nehmen nur radiale Kräfte auf. Zwischen Welle und Gehäuse lassen sie in bestimmten Grenzen eine zwanglose Axialverschiebung innerhalb des Lagers in beiden Richtungen zu. Die Ausführung NU besitzt zwei feste Borde am Außenring und einen bordlosen Innenring, während die Lager der Bauform N durch zwei feste Borde am Innenring und einen bordlosen Außenring gekennzeichnet sind.

Stützlager

Zylinderrollenlager der Bauform NJ sind Stützlager. Sie nehmen nicht nur hohe radiale Kräfte auf, sondern auch axiale Kräfte in einer Richtung. Dies ermöglicht die Führung der Welle in einer Axialkraftrichtung. In der anderen Richtung wirken sie als Loslager. Bei der Bauform NJ hat der Außenring zwei feste Borde und der Innenring einen festen Bord.

Festlager

Zylinderrollenlager der Bauform NUP sind Festlager. Sie führen die Welle in beiden Axialrichtungen, da sie in der Lage sind neben hohen radialen Kräften auch axiale Kräfte aufzunehmen. Lager der Ausführung NUP haben zwei feste Borde am Außenring, einen festen Bord und eine lose Bordscheibe am Innenring.

Zylinderrollenlager mit Winkelringen HJ

Auf Anfrage fertigt IBC auch Zylinderrollenlager der Bauform NU und NJ mit Winkelring HJ, um die Welle in einer beziehungsweise beiden Axialrichtungen führen zu können. Hierzu werden Winkelringe der Ausführung HJ, die aus Wälzlagerstahl 100Cr6 gefertigt werden, eingesetzt. Vorteilhaft ist der Einsatz von Winkelringen, wenn die Sitzfläche des Innenrings von Zylinderrollenlagern der Bauform NUP mit loser Bordscheibe zu klein ist, um einen ausreichend festen Lagersitz bei hohen Belastungen zu erzielen. Ferner erleichtern Winkelringe den Ein- und Ausbau des Lagers, wodurch Montage- und Stillstandzeiten reduziert werden.

Zylinderrollenlager der Ausführung NU mit Winkelring HJ nehmen eine Stützlagerfunktion ein. Sie sind in der Lage Axialbelastungen in einer Richtung aufzunehmen und somit die Welle in einer Richtung axial zu führen. Es ist jedoch darauf zu achten, dass Lager der Bauform NU nicht an beiden Lagerseiten mit Winkelringen kombiniert eingebaut werden, da Klemmgefahr besteht.

Die Lager der Ausführung NJ kombiniert mit Winkelring HJ ergeben eine Festlagereinheit, die eine Führung der Welle in beiden Richtungen ermöglicht. Sie verfügen über zwei feste Borde am Außenring, einen Bord am Innenring sowie zusätzlich einen Winkelring für die bordlose Seite des Innenrings. Die Abmessungen der Winkelringe entsprechen DIN 5412-1 beziehungsweise ISO 246.

Erweitert wird die IBC Produktpalette durch einreihige Zylinderrollenlager der Bauform NU ohne Innenring (Lagerbezeichnung RNU) sowie Zylinderrollenlager der Ausführung N ohne Außenring (Lagerbezeichnung RN). Liegen Lagerungen vor, bei denen die Laufbahnen auf der Welle beziehungsweise im Gehäuse gehärtet und geschliffen werden können, so stellen Zylinderrollenlager ohne freien Ring eine optimale Lösung dar. Bei den Lagern der

Bauform RNU entfällt der Innenring, sodass die Ausführung der Welle stärker wird und somit die Steifigkeit erhöht werden kann. Die Axialverschiebung der Welle gegenüber dem Gehäuse ist zudem nur von der Breite der Laufbahn auf der Welle beziehungsweise bei Zylinderrollenlagern der Bauform RN im Gehäuse abhängig.

Neben einreihigen Zylinderrollenlagern mit Käfig wird das Lieferprogramm von IBC noch um **einreihig-vollrollige Zylinderrollenlager** ergänzt. Während Zylinderrollenlager mit Käfig auch bei hohen Belastungen noch verhältnismäßig hohe Drehzahlen zulassen, sind vollrollige Zylinderrollenlager für niedrige Drehzahlen und Schwenkbewegungen ausgelegt. Sie besitzen massive Innen- und Außenringe sowie bordgeführte Zylinderrollen. Durch die größtmögliche Anzahl an Wälzkörpern sind sie radial extrem tragfähig, überzeugen durch hohe Steifigkeit und sind besonders für den Einsatz in raumsparenden Konstruktionen geeignet. Eine Öl- oder Fettschmierung kann über die Stirnseite erfolgen.

Abmessungen

Die Hauptabmessungen der einreihig-vollrolligen IBC Zylinderrollenlager sind mit den Angaben nach DIN 616 beziehungsweise ISO 15 übereinstimmend.

Bauformen

Einreihig-vollrollige Zylinderrollenlager werden in den Bauformen NCF und NJG gefertigt.

Lager der Baureihe NCF besitzen einen Innenring mit zwei festen Borden und einen Außenring mit einem festen Bord, der die Welle in eine Richtung axial führen kann. Dabei wird das Lager durch einen Sicherungsring auf der bordlosen Seite des Außenrings zusammengehalten. Sie sind in der Lage, Axialbelastungen in einer Richtung aufzunehmen und werden in den Baureihen 29, 30 und 22 gefertigt.

Einreihig-vollrollige Zylinderrollenlager der Bauform NJG besitzen einen selbsthaltenden Rollensatz. So kann der Außenring mit zwei festen Borden und dem Rollensatz vom Innenring mit einem festen Bord abgezogen werden. Eine besondere Sicherung der Rollen gegen Herausfallen ist nicht notwendig, was den Ein- und Ausbau wesentlich erleichtert. Auch sie können Axialbelastungen in einer Richtung aufnehmen. Lager der Bauform NJG sind für langsam laufende, besonders hochbelastete Lagerungen ausgelegt und werden in der schweren Baureihe 23 gefertigt.

Bei Lagern der Baureihe NCF und NJG ist der Innenring in einer Richtung axial um das Maß s, die maximale Mittellagenverschiebung, verschiebbar. Sie ist so ausgelegt, dass geringe Axialverschiebungen, zum Beispiel infolge von Wärmeausdehnung der Welle gegenüber dem Gehäuse, kompensiert werden können.

Bild 1.2: Vollrolliges, selbsthaltendes Zylinderollenlager

IBC
NJ 2306.EA.P52
GERMANY
04SS3E
IBC
IB.NU 2205.EAP.P63M.099
05SU2A
IBC
RNU 41 721131
07SU2B

2. Berechnung

Äquivalente dynamische Lagerbelastung

Für als Loslager eingesetzte dynamisch beanspruchte Zylinderrollenlager gilt:

$$\mathbf{P = F_r} \qquad [2.1]$$

F_r	Radialbelastung	[N]
P	äquivalente dynamische Lagerbelastung	[N]

Werden zur axialen Führung der Welle in einer oder beiden Richtungen Zylinderrollenlager mit Borden am Innen- und Außenring eingesetzt, so ermittelt sich die äquivalente dynamische Lagerbelastung angenähert aus:

$$P = F_r \quad \text{bei } F_a / F_r \le e$$
$$\mathbf{P = 0{,}92 \cdot F_r + Y \cdot F_a \quad bei\ F_a / F_r > e} \qquad [2.2]$$

F_a	Axialbelastung	[N]

	mit Käfig		vollrollig
	10, 2, 3	22, 23	29, 30, 22, 23
e	0,2	0,3	0,3
Y	0,6	0,4	0,4

e	Grenzwert
Y	Axiallastfaktor

Da ein optimaler Lauf bei axial belasteten einreihigen Zylinderrollenlagern nur bei gleichzeitiger radialer Belastung gegeben ist, sollte das Verhältnis F_a / F_r den Wert 0,5 nicht überschreiten.

Äquivalente statische Lagerbelastung

Für statisch beanspruchte einreihige Zylinderrollenlager gilt:

$$\mathbf{P_0 = F_r} \qquad [2.3]$$

P_0	äquivalente statische Lagerbelastung	[N]

Mindestbelastung

Um einen störungsfreien Betriebsablauf zu gewährleisten, ist insbesondere bei schnellumlaufenden Lagern und Lagern, die starken Beschleunigungen sowie schnellen Lastwechseln ausgesetzt sind, eine Mindestbelastung vorzusehen, um somit schädliche Gleitbewegungen zwischen den Wälzkörpern und den Laufbahnen zu vermeiden. Mit folgender Formel ist die Mindestradialbelastung für einreihige Zylinderrollenlager in angenäherter Weise zu ermitteln:

$$\mathbf{F_{r\,min} = k_r \cdot \left(0{,}6 + 0{,}4 \cdot \frac{n}{n_r}\right) \cdot d_m^2} \qquad [N] \quad [2.4]$$

$F_{r\,min}$	minimale Radialbelastung	[N]
k_r	Radial-Minimallastfaktor, siehe Produkttabellen	
n	Betriebsdrehzahl	[min^{-1}]
n_r	Referenzdrehzahl	[min^{-1}]
d_m	mittlerer Lagerdurchmesser 0,5 • (d + D)	[mm]
d	Bohrungsdurchmesser	[mm]

Beim Einsatz von hochviskosen Schmierstoffen sowie bei Kaltstart ist es möglich, dass höhere Mindestbelastungen erforderlich sind. In der Regel ist, bedingt durch das Eigengewicht der gelagerten Teile und durch die äußeren Kräfte, die Radialbelastung bereits höher als die Mindestbelastung. Wird jedoch der ermittelte Grenzwert unterschritten, ist eine zusätzliche radiale Belastung der Lager notwendig.

Nominelle Lebensdauer $L_{10,h}$

Von großer Relevanz für die Bestimmung der Lagergröße ist die Kenntnis über die dem jeweiligen Anwendungsfall angemessene Lebensdauer, die von verschiedenen Faktoren, wie der Art der Maschine, der täglichen Betriebsdauer sowie den Anforderungen an die Betriebssicherheit, abhängig ist.

Nach DIN ISO 281 ergibt sich die nominelle Lebensdauer $L_{10,h}$ aus dem Verhältnis der äquivalenten dynamischen Lagerbelastung P zur dynamischen Tragzahl C.

$$\mathbf{L_{10,h} = \left(\frac{C}{P}\right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n}} \qquad [h] \quad [2.5]$$

$L_{10,h}$	nominelle Lebensdauer (90% der Wälzlager erreichen diese Zeit; 10% können ausfallen)	
C	dynamische Tragzahl	[N]
p	äquivalente dynamische Lagerbelastung	[N]
n	Betriebsdrehzahl	[min^{-1}]

Erweiterte modifizierte Lebensdauerberechnung $L_{nm,h}$

Die Berechnung der Lebensdauer von Wälzlagern wurde im Laufe der Zeit durch die Aufnahme neuer Kriterien verfeinert. Die erweiterte modifizierte Lebensdauer $L_{nm,h}$ berücksichtigt den Schmierungszustand, die potentielle Verunreinigung der Lagerstelle sowie die Werkstoffermüdungsgrenze und wird nach DIN ISO 281 berechnet.

Die erweiterte modifizierte Lebensdauer $L_{nm,h}$ basiert auf der nominellen Lebensdauer $L_{10,h}$ nach Gleichung 2.5, die mit dem Erlebenswahrscheinlichkeitsfaktor a_1 nach Tabelle 2.1 und dem Lebensdauerbeiwert a_{ISO} gewichtet wird.

$$L_{nm,h} = a_1 \cdot a_{ISO} \cdot L_{10,h} \quad [h] \quad [2.6]$$

$L_{nm,h}$	erweiterte modifizierte Lebensdauer	[h]
a_1	Erlebenswahrscheinlichkeit nach Tabelle 2.1	
a_{ISO}	Lebensdauerbeiwert nach Formeln 2.13 bis 2.15	

Erlebenswahrscheinlichkeit a_1		
Erlebenswahrscheinlichkeit in %	**L_{na}**	**a_1**
90	L_{10a}	1,00
95	L_{5a}	0,64
96	L_{4a}	0,55
97	L_{3a}	0,47
98	L_{2a}	0,37
99	L_{1a}	0,25

Tabelle 2.1: Erlebenswahrscheinlichkeitsbeiwerte a_1 nach DIN ISO 281

Der eingeführte a_{ISO}-Faktor erfasst verschiedene, nachfolgend aufgeführte Einflussgrößen:

Einfluss	bedingt durch
Schmierung	Lagergröße, Drehzahl, Viskosität und Art des Schmierstoffes, Additive
Werkstoff	Oberfläche, Reinheit, Härte, Temperaturbeständigkeit, Ermüdungsgrenze
Lagerbauart	Reibungsverhältnisse, innere Lastverteilung
Spannung	Fertigung, Wärmebehandlung, Presssitz
Umgebung	Feuchtigkeit, Verunreinigungen des Schmierstoffes
Montage	Versatz, Beschädigungen

Tabelle 2.2: Einflussgrößen auf die Lebensdauer

Bestimmung des Lebensdauerbeiwertes a_{ISO}

Der Lebensdauerbeiwert a_{ISO} wird nach der Bestimmung der Parameter $e_c \cdot P_u / P_m$ und κ aus dem Diagramm 2.3 abgelesen oder nach Gleichung 2.13 bis 2.15 berechnet.

$$a_{ISO} = f\left(\frac{e_c \cdot P_u}{P_m}, \kappa\right) \quad [2.7]$$

e_c	Verunreinigungsbeiwert (Tabelle 2.3)	
P_u	Ermüdungsgrenzbelastung	[N]
P_m	mittlere dynamisch äquivalente Belastung	[N]
κ	Viskositätsverhältnis	

Ermüdungsgrenzbelastung P_u

Die Ermüdungsgrenzbelastung P_u berücksichtigt die Ermüdungsgrenze des Laufbahnwerkstoffes. Sie berechnet sich gemäß DIN ISO 281 mit folgender Formel:

$$P_u \cong C_o/8{,}2 \quad [2.8]$$

C_o	statische Tragzahl	[N]

Verunreinigungsbeiwert e_c

Im Schmierstoff befindliche harte, feste Verunreinigungen können beim Überrollen bleibende Eindrückungen in den Laufbahnen verursachen. Hierdurch hervorgerufene örtliche Spannungsüberhöhungen verringern die Lebensdauer der Wälzlager. Diese Lebensdauerminderung durch feste Partikel ist abhängig von der Lagergröße, der Schmierfilmhöhe (abhängig vom Viskositätsverhältnis κ) sowie von Größe, Art, Härte und Menge der Schmutzpartikel. Andere Verunreinigungen, etwa durch Eintritt von Flüssigkeiten, werden bei der Lebensdauerbetrachtung nicht berücksichtigt.

Bei starken Verunreinigungen ($e_c \rightarrow 0$) sind Ausfälle vor der errechneten Lebensdauer wahrscheinlich. Aus Tabelle 2.3 kann der Verunreinigungsbeiwert ermittelt werden:

Grad der Verunreinigung	Beiwert e_c D_{pw} < 100 mm	Beiwert e_c D_{pw} > 100 mm
Extreme Sauberkeit Partikelgröße wie Schmierfilmhöhe, Laborbedingungen	1	1
Hohe Sauberkeit Feinstfilterung der Ölzufuhr, abgedichtete, gefettete Lager	0,8...0,6	0,9...0,8
Normale Sauberkeit Feinfilterung der Ölzufuhr, gefettete Lager mit Deckscheiben	0,6...0,5	0,8...0,6
Leichte Verunreinigung Leichte Verunreinigungen in der Ölzufuhr	0,5...0,3	0,6...0,4
Mäßige Verunreinigung Lager mit Abrieb anderer Maschinenelemente kontaminiert	0,3...0,1	0,4...0,2
Starke Verunreinigung Stark verschmutzte Lagerumgebung, unzureichende Abdichtung	0,1...0	0,1...0
Sehr starke Verunreinigung	0	0

Tabelle 2.3: Verunreinigungsbeiwert e_c in Abhängigkeit vom Teilkreisdurchmesser D_{pw} des Wälzlagers

Viskositätsverhältnis κ

Das Viskositätsverhältnis κ dient als Maß der Güte der Schmierfilmbildung. Es ist das Verhältnis der Schmierstoffviskosität ν bei Betriebstemperatur zur Bezugsviskosität ν_1. Mit $\kappa = 1$ wird der trennende Schmierfilm gerade erreicht. Um κ zu ermitteln, wird zunächst die Bezugsviskosität ν_1 aus dem Diagramm 2.1 in Abhängigkeit vom Teilkreisdurchmesser D_{pw} und der Betriebsdrehzahl n bestimmt.

Die Betriebsviskosität ν wird dann im Viskositäts-Temperatur-Diagramm 2.2, unter dem Schnittpunkt der erwarteten Betriebstemperatur T, mit dem schräg verlaufenden Graphen der Bezugsviskositäten, bezogen auf 40 °C, abgelesen.

