

**NTN**®

Präzisionswälzlager

CAT.No.2260-VIII/D



## *INHALT*

**NTN  
PRÄZISIONS  
WÄZLAGER**

**Technische Daten**

**Hauptspindellager**

**Wälzlager für  
Kugelgewindetriebe**

**NTN PRODUKTE**

**ANHANG**

1. Bauformen der Präzisionswälzlager für Werkzeugmaschinen .....	2
2. Lagerauswahl, Wellen- und Gehäusekonstruktion .....	5
3. Tragfähigkeit und Lebensdauer .....	16
4. Zulässige Drehzahl .....	21
5. Lageranordnung für Hauptspindeln .....	22
6. Lagermontage .....	27
7. Lagerschmierung .....	39
8. Neue Technologien .....	48
9. Spindellager .....	55
10. Zylinderrollenlager .....	209
11. Schrägkugellager für hohe Axiallast .....	241
12. Kegelrollenlager .....	267
13. Wälzlager für Kugelgewindetriebe .....	275
14. NTN Produkte	
Kurvenrollen für Transportpaletten .....	306
15. Anhang .....	310

## Warranty

NTN warrants, to the original purchaser only, that the delivered product which is the subject of this sale (a) will conform to drawings and specifications mutually established in writing as applicable to the contract, and (b) be free from defects in material or fabrication. The duration of this warranty is one year from date of delivery. If the buyer discovers within this period a failure of the product to conform to drawings or specifications, or a defect in material or fabrication, it must promptly notify NTN in writing. In no event shall such notification be received by NTN later than 13 months from the date of delivery. Within a reasonable time after such notification, NTN will, at its option, (a) correct any failure of the product to conform to drawings, specifications or any defect in material or workmanship, with either replacement or repair of the product, or (b) refund, in part or in whole, the purchase price. Such replacement and repair, excluding charges for labor, is at NTN's expense. All warranty service will be performed at service centers designated by NTN. These remedies are the purchaser's exclusive remedies for breach of warranty.

NTN does not warrant (a) any product, components or parts not manufactured by NTN, (b) defects caused by failure to provide a suitable installation environment for the product, (c) damage caused by use of the product for purposes other than those for which it was designed, (d) damage caused by disasters such as fire, flood, wind, and lightning, (e) damage caused by unauthorized attachments or modification, (f) damage during shipment, or (g) any other abuse or misuse by the purchaser.

**THE FOREGOING WARRANTIES ARE IN LIEU OF ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.**

In no case shall NTN be liable for any special, incidental, or consequential damages based upon breach of warranty, breach of contract, negligence, strict tort, or any other legal theory, and in no case shall total liability of NTN exceed the purchase price of the part upon which such liability is based. Such damages include, but are not limited to, loss of profits, loss of savings or revenue, loss of use of the product or any associated equipment, cost of capital, cost of any substitute equipment, facilities or services, downtime, the claims of third parties including customers, and injury to property. Some states do not allow limits on warranties, or on remedies for breach in certain transactions. In such states, the limits in this paragraph and in paragraph (2) shall apply to the extent allowable under case law and statutes in such states.

Any action for breach of warranty or any other legal theory must be commenced within 15 months following delivery of the goods.

Unless modified in a writing signed by both parties, this agreement is understood to be the complete and exclusive agreement between the parties, superceding all prior agreements, oral or written, and all other communications between the parties relating to the subject matter of this agreement. No employee of NTN or any other party is authorized to make any warranty in addition to those made in this agreement.

This agreement allocates the risks of product failure between NTN and the purchaser. This allocation is recognized by both parties and is reflected in the price of the goods. The purchaser acknowledges that it has read this agreement, understands it, and is bound by its terms.

© NTN Corporation. 2019

Although care has been taken to assure the accuracy of the data compiled in this catalog, NTN does not assume any liability to any company or person for errors or omissions.



# Präzisionswälzlager

Seite

**TECHNISCHE  
DATEN  
INHALT**

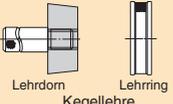
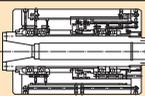
- 1. Bauformen der Präzisionswälzlager für Werkzeugmaschinen** .....2~4
  - ① Hauptspindellager ..... 2
  - ② Wälzlager für Kugelgewindetriebe ..... 4
- 2. Lagerauswahl, Wellen- und Gehäusekonstruktion** .....5~15
  - ① Auswahl .....5
  - ② Genauigkeit .....7
  - ③ Steifigkeit .....11
  - ④ Lager- und Gehäusekonstruktion .....14
- 3. Tragfähigkeit und Lebensdauer** ..... 16~21
  - ① Lagerlebensdauer .....16
  - ② Statische Sicherheit und zulässige Axiallast .....20
- 4. Zulässige Drehzahl** .....21
- 5. Lageranordnung für Hauptspindeln** .....22~26
  - ① Lageranordnung .....22
  - ② Lagerauswahl .....24
  - ③ Spindellagereinheit mit variabler Vorspannung .....25
  - ④ Gehäusekühlsystem .....26
- 6. Lagermontage** .....27~38
  - ① Montagevorbereitung und Erstbefettung .....27
  - ② Lagermontage .....28
  - ③ Verspannkraft der Lagerinnenringe .....30
  - ④ Elastische Verformung der Distanzhülse .....31
  - ⑤ Überstandsmaß des Gehäusedeckels .....31
  - ⑥ Messung der axialen Lagersteifigkeit .....32
  - ⑦ Lagerspieleinstellung für Zylinderrollenlager mit kegeliger Bohrung .....33
  - ⑧ Kegeliger Sitz für Zylinderrollenlager .....37
  - ⑨ Inbetriebnahme der Hauptspindellager .....38
- 7. Lagerschmierung** .....39~47
  - ① Fettschmierung .....40
  - ② Öl-Luft-Schmierung .....41
  - ③ Öl-Einspritz-Schmierung .....47
- 8. Neue Technologien** .....48~53
  - ① Die neue Ultage-Serie für Hochgeschwindigkeits-Spindellagereinheiten .....48
  - ② Neue Werkstoffe und modifizierte Oberflächenbearbeitung .....48
  - ③ Umweltorientierte Lagerausführungen .....50

# 1. Bauformen der Präzisionswälzlager für Werkzeugmaschinen

## ① Hauptspindellager

Tabelle .1 Bauformen der Präzisionswälzlager für Werkzeugmaschinen

Lagerbauform	Querschnitt	Lagertyp	Lagerbohrung mm	Druckwinkel	Bemerkungen	Seite	
 Standard		78C	$\phi 25 \sim \phi 170$	15°	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Lagerbezeichnung mit Nachsetzzeichen U kennzeichnet die Lager der <b>ULTAGE</b> ULTAGE- Reihe. Die optimierte Innenkonstruktion und der Kunststoffkäfig reduzieren die Lagertemperatur (lieferbar in den Baureihen 79 und 70 im Bohrungsdurchmesser –bereich von 10 bis 130 mm).</li> <li>Lager mit Vorsetzzeichen 5S sind mit Keramikugeln ausgerüstet.</li> </ul>	84 } 111	
		79 (U), 5S-79 (U)	$\phi 10 \sim \phi 170$	15°, 25°, 30°			
		70 (U), 5S-70 (U)	$\phi 10 \sim \phi 200$	15°, 25°, 30°			
		72C	$\phi 10 \sim \phi 130$	15°			
	 Hochgeschwindigkeit		2LA-HSE9U 5S-2LA-HSE9	$\phi 50 \sim \phi 170$	15°, 20°, 25°	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>ULTAGE</b> ULTAGE Reihe</li> <li>Die Verwendung von Sonder-Wälzagerstahl und eine modifizierte Oberflächenbearbeitung tragen bei der HSE-Ausführung zur Erhöhung der Materialermüdungslebensdauer, zur Verbesserung der Verschleißfestigkeit und Verringerung des Fressverschleißes bis hin zur Dauerfestigkeit bei.</li> <li>Optimierte Lagerinnenkonstruktionen führen zu höheren Drehzahlen, höherer Steifigkeit und höherer Zuverlässigkeit.</li> <li>Lager mit Vorsetzzeichen 5S sind mit Keramikugeln ausgerüstet.</li> </ul>	112 } 135
			2LA-HSE0 5S-2LA-HSE0				
	 Super-Hochgeschwindigkeit		5S-2LA-HSF0	$\phi 50 \sim \phi 100$	25°	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>ULTAGE</b> ULTAGE Reihe</li> <li>Unter Beibehaltung der Vorteile der HSE-Ausführung hat die HSF-Ausführung Keramikugeln mit kleineren Durchmessern und kann dadurch höhere Drehzahlen bei geringerer Wärmeentwicklung erreichen</li> <li>Lager mit Vorsetzzeichen 5S sind mit Keramikugeln ausgerüstet.</li> </ul>	136 } 137
	 Umwielorientierung		5S-2LA-HSL9U	$\phi 50 \sim \phi 170$	20°, 25°	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>ULTAGE</b> ULTAGE Reihe</li> <li>Diese Lager der HSL-Ausführung sind identisch mit der HSE- und HSF-Ausführung. Die HSL-Ausführung ist jedoch zusätzlich mit einem unwellenorientierten Öl-Einspritzring für Öl-Luftschmierung ausgerüstet. Der Öl-Einspritzring verringert die Geräuscherzeugung und reduziert den Öl-Luft-Verbrauch. Damit werden die Umgebungsbedingungen im Betrieb verbessert und der Energieverbrauch reduziert.</li> <li>Lager mit Vorsetzzeichen 5S sind mit Keramikugeln ausgerüstet.</li> </ul>	138 } 147
			5S-2LA-HSL0				
			5S-2LA-HSFL0	$\phi 50 \sim \phi 100$	25°		
	 Schrägkugellager		5S-2LA-HSEW9U	$\phi 50 \sim \phi 100$	20°, 25°	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>ULTAGE</b> ULTAGE Reihe</li> <li>Hochgeschwindigkeits-Schrägkugellager für Luft-Öl-Schmierung. Sie basiert auf der Baureihe HSE und ist mit einer Ölbohrung im Außenring ausgestattet. Die Ausführung ermöglicht kompakte Spindelkonstruktion mit hoher Steifigkeit. Die Ausführung zeichnet sich durch eine hohe Effizienz beim Öl- Luftverbrauch aus.</li> <li>Lager mit Vorsetzzeichen 5S sind mit Keramikugeln ausgerüstet.</li> </ul>	148 } 155
5S-2LA-HSEW0							
 Standard	 Abgedichtete Bauform berührungslöse Dichtung	79 LLB 5S-79 LLB	$\phi 10 \sim \phi 50$	15°, 25°	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>ULTAGE</b> ULTAGE Reihe</li> <li>Durch eine beidseitige, berührungslöse Dichtung, eine optimierte Innengeometrie und die Befüllung mit Spezialfett wird bei diesen Lagern die Wärmeentwicklung reduziert.</li> <li>Lager mit Vorsetzzeichen 5S sind mit Keramikugeln ausgerüstet.</li> </ul>	156 } 171	
		70 LLB 5S-70 LLB					
	 Hochgeschwindigkeit	 Abgedichtete Bauform berührungslöse Dichtung	2LA-BNS9 LLB 5S-2LA-BNS9 LLB	$\phi 45 \sim \phi 100$	15°, 20°, 25°	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>ULTAGE</b> ULTAGE Reihe</li> <li>Neben den Vorteilen der HSE-Ausführung hat die BNS-Ausführung eine optimierte Innenkonstruktion (Fettreservoir an beiden Seiten der Käfigführung), beidseitig berührungslöse Dichtungen und Spezialfett, um die Fettgebrauchsdauer zu erhöhen.</li> <li>Lager mit Vorsetzzeichen 5S sind mit Keramikugeln ausgerüstet.</li> </ul>	172 } 195
			2LA-BNS0 LLB 5S-2LA-BNS0 LLB				
			BNT9 5S-BNT9	$\phi 10 \sim \phi 65$	15°	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schrägkugellager für Schleifmaschinen/Motoren.</li> <li>BNT Lager werden generell in Universalausführung geliefert und können zu beliebigen Lagersätzen (DB, DF, DT) zusammengestellt werden.</li> <li>Lager mit Vorsetzzeichen 5S sind mit Keramikugeln ausgerüstet.</li> </ul>	196 } 207
			BNT0 5S-BNT0	$\phi 10 \sim \phi 70$			
			BNT2 5S-BNT2	$\phi 10 \sim \phi 80$			
	 Zweireihige Zylinderrollenlager		NN49 (K)	$\phi 100 \sim \phi 320$	---	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Zylinderrollenlager können mit austauschbaren oder nicht austauschbaren Lagerringen (NA) geliefert werden.</li> <li>Lager mit Nachsetzzeichen K haben eine kegelförmige Bohrung zur Montage auf einem kegelförmigen Wellensitz und gehören zum Lieferprogramm.</li> <li>Die Lagerbezeichnung mit Nachsetzzeichen T6 kennzeichnet die Lager der <b>ULTAGE</b> ULTAGE- Reihe. Die optimierte Innenkonstruktion und der Kunststoffkäfig reduzieren die Lagertemperatur (lieferbar in den Baureihen NN30 im Bohrungsdurchmesser –bereich von 65 bis 130 mm).</li> </ul>	224 } 229
			NN30 (K)	$\phi 25 \sim \phi 60$			
NN30HS (K)			$\phi 140 \sim \phi 460$				
NN30HST6 (K) NN30HSRT6 (K)			$\phi 65 \sim \phi 130$				
NNU49 (K)		$\phi 100 \sim \phi 500$					

Lagerbauform	Querschnitt	Lagertyp	Lagerbohrung mm	Druckwinkel	Bemerkungen	Seite
 Einreihige Zylinderrollenlager	Standard	 N10HS (K)	$\phi 30 \sim \phi 160$	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Einbaumaße des einreihigen Zylinderrollenlagers N10HS(K) für Hochgeschwindigkeit sind die gleichen wie die von N10(K). Das Lagerspiel ist jedoch nicht austauschbar.</li> <li>Auf Anfrage ist die Keramikrollentype (5S-N10) lieferbar.</li> </ul>	230 } 233
	Hochgeschwindigkeit	 N10HSR (K)	$\phi 55 \sim \phi 100$	—	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>ULTAGE</b> ULTAGE Reihe</li> <li>Die optimierte Innenkonstruktion erlaubt höhere Drehzahlen und hat geringeren Temperaturanstieg zur Folge.</li> <li>Der Käfig ist aus Spezialkunststoff hergestellt, um den Betrieb bei Super-Hochgeschwindigkeit zu ermöglichen.</li> <li>Die zulässige Maximaldrehzahl ist somit noch höher als die des bisherigen Zylinderrollenlagers N10HS(K) für Hochgeschwindigkeit.</li> </ul>	234 } 235
	Umweltorientierung	 N10HSL (K)	$\phi 55 \sim \phi 100$	—	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>ULTAGE</b> ULTAGE Reihe</li> <li>Diese Bauform für Öl-Luft-Schmierung ist identisch mit der Type N10HSR(K), jedoch mit dem zusätzlich integrierten, umweltorientierten Öl-Einspritzring</li> <li>Unter Beibehaltung der Eignung für Hochgeschwindigkeit wie bei der Type N10HSR(K), weist diese Ausführung eine reduzierte Geräuscentwicklung auf, ferner einen reduzierten Öl- / Luftverbrauch sowie verbesserte Betriebsumgebungsbedingungen und einen kleineren Energieverbrauch.</li> </ul>	236 } 237
 Lehrdorn Kegellehre Lehring		Lehrdorn TA	$\phi 30 \sim \phi 160$	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kegellehre für N10-HS(K) einreihiges Zylinderrollenlager und NN30(K) zweireihiges Zylinderrollenlager.</li> </ul>	238
		Lehring TB	$\phi 30 \sim \phi 160$			
	 Hüllkreismessgerät	SB	$\phi 35 \sim \phi 160$	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hüllkreismessgerät für N10-HSK(K), N10-HSR(K) einreihiges Zylinderrollenlager und NN30(K), NN30HS(K) zweireihiges Zylinderrollenlager.</li> </ul>	239
 Lagereinheit mit variabler Vorspannung		Lagereinheit mit variabler Vorspannung	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>Festlagereinheit mit variabler Vorspannung.</li> <li>Die Kombination einer Hülse mit einstellbarer Vorspannung und einer Duplex-Schräggugellagereinheit erlauben dem Anwender die Einstellung einer variablen Vorspannung im Bereich von leichter bis hin zu hoher Vorspannung. Vorspannung auf der Festlagersseite führt zu erhöhter Steifigkeit.</li> </ul>	—
 Schräggugellager für beidseitige Lastaufnahme	 	5629 (M)	Kleine Bauform $\phi 100 \sim \phi 320$ Große Bauform (M) $\phi 104 \sim \phi 330$	60°	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die kleine Bauform wird eingesetzt in Verbindung mit kleiner zylindrischer Welle oder in Verbindung mit Zylinderrollenlager NNU49, NN49 oder zweireihiger Ausführung NN30 jeweils auf der Seite des kleineren Wellendurchmessers; die große Bauform (Vorsetzzeichen M) wird auf der Seite des größeren Kegeldurchmessers eingesetzt.</li> </ul>	250 } 253
		5620 (M)	Kleine Bauform $\phi 25 \sim \phi 320$ Große Bauform (M) $\phi 27 \sim \phi 330$			
 Schräggugellager für hohe Axiallast	 	HTA9U	$\phi 100 \sim \phi 320$	30°, 40°	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>ULTAGE</b> ULTAGE Reihe</li> <li>Lager der HTA9DB-Serie sind voll austauschbar mit Lagern der 5629 – Reihe.</li> </ul>	254 } 265
		HTA0U 5S-HTA0U	$\phi 25 \sim \phi 320$ $\phi 25 \sim \phi 130$			
 Kegelrollenlager	 	329	$\phi 50 \sim \phi 190$	Nenn-druck-winkel von 10° oder grös-ser, 17° oder kleiner	<ul style="list-style-type: none"> <li>Niederquerschnitt-Ausführung, ISO-kompatible, metrische Reihe.</li> </ul>	270 } 273
		320	$\phi 20 \sim \phi 170$			

## ② Wälzlager für Kugelgewindtriebe

Lagerbauform	Querschnitt	Lagertyp	Lagerbohrung mm	Druckwinkel	Bemerkungen	Seite
 Axial-Schräggugellager für Kugelgewindtriebe		<b>BST</b> <b>2A-BST</b> Offene Ausführung	$\phi 17 \sim \phi 55$	$60^\circ$	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>ULTAGE</b> ULTAGE Reihe</li> <li>● Die modifizierte Oberflächenbearbeitung der Lagerlaufbahnen führt zu erhöhter Ermüdungslebensdauer und zu reduzierter Fressneigung</li> <li>● Infolge der Erstbefettung mit einem Sonderschmiermittel zeigt die gedichtete Ausführung höhere Lebensdauer und einfachere Wartung.</li> <li>● Alle Varianten sind bündig geschliffen und mit einer Standard-Vorspannung versehen.</li> </ul>	290
		<b>BST LXL/L588</b> <b>2A-BST LXL/L588</b> Leicht-Berührungsdichtung				295
 Einheit mit zweireihigem Axial-Schräggugellager für Stützlager von Kugelgewindtrieben		<b>BSTU LLX/L588</b> Leicht-Berührungsdichtung	$\phi 20 \sim \phi 100$	$60^\circ$	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>ULTAGE</b> ULTAGE Reihe</li> <li>● Optimierung der Lagerinnengeometrie verwirklicht höchste Tragzahlen.</li> <li>● Verwendung der neu entwickelten Leicht-Berührungsdichtung erzielt das Optimum von geringem Drehmoment und hoher Staubschutzleistung.</li> <li>● Verwendung von langlebigem Fett mit hohem Widerstand gegen Schwingungsreibverschleiß (fretting corrosion).</li> <li>● Einfache Montage durch Durchgangsbohrung am Außenring und einfache Handhabung durch Lebensdauer-schmierung</li> </ul>	296
 Schräggugellage für Kugelgewindtriebe		<b>HT</b>	$\phi 6 \sim \phi 40$	$30^\circ$	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Die zulässige Axiallast dieser Lagertypen ist infolge der optimierten Innenkonstruktion erhöht.</li> </ul>	300
 Kombinierte Nadellager für Axiallastaufnahme in beide Richtungen		<b>AXN</b>	$\phi 20 \sim \phi 50$	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Das zwischen dem Innenring des Radiallagers und den Innenringen beider Axiallager verbleibende Axialspiel erlaubt dem Anwender die Einstellung einer definierten Vorspannung - beispielsweise durch Kontern einer Mutter.</li> <li>● Die angestrebte Vorspannung wird eingestellt auf Basis des Anfangsreibmoments.</li> <li>● Bei diesen Lagern wird eine definierte Vorspannung eingestellt durch Verblocken der beiden Axialanlaufscheiben – z.B. mit Wellenmuttern ( oder ähnlichem ).</li> </ul>	302
 Kombinierte Zylinderrollenlager für Axiallastaufnahme in beide Richtungen		<b>ARN</b>	$\phi 20 \sim \phi 70$			304
						305

## 2. Lagerauswahl, Wellen- und Gehäusekonstruktion

### ① Auswahl

Bei Auswahl des optimalen Lagers für eine Werkzeugmaschine muss berücksichtigt werden der Maschinentyp, die Position des Lagers darin, die Spindelausführung, die Lagerbauform, das Schmierkonzept sowie das Antriebssystem. Für die Lagerung müssen Randbedingungen wie

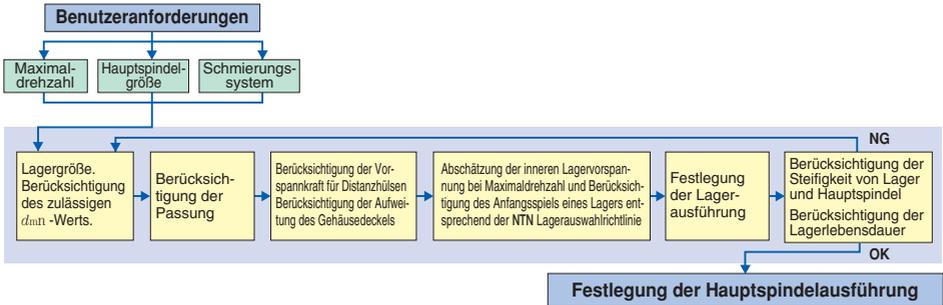
Betriebslebensdauer, Genauigkeit, Steifigkeit, Grenz – geschwindigkeit usw. berücksichtigt werden.

In **Tabelle 2.1** ist beispielhaft eine typische Vorgehensweise für die Lagerauswahl aufgezeigt, und mit **Tabelle 2.2**.

**Tabelle 2.1 Lagerauswahlverfahren**

Schritt	Zu berücksichtigende Randbedingungen	Zu bestätigende Bedingungen
Bestätigung der Lager-Betriebsbedingungen und in Betracht gezogene Lagertypen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstruktion der Umgebungsteile Welle und Gehäuse</li> <li>• Grenzabmessungen</li> <li>• Höhe und Richtung der Lagerbelastung</li> <li>• Höhe der Schwingungs- und Stoßbelastung</li> <li>• Spindeldrehzahl</li> <li>• Lageranordnung (Fest - / Losseite)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geräusch und Reibmoment der Lagerung</li> <li>• Betriebstemperaturbereich der Lagerung</li> <li>• Lagersteifigkeit</li> <li>• Ein-/Ausbauforderungen</li> <li>• Wartung und Pflege</li> <li>• Kostenberücksichtigung</li> <li>• Zulässige Schiefstellung von Innen-/Außenringen</li> </ul>
Festlegung Lagertyp und Anordnung		
Wahl der Lagerabmessungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standzeit der Komponenten zur Lageraufnahme</li> <li>• Dynamische/statische äquivalente Lastbedingungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Statischer Sicherheitsfaktor So</li> <li>• Zulässige Drehzahl</li> <li>• Zulässige Axiallast</li> </ul>
Festlegung Lagerabmessung		
Auswahl der Lagertoleranzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laufgenauigkeit der Welle</li> <li>• Drehmomentschwankungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Betrieb bei hoher Drehzahl</li> </ul>
Festlegung der Genauigkeit		
Auswahl des Lagerspiels	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material und Form von Welle und Gehäuse</li> <li>• Passung</li> <li>• Temperaturunterschied zwischen Innen- und Außenringen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zulässige Schiefstellung von Innen-/Außenringen</li> <li>• Höhe und Art der Belastung</li> <li>• Höhe der Vorspannung</li> </ul>
Festlegung Lagerspiel		
Auswahl Käfig	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Drehzahl</li> <li>• Laufgeräuschniveau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwingungs- und Stoßbelastung</li> <li>• Schmierung</li> </ul>
Käfigausführung		
Auswahl Schmierungsmethode	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Betriebstemperatur</li> <li>• Drehzahl</li> <li>• Schmierungsmethode</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dichtungskonzept</li> <li>• Wartung und Pflege</li> </ul>
Bestimmung von Schmierungsmethode, Schmiermittel und Dichtungskonzept		
Berücksichtigung spezieller Randbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Betriebsbedingungen (Spezielle Umgebungsbedingungen: hohe / tiefe Temperatur, chemische Einflüsse)</li> <li>• Anforderung an hohe Zuverlässigkeit</li> </ul>	
Bestimmung spezieller Lagereigenschaften		
Montage und Demontage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einbauabmessungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein- und Ausbaurverfahren</li> </ul>
Bestimmung von Ein- und Ausbaurverfahren		

Tabelle 2.2 Lagerauswahlverfahren



Die Einzelschritte der Vorgehensweise bei der Auswahl eines optimalen Hauptspindellagers für Werkzeugmaschinen sind in Tab. 2.3 zusammengefasst.

Tabelle 2.3 Auswahlverfahren für Hauptspindellager von Werkzeugmaschinen

(1) Maschinentyp	NC Drehbank, Bearbeitungszentrum, Schleifmaschine, usw.
(2) Hauptspindelanzordnung	Vertikale, horizontale, veränderbare Richtung, geneigt, usw.
(3) Durchmesser und Größe der Hauptspindel	#30, #40, #50, usw.
(4) design- und montagebedingte Abmessungen der Hauptspindel	<p style="text-align: center;"><b>Abb. 2.1 Beispiel Hauptspindelabmessungen</b></p>
(5) Vorgesehene Lagertyp, Lagergröße und Vorspannmethode	front- (Schräg-/Zylinderrollentyp) oder rückseitiges (Schräg-/ Zylinderrollentyp) Anstellverfahren (Vorspannung der Festseite, konstante Vorspannung).
(6) Gestaltung der Loslagerseite	Zylinderrollenlager, Linearkugellager/Kugelhülse (Kühlsystem)
(7) Schmierungsmethode	Fett, Öl - Luft , Ölnebel (MicronLub)
(8) Antriebssystem	Direktantrieb, Riementrieb, Kupplung
(9) Gehäusekühlung im Lagerbereich	Ja/Nein
(10) Betriebsbedingungen der Gehäusekühlung	Angleichung an Raumtemperatur, Anpassung von Maschine zu Maschine, Öllieferrate (l/min)
(11) Betriebsdrehzahlbereich	Maximaldrehzahl [min <sup>-1</sup> ]
	Normaler Drehzahlbereich [min <sup>-1</sup> ]
	Betriebsdrehzahlbereich [min <sup>-1</sup> ]
(12) Lastbedingungen (Bearbeitungsbedingungen)	Lastzentrum
	Äußere Belastungen, Radiallast $F_r$ [N] Axiallast $F_a$ [N]
	Drehzahl
	Bearbeitungshäufigkeit
	Ziellbensdauer

## ② Lagergenauigkeit

### ■ Lagergenauigkeit

Die Genauigkeit von Wälzlagern, das heißt die Genauigkeit der Lage- und Lauf toleranzen von Wälzlagern, ist definiert gemäß den gültigen ISO Standards und dem JIS B 1514 Standard (Wälzlagertoleranzen) (Tabellen 2.4 und 2.5). Die Genauigkeit der Abmessungen legt die Toleranzen fest, die bei der Montage auf die Welle bzw. ins Gehäuse zum Tragen kommen während die Laufgenauigkeit die

zulässigen Abweichungen definiert, die bei einer Umdrehung des Lagers auftreten. Methoden zur Messung der Genauigkeit von Wälzlagern (verschiedene Methoden) sind beschrieben in JIS B 1515 (Meßmethoden für Wälzlager). **Table 2.6** fällt einige typische Verfahren zur Messung der Laufgenauigkeit von Wälzlagern zusammen.

**Tabelle 2.4 Lagerausführungen und zugehörige Toleranz**

Lagerbauform		Gültiger Standard	Toleranzklasse				
Schräggugellager		JIS B 1514 (ISO492)	Klasse 0	Klasse 6	Klasse 5	Klasse 4	Klasse 2
Zylinderrollenlager			Klasse 0	Klasse 6	Klasse 5	Klasse 4	Klasse 2
Nadellager			Klasse 0	Klasse 6	Klasse 5	Klasse 4	—
Kegelrollenlager	Metrisch	JIS B 1514	Klasse 0,6X	Klasse 6	Klasse 5	Klasse 4	—
	Zoll	ANSI/ABMA Std.19	Klasse 4	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 0	Klasse 00
	J Reihe	ANSI/ABMA Std.19.1	Klasse K	Klasse N	Klasse C	Klasse B	Klasse A
Zweireihige Schräggugellager		NTN standard	—	—	Klasse 5	Klasse 4	—

**Tabelle 2.5 Vergleich der Toleranzfestlegungen nationaler Regelwerke**

Standard	Gültiger Standard	Toleranzklasse					Lagertypen
Japanischer Industriestandard (JIS)	JIS B 1514	Klasse 0,6X	Klasse 6	Klasse 5	Klasse 4	Klasse 2	Alle Typen
Internationale Organization für Standardisierung (ISO)	ISO 492	Normal-klasse Klasse 6X	Klasse 6	Klasse 5	Klasse 4	Klasse 2	Radiallager
	ISO 199	Normal Klasse	Klasse 6	Klasse 5	Klasse 4	—	Axiallager
	ISO 578	Klasse 4	—	Klasse 3	Klasse 0	Klasse 00	Kegelrollenlager (Zoll-Reihe)
	ISO 1224	—	—	Klasse 5A	Klasse 4A	—	Präzisionsinstrumentenlager
Deutsches Normeninstitut (DIN)	DIN 620	P0	P6	P5	P4	P2	Alle Typen
Nationales Amerikanisches Institut zur Standardisierung (ANSI)	ANSI/ABMA Std.20	ABEC-1 RBEC-1	ABEC-3 RBEC-3	ABEC-5 RBEC-5	ABEC-7	ABEC-9	Radiallager (mit Ausnahme von Kegelrollenlagern)
	ANSI/ABMA Std.19.1	Klasse K	Klasse N	Klasse C	Klasse B	Klasse A	Kegelrollenlager (Metrische Reihe)
	ANSI/ABMA Std.19	Klasse 4	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 0	Klasse 00	Kegelrollenlager (Zoll Reihe)

① "ABEC" wird für Kugellager und "RBEC" für Rollenlager angewandt.

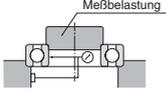
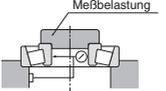
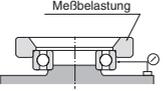
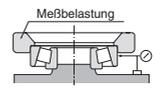
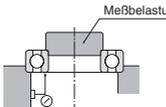
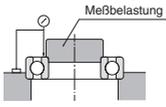
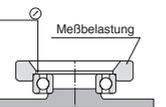
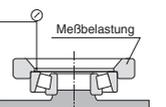
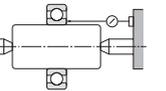
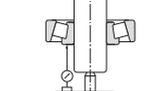
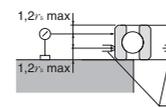
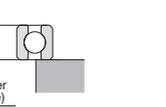
Anmerkungen 1: JIS B 1514, ISO 492 und 199 und DIN 620 haben gleiche Spezifikationen

2: Die Toleranzen von JIS B 1514 sind geringfügig abweichend von den ABMA Standards.

Um eine hohe Laufgenauigkeit zu erreichen, die für die Hauptspindel einer Werkzeugmaschine grundlegend ist, muß ein Lager hoher Präzision gewählt werden, welche alle Anforderungen für Hauptspindeln erfüllt. Für gewöhnlich wird ein Hochgenauigkeitslager gewählt gemäß den JIS Genauigkeitsklassen 5, 4 oder 2 - entsprechend der jeweiligen Verwendung. Insbesondere die radiale, die axiale und die nicht wiederholbare Abweichung eines Hauptspindellagers beeinflussen die Laufgenauigkeit einer Hauptspindel deutlich. Diese Toleranzen müssen daher exakt kontrolliert werden. Bei heutigen Werkzeugmaschinen extrem hoher Präzision erhält die Kontrolle der N.R.R.O. (nicht

wiederholbare Abweichung) zunehmende Bedeutung. Hauptspindellager für Drehbänke oder Bearbeitungszentren sollten auf jeden Fall N.R.R.O.-geprüft sein. Weitere Informationen zum N.R.R.O. entnehmen Sie bitte dem folgenden Abschnitt. Berücksichtigen Sie, daß, um höhere Genauigkeit mit einer Hauptspindel zu erzielen, sorgfältige Auswahl zu treffen ist bezüglich Genauigkeiten (Rundheit, zylindrische Form, Koaxialität), an das Lager angrenzende Maschinenkomponenten wie Welle und Gehäuse sowie deren Bearbeitungsmethoden und Oberflächenqualität. Für weitere Informationen zu Genauigkeiten von Welle und Gehäuse verweisen wir auf folgende Kapitel.

Tabelle 2.6 Meßmethoden von Laufgenauigkeiten

Toleranzkriterium	Meßmethode	
Radialschlag des Innenringes ( $K_{ia}$ )		 <p>Der Radialschlag des Innenringes ist die Differenz zwischen dem maximalen und minimalen Ausschlag am Meßgerät, wenn der Innenring um eine Umdrehung gedreht wird.</p>
Radialschlag des Außenringes ( $K_{oa}$ )		 <p>Der Radialschlag des Außenringes ist die Differenz zwischen dem maximalen und minimalen Ausschlag am Meßgerät, wenn der Außenring um eine Umdrehung gedreht wird.</p>
Axial- oder Seitenschlag des Innenringes bezogen auf die Laufbahn ( $S_{ia}$ )		 <p>Die Axialseitenschlag des Innenringes ist die Differenz zwischen dem maximalen und minimalen Ausschlag am Meßgerät, wenn der Innenring um eine Umdrehung gedreht wird.</p>
Axial- oder Seitenschlag des Außenringes bezogen auf die Laufbahn ( $S_{oa}$ )		 <p>Die Axialseitenschlag des Außenringes ist die Differenz zwischen dem maximalen und minimalen Ausschlag am Meßgerät, wenn der Außenring um eine Umdrehung gedreht wird.</p>
Innenring-Seitenschlag bezogen auf die Bohrung ( $S_{ia}$ )		 <p>Der Planlauf des Innenringes bezogen auf die Bohrung ist die Differenz zwischen dem maximalen und minimalen Ausschlag am Meßgerät, wenn der Innenring um eine Umdrehung gedreht wird zusammen mit dem Aufnahmedom.</p>
Schwankung der Neigung der Mantellinie ggb. der Bezugsseitenfläche ( $S_{\theta}$ )		 <p>Die Schwankung der Neigung der AR-Mantellinie ist die Differenz zwischen dem maximalen und minimalen Ausschlag am Meßgerät, wenn der Außenring um eine Umdrehung gedreht wird auf dem Meßsteller.</p>

**■N.R.R.O. (Nicht wiederholbare Abweichung bei Lagern)**

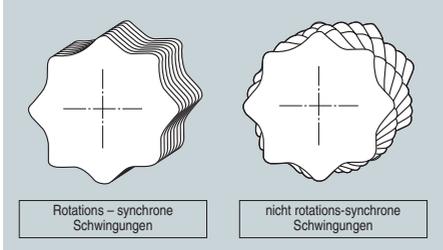
Die Genauigkeiten von Wälzlagern sind in den gültigen ISO Standards und der JIS (Japanischer Industriestandard) definiert, wobei diese Genauigkeiten mit Kriterien wie Radialabweichung ( $K_{ra}$ ), Axialabweichung ( $S_{ia}$ ) usw. beschrieben werden. Entsprechend den Verfahren zur Messung von Laufgenauigkeiten in **Tabelle 2.6** wird eine Abweichung abgelesen, wobei das Lager nur eine Umdrehung gedreht wird ( jede Ablesung ist synchron mit der Umdrehung des zu messenden Lagers).