Hieraus wird das Viskositätsverhältnis κ gebildet:

$$\kappa = \frac{\nu}{\nu_1} \qquad [2.9]$$

κ	Viskositätsverhältnis	
ν	Betriebsviskosität	[mm²/s]
ν_1	Bezugsviskosität	[mm²/s]

Das Viskositätsverhältnis κ nach Gleichung 2.9 ist aus den Diagrammen 2.1 und 2.2 zu bestimmen oder kann rechnerisch ermittelt werden. Für die Bezugsviskosität ν_1 gilt:

$$\nu_1 = 45.000 \cdot n^{-0,83} \cdot D_{pw}^{-0,5} \quad \text{für } n < 1.000 \text{ min}^{-1} \qquad [2.10]$$

$$\nu_1 = 4.500 \cdot n^{-0,5} \cdot D_{pw}^{-0,5} \quad \text{für } n > 1.000 \text{ min}^{-1} \qquad [2.11]$$

D_{pw}	Teilkreisdurchmesser des Präzisions-Wälzlagers = (d + D) / 2	[mm]

Bei einer Bezugsdichte von ρ_1= 0,89 g/cm³ bei 20 °C gilt die folgende Formel:

$$\kappa = \frac{\nu}{\nu_1} \cdot \left(\frac{\rho}{\rho_1} \right)^{0,83} \qquad [2.12]$$

ρ	Dichte des verwendeten Schmierstoffes	[g/cm³]
ρ_1	Bezugsdichte	[g/cm³]

In Diagramm 2.3 ist die grafische, beziehungsweise die rechnerische, Ermittlung des Lebensdauerbeiwertes a_{ISO} für IBC Zylinderrollenlager dargestellt.

Bei einem Viskositätsverhältnis κ < 1 und einem Verunreinigungsbeiwert e_c > 0,2 kann, bei Einsatz eines Schmierstoffes mit wirksamen EP-Additiven, mit dem Wert κ = 1 gerechnet werden. Der Lebensdauerbeiwert ist dann aber auf a_{ISO} < 3 zu begrenzen. Bei starker Verschmutzung (e_c < 0,2) ist die Effektivität der Additivierung nachzuweisen.

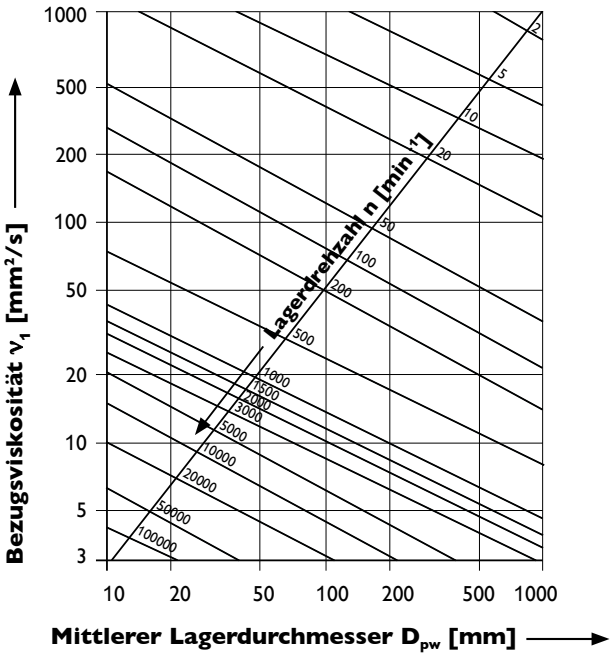


Diagramm 2.1: Erforderliche kinematische Viskosität ν_1

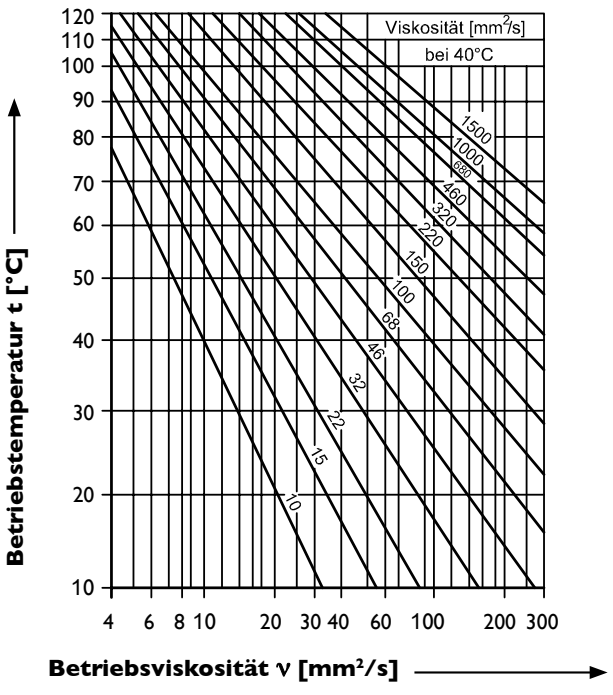


Diagramm 2.2: Betriebsviskosität ν

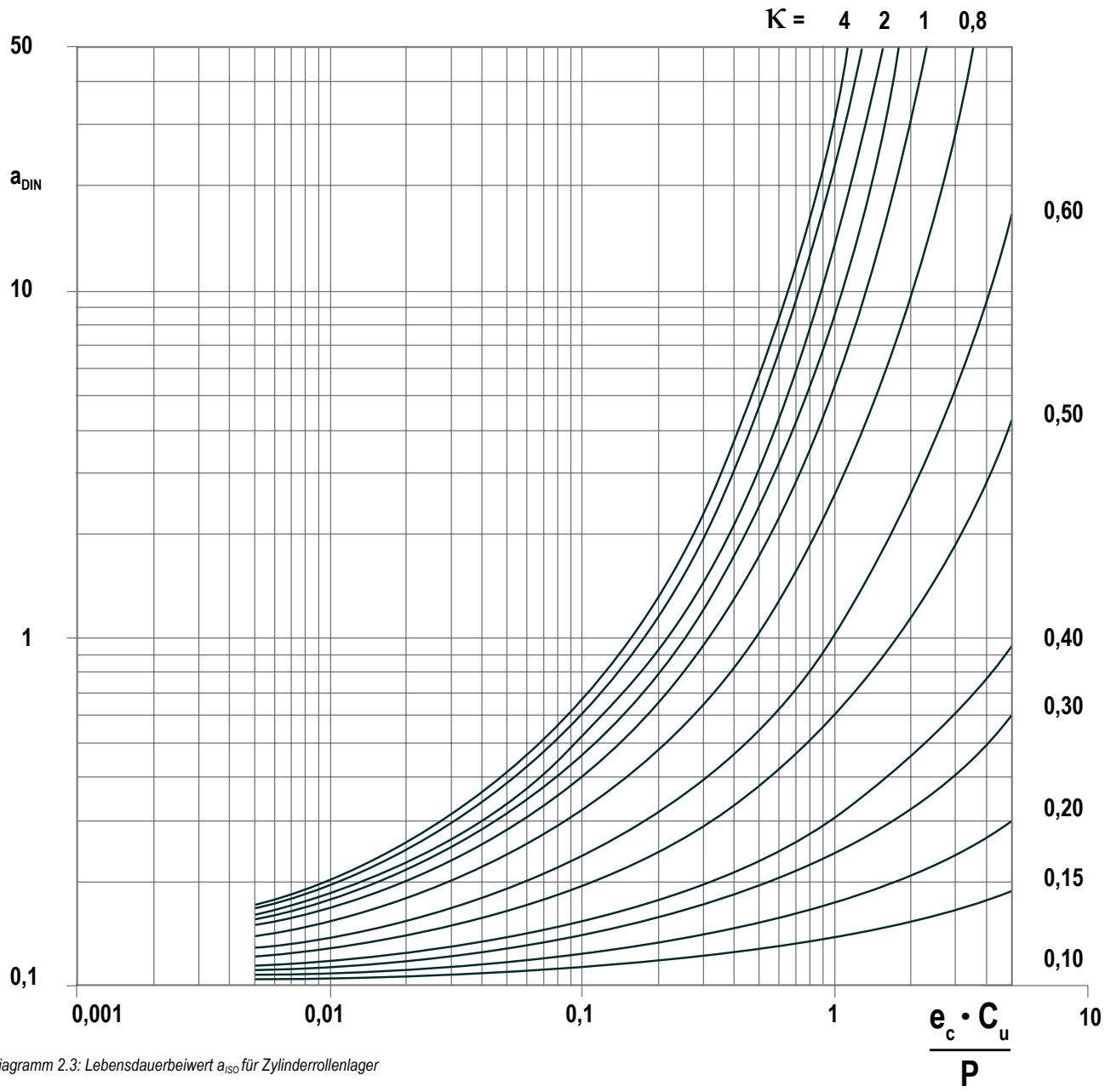


Diagramm 2.3: Lebensdauerbeiwert a_{ISO} für Zylinderrollenlager

$$a_{ISO} = 0{,}1 \cdot \left[1 - \left(1{,}58592 - \frac{1{,}39926}{\kappa^{0{,}0543806}} \right)^{0{,}83} \cdot \left(\frac{e_c \cdot C_u}{P} \right)^{0{,}4} \right]^{-9{,}185} \qquad \text{für } 0{,}1 \le \kappa < 0{,}4 \qquad [2.13]$$

$$a_{ISO} = 0{,}1 \cdot \left[1 - \left(1{,}58592 - \frac{1{,}23477}{\kappa^{0{,}190870}} \right)^{0{,}83} \cdot \left(\frac{e_c \cdot C_u}{P} \right)^{0{,}4} \right]^{-9{,}185} \qquad \text{für } 0{,}4 \le \kappa < 1 \qquad [2.14]$$

$$a_{ISO} = 0{,}1 \cdot \left[1 - \left(1{,}58592 - \frac{1{,}23477}{\kappa^{0{,}0717391}} \right)^{0{,}83} \cdot \left(\frac{e_c \cdot C_u}{P} \right)^{0{,}4} \right]^{-9{,}185} \qquad \text{für } 1 \le \kappa \le 4 \qquad [2.15]$$

IBC- spezifische Faktoren

Über die nach der erweiterten Lebensdauerberechnung gemäß DIN ISO 281 ermittelten Werte hinaus, gibt es lebensdauerverlängernde IBC-spezifische Faktoren, die bei Einsatz spezieller Werkstoffe und Beschichtungen angewendet werden können, siehe Kapitel 10, Seite 38. Mit dem Faktor a_{lb} werden die lebensdauerverlängernden Eigenschaften der ATCoat-Beschichtung berücksichtigt. Speziell für Anwendungen, bei denen sehr langsame Bewegungen auftreten, nur geringe Schwenkbewegungen durchgeführt werden oder anderen speziellen Einsatzfällen empfiehlt IBC die ATCoat-Beschichtung.

Die IBC-spezifischen Faktoren gehen multiplikativ in die Berechnung der erweiterten Lebensdauer ein.

Lebensdauerverlängernde IBC-spezifische Faktoren

Laufbahn-werkstoff	a_{lb}	Wälzkörper-werkstoff	a_{wk}
unbeschichtet	1,00	100Cr6	1,00
IR ATCoat	1,25		
AR ATCoat	1,20		
IR & AR ATCoat	1,50		

Tabelle 2.4: Lebensdauerverlängernde IBC-spezifische Faktoren

$$L_{10,h,\,erw.,\,IBC} = a_{lb} \cdot a_{wk} \cdot L_{nm,\,h} \quad [h] \quad [2.16]$$

$L_{10,h,\,erw.,\,IBC}$	spezifische modif. Lebensdauer IBC	[h]
a_{lb}, a_{wk}	werkstoffbedingte Faktoren	
$L_{nm,\,h}$	modifizierte Lebensdauer	[h]

Dynamische axiale Tragfähigkeit

Neben der Aufnahme von radialen Belastungen sind Wälzlager mit Borden an Innen- und Außenring auch in der Lage axiale Belastungen aufzunehmen. Die axiale Belastbarkeit wird maßgeblich von der Tragfähigkeit der Gleitflächen an Rollenstirnseite und Bord bestimmt, sodass sie überwiegend von den Faktoren Schmierung, Betriebstemperatur und Wärmeabfuhr aus dem Lager abhängt.

Üblicherweise ist von einem Viskositätsverhältnis von $\kappa \geq 2$, einer spezifischen Wärmeabfuhr von 0,5 mW/mm² • K, bezogen auf die Lagermantelfläche (π • D • B), sowie einer Temperaturdifferenz von 60 K zwischen Betriebstemperatur des Lagers und der Temperatur der Einbauumgebung auszugehen, sodass der zulässige Wert für die permanent wirkende konstante Axialbelastung ausreichend genau mit Hilfe folgender Formel zu ermitteln ist:

$$F_{a\,max} = \frac{k_1 \cdot C_0 \cdot 10^4}{n \cdot (d+D)} - k_2 \cdot F_r \quad [2.17]$$

$F_{a\,max}$	maximal zulässige Axialbelastung	[kN]
C_0	statische Tragzahl	[kN]
F_r	Radialbelastung	[kN]
k_1	Lagerbeiwert (siehe Tabelle)	
k_2	Lagerbeiwert (siehe Tabelle)	
n	Betriebsdrehzahl	[mm^{-1}]
d	Bohrungdurchmesser	[mm]
D	Außendurchmesser	[mm]

		mit Käfig	vollrollig
k_1	Öl	1,5	1,0
	Fett	1,0	0,5
k_2	Öl	0,15	0,3
	Fett	0,1	0,15

Für die tatsächliche Viskosität ist bei Fettschmierung die des Grundöls einzusetzen. Liegt ein Viskositätsverhältnis von $\kappa < 2$ vor, so erhöht sich die Reibung und auch der Verschleiß. Bei niedrigen Drehzahlen ist dies zum Beispiel durch Öle mit Verschleißschutz und geeigneten EP-Zusätzen zu reduzieren.

Bei länger wirkenden Axialbelastungen empfiehlt sich der Einsatz von Schmierfetten, die eine Ölabscheidung von mindestens 3% nach DIN 51817 aufweisen. Zudem sind die Nachschmierintervalle zu verkürzen.

Zu beachten ist, dass der dargestellte maximale Axialbelastungswert seine Gültigkeit unter der Prämisse besitzt, dass eine permanent wirkende konstante Axialbelastung bei ausreichender Schmierung der Kontaktflächen gegeben ist. Liegt eine kurzzeitig wirkende Axialbelastung oder stoßartig wirkende Axialbelastung vor, so sind höhere Grenzwerte zulässig. Es ist jedoch darauf zu achten, dass die Grenzwerte bezüglich des Bordbruchs nicht überschritten werden.

Bild 2.1: NU 200 (ø10 x ø30 x 9mm)

Die maximal zulässige Axialbelastung hängt von der Art der Belastung und der Geometrie des Lagers ab. Kurzzeitig können höhere Axialbelastungen aufgenommen werden.

F_a	mit Käfig		vollrollig
	Baureihe 2	andere Baureihen	alle Baureihen
permanent	$0{,}0045 \cdot D^{1,5}$	$0{,}0023 \cdot D^{1,7}$	$0{,}0023 \cdot D^{1,7}$
kurzzeitig	$0{,}013 \cdot D^{1,5}$	$0{,}007 \cdot D^{1,7}$	$0{,}007 \cdot D^{1,7}$

F_a	permanente beziehungsweise nur gelegentlich wirkende Axialbelastung	[kN]
D	Außendurchmesser	[mm]

Für eine konstante Bordbelastung sowie eine ausreichende Laufgenauigkeit der Welle sind bei axial hochbelasteten Zylinderrollenlagern auch die Größe der Anlageflächen auf den Gegenstücken sowie die Planlaufgenauigkeit von Relevanz. So ist eine Unterstützung der Borde auf der gesamten Höhe empfehlenswert. Zu beachten ist, dass bei sehr starker Biegung der Welle durch die Unterstützung der Borde Biegewechselbeanspruchungen auftreten können.

So ergibt sich für den Bord am Innenring zum Beispiel der Durchmesser der Wellenschulter wie folgt:

$$\mathbf{d_{as} = 0{,}5 \cdot (d_1 + d_{LB})} \qquad [2.18]$$

d_{as}	empfohlener minimaler Wellenschulterdurchmesser	[mm]
d_1	Innenring-Bohrdurchmesser	[mm]
d_{LB}	Innenring-Laufbahndurchmesser	[mm]

Treten Schiefstellungen zwischen Innen- und Außenring von mehr als einer Winkelminute auf, so bewirkt dies eine wesentliche Veränderung der Krafteinleitungsverhältnisse der Borde. Hierdurch kann der in die Ermittlung der Grenzwerte einkalkulierte Sicherheitsfaktor aufgebraucht werden, woraus geringere zulässige Axialbelastungen resultieren. Bitte bemühen Sie in diesen Fällen unsere technischen Beratungsteams.

Drehzahl

Referenzdrehzahl n_r

Im Allgemeinen wird die Drehzahl von Lagern durch die zulässige Betriebstemperatur, abhängig vom verwendeten Schmierstoff und der Formstabilität sowie der Belastung der eingesetzten Werkstoffe, begrenzt. Die unter Berücksichtigung der zulässigen Betriebstemperatur zu erreichende Drehzahl wird beeinflusst durch die in der Einbauumgebung des Lagers erzeugte Wärme, von der im Lager entstehenden Reibungswärme, sowie von der durch das Lager selbst abgeführten Wärmemenge.

Die Referenzdrehzahl ist ein Vergleichswert, bei welchem sich unter fest definierten Betriebsbedingungen ein Wärmegleichgewicht zwischen der im Lager erzeugten Wärme und der über den Schmierstoff, die Welle und das Gehäuse abgegebenen Wärmemenge einstellt.

Unter den nach ISO 15312 genormten Last- und Schmierbedingungen sind die Referenzdrehzahlen n_r für Öl und Fett gleich, die sich auf eine Beharrungstemperatur von 70 °C bei einer Umgebungstemperatur von 20 °C beziehen.

Bei konstanter radialer Belastung von 5% der statischen Tragzahl C_0 sind hierzu entweder eine Ölbadschmierung bis zur Mitte des unteren Wälzkörpers mit einem Mineralöl ohne EP-Zusätze, mit einer kinematischen Viskosität bei 70 °C Betriebstemperatur von 12 mm^2/s (ISO VG 32) oder alternativ eine Fettschmierung auf Lithiumseifen-Mineralölbasis und einer Viskosität von 100 bis 200 mm^2/s bei 40 °C (Grundöl ISO VG 150), bei einer Fettfüllmenge von ca. 30% des freien Raumes zugrunde gelegt.

Bei Fettschmierung kann eine Temperaturbeharrung von 70 °C nach einem Fettverteilungslauf von 10 bis 20 Stunden erreicht werden. Bei umlaufendem Außenring reduzieren sich unter Umständen die Werte.

Umrechnungsfaktoren für Grenzdrehzahlen

Käfigausführung	Drehzahlfaktor
P	1,00
J	0,95
K	1,00
M1	0,95*
M1A	1,30*
KA	1,45
MC	1,00*
MCA	1,45*

**M0C, M0CA, M0, M0A = bleifreie Version*
Siehe Bezeichnungssystem Seite 15

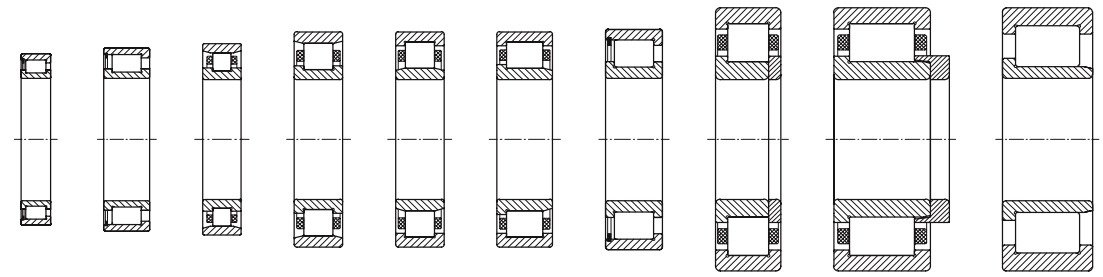
Tabelle 2.5: Drehzahlfaktoren

Bild 2.2: Lager mit extra langem Innenring

Bild 2.3: Außenring mit Nut für Sprengring

Bild 2.4: Wälzläger mit wälzkörpergeführtem Messingkäfig

3. Bezeichnungssystem



NCF 29.. NCF 30.. N 10.. N 2.. NU 2.. NJ 22.. NCF 22.. NUP 3.. NJ+HJ 23.. NJG 23.. x46-104

Beispiele:

	NU	10	13			.M1			
	NU	2	13	.EA		M1	.P6	.N1	
AC-	NU	2	10	.EA		P	.P53		.A15
	NJ	3	08	.EA	.S1	.MCA	.C3H		
	NUP	22	05	.EA		M1A	.P6		
	NCF	29	14	.V			.P53		
	NJG	23	24	.VA					

Werkstoff

-	Wälzkörper und Ringe 100Cr6
AC-	Ringe ATCoat

Bauform

N...	**NJ...**
NU...	**NUP...**
NCF...	**NJG...**

Maßreihe

10...	**2...**
30...	**3...**
29...	**22...**
	23...

Bohrungskennzahl

00	10 mm	**02**	15 mm
01	12 mm	**03**	17 mm

ab Kennzahl 04: d/5

Ausführung

EA...	EXAD
V	vollrollig
VH	vollrollig + selbsthaltender Rollensatz

Wärmestabilisierung

S0	bis 150 °C (Standard)
S1	bis 200 °C
S2	bis 250 °C

ATCoat-Beschichtung

-	keine Beschichtung
A11	Innen- und Außenring beschichtet
A15	Innen- und Außenring beschichtet, Wälzkörper und Käfig rostarm
A21	Innenring beschichtet
A31	Außenring beschichtet
A..L	nur Laufbahn beschichtet

Haltenuten Außenring

N1	eine Haltenut
N2	zwei Haltenuten
N	Ringnut

Kombinierte Genauigkeit und Lagerluft

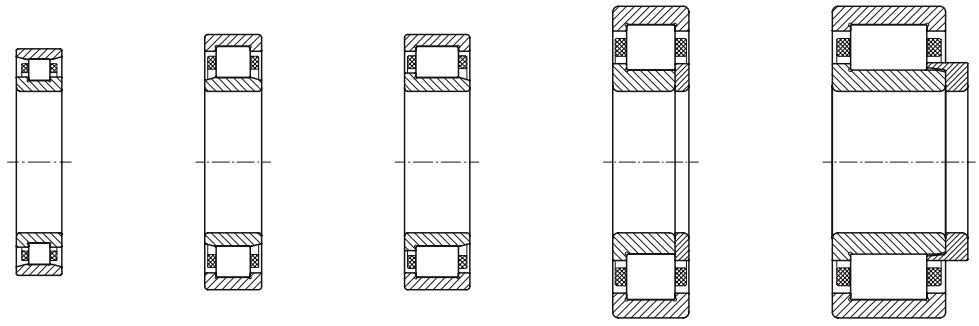
P6	Maß- und Laufgenauigkeit P6
P63	Maß- und Laufgenauigkeit P6 und Lagerluft C3
P53	Maß- und Laufgenauigkeit P5 und Lagerluft C3
C3H	Lagerluft C3, oberer Bereich

Käfig

MC	Massivkäfig aus Messing, rollkörpergeführt *
MCA	Massivkäfig aus Messing, außenringgeführt *
M1	Massivkäfig aus Messing, rollkörpergeführt, stegvernietet *
M1A	Massivkäfig aus Messing, außenringgeführt, stegvernietet *
P	Fensterkäfig aus PA6.6, glasfaserverstärkt
J	Käfig aus Stahlblech
K	Fensterkäfig aus PEEK, glasfaserverstärkt
KA	Fensterkäfig aus PEEK, glasfaserverstärkt, außenringgeführt

** M0C, M0CA, M0, M0A = bleifreie Version*

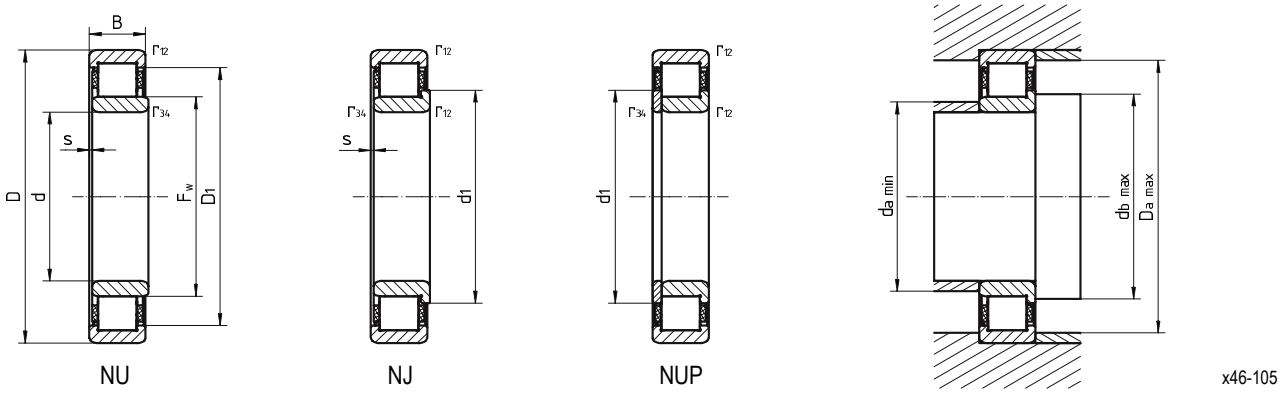
4. Maßtabellen



NU 10 NU 2 NJ 22 NUP 3 NJ+HJ 23 x46-106

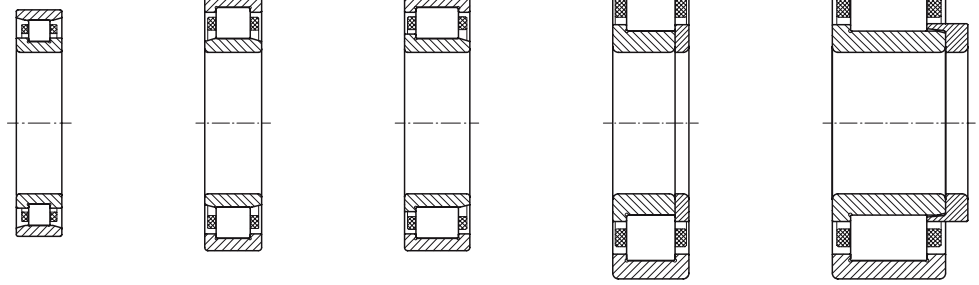
Hauptabmessungen			Basiskurzzeichen	Tragzahlen		Ermüdungsgrenzbelastung	Berechnungsfaktor	Grenzdrehzahl	Referenzdrehzahl	Gewicht
				dyn.	stat.					
d	D	B		C	C_0	P_u (radial)	K_r	n_G	n_R	
mm				N	N	N		min^{-1}		kg
10	30	9	**NU 200.EA**	9.000	6.700	810	0,15	29.400	25.000	0,03
12	32	10	**NU 201.EA**	12.400	9.800	1.190	0,15	27.500	23.400	0,04
15	35	11	**NU 202.EA**	15.100	10.400	1.220	0,15	25.900	21.400	0,05
17	40	12	**NU 203.EA**	20.400	14.600	1.730	0,15	21.600	18.600	0,07
17	40	16	**NU 2203.EA**	28.500	21.900	2.650	0,20	21.600	17.500	0,09
17	47	14	**NU 303.EA**	29.200	21.200	2.550	0,15	19.000	16.100	0,12
20	47	14	**NU 204.EA**	30.500	24.700	2.750	0,15	18.900	15.700	0,13
20	47	18	**NU 2204.EA**	36.500	31.000	3.450	0,20	18.900	14.800	0,14
20	52	15	**NU 304.EA**	36.500	26.000	3.250	0,15	17.900	15.100	0,16
20	52	21	**NU 2304.EA**	48.000	38.000	4.800	0,29	17.900	13.300	0,22
25	47	12	**NU 1005***	16.700	12.900	1.400	0,10	18.000	18.000	0,08
25	52	15	**NU 205.EA**	33.500	27.500	3.350	0,15	16.700	13.900	0,14
25	52	18	**NU 2205.EA**	40.200	34.500	4.250	0,20	16.700	12.900	0,17
25	62	17	**NU 305.EA**	47.300	36.500	4.550	0,15	15.100	12.400	0,25
25	62	24	**NU 2305.EA**	65.000	55.000	6.950	0,25	15.100	11.400	0,35
30	55	13	**NU 1006***	22.900	19.300	1.860	0,10	15.000	14.000	0,13
30	62	16	**NU 206.EA**	44.500	36.000	4.550	0,15	14.000	12.300	0,21
30	62	20	**NU 2206.EA**	56.000	48.500	6.100	0,20	14.000	11.400	0,27
30	72	19	**NU 306.EA**	59.800	48.000	6.200	0,15	12.300	11.200	0,37
30	72	27	**NU 2306.EA**	84.500	75.000	9.650	0,25	12.300	10.200	0,53
35	62	14	**NU 1007***	29.000	26.000	4.550	0,10	13.000	12.000	0,18
35	72	17	**NU 207.EA**	57.000	48.500	6.100	0,15	11.900	10.400	0,31
35	72	23	**NU 2207.EA**	70.700	64.000	8.150	0,20	11.900	9.800	0,41
35	80	21	**NU 307.EA**	75.500	63.000	8.150	0,15	11.200	9.900	0,49
35	80	31	**NU 2307.EA**	107.000	98.000	12.700	0,25	11.200	9.100	0,73
40	68	15	**NU 1008***	33.500	30.500	3.000	0,10	12.000	11.000	0,23
40	80	18	**NU 208.EA**	62.500	53.000	6.700	0,15	10.800	9.200	0,38
40	80	23	**NU 2208.EA**	82.200	75.000	9.650	0,20	10.800	8.500	0,50
40	90	23	**NU 308.EA**	94.000	78.000	10.200	0,15	9.500	8.500	0,66
40	90	33	**NU 2308.EA**	130.500	119.000	15.300	0,25	9.500	7.800	0,96

** Die angegebenen Drehzahlen dieser Wälzlagertypen gelten für Messingkäfige, ohne Kennzeichnung für Polyamid-Käfige*



x46-105

Basiskurzzeichen	Abmessungen						Anschlussmaße				
	F_w	s	d_1	D_1	r_{12}	r_{34}	d_a	d_b	$D_{a\,max}$	r_a	r_b
	mm								mm		
NU 200.EA	15,0	0,6	17,5	22,0	0,6	0,3	13,5	---	19,4	0,6	0,3
NU 201.EA	17,0	0,6	19,7	24,7	0,6	0,3	15,6	---	27,2	0,6	0,3
NU 202.EA	19,3	1,0	22	28,0	0,6	0,3	17,4	18,5	30,8	0,6	0,3
NU 203.EA	22,1	1,0	25,2	32,5	0,6	0,3	19,4	21,5	35,8	0,6	0,3
NU 2203.EA	22,1	1,5	25,2	32,5	0,6	0,3	19,4	21,5	35,8	0,6	0,3
NU 303.EA	24,2	1,5	28,0	37,1	1,0	0,6	21,2	23,5	41,4	1,0	0,6
NU 204.EA	26,5	1,0	29,9	38,8	1,0	0,6	24,2	26,0	41,4	1,0	0,6
NU 2204.EA	26,5	2,0	29,9	38,8	1,0	0,6	24,2	26,0	41,4	1,0	0,6
NU 304.EA	27,5	0,9	32,0	42,4	1,1	0,6	24,2	27,0	45,0	1,0	0,6
NU 2304.EA	27,5	1,9	31,4	42,4	1,1	0,6	24,2	27,0	45,0	1,0	0,6
NU 1005	30,5	2,0	32,8	39,0	0,6	0,3	27,0	29,0	43,8	0,6	0,3
NU 205.EA	31,5	1,3	34,4	43,8	1,0	0,6	29,2	31,0	47,8	1,0	0,6
NU 2205.EA	31,5	1,8	34,9	43,8	1,0	0,6	29,2	31,0	46,4	1,0	0,6
NU 305.EA	34,0	1,3	39,0	50,7	1,1	1,1	32,0	33,0	55,0	1,0	1,0
NU 2305.EA	34,0	2,3	38,3	50,6	1,1	1,1	32,0	33,0	55,0	1,0	1,0
NU 1006	36,5	2,1	38,8	45,7	1,0	0,6	33,2	35,0	50,4	1,0	0,6
NU 206.EA	37,5	1,3	41,4	52,5	1,0	0,6	34,2	37,0	56,4	1,0	0,6
NU 2206.EA	37,5	1,8	41,4	52,5	1,0	0,6	34,0	37,0	57,0	1,0	0,6
NU 306.EA	40,5	1,4	45,5	58,9	1,1	1,1	37,0	40,0	65,0	1,0	1,0
NU 2306.EA	40,5	2,4	45,5	58,9	1,1	1,1	37,0	40,0	65,0	1,0	1,0
NU 1007	42,0	1,0	44,8	51,8	1,0	0,6	38,2	41,0	56,0	1,0	0,6
NU 207.EA	44,0	1,3	48,5	60,8	1,1	0,6	39,2	43,0	65,0	1,0	0,6
NU 2207.EA	44,0	2,8	48,5	61,0	1,1	0,6	39,2	43,0	65,0	1,0	0,6
NU 307.EA	46,2	1,2	51,5	66,4	1,5	1,1	42,0	45,0	71,0	1,5	1,0
NU 2307.EA	46,2	2,7	51,5	66,3	1,5	1,1	42,0	45,0	71,0	1,5	1,0
NU 1008	47,0	2,4	49,8	57,6	1,0	0,6	43,2	46,0	63,4	1,0	0,6
NU 208.EA	49,5	1,4	54,5	67,9	1,1	1,1	47,0	49,0	73,0	1,0	1,0
NU 2208.EA	49,5	1,9	54,5	67,9	1,1	1,1	47,0	49,0	73,0	1,0	1,0
NU 308.EA	52,0	1,4	58,0	75,6	1,5	1,5	49,0	51,0	81,0	1,5	1,5
NU 2308.EA	52,0	2,9	57,7	75,6	1,5	1,5	49,0	51,0	81,0	1,5	1,5