Wälzlager in Werkzeugmaschinen unterliegen jedoch kontinuierlicher Drehbewegung, also ungleich mehr als die eine Umdrehung bei o.g. Messungen. Tatsächlich werden bei Messung dieser Abweichungen Einflüsse wirksam, die nicht synchron mit der Umdrehung des Lagers sind (beispielsweise ein Unterschied im Durchmesser zwischen den betroffenen Wälzelementen, aber auch der Rundheit der Laufbahnoberflächen von Innen- und Außenring) und eine Abweichung der aufgezeichneten Bahnkurve bei jeder einzelnen Umdrehung bewirken und sich aufaddieren können.

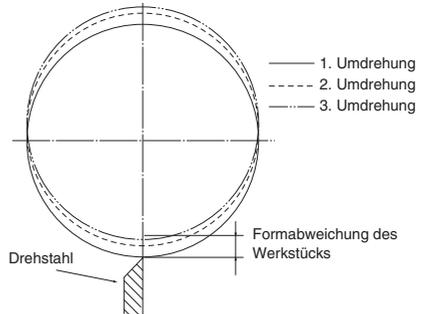
Die Abweichung von Komponenten, die nicht synchron mit einer Umdrehung des Lagers verläuft, wird als N.R.R.O. (nicht wiederholbare Abweichung) bezeichnet und ist äquivalent zur Amplitude in den Lissajous –Figuren, dargestellt in **Abb. 2.3**.

Der Effekt des N.R.R.O. eines Wälzlagers auf die Genauigkeit ist in **Abb. 2.4** illustriert, wobei die Hauptspindel einer Drehmaschine als Beispiel herangezogen ist.

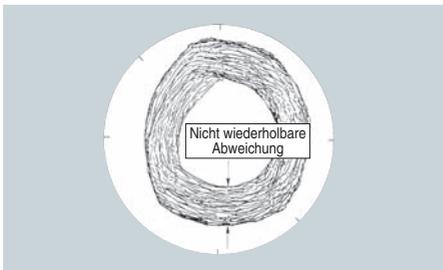
Das Diagramm stellt einen Bearbeitungsprozeß dar, bei dem die Oberfläche eines Werkstücks, fest eingespannt in die Hauptspindel, drehend bearbeitet wird. Wird diese Oberfläche bei jeder Umdrehung mit einer neuen Bahnkurve bearbeitet, verzieht sich die äußere Form des Werkstücks zunehmend. Wenn außerdem die Genauigkeiten von Welle und Gehäuse nicht ausreichend sind oder Lager auf die Welle und/oder das Gehäuse inkorrekt montiert werden, kann der Lagerring verformt werden, was ggf. zu Abweichungen führt, die nicht synchron zur Lagerrotation sind.



**Abb. 2.2**



**Abb. 2.4 Modell einer Drehbearbeitung**



**Abb. 2.3 Lissajous – Figur**

**Genauigkeit von Welle und Gehäuse**

Abhängig von der Passung eines Lagers auf der Welle bzw. im Gehäuse kann das Lagerspiel unterschiedlich sein. Deswegen muß die Passung richtig gewählt sein für eine einwandfreie Funktion (siehe Abschnitt empfohlene Passungen).

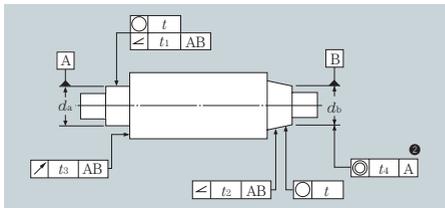
Zu berücksichtigen ist ebenfalls die richtige äußere und innere Vorspannung der Lagerung. Um Deformationen der Laufbahnoberflächen infolge axialer Verspannung der Lager zu vermeiden ist es erforderlich, die Abmessungen aller im Verspannkreis eingebundenen Komponenten, die Höhe der Verspannkraft sowie die Anzahl der Feststellschrauben sorgfältig zu bestimmen.

Das richtige Spiel eines Zylinderrollenlagers mit kegelförmiger Bohrung wird mittels korrekter Positionierung auf dem Kegelsitz erreicht. Somit sind die entscheidenden Faktoren für den richtigen Sitz des Lagers auf der Welle bzw. im Gehäuse: die Maßhaltigkeit des Kegelsitzes, die Kontaktfläche auf dem Kegel und die Rechtwinkligkeit der Innenring-Seitenfläche in Bezug auf die Wellenmittellinie während des Aufpressvorgangs.

Typische Genauigkeitsangaben einer Spindel und eines Gehäuses sind in den Tabellen 2.7 und 2.8 zusammengestellt.

**Formgenauigkeiten bei Spindeln**

**Tabelle 2.7 Formgenauigkeit von Spindeln**

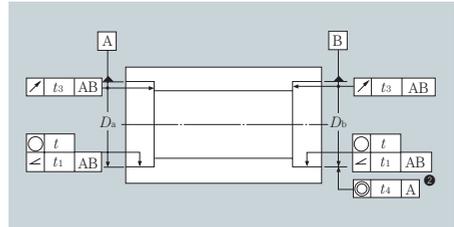


Genauigkeit	Symbol	Toleranz ①	Zulässige Toleranzen gemäss IT		
			P5	P4	P2
Abweichung der Rundheit	○	t	IT3/2	IT2/2	IT0/2 ②
Rechtwinkligkeit	∠	t1	IT3/2	IT2/2	IT0/2 ②
	∠	t2	—	IT3/2	IT2/2
Schlag	↗	t3	IT3	IT3	IT2
Zylindrizität	◎	t4	IT5	IT4	IT3

- ① Die Formtoleranz, Symbol und Bezugsflächen von Spindeln sind in ISO R1101 fixiert.
- ② Die Länge der Lagerpassungsfläche ist häufig zu klein um die Konzentrität zu messen. Deswegen wird dieses Kriterium nur angewendet, wenn die Passungsfläche eine ausreichende Breite als Bezugsfläche besitzt.
- ③ Wenn eine Toleranz für die zulässige Formgenauigkeit bestimmt wird, sind die Referenzmasse die Wellendurchmesser  $d_a$  und  $d_b$ .  
Wenn beispielsweise ein Lager JIS Klasse 5 für eine Welle mit einem 50mm-Durchmesser verwendet wird, ist die Rundheitstoleranz  $t = IT3/2 = 4/2 = 2 \mu\text{m}$ .
- ④ IT0 wird bevorzugt, wenn die Durchmesserstoleranz des Lagerzites IT3 ist.

**Empfohlene Genauigkeit von Gehäusen**

**Tabelle 2.8 Formgenauigkeiten von Gehäusen**



Genauigkeit	Symbol	Toleranz ①	Zulässige Toleranzen gemäss IT		
			P5	P4	P2
Abweichung der Rundheit	○	t	IT3/2	IT2/2	IT1/2
Rechtwinkligkeit	∠	t1	IT3/2	IT2/2	IT1/2
Schlag	↗	t3	IT3	IT3	IT2
Zylindrizität	◎	t4	IT5	IT4	IT3

- ① Die Formtoleranz, Symbol und Bezugsfläche einer Spindel sind in ISO R1101 fixiert.
- ② Die Länge der Lagerpassungsfläche ist häufig zu klein, um die Laufgenauigkeit zu messen. Deswegen wird dieses Kriterium nur angewendet, wenn die Passungsfläche ausreichend breit ist.
- ③ Wenn eine Toleranz für die jeweilige Formgenauigkeit bestimmt wird, sind die Bezugsdimensionen die Gehäusedurchmesser  $D_a$  und  $D_b$ .  
Wenn beispielsweise ein Lager JIS Klasse 5 für ein Gehäuse mit einer Innenbohrung von 50 mm verwendet wird, ist die Rundheitstoleranz  $t = IT3/2 = 5/2 = 2,5 \mu\text{m}$ .

**Toleranzklassen gemäss IT**

**Tabelle 2.9 Grundlegende IT-Toleranzen**

Einteilung der Nennmaße [mm]		Grundlegende Toleranz IT Wert [ $\mu\text{m}$ ]						
über	inkl.	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	
6	10	0,6	1	1,5	2,5	4	6	
10	18	0,8	1,2	2	3	5	8	
18	30	1	1,5	2,5	4	6	9	
30	50	1	1,5	2,5	4	7	11	
50	80	1,2	2	3	5	8	13	
80	120	1,5	2,5	4	6	10	15	
120	180	2	3,5	5	8	12	18	
180	250	3	4,5	7	10	14	20	
250	315	4	6	8	12	16	23	
315	400	5	7	9	13	18	25	
400	500	6	8	10	15	20	27	

(HINWEIS) Da beim Hauptlager von Werkzeugmaschinen im Falle einer Reparatur ein Lagerwechsel vorgenommen werden muss, sollte die Härte des Wellensitzes mindestens 50 HRC und des Gehäusesitzes mindestens 30 HRC betragen.

### ③ Lager und Steifigkeit

Die Steifigkeit der Hauptspindel einer Werkzeugmaschine ist abhängig von der Lagersteifigkeit und der Wellensteifigkeit. Die Lagersteifigkeit wird typischerweise von der elastischen Deformation der Wälzkörper und den Lagerringen unter Belastung bestimmt. Im Allgemeinen sind die Lager vorgespannt um die Steifigkeit zu erhöhen.

Unter denselben Belastungsbedingungen hat ein Rollenlager eine höhere Steifigkeit als ein Kugellager der gleichen Größe. Da ein Rollenlager i.d.R. jedoch Gleitanteile aufweist, ist es nicht vorteilhaft für die Unterstützung einer Welle mit hoher Drehzahl.

Die Wellensteifigkeit nimmt mit größerem Durchmesser zu. In dem Fall muss auch das Stützlager genügend groß sein und sein  $d_{m1}$  Wert (Teilkreisdurchmesser  $d_m$  [mm] X Drehzahl [min<sup>-1</sup>]) muß entsprechend höher sein. Andererseits reduziert sich die max. zulässige Drehzahl mit wachsendem Lageraussendurchmesser.

Zusammenfassend: die erforderliche Steifigkeit des Gesamtsystems muß bekannt sein vor Festlegung der Lagersteifigkeit (Lagertyp und Vorspannung) und der Wellensteifigkeit.

#### ■ Lagersteifigkeit

Die Steifigkeit eines in eine Spindel verbauten Lagers beeinflusst direkt die Steifigkeit des Spindelsystems.

Insbesondere ist eine hohe Steifigkeit der Hauptspindeln von Werkzeugmaschinen erforderlich, um ein hohes Ausbringen mit entsprechend hoher Maßhaltigkeit der Werkstücke sicherzustellen.

**Die Lagersteifigkeit ist abhängig den folgenden**

**Faktoren :**

- (1) Typ der Wälzkörper
- (2) Größe und Anzahl der Wälzkörper
- (3) Material der Wälzkörper
- (4) Druckwinkel
- (5) Vorspannung des Lagers

#### ■ Wälzkörper (Rolle oder Kugel)

Die Oberflächenkontaktform zwischen Wälzkörper und Laufbahn ist ein Linienkontakt bei einem Rollenlager und ein Punktkontakt beim Kugellager. Als Folge davon ist die elastische Deformation eines Lagers im Verhältnis zur Belastung beim Rollenlager niedriger.

#### ■ Größe und Anzahl der Wälzkörper

Größe und Anzahl der Wälzkörper wird bestimmt durch die geforderte Leistungsfähigkeit des Lagers.

I.d.R. führen größere Wälzkörper zu höherer Lagersteifigkeit. Ein Lager mit größeren Wälzkörpern unterliegt jedoch Höheren Kräfte und als Folge davon reduziert sich die Leistungsfähigkeit bei hoher Drehzahl. Eine hohe Anzahl von Wälzkörpern erhöht zwar die Lagersteifigkeit, stellt aber gleichzeitig eine grössere Anzahl von Wärmequellen dar, die in Summe zur Temperaturerhöhung beitragen können.

Aus genannten Gründen werden für Hochgeschwindigkeitsanwendungen normalerweise kleinere Wälzkörper verwendet.

Um sowohl "hohe Drehzahl" und "hohe Steifigkeit" zu erzielen, ist jede Bauform der NTN Spindellager mit einer optimierten Innengeometrie gemäss Sonderspezifikation ausgeführt.

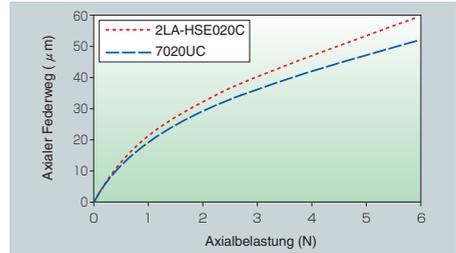


Abb. 2.5

#### ■ Material der Wälzkörper (Keramik und Stahl)

Bestimmte NTN Lager haben keramische Wälzkörper. Da der Elastizitätsmodul von Siliziumnitrid (315 GPa) größer als der von Lagerstahl (210 GPa) ist, ist die Steifigkeit dieses Lagertyps entsprechend höher.

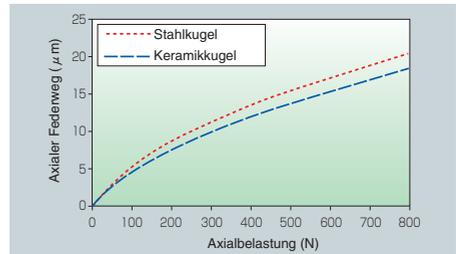


Abb. 2.6

#### ■ Druckwinkel

Ein kleinerer Druckwinkel beim Schrägkugellager hat eine höhere radiale Steifigkeit zur Folge. Wenn ein Axiallager verwendet werden soll, muß es einen entsprechend großen Druckwinkel aufweisen, um ausreichend hohe axiale Steifigkeit zu gewährleisten.

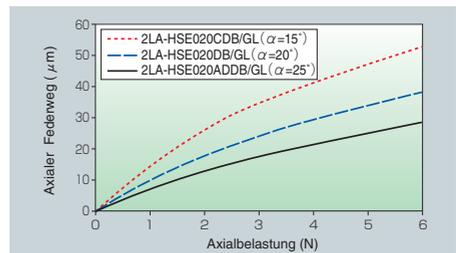


Abb. 2.7

**Lagervorspannung**

Höhere Vorspannung eines vorgegebenen Lagers bedeutet höhere Steifigkeit (Abb. 2.8). Eine zu hohe Vorspannung kann jedoch zur Überhitzung, zum Fressen und/oder zu frühzeitigem Verschleiß des Lagers führen. Es ist möglich, Lager in drei- oder vierreihigen Konfiguration zu verwenden, um eine erhöhte axiale Steifigkeit zu erzielen. (Abb. 2.9).

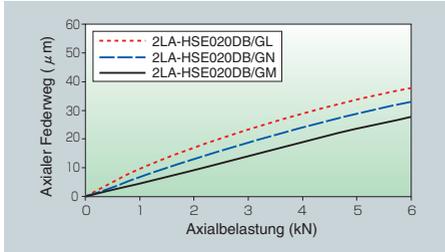


Abb. 2.8

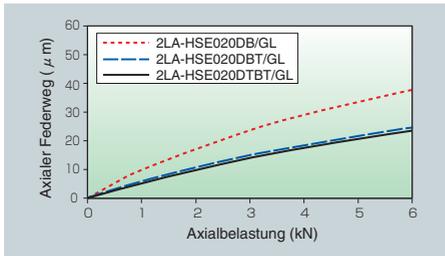


Abb. 2.9

**Vorspannung und Vorspannmethoden**

Methoden zur Lagervorspannung können unterschieden nach Wegeistellung und Kräfteinstellung (Druck) (Abb. 2.10).

Definierte Wegeistellung ist nützlich zur Erhöhung der Steifigkeit einer Lagereinheit, da die exakte Positionierung einzelner Lager zueinander eingehalten werden kann. Wenn andererseits die Lagervorspannung mittels (Feder-)Kraft realisiert wird, bleibt diese Druckvorspannung konstant auch dann, wenn sich die Distanz zwischen den Lagern durch Wärmeeintrag über die Spindel oder Veränderung der Belastung ändert.

Die Standardvorspannung für Duplex-gepaarte Lager wird in den entsprechenden Lagertabellen für jedes Lager angegeben.

Wenn ein Schrägkugellager bei hoher Drehzahl betrieben werden soll, beispielsweise für die Hauptspindel einer Werkzeugmaschine, ist die optimale Vorspannung unter Berücksichtigung der Htz. Kontaktspannungen zwischen Wälzkörpern und Laufbahnoberfläche zu bestimmen. Dabei sind die entstehenden Kreiselkräfte und Zentrifugalkräfte ebenfalls zu berücksichtigen. Nehmen Sie bei Auslegung entsprechend anspruchsvoller Lagerungsverhältnisse Kontakt mit der Technischen Abteilung von NTN auf.

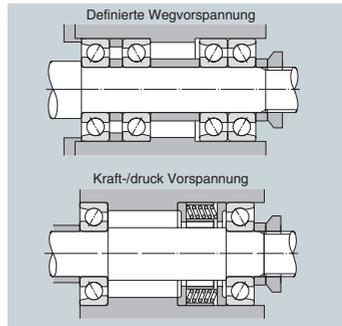


Abb. 2.10

**Vorspannung und Steifigkeit**

Der Einfluss der Vorspannung auf die Lagersteifigkeit ist in Abb. 2.11 dargestellt.

Wenn die Innenringe gemäss Abbildung auf Block verspannt werden, verändert sich die Standhöhe (Breite) der Lager I und II jeweils um das Maß  $\delta_a$ , was gleichbedeutend ist dem Vorspannungseintrag  $F_a$ . Wird dieser Anordnung eine weitere, äussere Axiallast  $F_a$  überlagert, erhöht sich die axiale Stauchung bei Lager I um

$\delta_a$ , während der ursprüngliche Vorspannweg  $F_a$  von Lager II abnimmt.

In diesem Betriebspunkt sind die Belastungen auf die Lager I und II  $F_I$  beziehungsweise  $F_{II}$ . Im Vergleich mit  $\delta_b$  (auftretende elastische Deformation wenn die Axiallast  $F_a$  auf ein nicht vorgespanntes Lager I ausgeübt wird) ist die elastische Deformation  $\delta_a$  klein. Somit hat ein vorgespanntes Lager die höhere Steifigkeit.

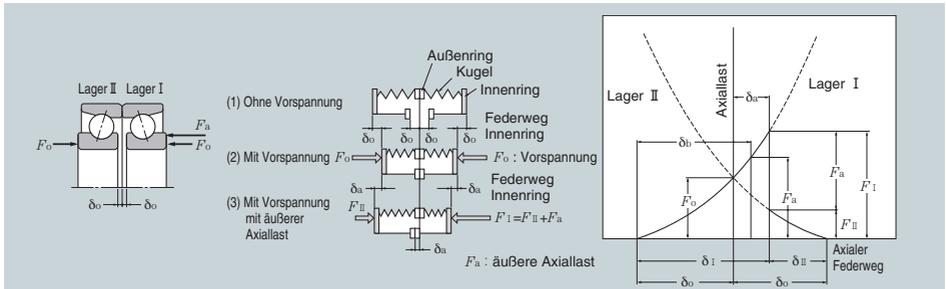
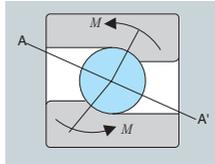


Abb. 2.11 Vorspannungsdiagramm

**■ Gleitanteile durch Kreiseleffekt**

Jeder Wälzkörper (Kugel) in einem Schrägkugellager dreht sich um die Rotationsachse A-A' wie in **Abb. 2.12** dargestellt. Ein sich drehender Körper neigt dazu, seine Rotationsachse in eine vertikale oder horizontale Position auszurichten. Als Folge davon resultiert am Wälzkörper eine Kraft, welche die Orientierung der Drehachse stets zu verändern versucht. Dieses Moment ist bekannt als Kreiselmoment oder Gyro-Moment (M). Wenn dieses Moment infolge des Kreiselmoments größer ist als das Widerstandsmoment (Last und Radius des Wälzkörpers multipliziert mit dem Reibbeiwert zwischen Laufbahn und Wälzkörper), erfolgen kreiselnde Gleitbewegungen auf den Laufbahnoberflächen. Es ist daher erforderlich, diesem Kreiseleffekt mit entsprechender Maßnahme entgegenzuwirken. Die von NTN empfohlenen Vorspannungswerte basieren auf dieser Erkenntnis.



**Abb. 2.12**  
Kreisendes Gleiten

Das auftretende Kreiselmoment kann mit nachstehender Formel berechnet werden.

$$M = k \times \omega_b \times \omega_c \times \sin \beta$$

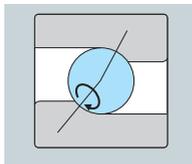
$$k = \frac{1}{10} \times m \times d \omega^2 = 0,45 \times \rho \times d \omega^2$$

$$M \propto d \omega^5 \times n^2 \times \sin \beta$$

M : Kreiselmoment  
 $\omega_b$  : Winkelgeschwindigkeit der Eigenrotation des Wälzkörpers  
 $\omega_c$  : Winkelgeschwindigkeit der Umlaufrotation des Wälzkörpers  
 m : Masse des Wälzkörpers  
 $\rho$  : Dichte des Wälzkörpermaterials  
 $d$  : Durchmesser des Wälzkörpers  
 $\beta$  : Winkel der Rotationsachse des Wälzkörpers  
 n : Drehzahl des Innenringes

**■ Bohrrreibung**

Bei jedem Wälzkörper (Kugel) in einem Schrägkugellager entsteht unvermeidlich die sog. Bohrrreibung an den Laufbahn-Kontaktflächen, entweder am Innen- oder am Außenring, abhängig von der Konstruktion des Lagers (**Abb. 2.13**).



**Abb. 2.13**  
Bohrrreibung

Normalerweise liegt im Bereich niedriger Drehzahlen reine Rollbewegung zwischen der Innenringlaufbahn und den Wälzkörpern vor, und Bohrrreibung liegt vor zwischen der Außenringlaufbahn und den Wälzkörpern (dieser Zustand ist bekannt als Innenringsteuerung).

Im Bereich höherer Drehzahlen entsteht reine Abwälzbewegung zwischen der Außenringlaufbahn und den Wälzkörpern. Bohrrreibungseffekte treten dann auf zwischen der Innenringlaufbahn und den Wälzkörpern (dieser Zustand ist als Außenringsteuerung bekannt). Der Punkt, an dem der Übergang von Innen- auf Außenringsteuerung stattfindet, ist bekannt als Steuerungsübergangspunkt. Die Größenordnung der Bohrrreibung und Steuerungsübergangspunkt können in Abhängigkeit von Lagertyp und Lagerdaten variieren. Im Allgemeinen ist die Größe der Bohrrreibung im Zustand der Außenringsteuerung größer.

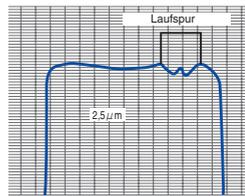
Nach J. H. Rumbarger und J. D. Dunfee nimmt die Wärmeerzeugung zu und Verschleiß beginnt, wenn die Höhe der Bohrrreibung  $4,20 \times 10^6$  (N/m<sup>2</sup>·mm/s) überschreitet.

Daher ist die richtige Vorspannung für Spindellager im Hochdrehzahlbereich wichtig, um die Bohrrreibung zu verhindern.

Ein Beispiel von Verschleiß infolge der Bohrrreibung ist in **Abb. 2.14** gegeben.

Die Größenordnung des durch Bohrrreibung erzeugten Verschleißes wird vom PV-Wert (Niveau der Bohrrreibung) unter Betriebsbedingung der Hauptspindel bestimmt. Daher muß jedes Lager optimal an die Hauptspindel angepasst werden. Das Auftreten von Bohrrreibungsverschleiß ist abhängig ist von der Lagerbauart, der Lagerausführung und den weiteren Lagerspezifikationen. Deshalb hat NTN ein exaktes Verfahren zur Bestimmung des Steuerungsübergangspunktes in einer Auslegungsrichtlinie für Spindellager festgelegt. Somit wird der Betrag von Bohrrreibungsverschleißes bei NTN – Spindellagern minimiert. Natürlich wird der Bohrrreibungsverschleiß auch in erheblichem Maße von den Schmierungsverhältnissen im Kontaktbereich beeinflusst. Unabhängig von der Art der Gleitbewegung können bereits geringe Gleitanteile zu Verschleiß führen bei nicht ausreichender Ölfilmbildung. Eine ausreichende Schmierstoffversorgung muß aber in jedem Fall sichergestellt sein.

Die Form des Verschleißes auf den Laufbahnoberflächen infolge von Bohrrreibung erscheint im Profil wie . Der Verschleiß auf der Laufbahnoberfläche eines Innenrings, der aus Bohrrreibung folgte, ist nachfolgend angegeben.



Lager: 7026T1  
 Axiallast: 2 kN  
 Drehzahl: 5000 min<sup>-1</sup>  
 Schmierung: Fett  
 Laufzeit: 50 h

Mögliche Ursachen für Verschleiß

- (1) Kontaktellipse und Richtung der Bohrrreibung
- (2) Gleitgeschwindigkeit (V)
- (3) Druckverteilung innerhalb der Ellipse (P)
- (4) PV Wert infolge Bohrrreibung
- (5) Verschleiß auf der Laufbahnoberfläche

**Abb. 2.14** Mechanismus des Verschleißes infolge Bohrrreibung

④ Wellen- und Gehäusekonstruktion

Bei der Konstruktion von Lager und Gehäuse ist es wichtig, genügend Anlageschulter für Lager und Gehäuse vorzuhalten um eine ausreichende Abstützfläche unter Berücksichtigung der effektiven Kantenradien der Lagerringe anzubieten.

Die Grenzabmessungen der Kantenradien sind in **Tabelle 2.10** angegeben und die empfohlenen Schulterhöhen und Kantenradien sind in **Tabelle 2.11** aufgelistet.

■ Abmessungen der Lagerkantengeometrien

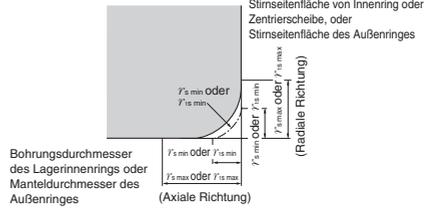


Abb. 2.15

Tabelle 2.10 Zulässige Grenzwerte der Kantenradien

(1) Radiallager (außer Kegelrollenlager)

		Einheit [mm]	
r <sub>1s</sub> min <sup>①</sup> oder r <sub>1s</sub> min	Nennbohrungsdurchmesser d über inkl.	r <sub>1s</sub> max oder r <sub>1s</sub> max	
		Radiale Richtung	Axiale Richtung
0,05	— —	0,1	0,2
0,08	— —	0,16	0,3
0,1	— —	0,2	0,4
0,15	— —	0,3	0,6
0,2	— —	0,5	0,8
0,3	— 40	0,6	1
	40 —	0,8	1
0,6	— 40	1	2
	40 —	1,3	2
1	— 50	1,5	3
	50 —	1,9	3
1,1	— 120	2	3,5
	120 —	2,5	4
1,5	— 120	2,3	4
	120 —	3	5
	— 80	3	4,5
2	80 220	3,5	5
	220 —	3,8	6
2,1	— 280	4	6,5
	280 —	4,5	7
	— 100	3,8	6
2,5	100 280	4,5	6
	280 —	5	7
3	— 280	5	8
	280 —	5,5	8
4	— —	6,5	9
5	— —	8	10
6	— —	10	13
7,5	— —	12,5	17
9,5	— —	15	19
12	— —	18	24
15	— —	21	30
19	— —	25	38

① Dies sind zulässige minimale Abmessungen der Kantenmaße "r<sub>1s</sub>" oder "r<sub>1s</sub>", sie sind beschrieben im Lagertabellenteil.

(2) Metrische Kegelrollenlager

		Einheit [mm]	
r <sub>1s</sub> min <sup>①</sup> oder r <sub>1s</sub> min	Nennbohrungsdurchmesser des Lagers "d" oder Nennaußenbohrungsdurchmesser "D"	r <sub>1s</sub> max oder r <sub>1s</sub> max	
		Radiale Richtung	Axiale Richtung
0,3	— 40	0,7	1,4
	40 —	0,9	1,6
0,6	— 40	1,1	1,7
	40 —	1,3	2
1	— 50	1,6	2,5
	50 —	1,9	3
	— 120	2,3	3
1,5	120 250	2,8	3,5
	250 —	3,5	4
	— 120	2,8	4
2	120 250	3,5	4,5
	250 —	4	5
	— 120	3,5	5
2,5	120 250	4	5,5
	250 —	4,5	6
	— 120	4	5,5
3	120 250	4,5	6,5
	250 400	5	7
	400 —	5,5	7,5
	— 120	5	7
4	120 250	5,5	7,5
	250 400	6	8
	400 —	6,5	8,5
5	— 180	6,5	8
	180 —	7,5	9
6	— 180	7,5	10
	180 —	9	11

② Dies sind zulässige, minimale Abmessungen der Kantengeometrie "r<sub>1s</sub>" oder "r<sub>1s</sub>", sie sind in der Dimensionstabelle aufgeführt.

③ Innenringe in Übereinstimmung mit der Kategorie von "d" und Außenringe mit der von "D".

Anmerkung: Dieser Standard wird auf Lager angewendet, deren Abmessungsreihe (siehe Dimensionstabelle) im ISO Standard 355 oder in JIS B 1512 spezifiziert sind. Für weitere Information betreffs Lager außerhalb dieser Standards oder Kegelrollenlager, welche nach US-Standards gefertigt sind, sprechen Sie bitte die Technische Abteilung von NTN an.

(3) Axiallager

		Einheit [mm]	
r <sub>1s</sub> min oder r <sub>1s</sub> min <sup>①</sup>	r <sub>1s</sub> max oder r <sub>1s</sub> max Radiale und axiale Richtung		
		0,05	0,1
0,08	0,16		
0,1	0,2		
0,15	0,3		
0,2	0,5		
0,3	0,8		
0,6	1,5		
1	2,2		
1,1	2,7		
1,5	3,5		
2	4		
2,1	4,5		
3	5,5		
4	6,5		
5	8		
6	10		
7,5	12,5		
9,5	15		
12	18		
15	21		
19	25		

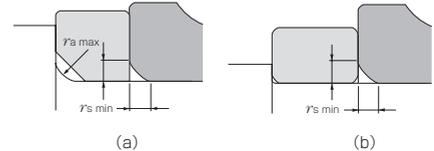
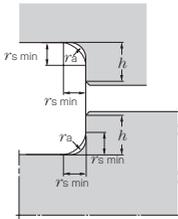
④ Dies sind zulässige minimale Abmessungen für die Kantengeometrie "r<sub>1s</sub>" oder "r<sub>1s</sub>", sie sind beschrieben im Lagertabellenteil.

**Anlagehöhe und Anschlussradius**

Die Anlagehöhe bei Wellen und Gehäusen ( $h$ ) sollte größer als die maximal zulässigen Lagerkantenabmessungen ( $r_{s \max}$ ) sein und die Anlage muss so konstruiert sein, daß die Lagerstirnseite direkt anliegt. Der Anschlussradius ( $r_a$ ) muß kleiner sein als der kleinste zulässige Lagerkantenradius ( $r_{s \min}$ ), damit einwandfreier Sitz und Anlage des Lagers sichergestellt ist.

**Tabelle 2.11** listet die Anlagehöhe ( $h$ ) und den Anschlussradius ( $r_a$ ) auf.

Für Lager, die sehr hohe axiale Belastungen aufnehmen, müssen die Wellenschultern höher sein als die Werte in der Tabelle.



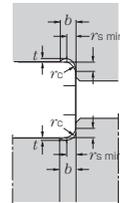
**Abb. 2.16** Lagereinbau mit Ausgleichsstück

**Tabelle 2.11** Anschlussradius und Anlagehöhe

Einheit [mm]		
Kantenabstand	Radius	Anlagehöhe $h$ (min)
$r_{s \min}$	$r_{as \max}$	Normale Einsatzbedingungen <sup>①</sup>
0,05	0,05	0,3
0,08	0,08	0,3
0,1	0,1	0,4
0,15	0,15	0,6
0,2	0,2	0,8
0,3	0,3	1,25
0,6	0,6	2,25
1	1	2,75
1,1	1	3,5
1,5	1,5	4,25
2	2	5
2,1	2	6
2,5	2	6
3	2,5	7
4	3	9
5	4	11
6	5	14
7,5	6	18
9,5	8	22
12	10	27
15	12	32
19	15	42

① Wenn ein Lager große Axiallast aufnimmt, muß die Schulterhöhe den hier genannten Wert überschreiten.

Anmerkung:  $r_{as \max}$  ; maximal zulässiger Anschlussradius



**Tabelle 2.12** Konturabmessungen beim Schleifen

$r_{s \min}$	Konturabmessungen		
	$b$	$t$	$r_c$
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
2,5	4	0,5	2,5
3	4,7	0,5	3
4	5,9	0,5	4
5	7,4	0,6	5
6	8,6	0,6	6
7,5	10	0,6	7

### 3. Tragfähigkeit und Lagerlebensdauer

#### ① Lagerlebensdauer

Auch in Lagern, welche unter normalen Bedingungen arbeiten, sind die Oberflächen der Laufbahnen und die der Wälzkörper konstant wiederholten Druckspannungen ausgesetzt, welche eine Schälung Oberflächen verursachen können. Diese Schälung ist eine Folge von Materialermüdung und führt schließlich zum Versagen der Lager. Die effektive Lebensdauer eines Lagers wird für gewöhnlich definiert als Anzahl der Gesamtumdrehungen, welche ein Lager ertragen kann, bevor Schälung, entweder der Laufbahnoberfläche oder des Wälzkörpers, einsetzt.

Andere Ursachen für Lagerausfälle sind Reibverschleiß, Überförrung von abrasiven Fremdkörpern, Brinelling, Korrosion usw. Diese so genannten "Ursachen" des Lagerversagens werden im Allgemeinen jedoch durch inkorrekten Einbau, ungenügendes und falsches Schmieren, fehlerhafte Abdichtung oder falscher Lagerauswahl verursacht. Da die o.g. Ursachen für Lagerversagen durch Ergreifen entsprechender Maßnahmen vermieden werden können und nicht auf Materialermüdung zurückzuführen sind, werden sie unanabhängig von der klassischen Schälung betrachtet.

Für gewöhnlich ist die auf die Hauptspindel einer Werkzeugmaschine ausgeübte Belastung relativ gering, verglichen mit den dynamischen, zulässigen Belastungen des Lagers. Die nominelle Lebensdauer ist daher i.d.R. unproblematisch.

Die folgenden Betriebsbedingungen können die Lagerfunktionen (Laufgenauigkeit, Steifigkeit, Wärmeerzeugung, usw.) erheblich mehr als die Lebensdauer des Lagers beeinträchtigen und erfordern daher besondere Aufmerksamkeit:

- (1) **Betrieb bei hoher Drehzahl**
- (2) **Hohe Vorspannung**
- (3) **Starke Schiefstellung (Durchbiegung) der Welle**
- (4) **Großer Temperaturunterschied zwischen Innen- und Außenringen.**

Für weitere Informationen sprechen Sie bitte die Technische Abteilung von NTN an.

#### ■ Nominelle Lebensdauer und Dynamische Tragzahl

Eine Menge scheinbar identischer Lager wird eine relativ große Streubreite bei der erzielten Lebensdauer zeigen, obwohl sie gleichen Prüfbedingungen unterworfen wird.

Die Berechnung von nominellen Lebensdauern folgt einer statistischen Zufallsverteilung, die wie folgt definiert ist:

Die nominelle Lebensdauer basiert auf einem statistischen 90%-Modell, welches ausgedrückt wird als die Gesamtzahl der Umdrehungen, welche von 90% der gleichen Lager einer Menge unter identischen Betriebsbedingungen erreicht oder überschritten wird, bevor Materialermüdung in Form von

Schälung eintritt. Für Lager, welche bei einer festen, konstanten Drehzahl betrieben werden, wird die nominelle Lebensdauer (90% Zuverlässigkeit) ausgedrückt als Gesamtzahl von Betriebsstunden.