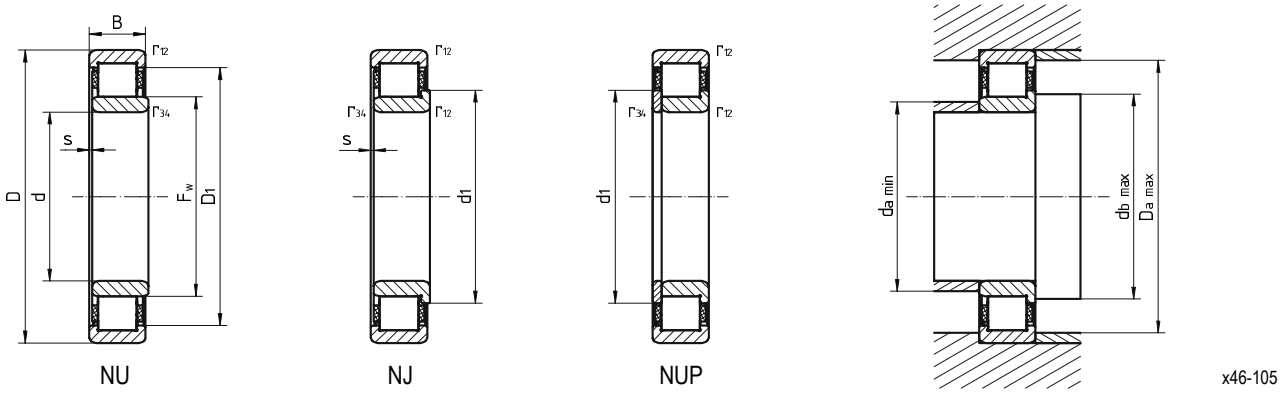


NU 10 NU 2 NJ 22 NUP 3 NJ+HJ 23

x46-106

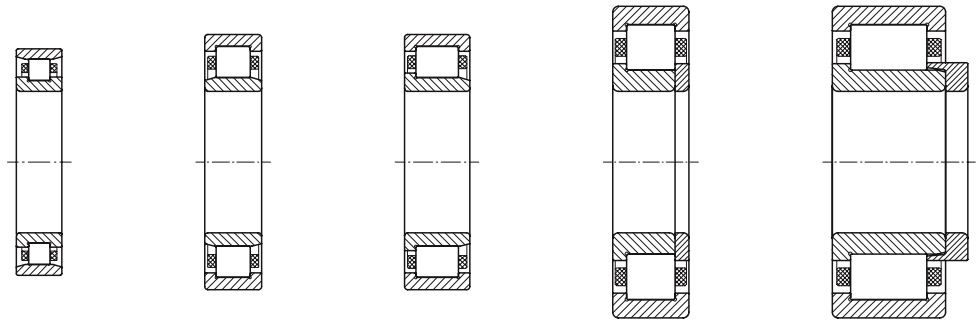
Hauptabmessungen			Basiskurzzeichen	Tragzahlen		Ermüdungsgrenzbelastung	Berechnungsfaktor	Grenzdrehzahl	Referenzdrehzahl	Gewicht
				dyn.	stat.					
d	D	B		C	C_0	P_u (radial)	K_r	n_G	n_R	
mm				N	N	N		min^{-1}		kg
45	75	16	**NU 1009***	40.000	37.500	6.300	0,10	11.000	9.500	0,29
45	85	19	**NU 209.EA**	70.700	63.000	8.150	0,15	9.700	8.600	0,44
45	85	23	**NU 2209.EA**	86.000	82.000	10.600	0,20	9.700	8.000	0,54
45	100	25	**NU 309.EA**	113.500	98.000	12.900	0,15	8.500	7.800	0,89
45	100	36	**NU 2309.EA**	161.000	153.000	20.000	0,25	8.500	7.200	1,30
50	80	16	**NU 1010***	42.500	41.500	6.700	0,10	9.500	9.000	0,31
50	90	20	**NU 210.EA**	74.000	69.000	8.800	0,15	9.200	8.200	0,49
50	90	23	**NU 2210.EA**	91.000	88.000	11.400	0,20	9.200	7.500	0,57
50	110	27	**NU 310.EA**	128.500	113.000	15.000	0,15	8.000	7.200	1,15
50	110	40	**NU 2310.EA**	189.000	187.000	24.500	0,25	8.000	6.500	1,80
55	90	18	**NU 1011***	51.000	52.000	8.300	0,10	8.500	8.000	0,45
55	100	21	**NU 211.EA**	98.000	95.000	12.200	0,15	8.100	7.100	0,66
55	100	25	**NU 2211.EA**	115.500	118.000	15.300	0,20	8.100	6.600	0,79
55	120	29	**NU 311.EA**	157.500	139.000	18.600	0,15	7.100	6.500	1,50
55	120	43	**NU 2311.EA**	233.500	230.000	30.500	0,25	7.100	5.900	2,20
60	95	18	**NU 1012***	52.000	55.000	5.300	0,10	11.000	8.000	0,48
60	110	22	**NU 212.EA**	110.000	102.000	13.400	0,15	7.500	6.500	0,83
60	110	28	**NU 2212.EA**	149.000	152.000	20.000	0,20	7.500	5.900	1,10
60	130	31	**NU 312.EA**	175.000	157.000	20.800	0,15	6.500	6.000	1,85
60	130	46	**NU 2312.EA**	263.000	260.000	34.500	0,25	6.500	5.500	2,80
65	100	18	**NU 1013***	53.000	58.000	9.800	0,10	7.500	7.000	0,51
65	120	23	**NU 213.EA**	124.500	119.000	15.600	0,15	6.800	6.000	1,05
65	120	31	**NU 2213.EA**	173.000	181.000	24.000	0,20	6.600	5.600	1,45
65	140	33	**NU 313.EA**	213.000	191.000	25.500	0,15	6.000	5.700	2,30
65	140	48	**NU 2313.EA**	290.000	285.000	38.000	0,25	6.000	5.200	3,35
70	110	20	**NU 1014***	75.000	78.000	12.000	0,10	7.000	6.700	0,70
70	125	24	**NU 214.EA**	138.500	137.000	18.000	0,15	6.300	5.700	1,15
70	125	31	**NU 2214.EA**	182.000	194.000	25.500	0,20	6.300	5.300	1,55
70	150	35	**NU 314.EA**	239.000	222.000	29.000	0,15	5.600	5.200	2,80
70	150	51	**NU 2314.EA**	320.000	325.000	41.500	0,25	5.600	4.800	4,00

** Die angegebenen Drehzahlen dieser Wälzlagertypen gelten für Messingkäfige, ohne Kennzeichnung für Polyamid-Käfige*



x46-105

Basiskurzzeichen	Abmessungen						Anschlussmaße				
	F_w	s	d_1	D_1	r_{12}	r_{34}	d_a	d_b	$D_{a\,max}$	r_a	r_b
	mm								mm		
NU 1009	52,5	0,9	55,8	64,0	1,0	0,6	48,2	51	70,4	1,0	0,6
NU 209.EA	54,5	1,2	59,5	72,9	1,1	1,1	52,0	54	78,0	1,0	1,0
NU 2209.EA	54,5	1,7	59,1	73,0	1,1	1,1	52,0	54	78,0	1,0	1,0
NU 309.EA	58,5	1,7	64,6	84,1	1,5	1,5	54,0	57	91,0	1,5	1,5
NU 2309.EA	58,5	3,2	64,6	83,8	1,5	1,5	54,0	57	91,0	1,5	1,5
NU 1010	57,5	1,0	60,8	69,0	1,0	0,6	53,2	56	75,4	1,0	0,6
NU 210.EA	59,5	1,5	64,6	78,0	1,1	1,1	57,0	58	83,0	1,0	1,0
NU 2210.EA	59,5	1,5	65,0	78,0	1,1	1,1	57,0	58	83,0	1,0	1,0
NU 310.EA	65,0	1,9	71,5	92,1	2,0	2,0	61,0	63	99,0	2,0	2,0
NU 2310.EA	65,0	3,4	71,4	92,1	2,0	2,0	61,0	63	99,0	2,0	2,0
NU 1011	64,5	0,5	67,8	76,8	1,1	1,0	59,6	63	84,0	1,0	1,0
NU 211.EA	66,0	1,0	71,0	86,3	1,5	1,1	62,0	65	91,0	1,5	1,0
NU 2211.EA	66,0	1,5	71,0	86,3	1,5	1,1	62,0	65	91,0	1,5	1,0
NU 311.EA	70,5	2,0	78,0	101,0	2,0	2,0	66,0	69	109,0	2,0	2,0
NU 2311.EA	70,5	3,5	77,7	101,0	2,0	2,0	66,0	69	109,0	2,0	2,0
NU 1012	69,5	2,9	72,7	81,8	1,1	1,0	64,6	68	89,0	1,0	1,0
NU 212.EA	72,0	1,4	78,0	96,1	1,5	1,5	69,0	71	101,0	1,5	1,5
NU 2212.EA	72,0	1,4	77,7	95,7	1,5	1,5	69,0	71	101,0	1,5	1,5
NU 312.EA	77,0	2,1	84,5	109,2	2,1	2,1	72,0	75	118,0	2,0	2,0
NU 2312.EA	77,0	3,6	84,5	109,2	2,1	2,1	72,0	75	118,0	2,0	2,0
NU 1013	74,5	1,0	78,7	86,8	1,1	1,0	69,6	72	94,0	1,0	1,0
NU 213.EA	78,5	1,4	85,0	103,9	1,5	1,5	74,0	77	111,0	1,5	1,5
NU 2213.EA	78,5	1,9	84,6	103,9	1,5	1,5	74,0	77	111,0	1,5	1,5
NU 313.EA	82,5	2,2	91,0	118,1	2,1	2,1	77,0	81	128,0	2,0	2,0
NU 2313.EA	82,5	4,7	91,0	118,1	2,1	2,1	77,0	81	128,0	2,0	2,0
NU 1014	80,0	1,3	83,7	95,2	1,1	1,0	74,6	78	104,0	1,0	1,0
NU 214.EA	83,5	1,2	90,0	108,9	1,5	1,5	79,0	82	116,0	1,5	1,5
NU 2214.EA	83,5	1,7	89,6	109,4	1,5	1,5	79,0	82	116,0	1,5	1,5
NU 314.EA	89,0	1,8	97,5	126,4	2,1	2,1	82,0	87	138,0	2,0	2,0
NU 2314.EA	89,0	4,8	97,5	126,4	2,1	2,1	82,0	87	138,0	2,0	2,0

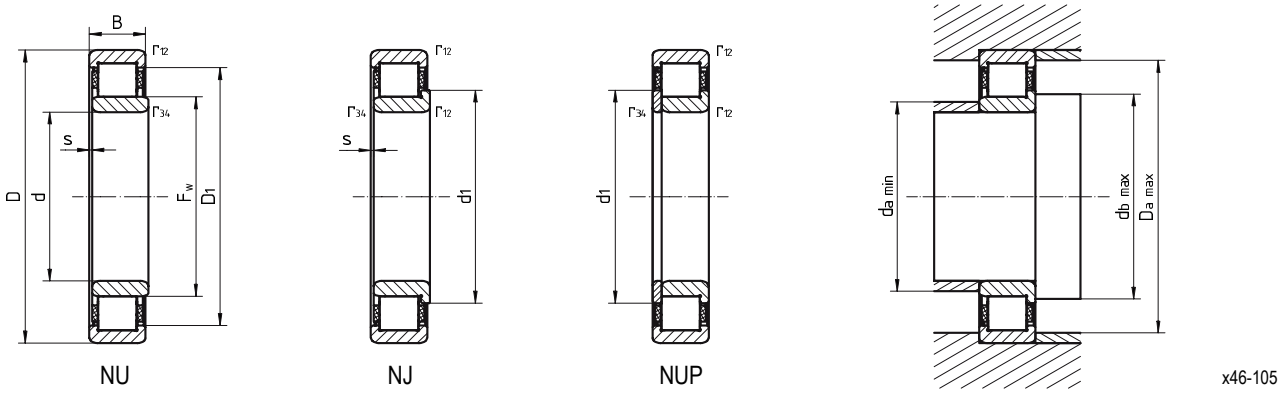


NU 10 NU 2 NJ 22 NUP 3 NJ+HJ 23

x46-106

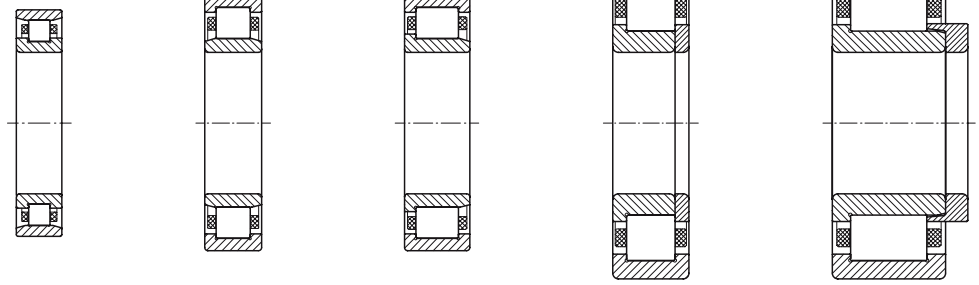
Hauptabmessungen			Basiskurzzeichen	Tragzahlen		Ermüdungsgrenzbelastung	Berechnungsfaktor	Grenzdrehzahl	Referenzdrehzahl	Gewicht
				dyn.	stat.					
d	D	B		C	C_0	P_u (radial)	K_r	n_G	n_R	
mm				N	N	N		min^{-1}		kg
75	115	20	**NU 1015***	76.000	82.000	8.500	0,10	10.000	6.700	0,74
75	130	25	**NU 215.EA**	152.000	156.000	20.400	0,15	6.000	5.400	1,30
75	130	31	**NU 2215.EA**	188.500	207.000	27.000	0,20	6.000	5.000	1,60
75	160	37	**NU 315.EA**	282.500	265.000	33.500	0,15	5.200	4.800	3,40
75	160	55	**NU 2315.EA**	385.000	395.000	50.000	0,25	5.200	4.500	5,00
80	125	22	**NU 1016***	91.000	99.000	10.400	0,10	6.300	6.300	0,99
80	140	26	**NU 216.EA**	162.000	167.000	21.200	0,15	5.600	5.100	1,55
80	140	33	**NU 2216.EA**	216.000	243.000	31.000	0,20	5.600	4.600	2,10
80	170	39	**NU 316.EA**	300.000	275.000	36.000	0,15	4.900	4.700	4,00
80	170	58	**NU 2316.EA**	417.000	425.000	55.000	0,25	4.900	4.400	6,00
85	130	22	**NU 1017***	93.000	103.000	10.800	0,10	9.000	6.000	1,10
85	150	28	**NU 217.EA**	192.000	194.000	24.500	0,15	5.300	4.800	1,90
85	150	36	**NU 2217.EA**	253.000	275.000	34.500	0,20	5.300	4.300	2,50
85	180	41	**NU 317.EA**	320.000	300.000	34.500	0,15	4.700	4.500	5,00
85	180	60	**NU 2317.EA**	435.000	445.000	60.000	0,25	4.700	4.000	7,00
90	140	24	**NU 1018***	110.000	124.000	12.700	0,10	8.500	5.600	1,35
90	160	30	**NU 218.EA**	212.000	217.000	27.000	0,15	5.000	4.500	2,40
90	160	40	**NU 2218.EA**	282.000	315.000	39.000	0,20	5.000	4.200	3,20
90	190	43	**NU 318.EA**	367.000	350.000	43.000	0,15	4.500	4.200	5,90
90	190	64	**NU 2318.EA**	505.000	530.000	65.500	0,25	4.500	3.800	8,00
95	145	24	**NU 1019***	113.000	130.000	13.200	0,10	8.000	5.300	1,40
95	170	32	**NU 219.EA**	257.000	265.000	32.500	0,15	4.600	4.300	2,90
95	170	43	**NU 2219.EA**	330.000	370.000	45.000	0,20	4.600	4.000	3,90
95	200	45	**NU 319.EA**	390.000	380.000	46.500	0,15	4.300	4.000	6,50
95	200	67	**NU 2319.EA**	535.000	580.000	69.500	0,25	4.300	3.600	9,50
100	150	24	**NU 1020***	116.000	135.000	13.700	0,10	7.500	5.000	1,50
100	180	34	**NU 220.EA**	288.000	305.000	36.500	0,15	4.400	4.100	3,50
100	180	46	**NU 2220.EA**	388.000	445.000	54.000	0,20	4.400	3.700	4,80
100	215	47	**NU 320.EA**	450.000	425.000	51.000	0,15	3.900	3.600	8,00
100	215	73	**NU 2320.EA**	675.000	720.000	85.000	0,25	3.900	3.100	12,00