Die Dynamische Tragzahl stellt somit ein Maß für die Belastbarkeit Lagers dar, die es über einen bestimmten Zeitraum oder über eine bestimmte Anzahl von Umdrehungen ertragen kann. Die Dynamische Tragzahl stellt die dynamische Belastung dar, die das Lager über mindestens 1 Million Umdrehungen ertragen kann. Das wird ausgedrückt als reine radiale Belastung für Radiallager und reine axiale Belastung für Axiallager. Diese wird bezeichnet als Nominelle Dynamische Tragzahl ( $C_r$ ) bei Radial- und als Nominelle Dynamische Tragzahl ( $C_a$ ) bei Axiallagern. Die Nominellen Dynamischen Tragzahlen in den Lagertabellen dieses Kataloges gelten für die aufgeführten Lager, die entweder aus NTN Standard- oder aus Sondermaterial mit den zugehörigen Fertigungstechnologien hergestellt sind.

Die folgende, grundlegende Gleichung beschreibt die Abhängigkeit zwischen Dynamischer Tragzahl und Dynamischer Äquivalentbelastung:

Für Kugellager:  $L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^3 \dots\dots\dots (3.1)$

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P}\right)^3 \dots\dots\dots (3.2)$$

Für Wälzlager:  $L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^{10/3} \dots\dots\dots (3.3)$

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P}\right)^{10/3} \dots\dots\dots (3.4)$$

Dabei ist:

- $L_{10}$  : Nominelle Lebensdauer,  $10^6$  Umdrehungen
- $L_{10h}$  : Nominelle Lebensdauer in [Std.]
- $C$  : Nominelle Dynamische Tragzahl, [N] (kgf)
  - ( $C_r$ : Radiallager,  $C_a$ : Axiallager)
- $P$  : Äquivalente dynamische Belastung, [N] (kgf)
  - ( $P_r$ : Radiallager,  $P_a$ : Axiallager)
- $n$  : Drehzahl [1/min]

Wenn mehrere Lager als komplette Einheiten in Maschinen oder Ausrüstung eingebaut sind, werden diese bei der Berechnung der Lagerlebensdauer als ein Ganzes angesehen (Siehe Formel 3.5).

$$L = \frac{1}{\left(\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots + \frac{1}{L_n}\right)^{1/6}} \dots\dots\dots (3.5)$$

Dabei ist:

- $L$  : Nominelle Lebensdauer der Lagereinheit [Std.]

- $L_1, L_2, \dots, L_n$ : Nominelle Lebensdauer der einzelnen Lager, 1, 2, ..., n, [Std.]

$e = 10/9$ .....Für Kugellager  
 $e = 9/8$ .....Für Rollenlager

Wenn sich die Belastungsbedingungen in in zyklischen Zeitabständen verändern, kann die Lebensdauer mit der ermittelt (3.6) angegeben werden.

$$L_m = \left( \frac{\Phi_1}{L_1} + \frac{\Phi_2}{L_2} + \dots + \frac{\Phi_j}{L_j} \right)^{-1} \dots\dots\dots (3.6)$$

mit :

- $L_m$  : Gesamt – Lebensdauer [Std.]
- $\Phi_j$  : Zeitanteil der einzelnen Laststufen ( $\sum \Phi_j = 1$ )
- $L_j$  : Lebensdauer im einzelnen Zeitanteil, Std.

**■ Modifizierte Nominelle Lebensdauer**

Die Nominelle Lagerlebensdauer (90% Zuverlässigkeit) wird mit der bereits aufgeführten Gleichung (3.2) ermittelt. Bei speziellen Anwendungen wird jedoch eine Erlebenswahrscheinlichkeit von über 90% gefordert. Zur Erfüllung dieser Anforderung kann die Nominelle Lagerlebensdauer durch den Einsatz modifizierter Lagermaterialien und/oder Herstellungsprozesse erweitert werden. Ferner wird die Lagerlebensdauer auch beeinflusst durch die Betriebsbedingungen wie Schmierung, Temperatur, Sauberkeit, Drehzahl usw.

Die modifizierte nominelle Lebensdauer, die diese Verhältnisse berücksichtigt, wird mit Formel (3.7) bestimmt.

$$L_{na} = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot L_{10} \dots\dots\dots (3.7)$$

mit:

- $L_{na}$  : Modifizierte Nominelle Lebensdauer in Millionen Umdrehungen ( $10^6$ )
- $a_1$  : Wahrscheinlichkeitsbeiwert
- $a_2$  : Materialbeiwert
- $a_3$  : Beiwert für die Umgebungsbedingungen

**● Lebensdauerbeiwert  $a_1$  für die Erlebenswahrscheinlichkeit**

Der Beiwert  $a_1$  für die Erlebenswahrscheinlichkeit ist in der **Tabelle 3.1** für Zuverlässigkeiten von 90% und höher angegeben.

**Tabelle 3.1  $a_1$  – Faktor für die Erlebenswahrscheinlichkeit**

Zuverlässigkeit %	$L_n$	$a_1$ - Beiwert
90	$L_{10}$	1,00
95	$L_5$	0,62
96	$L_4$	0,53
97	$L_3$	0,44
98	$L_2$	0,33
99	$L_1$	0,21

**●  $a_2$  – Materialbeiwert**

Die Lagerlebensdauer wird entscheidend mitbestimmt durch den verwendeten Wälzlagerstahl und seine Eigenschaften sowie den Wärmebehandlungsprozessen. Daher wird die Nominelle Lebensdauer mit dem  $a_2$  – Materialbeiwert modifiziert.

Die im Katalog angegebenen dynamischen Tragzahlen basieren auf NTN Standardmaterial und NTN Standard-Wärmebehandlungsverfahren. Daher wird ein  $a_2$  – Materialbeiwert von 1 vorausgesetzt. Ein Beiwert >1 kommt speziell für modifizierte Stähle und/oder Wärmebehandlungen zur Anwendung. Details zu diesen Möglichkeiten erläutert Ihnen die Technische Abteilung von NTN.

**●  $a_3$  – Beiwert für die Betriebsbedingungen**

Der  $a_3$  – Beiwert berücksichtigt die speziellen Schmierungs-, Sauberkeits-, Temperatur-, Drehzahl- und Lastverhältnisse in der direkten Lagerumgebung. Er wird kleiner 1 bei ungünstigen Verhältnissen ( Fremdkörper, Schmutz,...) und grösser als 1 bei vorteilhaften Umgebungsbedingungen.

Grundsätzlich gilt: sofern die Schmierungsbedingungen normal sind, beträgt der  $a_3$  – Beiwert 1. Bei Vollschmierung und guter Sauberkeit kann der  $a_3$  – Beiwert deutlich grösser als 1 werden. Der  $a_3$  – Beiwert wird hingegen kleiner 1 wenn:

- die dynamische Viskosität des Schmieröls zu niedrig wird für die Betriebstemperatur, es kann metallischer Kontakt entstehen (13 mm<sup>2</sup>/s oder weniger für Kugellager, 20 mm<sup>2</sup>/s für Rollenlager )
- die Drehzahl ist sehr niedrig (wenn der  $d_m \times n$  – Wert ( Drehzahl  $\times$  Teilkreisdurchmesser  $d_m \times n$  – Wert) < 10.000 wird )
- die Betriebseinsatztemperatur zu hoch ist
- das Schmiermittel mit Fremdkörpern oder Feuchtigkeit kontaminiert ist

**Neue Lagerlebensdauerformel**

Durch eine nennenswerte Verbesserung von Lagermaterialien und Herstellungstechniken erreichen Lager inzwischen Lebensdauern, welche um ein Mehrfaches höher sein können, als die gemäss Gl.(3.7) ermittelten. Voraussetzung dafür ist, dass keine Einbaufehler vorliegen, hohe Sauberkeit herrscht und der Schmierstoff passend gewählt ist. Diese Erkenntnis konnte durch eine Vielzahl von Testreihen und Prüfungen seitens NTN bestätigt werden. Der neue Lagerlebensdaueransatz gemäss NTN – Methode basiert auf dem Modell der Ermüdungsgrenzbelastung, der zufolge die Lagerlebensdauer unter entsprechend vorteilhaften Umgebungsbedingungen und einem oberen Flächenpressungsgrenzwert unendlich sein kann. Aus diesem Grunde führt NTN neuerdings Berechnungen auf Basis der Htz. Flächenpressungen durch, wobei eine Ermüdungsgrenzbelastung von 1,5 GPa gemäss in ISO281: 1990/Amd2: 2000 nicht zu überschreiten ist, um Dauerfestigkeit nachzuweisen. Andererseits kann die tatsächliche Lebensdauer eines Wälzlagers dramatisch kürzer sein als die nach Formel 3.7 ermittelte, wenn entsprechend viele bzw. abrasive Fremdkörper ins Lager eindringen. Schlechte Schmierungsbedingungen können ebenfalls dazu führen, daß die tatsächliche Lebensdauer geringer ist als die nominelle Lebensdauer. Für das neue Verfahren zur Bestimmung der Lebensdauer hat NTN den  $a_{NTN}$  – Beiwert mit in die folgende, neue Formel aufgenommen:

$$L_{10} = a_n \cdot a_{NTN} \cdot \left(\frac{C}{P}\right)^p \dots\dots\dots (3.8)$$

**Lagerlebensdauertheorie**

**(1) Konventioneller Ansatz gemäß Lundberg-Palmgren (L-P)**

Gemäß der L-P Theorie wird die Spannung im Material berücksichtigt, die schließlich zur Wälzermüdung führt; dabei handelt es sich um die maximale Scherspannung  $\tau_o$ , die in einer Tiefe von  $Z_o$  unterhalb der Kontaktoberfläche in einer Ebene parallel zur Wälzebene vorherrscht. Einer Theorie von Neuber zur Folge nimmt die Belastbarkeit eines Materials ab dadurch, dass das in Anspruch genommene Volumen unter Belastung kleiner wird. Die L-P Theorie hingegen setzt voraus, daß sich zunächst ein Anriss in etwa der Tiefe  $Z_o$  ausbildet an einer Material-fehlstelle, sich ausbreitet bis zur Kontaktoberfläche und dort als Ermüdung bzw. Materialausbruch sichtbar wird. Die Überlebenswahrscheinlichkeit  $S$  eines unter Belastung  $N$ -mal überrollten Volumenelementes  $V$  wird mit der nachfolgenden Formel gemäss Weibull - Theorie bestimmt.

$$L_n \frac{1}{S} \propto \frac{N^e \tau_o^c V}{z_o^h} \dots\dots\dots (3.9)$$

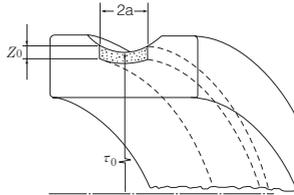
- mit,
- $S$  : Überlebenswahrscheinlichkeit eines Volumenelementes  $V$
  - $N$  : Anzahl der wiederholt eingebrachten Belastungen
  - $e$  : Weibull Exponent (Kennzahl, die das Ausfallverhalten charakterisiert)
  - $\tau_o$  : Maximale Scherspannung
  - $Z_o$  : Tiefe unterhalb der Oberfläche, wo die maximale Scherspannung auftritt
  - $c, h$  : Konstanten

Aus dieser statistischen Beschreibung von Überlebenswahrscheinlichkeit und Belastung ist die Formel zur Ermittlung der Nominellen Lebensdauer gemäss L-P abgeleitet:

tlung der Nominellen Lebensdauer gemäss L-P abgeleitet:

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p \dots\dots\dots (3.10)$$

- mit,
- $L_{10}$  : Nominelle Lebensdauer
  - $C$  : Dynamische Tragzahl
  - $P$  : Dynamisch äquivalente Belastung
  - $p$  :  $(c-h+2) / 3e$  (Punktkontakt)
  - $(c-h+1) / 2e$  (Linienkontakt)



**Abb. 3.1 belastetes Volumenelement im Wälzkontakt gemäss der L-P Theorie**

**(2) Neue NTN - Lagerlebensdauertheorie**

Die L-P Theorie sagt Materialermüdung in Folge von Scherspannung voraus, die wiederum herrührt aus Materialüberrollung und Htz. Kontaktpressung. Die neue Lagerlebensdauertheorie von NTN hingegen berücksichtigt nicht nur die Materialermüdung an der Oberfläche, sondern die Lebensdauer eines jeden Volumenelementes ( $\Delta L_i$ ) basierend auf der zugehörigen lokalen Spannung ( $\sigma_i$ ). Dies erfolgt durch Aufteilung des Materials vom Kern bis hin zur Oberfläche in kleine Segmente – wie in **Abb. 3.2** dargestellt. Die Gesamtlebensdauer  $L$  über alle Segmente wird schliesslich mit die Formel 3.13 erfasst.

$$L_n \frac{1}{\Delta S_i} \propto \frac{\Delta N_i^e \sigma_i^c \Delta V_i}{z_i^h} \dots\dots\dots (3.11)$$

$$\Delta L_i = \Delta N_i \propto (\sigma_i^c \Delta V_i^{-1} z_i^h)^{1/e} \dots\dots\dots (3.12)$$

$$L = \left\{ \sum_{i=1}^n \Delta L_i \right\}^{-1/e} \dots\dots\dots (3.13)$$

- Mit,
- $\Delta S_i$  : Überlebenswahrscheinlichkeit des Volumens  $\Delta V_i$  incl. der unterteilten Segmente
  - $L$  : Lagerlebensdauer
  - $Z_i$  : Tiefe der unterteilten Volumenelemente  $\Delta V_i$  unterhalb der Oberfläche
  - $n$  : Anzahl der Segmente
  - $\sigma_u$  : Ermüdungsgrenzbelastung
- Ermüdungsgrenzbelastung ist die Belastung, bei der ein Wälzlager noch als dauerhaft angesehen werden kann bei entsprechenden Schmierungsverhältnissen
  - ISO 281: 1990/Amd2: 2000 spezifiziert 1,5 GPa als die maximal zulässige Flächenpressung für Dauerfestigkeit. NTN ermittelt diese Grenzbelastung in Höhe von 1,5 GPa  $v$  gemäss Theorie von Von-Mises;
  - Wenn  $\sigma_i$  kleiner ist als  $\sigma_u$  (Ermüdungsgrenzbelastung), kann die Lebensdauer des betroffenen Volumenelementes ( $\Delta L_i$ ) unendlich sein.

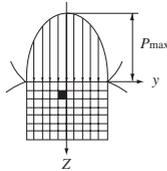


Abb. 3.2 Berechnungsmodell

**Neue NTN - Lagerlebensdauertheorie**

Das Verhältnis zwischen dem Lagerlebensdauerbeiwert  $a_{NTN}$  und der modifizierten nominellen Lebensdauer  $L_{min}$  wird in der nachstehenden Formel (3.14) definiert:

$$L_{min} = a_1 \cdot a_{NTN} \cdot \left(\frac{C}{P}\right)^p \dots \dots \dots (3.14)$$

- mit,
- $L_{min}$  : modifizierte nominelle Lebensdauer
  - $a_1$  : Beiwert zur Erlebenswahrscheinlichkeit
  - $a_{NTN}$  : NTN-Lebensdauerbeiwert, der Materialeigenschaften, Ermüdungsgrenzbelastung, Verschmutzung und Ölfilmparameter berücksichtigt ( $\Delta$ ) ( $0.1 \cdot a_{NTN} \cdot 50$ )
  - $C$  : Dynamische Tragzahl
  - $P$  : Dynamisch äquivalente Belastung
  - $p$  : Exponent 3 (für Kugellager), 10/3 (für Rollenlager)

**(1) Einfluss der Ermüdungsgrenze**

Die neue Lagerlebensdauerformel von NTN basiert auf einer Theorie für die Ermüdungslebensdauer, bei der diese unterhalb einer definierten Flächenpressung unendlich wird - wie in **Abb. 3.3** gezeigt. Voraussetzung dafür sind wiederum gute Sauberkeit des Schmiermittels sowie ordnungsgemäße Schmierfilmbildung.

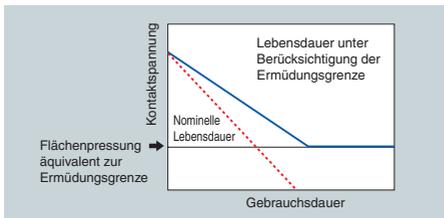


Abb. 3.3 Theorie der Ermüdungsgrenze

**(2) Einfluss von Fremdkörpern**

Der Effekt, der von Fremdkörpern im Lager ausgeht, kann als oberflächen-initiierte Ermüdung angesehen werden. Fremdkörper können in die Materialoberfläche eingedrückt werden und stellen damit eine Fehlstelle dar. NTN's neue Theorie zur Bestimmung der Lagerlebensdauer berücksichtigt sowohl die Größe von Fremdkörpern bzw. die dadurch hervorgerufenen Fehlstellen und die dort entstehende Spannungskonzentration als auch die Menge von Fremdkörpern und die damit einhergehende Wahrscheinlichkeit für die Fremdkörperüberrollung. Beide Parameter beeinflussen die Lagerlebensdauer erheblich.

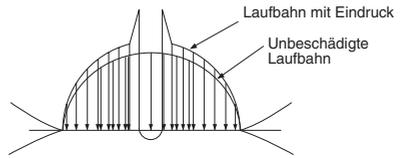


Abb. 3.4 Flächenpressungsverteilung als Folge einer Laufbahneindrückung

**(3) Einfluss des Ölfilmparameters ( $\Delta$ )**

Auch der Ölfilmparameter soll zur Berechnung der Lagerlebensdauer berücksichtigt werden. Der Ölfilmparameter, definiert als  $\Delta$ , ist das Verhältnis von Ölfilmstärke zu Oberflächenrauigkeit. Er wird verwendet, um die mittlere Spannung in der Kontaktzone zweier sich berührender Flächen - wie Wälzkörper und Laufbahn - zu ermitteln. Aus dieser Spannung in der Oberfläche kann die Flächenpressung abgeleitet werden. Die Lagerlebensdauer wird dann wiederum aus der Flächenpressung bestimmt.

Oberflächenbeschreibung zweier sich berührender Körper  
Berechnungsmodell

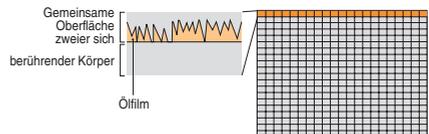


Abb. 3.5 Modell der Spannungsverteilung in der Oberflächenschicht

**Tabelle zur neuen Lebensdauerberechnungsformel**

In **Tabelle 3.2** sind verschiedene Grade von Verschmutzung definiert. Die Werte der ISO-Sauberkeitsklassen und die der NAS-Klassen gelten für Rillenkugellager.

**Tabelle 3.2 Verschmutzungsgrad**

Grad der Verschmutzung	Extrem sauber	Sauber	Normal	Leicht verunreinigt	Üblich verunreinigt	Stark verunreinigt	Sehr stark verunreinigt	
Verschmutzungsfaktor	1	0,8	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	
Angabe Partikelgröße	Gefiltert						ohne Filter	
	Weniger als 10 $\mu\text{m}$	10~30 $\mu\text{m}$	30~50 $\mu\text{m}$	50~70 $\mu\text{m}$	70~100 $\mu\text{m}$	100 $\mu\text{m}$ oder mehr	Eintrag von viel Staub	
ISO Sauberkeitsklasse (ISO 4406)	13/10	15/12	17/14	19/16	21/18	23/20	25/22	
NAS Klasse	0	3	6	8	9	10	12	

(1) Effekt von Fremdkörpern auf das Verhältnis von Belastung ( $P/C$ ) und  $a_{NTN}$ -Lebensdauerbeiwert

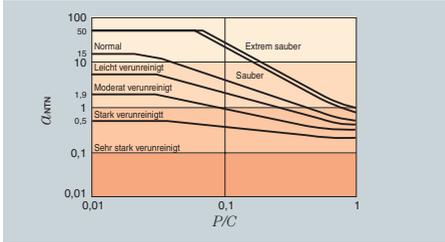


Abb.3.6 Abhängigkeit von  $P/C$  und  $a_{NTN}$  (Einfluss von Fremdkörpern im Kugellager)

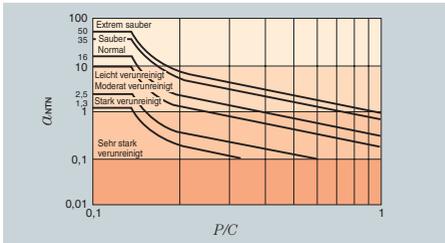


Abb.3.7 Abhängigkeit von  $P/C$  und  $a_{NTN}$  (Einfluss von Fremdkörpern in Rollenlagern)

(2) Einfluss des Ölfilmparameters ( $\Delta$ ) auf die Abhängigkeit zwischen Belastung ( $P/C$ ) und  $a_{NTN}$ -Lebensdauerbeiwert

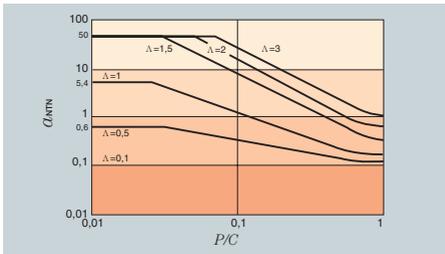


Abb.3.8 Abhängigkeit von  $P/C$  und  $a_{NTN}$  (Einfluss von  $\Delta$  auf Kugellager)

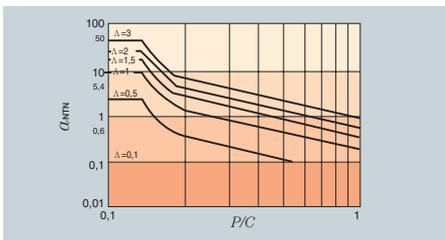


Abb.3.9 Abhängigkeit von  $P/C$  und  $a_{NTN}$  (Einfluss von  $\Delta$  auf Rollenlager)

② Statische Tragzahl und zulässige Axiallast

■ Statische Tragzahl

Wenn nicht rotierende Wälzlager statischen Belastungen ausgesetzt werden, erleiden sie eine örtliche, permanente Deformation der Kontaktflächen im Kontaktpunkt zwischen den Wälzelementen und den Laufbahnen. Die Größenordnung der Deformation steigt in dem Maße, in dem die Belastung zunimmt. Wenn diese äussere Last bestimmte Grenzen überschreitet, wird späterer, dynamischer Betrieb der Lager beeinträchtigt.

Die Erfahrung zeigt, daß eine bleibende Verformung von 0,0001 des Wälzkörper – Durchmessers, die im höchst belasteten Kontaktbereich auftritt, ohne Beeinträchtigung der Laufeigenschaften gerade noch toleriert werden kann.

Die statische Tragzahl bezieht sich auf eine definierten statischen Belastungsgrenzwert, bei dem ein bestimmter Betrag an bleibender Deformation eintritt. Das betrifft reine Radialbelastung für Radiallager und reine Axialbelastung für Axiallager. Die maximal zulässigen Spannungsgrenzwerte für Wälzkörper und Laufbahnen werden nachfolgend angegeben.

Für Kugellager	4 200MPa	{428kgf/mm <sup>2</sup> }
Für Pendelkugellager	4 600MPa	{469kgf/mm <sup>2</sup> }
Für rollenlager	4 000MPa	{408kgf/mm <sup>2</sup> }

Die mit "Statische Radiale Tragzahl" für Radiallager und "Statische Axiale Tragzahl" für Axiallager bezeichneten Kennwerte sind in den Lagertabellen unter  $C_{or}$  oder  $C_{oa}$  aufgeführt.

■ Zulässige statische äquivalente Belastung

Im Allgemeinen wird die zulässige Statisch Äquivalente Belastung durch die statische Tragzahl begrenzt - wie oben beschrieben. Abhängig von den Anforderungen hinsichtlich Reibung und einwandfreiem Betrieb können diese Grenzen jedoch höher oder niedriger sein als die statische Tragzahl.

Dieses Verhältnis wird im Allgemeinen bestimmt durch den Sicherheitsfaktors  $S_0$  wie in **Tabelle 3.3** und Formel (3.13) angegeben:

$$S_0 = C_0 / P_0 \dots \dots \dots (3.13)$$

mit,

- $S_0$  : Sicherheitsfaktor
- $C_0$  : Statische Tragzahl, N {kgf}

Radiallager:  $C_{or}$

Axiallager:  $C_{oa}$

$P_0$  : Statisch äquivalente Belastung, N {kgf}

Radiallager:  $P_{or}$

Axiallager:  $P_{oa}$

**Tabelle 3.3 Minimaler Sicherheitsbeiwert  $S_0$**

Betriebsbedingungen	Kugellager	Rollenlager
Hohe Drehgenauigkeit erforderlich	2	3
Normale Drehgenauigkeit erforderlich (allgemeine Anwendung)	1	1,5
Geringfügige Einbuss der Drehgenauigkeit zulässig (Niedrige Drehzahl, hohe Belastung, usw.)	0,5	1

Anmerkung: Wenn Schwingungen und/oder Stoßbelastungen zu erwarten sind, ist ein Beiwert für die Stoßbelastungen in den Wert für  $P_0$  max. einzuschließen.

**Zulässige Axialbelastung**

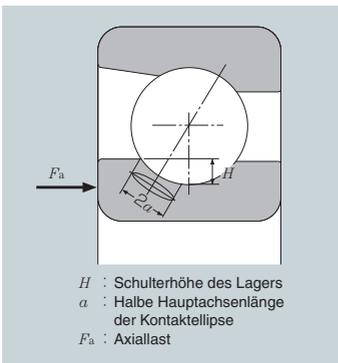
Im Stillstand kann eine höhere Axiallast auf die Hauptspindel einer Werkzeugmaschine – z.B. während des Werkzeugwechsels - ausgeübt werden. Wenn ein Schrägkugellager einer größeren Axialbelastung ausgesetzt wird, kann die Kontaktellipse zwischen den Wälzkörpern und der Laufbahn aus dem Laufbahnbereich auswandern (**Abb. 3.10**). Ferner kann es in Folge von Überlast zu Eindrückungen in der Laufbahn kommen auch ohne Auswanderung der Druckellipse.

Die maximal zulässige Belastung, bei der gerade noch keine Vorschädigung zu erwarten ist, wird bezeichnet als "Zulässige Axiallast".

Die zulässige Axiallast wird erreicht, wenn eine der folgenden Bedingungen zutrifft:

- eine Halbachse der Kontaktellipse erreicht oder überschreitet die Schulter entweder vom Innen- oder vom Außenring.
- Die Flächenpressung im Kontaktpunkt erreicht 3,650 MPa, entweder in der Innen- oder Außenringlaufbahn.

Anzumerken bleibt, daß die Flächenpressung von 3.650 MPa auf der Laufbahnfläche ein Wert ist, der zu einer bleibenden Verformung von 0,00002 bis 0,00005 des Wälzkörperdurchmessers führt. Dies geht aus jahrelangen Erfahrungen von NTN hervor. Die zulässige Axiallast wird für jedes Lager in der zugehörigen Dimensionstabelle angegeben.



**Abb. 3.10**

## 4. Zulässige Drehzahl

Eine hohe Lagerdrehzahl führt zu starkem Temperaturanstieg im Lager infolge der erzeugten Reibungswärme. Wenn die Temperatur des Lagers eine bestimmte Grenze überschreitet, nimmt die Schmiermittelleistung erheblich ab, was ggf. zu Lagerüberhitzung und/oder Fressen führen kann.

Die Faktoren, welche die maximal zulässige Drehzahl limitieren, sind:

- (1) Lagerbauform
- (2) Lagergröße
- (3) Schmierungssystem (Fettschmierung, Luft-Ölschmierung, Einspritz-Schmierung, usw.)
- (4) Betriebsspiel bzw. Vorspannung des Lagers
- (5) Lageranordnung (2-reihig, 3-reihig, 4-reihig)
- (6) Lagerbelastung
- (7) Genauigkeit von Lager, Welle, Gehäuse, usw.

Die maximal zulässigen Drehzahlen in den Lagertabellen sind Richtwerte und nur für solche Lager anwendbar, die ausreichend geschmiert und korrekt vorgespannt sind mit der weiteren Bedingung, daß die Reibungswärme zuverlässig aus der Lagerumgebung abgeführt wird.

Im Falle von Fettschmierung sind diese Drehzahlen nur erreichbar, wenn das Lager mit einer ausreichenden Menge Fett hoher Qualität befüllt ist (wie in **Tabelle 7.3** angegeben), das Lager vorschriftsmäßig eingelaufen ist und die erzeugte Wärme ordnungsgemäß abgeführt wird. Im Falle von Ölschmierung können diese Drehzahlen nur dann von einem Öl-Luft-Schmierungssystem erreicht werden, wenn eine ausreichende Menge von Spindelöl VG32 oder 64 zugeführt wird und die Wärme ebenfalls zuverlässig abgeführt wird. Wenn eine hohe Menge Schmiermittel verwendet werden muss, empfiehlt sich die Öl-Einspritzschmierung, sodaß gute Schmierung und ausreichender Wärmetransport gewährleistet ist. Damit ist der Betrieb bei der maximal zulässigen Drehzahl möglich. Dieses Schmierungssystem hat jedoch relativ hohen Leistungsverlust zur Folge, der Einsatz sollte richtig abgewägt sein.

**Drehzahlfaktor**

Die maximal zulässige Drehzahl eines Lagers kann variieren in Abhängigkeit von dem Verhältnis der Wärmeerzeugung und Wärmeverteilung im Lager, aber auch von der Güte der Schmierstoffversorgung. Die Verhältnisse bei verschiedenen Lageranordnungen (2-reihig bis 4-reihig) mit der zugehörigen Drehzahlreduktion (Drehzahlfaktoren) sind in der **Tabelle 4.1** angegeben für verschiedene Vorspannungsbereiche.

**Tabelle 4.1 Drehzahlfaktoren für Lageranordnungen und Vorspannungen**

Lageranordnung	Kombination	GL	GN	GM
	DB	0,85	0,8	0,65
	DBT	0,7	0,6	0,5
	DTBT	0,8	0,75	0,6

## 5. Lageranordnungen für Hauptspindeln

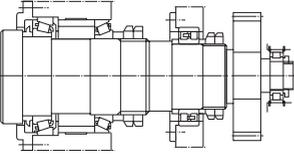
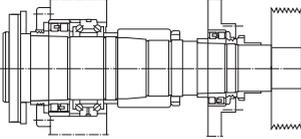
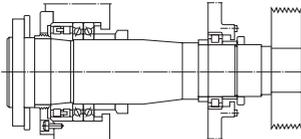
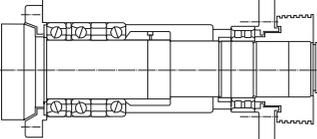
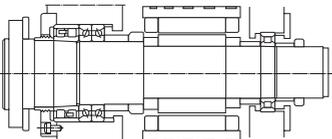
### ① Lageranordnung für Hauptspindeln

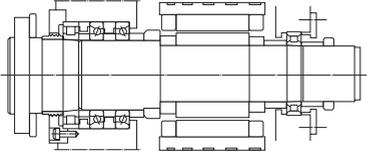
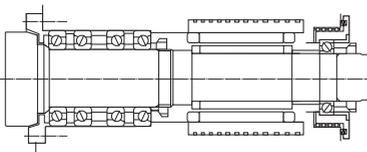
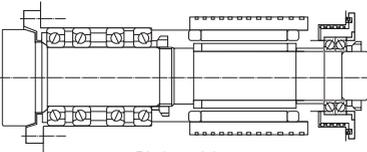
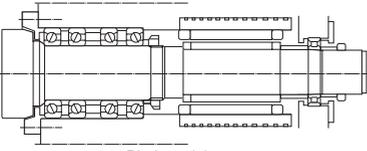
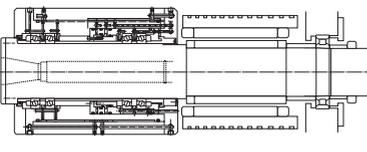
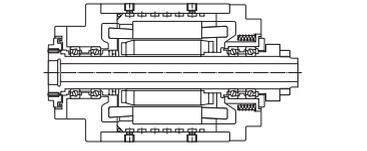
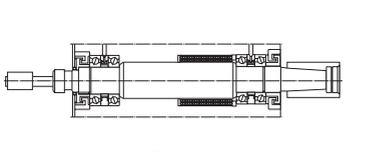
Typische Beispiele von Lageranordnungen für Hauptspindeln von Werkzeugmaschinen sind in **Tabelle 5.1** zusammengefaßt.

Eine optimale Lageranordnung ist unter Berücksichtigung der erforderlichen Eigenschaften der betreffenden Hauptspindel (Maximale Drehzahl, radiale und axiale Steifigkeit, Hauptspindelabmessung, erforderliche Genauigkeiten, Schmierungssystem usw.) zu bestimmen. Zunehmend besitzt eine wachsende Anzahl neuerer Werkzeugmaschinenmodelle Hauptspindeln mit Direktantriebstechnik. Die Wärmezeugung eines eingebauten Motors kann jedoch die Genauigkeit der Hauptspindel und die Leistung des Schmiermittels beeinträchtigen, daher müssen Hauptspindellager und deren Umgebung äußerst sorgfältig ausgewählt werden.

tem usw.) zu bestimmen. Zunehmend besitzt eine wachsende Anzahl neuerer Werkzeugmaschinenmodelle Hauptspindeln mit Direktantriebstechnik. Die Wärmezeugung eines eingebauten Motors kann jedoch die Genauigkeit der Hauptspindel und die Leistung des Schmiermittels beeinträchtigen, daher müssen Hauptspindellager und deren Umgebung äußerst sorgfältig ausgewählt werden.

**Tabelle 5.1** Typische Beispiele von Lageranordnungen für Hauptspindeln

Lageranordnung für Hauptspindel	Lagerbauart	Typische Anwendungen
 <p>Antrieb über Zahnradstufe</p>	<p>[Anordnung I] Kegelrollenlager + Kegelrollenlager + Zweireihiges Zylinderrollenlager</p>	<p>Große Drehmaschine Universaldrehmaschine</p> <p>Typische Schmierung ● Fettschmierung</p>
 <p>Antrieb über Riemen(scheibe)</p>	<p>[Anordnung II] Zweireihiges Zylinderrollenlager + Zweireihiges Axial -Schräggugellager + Zweireihiges Zylinderrollenlager</p>	<p>CNC Drehmaschine Bearbeitungszentrum Bohrmaschine Fräsmaschine</p> <p>Typische Schmierung ● Fettschmierung</p>
 <p>Antrieb über Riemen(scheibe)</p>	<p>[Anordnung III] Zweireihiges Zylinderrollenlager + Duplex -Schräggugellager für Axiallast bei hoher Drehzahl + Einreihiges Zylinderrollenlager ANMERKUNG: Variante von Anordnung II für hohe Drehzahl</p>	<p>CNC Drehmaschine Bearbeitungszentrum Fräsmaschine</p> <p>Typische Schmierung ● Fettschmierung</p>
 <p>Antrieb über Riemen(scheibe)</p>	<p>[Anordnung IV] Duplex -Schräggugellager (DBT Anordnung) + Zweireihiges Zylinderrollenlager ANMERKUNG: Variante von Anordnung II oder III für hohe Drehzahl</p>	<p>CNC Drehmaschine Bearbeitungszentrum Fräsmaschine</p> <p>Typische Schmierung ● Fettschmierung</p>
 <p>Direktantrieb</p>	<p>[Anordnung V] Zweireihiges Zylinderrollenlager + Duplex -Schräggugellager für Axiallast bei hoher Drehzahl + Einreihiges Zylinderrollenlager ANMERKUNG: Variante von Anordnung III mit Direktantrieb, Konfiguration für hohe Drehzahl</p>	<p>CNC Drehmaschine Bearbeitungszentrum Fräsmaschine</p> <p>Typische Schmierung ● Fettschmierung ● Öl - Luftschmierung</p>

Lageranordnung für Hauptspindel	Lagerbauart	Typische Anwendungen
 <p style="text-align: center;">Direktantrieb</p>	<p>[Anordnung VI]                      Einreihiges Kegellager                      +                      Duplex-Schräggugellager für Axiallast bei hoher Drehzahl                      +                      Einreihiges Zylinderrollenlager                      ANMERKUNG: Variante von Type V für hohe Drehzahl</p>	<p>CNC Drehmaschine                      Bearbeitungszentrum</p> <p>Typische Schmierung                      ● Fettschmierung                      ● Öl – Luft Schmierung</p>
 <p style="text-align: center;">Direktantrieb</p>	<p>[Anordnung VII]                      Duplex-Schräggugellager (DTBT Anordnung)                      +                      Einreihiges Schräggugellager (mit Linearausgleich)                      ANMERKUNG: Variante für extrem hohe Drehzahl</p>	<p>Bearbeitungszentrum &lt;vertikal&gt;</p> <p>Typische Schmierung                      ● Fettschmierung                      ● Öl – Luft Schmierung</p>
 <p style="text-align: center;">Direktantrieb</p>	<p>[Anordnung VIII]                      Duplex-Schräggugellager (DTB Anordnung)                      +                      Duplex-Schräggugellager (mit Linearausgleich)                      ANMERKUNG: Variante für extrem hohe Drehzahl</p>	<p>Bearbeitungszentrum &lt;vertikal&gt;</p> <p>Typische Schmierung                      ● Fettschmierung                      ● Öl – Luft Schmierung</p>
 <p style="text-align: center;">Direktantrieb</p>	<p>[Anordnung IX]                      Duplex-Schräggugellager (DTB Anordnung)                      +                      Einreihiges Zylinderrollenlager                      ANMERKUNG: Variante für extrem hohe Drehzahl</p>	<p>Bearbeitungszentrum</p> <p>Typische Schmierung                      ● Fettschmierung                      ● Öl – Luft Schmierung</p>
 <p style="text-align: center;">Direktantrieb</p>	<p>[Anordnung X]                      Lagereinheit mit variabler Vorspannung                      +                      Duplex-Schräggugellager (DBT Anordnung)                      +                      Einreihiges Zylinderrollenlager                      ANMERKUNG: Variante für hohe Steifigkeit und extrem hohe Drehzahl</p>	<p>Bearbeitungszentrum</p> <p>Typische Schmierung                      ● Öl – Luft Schmierung</p>
 <p style="text-align: center;">Direktantrieb</p>	<p>[Anordnung XI]                      Duplex-Schräggugellager (DT Anordnung)                      +                      Duplex-Schräggugellager (DT Anordnung)</p>	<p>Bearbeitungszentrum                      Kleine Drehmaschine                      Schleifmaschine</p> <p>Typische Schmierung                      ● Fettschmierung                      ● Öl – Luft Schmierung</p>
 <p style="text-align: center;">Antrieb mit Riemen (scheibe)</p>	<p>[Anordnung XII]                      Duplex-Schräggugellager (DT Anordnung)                      +                      Duplex-Schräggugellager (DT Anordnung)</p>	<p>Schleifmaschine</p> <p>Typische Schmierung                      ● Fettschmierung                      ● Öl – Luft Schmierung                      ● Ölnebschmierung</p>

2 Lagerauswahl

Mit der Lagerauswahl**tabelle 5.2** bietet NTN eine Richtlinie zur Bestimmung der optimalen Lagerbauart und –ausführung für den Einsatz in Hauptspindeln an. Die römisch nummerierten Lageranordnungen beziehen sich auf die **Tabelle 5.1**. Folgende Auslegungskriterien sind berücksichtigt:

- Bestimmung von Los- und Festlagerseite.

- Festlegung der Lageranordnung gemäss Varianten I bis XII (**Tab. 5.1**) auf der Los- und Festlagerseite.
- Auswahl der zur Lageranordnung ( I ~ XII) passenden Lagerespezifikationen
- Festlegung eines zur Lagerspezifikation passenden Schmierungs-systems.
- Festlegung der geeigneten Lagerausführung.

Tabelle 5.2 Lagerauswahl**tabelle**

Festseite	Losseite	Lagerbauart	Schmierungs-system	Lagerausführung/ <b>ULTAGE</b>		Weitere Berücksichtigungen bei der Auswahl									
				Stahlkugeln/Keramikkugeln											
Duplex-Schräggugellager oder Lagereinheit mit variabler Vorspannung + Duplex-Schräggugellager Lageranordnung [Type IV, VII, VIII, IX, XI, oder XII]	Einreihiges Schräggugellager oder Duplex-Schräggugellager (mit Schieberhülse) Lageranordnung [Type VII, VIII, XI, oder XII]	Spindellager Druckwinkel 30 oder kleiner	Fettschmierung Öl – Luftschmierung	Gedichtet [15', 25'] 79 LLB/5S-79 LLB 70 LLB/5S-70 LLB [15', 20', 25'] 2LA-BNS9 LLB/5S-2LA-BNS9 LLB 2LA-BNS0 LLB/5S-2LA-BNS0 LLB [15'] 78C, 72C [15', 25', 30'] 79U/5S-79U, 70U/5S-70U [15', 20', 25'] 2LA-HSE9U/5S-2LA-HSE9U 2LA-HSE0/5S-2LA-HSE0 Hauptspindel einer Schleifmaschine Reihe für Motorwellen [15'] BNT9/5S-BNT9 BNT0/5S-BNT0 BNT2/5S-BNT2	Super – Hochgeschwindigkeitsreihe für Öl -Luft - Schmierung [25'] 5S-2LA-HSF0 Umweltorientierte Ausführung [20', 25'] 5S-2LA-HSL9U 5S-2LA-HSL0 5S-2LA-HSFL0 HSE mit Ölbohrung im Außenring [20', 25'] 5S-2LA-HSEW9U 5S-2LA-HSEW0	Lagerauswahl ① Hochgeschwindigkeits - Eignung (generell) Hoch ⇔ Niedrig Druckwinkel 15°, 20°, 25°, 30° ② Steifigkeit · Radiale Steifigkeit Hoch ⇔ Niedrig Druckwinkel 15°, 20°, 25°, 30° · Axiale Steifigkeit Niedrig ⇔ Hoch Druckwinkel 15°, 20°, 25°, 30°, 40°, 60° · Gesamtsteifigkeit (radial und axial) Hoch (4 Reihen)  Normal (3 Reihen)  Niedrig (2 Reihen) 									
							Zweireihiges Zylinderrollenlager oder Einreihiges Zylinderrollenlager Lageranordnung [Type I, II, III, IV, V, VI, IX, oder X]	Zylinderrollenlager	Fettschmierung Zweireihig NN30/NN30K NN30HS/NN30HSK NN30HST6/NN30HST6K NN30HSRT6/NN30HSRT6K NN49/NN49K NNU49/NNU49K Einreihig N10HS/N10HSK N10HSRT6/N10HSRT6K Umweltorientierte Ausführung N10HSLT6/N10HSLT6K	[30'] HTA9A HTA0A/5S-HTA0A [40'] HTA9U HTA0U/5S-HTA0 [60'] 5629/5629M 5620/5620M	③ Empfohlene Anordnung 4 Reihen DTBT oder 2 Reihen DB ④ Empfohlene Schmierungs-bedingungen Normale Hauptspindel : Fett Hochgeschwindigkeits -Hauptspindel: Öl – Luft Geräuschreduzierung: Fett oder umweltorientierte Öl- Luft Schmierung				
												Schräggugellager für hohe Axiallasten Druckwinkel kleiner als 60	Fettschmierung	[30'] HTA9A HTA0A/5S-HTA0A [40'] HTA9U HTA0U/5S-HTA0 [60'] 5629/5629M 5620/5620M	⑤ Kühlmantel um das Lager vorhanden. In diesem Fall wird Fett-schmierung empfohlen.
Kegelrollenlager + Zylinderrollenlager Lageranordnung [Type I]	Zylinderrollenlager	Öl-schmierung	Fettschmierung	329XU 4T-320X/320XU Kegelrollenlager der Zoll - Reihe											

### ③ Spindellagereinheit mit variabler Vorspannung

In der Werkzeugmaschinenindustrie werden zunehmend höhere Drehzahlen gefordert. Der maximale  $d_{\text{mit}}$  – Wert (Teilkreisdurchmesser über die Wälzkörper x Drehzahl), der von Hauptspindellagern mit Öl-Luft Schmierung erreicht wird, liegt mittlerweile zwischen  $2,5 \times 10^6$  bis  $3,8 \times 10^6$ . Gleichzeitig wird eine höhere Steifigkeit der Hauptspindel gefordert. Somit müssen die Hauptspindellager in der Lage sein beide Anforderungen zu erfüllen. Dies ist möglich durch Anpassung der optimalen Vorspannung.

Normalerweise wird eine Lagerung mit konstanter Vorspannung (Federvorspannung) zur Erfüllung dieser beiden Grundanforderungen eingesetzt. Eine Spindellagereinheit mit variabler Wegeinstellung für verschiedene Drehzahlverhältnisse ist jedoch prädestiniert zur Optimierung der Vorspannung in einer Lagereinheit. Die NTN Spindellagereinheit mit variabler Vorspannung stellt eine solche Hochgeschwindigkeits-Einheit mit hoher Steifigkeit dar, bei der eine geschwindigkeitsabhängige Wegvorspan-

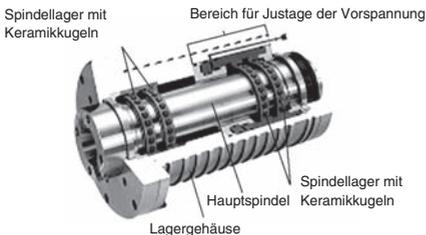


Abb. 5.1 Spindellagereinheit mit variabler Vorspannung

nung justiert werden kann.

Diese NTN Spindellagereinheit mit variabler Vorspannung ist in **Abb. 5.1** dargestellt. Die Einstellung wird hydraulisch über Verstellung der variablen Verschiebehülse erreicht, die sich im Bereich der hinteren Lager befindet. Dort wird die Vorspannung der Lager entsprechend variiert.

In **Abb. 5.2** ist eine 3 – stufig verstellbare Lagereinheit dargestellt. Die Verschiebehülse im hinteren Verstellbereich besteht im wesentlichen aus zwei hydraulischen Druckkammern ( A und B ) sowie einer Spiralnut für den axialen Verschiebeweg . Die Vorspannung kann beliebig auf eine der drei möglichen Stufen eingestellt werden durch Anpassung des Hydraulikdruckes in jeder Druckkammer. Um eine konstante und zuverlässige Einstellung zu erreichen, wird die Spiralnut am Aussenumfang der Verschiebehülse gleichzeitig mit Drucköl beaufschlagt (gleicher Öldruck wie in den Druckkammern). Dieser Ölstrom dient zur Schmierung der Hülse, womit ein weicher Verstellvorgang ermöglicht wird.

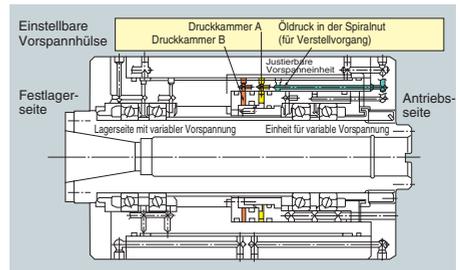


Abb. 5.2 Typischer Spindelaufbau mit integrierter Spindellagereinheit incl. 3-stufiger Vorspannungsverstellung

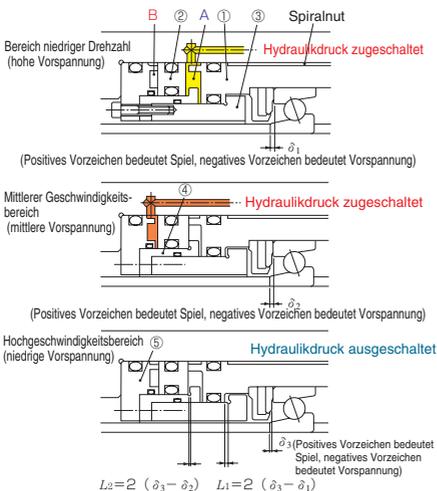


Abb. 5.3 Mechanismus der variablen Vorspannung

#### ■ Verstellmechanismus

Abb. 5.3 zeigt die hydraulischen Stellvorgänge in der Vorspanneinheit für 3 verschiedene Betriebsstellungen, ferner auch die Position der linear verschiebbaren Einstellhülse.

- **Bereich niedriger Drehzahl (hohe Vorspannung): Druckkammer A druckbeaufschlagt**  
Element ① wird um das eingestellte Spiel  $L_1$  nach rechts verschoben und berührt dann Element ③. Die (axiale) Vorspannung beträgt  $\delta_1$ .
- **Bereich mittlerer Drehzahl (normale Vorspannung): Druckkammer A druckbeaufschlagt**  
Element ① und ② werden um das voreingestellte Spiel  $L_2$  nach rechts verschoben. Als Folge davon berühren sich die Elemente ② und ④. Die (axiale) Vorspannung beträgt  $\delta_2$ .
- **Bereich hoher Drehzahl (geringe Vorspannung): die Druckkammern A und B sind druckfrei**  
die Elemente ① und ② werden durch die Reaktionskraft der Lager zurück nach links verschoben. Dadurch berühren nun die Elemente ② und ⑤ und die Ausgangsvorspannung  $\delta_3$  liegt wieder vor.

Anmerkung: der Rückstellvorgang der Elemente ① und ② wird entweder durch die in den Lagern vorhandene Vorspannung erreicht oder er wird unterstützt durch eine zusätzlich verbaute Rückstellfeder.

④ Gehäusekühsystem

Hauptspindeln mit Direktantrieb sind in besonderem Masse geeignet für hohe Beschleunigungs- bzw. Abbremsvorgänge. Dies hat nicht selten jedoch relativ hohe Wärmeerwartungen und Temperaturanstieg in der Spindel zur Folge.

Ein Gehäusekühsystem mit entsprechend angeordneten Ölbohrungen ermöglicht jedoch eine ausreichende Abfuhr der Wärmemenge über den Ölstrom.

Sofern die vom Direktantrieb erzeugte Wärmemenge die Lagerung beaufschlagt, kann das zu unzulässiger Erwärmung der Lagerung führen sowie zur Vorschädigung des Schmierfettes. Dies muss unter allen Umständen vermieden werden. Wenn ein Gehäusekühsystem ausgelegt wird, ist folgendes zu beachten:

■Auslegung einer Gehäusekühlung

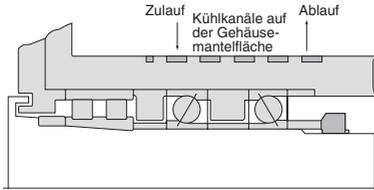


Abb. 5.4 Unzureichende Kühlung des Gehäuses

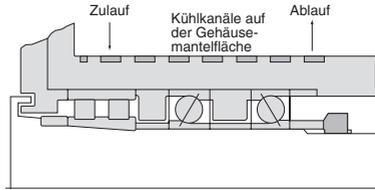


Abb. 5.5 Empfohlene Verteilung der Kühlkanäle im Gehäuse

In den **Abbildungen 5.4** und **5.5** sind typische Lageranordnungen dargestellt, bestehend aus einem zweireihigen Zylinderrollenlager sowie einem Duplex – Schrägkugellager. Die Kühlkanäle in **Abb. 5.4** verlaufen fast ausschliesslich im Bereich der Schrägkugellager, das Zylinderrollenlager wird nicht ausreichend vom Kühlstrom umspült.

( Beachten Sie, dass die DUPLEX – Lager einen Los-sitz zum Gehäuse haben und somit keinen direkten Kontakt zum kühlenden Mantel ). In der Anordnung gemäss **Abb. 5.5**

sind die Kühlkanäle ausgedehnt bis in den Bereich des Zylinderrollenlagers. Damit wird ein effektiver Wärmetransport gewährleistet.

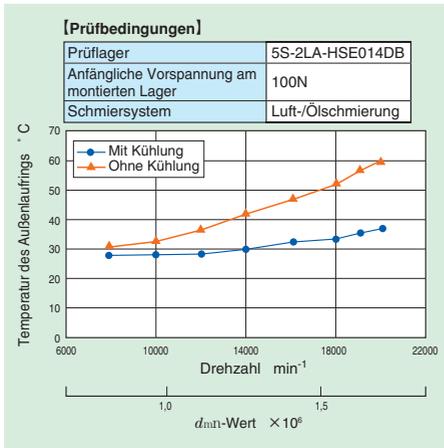


Abb. 5.6 Variation der Lagertemperatur, abhängig vom Vorhandensein/Nichtvorhandensein einer Mantelkühlung (Schrägkugellager)

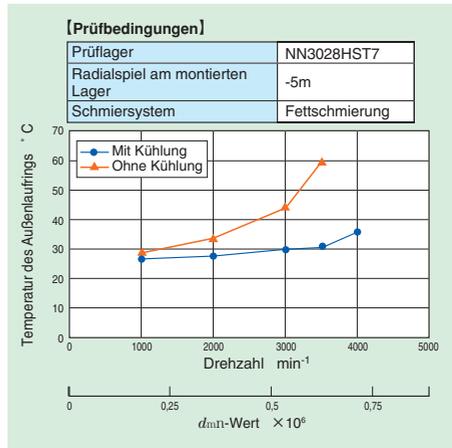


Abb. 5.7 Variation der Lagertemperatur, abhängig vom Vorhandensein/Nichtvorhandensein einer Mantelkühlung (Zylinderrollenlager)

## 6. Lagermontage

### 1 Montagevorbereitung und Lagerbefüllung

Um maximale Drehzahlen und minimalen Temperaturanstieg bei Wälzlagern zu erreichen ist die richtige Vorbereitung der Lager erforderlich.

Diese Vorbereitung eines Lagers schliesst die Befüllung mit Schmierfett ein, das Entfernen von Konservierungsmittel auf den Passflächen und auch den Einlaufvorgang bei Inbetriebnahme. Bei jedem dieser Vorbereitungsschritte sollten die folgenden Anweisungen genau befolgt werden.

Gedichtete Lager sind herstellerseitig bereits mit Fett befüllt. Reinigen (spülen) Sie diese Lagerausführung nicht. Wischen Sie nur das Rostschutzmittel auf den Passflächen vor der Montage ab.

#### ■ Reinigung (Entfernen von Rostschutz-Öl)

- Wenn Lager herstellerseitig mit sehr viel Konservierungöl an allen Oberflächen ausgeliefert werden, können sie durch Tauchen bzw. Waschen in Kerosin oder in einem geeigneten Waschmittel gereinigt werden. Nach der Reinigung ist das Lager sorgfältig zu trocknen – z.B. mit sauberer, feuchtigkeitsfreier Druckluft. (auch wenn das Lager für Betrieb mit einer Öl-Luft Schmierung vorgesehen ist, sollte nach dem Waschen eine Minimalkonservierung mit einem möglichst niedrig-viskosen Öl aufgebracht werden).

#### ■ Trocknung

Wenn das Lager eingesetzt wird in Verbindung mit Fettschmierung, empfiehlt sich die sorgfältige Trocknung des Lagers nach der Reinigung. Andernfalls kann es zu Fettaustritt im Betrieb kommen. Die Befüllung des

Lagers sollte unmittelbar nach der Trocknung erfolgen.

Die Trocknung kann durch Heißluftgebläse sichergestellt und beschleunigt werden.

Bei Gebläsen ist auf den gefilterten Luftstrom zu achten. Alternativ ist ein Trockenofen anwendbar.

#### ■ Befüllung mit Fett

Die Verfahren zum Befetten von Kugel- und Rollenlagern sind weiter unten aufgeführt.

Nach dem Befüllen mit Fett drehen Sie das Lager von Hand, um das Fett gleichmäßig über den gesamten Laufbahnbereich zu verteilen.

#### <Kugellager> Siehe Foto 6.1

- Füllen Sie das Fett mit einer Spritze oder einem Kunststoffspatel in gleichen Mengen zwischen die Kugeln und verteilen Sie es möglichst auf die Lauffläche des Innenringes.
- Bei einem Lager mit einem ringgeführten Käfig geben Sie ebenfalls Fett auf die Führungsfläche des Käfigs mit einem Spatel oder einem ähnlichen Werkzeug.
- Falls das Fett nicht auf die Laufbahn des Innenrings gefüllt werden kann wegen des zu engen Spalts zwischen Käfig und Innenring, füllen Sie Fett auf die Laufbahn des Außenrings. In diesem Falle drehen Sie das Lager vorsichtig, damit sich das Fett möglichst auf der Innenringbahn verteilt.

#### <Wälzlager> Siehe Foto 6.2

- Schmier Sie Fett auf die Außenseite (Innen-) der Rollen und verteilen das Fett unter Drehen der Rollen mit den Fingern an die Innenringseite (Außen-).



Füllen Sie das Fett mit einer Spritze oder einem Plastikspatel in gleichen Mengen zwischen die Kugeln. Richten Sie das Fett besonders auf die Laufbahn des Innenringes.



Nach der Befüllung



Das Lager mit der Hand drehen, und gleichzeitig die geeignete Last in Richtung des Kontaktwinkels anlegen, damit alle Innenbereiche ausreichend mit Fett versorgt werden.



Schmier Sie Fett auf die Außenkontur des Käfigs.



Schmier Sie Fett auf die Oberflächen der Rollen und verteilen Sie das Fett auf der Innenringseite (Außenring-), während die Rollen manuell weitergedreht werden.



(Nach der Befüllung) Wenn ein Fettklumpen auf der Oberfläche des Käfigsteigs verbleibt, kann das Einlaufen länger dauern. Verteilen Sie das Fett mit den Fingern auf der Oberfläche des Stegs über den ganzen Käfig.

Foto. 6.1 Befüllung von Schrägkugellagern

Foto. 6.2 Befüllung von Zylinderrollenlagern

**■ Einlaufvorgang**

**(1) Luft-Öl- oder Ölnebelschmierung**

Der Einlaufbetrieb ist relativ einfach mit Ölschmierung, weil keine Spitzentemperaturen auftreten und die Lagertemperatur sich innerhalb kurzer Zeit stabilisiert. NTN empfiehlt, daß die Drehzahl des Lagers in Schritten von 2.000 bis 3.000 min<sup>-1</sup> gesteigert wird bis die maximale Drehzahl erreicht ist.

Jede Drehzahlstellung sollte für etwa 30 Minuten gehalten werden. Jedoch für den Drehzahlbereich, bei dem  $d_{m1}$  (Teilkreisdurchmesser der Wälzelemente X Drehzahl)  $1,0 \times 10^6$  überschreitet, ist die Lagerdrehzahl in Stufen von 1.000 bis 2.000 Upm zu erhöhen, um einen stabilen Lauf sicherzustellen.

**(2) Fettschmierung**

Für ein fettgeschmiertes Lager ist der Einlaufbetrieb sehr wichtig, um ein stabiles Temperaturverhalten sicherzustellen. Während des Einlaufbetriebes entsteht starker Temperaturanstieg (Spitze) während die Lagerdrehzahl erhöht wird und schließlich stabilisiert sich die Lagertemperatur. Vor der Temperaturstabilisierung ist eine ausreichende Einlaufzeit erforderlich.

**Kugellager**

NTN empfiehlt, daß die Lagerdrehzahl in Stufen von 1.000 bis 2.000 Upm erhöht wird und immer dann gesteigert wird, nachdem sich die Temperatur bei jeder Drehzahlstufe stabilisiert hat.

Jedoch für den Drehzahlbereich, in dem  $d_{m1}$   $0,4 \times 10^6$  überschreitet, ist die Lagerdrehzahl in Schritten von 500 bis 1.000 Upm zu steigern, um gleichmässige Betriebsbedingungen sicherzustellen.

**Rollenlager**

Verglichen mit Schrägkugellagern, dauert die Einlaufperiode der Rollenlager bis zur Erreichung der Temperaturstabilität deutlich länger. Ausserdem kann es zu erhöhtem Temperaturanstieg infolge einer stärkeren Fettbeanspruchung kommen. Dies kann sich auch in einem ungleichmässigen Tem-

peraturanstieg auswirken. Um dieser Problematik vorzubeugen sollten Rollenlager eine verlängerte Einlaufzeit im höchsten Drehzahlbereich durchlaufen.

Die Lagerdrehzahl ist in Schritten von 500 bis 1.000 Upm nur nach Stabilisierung der Lagertemperatur im jeweiligen Drehzahlbereich zu erhöhen.

Für den Drehzahlbereich, in dem  $d_{m1}$   $0,3 \times 10^6$  überschreitet, ist die Drehzahl aus Sicherheitsgründen in Schritten von 500 Upm weiter zu erhöhen.

**② Montage**

Wenn ein Lager in eine Hauptspindel eingebaut wird, ist eine der nachfolgend beschriebenen Montageverfahren zu befolgen:

**(1) Aufpressen mit Hydraulikpresse**

**(2) Montage mit Erwärmen des Lagers**

Bei jedem der genannten Verfahren ist sicherzustellen, daß die Lagergenauigkeit keinesfalls in Mitleidenschaft gezogen wird.

**(1) Aufpressen mit der Hydraulikpresse**

Vor dem Aufpressen eines Lagers mit einer Hydraulik- oder Handpresse, muß die Aufpreßkraft infolge des Übermaßes zwischen Welle und Innenring berechnet werden. Es muß eine Hydraulikpresse mit einer größeren Kraft als die erforderliche Aufpreßkraft benutzt werden. Als nächstes ist der Innenring mit einer Aufpreßvorrichtung für den Innenring korrekt bis an die Schulter der Welle aufzupressen. Stellen Sie sicher, dass dabei keine Kraft auf den Außenring ausgeübt wird.

Nach dem Aufpreßvorgang ist es wichtig, die Genauigkeiten der verschiedenen Teile des Lagers zu messen, um den korrekten Sitz des Lagers auf der Welle zu gewährleisten. Wenn mehrreihige Lager verwendet werden, messen Sie den Rundlauf nach dem Einbau sowie mögliche Winkelfehler und korrigieren Sie, falls erforderlich.

**■ Berechnung der Aufpreßkraft**

Die vom Übermaß zwischen Welle und Innenring herrührende Aufpreßkraft kann mit der nachstehenden Formel ermittelt werden.

Eine Hydraulikpresse mit einer ausreichend hohen Aufpreßkraft, entsprechend der berechneten Größe, muß für den Einbau des Lagers verwendet werden. Die Bandbreite der Lagertoleranzen muss dabei berücksichtigt werden. Die Kraft, welche erforderlich ist um den Innenring auf die Welle aufzupressen, kann mit der folgenden Formel (6.1) ermittelt werden.

$$K_a = \mu \cdot P \cdot \pi \cdot d \cdot B \dots \dots \dots (6.1)$$

mit,

$K_a$ : Kraft, um einen Innenring aufzupressen oder abzuziehen [N]

$P$ : Fugenpressung zwischen den Passflächen [MPa] (siehe **Tabelle 6.1**)

$d$ : Wellendurchmesser, Innenringbohrungsdurchmesser [mm]

$D$ : Außenringmanteldurchmesser [mm]

$B$ : Innenringbreite [mm]

$\mu$ : Gleitreibungskoeffizient (beim Aufpressen eines Innenrings auf eine zylindrische Stahlwelle: 0,12)

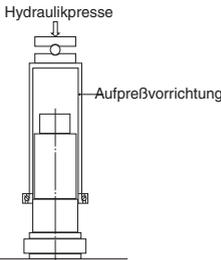


Abb. 6.1 Aufpreßdruck

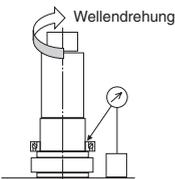


Abb. 6.2 Prüfen der Abweichung des Innenrings

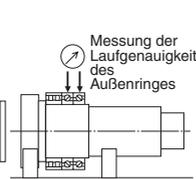


Abb. 6.3 Prüfen des Außenrings auf Laufgenauigkeit

Tabelle 6.1

Einbaubedingungen und Berechnungsformeln		Symbol (Einheit N [kgf]·mm)
Fugenpressung	Fugenpressung zwischen Stahlvollwellen und Innenring $P = \frac{E}{2} \frac{\Delta_{def}}{d} \left[ 1 - \left( \frac{d}{D_i} \right)^2 \right] \dots \dots \dots (6.2)$	d : Wellendurchmesser, Innenringbohrungs-durchmesser do : Hohlwellen-bohrungsdurchmesser
	Fugenpressung zwischen Stahlhohlwellen und Innenring $P = \frac{E}{2} \frac{\Delta_{def}}{d} \frac{[1 - (do/D)^2] [1 - (do/d)^2]}{[1 - (do/D)^2]} \dots \dots \dots (6.3)$	D : mittlerer Laufbahndurchmesser Innenring E : linearer Elastizitätsmodul = 210 GP
MPa [kgf/mm <sup>2</sup> ]		

$$\Delta_{def} = \frac{d}{d+2} \Delta \dots \dots \dots (6.4)$$

(Im Falle einer geschliffenen Welle)

$\Delta d$  : Theoretisches Übermaß

$$D_i = 1,05 \frac{4d+D}{5} \dots \dots \dots (6.5)$$

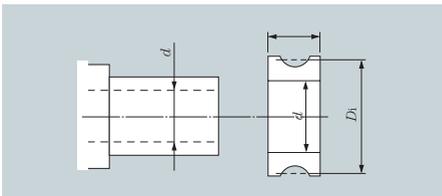


Abb. 6.4

**Berechnungsbeispiel für die Aufpreßkraft**

Die Berechnung der Aufpreßkraft für einen Preßsitz von 2µm Übermaß zwischen Welle und Innenring für ein Standard Schrägkugellager ist nachfolgend zusammengefaßt:

- 7020UC (φ 100 × φ 150 × 24)
- Übermaß von 2µm (Vollwelle)

$$\Delta_{def} = \frac{100}{102} \times 0,002 = 0,00196$$

$$D_i = 1,05 \times \frac{4 \times 100 + 150}{5} = 115,5$$

$$P = \frac{210000}{2} \times \frac{0,00196}{100} \left[ 1 - \left( \frac{100}{115,5} \right)^2 \right] = 0,52 \text{ MPa}$$

$$= 0,12 \times 0,52 \times \pi \times 100 \times 24 = 470 \text{ N}$$

Um die Schwankung der Oberflächen-Schmierungsbedingung zu berücksichtigen, ist ein Sicherheitsbeiwert von 2 bis 3 berücksichtigt. Als Ergebnis stellt sich eine erforderliche Aufpreßkraft ein wie folgt:

$$470 \times (2 \text{ bis } 3) = 940 \text{ bis } 1410 \text{ N}$$

**(2) Montage mit Erwärmen der Lager**

Wenn ein Lager auf eine Welle montiert wird, das zunächst mittels Anwärmmöfen, Heizplatte oder ähnlichen Hilfsmitteln erwärmt wurde, sind die folgenden Anweisungen zu befolgen.

Das Lager erwärmen bis Aufweitung des Innenringes um den Betrag der Überdeckung zwischen Welle und Innenring

(Siehe Abb. 6.5) erfolgt ist.

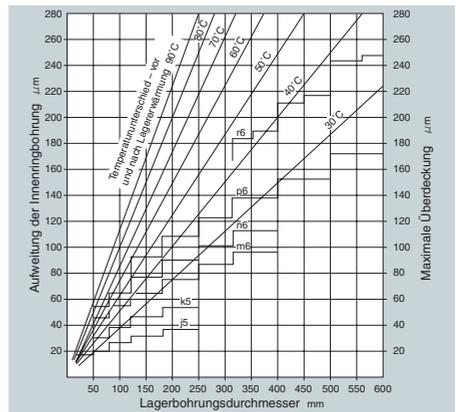
Unter der Annahme eines linearen Ausdehnungskoeffizienten von  $12,5 \times 10^{-6}$  für Stahl, Aufheiztemperatur  $\Delta$ , Innenringbohrungsdurchmesser  $\phi d$ , und einer Festpassung  $\delta = 12,5 \times 10^{-6} \times d \times \Delta$

Beispiel) Wenn  $\phi d = 100 \text{ mm}$ , und  $\delta = 0,030$  (30 µm Überdeckung), dann ist die erforderliche Aufwärmtemperatur  $\Delta = 23,8 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Somit braucht das Lager nur auf ca. 30°C über Raumtemperatur aufgeheizt werden. Zur Kenntnis nehmen, daß in der Praxis die Welle mit der geringeren Temperatur das Lager abkühlen wird und es zum Schrumpfen veranlassen wird. Als Konsequenz daraus kann eine höhere Temperaturdifferenz als die genannten 30°C erforderlich werden.

**ANMERKUNG**

- Wenn ein Kunststoffmaterial für den Käfig des Schrägkugellagers verwendet wird, darf das Lager nicht übermäßig erwärmt werden (maximal etwa 80°C).
- Als Folge der Abkühlung nach dem Anwärmvorgang wird der Innenring in Axialrichtung schrumpfen und es wird einen Spalt zwischen der Stirnseitenfläche des Lagers und der Wellenschulter auftreten (Abb. 6.6). Aus diesem Grunde sind Lager und Welle mit einer Presse oder Vorrichtung zu verblocken, nachdem die Einheit auf Normaltemperatur abgekühlt ist. Nach der Abkühlung ist zu überprüfen, ob das Lager korrekt auf der Welle montiert ist.
- Bei Verwendung eines Lagerheizers ist sicherzustellen, daß Überhitzung vermieden wird. Um zu vermeiden, daß das Lager magnetisiert wird, ist eine Entmagnetisierungs-Vorrichtung zu verwenden.



**Abb. 6.5 Erforderliche Anwärmtemperatur zur Montage des Innenrings durch Wärmedehnung**

Anmerkungen: Die maximalen Überdeckungswerte sind Übermasse bei Verwendung von Lagern der Genauigkeitsklasse 0.

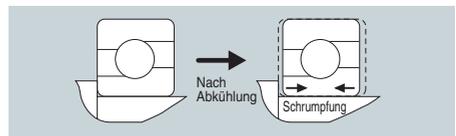


Abb. 6.6 Abkühlung nach der Montage des angewärmten Lagers

### ③ Vorspannkraft der Lagerinnenringe

Wenn ein Lager auf eine Hauptspindel montiert und gesichert wird, wird die Innenringseitenfläche für gewöhnlich mit einer Hydraulikhülse oder einer Präzisionsmutter befestigt und der die Stirnseitenfläche des des Lageraußenringers unterstützende Gehäusedeckel wird verschraubt. Wenn eine Hydraulikhülse oder eine Mutter zum Befestigen des Innenrings verwendet wird, sind folgende Vorsichtsmaßnahmen einzuhalten.

#### ■ Befestigung mit abgesetzter Hülse

Die Hydraulikhülse ist so konstruiert, daß die hydraulisch aufweitbare Hülse auf die Welle geschoben wird und eine festgelegte Vorspannkraft (Befestigungskraft) auf die Welle ausgeübt wird. Danach wird der hydraulische Druck entspannt, um die Sicherung des Lagers auf der Welle zu gewährleisten. Bei diesem Verfahren handelt es sich um eine einfache Befestigungsmethode (Abb. 6.7).

Nachdem die Hülse mit Übermaß an der richtigen Position der Welle fixiert ist, kann sie sich jedoch durch Schiefstellung der Welle oder auch durch eine Momentbelastung von der Welle lösen.

Aus diesem Grunde wird in vielen Fällen eine Hydraulikhülse zusammen mit einer Lagermutter verwendet wie in Abb. 6.8 gezeigt.

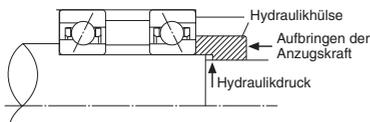


Abb. 6.7 Befestigung mit abgesetzter Hülse

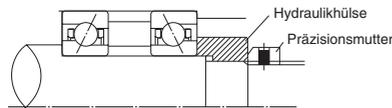


Abb. 6.8 Befestigung mit Hydraulikhülse und Präzisionsmutter

#### ■ Befestigen mit einer Präzisionsmutter

Die erforderliche Anzugskraft wird über die Präzisions-Lagermutter (Präzisions-Sicherungsmutter) angelegt, und setzt daher eine korrekte Überwachung des Anzugsdrehmoments voraus.

Hierbei ist zu beachten, dass sich an der Mutter eine Schrägstellung ergeben kann nachdem das Lager mit Hilfe der Präzisions-Lagermutter (Präzisions-Sicherungsmutter) fixiert wurde; dies ist durch das vorhandene Spiel an den Gewindebereichen bedingt. Wenn dieser Zustand festgestellt wird, ist eine Feineinstellung erforderlich, um die nötige Laufgenauigkeit für die Welle sicherzustellen.