** Die angegebenen Drehzahlen dieser Wälzlagertypen gelten für Messingkäfige, ohne Kennzeichnung für Polyamid-Käfige*



x46-105

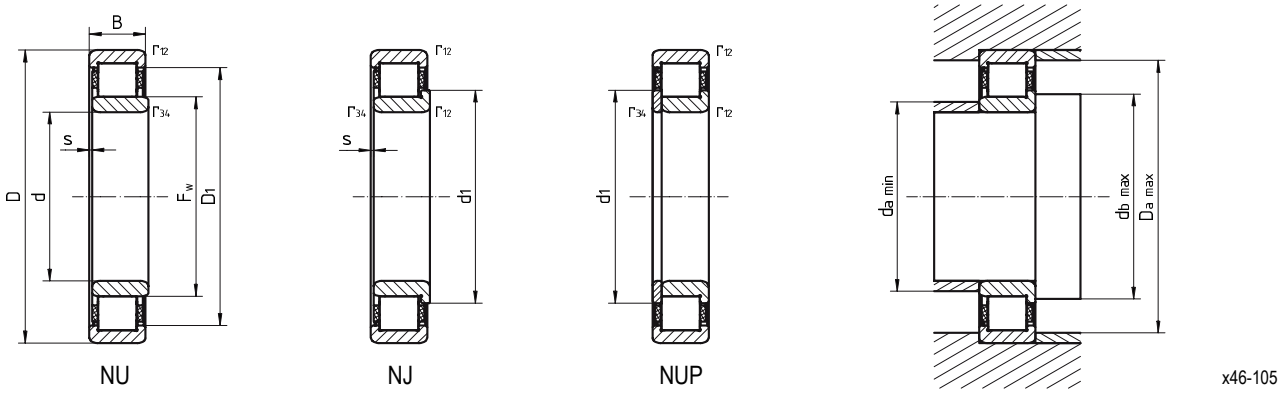
Basiskurzzeichen	Abmessungen						Anschlussmaße				
	F_w	s	d_1	D_1	r_{12}	r_{34}	d_a	d_b	$D_{a\,max}$	r_a	r_b
	mm								mm		
NU 1015	85,0	3,0	88,7	100,2	1,1	1,0	79,6	83	109	1,0	1,0
NU 215.EA	88,5	1,2	94,5	114,4	1,5	1,5	84,0	87	121	1,5	1,5
NU 2215.EA	88,5	1,7	94,5	114,4	1,5	1,5	84,0	87	121	1,5	1,5
NU 315.EA	95,0	1,8	105,0	135,8	2,1	2,1	87,0	93	148	2,0	2,0
NU 2315.EA	95,0	4,8	104,3	135,8	2,1	2,1	87,0	93	148	2,0	2,0
NU 1016	91,5	3,3	95,7	109,3	1,1	1,0	86,0	90	119	1,0	1,0
NU 216.EA	95,3	1,4	102,0	122,5	2,0	2,0	91,0	94	129	2,0	2,0
NU 2216.EA	95,3	1,4	101,5	122,4	2,0	2,0	91,0	94	129	2,0	2,0
NU 316.EA	101,0	2,1	111,0	143,5	2,1	2,1	92,0	99	158	2,0	2,0
NU 2316.EA	101,0	5,1	110,6	143,5	2,1	2,1	92,0	99	158	2,0	2,0
NU 1017	95,5	3,3	100,7	114,3	1,1	1,0	89,6	95	124	1,0	1,0
NU 217.EA	100,5	1,5	108,0	131,5	2,0	2,0	96,0	99	139	2,0	2,0
NU 2217.EA	100,5	2,0	107,5	131,0	2,0	2,0	96,0	99	139	2,0	2,0
NU 317.EA	108,0	2,3	119,0	152,4	3,0	3,0	99,0	106	166	2,5	2,5
NU 2317.EA	108,0	5,8	119,0	152,2	3,0	3,0	99,0	106	166	2,5	2,5
NU 1018	103,0	3,5	107,7	122,8	1,5	1,1	96,0	101	133	1,5	1,0
NU 218.EA	107,0	1,8	115,0	139,7	2,0	2,0	101,0	105	149	2,0	2,0
NU 2218.EA	107,0	2,6	115,0	139,7	2,0	2,0	101,0	105	149	2,0	2,0
NU 318.EA	113,5	2,5	124,2	161,6	3,0	3,0	104,0	111	176	2,5	2,5
NU 2318.EA	113,5	6,0	125,0	161,6	3,0	3,0	104,0	111	176	2,5	2,5
NU 1019	108,0	3,5	112,7	127,8	1,5	1,1	101,0	106	138	1,5	1,0
NU 219.EA	112,5	1,7	120,7	148,6	2,1	2,1	107,0	111	158	2,0	2,0
NU 2219.EA	112,5	3,0	120,7	148,6	2,1	2,1	107,0	111	158	2,0	2,0
NU 319.EA	121,5	2,9	133,0	169,6	3,0	3,0	109,0	119	186	2,5	2,5
NU 2319.EA	121,5	6,9	133,0	169,1	3,0	3,0	109,0	119	186	2,5	2,5
NU 1020	113,0	3,5	117,7	132,8	1,5	1,1	106,0	111	143	1,5	1,0
NU 220.EA	119,0	1,7	127,5	156,9	2,1	2,1	112,0	117	168	2,0	2,0
NU 2220.EA	119,0	2,5	127,5	156,9	2,1	2,1	112,0	117	168	2,0	2,0
NU 320.EA	127,5	2,9	140,0	182,0	3,0	3,0	114,0	125	201	2,5	2,5
NU 2320.EA	127,5	5,9	139,6	182,0	3,0	3,0	114,0	125	201	2,5	2,5



NU 10 NU 2 NJ 22 NUP 3 NJ+HJ 23 x46-106

Hauptabmessungen			Basiskurzzeichen	Tragzahlen		Ermüdungsgrenzbelastung	Berechnungsfaktor	Grenzdrehzahl	Referenzdrehzahl	Gewicht
				dyn.	stat.					
d	D	B		C	C_0	P_u (radial)	K_r	n_G	n_R	
mm				N	N	N		min^{-1}		kg
105	160	26	**NU 1021***	131.000	153.000	16.000	0,10	7.500	4.800	1,90
105	190	36	**NU 221.EA**	305.000	320.000	36.500	0,15	4.200	3.900	4,00
105	225	49	**NU 321.EA**	500.000	500.000	57.000	0,15	3.800	3.600	8,80
110	170	28	**NU 1022***	166.000	190.000	19.300	0,10	7.000	4.500	2,30
110	200	38	**NU 222.EA**	340.000	365.000	42.500	0,15	4.000	3.700	4,90
110	200	53	**NU 2222.EA**	448.000	520.000	61.000	0,20	4.000	3.500	6,80
110	240	50	**NU 322.EA**	495.000	475.000	61.000	0,15	3.600	3.400	11,50
110	240	80	**NU 2322.EA**	750.000	800.000	102.000	0,25	3.600	3.100	17,00
120	180	28	**NU 1024***	174.000	207.000	20.800	0,10	6.300	4.000	2,50
120	215	40	**NU 224.EA**	390.000	415.000	49.000	0,15	3.700	3.500	5,80
120	215	58	**NU 2224.EA**	525.000	610.000	72.000	0,20	3.700	3.100	8,40
120	260	55	**NU 324.EA**	610.000	600.000	69.500	0,15	3.400	3.100	15,00
120	260	86	**NU 2324.EA**	922.000	1.010.000	116.000	0,25	3.400	2.900	24,00
130	200	33	**NU 1026***	212.000	250.000	25.000	0,10	5.600	3.800	3,80
130	230	40	**NU 226.EA**	420.000	445.000	51.000	0,15	3.500	3.200	6,50
130	230	64	**NU 2226.EA**	615.000	730.000	83.000	0,20	3.500	3.000	10,50
130	280	58	**NU 326.EA**	680.000	670.000	81.500	0,15	3.100	2.900	18,50
130	280	93	**NU 2326.EA**	1.070.000	1.220.000	137.000	0,25	3.100	2.700	30,00
140	210	33	**NU 1028***	216.000	265.000	27.000	0,10	5.300	3.600	4,00
140	250	42	**NU 228.EA**	455.000	510.000	57.000	0,15	3.500	3.000	9,00
140	250	68	**NU 2228.EA**	662.000	830.000	93.000	0,20	3.200	2.900	14,70
140	300	62	**NU 328.EA**	785.000	800.000	88.000	0,15	2.900	2.700	22,50
140	300	102	**NU 2328.EA**	1.210.000	1.390.000	150.000	0,25	2.900	2.500	38,00
150	225	35	**NU 1030***	248.000	310.000	30.000	0,10	5.000	3.200	4,90
150	270	45	**NU 230.EA**	520.000	590.000	64.000	0,15	3.000	2.800	11,40
150	270	73	**NU 2230.EA**	760.000	970.000	100.000	0,20	3.000	2.800	19,00
150	320	65	**NU 330.EA**	900.000	930.000	100.000	0,15	2.900	2.500	27,50
150	320	108	**NU 2330.EA**	1.375.000	1.600.000	166.000	0,25	2.900	2.300	45,00

** Die angegebenen Drehzahlen dieser Wälzlagertypen gelten für Messingkäfige, ohne Kennzeichnung für Polyamid-Käfige*



Basiskurzzeichen	Abmessungen						Anschlussmaße				
	F_w	s	d_1	D_1	r_{12}	r_{34}	d_a	d_b	$D_{a\,max}$	r_a	r_b
	mm								mm		
NU 1021	119,5	3,8	124,5	140,0	2,0	1,1	111	117	151	2,0	1,0
NU 221.EA	125,0	2,0	134,0	164,0	2,1	2,1	117	122	178	2,0	2,0
NU 321.EA	133,0	3,4	147,0	190,0	3,0	3,0	119	131	211	2,5	2,5
NU 1022	125,0	3,8	130,5	149,0	2,0	1,1	116	123	161	2,0	1,0
NU 222.EA	132,5	2,1	142,0	173,8	2,1	2,1	122	130	188	2,0	2,0
NU 2222.EA	132,5	3,7	142,0	173,8	2,1	2,1	122	130	188	2,0	2,0
NU 322.EA	143,0	3,0	156,0	200,4	3,0	3,0	124	140	226	2,5	2,5
NU 2322.EA	143,0	7,5	156,0	200,4	3,0	3,0	124	140	226	2,5	2,5
NU 1024	135,0	3,8	140,5	159,0	2,0	1,1	126	133	171	2,0	1,0
NU 224.EA	143,5	1,9	154,0	187,8	2,1	2,1	132	141	203	2,0	2,0
NU 2224.EA	143,5	3,8	154,0	187,8	2,1	2,1	132	141	203	2,0	2,0
NU 324.EA	154,0	3,7	169,0	218,7	3,0	3,0	134	151	246	2,5	2,5
NU 2324.EA	154,0	7,2	168,1	218,7	3,0	3,0	134	151	246	2,5	2,5
NU 1026	148,0	4,7	154,5	175,0	2,0	1,1	136	145	191	2,0	1,0
NU 226.EA	153,5	2,1	165,0	201,2	3,0	3,0	144	151	216	2,5	2,5
NU 2226.EA	153,5	4,3	165,0	201,2	3,0	3,0	144	151	216	2,5	2,5
NU 326.EA	167,0	3,7	183,0	235,2	4,0	4,0	147	164	263	3,0	3,0
NU 2326.EA	167,0	8,7	181,7	235,2	4,0	4,0	147	164	263	3,0	3,0
NU 1028	158,0	4,4	164,5	185,0	2,0	1,1	146	155	201	2,0	1,0
NU 228.EA	169,0	2,5	180,0	216,7	3,0	3,0	154	166	236	2,5	2,5
NU 2228.EA	169,0	4,4	180,0	216,7	3,0	3,0	154	166	236	2,5	2,5
NU 328.EA	180,0	3,7	196,0	251,7	4,0	4,0	157	176	283	3,0	3,0
NU 2328.EA	180,0	9,7	196,0	251,7	4,0	4,0	157	176	283	3,0	3,0
NU 1030	169,5	4,9	176,5	198,0	2,1	1,5	157	167	215	2,0	1,5
NU 230.EA	182,0	2,5	194,0	233,2	3,0	3,0	164	179	256	2,5	2,5
NU 2230.EA	182,0	4,9	194,0	233,2	3,0	3,0	164	179	256	2,5	2,5
NU 330.EA	193,0	4,0	211,0	269,8	4,0	4,0	167	190	303	3,0	3,0
NU 2330.EA	193,0	10,5	211,0	269,8	4,0	4,0	167	190	303	3,0	3,0

5. Lagerluft

Radiale Lagerluft

IBC fertigt Zylinderrollenlager serienmäßig mit radialer Lagerluft Normal (CN) oder C3. Viele Zylinderrollenlager sind mit der kleineren Lagerluft C2 oder der größeren Lagerluft C4 lieferbar. Lager mit Lagerluft C5 sind auf Anfrage erhältlich. Die Werte für die radiale Lagerluft von einreihigen Zylinderrollenlagern mit zylindrischer Bohrung entsprechen DIN 620-4 beziehungsweise ISO 5753. Sie besitzen ihre Gültigkeit für nicht eingebaute Lager bei Messlast Null. Bei Zylinderrollenlagern mit Standardlagerluft oder mit eingeengter Lagerluft sind die Lagerkomponenten austauschbar.

		Bohrungsdurchmesser [mm], Lagerluft [µm]																			
Radiale Lagerluftklasse	**über**	**0**	**24**	**30**	**40**	**50**	**65**	**80**	**100**	**120**	**140**	**160**	**180**	**200**	**225**	**250**	**280**	**315**	**355**	**400**	**450**
	bis	**24**	**30**	**40**	**50**	**65**	**80**	**100**	**120**	**140**	**160**	**180**	**200**	**225**	**250**	**280**	**315**	**355**	**400**	**450**	**500**
C2	min.	0	0	5	5	10	10	15	15	15	20	25	35	45	45	55	55	65	100	110	110
	max.	25	25	30	35	40	45	50	55	60	70	75	90	105	110	125	130	145	190	210	220
CN	min.	20	20	25	30	40	40	50	50	60	70	75	90	105	110	125	130	145	190	210	220
	max.	45	45	50	60	70	75	85	90	105	120	125	145	165	175	195	205	225	280	310	330
C3	min.	35	35	45	50	60	65	75	85	100	115	120	140	160	170	190	200	225	280	310	330
	max.	60	60	70	80	90	100	110	125	145	165	170	195	220	235	260	275	305	370	410	440
C4	min.	50	50	60	70	80	90	105	125	145	165	170	195	220	235	260	275	305	370	410	440
	max.	75	75	85	100	110	125	140	165	190	215	220	250	280	300	330	350	385	460	510	550
C5	min.	75	75	85	100	110	125	140	165	190	225	250	275	305	330	370	410	455	510	565	625

Tabelle 5.1: Lagerluftklassen

Bild 5.1: Zylinderrollenlager der schmalen und breiten Baureihe mit PEEK-Käfigen

Eingeengte Bereiche

Bei Bedarf kann der Lagerluftbereich eingeengt werden, z.B.:
C2L untere Hälfte Lagerluftbereich C2
C2M mittlerer Bereich +/– 25% um Mittelwert von C2
C2H obere Hälfte Lagerluftbereich C2

Lagerluft „Normal“ CN: In Bestellbezeichnungen wird diese Angabe unterlassen. Unter Normal versteht sich die per Norm festgelegte Lagerluftklasse.