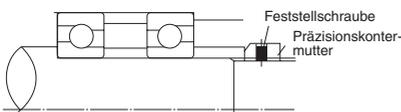


Abb. 6.9 Befestigung mit Präzisionslagermutter

#### ■ Das Verhältnis zwischen Anzugsmoment und Anzugskraft kann mit der nachfolgenden Formel ermittelt werden.

Wegen der Gewindeoberflächenbeschaffenheit der Präzisionsmutter, der Gewindeausführung der Welle und der Beschaffenheit der Stirnseitenflächen von Lager und Mutter wird das Verhältnis zwischen Anzugsmoment und Anzugskraft in Abhängigkeit von dem Reibungskoeffizienten variieren. Daher muß die Mutter vorher sorgfältig auf das Wellengewinde aufgedreht werden, um weiches und gleichmäßiges Anziehen sicherzustellen.

Es ist ebenfalls nötig, das Verhältnis zwischen Anzugsmoment und Anzugskraft zu bestimmen durch vorherige Prüfung z.B. mit einer Anlaufscheibe.

$$F = \frac{M}{(d/2) \tan(\beta + \rho) + r_n \mu_n} \dots \dots \dots (6.6)$$

- F : Anzugskraft [N]
- M : Mutteranzugsmoment [N-mm]
- d : Effektiver Gewindedurchmesser [mm]
- ρ : Steigung des Gewindes [mm]

$$\tan \rho = \frac{\mu}{\cos \alpha} \dots \dots \dots (6.7)$$

- β : Gewindesteigungswinkel
- tan β = Gangzahl × Teilung / π d
- r<sub>n</sub> : Mittlerer Radius der Mutteroberfläche [mm]
- μ<sub>n</sub> : Reibungskoeffizient der Mutteroberfläche
- μ<sub>n</sub> ≅ 0,15
- μ : Reibungskoeffizient der Gewindefläche μ ≅ 0,15
- α : Halber Gewindegewinkel

#### Rechenbeispiel

- Lagermutter AN20 (Abb. 6.10)
- Gewindegeometrie M100 × 2 (Gewindeklasse 2)
- Effektiver Durchmesser d = φ 98,701 mm
- Halber Gewindegewinkel α = 30°

Das Verhältnis zwischen dem Anzugsmoment und der Anzugskraft kann wie folgt berechnet werden:

$$\tan \rho = \frac{0,15}{\cos 30^\circ} \quad \rho = 9,826^\circ$$

$$\tan \beta = \frac{1 \times 2}{\pi \times 98,701} \quad \beta = 0,370^\circ$$

$$r_n = \frac{(101 + 120) / 2}{2} = 55,25$$

$$F = \frac{M}{\frac{98,701}{2} \tan(0,370 + 9,826) + 55,25 \times 0,15} = \frac{M}{17,163}$$

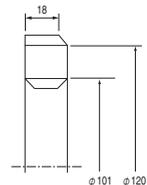


Abb. 6.10

#### ④ Elastische Verformung der Distanzhülse durch die Verspannkraft

Beim Einbau des Lagers in eine Spindel muß dieses axial fixiert und gehalten werden, um die entsprechende Genauigkeit und Steifigkeit der Hauptspindel zu gewährleisten.

Wird ein Lagerpaar mit einer Distanzhülse axial fixiert, ist bei der Festlegung der Verspannkraft die Querschnittsfläche und die elastische Verformung beim Verspannen der Distanzhülse (abhängig von der Verspannkraft) zu berücksichtigen.

#### ■ Verspannkraft und elastische Verformung der Distanzhülse des Innenringes.

Die Spindellager einer Hauptspindel stützen sich an der Schulter der Welle oder einer Distanzhülse mit einer Präzisionsmutter ab.. Die Verspannkraft der Innenringe verformt die Distanzhülse in Axialrichtung elastisch. Dadurch verändert sich das Axialspiel der Lager. Bei Lagerpaaren in O-Anordnung (DB, DTBT oder DBT) verringert die Verspannkraft der Innenringe das Axialspiel der Lager. Dieses führt möglicherweise zu einer erhöhten Vorspannung der Lager im Betrieb. Durch eine zu hohe Verspannkraft der Innenringe mit der Distanzhülse kann es zu axialen Verformungen von Innenring und Distanzhülse kommen. Die Erfahrung von NTN hat gezeigt, daß nur die elastische Verformung der Distanzhülse des Innenringes bei der Festlegung der Verspannkraft zu berücksichtigen ist.

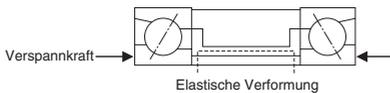


Abb. 6.11 Verspannkraft der Innenringe Elastische Verformung der Distanzhülse

Die Verformung der Distanzhülse wird nach folgenden Formel berechnet:

$$\delta = \frac{P \times L}{A \times E} \dots \dots \dots (6.9)$$

- δ : Elastische Verformung [mm]
- P : Verspannkraft der Innenringe [N]
- L : Distanzhülsebreite [mm]
- A : Querschnittsfläche des Innenringes [mm<sup>2</sup>]
- E : Elastizitätsmodul-Modul 210.000 [N/mm<sup>2</sup>]

Auf Grund von Erfahrungen empfiehlt NTN Verspannkräfte entsprechend der in **Tabelle 6.2** aufgeführten Werte.

Tabelle 6.2 Verspannkraft der Mutter

Lagerbohrungs- durchmesser [mm]	Verspannkraft der Mutter [N]	Mutteranzugsmoment (Referenzwerte) [N · m]	Vorspannung des Gehäusedeckels [mm]
6		2	0,01~0,02
8	1470	2	
10		4	
12	2200	5	
15		8	
17	2900	9	
20		10~17	
25		13~22	
30	2940~4900	15~26	
35		18~30	
40		34~68	
45	4900~9800	38~75	
50		42~83	
55		92~138	
60		100~150	
65	9800~14700	108~162	
70		116~174	
75		124~186	
80		199~331	
85		211~351	
90		223~372	
95		235~392	
100	14700~24500	247~412	
105		259~432	
110		271~452	
120		295~492	
130		319~532	
140		572~800	
150		613~858	
160	24500~34300	655~917	
170		695~973	
180		736~1031	
190		779~1090	
200		818~1145	
220		—	
240	<Referenzwerte>	—	
260	(34300~44100)	—	
280		—	
300		—	
			0,02~0,03

- ANMERKUNG 1) Die NTN-Empfehlung für die Verspannkraft der Wellenmutter resultiert aus Erfahrungen bei unterschiedlichen Herstellern von Hauptspindeln. Die Werte ab 220 mm Bohrungsdurchmesser sind Schätzwerte und deshalb in Klammern gesetzt.
- ANMERKUNG 2) Das Anzugsmoment der Mutter ist mit einem Reibungskoeffizienten von 0,15 zwischen den Gewindepaarungen von Mutter und Welle berechnet worden.
- ANMERKUNG 3) Beim Anziehen der Mutter empfiehlt es sich, diese erst mit dem doppelten Anzugsmoment anzuziehen, anschließend wieder zu lösen und dann mit dem einfachen Anzugsmoment final anzuziehen.
- ANMERKUNG 4) Für die Stützlager der Kugelumlaufspindel (BST) wird ein Anzugsrehmoment empfohlen, das ungefähr das dreifache der Vorspannung beträgt.

#### ⑤ Montage des Gehäusedeckels

Die Lager einer Hauptspindel werden bei der Montage normalerweise am Innenring mit einer Hülse und einer Präzisionsmutter befestigt und gesichert. Der Außenring wird mit dem Gehäusedeckel verschraubt. Bei der Vorspannung des Außenringes mit dem Gehäusedeckel sind folgende Punkte zu beachten:

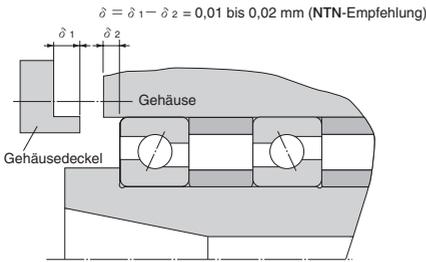
#### ■ Vorspannung des Gehäusedeckels

Die Außenringe der Lager werden zwischen der Anlagefläche des Gehäuses und dem Gehäusedeckel der Hauptspindel befestigt und gesichert. Der Gehäusedeckel wird über Befestigungsbohrungen (6 bis 8 Stück) mit dem Gehäuse verschraubt. Die zulässige Vorspannung zwischen Außenring und Gehäusedeckel liegt nach NTN-Erfahrungen im Bereich von 0,01 bis 0,02 mm. Ein zu hoher Druck auf den Außenring oder eine zu geringe

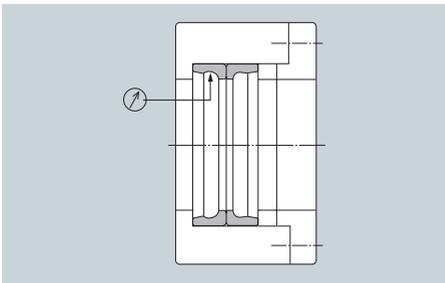
Anzahl von Befestigungsschrauben kann zu einem Formfehler (Rundheit) führen.

In **Abb. 6.14** ist der Formfehler (Rundheit) des Außenringes bei einer Vorspannung von 0,05 mm gezeigt. **Abb. 6.15** zeigt den Formfehler des Außenringes (Rundheit) bei einem Spalt von 5 µm zwischen Außenring und Gehäusedeckel.

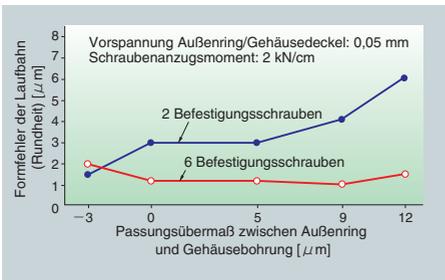
Um eine Verformung der Laufbahn des Außenringes zu vermeiden, empfiehlt NTN eine Übergangspassung für die Gehäusebohrung und eine axiale Fixierung des Lagers mit mehreren Befestigungsschrauben.



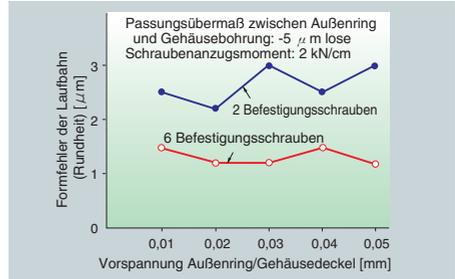
**Abb. 6.12** Zulässige Vorspannung des Gehäusedeckels



**Abb. 6.13** Messung des Rundlaufs am Außenring



**Abb. 6.14** Einfluss der Passung und der Vorspannung auf den Rundlauf der Laufbahn des Außenringes.

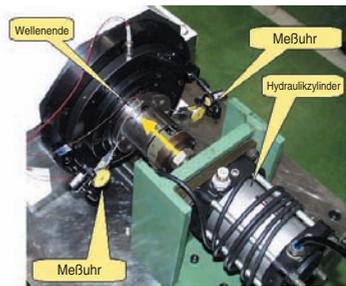


**Abb. 6.15** Einfluss der Passung und der Vorspannung auf den Rundlauf der Laufbahn des Außenringes.

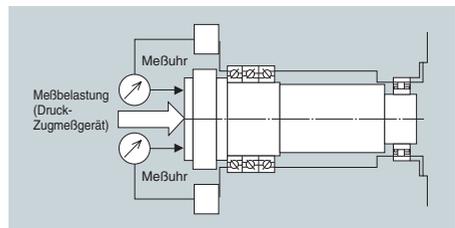
## ⑥ Messen der axialen Steifigkeit

Zum Messen der axialen Steifigkeit eines Lagerpaares wird die Meßkraft entweder über einen Hydraulikzylinder oder über ein Druck-Zugmeßgerät aufgebracht. Gemessen wird die axiale Verschiebung der Welle in Abhängigkeit der Meßkraft.

Zwei Meßuhren werden um 180° versetzt gegenüberliegend mit Magnethaltern am Gehäuse befestigt. Danach wird eine Axialkraft aufgebracht und die axiale Verschiebung der Welle gemessen.



**Foto 6.3**



**Abb. 6.16** Messen der axialen Steifigkeit

## 7 LagerluftEinstellung für Zylinderrollenlager

Zylinderrollenlager für Hauptspindeln einer Werkzeugmaschine - wie eine NC-Drehbank oder ein Bearbeitungszentrum - haben, zur besseren LagerluftEinstellung, normalerweise einen Innenring mit kegelliger Bohrung.

Das Lager mit kegelliger Bohrung wird auf den Kegel der Welle gesetzt und axial verschoben, um den Innenring aufzuweiten.

Zur Lagerspieleinstellung gibt es zwei Möglichkeiten:

Bei der ersten Methode wird das Lagerspiel des vormontierten, kompletten Lagers gemessen. Die Lagerspieleinstellung erfolgt über das Zupassen einer Distanzhülse. Bei der zweiten Methode wird das Hülskreismaß durch axiales Verschieben des Innenringes auf dem Kegel eingestellt.

### LagerluftEinstellung mit Distanzhülse

Bei der LagerluftEinstellung mit einer Distanzhülse geht man wie folgt vor;

#### (1) Berechnung der Einschnürung des Außenringes (Abb. 6.17)

- Berechnung des Passungsübermaßes  $\Delta d_{eff}$  zwischen Außenring und Gehäusebohrung. Hierzu werden der Gehäusebohrungsdurchmesser und der Außendurchmesser des Lagers gemessen. (Umgebungstemperatur 20°C) Damit wird das Passungsübermaß  $\Delta d_{eff}$  berechnet.

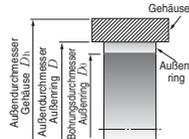


Abb. 6.17 Passung zwischen Außenring und Gehäuse

#### Beispiel 1

Durchmesser des Lageraußenringes

$$\phi 150 \text{ mm } -0,005$$

Gehäusebohrungsdurchmesser

$$\phi 150 \text{ mm } -0,007$$

Passungsübermaß zwischen Außendurchmesser und Gehäusebohrung

$$\Delta d_{eff} = 0,002 \text{ mm}$$

- Berechnung der Einschnürung  $\Delta G$  des Außenringes mit der Formel (6.10).

$$\Delta G = \Delta d_{eff} \cdot \frac{D_0}{D} \cdot \frac{1 - (D/D_0)^2}{1 - (D_0/D)^2 \cdot (D/D_0)^2} \dots \dots \dots (6.10)$$

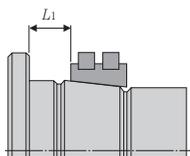


Abb. 6.18 Ermittlung der Lagerposition

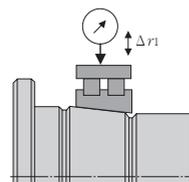


Abb. 6.19 Ermittlung der Lagerluft

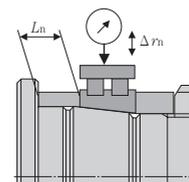


Abb. 6.20 Prüfung der Lagerluft nach dem Einsetzen der Distanzhülse

#### Beispiel 2

Gehäuseaußendurchmesser  $D_h = \phi 200 \text{ mm}$ , Außendurchmesser des Außenringes  $D = \phi 150 \text{ mm}$ , Laufbahndurchmesser des Außenringes  $D_0 = \phi 137 \text{ mm}$

$$\Delta G = 0,002 \cdot \frac{137}{150} \cdot \frac{1 - (150/200)^2}{1 - (137/150)^2 \cdot (150/200)^2} = 0,0015 \dots \dots (6.11)$$

#### (2) Vorläufige Messung der Lagerposition und der Lagerluft

- Montage des Innenringes mit Rollenkranz auf dem kegelligen Wellensitz (siehe Abb. 6.18). Messung des Abstandes zwischen Wellenschulter und Innenringstirnfläche ( $L_1$ ), nachdem der Innenring fest auf dem Kegel sitzt.

Anmerkung: Nach der Montage prüfen, ob die Innenringstirnfläche rechtwinklig zur Wellensymmetrieachse montiert ist.

- Außenring über den Innenring mit Rollensatz schieben und den Außenring leicht drehen. Messung der Radialluft.  $\Delta r_1$  (siehe Abb.6.19).
- Berechnung der Lagerluft nach der Montage des Außenringes in die Gehäusebohrung (Einschnürung des Außenringes  $\Delta G$ ).

$$\Delta i = \Delta r_1 - \Delta G \dots \dots \dots (6.12)$$

#### Beispiel 3

Einbaulagerluft nach der Montage des Innenringes  $\Delta r_1 = 0,030 \text{ mm}$

Außenringeinschnürung  $\Delta G = 0,0015 \text{ mm}$

Einbaulagerluft nach der Montage von Innenring und Außenring  $\Delta i = 0,030 - 0,0015 = 0,0285 \text{ mm}$

#### (3) Anpassung der Distanzhülse zwischen Wellenschulter und Innenringstirnfläche

Um die Ziellagerluft  $\delta$  zu erreichen, muß die Distanzringhülsebreite  $L_n$  nach der Formel 6.13 (siehe Abb. 6.20 und 6.21) ermittelt werden.

$$L_n = L_1 + f (\delta - \Delta i) \dots \dots \dots (6.13)$$

(n = 2, 3, 4 ...)

Der Wert f kann aus der Tabelle 6.3 entnommen werden.

Tabelle 6.3 Wandstärkenverhältnis f

$d_m/d_i$	f
0 ~ 0,2	13
0,2 ~ 0,3	14
0,3 ~ 0,4	15
0,4 ~ 0,5	16
0,5 ~ 0,6	17
0,6 ~ 0,7	18

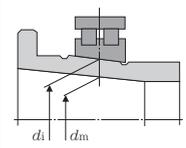


Abb. 6.21 Erklärung des Wandstärkenverhältnisses  $d_m/d_i$

**Beispiel 4**

Lager NN3020K, mit den Abmessungen  $d = \phi 100 \text{ mm}$ ,  $B = 37 \text{ mm}$ ,  $d_i = d + 1/12 \cdot B/2 = \phi 101,547 \text{ mm}$   
 Ziellagerluft  $\delta = 0,015 \text{ mm}$ ,  $L_1 = 15 \text{ mm}$ ,  $d_m = 60 \text{ mm}$ ,  
 $\Delta_1 = 0,0285 \text{ mm}$ ,  $d_{m1}/d_i = 60/101,547 = 0,5909$ ,  $f = 17$   
 Damit kann die Distanzhülsenbreite  $L_n$  zwischen der Wellenschulter und dem Innenring für die Montagelagerluft  $\delta = 0,015$  nach folgender Formel (siehe **Tabelle 6.13**) berechnet werden:

$$L_n = 15 + 17 \times (0,015 - 0,0285) = 14,7705$$

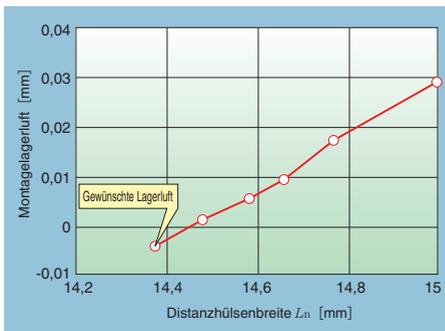
**(4) Lagerluftmessung nach dem Einbau der Distanzhülse (Abb. 6.20)**

Die Distanzhülse mit der errechneten Breite  $L_n$ , wird, zwischen der Schulter und dem Innenring eingebaut. Innenring und Distanzhülse müssen kraftschlüssig montiert sein. Danach wird der Lageraußenring über den Innenring mit Rollensatz geschoben und von Hand auf und ab bewegt, um die Lagerluft  $\Delta r_n$  nach dem Einbau zu messen. Die Lagerluftverminderung  $\Delta_n$  nach der Montage des Außenringes in das Gehäuse wird mit der nachfolgenden Formel (siehe 6.14) errechnet:

$$\begin{aligned} (n=2, 3, 4 \dots) \\ \Delta_n = \Delta r_n - \Delta_G \dots \dots \dots (6.14) \end{aligned}$$

**(5) Bestimmung der endgültigen Distanzhülsenbreite**

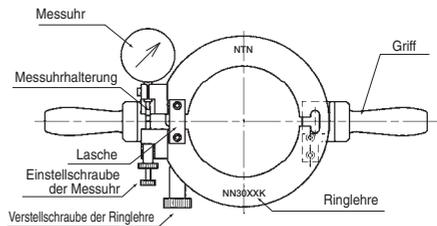
- Wiederholen Sie die Schritte (3) und (4) so oft, bis die Zieleinbaulagerluft mit der zugehörigen Distanzhülsenbreite  $L_n$  erreicht ist.
  - Durch Ermitteln des Verhältnisses zwischen Distanzhülsenbreite und Einbaulagerluft (siehe **Abb. 6.22**) ist die Distanzhülsenbreite und Einbaulagerluft (siehe **Abb. 6.22**) für die angestrebte Ziellagerluft einfach zu erreichen.
- Lagerspiel: Alle Rollen gleiten mehr als sie rollen.  
 Lagervorspannung: Alle rollen tragen.



**Abb. 6.22** Verhältnis zwischen Distanzhülsenbreite  $L_n$  und der Einbaulagerluft  $\Delta_n$

**Einstellung mit dem Hüllkreismessgerät**

Das Hüllkreismessgerät hat einen zylindrischen Ring mit einem Ausschnitt, damit der Ring geöffnet und geschlossen werden kann. Die Messung erfolgt über den Innendurchmesser des Messgerätes. Das gemessene Spiel ist proportional zu der Anzeige an der Messuhr. Wie in **Abb. 6.23** gezeigt, besteht das Hüllkreismessgerät aus einer Ringlehre, einer Messuhr und Zusatzkomponenten. Eine Lasche schützt das Gerät vor möglicher Verformung, wenn es nicht benutzt wird. Vor der Messung ist die Lasche zu entfernen.



**Abb. 6.23** Beschreibung der verschiedenen Zusatzkomponenten

**Einsatz des Hüllkreismessgerätes**

**(1) Messung des Laufbahndurchmessers vom Außenring**

- Montage des Außenringes in das Gehäuse. Zur leichteren Montage hierzu das Gehäuse eventuell anwärmen.
- Temperatur des Außenringes auf 20°C abkühlen lassen. Mit einem Dreipunktmessgerät den Laufbahndurchmesser des Außenringes an mehreren Stellen messen und den Mittelwert errechnen. Bei dem Mittelwert das Dreipunktmessgerät, Messuhr 1 auf Null stellen.



**Foto 6.4**

**(2) Eichung des Hüllkreismessgerätes**

- Dreipunktmesserrät in die Ringlehre einführen (**Foto 6.5**) Mit der Verstellsschraube der Ringlehre das Hüllkreismessgerät so einstellen, dass die Messuhr 2 auf Null gestellt ist (**Foto 6.5**).
- Wenn die Anzeige auf der Messuhr 2 auf Null gestellt ist, muss die Messuhr mit der Einstellschraube der Messuhr auf die rote Markierung gestellt werden (Korrekturbetrag des Gerätes). (**Foto 6.6**)

ANMERKUNG 1) **Foto 6.6** zeigt den Innenring mit Rollenkranz.

Das Hüllkreismessgerät über Innenring und Rollenkranz schieben. Stellen Sie den Zeiger der Anzeige 2 mit der Verstellsschraube der Ringlehre auf Null.

ANMERKUNG 2) Der Zeiger der Messuhr 2 zeigt auf die rote Markierung, wenn die Anzeige der Messuhr 1 Null ist. Hiermit wird der Unterschied zwischen der Anzeige auf dem Innenring mit Rollensatz und der Anzeige auf dem Hüllkreismessgerät kompensiert. Die Korrekturgröße kann von Lehre zu Lehre variieren.

ANMERKUNG 3) Wenn die Anzeige auf der Messuhr 2 mit der roten Markierung übereinstimmt, zeigt die Messuhr 1 bei einem Lagerspiel Null = Null.

- Wellenmutter, Innenringdistanzhülse und Innenring mit Rollenkranz von der Hauptspindel lösen und entfernen.



Foto 6.5

**(3) Einstellung des Hüllkreismessgerätes auf der Hauptspindel**

- Den Innenring mit Rollenkranz auf die Hauptspindel montieren und die Lagermutter fest anziehen.
- Hüllkreismessgerät mit der Verstellsschraube der Ringlehre (**Abb. 6.23**) öffnen. Das Gerät mit der um etwa 0,15 mm geöffneten Ringlehre vorsicht, um die Rollen nicht zu beschädigen, auf den Innenring mit Rollenkranz schieben. (**Foto 6.7**).
- Die Verstellsschraube der Ringlehre soweit schließen, bis der Rollenkranz am gesamten Umfang Kontakt hat.
- Bewegen Sie das Hüllkreismessgerät leicht in Umfangsrichtung, um den Zeiger auf der Messuhr zu stabilisieren.



Foto 6.6

**(4) Messen des Hüllkreisdurchmessers**

- Wellenmutter auf der Hauptspindel anziehen. Das sollte langsam erfolgen, um Stoßbelastung zu vermeiden.
- Mutter weiter anziehen und den Innenring auf den Kegel schieben bis die Anzeige auf der Messuhr 2 des Hüllkreismessgerätes Null wird.
- Sobald die Anzeige auf Null ist das Gerät wieder vorsichtig in Umfangsrichtung bewegen, um zu prüfen ob der Messwert korrekt ist.
- Verstellsschraube der Ringlehre auf dem Hüllkreismessgerät öffnen, um die Lehrenbohrung zu weiten und die Lehre vom Innenring nehmen.



Foto 6.7

**(5) Festlegung der Distanzhülsebreite**

- Der Innenring soll jetzt in der Position sein, bei der die Anzeige auf der Messuhr 2 des Hüllkreismessgerätes in Schritt (4) Null ist (Lagerluft Null). Den Abstand zwischen Innenringstirnfläche und Wellenschulter messen (Größe  $\ell$  in **Abb. 6.24**).
- Diesen Abstand an mindestens drei Stellen messen und den Mittelwert der Distanzhülsebreite  $\ell$  errechnen.

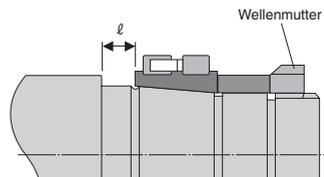


Abb. 6.24 Breite der Distanzhülse

**(6) Prüfung des Hüllkreismaßes**

- Distanzhülse der Breite  $l$ , den Innenring und die zweite Distanzhülse montieren. Die Wellenmutter festziehen.
- Das Hüllkreismaß wird ähnlich wie in den Schritten (3) "Einstellung des Hüllkreismessgerätes auf der Hauptspindel" und (4) "Messung des Hüllkreisdurchmessers" gemessen.

**● Übersetzungsverhältnis der Messuhranzeige**

**(1) Übersetzungsfaktor**

Das NTN-Hüllkreismessgerät ist so aufgebaut, dass sich zwischen gemessenem Wert auf dem Innenring mit Rollenkranz und dem Anzeigewert auf der Messuhr ein Übersetzungsfaktor von 1:2,5 ergibt. Der auf der Messuhr angezeigte Wert ist also immer 2,5 Mal größer als der Lagerluftwert. **Tabelle 6.3** zeigt eine Umrechnung Anzeige der Messuhr/Lagerluftwert.

**ANMERKUNG: Der Übersetzungsfaktor ist nicht für alle Hüllkreismessgeräte gleich. Sollte er von dem Faktor 1:2,5 abweichen, wird er separat angegeben.**

**(2) Umrechnung der Lagerluft (Übersetzungsfaktor 1:2,5)**

Verbleibende Lagerluft (bei dem der Lagerluft/Anzeigewert 1:2,5 beträgt)

Die Anzeige auf der Messuhr wird wie folgt in Lagerluftwerte umgerechnet:

- Beispiel 1: Die Anzeige erfolgt im Uhrzeigersinn (CW) (**Abb. 6.25**). Der Wert der Lagerluft im eingebauten Zustand (+) ist 1/2,5 Mal so groß als der Anzeigewert auf der Messuhr.

Anzeige auf der Messuhr **Abb. 6.25** = 2,5  
 Lagerluft = 2,5/2,5 = (+)1  $\mu\text{m}$



**Abb. 6.25**

- Beispiel 2: Die Anzeige erfolgt entgegen dem Uhrzeigersinn (CCW) (**Abb. 6.26**). Der Wert der Lagerluft im eingebauten Zustand (-) ist 1/2,5 Mal größer als der Anzeigewert auf der Messuhr.

Anzeigewert auf der Messuhr **Abb. 6.26** = 5,0  
 Lagerluft = 5,0/2,5 = (-)2  $\mu\text{m}$



**Abb. 6.26**

**● Einstellung der Einbaulagerluft**

Um einen bestimmten negativen oder positiven Lagerluftwert einzustellen, muss der Nullpunkt des Hüllkreismessgerätes entsprechend verstellt werden. Dabei muss der Übersetzungsfaktor berücksichtigt werden.



**Abb. 6.27**  
 Lagerluftfeinstellung für negatives Spiel: -0,8  $\mu\text{m}$



**Abb. 6.28**  
 Lagerluftfeinstellung: +1,0  $\mu\text{m}$

Bei der Benutzung und Einlagerung des Hüllkreismessgerätes sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Zur Ermittlung des Hüllkreismaßes wird das Hüllkreismessgerät vertikal verwendet (**Foto 6.8**).
- Nach Beendigung der Lagerluftfeinstellung soll das Hüllkreismessgerät mit Korrosionsschutzmittel eingeölt und an einem trockenen Ort im horizontalen Zustand (**Foto 6.9**) eingelagert werden.

**Tabelle 6.4 Umrechnungstabelle Messuhranzeige/Lagerluft**

Anzeige auf der Messuhr [ $\mu\text{m}$ ]	Lagerluft [ $\mu\text{m}$ ]	Anzeige auf der Messuhr [ $\mu\text{m}$ ]	Lagerluft [ $\mu\text{m}$ ]
0,5	0,2	5,5	2,2
1,0	0,4	6,0	2,4
1,5	0,6	6,5	2,6
2,0	0,8	7,0	2,8
2,5	1,0	7,5	3,0
3,0	1,2	8,0	3,2
3,5	1,4	8,5	3,4
4,0	1,6	9,0	3,6
4,5	1,8	9,5	3,8
5,0	2,0	10,0	4,0



**Foto 6.8 Vertikale Lagerung**



**Foto 6.9 Horizontale Lagerung**

## ⑧ Zylinderrollenlager mit kegeliger Bohrung

Um die geforderten Genauigkeiten der Hauptspindel zu erreichen, müssen die Präzisionswälzlager mit der entsprechenden Sorgfalt montiert werden. Besonders für Zylinderrollenlager mit kegeliger Bohrung sind eine sehr genaue Bearbeitung des Kegelwinkels der Hauptspindel und der Gehäusebohrung erforderlich. NTN empfiehlt für die Bearbeitung der kegeligen Welle einen entsprechenden Kegellehrring und einen Kegellehrdorn von NTN zu verwenden. Mit dem Kegellehrdorn kann die Genauigkeit des Kegellehrrings überprüft werden.

### ■Kegellehring für Präzisionszylinderrollenlager

Zu jedem NTN-Kegellehrring für Präzisionszylinderrollenlager gehört zur Überprüfung ein Lehrdorn (Abb. 6.29). Der Kegellehrdorn dient zur Bestätigung der Winkelgenauigkeit des Kegellehrringes (Abb.6.30).

Der Kegelwinkel der Hauptspindel wird mit dem Kegellehrring unter Verwendung von Tuschkierpaste überprüft. Die Genauigkeit des Kegelwinkels ist in großem Maße mitentscheidend für die Genauigkeit der Hauptspindel.

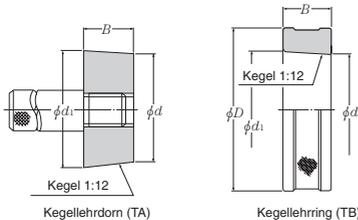


Abb. 6.29 Kegellehrring und Kegellehrdorn

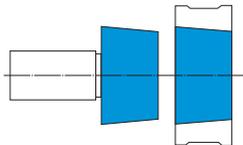


Abb. 6.30 Tuschkierpaste auf Kegellehrring und Kegellehrdorn

### ■Kegelwinkel

NTN fertigt die kegelige Bohrung von Präzisionszylinderrollenlagern mit sehr engen Toleranzen für den Steigungswinkel:

- Kegelwinkel 1/12 ( $4^{\circ} 46' 18,8''$ )
- Toleranz für Präzisionszylinderrollenlager mit Kegelwinkel 1:12 =  $+12'' \pm 12''$  (ISO Klasse 4 und Klasse 2)
- Die Zieltoleranz für die Kegellehre 1/12 beträgt  $+9''$ .

Beim Eintschieren des Kegelwinkels auf der Lagerbohrung mit Hilfe des Kegellehrdorn zeigt sich normalerweise eine starke Kontaktmarkierung auf der Seite des kleineren Kegeldurchmessers (Abb. 6.31). Dieses hängt mit der unterschiedlichen Wandstärke des Innenringes durch die kegelige Bohrung zusammen. Um das auszugleichen führt NTN den Kegelwinkel der Lagerbohrung geringfügig steiler aus.

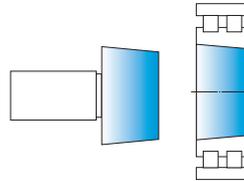


Abb. 6.31

### ■Prüfung des Kegelwinkels mit dem Kegellehrring

Um den Kegelwinkel der Hauptspindel mit dem Kegellehrring zu überprüfen, wird folgendermaßen vorgegangen:

- Die Oberfläche des Kegellehrrings sorgfältig reinigen und eine dünne Schicht der Tuschkierpaste an vier gleichmäßig verteilten Punkten auftragen.
- Die Kegelfläche der Welle reinigen und den Kegellehrring vorsichtig auf den Kegel der Welle schieben.
- Den Kegellehrring leicht drehen.
- Die Abdrücke der Tuschkierpaste auf der Kegeloberfläche prüfen.
- Auf die markierten Stellen wird ein Streifen durchsichtiger Klebeband geklebt.

Anschließend wird der Klebestreifen abgezogen und die Tuschkierpaste auf ein Stück weißes Blatt Papier übertragen. Es wird überprüft, wie viel Tuschkierpaste sich an den einzelnen Stellen befindet. Der Kegel ist in Ordnung, wenn sich ca. 80% der Tuschkierpaste auf der Oberfläche des kleinen Kegelmanteldurchmessers befindet.



Abb. 6.32 Abdruck der Tuschkierpaste auf den Kegellehrring

Tabelle 6.5 Übertragung der Tuschkierpaste auf weißes Papier

Bereich A	Klein	Groß
Bereich B	Klein	Groß
Bereich C	Klein	Groß
Bereich D	Klein	Groß

Klein: Kleine Durchmesserseite  
Groß: Große Durchmesserseite

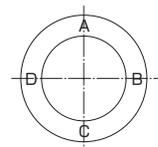


Abb. 6.33 Meßbereiche für Tuschkierpaste

### 9 Inbetriebnahme der Hauptspindel

Bei der ersten Inbetriebnahme der Hauptspindel wird ein Fettverteilungslauf der Lager vorgenommen.

Es gibt zwei Möglichkeiten diesen durchzuführen:

- (1) Die Lagerdrehzahl wird langsam in Stufen erhöht. Nachdem die Beharrungstemperatur bei jeder Drehzahleinstellung erreicht ist, wird die Drehzahl auf die nächste Stufe erhöht (**Abb. 6.34**).
- (2) Als eine weitere Methode des Fettverteilungslauf wird das Lager kurzzeitig, ca. 1 Minute lang, bei max. Spindeldrehzahl betrieben, der Zyklus wird je nach Notwendigkeit 2-3 mal wiederholt. (**Abb. 6.35**)

(1) ist eine gängige Methode, die für das Erreichen der max. Betriebsdrehzahl jedoch viel Zeit beansprucht. Methode (2) hingegen ermöglicht eine verkürzte Einlaufzeit, bringt jedoch das Risiko eines drastischen Temperaturanstieges mit sich. Daher ist es in diesem Fall wichtig, bei den Einstellungen der Drehgeschwindigkeit und der Haltezeit besonders Acht zu geben.

Normalerweise wird die Temperatur einer Hauptspindel am Gehäusedeckel gemessen. Die Temperaturdifferenz zwischen Lageraußenring und dem Gehäusedeckel beträgt 2° bis 3°C. Die Temperaturdifferenz zwischen dem wärmsten Wälzkörper und der Laufbahn kann 10° bis 50°C betragen. NTN empfiehlt deshalb den Einlaufvorgang bei einer Temperatur von 60°C am Gehäusedeckel zu unterbrechen und die Spindel abkühlen zu lassen. Danach kann der Einlaufvorgang fortgesetzt werden.