Verschobene radiale Lagerluft

Hierbei überlappen jeweils die angrenzenden Teilbereiche (obere Hälfte des Nennbereiches und untere Hälfte des nächst höheren Bereiches) einer Lagerluftklasse.
C2P = C2H + CNL
CNP = CNH + C3L
C3P = C3H + C4L
Für Sonderfälle wird die radiale Lagerluft mit Absolutwerten angegeben: NU 210.EAP.C10-15

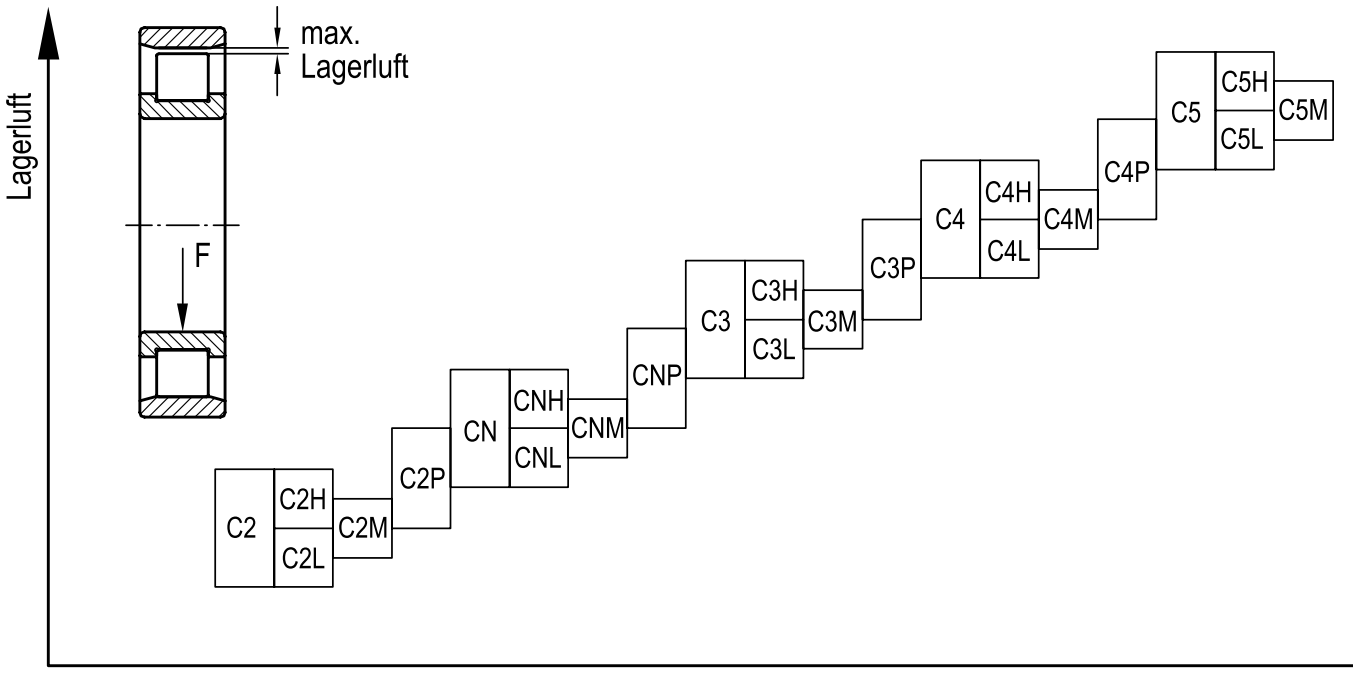


Bild 5.2: Lagerluftklassen mit Unterklassifizierung

d46-201

Axiale Lagerluft

Als Festlager ist es Lagern der Bauform NUP möglich, die Führung der Welle in beiden Richtungen zu übernehmen. Sie weisen die in der linken Tabelle angegeben Werte für die axiale Lagerluft auf. Die Werte für Zylinderrollenlager der Bauform NJ mit Winkelring HJ sind nachfolgender rechter Tabelle zu entnehmen.

Die in den Tabellen angegebenen Werte stellen Richtwerte dar. Zu beachten ist, dass beim Messen der radialen Lagerluft die Wälzkörper zum Kippen neigen, wodurch sich die axiale Lagerluft vergrößert.

Geräusche

Mit zunehmender Radialluft steigt die Geräuschentwicklung. Bei geräuschbewussten Anwendungen sollte ein möglichst geringes Spiel gewählt werden, sofern dem keine größere Wärmeentwicklung entgegensteht.

Axiale Lagerluft NUP

Lagerbohrung									
Durchmesser	Kennzahl	NUP 2		NUP 22		NUP 3		NUP 23	
		min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
[mm]		[µm]		[µm]		[µm]		[µm]	
17	03	37	140	37	140	37	140	47	155
20	04	37	140	47	155	37	140	47	155
25	05	47	140	47	155	47	155	47	155
30	06	47	140	47	155	47	155	47	155
35	07	47	155	47	155	47	155	62	180
40	08	47	155	47	155	47	155	62	180
45	09	47	155	47	155	47	155	62	180
50	10	47	155	47	155	47	155	62	180
55	11	62	155	47	155	62	180	62	180
60	12	62	155	62	180	62	180	87	230
65	13	62	155	62	180	62	180	87	230
70	14	62	155	62	180	62	180	87	230
75	15	47	155	62	180	62	180	87	230
80	16	47	155	62	180	62	180	87	230
85	17	62	180	62	180	62	180	87	230
90	18	62	180	62	180	62	180	87	230
95	19	62	180	62	180	62	180	87	230
100	20	62	180	87	230	87	230	120	315
105	21	62	180	87	230	87	230	120	315
110	22	62	180	87	230	87	230	120	315
120	24	62	180	87	230	87	230	120	315
130	26	62	180	87	230	87	230	120	315
140	28	62	180	87	230	87	230	120	315
150	30	62	180	87	230	87	230	120	315

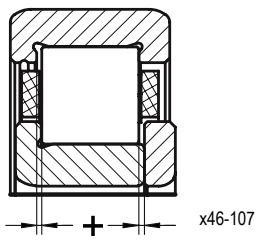


Bild 5.3: Axiale Lagerluft NUP

Axiale Lagerluft NJ+HJ

Lagerbohrung									
Durchmesser	Kennzahl	NJ2+HJ2		NJ22+NJ22		NJ3+ HJ3		NJ23+NJ23	
		min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
[mm]		[µm]		[µm]		[µm]		[µm]	
17	03	42	165	42	165	42	165	52	183
20	04	42	165	52	165	42	165	52	183
25	05	42	165	52	185	52	185	52	183
30	06	42	165	52	185	52	185	52	183
35	07	52	185	52	185	52	185	72	215
40	08	52	185	52	185	52	185	72	215
45	09	52	185	52	185	52	185	72	215
50	10	52	185	52	185	52	185	72	215
55	11	52	185	52	185	72	215	72	215
60	12	52	185	72	215	72	215	102	275
65	13	52	185	72	215	72	215	102	275
70	14	52	185	72	215	72	215	102	275
75	15	52	185	72	215	72	215	102	275
80	16	52	185	72	215	72	215	102	275
85	17	72	215	72	215	72	215	102	275
90	18	72	215	72	215	72	215	102	275
95	19	72	215	72	215	72	215	102	275
100	20	72	215	102	275	102	275	140	375
105	21	72	215	102	275	102	275	140	375
110	22	72	215	102	275	102	275	140	375
120	24	72	215	102	275	102	275	140	375
130	26	72	215	102	275	102	275	140	375
140	28	72	215	102	275	102	275	140	375
150	30	72	215	102	275	102	275	140	375

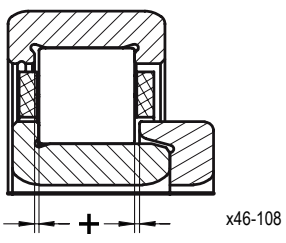


Bild 5.4: Axiale Lagerluft NJ+HJ

IBC
NJ 215.EA.S1B
32SS2A
GERMANY
IBC
RNU 215.EAM1A.S1.Y062
NJ 212.EA
GERMANY
32SS2A
32SS1M
GERMANY
32SS1M
IBC
RNU 212.EAM1

6. Toleranzen und Passungen

Innenring [mm] Merkmale		Toleranzklasse	Maß- und Lauftoleranzen									
			Ø 2,5		30	30 50	50 80	80			250	250 315
Δ_{dmp}	Abweichung des mittleren Bohrungsdurchmessers in einer Ebene	PN	-8	-8	-10	-12	-15	-20	-25	-25	-30	-35
		P6	-7	-7	-8	-10	-12	-15	-18	-18	-22	-25
		P5	-5	-5	-6	-8	-9	-10	-13	-13	-15	-18
K_{ia}	Rundlauf des Innenrings am zusammengebauten Lager	PN	10	10	13	15	20	25	30	30	40	50
		P6	6	7	8	10	10	13	18	18	20	25
		P5	4	4	4	5	5	6	8	8	10	13
S_d	Planlauf der Stirnseite bezogen auf die Bohrung	P5	7	7	8	8	8	9	10	10	11	13
Δ_{Bs}	Abweichung einer einzelnen Innenringbreite universell paarbare Lager	PN, P6	-120	-120	-120	-120	-150	-200	-250	-250	-300	-350
		P5	-40	-80	-100	-120	-150	-200	-250	-250	-300	-350
V_{Bs}	Schwankung der Innenringbreite	PN, P6	15	20	20	20	25	25	30	30	30	35
		P5	5	5	5	5	6	7	8	8	10	13

Außenring [mm] Merkmale		Toleranzklasse	Maß- und Lauftoleranzen									
			bis 30	30 50	50 80	80			250	250 315	315 400	400 500
Δ_{Dmp}	Abweichung des mittleren Bohrungsdurchmessers in einer Ebene	PN	-9	-11	-13	-15	-18	-25	-30	-35	-40	-45
		P6	-8	-9	-11	-13	-15	-18	-20	-25	-28	-33
		P5	-6	-7	-9	-10	-11	-13	-15	-18	-20	-23
K_{ia}	Rundlauf des Innenrings am zusammengebauten Lager	PN	15	20	25	35	40	45	50	60	70	80
		P6	9	10	13	18	20	23	25	30	35	40
		P5	6	7	8	10	11	13	15	18	20	23
S_d	Planlauf der Stirnseite bezogen auf die Bohrung	P5	8	8	8	9	10	10	11	13	13	15

Die Breitentoleranzen des Außenringes (Δ_{Cs}, V_{Cs}) entsprechen denen des Innenringes (Δ_{Bs}, V_{Bs}). *Werte in µm*

Tabelle 6.1: Maß- und Lauftoleranzen

Neben der serienmäßigen Normaltoleranz PN nach DIN 620-2 beziehungsweise ISO 492 stehen einreihig-vollrollige Zylinderrollenlager auf Anfrage auch in den höheren Toleranzklassen P6 und P5 zur Verfügung.

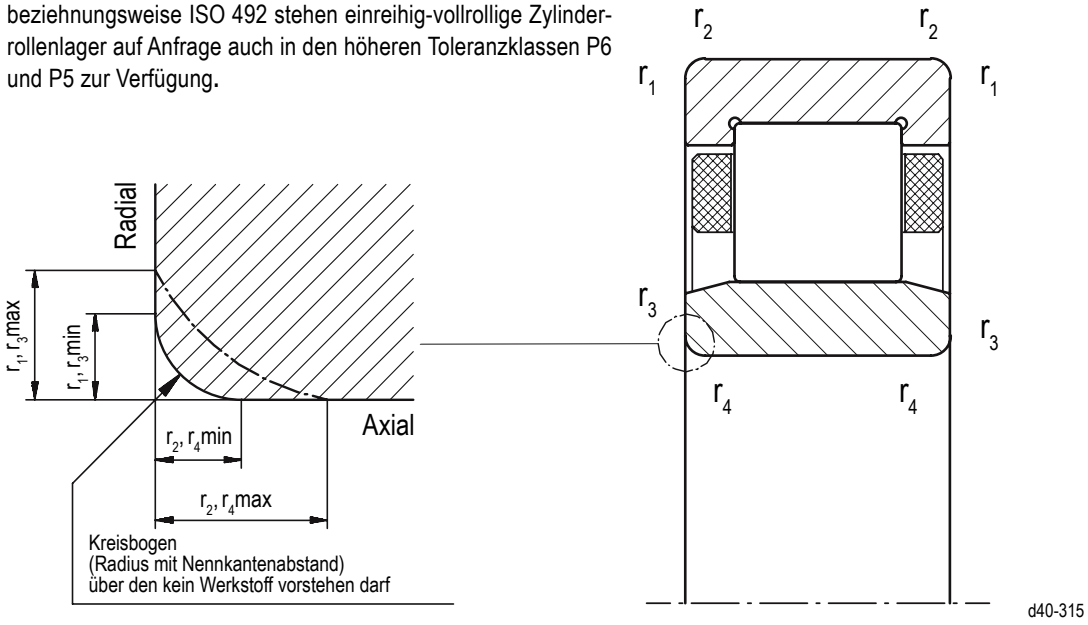


Bild 6.1: Toleranzen der Kantenabstände nach DIN 620, Teil 6

Nenn-kanntenabstand	Lagerbohrung d		Toleranz der Kantenabstände			
r_{min} r_{12} r_{34}	über	bis	min.	max.	min.	max.
mm	mm		mm			
0,3	-	40	0,3	0,6	0,3	1,0
	40	-	0,3	0,8	0,3	1,0
0,6	-	40	0,6	1,0	0,6	2,0
	40	-	0,6	1,3	0,6	2,0
1,0	-	50	1,0	1,5	1,0	3,0
	50	-	1,0	1,9	1,0	3,0
1,1	-	120	1,1	2,0	1,1	3,5
	120	-	1,1	2,5	1,1	4,0
1,5	-	120	1,5	2,3	1,5	4,0
	120	-	1,5	3,0	1,5	5,0
2,0	-	80	2,0	3,0	2,0	4,5
	80	220	2,0	3,5	2,0	5,0
2,1	-	280	2,1	4,0	2,1	6,5
2,5	-	100	2,5	3,8	2,5	6,0
	100	280	2,5	4,5	2,5	6,0

Tabelle 6.2: Kantenabstand

Bild 6.2: RNU 2205 mit PEEK-Käfig

Formgenauigkeit für Wellen

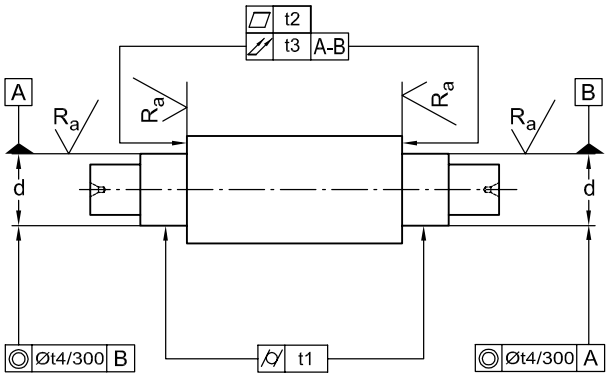


Bild 6.3: Formgenauigkeit für Wellen x45-603

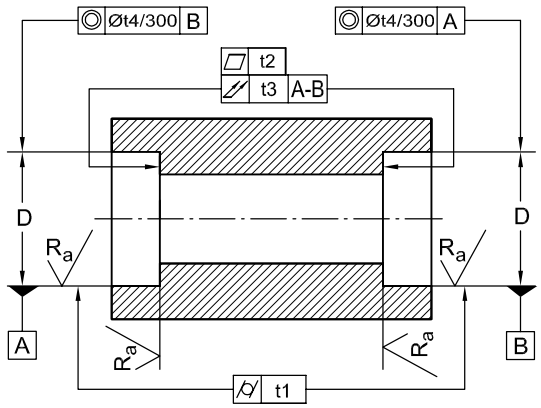
Eigenschaften	Toleranzsymbol	Toleranzwert	Zulässige Form- und Lageabweichungen nach Toleranz- und Rauheitsklassen		
			PN	P6	P5
Zylindrizität	⌭	t1	IT5	IT4	IT3
Ebenheit	▱	t2	IT5	IT4	IT3
Gesamtplanlauf	⌰	t3	IT5	IT4	IT3
Konzentrizität	◎	t4	IT6	IT6	IT5
Rauheit R_a d ≤ 80 mm		-	N6	N5	N4
Rauheit R_a d > 80 mm		-	N7	N6	N5

Tabelle 6.3: Formgenauigkeit für Wellen 40-306

ISO Grundtoleranzen nach DIN ISO 286 T1									
Durchmesser Nennmaß		Toleranzreihe							
über	bis	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7
mm		µm							
6	10	0,6	1,0	1,5	2,5	4,0	6,0	9,0	15,0
10	18	0,8	1,2	2,0	3,0	5,0	8,0	11,0	18,0
18	30	1,0	1,5	2,5	4,0	6,0	9,0	13,0	21,0
30	50	1,0	1,5	2,5	4,0	7,0	11,0	16,0	25,0
50	80	1,2	2,0	3,0	5,0	8,0	13,0	19,0	30,0
80	120	1,5	2,5	4,0	6,0	10,0	15,0	22,0	35,0
120	180	2,0	3,5	5,0	8,0	12,0	18,0	25,0	40,0
180	250	3,0	4,5	7,0	10,0	14,0	20,0	29,0	46,0
250	315	4,0	6,0	8,0	12,0	16,0	23,0	32,0	52,0
315	400	5,0	7,0	9,0	13,0	18,0	25,0	36,0	57,0
400	500	6,0	8,0	10,0	15,0	20,0	27,0	40,0	63,0

Tabelle 6.4: Grundtoleranzen nach DIN ISO 286 T1 40-309

Formgenauigkeit für Gehäuse



x45-603

Bild 6.4: Formgenauigkeit für Gehäuse

Eigenschaften	Toleranzsymbol	Toleranzwert	Zulässige Form- und Lageabweichungen nach Toleranz- und Rauheitsklassen		
			PN	P6	P5
Zylindrizität	⌭	t1	IT5	IT4	IT3
Ebenheit	▱	t2	IT5	IT4	IT3
Gesamtplanlauf	⌰	t3	IT5	IT4	IT3
Konzentrizität	◎	t4	IT7	IT6	IT5
Rauheit R_a d ≤ 80 mm		-	N6	N6	N5
80 mm < D ≤ 250 mm		-	N7	N7	N6
D < 250 mm		-	N7	N7	N7

Tabelle 6.5: Formgenauigkeit für Gehäuse 40-306

Rauheit R_a der axialen Anlageflächen der Spindel, im Gehäuse und von Zwischenringen: N6 = 0,8 µm

Rauheitsklasse	Rauheitswert R_a µm
N3	0,1
N4	0,2
N5	0,4
N6	0,8
N7	1,6

Tabelle 6.6: Rauheitsklassen für Lagersitze an Wellen und Gehäusen 40-306

Gestaltung der Anschlussteile

Die Form- und Lagegenauigkeiten der Anschlussteile sind mit den Anforderungen an die Anwendung und damit an die Genauigkeit der Wälzlager abzustimmen. Die Wälzlager mit ihren relativ dünnen Ringen passen sich den Formabweichungen von Welle und Gehäuse an. Die gewählten Passungen hängen von den Umlaufverhältnissen der betrachteten Lagerringe im Verhältnis zur Lastrichtung ab.

Schiefstellung

Die ohne Lebensdauerreduzierung zulässige Schiefstellung des Innenrings gegenüber dem Außenring ist vom Belastungsverhältnis C/P abhängig und auf wenige Winkelminuten begrenzt. Bei einem Verhältnis C/P ≥ 5 (P/C ≤ 0,2) darf der Einstellwinkel für die Lager der Reihen 10, 2 und 3 maximal 4 Winkelminuten betragen. Für die Zylinderrollenlager der Baureihe 22 sowie 23 darf die Schiefstellung maximal 3 Winkelminuten betragen. Dabei ist zu beachten, dass die angegebenen Richtwerte für nicht axial geführte Lager gültig sind, solange die Achslage von Welle und Gehäuse gleich bleibt. Dies entspricht bei Zylinderrollenlagern den Baureihen 2 und 3 etwa der radialen Lagerluft, bei den Baureihen 22 und 23 etwa 2/3 der radialen Lagerluft.

Aufgrund von ungleichmäßigen Belastungen der Borde dürfen die gegebenen Richtwerte für die Schiefstellungen bei axial führenden Lagern nicht voll ausgenutzt werden, da es hier zu erhöhtem Verschleiß kommt. In einigen Fällen kann es sogar zu Bordbruch führen. Bei Lagern der Bauform NUP beziehungsweise NJ mit Winkelring HJ ist es möglich, dass es aufgrund der relativ geringen axialen Lagerluft zu inneren Axialverspannungen kommt, sodass die angegebenen Maximalwerte für Schiefstellungen hier keine Gültigkeit besitzen.

Für die Zylinderrollenlager der schmalen Baureihe 29 beträgt die zulässige Schiefstellung 4 Winkelminuten, während sie für Lager der breiteren Baureihe (30, 22 und 23) 3 Winkelminuten ausmacht. Dabei ist zu beachten, dass die angegebenen Richtwerte für nicht axial geführte Lager, unter der Voraussetzung gleichbleibender Lage der Achse von Welle und Gehäuse, ihre Gültigkeit haben.

Zu beachten ist, dass Schiefstellungen zu einem gewissen Zwangslauf führen, woraus erhöhte Laufgeräusche resultieren. Auch die Lebensdauer kann dabei eingeschränkt werden. Bitte kontaktieren Sie unsere technischen Beratungsteams in Fällen, in denen die zu erwartende Schiefstellung den zulässigen Wert überschreitet.

Axiale Verschiebbarkeit

Im Allgemeinen besteht die Lagerung einer Welle aus einem Festlager und einem Loslager. Zylinderrollenlager der Bauform NU und N üben eine Loslagerfunktion aus. Diese Lagerarten sind in Achsrichtung verschiebbar und verhindern ein gegenseitiges Verspannen der Lager. Sie lassen Axialverschiebungen zwischen Welle und Gehäuse, infolge von Wärmeausdehnungen innerhalb des Lagers, in bestimmten Grenzen, zu. Da die Axialverschiebung

innerhalb des Lagers stattfindet, erfolgt sie bei umlaufenden Lagern quasi reibungslos. Zylinderrollenlager der Bauform NJ ermöglichen Axialverschiebungen zwischen den Wälzkörpern und einer der Laufbahnen. In diesem Fall ist der Einbau von Innen- und Außenring mit fester Passung möglich.

Passungen und Umlaufverhältnisse

Da die Passungen die Lagerluft erheblich beeinflussen, sollten nachfolgende Informationen beachtet werden. Zunächst sollte festgestellt werden, welche Lagerringe Umfangslast und welche Punktlast aufnehmen. Die Ringe mit Umfangslast benötigen einen festen Sitz, da die Ringe innerhalb des Gehäuses in Umfangsrichtung zum Mitdrehen neigen. Bei den punktbelasteten Ringen ist dies weniger kritisch, weshalb diese in der Regel auch weniger fest eingespannt werden. Hierbei ist ein bestimmter Punkt des Ringumfangs immer mit der Last beaufschlagt. Je größer Stöße und Belastung werden, desto fester ist die Passung zu wählen.

Die leichteren Passungen gelten jeweils für geringe Belastungen bis 0,08 • C, die strammeren Passungen bei höheren Werten. Die durch feste Passungen und Temperaturgefälle von Innen- zu Außenring hervorgerufene Radialluftverminderung ist bei der Wahl der Lagerluft zu berücksichtigen.

Die Passung sollte auf die gewünschte Lagerluft bei Betriebstemperatur abgestimmt werden, wobei bei Hohlwellen und dünnwandigen Gehäusen festere Passungen gewählt werden können.

Reduzierung der radialen Lagerluft durch Passungen und Betriebsbedingungen

Die radiale Lagerluft wird auf folgende Anhaltswerte reduziert:

$$S_{reff} = S_o - (S_ü + S_T) \quad \text{[mm]} \quad [6.1]$$

S_{reff}	effektives radiales Betriebsspiel
S_o	Lagerluft vor dem Einbau
$S_ü$	durch Passungsübermaß reduzierte Lagerluft
S_T	durch Temperaturunterschiede zwischen Innen- und Außenring verminderte Lagerluft

Nach der Montage (S_m) tritt folgendes Spiel auf:

$$S_m = S_o - S_ü \quad \text{[mm]} \quad [6.2]$$

$$S_ü = Ü_i \bullet f_i + Ü_a \bullet f_a \quad \text{[mm]} \quad [6.3]$$

$Ü_i$	Übermaß Innenring
$Ü_a$	Übermaß Außenring
f_i	Reduktionsfaktor Innenring
f_a	Reduktionsfaktor Außenring

Richtwerte:

f_i	Vollwelle	0,8
f_a	Stahl- oder Gussgehäuse	0,7
f_i	Hohlwelle	0,6
f_a	Leichtmetallgehäuse	0,5

Bild 6.5: IBC Zylinderrollenlager in verschiedenen Ausführungen

f_i und f_a sind abhängig von Rauheiten und von den Querschnittsverhältnissen der Lagerringe, beziehungsweise der Durchmesserverhältnisse der Hohlwelle, sowie dünnwandiger Gehäuse.

Wegen der begrenzten Wärmeabgabemöglichkeit durch geringere Fläche und häufigeren Überrollens durch Wälzkörper, stellt sich während des Betriebes normalerweise ein Temperaturunterschied von Innen- zu Außenring von ca. 5 – 10 °C ein. Bei Durchführung heißer oder kalter Medien durch Hohlwellen verändert sich der Wert.

$$S_T = \alpha \cdot \Delta_T \cdot d_m \quad [mm] \quad [6.4]$$

α	Ausdehnungskoeffizient bei Wälzlagerstahl $12 \cdot 10^{-6}$	$[K^{-1}]$
Δ_T	Temperaturdifferenz Innen- zu Außenring	
d_m	mittlerer Lagerdurchmesser 0,5 • (d + D)	[mm]

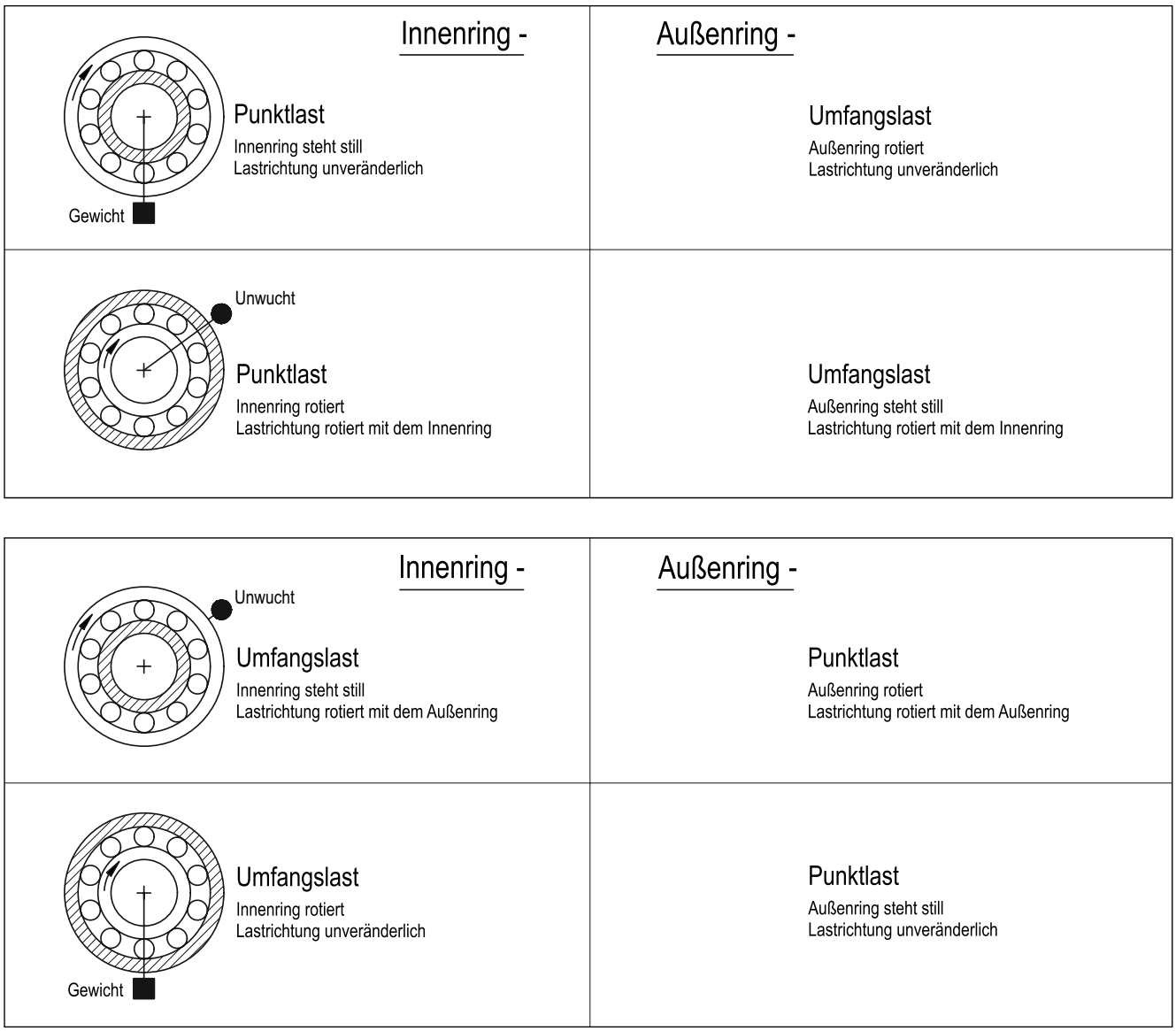


Bild 6.6: Lastverhältnisse an Lagerringen

d40-300

Bild 6.7: Lager in fünf verschiedenen Käfigausführungen

Last	Innenring IR	Außenring AR	Welle			Gehäuse		
			PN, P6	P5	P4	PN	P5	P4
Punktlast am IR	IR leicht verschiebbar	AR fest	g6	g5	g4	M7	M6	M5
Umfangslast am AR	IR nicht leicht verschiebbar	AR fest	h6	h5	h4			
Punktlast am AR	IR fest	AR leicht verschiebbar	j6, k6	js5, k5	js4, k4	H7	H6	H5
Umfangslast am IR	IR fest	AR nicht leicht verschiebbar				J7	JS6	JS5
Unbestimmte Last	IR fest	AR relativ fest				J7, K7	JS6, K6	JS5

Tabelle 6.7: Passungen für Punkt- und Umfangslast

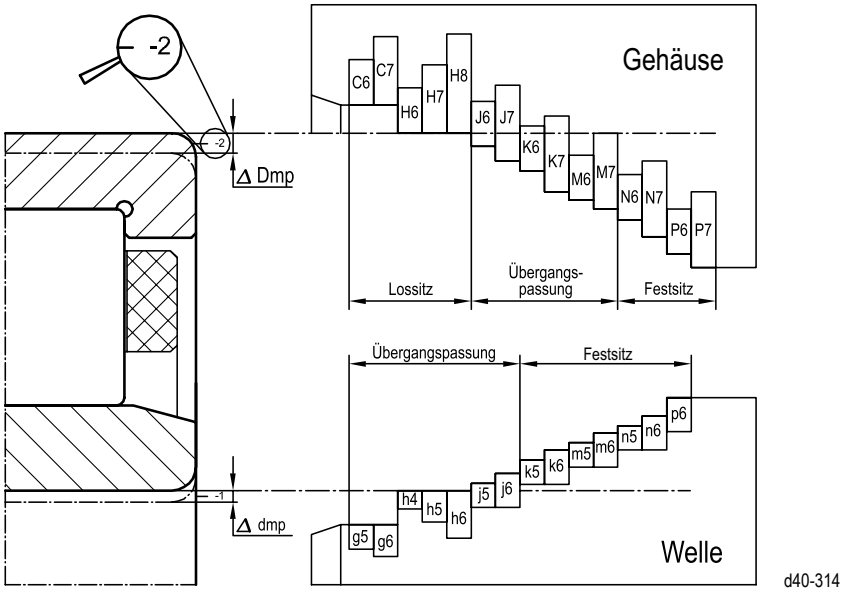


Bild 6.8: Allgemeine Passungen

7. Werkstoffe

Lagerwerkstoffe

Wälzlagerringe und Wälzkörper werden aus vakuumentgastem, feinkörnigem Wälzlagerstahl 100Cr6 (1.3505) gefertigt, welcher folgende technische Werkstoffeigenschaften aufweist:

Härte	60...62 HRC 650...710 HV
Dichte	7,83 g/cm^3
spezifische Wärmekapazität	0,47 kJ/(kg K)
Wärmeleitfähigkeit	46 W/(m K)
elektrischer Widerstandsbeiwert	22 μΩ cm
Wärmeausdehnungskoeffizient	12 · 10^{-5}/K
Elastizitätsmodul	208.000 N/mm^2
Streckgrenze	1.370 N/mm^2
Zugfestigkeit	1.570 N/mm^2
Poisson'sche Zahl	0,3

Kurzname	Werkstoff-nummer	USA	Japan
100Cr6	1.3505	SAE52100	SUJ2

Tabelle 7.1: Bezeichnung des Werkstoffs 100Cr6

Wärmebehandlung

Die Lagerringe sind standardmäßig bis zu einer Gebrauchstemperatur von 150 °C maßstabil. Darüber hinaus sind für höhere Temperaturen höherwertige Wärmebehandlungen auf Anfrage möglich, so in diesen Lagern ein Metallkäfig verbaut ist. Die Lager für hohe Temperaturen tragen zur Kennzeichnung die Nachsetzzeichen S1, S2, S3. Zu beachten ist, dass sich die Tragfähigkeit der Lager, die ständig höheren Betriebstemperaturen ausgesetzt sind, reduziert.

Käfige

In Abhängigkeit von Lagerausführung und Lagergröße sind verschiedene Käfigausführungen lieferbar:

P	Massiv-Fensterkäfig PA6.6, geringes Gewicht, gute Dämpfungs- und Gleiteigenschaften, glasfaserverstärkt, einsetzbar bis 100 °C, kurzfristig bis 120 °C
M	Messingkäfig, haltbar, zuverlässig, wärmestabilisiert
J	Stahlblechkäfig, leicht, hohe Festigkeit, wärmestabil
K	PEEK-Käfig, glasfaserverstärkt, einsetzbar bis 200 °C, bei hohen Drehzahlen bis max. 150 °C

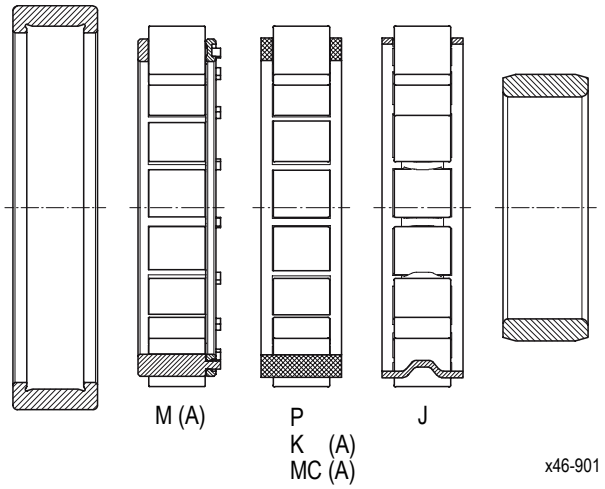


Bild 7.1 Käfigausführungen in Abhängigkeit des Werkstoffs

IBC Zylinderrollenlager werden serienmäßig mit Kunststofffensterkäfigen aus glasfaserverstärktem Polyamid PA6.6 oder verschiedenen Messingmassivkäfigen gefertigt (siehe Bezeichnungssystem IBC Zylinderrollenlager, Seite 15). In Lagerungsfällen mit hohen Betriebstemperaturen oder problematischen Betriebsbedingungen ist der Einsatz von Stahlblech-, PEEK- oder Messingmassivkäfigen zu empfehlen. Sie sind auf Anfrage lieferbar. Diese Käfigvarianten eignen sich für Betriebstemperaturen bis 150 °C, sind für hohe Drehzahlen ausgelegt, widerstehen aggressiven Medien und zeigen eine hohe Stabilität gegenüber Radial- und Axialbeschleunigungen. Bei Temperaturen über 150 °C sind die Lagerringe einer besonderen Wärmebehandlung zu unterziehen.