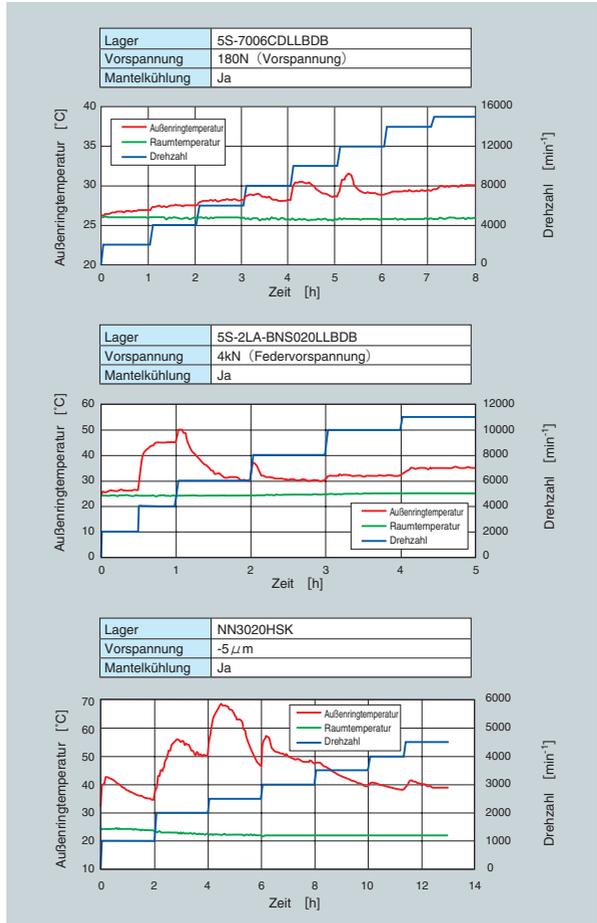


Abb. 6.34

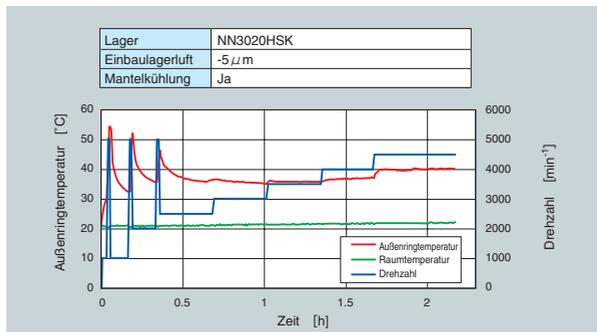


Abb. 6.35

## 7. Schmierung von Präzisionslagern

Bei Vollschmierung bildet sich zwischen den rollenden und den gleitenden Oberflächen ein dünner Ölfilm aus. Hierdurch wird metallischer Kontakt vermieden. Mit der Schmierung wird folgendes erreicht:

- (1) Reduzierung von Reibung und Verschleiß
- (2) Abfuhr von Reibungswärme
- (3) Höhere Lagerlebensdauer
- (4) Korrosionsschutz
- (5) Dichtwirkung

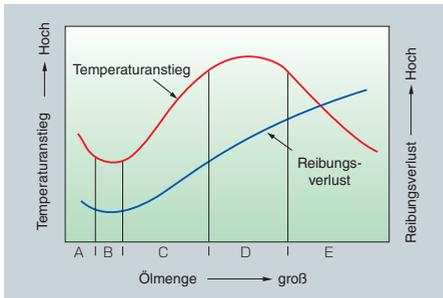


Abb. 7.1

Tabelle 7.1 Erläuterung zu Abb. 7.1

Bereich	Eigenschaften	Schmierverfahren
A	Bei äußerst geringem Ölvolumen entsteht Kontakt von Metall auf Metall zwischen den Wälzelementen (Teilschmierung oder Grenzschmierung). Dies führt möglicherweise zu hohem Abrieb und Freßverschleiß.	---
B	Ein gleichmäßiger, ununterbrochener Ölfilm wird gebildet (Vollschmierung). Die Reibung ist minimal und die Lagertemperatur wird niedrig gehalten.	Fettschmierung Öl-Nebelschmierung Luft-Ölschmierung
C	Auch mit einem größeren Ölvolumen sind Wärmeentwicklung und Kühlung im Gleichgewicht.	Ölumlaufschmierung
D	Der Temperaturanstieg ist konstant, unabhängig vom Ölvolumen.	Ölumlaufschmierung
E	Eine weitere Erhöhung des Ölolumens trägt zu einem erheblichen Kühleffekt bei und die Lagertemperatur sinkt.	Ölumlaufschmierung Öl-Einspritzschmierung

Um den vollen Schmiereffekt zu erzielen ist es erforderlich, ein für die Betriebsbedingungen geeignetes Schmieresystem zu verwenden. Es ist ein Qualitätsschmiermittel zu wählen, und ein geeigneter Dichtungsaufbau zu konstruieren, um sowohl Verunreinigung als auch Schmiermittelleckage zu vermeiden.

Die Hauptspindel einer Maschine verwendet im Allgemeinen ein extrem kleines Schmiermittelvolumen, damit die Wärmeentwicklung durch walken des Schmiermittels minimal ist.

**Abb. 7.1** Faßt die Verhältnisse zwischen Ölvolumen, Reibungsverlust und Lagertemperatur zusammen.

Die für Lager in einer Werkzeugmaschine üblichen Schmierverfahren sind Fettschmierung, Öl-Nebelschmierung, Luft-Ölschmierung und Öl-Einspritzschmierung.

Jedes Verfahren hat seine einmaligen Vorteile. Deswegen sollte das am besten für die Schmiererfordernisse geeignete Schmierverfahren gewählt werden.

**Tabellen 7.1 und 7.2** Fassen die Eigenschaften der verschiedenen Schmierverfahren zusammen.

Tabelle 7.2 Beurteilung verschiedener Schmierverfahren

Schmierverfahren	Fettschmierung	Öl-Nebelschmierung	Öl-Luftschmierung	Öl-Einspritzschmierung
Handhabung	☆☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆
Zuverlässigkeit	☆☆☆	☆☆	☆☆☆	☆☆☆☆
Temperaturanstieg	☆☆	☆☆	☆☆☆	☆☆☆☆
Kühleffekt	☆	☆☆	☆☆☆	☆☆☆☆
Dichtungsaufbau	☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆
Leistungsverlust	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆
Umweltverunreinigung	☆☆☆	☆	☆☆	☆☆☆
Zulässiger $d_{mit}$ Wert	$1,4 \times 10^6$	$2,2 \times 10^6$	$2,5 \times 10^6$	$4,0 \times 10^6$

Legende ☆☆☆☆ : sehr gut ☆☆☆ : Gut ☆☆☆ : Ausreichend ☆ : Schlecht

① Die zulässigen  $d_{mit}$  Werte sind Näherungswerte:  
 $d_{mit}$ : Teilkreissdurchmesser [mm]  
 multipliziert mit der Drehzahl [min<sup>-1</sup>]

## ① Fettschmierung

Fettschmierung ist die häufigste Schmierung, weil sie den Hauptspindelaufbau mehr als alle anderen Schmier Systeme vereinfacht. Mit der Befüllung einer entsprechenden Menge Qualitätsfett kann dieses System über einen weiten Drehzahlbereich verwendet werden. Die maximal zulässige Drehzahl schwankt je nach der Bauform und der Baugröße des Lagers. Für ein Hochgeschwindigkeitsschräggugellager gilt als Richtwert eine Drehgeschwindigkeit von  $d_m \times n = 1,4 \times 10^6$ . Bei Anwendungen, die diesen Bereich überschreiten, wenden Sie sich bitte an NTN.

### ■ Schmierfette

Schmierfette für Wälzlager in Werkzeugmaschinen sind normalerweise Lithiumseifenfette auf Mineralölbasis. Der Betriebstemperaturbereich geht von -30°C bis 80°C. Bei höheren Temperaturen, und um den Temperaturanstieg zu senken, empfiehlt NTN die Verwendung von Fetten auf der Basis von synthetischem Öl (Diester, Diester + Mineralöl) mit der Konsistenzklasse 1 oder 2.

**Tabelle 7.3** Technische Daten von Schmierfetten für Werkzeugmaschinen.

### ■ Erforderliche Fettmenge

Normalerweise werden Lager für die Hauptspindel einer Werkzeugmaschine mit einer kleinen Fettmenge gefüllt, damit die bei der hohen Drehzahl entstehende Wärmeentwicklung durch die Walkarbeit des Fettes gering ist. Als Richtwert für die Fettmenge von Lagern für Werkzeugmaschinen gilt:

- Schräggugellager  
Drehzahlkennwert  $d_m \times n = 0,65 \times 10^6$ ; 15% des Lagerfreiraumes  
Drehzahlkennwert  $d_m \times n \geq 0,65 \times 10^6$ ; 12% des Lagerfreiraumes
- Zylinderrollenlager; 10% des Lagerfreiraumes
- Kegelrollenlager; 15% des Lagerfreiraumes

Der Lagerfreiraum ist in den Abmessungstabellen aufgeführt. Damit ist die Fettmenge für die Erstbefettung leicht zu bestimmen.

Vor der Lagerbefettung ist das Lager mit einem trockenen, fusselfreiem Tuch äußerlich trocken zu wischen. Die Fettmenge wird dann je nach Lagergröße mit der Hand oder einer Spritze gleichmäßig, beidseitig im Lager verteilt.

**Tabelle 7.3** Schmierfette für Hauptspindellager von Werkzeugmaschinen

Handelsname	SE-1	MP-1	ISOFLEX NBU15	Staburags NBU 8EP	Multemp LRL3	Multemp PS2	ISOFLEX LDS18
Verdicker	Polyharnstoff		Ba - Komplexseife		Li - Seife		
Grundöl	Ester	Synthetiköl	Ester	Mineralöl	Synthetiköl	Diester + Mineralöl	Synthetiköl
Grundölviskosität (40°C) [mm <sup>2</sup> /s]	22	40,6	20	105	37,3	15,3	16
Fließpunkt [°C]	>220	254	>200	220	208	190	>180
Betriebstemperaturbereich [°C]	-50~+120	-40~+150	-60~+130	-35~+150	-40~+150	-55~+130	-60~+130
Anwendung	Standardfett für ULTAGE Serie Standardfett für abgedichtete Schräggugellager	Standardfett für ULTAGE Serie Standardfett für abgedichtete Schräggugellager	Am häufigsten für Hauptspindeln verwendet	Für hohe Belastungen	Großer Betriebstemperaturbereich	Für niedrige Betriebstemperatur und geringe Reibung	Für Kugellager
Code für NTN-Fett	L749	L448	15K	L135	12K	1K	6K

## ② Öl-Luftschmierung

Das Schmiersystem Öl-Luftschmierung wird für Hauptspindellager häufig verwendet, um höhere Drehzahlen, eine höhere Genauigkeit und eine hohe Betriebssicherheit zu erreichen.

Bei der Öl-Luftschmierung wird eine minimale Menge Öl mit Druckluft vermischt und dem Lager am Berührungspunkt Wälzkörper/Laufbahn zugeführt. Die Dosierung erfolgt über ein Öl-Luftschmieraggregat. Hiermit wird dem Lager eine genaue Öl-Luftmenge pro Zeiteinheit zugeführt.

### ■ Spezielle Eigenschaften der Öl-Luftschmierung

Die Öl-Luftschmierung hat gegenüber der Öl-Nebelschmierung folgende Vorteile:

- minimale Ölmenge.
- für jedes Lager kann genau die jeweils erforderliche Ölmenge eingestellt werden.
- die Druckluft hat einen Kühleffekt für das Lager.
- der Schmiereffekt ist unabhängig von der Länge der Zuführleitung.
- die Gesundheitsrisiken von Ölnebel sind minimiert.
- niedriger Ölverbrauch
- Dichteffekt durch den Überdruck der Druckluft
- Die empfohlene Ölviskosität beträgt 10 bis 32 mm<sup>2</sup>/s.

### ■ Beispiel einer Öl-Luftschmiereinheit

Abb. 7.2 zeigt den Aufbau einer Öl-Luftschmiereinheit

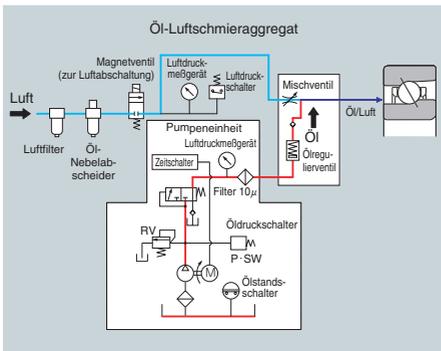


Abb. 7.2 Öl-Luftschmieraggregates

### ■ Öl-Einspritzung

Die Öl-Luftschmierung erfordert einen speziellen Öl-Einspritzring, um das Öl dem Lager gezielt am Berührungspunkt Wälzkörper/Laufbahn zuzuführen (Abb. 7.3).

Empfohlen wird eine Düse mit einem Bohrungsdurchmesser von 1,0 bis 1,5 mm und einer Länge des 4 bis 6-fachen vom Bohrungsdurchmesser.

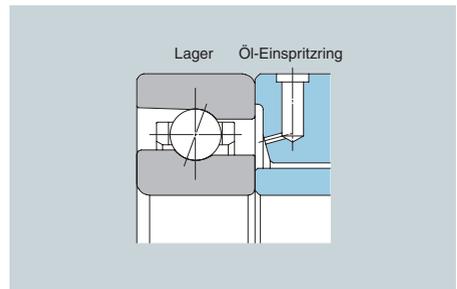


Abb. 7.3 Öl-Einspritzung für Öl-Luftschmierung

### ■ Öl-Luftabsaugung

Bei der Öl-Luftschmierung wird ein großes Luftvolumen verwendet. Das Öl-Luftgemisch muß aus dem Lager entweichen können, da sonst Ölrückstände im Lager bleiben. Diese können zum Heißblauf führen. Bei der Konstruktion muß auf der Abströmungsseite genügend Platz und ein Öl Ablaufloch vorgesehen werden. Hierüber strömt das zugeführte Öl-Luftgemisch ab oder wird über Vakuum abgesaugt. Alle Distanzhülsen vor und hinter dem Lager müssen so ausgeführt sein, dass das Öl ungehindert ablaufen kann.

**Anordnung des Öleinspritzringes**

**(1) Schrägkugellager**

**Tabelle 7.4 Öl-Luft/Öl-Nebeleinspritzringabmessungen [mm]**  
Anmerkung: Öl-Einspritzringabmessungen sind für alle Druckwinkel gleich (15°, 25° und 30°)

Lagerkurzzeichen	$\theta$	A	Innendurchmesser des Öl-Einspritzringes	Außendurchmesser des Öl-Einspritzringes	D	E
7900U	15°	14,6	12,4	13,4	18,5	1
7901U	15°	16,6	14,4	15,4	20,5	1
7902U	15°	19,5	17,2	18,2	25	1
7903U	15°	21,5	19,2	20,2	27	1
7904U	15°	26,3	24	25	32,5	1
7905U	15°	31,3	29	30	37,5	1
7906U	15°	36,3	34	35	42,5	1
7907U	15°	41,5	39,2	40,2	50,5	1
7908U	15°	48,1	45,8	46,8	56,5	1
7909U	15°	52,8	50,5	51,5	63	1
7910U	15°	57,3	54,3	55,8	67,5	1,5
7911U	15°	64,1	61,1	62,6	73,5	1,5
7912U	15°	69,1	66,1	67,6	78,5	1,5
7913U	15°	74,1	71,1	72,6	84	1,5
7914U	15°	80,9	77,9	79,4	93	1,5
7915U	15°	85,9	82,9	84,4	97,5	1,5
7916U	15°	91,4	88,4	89,9	103	1,5
7917U	15°	97,4	94,4	95,9	112	1,5
7918U	15°	102,4	99,4	100,9	117	1,5
7919U	15°	107,4	104,4	105,9	122	1,5
7920U	15°	113,9	110	112	131	1,5
7921U	15°	118,9	115	117	136	1,5
7922U	15°	123,9	120	122	141	1,5
7924U	15°	135,4	132	134	155	1,5
7926U	15°	146,9	143	145	169	1,5
7000U	15°	15,4	13,1	14,1	22	1
7001U	15°	18,1	15,8	16,8	24,5	1
7002U	15°	21,3	19	20	27,5	1
7003U	15°	23,3	21	22	31	1
7004U	15°	28,6	25,8	26,8	37,5	1
7005U	15°	33,1	30,5	31,5	41,5	1
7006U	15°	39,6	36,5	37,5	49,5	1
7007U	15°	44,6	41	42	56	1
7008U	15°	50,4	47	48	61,5	1
7009U	15°	55,9	52	54	67,5	1
7010U	15°	60,9	57	59	72,5	1,5
7011U	15°	67,4	63	65	82	1,5
7012U	15°	72,4	68	70	87	1,5
7013U	15°	77,4	73	75	92	1,5
7014U	15°	83,9	78	80	101	1,5
7015U	15°	88,9	83	85	106	1,5
7016U	15°	95,4	90	92	115	1,5
7017U	15°	100,4	95	97	120	1,5
7018U	15°	106,9	101	103	129	1,5
7019U	15°	111,9	106	108	134	1,5
7020U	15°	116,9	112	114	139	1,5
7021U	15°	123,4	117	120	148	1,5
7022U	15°	129,9	122	125	157	1,5
7024U	15°	139,9	133	136	167	1,5
7026U	15°	153,9	143	146	184	1,5

**Tabelle 7.5 Öl-Luft/Öl-Nebeleinspritzringabmessungen [mm]**  
Anmerkung: Die Öl-Einspritzringabmessungen sind für alle Druckwinkel gleich (15°, 20° und 25°)

Lagerkurzzeichen	$\theta$	A	Innendurchmesser des Öl-Einspritzringes	Außendurchmesser des Öl-Einspritzringes	D	E
HSE910U	15°	58,9	55	56	67	1,5
HSE911U	15°	64,8	61	62	74	1,5
HSE912U	15°	69,8	66	67	79	1,5
HSE913U	15°	74,8	71	72	84	1,5
HSE914U	15°	81,6	77	79	93	1,5
HSE915U	15°	86,6	82	84	98	1,5
HSE916U	15°	91,6	87	89	103	1,5
HSE917U	15°	98,1	93	95	112	1,5
HSE918U	15°	103,1	98	100	117	1,5
HSE919U	15°	108,1	103	105	122	1,5
HSE920U	15°	115,3	109	111	131	1,5
HSE921U	15°	120,3	114	116	136	1,5
HSE922U	15°	125,3	119	121	141	1,5
HSE924U	15°	136,9	130	132	155	1,5
HSE926U	15°	148,4	141	143	169	1,5
HSE928U	15°	158,4	151	153	179	1,5
HSE930U	15°	172,1	164	166	196	1,5
HSE932U	15°	182,1	174	176	206	1,5
HSE934U	15°	192,1	184	186	216	1,5
HSE010	15°	61,6	57	59	73	1,5
HSE011	15°	69,7	63	65	82	1,5
HSE012	15°	74,7	68	70	87	1,5
HSE013	15°	79,7	73	75	92	1,5
HSE014	15°	86,9	76	80	101	1,5
HSE015	15°	91,9	83	85	106	1,5
HSE016	15°	99,2	90	92	115	1,5
HSE017	15°	104,2	95	97	120	1,5
HSE018	15°	111,4	101	103	129	1,5
HSE019	15°	116,4	106	108	134	1,5
HSE020	15°	121,4	112	114	138	1,5
HSE021	15°	128,7	117	119	148	1,5
HSE022	15°	135,2	122	126	158	1,5
HSE024	15°	145,2	133	136	167	1,5
HSE026	15°	158,5	143	149	187	1,5
HSE028	15°	170,8	153	160	197	1,5
HSE030	15°	181,5	165	171	210	1,5
HSE032	15°	193,2	175	183	225	1,5
HSE034	15°	207,8	185	197	245	1,5

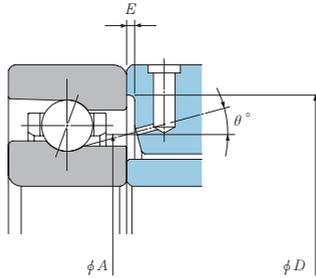


Abb. 7.4 Lagerausführungen 7U, HSE, BNT und HTA

Tabelle 7.6 Öl-Luft/Öl-Nebeleinspritzringabmessungen [mm]

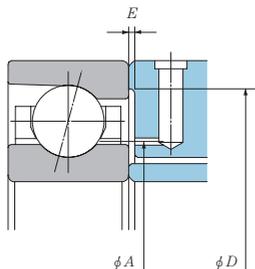
Lagerkurzzeichen	$\theta$	A	Innendurchmesser des Öl-Einspritzringes	Außendurchmesser des Öl-Einspritzringes	D	E
BNT900	12°	14,3	12,2	13,2	18,5	1
BNT901	12°	16,3	14,2	15,2	20,5	1
BNT902	12°	19,2	17,1	18,1	24	1
BNT903	12°	21,2	19,1	20,1	26	1
BNT904	12°	26	23,5	24,5	32,5	1
BNT905	12°	31	28,5	29,5	37,5	1
BNT906	12°	35,8	33,5	34,5	42,5	1
BNT907	12°	41,1	38,5	39,5	50	1
BNT908	12°	47,1	44,4	45,4	56	1
BNT909	12°	52,3	49	50	61,5	1
BNT000	15°	15,1	13	14	22	1
BNT001	15°	17,7	15,6	16,6	24	1
BNT002	15°	21	18,6	19,6	28	1
BNT003	15°	22,9	20,6	21,6	30	1
BNT004	15°	28,1	25	26	37	1
BNT005	15°	32,6	30,5	31,5	41,5	1
BNT006	15°	39,1	35,5	36,5	49,5	1
BNT007	15°	44	41	42	56	1
BNT008	15°	49,8	47	48	61	1
BNT009	15°	55,2	52	53	68	1
BNT200	15°	17,5	15,4	16,4	24,5	1
BNT201	15°	18,9	16,8	17,8	26,5	1
BNT202	15°	21,4	19,3	20,3	29	1
BNT203	15°	24,6	22	23	34	1
BNT204	15°	30	26,5	27,5	40,5	1
BNT205	15°	34,8	32	33	45,5	1
BNT206	15°	40,9	37,5	38,5	54,5	1
BNT207	15°	46,6	43,5	44,5	64	1
BNT208	15°	52,5	49	50	71,5	1
BNT209	15°	56,9	54,5	55,5	76,5	1

Tabelle 7.7 Luft-Öl/Ölnebeleinspritzringabmessungen [mm]

Anmerkung: Die Öl-Einspritzringabmessungen sind für alle Druckwinkel gleich (30° und 40°)

Lagerkurzzeichen	$\theta$	A	Innendurchmesser des Öl-Einspritzringes	Außendurchmesser des Öl-Einspritzringes	D	E
HTA920	15°	116,4	110	112	130	1,5
HTA921	15°	121,4	115	117	135	1,5
HTA922	15°	126,4	120	122	140	1,5
HTA924	15°	138,7	132	134	153	1,5
HTA926	15°	151	143	145	167	1,5
HTA928	15°	161	153	155	177	1,5
HTA930	15°	174,9	165	167	195	1,5
HTA932	15°	184,9	175	177	205	1,5
HTA934	15°	194,9	185	187	215	1,5
HTA936	15°	208,1	197	199	233	1,5
HTA938	15°	218,1	208	210	242	1,5
HTA940	15°	232,5	220	222	260	1,5
HTA006	15°	39,5	35,5	36,5	49,5	1
HTA007	15°	44,3	41	42	56	1
HTA008	15°	49,9	47	48	61	1
HTA009	15°	56,1	52	53	68	1
HTA010	15°	61,1	57	59	73	1,5
HTA011	15°	69,3	63	65	82	1,5
HTA012	15°	74,3	68	70	87	1,5
HTA013	15°	79,3	73	75	92	1,5
HTA014	15°	86,4	78	80	101	1,5
HTA015	15°	91,4	83	85	106	1,5
HTA016	15°	98,7	90	92	115	1,5
HTA017	15°	103,7	95	97	120	1,5
HTA018	15°	111	101	103	129	1,5
HTA019	15°	116	106	108	134	1,5
HTA020	15°	121	112	114	138	1,5
HTA021	15°	128,4	117	119	148	1,5
HTA022	15°	134,9	122	126	158	1,5
HTA024	15°	144,9	133	136	167	1,5
HTA026	15°	158,1	143	149	187	1,5
HTA028	15°	170,4	153	160	197	1,5
HTA030	15°	181,2	165	171	210	1,5
HTA032	15°	192,7	175	183	225	1,5
HTA034	15°	207,4	185	197	245	1,5

(a) Das Schmiermittel wird zwischen Käfig und Innenring zugeführt



(b) Das Schmiermittel wird zwischen Käfig und Außenring zugeführt

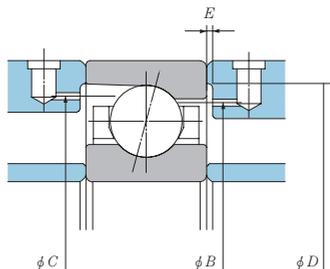


Abb. 7.5 Lagerreihen 78C, 79C, 70C und 72C

Tabelle 7.8 Öl-Luft/Öl-Nebelspritzringabmessungen [mm]

Lagerkurzzeichen	(b) Das Schmiermittel wird zwischen Käfig und Außenring zugeführt					
	B	C	Innendurchmesser des Öl-Einspritzringes	Außendurchmesser des Öl-Einspritzringes	D	E
7805C	32,6	33,3	28	29	34	1
7806C	37,6	38,2	33	34	39	1
7807C	42,6	43,1	38	39	44	1
7808C	47,8	48,4	43	44	49	1
7809C	53,2	54,3	48,5	49,5	54	1
7810C	59,5	60,2	54	55	60,5	1
7811C	66,2	67,4	59	61	68	1
7812C	71,7	72,8	64,5	66,5	73,5	1
7813C	77,7	78,7	70,5	72,5	79,5	1
7814C	82,4	83,6	75,5	77,5	84,5	1
7815C	87,8	88,8	80,5	82,5	89,5	1
7816C	92,5	93,6	85,5	87,5	94,5	1
7817C	101	102,5	91,5	93,5	103,5	1
7818C	106	107,3	96,5	98,5	108,5	1
7819C	111	112,4	101,5	104	113,5	1
7820C	115,6	117	106,5	110	118,5	1
7821C	120,7	122	111,5	115	123,5	1
7822C	129,2	131,1	117,5	122	132,5	1
7824C	139,2	141,1	127,5	132	142,5	1
7826CT1	152,3	154,5	139	144	156,5	1,5
7828CT1	162,3	164,5	149	155	166,5	1,5
7830CT1	175,3	177,8	160,5	167,5	180,5	1,5
7832CT1	185,5	188	170,5	177,5	190,5	1,5
7834CT1	198,7	201,5	181	188	204,5	1,5
7928CT1B	171,3	176,9	153	163	179	1,5
7930CT1B	187,2	193,8	165	179	197	1,5
7932CT1B	198,3	201,9	175	190	205	1,5
7934CT1B	208,2	211,9	185	200	215	1,5

7805C~7834CT1, 7928CT1B~7934CT1B, 7200C~7218C .....ÖL-Einspritzteilkreisdurchmesser B wird empfohlen.  
 7028CT1B~7040CT1B, 7219C~7226C .....ÖL-Einspritzteilkreisdurchmesser A wird empfohlen.  
 Das Öl sollte immer zwischen dem Käfig und dem hohen Bord (Durchmesser A oder B) zugeführt werden. Nur wenn dieses konstruktiv nicht möglich ist, kann der Öl-Einspritzteilkreisdurchmesser C gewählt werden.

**Tabelle 7.9 Öl-Luft/Öl-Nebeleinspritzringabmessungen [mm]**

Lagerkurzzeichen	(a) Das Schmiermittel wird zwischen Käfig und Innenring zugeführt			(b) Das Schmiermittel wird zwischen Käfig und Außenring zugeführt				Gemeinsam für (a) + (b)	
	A	Innendurchmesser des Öl-Einspritzringes	Außendurchmesser des Öl-Einspritzringes	B	C	Innendurchmesser des Öl-Einspritzringes	Außendurchmesser des Öl-Einspritzringes	D	E
7200C	—	—	—	23	23,8	15,5	17,5	25	1
7201C	—	—	—	24,9	25,8	17,5	19,5	27	1
7202C	—	—	—	28,3	29,4	20,5	22,5	30	1
7203C	—	—	—	32,4	33,7	23,5	26,5	35	1
7204C	—	—	—	38,4	40,2	26,5	31	41,5	1
7205C	—	—	—	43,3	44,7	32	36	46,5	1
7206C	—	—	—	51,1	53	37,5	44	54,5	1
7207C	—	—	—	59,1	61,2	43,5	52	64	1
7208C	—	—	—	65,9	68,3	49	58	71,5	1
7209C	—	—	—	71,3	73,8	54,5	63	76,5	1
7210C	—	—	—	76,4	78,8	59,5	68	81	1,5
7211C	—	—	—	84,6	87,4	66	76	90	1,5
7212C	—	—	—	94,4	97,5	72	85	99,5	1,5
7213C	—	—	—	100,8	104,1	77,5	92	108,5	1,5
7214C	—	—	—	106,2	109,6	83	96	114	1,5
7215C	—	—	—	112,2	115,6	88,5	102	118	1,5
7216C	—	—	—	119,5	123,2	94	109	127	1,5
7217C	—	—	—	128	131,8	100	117	136	1,5
7218C	—	—	—	136,2	140,4	106	125	146	1,5
7219C	119,4	111,5	113,5	144,4	149	111,5	132	155	1,5
7220C	126,1	117,5	120	152,7	157,7	117,5	141	164	1,5
7221C	131,6	122,5	125	159,9	165,1	122,5	148	173,5	1,5
7222C	138,3	129	131	168,5	174,1	129	157	182	1,5
7224C	149,3	141	143	181,5	187,2	141	169	196	1,5
7226C	161,3	152,5	155	193	199,2	152,5	181	210	1,5
7028CT1B	162,9	153	157	183,5	187,4	153	172	197	1,5
7030CT1B	174,4	165	169	196,6	200,9	165	185	210	1,5
7032CT1B	185,7	175	180	209,8	214,2	175	198	225	1,5
7034CT1B	199,2	185	193	226	231,3	185	214	245	1,5
7036CT1B	212,2	197	206	242	248	197	230	263	1,5
7038CT1B	222,2	210	216	252	258	210	240	270	1,5
7040CT1B	235,2	220	229	268	275	220	255	290	1,5

(2) Zylinderrollenlager

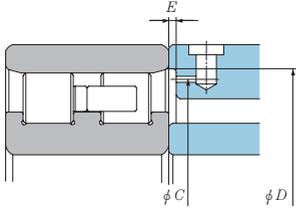


Abb. 7.6 Typen NN30 und NN30T6

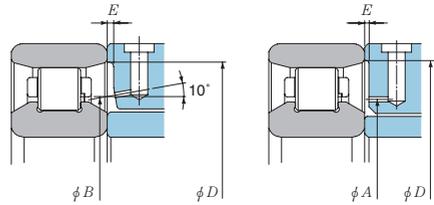


Abb. 7.7 Lagerreihe N10HS

Tabelle 7.10 Öl-Luft/Öl-Nebeleinspritzringabmessungen [mm]

Lagerkurzzeichen	C	Innendurchmesser des Öl-Einspritzringes	Außerdurchmesser des Öl-Einspritzringes	D	E
NN3005	40,3	31	33,8	42	1
NN3006	47	38	40,5	50	1
NN3007	53,5	43	47,0	57	1
NN3008	59,5	48	53,0	63	1
NN3009	66	54	59,5	69	1
NN3010	71	59	64,5	74	1,5
NN3011	79	65	72,5	83	1,5
NN3012	84	70	77,5	88	1,5
NN3013	90 (89)	75	82,5	93	1,5
NN3014	98	82	90	102	1,5
NN3015	103	87	95	107	1,5
NN3016	111	93	103	115	1,5
NN3017	116	98	108	120	1,5
NN3018	125	105	117	130	1,5
NN3019	130	110	122	135	1,5
NN3020	135	115	127	140	1,5
NN3021	144 (143)	120	135	149	1,5
NN3022	153 (152)	127	144	158	1,5
NN3024	163 (162)	137	154	168	1,5
NN3026	179	150	171	185	1,5
NN3028	189	160	181	195	1,5
NN3030	202	172	194	210	1,5
NN3032	215,5	183	208	223	1,5
NN3034	232	196	224	240	1,5
NN3036	251	209	243	259	1,5
NN3038	261	219	253	269	1,5

Tabelle 7.11 Öl-Luft/Öl-Nebeleinspritzringabmessungen [mm]

Lagerkurzzeichen	A	B	Innendurchmesser des Öl-Einspritzringes	Außerdurchmesser des Öl-Einspritzringes	D	E
N1006HS	—	40,4	37	38	50	1
N1007HS	—	46,5	42	43	57	1
N1008HS	—	51,7	47	48	63	1
N1009HS	—	57,7	52	53	69	1
N1010HS	—	62,7	57	58	74	1,5
N1011HS	—	69,7	63,5	64,5	83	1,5
N1012HS	—	74,8	68,5	69,5	88	1,5
N1013HS	—	79,7	73,5	74,5	93	1,5
N1014HS	86	—	78,5	80,5	102	1,5
N1015HS	91	—	83,5	85,5	107	1,5
N1016HS	97,5	—	88,5	90,5	115	1,5
N1017HS	102,5	—	93,5	95,5	120	1,5
N1018HS	110	—	102	104	130	1,5
N1019HS	115	—	107	109	135	1,5
N1020HS	120	—	112	114	140	1,5
N1021HS	125,9	—	118	120	149	1,5
N1022HS	133,1	—	123	125	158	1,5
N1024HS	143,3	—	133	135	168	1,5
N1026HS	157,2	—	143	145	185	1,5
N1028HS	167,2	—	153	155	195	1,5
N1030HS	179,6	—	165	167	210	1,5
N1032HS	191,1	—	175	177	223	1,5

HINWEIS) An gewissen Produkten sind die Maße C an Käfig L1 und Käfig T6 verschieden. Die in Klammern ( ) gesetzten Werte repräsentieren die Maße C der Käfige L1. Alle anderen Maße der Käfige L1 sind die gleichen wie bei den Käfigen T6.

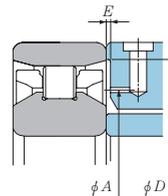


Abb. 7.8 Lagerreihe N10HSR

Tabelle 7.12 Öl-Luft/Öl-Nebeleinspritzringabmessungen [mm]

Lagerkurzzeichen	A	Innendurchmesser des Öl-Einspritzringes	Außerdurchmesser des Öl-Einspritzringes	D	E
N1011 HSRT6	71,5	63,5	64,5	83	1,5
N1012 HSRT6	76,6	68,5	69,5	88	1,5
N1013 HSRT6	81,5	73,5	74,5	93	1,5
N1014 HSRT6	89,7	78,5	80,5	102	1,5
N1016 HSRT6	101,3	88,5	90,5	115	1,5
N1018 HSRT6	113,8	102	104	130	1,5
N1020 HSRT6	123,8	112	114	140	1,5

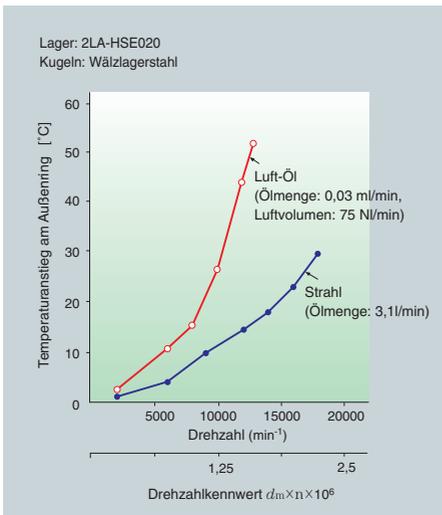
### ③ Öl-Einspritzschmierung

Bei diesem Schmiersystem wird ein Schmiermittelstrahl mit hoher Geschwindigkeit in das Lager von der Seite eingespritzt. Dieses ist das zuverlässigste Schmiersystem und wird normalerweise bei den Lagern der Hauptspindel von Düsentriebwerken und Gasturbinen verwendet. Zur Zeit ist es für einen Drehzahlkennwert  $d_m \times n$  von ca.  $4,0 \times 10^6$  geeignet.