Zylinderrollenlager mit einem Kunststofffensterkäfig aus glasfaserverstärktem Polyamid PA6.6 eigenen sich für Betriebstemperaturen von -20 °C bis zu +120 °C, wobei der eingesetzte Schmierstoff die Gebrauchsdauer stark beeinflusst. Daher ist die chemische Beständigkeit des Käfigmaterials bei Verwendung von synthetischen Schmierfetten, sowie bei Schmierstoffen mit EP-Zusätzen, vorab zu prüfen. Ferner ist es möglich, dass bei höheren Temperaturen die Lebensdauer der Kunststoffkäfige, bei Einsatz von gealterten Ölen sowie in Öl enthaltenen Additiven, reduziert wird. Daher sind Ölwechselfristen auch unbedingt zu beachten. Bei Einsatz in Ammoniak-Umgebung oder Freon als Kühlmittel, wie in Kältemaschinen, sollten Lager mit einem Polyamidkäfig nicht eingesetzt werden.

8. Sonderausführungen

Sonderbauformen

Neben den bereits genannten Bauformen fertigt IBC noch eine Reihe von Zylinderrollenlagern in Sonderausführung. Bitte kontaktieren Sie in diesen Fällen stets unsere anwendungstechnische Abteilung, die Sie gerne bei der Lösung Ihrer spezifischen Lagerungsaufgaben unterstützt.

Ringnut

Zu den Zylinderrollenlagern in Sonderausführung zählen Lager mit Ringnut in der Mantelfläche des Außenrings. Diese sind durch das Nachsetzzeichen N gekennzeichnet. Sie können mit Sprengring einfach und platzsparend im Gehäuse axial festgelegt werden und vereinfachen somit die Konstruktion.

Haltenut

Um den Ein- und Ausbau zu erleichtern oder erst zu ermöglichen, müssen bei einigen Lagerungen die Zylinderrollenlager mit loser Passung im Gehäuse montiert werden. Zur einfachen Sicherung der Außenringe gegen Verdrehen werden einreihige Zylinderrollenlager mit Haltenut (Nachsetzzeichen N1) oder mit zwei um 180° versetzten Haltenuten (Nachsetzzeichen N2) in einer Außenringstirnfläche gefertigt.

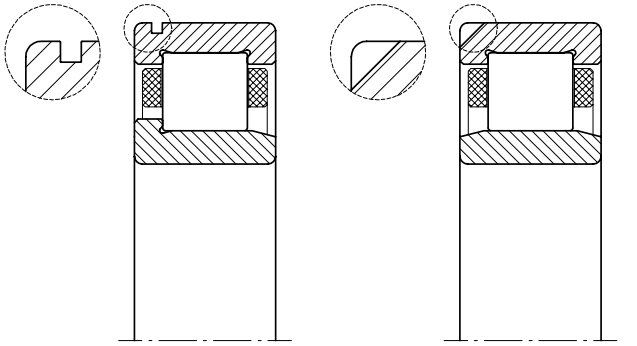


Bild 8.1: Sonderausführungen

Kegelige Bohrung

Neben den bereits beschriebenen Lagern mit zylindrischer Bohrung fertigt IBC auch einreihige Zylinderrollenlager mit kegeliger Bohrung auf Anfrage. Die Lager mit kegeliger Bohrung tragen das Nachsetzzeichen K und haben einen Kegel von 1:12 sowie eine etwas größere Lagerluft als die Zylinderrollenlager mit zylindrischer Bohrung. Ferner ermöglichen sie das Einstellen einer bestimmten Lagerluft oder Vorspannung beim Einbau.

Bild 8.2 Baureihe NUP, Außenring mit Sprengring

CxQ-Ausführung

Zylinderrollenlager mit dem Nachsetzzeichen CxQ sind speziell für Anwendungen mit erhöhten Anforderungen ausgelegt, wie sie beispielsweise in Kompressoren vorkommen.

Durch die verbesserten Lauftoleranzen und den abgestimmten Lagerluftbereich erreichen sie eine höhere Genauigkeit und Drehzahleignung.

Die Wärmestabilisierung der Wälzlagerringe sorgt darüber hinaus auch bei hohen Temperaturen für eine gute Maßstabilität.

V015-Ausführung

Das Nachsetzzeichen V015 kennzeichnet Zylinderrollenlager, die vorwiegend in Rüttlern und ähnlichen Baumaschinen eingesetzt werden.

Die optimierte Geometrie von Laufbahnen, seitlichen Borden und Zylinderrollen, sowie die angepasste radiale und axiale Lagerluft verhindern auch bei Schiefstellungen und Wellendurchbiegungen schädliche Kantenspannungen.

Die Wärmestabilisierung der Wälzlagerringe sowie ein spezieller Messingwerkstoff für den Käfig prädestinieren sie für den Einsatz bei hohen Temperaturen.

9. Anwendungsbeispiele

Kompressorenlagerung

IBC Zylinderrollenlager werden in einer großen Variantenvielfalt in Schraubenkompressoren eingesetzt. Sie nehmen ausschließlich die radialen Verdichtungskräfte auf. Eine Eingrenzung des radialen Spieles in einen unserer Standardbereiche zum Beispiel CNL oder CNH (Seite 25) ermöglicht dem Konstrukteur die Leckageverluste auf ein Minimum zu reduzieren und dadurch den Wirkungsgrad des Kompressors deutlich zu erhöhen.

Seit einiger Zeit haben sich Zylinderrollenlager mit außenbordgeführtem PEEK-Käfig (KA) etabliert. Diese bieten den Vorteil einer hohen Temperaturbeständigkeit, sowie Medienbeständigkeit und einer hohen Drehzahleignung.

Die axialen Verdichtungskräfte werden ausschließlich von 40°-Schrägkugellagern aufgenommen, die radial am Außenring freigestellt sind. Die Außenringe werden vorwiegend mit einer Haltenut gefertigt und über eine Verstiftung gegen Mitdrehen gesichert (**40°- Schrägkugellager TI-I-4044**).

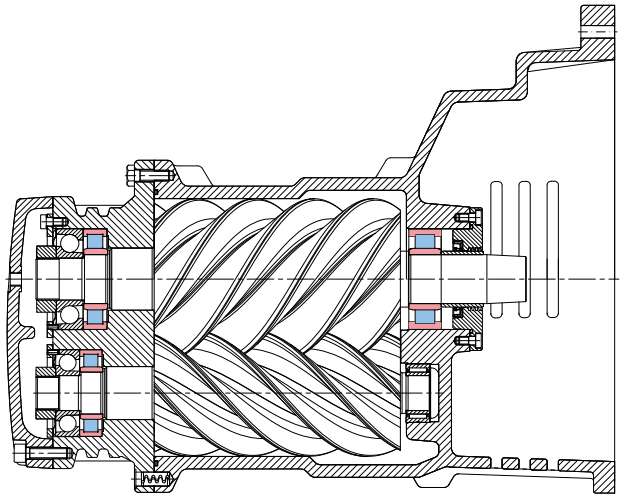


Bild 9.2: Kompressorenlagerung

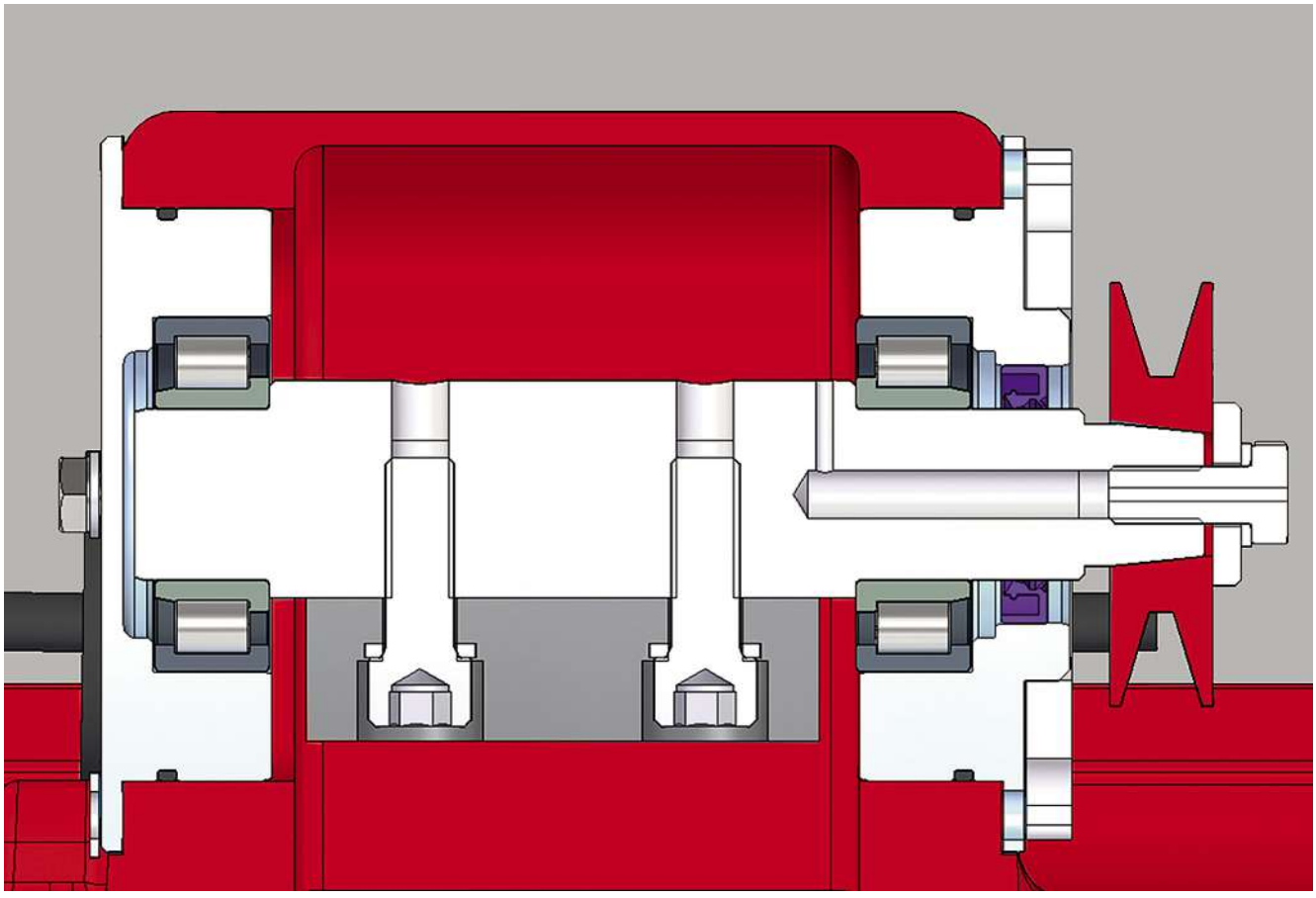


Bild 9.1: Unwuchteinheit einer Rüttelplatte mit zwei NJ-Zylinderrollenlagern in der V015-Ausführung

IBC
N 1912.K.KPA.SP.Q931
GERMANY
16SSM
GERMANY
16SSM
IBC
N 1912.K.KPA.SP.Q931

10. Wälzlager mit ATCoat-Beschichtung

ATCoat-beschichtete Wälzlager

Die Materialoberfläche von Wälzlagern trägt in immer größerem Umfang zur Leistungsfähigkeit von Maschinen, Aggregaten und Anlagen bei. Äußere Einflüsse verändern sehr häufig die Oberflächenbeschaffenheit von Materialien oder greifen diese an. Durch die Vergütung der Materialoberfläche von Wälzlagern sind vielfältige Vorteile zu erzielen.

Die ATC-Dünnchrombeschichtung schützt Oberflächen vor äußeren Umwelteinflüssen und ermöglicht somit eine Gebrauchsdauererhöhung von Wälzlagern sowie eine Standzeitverlängerung von Maschinen und Anlagen. Diese Vorteile sind verbunden mit einer effektiven Materialnutzung und Energieeinsparung. Das ATCoat-Verfahren erlaubt die Kombination eines zähen Grundmaterials mit einer festhaftenden, sehr dünnen, präzisen und rissfreien Chromschicht. So bietet die ATCoat-Beschichtung bei gleicher Wälzlagerdimensionierung einen sehr guten Verschleiß- und Korrosionsschutz.

ATCoat-beschichtete Wälzlager stellen eine Alternative zu Wälzlagern aus rostarmem Stahl dar. So wird besonders auf den Funktionsflächen ein besserer Korrosionsschutz erzielt. Die Schichtstärke von 2-4 µm mit kuppenförmiger Oberflächenstruktur zeigt unter extremen Bedingungen hervorragende Eigenschaften. Insbesondere in Verbindung mit keramischen Wälzkörpern werden durch die ATCoat-Beschichtung erhebliche Drehzahlsteigerungen bei geringeren Betriebstemperaturen ermöglicht. Ferner ermöglicht die Vermeidung von Passungsrost an Loslagern, der durch die Mikroverschiebung der Wälzlageraußenringe bei Wärmeausdehnung oder Vibration entsteht, in vielen Fällen eine erheblich längere, störungsfreie Nutzung der Aggregate.

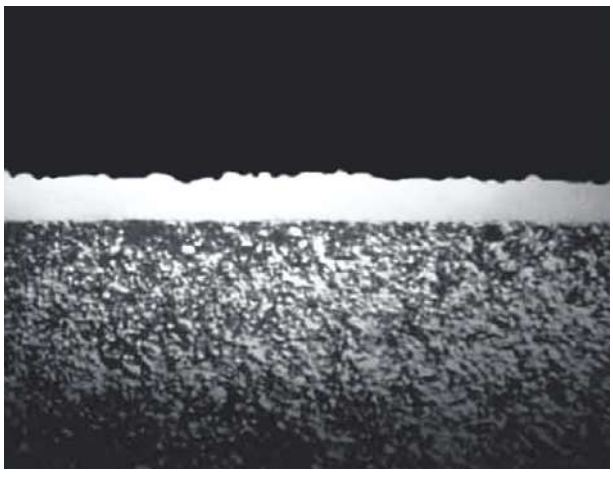


Bild 10.1: Querschnitt der ATCoat-Beschichtung

Bild 10.2: Wälzlager mit ATCoat-Beschichtung

Durch die besondere Topographie der Oberfläche werden die Notlaufeigenschaften der Wälzlager wesentlich verbessert. Zum Beispiel können bei einem Ausfall des Schmiersystems die Aggregate noch unter Teillast für eine gewisse Zeit weiterlaufen bzw. ordnungsgemäß heruntergefahren werden. Folgeschäden können somit begrenzt oder vermieden werden. IBC Hochpräzisions-Wälzlager mit ATCoat-Beschichtung werden daher häufig bei ungünstigen Schmierbedingungen eingesetzt.

Diese liegen unter anderem vor, wenn:

- in bestimmter Umgebung gar nicht geschmiert werden kann;
- nur mit dünnflüssigen Medien geschmiert werden kann, die keinen trennenden Schmierfilm erzeugen;
- wenn sehr niedrige Drehzahlen auftreten, wo sich kein elastohydrodynamischer Schmierfilm ausbilden kann;
- oszillierende Bewegungen wie Pendeln oder Schwenken erfolgen, ohne dass volle Umdrehungen erreicht werden und an den Umkehrpunkten ein trennender Schmierfilm nicht aufrechterhalten wird;
- Gleiten in entlasteten Wälzlagern entsteht;
- Anschmierungen durch gleitende Wälzkörper während hoher Beschleunigungen oder Verzögerungen, aufgrund des Beharrungsvermögens durch Massenträgheit, in Verbindung mit ungenügender Vorspannung, auftreten.

IBC WÄLZLAGER GMBH

INDUSTRIAL BEARINGS AND COMPONENTS

POSTFACH 18 25 · 35528 WETZLAR (GERMANY)

Tel.: +49 64 41 95 53-02
Fax: +49 64 41 5 30 15

Industriegebiet Oberbiel
D-35606 Solms-Oberbiel

ibc@ibc-waelzlager.com

ibc-waelzlager.com

IBC INDUSTRIAL BEARINGS

AND COMPONENTS AG

Tel.: +41 32 6 52 83 53
Fax: +41 32 6 52 83 58

Kapellstrasse 26
CH-2540 Grenchen

ibc@ibcag.ch

ibc-ag.com