Wenn es als Schmiersystem für die Hauptspindel einer Werkzeugmaschine verwendet wird, ist der

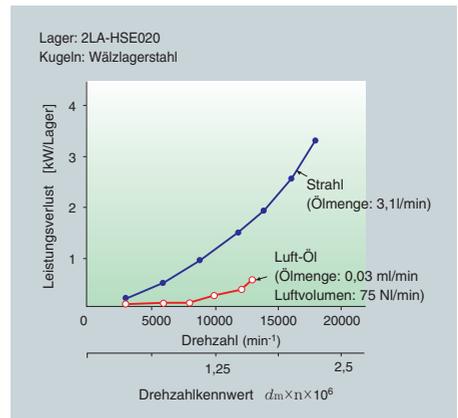
Temperaturanstieg der Lagers minimiert. Die große Ölmenge führt jedoch zu einem großen Leistungsverlust. Es wird ein Antriebsmotor mit hoher Leistung benötigt. Das verwendete Öl hat eine niedrige Grundölviskosität ( $2-3 \text{ mm}^2/\text{s}$ ).

**Abb. 7.9** zeigt den Temperaturanstieg bei Öl-Luftschmierung und bei Öl-Einspritzschmierung, **Abb. 7.10** zeigt eine graphische Darstellung von Versuchsergebnissen zum Leistungsverlust.



**Abb. 7.9 Vergleich des Temperaturanstiegs vom Außenring bei Öl-Luftschmierung und bei Öl-Einspritzschmierung.**

(Der Temperaturanstieg bei Öl-Luftschmierung ist relativ zur Raumtemperatur, die Temperatur bei Öl-Einspritzschmierung ist relativ zur Schmiermitteltemperatur dargestellt.)



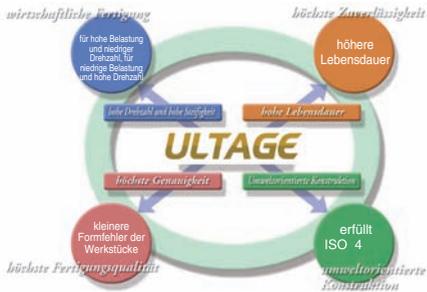
**Abb. 7.10 Vergleich des Leistungsverlusts bei Öl-Luftschmierung und bei Öl-Einspritzschmierung**

## 8. Neue Technologien

### ① Die neue ULTAGE Serie von Präzisionslagern für extrem hohe Drehzahlen bei Hauptspindeln von Werkzeugmaschinen

Mit der Entwicklung der neuen ULTAGE Serie ist NTN der Forderung nach höherer Wirtschaftlichkeit, höherer Zuverlässigkeit, verbesserter Qualität und Umweltverantwortlichkeit für Werkzeugmaschinen nachgekommen. Die Lager zeichnen sich durch eine optimale Innenkonstruktion, eine verbesserte Oberflächenqualität und ein Sondermaterial aus. Die Lager sind beidseitig abgedichtet und mit einem Spezialfett gefüllt.

ULTAGE ist eine Kombination aus "Ultimate" und "Stage" und steht für die „höchste Stufe“. Zusammen drückt das neue Wort die Philosophie von NTN aus, mit unseren Präzisionskugellagern höchsten Ansprüchen zu genügen.



#### ■ Konzept

NTN hat ein Präzisionslager für extrem hohe Drehzahlen und hohe Betriebssicherheit entwickelt, welches zusätzlich umweltorientiert ist.

#### [ Konstruktion ]

Die Lagerinnenkonstruktion wurde optimiert, um sich den verändernden Anwendungen und Betriebsbedingungen anzupassen. Die Lager zeichnen sich aus durch hohe Drehzahl, hohe Steifigkeit, hohe Genauigkeit, geringe Betriebstemperatur, geringes Geräuschniveau und Energieeinsparung.

#### [ Material ]

Eine höhere Betriebssicherheit wird durch die Verwendung von Sondermaterial und eine verbesserte Oberflächenbearbeitung erreicht.

#### [ Schmierung ]

Die Verwendung von Spezialfett und eine umweltorientierte Ausführung für höchste Drehzahlen verringert die Verschmutzung der Umgebung.

#### [ Genauigkeit ]

Die Lager werden in höchster Genauigkeit und auf Wunsch in Universalausführung gefertigt.

### ② Sondermaterial und verbesserte Oberflächenbearbeitung

Die Lager der ULTAGE Serie für extrem hohe Drehzahlen in Werkzeugmaschinen werden aus einem Sonderwerkstoff gefertigt. Dieser zeichnet sich durch eine hohe Verschleißfestigkeit und einen hohen Widerstand gegen Freßverschleiß aus. Zusätzlich wurde die Oberflächengüte verbessert.

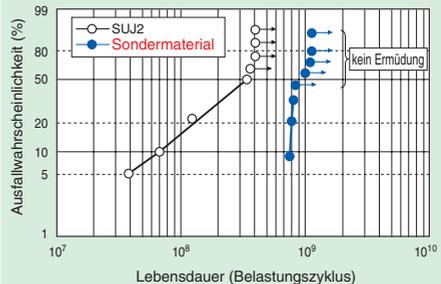
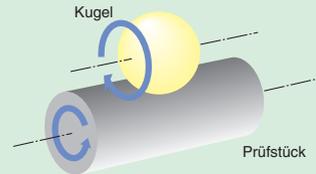
#### ■ Lebensdauer unter normalen Betriebstemperaturen

Versuchsergebnisse von Punktberührungsteilen unter sehr hoher Belastung sind in **Abb. 8.1** dargestellt.

[Versuchsbedingungen/bedingungen]

Prüfstück	Zylinderrollen $\phi 12 \times 22$ mm
Kugel	$\phi 19,05$ (3/4")
maximale Flächenpressung	5.880 N/mm <sup>2</sup>
Belastungsfrequenz	46.240 Zyklen/min
Schmiermittel	Turbine VG56 (Ölsumpf)

[Darstellung der Versuchsanordnung]



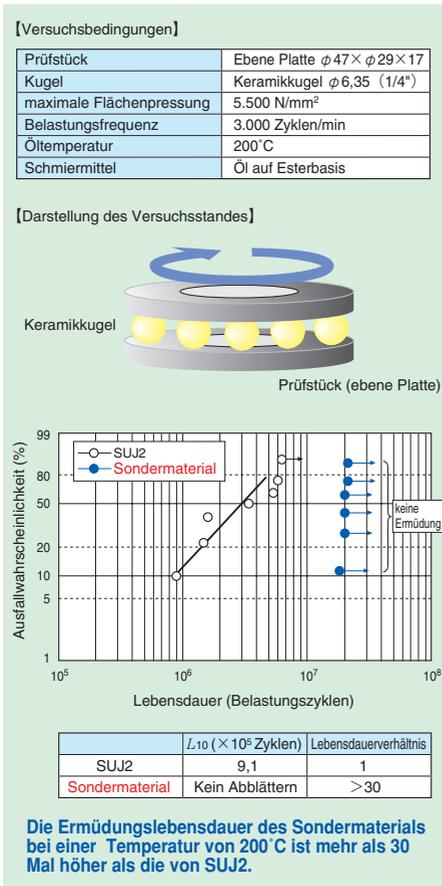
	$L_{10}$ ( $\times 10^7$ Zyklen)	Lebensdauerverhältnis
SUJ2	6,3	1
Sondermaterial	79,8	12,7

Die Ermüdungslebensdauer des Sondermaterials ist annähernd 13 mal so hoch wie das von SUJ2.

**Abb. 8.1** Lebensdauer Versuchsergebnisse mit Punktberührungsteilen

**Lebensdauer bei hohen Temperaturen**

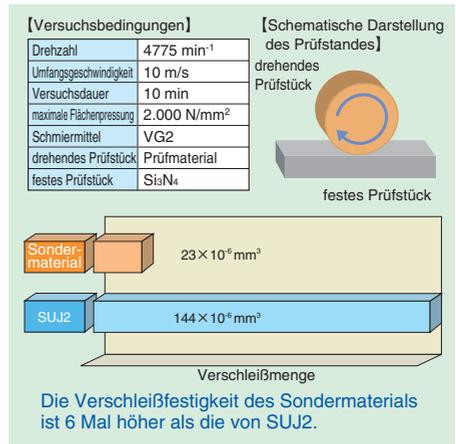
Graphische Darstellung der Versuchsergebnisse bei 200 °C (Abb. 8.2).



**Abb. 8.2** Lebensdauerversuch bei hoher Temperatur mit Axiallagern

**Verbesserte Verschleißfestigkeit**

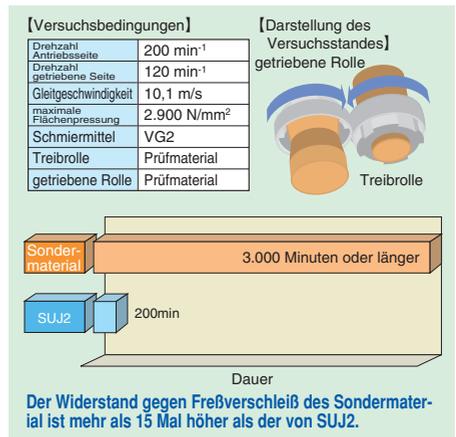
Versuchsergebnisse einer Reib- und Verschleißtestmaschine des Typs Sawin (Abb. 8.3).



**Abb. 8.3** Versuchsergebnisse einer Reib- und Verschleißtestmaschine des Typs Sawin

**Verbesserte Antifreibeigenschaft**

Die Versuchsergebnisse mit einer Zwei-Rollen-Testmaschine sind in Abb. 8.4 dargestellt.



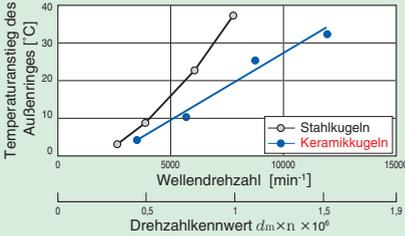
**Abb. 8.4** Versuchsergebnisse mit einer Zwei-Rollen-Testmaschine

**Keramikkugeln**

In **Abb. 8.5** ist der Temperaturverlauf in Abhängigkeit vom Kugelmaterial und der Drehzahl dargestellt. Wie man sieht, ist der Temperaturanstieg bei **Keramikkugeln** flacher und die Betriebstemperatur niedriger.

**[Versuchsbedingungen]**

Versuchslagerlager	Lagerkurzzeichen Lagerpaar HSE02
Vorspannung	Federvorspannung 2,5 kN
Schmierung	Fett
Kühlung des Gehäuses	nein



Die Lager der **ULTAGE** Serie werden standardmäßig mit **Keramikkugeln** gefertigt. Sie haben deshalb auch bei hohen Drehzahlen, eine geringe Wärmeentwicklung.

**Abb. 8.5** Temperaturanstieg Stahlkugel/Keramikkugel

**3 Umweltorientierte Lagerausführungen**

Die umweltorientierte **ULTAGE** Serie wird in zwei Ausführungen gefertigt:

Eine Ausführung für umweltorientierte Öl-Luftschmierung. Bei der Ausführung **HSL** wird dem Lager eine geringe Menge Öl ohne Druckluft zugeführt. Es wird deshalb Öl und Energie eingespart. Die zweite Ausführung ist fettgeschmiert. Die Lager sind abgedichtet und mit einem Fett gefüllt, welches für höhere Drehzahlen geeignet ist. Durch die Abdichtung wird die Umwelt nicht mit Fettaustritt belastet.

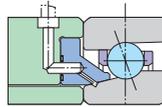
**Anforderungen an das Hauptspindellager**

- Drehzahl
- Steifigkeit
- Lebensdauer
- Genauigkeit
- Umweltorientierte Ausführung

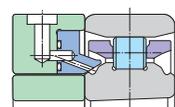
**Für Hauptspindeln**

**Umweltorientierte Öl-Luftschmierung**

**Ausführung HSL**



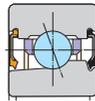
**Ausführung N10HSL**



**Geringerer Öl-Luftverbrauch spart Energie**

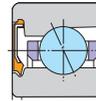
**Fettschmierung**

**Ausführung BNS LLB für hohe Drehzahl**



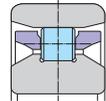
abgedichtet

**Standardausführung 70/79AD, CD LLB**



abgedichtet

**Ausführung N10HSRT6**

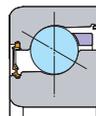


**Fett für hohe Drehzahlen geeignet, umweltorientiert.**

**Für Kugelgewindetriebe**

**Fettschmierung**

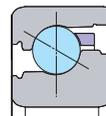
**Ausführung 2A-BST LXL Typ**



abgedichtet

**hohe Lebensdauer und einfache Montage**

**Ausführung 2A-BST Typ**



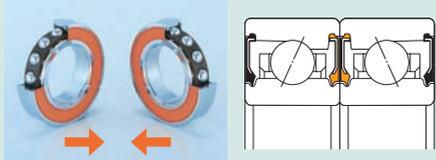
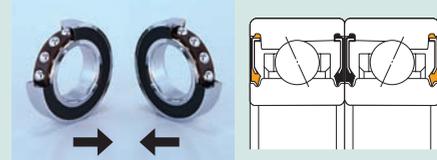
**hohe Lebensdauer**

■ **Abgedichtete, lebensdauergeschmierte Schrägkugellager**

**(1) Einfache Montage**

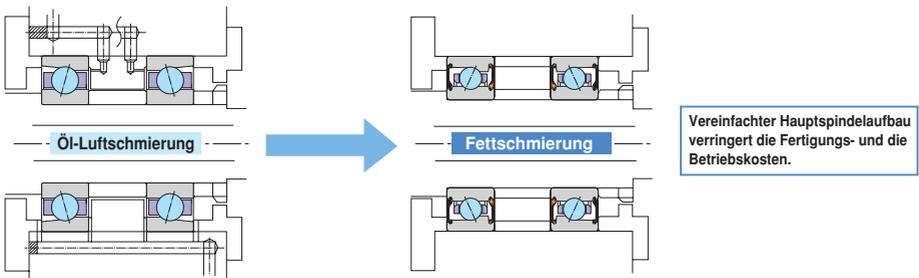
Abgedichtete Spindellager der ULTAGE Serie sind mit Fett gefüllt, welches für hohe Drehzahlen geeignet ist. Es ist keine Nachschmierung nötig. Vor der Montage muß lediglich das Korrosionsschutzöl vom Lager entfernt werden. Zur Unterscheidung von Vorder- und Rückseite werden Dichtungen verschiedener Farbe verwendet. Die schwarze Vorderseite und die orangefarbene Rückseite sind leicht zu unterscheiden. Damit ist es leicht die Lageranordnung, auch im eingebauten Zustand, zu erkennen (**Tabelle 8.1**).

**Tabelle 8.1 Lageranordnung und Dichtungsfarben**

DB Satz (Rücken an Rücken)	DF Satz (Vorderseite an Vorderseite)
<p>schwarzfarbene Dichtung außen + schwarzfarbene Dichtung außen</p> 	<p>orangefarbene Dichtung außen + orangefarbene Dichtung außen</p> 

**(2) Vereinfachte Spindelkonstruktion**

Die abgedichteten Schrägkugellager der ULTAGE-Serie ermöglichen, dank einer optimalen Innenkonstruktion, den Betrieb bei hohen Drehzahlen mit Fettschmierung. Öl-Luftschmierung kann eventuell durch Fettschmierung ersetzt werden (minimaler Fettaustritt), vereinfacht den Hauptspindelaufbau, belastet die Umwelt wenig und trägt zur Kostenreduzierung bei (**Abb. 8.6**).



**Abb. 8.6 Öl-Luftschmierung wird durch Fettschmierung ersetzt**

■ **Schrägkugellager der Ausführung HSL/HSFL und Zylinderrollenlager der Ausführung HSL/HSLK** der Ausführung HSL/HSLK können mit umweltorientiertem Öl-Einspritzring geliefert werden. Mit dieser Ausführung werden der Ölnebel und das Laufgerausch vermindert.

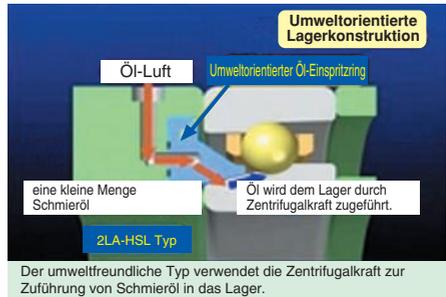
**(1) Reduzierung von Ölnebel**

Bei dem umweltorientierten, Öl-Luftgeschmierten Lager wird das Öl dem Lager nicht mit Druckluft zugeführt. Durch die Zentrifugalkraft des drehenden Innenringes wird das Öl in das Lager gefördert. Es wird Öl, Luft und Energie

eingespart. Außerdem ist die Ölnebelmenge, welche aus der Labyrinthdichtung austritt, geringer. Die folgenden Fotos zeigen die Ölnebelmenge, die aus dem Standardlager und aus dem umweltorientierten Lager austritt.

Das Öl-Luftgemisch geht durch das Lager und tritt als Ölnebel aus. Ein Teil wird über die Ölablaßbohrung im Gehäuse gesammelt. Ein Teil entweicht jedoch durch die Labyrinthdichtung und verunreinigt die unmittelbare Umgebung der Maschine.

Bei Verwendung des umweltorientierten Lagers wird die Arbeitsumgebung nicht so stark belastet, da nicht soviel Ölnebel entsteht.



**(2) Geräuschreduzierung**

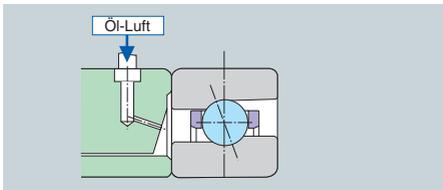
Das Standard-Öl-Luft-Schmierverfahren verwendet Luft, um dem Wälzlager eine kleine Menge Öl zuzuführen. Dazu werden Öl-Einspritzringe, wie in **Abb. 8.7** und **8.9** gezeigt, verwendet. Die Öl-Einspritzringe der Standard-Öl-Luft-Schmierung haben Einspritzdüsen mit 1 bis 1,5 mm Durchmesser, um der Laufbahn des Lagers eine Ölmenge von 30 bis 50 Nl/min/Lager zuzuführen. Um diese Ölmenge in die Lagerlaufbahn zu bekommen, tritt aus der Düse Druckluft als Strahl aus, mit dem die Luftbarriere, die durch die hohe Umfangsgeschwindigkeit des umlaufenden Wälzkörpersatzes erzeugt wird, durchbrochen werden kann. Auf diese Art wird die Luft als Werkzeug zur Ölzufuhr verwendet. Das von NTN entwickelte umweltorientierte Wälzlager verringert die erforderlichen Luft- und Ölmenngen erheblich. Die Geräuschentwicklung aus der zuströmenden Luft wird ebenfalls merklich reduziert. Der bei dem umweltorientierten NTN Lager wirkende Mechanismus ist folgender: die Zentrif-

galkraft am drehenden Lagerinnenring führt der Laufbahn des Lagers entlang der kegeligen Oberfläche eine sehr kleine Ölmenge gezielt zu (**Abb. 8.8** und **8.10**).

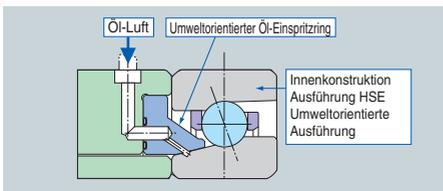
Da die Druckluft nur noch dem Transport des Öls zur Lagerlaufbahn dient, wird bei der NTN Methode auch nur noch eine reduzierte Luftmenge benötigt. Bei dem umweltorientierten NTN Lager muss die Luft nur noch das Öl zwischen die kegeligen Flächen von Lagerinnenring und Öl-Einspritzring zuführen. Das pfeifende Luftgeräusch durch das Einspritzen in die Luftbarriere des umlaufenden Wälzkörpersatzes entfällt. Das umweltorientierte NTN Lager reduziert das Lagerlaufgeräusch um 6 bis 8 dBA.

Beispiel:

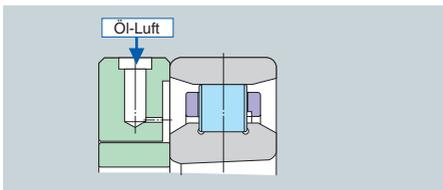
Im Anwendungsbereich mit hohen Drehzahlen über 10.000 min<sup>-1</sup>, wird das Lagerlaufgeräusch um 6 bis 8 dBA (**Abb. 8.11**) reduziert.



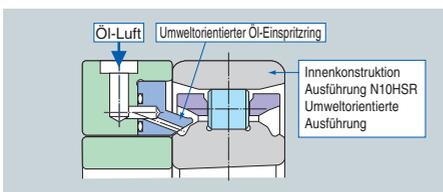
**Abb. 8.7 Standard-Öl-Luft-Schmierung**



**Abb. 8.8 Umweltorientierte Öl-Luft-Schmierung**



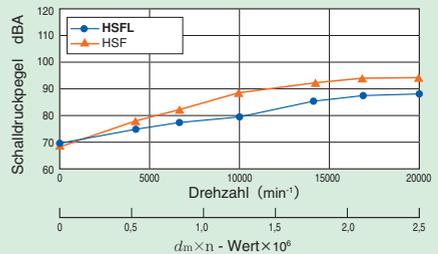
**Abb. 8.9 Standard-Lager N10HS**



**Abb. 8.10 ULTAGE-Lager N10HSL**

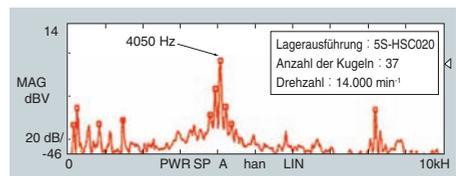
[Versuchsbedingungen]

Versuchslager	S-2LA-HSFL020 (Umweltorientiertes Lager) 5S-2LA-HSF020 (φ 100 × φ 150 × 24, O-Anordnung)
Drehzahl	20.000 min <sup>-1</sup>
Vorspannung	2,5 kN (konstante Lagervorspannung)



**Fig. 8.11 Vergleich der Geräuschwerte**

Bei dem umweltorientierten NTN Lager wird die Hochfrequenzkomponente des bei hohen Drehzahlen erzeugten Frequenzspektrums aus folgendem Grund stark reduziert: der an der Standarddüse austretende Luftstrahl trifft auf die umlaufenden Wälzkörper und erzeugt dabei ein hohes pfeifendes Geräusch. Im Gegensatz hierzu trifft bei dem umweltorientierten Öl-Einspritzring kein Luftstrahl auf die umlaufenden Wälzkörper, wodurch das hochfrequente, pfeifende Geräusch vermieden wird.



**Abb. 8.12 Frequenzspektrum des Lagergeräusches (Standard-Öl-Einspritzring)**





# Hauptspindellager

## 9. Spindellager INHALT

<b>9. Spindellager</b> .....	56~207
① <b>Eigenschaften der Baureihen</b> .....	56
② <b>Standard Käfigausführungen</b> .....	58
③ <b>Lagerkurzzeichen</b> .....	58
④ <b>Toleranzen der Spindellager</b> .....	60
⑤ <b>Lagerspiel / Lagervorspannung</b> .....	62
⑥ <b>Passungsempfehlung</b> .....	68
⑦ <b>Spindellagersätze</b> .....	68
⑧ <b>Kennzeichnung von Spindellagersätzen</b> .....	69
⑨ <b>Abgepasste Spindellagersätze / Universalausführung</b> .....	69
⑩ <b>Spindellager mit Keramikugeln</b> .....	70
⑪ <b>Gebrauchslebensdauer von Spindellagern mit Keramikugeln</b> .....	71
⑫ <b>Schmierung / Empfehlungen</b> .....	72
⑬ <b>Standard-Spindellager in ULTAGE Ausführung / 79U, 70U</b> .....	73
⑭ <b>Hochgeschwindigkeitsspindellager / HSE</b> .....	74
⑮ <b>Ultra-Hochgeschwindigkeitsspindellager / HSF</b> .....	75
⑯ <b>Hochgeschwindigkeitsspindellager</b> mit umweltorientiertem Öl-Einspritzring / HSL, HSFL .....	76
⑰ <b>Hochgeschwindigkeits-Schräggugellager mit Ölbohrung im</b> Außenring für Öl-Luft Schmierung / HSEW .....	78
⑱ <b>Fettgeschmierte, abgedichtete Standard-Spindellager</b> / 79LLB, 70LLB .....	80
⑲ <b>Fettgeschmierte, abgedichtete Hochgeschwindigkeitsspindellager</b> / BNS9LLB, BNS0LLB .....	82
⑳ <b>Lagertabellen</b>	
<b>Standard-Spindellager 78, 79U, 70U, 72</b> .....	84
<b>Hochgeschwindigkeitsspindellager HSE9, HSE0</b> .....	112
<b>Ultra-Hochgeschwindigkeitsspindellager HSF0</b> .....	136
<b>Hochgeschwindigkeitsspindellager</b> mit umweltorientiertem Öl-Einspritzring HSL9, HSL0 .....	138
<b>Ultra-Hochgeschwindigkeitsspindellager</b> mit umweltorientiertem Öl-Einspritzring HSFL0 .....	146
<b>Hochgeschwindigkeits-Schräggugellager mit Ölbohrung im</b> Außenring für Öl-Luft Schmierung HSEW9U, HSEW0 .....	148
<b>Fettgeschmierte, abgedichtete Standard-Spindellager 79LLB, 70LLB</b> .....	156
<b>Fettgeschmierte, abgedichtete Hochgeschwindigkeitsspindellager</b> BNS9LLB, BNS0LLB .....	172
<b>Spindellager für Schleifmaschinen / Motoren und Drehmaschinen</b> BNT9, BNT0 .....	196

## 9. Spindellager

Die in Werkzeugmaschinen verwendeten Spindellager sind Schrägkugellager für radiale Belastungen und sind nicht zerlegbar. NTN fertigt Spindellager in folgenden Baureihen: 78 (718), 79U (719U), 70U, 72, HSE9, HSE0, HSF0, BNS9, BNS0, BNT9, BNT0 und BNT2. Bei Schrägkugellagern wird der Winkel zwischen der gedachten Linie, die die Kontaktpunkte zwischen der Kugel und der Innenringlaufbahn und der Kugel und der Außenringlaufbahn verbindet und der Senkrechten zur Drehachse des Lagers, als Druckwinkel des Lagers bezeichnet.

Entsprechend den Anforderungen an die Steifigkeit und die Drehzahlleistung der Lagerung, muss der optimale Druckwinkel gewählt werden.

Um den speziellen Anforderungen wie hohe Drehzahl oder hohe Steifigkeit gerecht zu werden, fertigt NTN Spindellager mit folgenden Druckwinkeln: 15° (Nachsetzzeichen "C"), 20° (abhängig von der Baureihe ohne Nachsetzzeichen), 25° (Nachsetzzeichen "AD") und 30° (ohne Nachsetzzeichen).

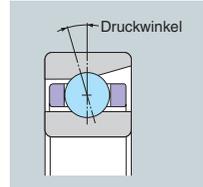


Abb. 9.1 Druckwinkel

### 1 Eigenschaften der Baureihen

#### Nicht abgedichtete Spindellager

##### ■ Standard-Spindellager (Baureihen 78, 79, 70, 72)

Standard-Spindellager sind in vier Maßreihen verfügbar: 78 (718), 79 (719), 70 und 72. Die Maßreihen 79 und 70 werden in der ULTAGE-Ausführung 79U und 70U gefertigt.

Diese Ausführung erlaubt durch eine optimierte Innenkonstruktion und besondere Herstellungsverfahren wesentlich höhere Drehzahlen bei gleichzeitig niedrigerer Betriebstemperatur. Die Lager der ULTAGE-Ausführung eignen sich besonders für hohe Drehzahlen, hohe Steifigkeit und hohe Belastungen. Die Lager der Baureihen 79U und 70U sind auch als Hybridlager mit Keramikugeln (Vorsetzzeichen 5S-) lieferbar.

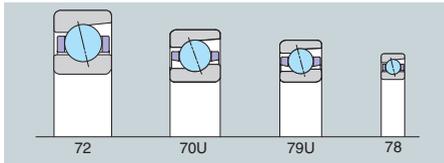


Abb. 9.2 Standard Spindellager

##### ■ Hochgeschwindigkeitsspindellager (Baureihen HSE9, HSE0)

Hochgeschwindigkeitsspindellager sind in zwei Baureihen verfügbar: HSE9 und HSE0. Die Hauptabmessungen dieser Baureihen entsprechen den Maßreihen der ISO-Normen (Maßreihe 719 und 70) und sind mit drei Druckwinkeln verfügbar: 15° (Nachsetzzeichen "C"), 20° (ohne Nachsetzzeichen) und 25° (Nachsetzzeichen "AD"). Diese Lager werden in der Genauigkeitsklasse P5 oder besser gefertigt. Um höhere Drehzahlen zu erreichen, ist der Durchmesser der Wälzkörper kleiner als bei Standard-Spindellagern gleicher Maßreihe und Bau-

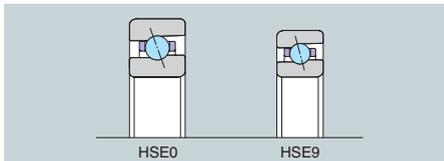


Abb. 9.3 Hochgeschwindigkeitsspindellager

größe. Die HSE-Baureihe wird mit Öl-Luft-Schmierung eingesetzt und zur Gewährleistung eines gleichmäßigen Ölflusses sind die Halteborhdhöhen am Innenring und Außenring reduziert. Außerdem werden bei den HSE-Baureihen Spezial-Wälzlagerwerkstoffe und eine spezielle Oberflächenbehandlung eingesetzt, um das Lager vor Verschleiß und Peeling zu schützen. Die HSE-Baureihen sind sowohl mit Stahlkugeln, als auch als Hybridlager mit Keramikugeln (Vorsetzzeichen 5S-) lieferbar.

##### ■ Ultra-Hochgeschwindigkeitsspindellager mit Keramikugeln (Baureihe HSF0)

Ultra-Hochgeschwindigkeitsspindellager sind in der Baureihe HSF0 (Maßreihe 70) verfügbar und sind mit Keramikugeln ausgerüstet. Der Kugeldurchmesser ist kleiner als bei den Lagern der Baureihe HSE0 um eine noch höhere Steifigkeit und geringere Betriebstemperatur zu erreichen. Die Lager dieser Baureihe werden nur mit 25° Druckwinkel (Nachsetzzeichen "AD") gefertigt, um die Druckwinkelveränderung bei hohen Drehzahlen durch die Zentrifugalkräfte der Kugeln möglichst klein zu halten.

Die Eigenschaften der Baureihe HSF0 erlauben den Betrieb bei Verwendung eines Öl-Luft-Schmiersystems in einem Drehzahlbereich ( $d_{m1} \times n < 2,6 \times 10^6$ ), was vorher nur mit einem konventionellen Öl-Einspritzschmiersystem möglich war.

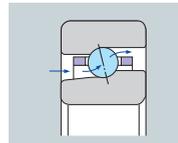


Abb. 9.4 Schrägkugellager für extrem hohe Drehzahlen

##### ■ Umweltorientierte, Spindellager mit Öl-Luft-Schmierung (Baureihen HSL9, HSL0, HSFL0)

Die umweltorientierten, Öl-Luft-geschmierten Spindellager der Baureihen HSL9, HSL0 und HSFL0 sind abmessungsgleich zu den Baureihen HSE9, HSE0 und HSF0, haben jedoch spezielle für die Schmierung modifizierte Innenringe. Diese Spindellager haben für die Öl-Luft-Schmierung eine Umfangsnut am Innenring und werden mit einem speziellen umweltorientierten Öl-Einspritzung geliefert. Die Bau-

reihen HSL9, HSL0 und HSLF0 sind für die gleichen hohen Drehzahlen wie die Baureihen HSE9, HSE0 und HSF0 ausgelegt, sind im Betrieb jedoch umwelt- und ressourcenschonender. Diese Lager sind im Betrieb geräuschreduziert und benötigen weniger Energie (Öl- und Luft-Menge). Die Baureihen HSL9, HSL0 und HSLF0 verwenden speziell entwickelte umweltorientierte Öl-Einspritzringe.

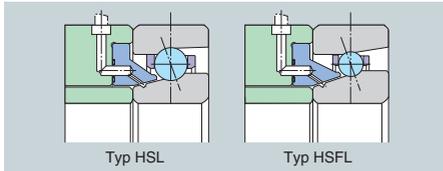


Abb. 9.5 Umweltorientierte Spindellager

**Hochgeschwindigkeits-Schrägkugellager mit Ölbohrung im Außenring für Öl-Luft Schmierung (Baureihen HSEW9U, HSEW0)**

Die Baureihe HSEW ist speziell als Hochgeschwindigkeits-Schrägkugellager mit Öl-Luft-Schmierung konzipiert. Sie basiert auf der Baureihe HSE und ist mit einer Ölbohrung im Außenring ausgestattet.

Durch diese Bauweise konnte die Breite des Zwischenrings reduziert werden, da dort keine Bohrung für eine Öldüse mehr nötig ist. Dies trägt zu einer besseren Steifigkeit bei, die Hauptspindel kann kompakter konstruiert und die Lager können am Werkstück platziert werden.

Zusätzlich konnte durch die Ölzufuhr direkt durch den Außenring die Sicherheit der Schmierversorgung erhöht werden, bei gleichzeitiger Reduzierung der benötigten Öl- und Luftmenge.

Die Lager werden in der Genauigkeitsklasse P5 oder besser gefertigt. Die HSEW Baureihe ist mit zwei Druckwinkel verfügbar: 20° (ohne Nachsetzzeichen) und 25° (Nachsetzzeichen "AD").

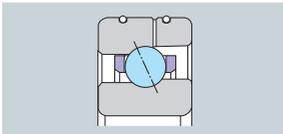


Abb. 9.6 Schrägkugellager für extrem hohe Drehzahlen

**Spindellager für Schleifmaschinen-Spindeln / -Motoren mit hohen Drehzahlen (Baureihen BNT9, BNT0, BNT2)**

Die Hauptabmessungen der BNT-Spindellager entsprechen der Maßreihen der ISO-Normen (Maßreihe 719, 70 und 72) und sind nur mit einem Druckwinkel von 15° (ohne Nachsetzzeichen) verfügbar. Die BNT-Spindellager werden in der Genauigkeitsklasse P5 oder besser gefertigt. Bei diesen Lagern wird hauptsächlich Öl-Luft-Schmierung oder Önebelschmierung verwendet und sie eignen sich für hohe Drehzahlen und hohe Belastungen. Die BNT-Baureihe ist sowohl mit Stahl- als auch mit Keramikugeln (Vorsetzzeichen 5S-) lieferbar.

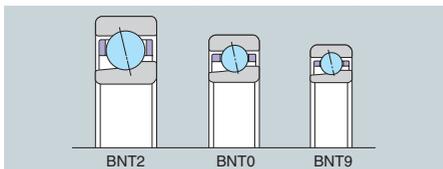


Abb. 9.7 Spindellager für Schleifmaschinen-Spindeln / -Motoren mit hoher Drehzahl

**Abgedichtete Spindellager**

**Fettgeschmierte, abgedichtete Standard-Spindellager (Baureihen 79LLB, 70LLB)**

Die fettgeschmierten, abgedichteten Standard-Spindellager sind entsprechend der ISO-Normen in den Maßreihen 719 und 70 und mit den Druckwinkeln 15° (Nachsetzzeichen "CD") und 25° (Nachsetzzeichen "AD") lieferbar. Die Lager werden in der speziellen Genauigkeitsklasse P42 (Maßgenauigkeit P4 und Form- und Laufgenauigkeit P2) gefertigt.

Die abgedichteten Spindellager sind auf beiden Seiten mit berührungsfreien Dichtungen ausgerüstet und sind mit einem Spezial-Hochleistungsfett befüllt. Die Dichtungen sind unterschiedlich eingefärbt: Vorderseite = schwarz (Druckkegelspitze), Rückseite = orange. Die Lager ermöglichen hohe Drehzahlen, erreichen lange Lagerlebensdauernwerte entsprechend der Fettgebrauchsdauer, minimieren durch die saubere und optimale werkseitige Befüllung den Verschleiß und führen damit zu einer höheren Betriebsgenauigkeit über einen langen Betriebszeitraum. Da die Lager für den Einbau fertig befüllt sind, sind diese leicht zu handhaben und können unmittelbar eingebaut werden. Die fettgeschmierten, abgedichteten Standard-Spindellager sind sowohl mit Stahl- als auch mit Keramikugeln (Vorsetzzeichen 5S-) als Hybridlager lieferbar.

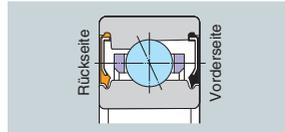


Abb. 9.8 Fettgeschmierte, abgedichtete Standard-Spindellager

**Fettgeschmierte, abgedichtete Hochgeschwindigkeitsspindellager (Baureihen BNS9, BNS0)**

Die fettgeschmierten, abgedichteten Hochgeschwindigkeitsspindellager der Baureihe BNS sind in den Hauptabmessungen mit der Baureihe HSE vergleichbar und werden entsprechend der ISO-Normen in den Maßreihen 719 und 70 gefertigt. Die Lager sind mit den Druckwinkeln 15° (Nachsetzzeichen "C"), 20° (kein Nachsetzzeichen) und 25° (Nachsetzzeichen "AD") lieferbar. Die Lager werden in der Genauigkeitsklasse P4 oder besser gefertigt.

Die Baureihe BNS ist auf beiden Seiten mit berührungsfreien Dichtungen ausgerüstet. Die Innenkonstruktion der BNS-Lager wurde optimiert (kleine Wälzkörper, beidseitige Käfigführung, Schmieraschen an den Käfigführungsborden, ...). Die BNS Lager sind mit einem Spezial-Hochleistungsfett befüllt, erreichen höchste Drehzahlen bei niedrigen Betriebstemperaturen und erzielen dadurch lange Gebrauchsdauernwerte bei verbesserter Umweltbelastung (keine Ölnebelabgabe in die Atmosphäre). Die Lager der BNS-Baureihen werden aus Spezial-Wälzlagerwerkstoffe gefertigt und mit einer speziellen Oberflächenbehandlung eingesetzt, um das Lager vor Verschleiß und Peeling zu schützen. BNS-Lager sind sowohl mit Stahl- als auch Keramikugeln (Vorsetzzeichen 5S-) lieferbar.

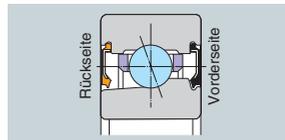


Abb. 9.9 Fettgeschmierte, abgedichtete Hochgeschwindigkeitsspindellager

## ② Standard Käfigausführungen

Tabelle 9.1 Standardkäfige der Spindellager

Baureihe	Polyamidkäfig	Hartgewebekäfig	Messingmassivkäfig
78C	—	7805C ~ 7824C	7826C ~ 7834C
79U (15°, 25°, 30°), 79C	7900U ~ 7926U	—	7928C ~ 7934C
70U (15°, 25°, 30°), 70C	7000U ~ 7028U	—	7028C ~ 7040C
72C	7200C ~ 7220C	7221C ~ 7228C	—
HSE9U (15°, 20°, 25°)	—	HSE910U ~ HSE934U	—
HSE0 (15°, 20°, 25°)	—	HSE010 ~ HSE034	—
HSF	—	HSF010 ~ HSF020	—
HSL9U (20°, 25°)	—	HSL910U ~ HSL926U	—
HSL0 (20°, 25°)	—	HSL010 ~ HSL026	—
HSFL0	—	HSFL010 ~ HSFL020	—
HSEW9U (20°, 25°)	—	HSEW910U ~ HSEW920U	—
HSEW0 (20°, 25°)	—	HSEW010 ~ HSEW020	—
79 LLB (15°, 25°)	7900 LLB ~ 7910 LLB	—	—
70 LLB (15°, 25°)	7000 LLB ~ 7010 LLB	—	—
BNS9 LLB (15°, 20°, 25°)	—	BNS910 LLB ~ BNS920 LLB	—
BNS0 LLB (15°, 20°, 25°)	—	BNS010 LLB ~ BNS020 LLB	—
BNT9	—	BNT900 ~ BNT913	—
BNT0	—	BNT000 ~ BNT014	—
BNT2	—	BNT200 ~ BNT216	—

Anmerkung 1) NTN behält sich im Zuge der Weiterentwicklung der Wälzlager eine Änderung der Käfigkonstruktionen vor. Diese kann ohne Benachrichtigung verändert werden. Bitte sprechen Sie mit dem NTN Engineering über Detailinformationen.

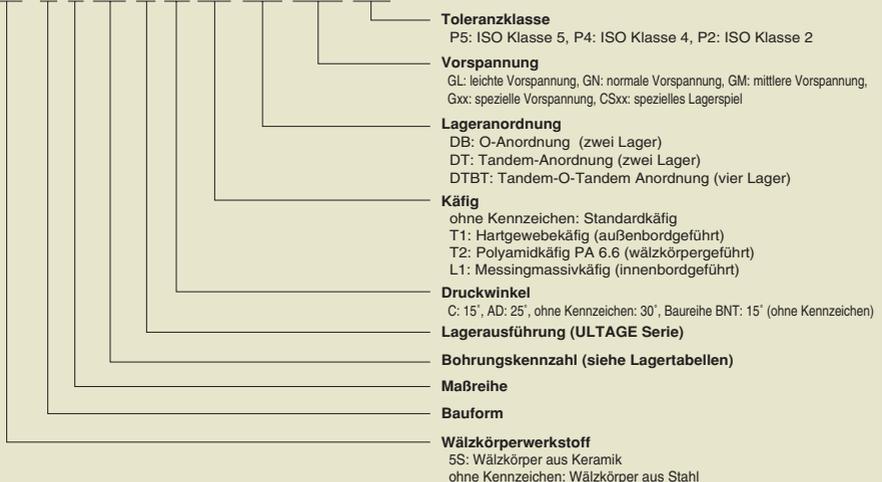
Anmerkung 2) Der Polyamidkäfig kann je nach Material des Wälzkörpers bis zu den folgenden Drehzahlen verwendet werden. Für Wälzkörper aus Stahl beträgt der  $d_{min} \times n_1$  - Kennwert  $0,9 \times 10^6$  U/min \*mm und  $1,0 \times 10^6$  U/min \*mm für Keramikwälzkörper.

Wenn in Ihrer Anwendung der zulässige Drehzahlkennwert überschritten wird, dann müssen Phenolharzkäfige verwendet werden. Bitte sprechen Sie mit dem NTN Engineering über Detailinformationen.

## ③ Lagerkurzzeichen

### Baureihe 78, 79, 70, 72, BNT

### 5S- 7 0 20 U C T1 DB /GL P4



**Baureihe HSE**

**5S- 2LA-HSE 0 20 AD T2 DB /GL P4**

- Druckwinkel  
C : 15°, AD: 25°, ohne Kennzeichen: 20°
- Bohrungskennzahl (siehe Lagertabellen)
- Maßreihe
- Baureihe
- 2LA: Spezial-Wälzlagerstahl mit spezieller Oberflächenbehandlung

**Baureihe HSL**

**5S- 2LA-HSL 0 20 DB +xx Dn /GL P4 +TKZ**

- Öl-Einspritzring  
(Anordnung neben den Lagern nach außen)
- Öl-Einspritzring  
(Anordnung zwischen den Lagern)
- Kennzeichen für Öl-Einspritzringbreite
- Baureihe

Anmerkung:  
xxDn: umweltorientierter Öl-Einspritzring, der zwischen den Lagern angeordnet wird  
TKZ: umweltorientierter Öl-Einspritzring, der außen neben den Lagern angeordnet wird

**Baureihe HSEW**

**5S- 2LA-HSEW 0 20 DB/GL P4**

Baureihe

**Baureihe 79LLB/70LLB**

**5S- 7006 CD LLB DB /GL P42 /L749**

- Toleranzklasse  
P42 : Maßgenauigkeit: ISO Klasse 4,  
Form- und Laufgenauigkeit: ISO Klasse 2
- Lagerausführung (ULTAGE Ausführung)  
CD : Druckwinkel 15°  
AD : Druckwinkel 25°

**Baureihe BNS**

**5S- 2LA-BNS 0 20 LLB DB /GL P4 /L749**

- Fettfüllung  
/L448 : Spezial-Hochleistungsfett (MP-1)  
/L749 : Spezial-Hochleistungsfett (SE-1)
- Abdichtung  
beidseitig Dichtscheiben  
(nicht berührend)
- Baureihe

④ Toleranzen der Spindellager

Tabelle 9.2 Innenringe

Nennmaß der Lagerbohrung $d$ [mm] über bis		Abweichung des mittleren Bohrungsdurchmessers vom Nennmaß in einer Radialebene $d_{mp}$						Schwankung des Bohrungsdurchmessers in einer Radialebene $V_{dsp}$						Schwankung der mittleren Bohrungsdurchmesser der verschiedenen Radialebenen $V_{dmp}$						Rundlauf des Innenrings (Radialschlag) $K_{ia}$					
		Toleranzklasse 5		Toleranzklasse 4		Toleranzklasse 2		Maßreihe 9			Maßreihe 0, 2			Toleranzklasse 5		Toleranzklasse 4		Toleranzklasse 2		Toleranzklasse 5		Toleranzklasse 4		Toleranzklasse 2	
		max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	max.	min.	max.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.
2,5	10	0	-5	0	-4	0	-2,5	5	4	2,5	4	3	2,5	3	2	1,5	4	2,5	1,5	4	2,5	1,5	4	2,5	1,5
10	18	0	-5	0	-4	0	-2,5	5	4	2,5	4	3	2,5	3	2	1,5	4	2,5	1,5	4	2,5	1,5	4	2,5	1,5
18	30	0	-6	0	-5	0	-2,5	6	5	2,5	5	4	2,5	3	2,5	1,5	4	3	2,5	4	3	2,5	4	3	2,5
30	50	0	-8	0	-6	0	-2,5	8	6	2,5	6	5	2,5	4	3	1,5	5	4	2,5	5	4	2,5	5	4	2,5
50	80	0	-9	0	-7	0	-4	9	7	4	7	5	4	5	3,5	2	5	4	2,5	5	4	2,5	5	4	2,5
80	120	0	-10	0	-8	0	-5	10	8	5	8	6	5	5	4	2,5	6	5	2,5	6	5	2,5	6	5	2,5
120	150	0	-13	0	-10	0	-7	13	10	7	10	8	7	7	5	3,5	8	6	2,5	8	6	2,5	8	6	2,5
150	180	0	-13	0	-10	0	-7	13	10	7	10	8	7	7	5	3,5	8	6	2,5	8	6	2,5	8	6	2,5
180	250	0	-15	0	-12	0	-8	15	12	8	12	9	8	8	6	4	10	8	5	10	8	5	10	8	5

① Die Abweichung des einzelnen Bohrungsdurchmessers vom Nennmaß in einer Radialebene  $d_s$ , entspricht der Abweichung des mittleren Bohrungsdurchmessers vom Nennmaß in einer Radialebene  $d_{mp}$  in den entsprechenden Toleranzklassen 4 und 2.  
Für die Maßreihen 0 oder 2 gilt das für die Toleranzklasse 4, und für alle Maßreihen in der Toleranzklasse 2.

② Die Toleranz gilt für den einzelnen Lagerring des Lagersatzes

Tabelle 9.3 Außenringe

Nennmaß des Außendurchmessers $D$ [mm] über bis		Abweichung des mittleren Außendurchmessers vom Nennmaß in einer Radialebene $D_{mp}$						Schwankung des Außendurchmessers in einer Radialebene $V_{Dsp}$						Schwankung des mittleren Außendurchmessers der verschiedenen Radialebenen $V_{Dmp}$						Rundlauf des Außenrings (Radialschlag) $K_{ea}$					
		Toleranzklasse 5		Toleranzklasse 4		Toleranzklasse 2		Maßreihe 9			Maßreihen 0, 2			Toleranzklasse 5		Toleranzklasse 4		Toleranzklasse 2		Toleranzklasse 5		Toleranzklasse 4		Toleranzklasse 2	
		max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	max.	min.	max.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.
18	30	0	-6	0	-5	0	-4	6	5	4	5	4	4	3	2,5	2	6	4	2,5	6	4	2,5	6	4	2,5
30	50	0	-7	0	-6	0	-4	7	6	4	5	5	4	4	3	2	7	5	2,5	7	5	2,5	7	5	2,5
50	80	0	-9	0	-7	0	-4	9	7	4	7	5	4	5	3,5	2	8	5	4	8	5	4	8	5	4
80	120	0	-10	0	-8	0	-5	10	8	5	8	6	5	5	4	2,5	10	6	5	10	6	5	10	6	5
120	150	0	-11	0	-9	0	-5	11	9	5	8	7	5	6	5	2,5	11	7	5	11	7	5	11	7	5
150	180	0	-13	0	-10	0	-7	13	10	7	10	8	7	7	5	3,5	13	8	5	13	8	5	13	8	5
180	250	0	-15	0	-11	0	-8	15	11	8	11	8	8	8	6	4	15	10	7	15	10	7	15	10	7
250	315	0	-18	0	-13	0	-8	18	13	8	14	10	8	9	7	4	18	11	7	18	11	7	18	11	7

③ Die Abweichung des einzelnen Außendurchmessers vom Nennmaß in einer Radialebene  $D_s$ , entspricht der Abweichung des mittleren Außendurchmessers vom Nennmaß in einer Radialebene  $D_{mp}$  in den entsprechenden Toleranzklassen 4 und 2.  
Für die Maßreihen 0 oder 2 gilt das für die Toleranzklasse 4 und für alle Maßreihen in der Toleranzklasse 2.

Maßeinheit: [ $\mu\text{m}$ ]

Rechtwinkligkeit der Innenringseitenfläche bezogen auf die Bohrung $S_d$	Planlauf der Innenringseitenfläche zur Innenringlaufbahn (Axialschlag) $S_{ia}$			Abweichung einer einzelnen Innenringbreite vom Nennmaß (Breitenabweichung) $B_s$				Schwankung der Innenringbreite $VB_s$						
				Einzellager		Lagerpaar								
				Toleranzklasse 5 und 4	Toleranzklasse 2	Toleranzklasse 5 und 4	Toleranzklasse 2				Toleranzklasse 5	Toleranzklasse 4	Toleranzklasse 2	
Toleranzklasse 5	Toleranzklasse 4	Toleranzklasse 2	Toleranzklasse 5	Toleranzklasse 4	Toleranzklasse 2	Toleranzklasse 5	Toleranzklasse 4	Toleranzklasse 2						
max.			max.			max.	min.	max.	min.	max.				
7	3	1,5	7	3	1,5	0	-40	0	-40	0	-250	5	2,5	1,5
7	3	1,5	7	3	1,5	0	-80	0	-80	0	-250	5	2,5	1,5
8	4	1,5	8	4	2,5	0	-120	0	-120	0	-250	5	2,5	1,5
8	4	1,5	8	4	2,5	0	-120	0	-120	0	-250	5	3	1,5
8	5	1,5	8	5	2,5	0	-150	0	-150	0	-250	6	4	1,5
9	5	2,5	9	5	2,5	0	-200	0	-200	0	-380	7	4	2,5
10	6	2,5	10	7	2,5	0	-250	0	-250	0	-380	8	5	2,5
10	6	4	10	7	5	0	-250	0	-250	0	-380	8	5	4
11	7	5	13	8	5	0	-300	0	-300	0	-500	10	6	5

Maßeinheit: [ $\mu\text{m}$ ]

Rechtwinkligkeit der Außenring-Mantellinie bezogen auf die Seitenfläche $S_D$	Planlauf der Außenringseitenfläche zur Außenringlaufbahn (Axialschlag) $S_{ea}$			Abweichung einer einzelnen Außenringbreite vom Nennmaß		Schwankung der Außenringbreite $VC_s$			
				$C_s$					
				alle Toleranzklassen					
Toleranzklasse 5	Toleranzklasse 4	Toleranzklasse 2	Toleranzklasse 5	Toleranzklasse 4	Toleranzklasse 2	Toleranzklasse 5	Toleranzklasse 4	Toleranzklasse 2	
max.			max.			max.			
8	4	1,5	8	5	2,5	Die Toleranz der Breitenabweichung $C_s$ entspricht der Toleranz $B_s$ des zugehörigen Innenrings	5	2,5	1,5
8	4	1,5	8	5	2,5		5	2,5	1,5
8	4	1,5	10	5	4		6	3	1,5
9	5	2,5	11	6	5		8	4	2,5
10	5	2,5	13	7	5		8	5	2,5
10	5	2,5	14	8	5		8	5	2,5
11	7	4	15	10	7		10	7	4
13	8	5	18	10	7		11	7	5

### 5 Lagerspiel und Lagervorspannung bei Lagersätzen

Das interne Ausgangsspiel oder die interne Ausgangsvorspannung von Spindellagersätzen wird unter Berücksichtigung zweier Faktoren festgelegt: Temperaturanstieg im Betrieb und die erforderliche Steifigkeit und Genauigkeit nach dem Einbau bzw. während des Betriebs.

Das interne Spiel / Vorspannung des Lagers kann während des Betriebs durch drei Faktoren erheblich beeinflusst werden: die durch die Passungen verursachte Verringerung des Spiels bzw. Erhöhung der Vorspannung, durch den Temperaturunterschied zwischen Innen- und Außenringen während des Betriebs und durch die Auswirkungen der Zentrifugalkraft an den Wälzkörpern im Betrieb. Abhängig von dem Ausgangsspiel/ -vorspannung kann eine signifikante Spielverringerng / Vorspannungserhöhung zu einem extremen Temperaturanstieg, zu Schwingungen, zu Laufgeräuschen und letztendlich zu einer Verkürzung der Betriebslebensdauer führen. In extremen Fällen kann es zum Festfressen der Lager und in der Folge zum Totalausfall der Lagerung führen. Aus diesem Grunde ist es wichtig, das optimale interne Ausgangsspiel bzw. die erforderliche Ausgangsvorspannung für die Lagerung zu bestimmen. Bei Verwendung von Spindellagersätzen zur Lagerung der Hauptspindel einer Werkzeugmaschine wird die Vorspannung unter Berücksichtigung der Lagerbauform und -anordnung, der Einbaulage der Hauptspindel, des Schmiersystems, des Antriebssystems, der beabsichtigten Funktionen (Drehzahl, Steifigkeit) und weiteren Faktoren bestimmt. Richtwerte für die Vorspannung können jedoch durch den  $d_m \times n$  - Wert ( $d_m \times n$ : Teilkreisdurchmesser der Wälzkörper [mm] multipliziert mit der Drehzahl [ $\text{min}^{-1}$ ]), wie nachfolgend angenommen werden:

- $d_m \times n \leq 0,5 \times 10^6$  .....normale Vorspannung (GN)
- $0,5 \times 10^6 < d_m \times n \leq 0,65 \times 10^6$  ...leichte Vorspannung (GL)
- $d_m \times n > 0,65 \times 10^6$  .....null bis positives Spiel

Zur genauen Auslegung sprechen Sie bitte das NTN Engineering an.

**Tabelle 9.4 Radiales internes Spiel von Spindellagersätzen**

Maßeinheit: [ $\mu\text{m}$ ]

Nennmaß der Lagerbohrung $d$ [mm]		C1		C2		CN (normal)	
über	bis	min.	max.	min.	max.	min.	max.
–	10	3	8	6	12	8	15
10	18	3	8	6	12	8	15
18	30	3	10	6	12	10	20
30	50	3	10	8	14	14	25
50	80	3	11	11	17	17	32
80	100	3	13	13	22	22	40
100	120	3	15	15	30	30	50
120	150	3	16	16	33	35	55
150	180	3	18	18	35	35	60
180	200	3	20	20	40	40	65

Für Spindellagersätze empfiehlt NTN die in den **Tabellen 9.4 bis 9.21** angegebenen Lagerluftwerte, bzw. die angegebenen Standard-Vorspannungswerte. Entsprechend den o.g. Drehzahlkennwerten und den Anforderungen aus der Anwendung, kann die optimale Lagerluft, bzw. die optimale Vorspannung gewählt werden. Bei der Bestellung der Spindellager ist die gewünschte Vorspannung, bzw. das Spiel anzugeben. Für die Berechnung und optimale Auslegung der Lagerung steht Ihnen das NTN Engineering zur Verfügung.

**Standardvorspannungswerte bei NTN Spindellagern (Lageranordnung DB / O-Anordnung und DF / X-Anordnung)**

**Tabelle 9.5 Standard-Spindellager (Baureihe 78C)**

Maßeinheit: [N]

Nennmaß der Lagerbohrung $d$ [mm]	Druckwinkel: 15°		
	78xxC		
	Leichte Vorspannung (GL)	Normale Vorspannung (GN)	Mittlere Vorspannung (GM)
25	10	29	78
30	10	29	78
35	10	29	78
40	10	29	78
45	20	49	98
50	20	49	98
55	29	98	196
60	29	98	196
65	29	98	196
70	29	98	196
75	29	98	196
80	29	98	196
85	49	147	294
90	49	147	294
95	49	147	294
100	49	147	294
105	49	147	294
110	78	196	490
120	78	196	490
130	98	294	590
140	98	294	590
150	147	390	785
160	147	390	785
170	147	490	980

**Tabelle 9.6 Standard-Spindellager (Baureihe 79)**

Maßeinheit: [N]

Nennmaß der Lagerbohrung $d$ [mm]	Druckwinkel: 15°			Druckwinkel: 25°			Druckwinkel: 30°		
	79xxUC/5S-79xxUC			79xxUAD/5S-79xxUAD			79xxU/5S-79xxU		
	Leichte Vorspannung (GL)	Normale Vorspannung (GN)	Mittlere Vorspannung (GM)	Leichte Vorspannung (GL)	Normale Vorspannung (GN)	Mittlere Vorspannung (GM)	Leichte Vorspannung (GL)	Normale Vorspannung (GN)	Mittlere Vorspannung (GM)
10	—	20	39	—	29	59	—	39	78
12	—	20	39	—	29	69	—	39	78
15	—	29	59	—	49	98	20	59	118
17	—	29	69	20	49	98	20	69	127
20	20	49	88	20	69	147	29	88	186
25	20	49	98	20	78	157	29	98	196
30	20	49	108	20	78	167	29	98	206
35	29	78	167	39	127	255	49	167	325
40	29	88	177	39	137	275	49	167	345
45	39	108	216	49	167	345	69	216	420
50	39	118	226	49	177	355	69	226	450
55	39	118	236	59	186	375	69	235	460
60	39	127	245	59	196	380	78	245	480
65	39	127	245	59	196	390	78	245	490
70	59	177	365	88	284	560	108	355	695
75	59	177	365	88	284	570	108	355	705
80	59	186	365	88	284	580	108	365	715
85	78	245	490	118	390	770	147	480	970
90	88	255	500	118	390	780	147	490	980
95	88	255	510	118	400	795	157	500	990
100	108	325	655	157	510	1 020	196	635	1 270
105	108	335	655	157	520	1 040	196	645	1 300
110	108	335	665	157	530	1 060	206	655	1 310
120	137	410	835	196	655	1 300	245	815	1 620
130	167	510	1 020	235	800	1 600	305	990	1 990
	79xxC								
140	196	490	980						
150	245	685	1 470						
160	245	685	1 470						
170	245	685	1 470						

**Tabelle 9.7 Standard-Spindellager (Baureihe 70)**

Maßeinheit: [N]

Nennmaß der Lagerbohrung <i>d</i> [mm]	Druckwinkel: 15°			Druckwinkel: 25°			Druckwinkel: 30°		
	70xxUC/5S-70xxUC			70xxUAD/5S-70xxUAD			70xxUJ/5S-70xxUJ		
	Leichte Vorspannung (GL)	Normale Vorspannung (GN)	Mittlere Vorspannung (GM)	Leichte Vorspannung (GL)	Normale Vorspannung (GN)	Mittlere Vorspannung (GM)	Leichte Vorspannung (GL)	Normale Vorspannung (GN)	Mittlere Vorspannung (GM)
10	—	29	59	20	49	108	20	69	127
12	—	39	69	20	59	108	20	69	137
15	—	39	78	20	59	127	29	78	157
17	20	49	98	20	78	157	29	98	196
20	20	69	137	29	108	216	39	137	265
25	29	78	147	39	118	235	49	147	294
30	29	98	186	49	147	305	59	186	375
35	39	118	235	59	186	380	69	235	480
40	39	127	255	59	206	400	78	255	510
45	49	147	305	69	245	480	88	305	600
50	49	157	325	78	255	510	98	325	635
55	69	216	420	98	335	665	127	420	845
60	69	216	430	108	345	685	127	430	855
65	78	226	460	108	365	725	137	450	900
70	98	294	580	137	460	920	177	580	1 150
75	98	294	600	137	470	940	177	590	1 180
80	118	365	725	177	580	1 150	216	715	1 430
85	127	375	750	177	590	1 180	226	735	1 470
90	147	440	890	206	705	1 400	265	875	1 750
95	157	460	910	216	715	1 430	275	900	1 790
100	157	460	930	226	740	1 470	284	920	1 830
105	186	550	1 090	255	860	1 720	335	1 070	2 140
110	206	630	1 250	294	990	1 980	380	1 230	2 460
120	216	635	1 270	305	1 010	2 020	380	1 260	2 510
130	265	800	1 600	380	1 270	2 530	480	1 570	3 150
140	275	815	1 630	380	1 280	2 570	490	1 600	3 200
	70xxC								
150	294	785	1 960						
160	490	980	2 450						
170	490	980	2 450						
180	490	980	2 450						
190	590	1 470	3 450						
200	590	1 470	3 450						

**Tabelle 9.8 Standard-Spindellager (Baureihe 72C)**

Maßeinheit: [N]

Nennmaß der Lagerbohrung <i>d</i> [mm]	Druckwinkel: 15°		
	72xxC		
	Leichte Vorspannung (GL)	Normale Vorspannung (GN)	Mittlere Vorspannung (GM)
10	20	49	98
12	20	49	98
15	20	49	147
17	20	49	147
20	49	98	294
25	49	98	294
30	49	98	294
35	78	196	490
40	78	196	490
45	98	294	590
50	98	294	590
55	147	390	785
60	147	390	785
65	147	390	785
70	196	490	980
75	196	490	980
80	196	490	980
85	294	685	1 470
90	294	685	1 470
95	294	685	1 960
100	294	685	1 960
105	390	980	2 450
110	390	980	2 450
120	390	980	2 450
130	490	1 470	2 940

**Tabelle 9.9 Hochgeschwindigkeitsspindellager (Baureihe HSE9)**

Maßinheit: [N]

Nennmaß der Lagerbohrung $d$ [mm]	Druckwinkel: 15°			Druckwinkel: 20°			Druckwinkel: 25°		
	HSE9xxUC/5S-HSE9xxUC			HSE9xxU/5S-HSE9xxU			HSE9xxUAD/5S-HSE9xxUAD		
	Leichte Vorspannung (GL)	Normale Vorspannung (GN)	Mittlere Vorspannung (GM)	Leichte Vorspannung (GL)	Normale Vorspannung (GN)	Mittlere Vorspannung (GM)	Leichte Vorspannung (GL)	Normale Vorspannung (GN)	Mittlere Vorspannung (GM)
50	34	88	177	39	127	255	39	177	345
55	44	108	216	49	157	345	49	216	440
60	44	118	226	49	167	345	54	226	440
65	44	118	226	49	167	345	54	226	440
70	69	167	345	74	245	490	78	345	685
75	69	177	345	74	255	490	83	345	685
80	69	177	345	74	255	540	83	345	685
85	98	235	490	98	345	685	108	490	930
90	98	245	490	108	345	735	118	490	980
95	98	255	490	108	345	735	118	490	980
100	118	294	590	127	440	835	137	590	1170
105	118	294	590	127	440	885	137	590	1170
110	118	294	590	127	440	885	137	590	1170
120	157	390	785	167	540	1080	177	785	1570
130	186	490	930	196	685	1370	226	930	1860
140	186	490	930	206	685	1370	226	930	1860
150	255	635	1270	276	930	1860	294	1270	2550
160	255	635	1270	276	930	1860	294	1270	2550
170	255	635	1270	276	930	1860	294	1270	2550

**Tabelle 9.10 Hochgeschwindigkeitsspindellager (Baureihe HSE0)**

Maßinheit: [N]

Nennmaß der Lagerbohrung $d$ [mm]	Druckwinkel: 15°			Druckwinkel: 20°			Druckwinkel: 25°		
	HSE0xxC/5S-HSE0xxC			HSE0xx/5S-HSE0xx			HSE0xxAD/5S-HSE0xxAD		
	Leichte Vorspannung (GL)	Normale Vorspannung (GN)	Mittlere Vorspannung (GM)	Leichte Vorspannung (GL)	Normale Vorspannung (GN)	Mittlere Vorspannung (GM)	Leichte Vorspannung (GL)	Normale Vorspannung (GN)	Mittlere Vorspannung (GM)
50	59	157	315	69	235	460	78	305	600
55	69	177	345	78	255	510	78	325	645
60	69	186	365	78	265	530	88	345	685
65	69	186	365	78	265	540	88	345	695
70	88	226	450	98	325	655	108	420	845
75	98	235	480	108	355	695	118	450	900
80	108	275	550	118	400	805	127	520	1 030
85	108	275	560	118	400	815	127	520	1 040
90	127	325	645	137	470	940	157	610	1 220
95	127	325	645	147	480	960	157	620	1 240
100	137	345	675	147	490	990	157	635	1 270
105	157	390	775	167	570	1 140	186	725	1 450
110	196	480	960	206	695	1 400	226	900	1 800
120	196	480	960	216	705	1 410	226	910	1 820
130	275	695	1 380	305	1 020	2 030	325	1 300	2 610
140	284	715	1 430	315	1 050	2 090	345	1 350	2 710
150	294	735	1 470	325	1 080	2 150	345	1 380	2 770
160	345	865	1 730	375	1 260	2 520	410	1 630	3 250
170	390	990	1 980	430	1 450	2 900	470	1 860	3 750

**Tabelle 9.11 Hochgeschwindigkeitsspindellager mit umweltorientiertem Öl-Einspritzung für Öl-Luft-Schmierung (Baureihe HSL9)** Maßeinheit: [N]

Nennmaß der Lagerbohrung d [mm]	Druckwinkel: 20°			Druckwinkel: 25°		
	5S-HSL9xxU			5S-HSL9xxUAD		
	Leichte Vorspannung (GL)	Normale Vorspannung (GN)	Mittlere Vorspannung (GM)	Leichte Vorspannung (GL)	Normale Vorspannung (GN)	Mittlere Vorspannung (GM)
50	39	127	255	39	177	345
55	49	157	345	49	216	440
60	49	167	345	54	226	440
65	49	167	345	54	226	440
70	74	245	490	78	345	685
75	74	255	490	83	345	685
80	74	255	540	83	345	685
85	98	345	685	108	490	930
90	108	345	735	118	490	980
95	108	345	735	118	490	980
100	127	440	835	137	590	1170
105	127	440	885	137	590	1170
110	127	440	885	137	590	1170
120	167	540	1080	177	785	1570
130	196	685	1370	226	930	1860

**Tabelle 9.12 Hochgeschwindigkeitsspindellager mit umweltorientiertem Öl-Einspritzung für Öl-Luft-Schmierung (Baureihe HSL0)** Maßeinheit: [N]

Nennmaß der Lagerbohrung d [mm]	Druckwinkel: 20°			Druckwinkel: 25°		
	5S-HSL0xx			5S-HSL0xxAD		
	Leichte Vorspannung (GL)	Normale Vorspannung (GN)	Mittlere Vorspannung (GM)	Leichte Vorspannung (GL)	Normale Vorspannung (GN)	Mittlere Vorspannung (GM)
50	69	235	460	78	305	600
55	78	255	510	78	325	645
60	78	265	530	88	345	685
65	78	265	540	88	345	695
70	98	325	655	108	420	845
75	108	355	695	118	450	900
80	118	400	805	127	520	1030
85	118	400	815	127	520	1040
90	137	470	940	157	610	1220
95	147	480	960	157	620	1240
100	147	490	990	157	635	1270
105	167	570	1140	186	725	1450
110	206	695	1400	226	900	1800
120	216	705	1410	226	910	1820
130	305	1020	2030	325	1300	2610

**Tabelle 9.13 Hochgeschwindigkeits-Schräggugellager mit Ölbohrung im Außenring für Öl-Luft-Schmierung (Baureihe HSEW9U)** Maßeinheit: [N]

Nennmaß der Lagerbohrung d [mm]	Druckwinkel: 20°			Druckwinkel: 25°		
	5S-HSEW9xxU			5S-HSEW9xxUAD		
	Leichte Vorspannung (GL)	Normale Vorspannung (GN)	Mittlere Vorspannung (GM)	Leichte Vorspannung (GL)	Normale Vorspannung (GN)	Mittlere Vorspannung (GM)
50	39	127	255	39	177	345
55	49	157	345	49	216	440
60	49	167	345	54	226	440
65	49	167	345	54	226	440
70	74	245	490	78	345	685
75	74	255	490	83	345	685
80	74	255	540	83	345	685
85	98	345	685	108	490	930
90	108	345	735	118	490	980
95	108	345	735	118	490	980
100	127	440	835	137	590	1170

**Tabelle 9.14 Hochgeschwindigkeits-Schräggugellager mit Ölbohrung im Außenring für Öl-Luft-Schmierung (Baureihe HSEW0)** Maßeinheit: [N]

Nennmaß der Lagerbohrung d [mm]	Druckwinkel: 20°			Druckwinkel: 25°		
	5S-HSEW0xx			5S-HSEW0xxAD		
	Leichte Vorspannung (GL)	Normale Vorspannung (GN)	Mittlere Vorspannung (GM)	Leichte Vorspannung (GL)	Normale Vorspannung (GN)	Mittlere Vorspannung (GM)
50	69	235	460	78	305	600
55	78	255	510	78	325	645
60	78	265	530	88	345	685
65	78	265	540	88	345	695
70	98	325	655	108	420	845
75	108	355	695	118	450	900
80	118	400	805	127	520	1030
85	118	400	815	127	520	1040
90	137	470	940	157	610	1220
95	147	480	960	157	620	1240
100	147	490	990	157	635	1270

**Tabelle 9.15 Fettgeschmierte, abgedichtete Standard-Spindellager (Baureihe 79CD, AD)** Maßeinheit: [N]

Nennmaß der Lagerbohrung d [mm]	Druckwinkel: 15°			Druckwinkel: 25°		
	79xxCD/5S-79xxCD			79xxAD/5S-79xxAD		
	Leichte Vorspannung (GL)	Normale Vorspannung (GN)	Mittlere Vorspannung (GM)	Leichte Vorspannung (GL)	Normale Vorspannung (GN)	Mittlere Vorspannung (GM)
10	10	29	78	—	39	78
12	10	29	78	—	39	78
15	10	29	78	—	49	147
17	10	29	78	—	49	147
20	20	49	98	29	98	196
25	20	49	98	29	98	196
30	20	49	98	29	98	196
35	29	78	196	49	147	294
40	29	78	196	49	147	294
45	39	98	245	49	196	390
50	39	98	245	49	196	390

**Tabelle 9.16 Fettgeschmierte, abgedichtete Standard-Spindellager (Baureihe 70CD, AD)** Maßeinheit: [N]

Nennmaß der Lagerbohrung d [mm]	Druckwinkel: 15°			Druckwinkel: 25°		
	70xxCD/5S-70xxCD			70xxAD/5S-70xxAD		
	Leichte Vorspannung (GL)	Normale Vorspannung (GN)	Mittlere Vorspannung (GM)	Leichte Vorspannung (GL)	Normale Vorspannung (GN)	Mittlere Vorspannung (GM)
10	20	29	98	29	78	147
12	20	29	98	29	78	147
15	20	29	98	29	78	147
17	20	29	98	29	78	147
20	29	78	147	49	147	294
25	29	78	147	49	147	294
30	29	78	147	49	147	294
35	49	147	294	78	294	590
40	49	147	294	78	294	590
45	49	147	294	78	294	590
50	49	147	294	78	294	590

**Tabelle 9.17 Fettgeschmierte, abgedichtete Hochgeschwindigkeitsspindellager (Baureihe BNS9)**

Maßeinheit: [N]

Nennmaß der Lagerbohrung <i>d</i> [mm]	Druckwinkel: 15°			Druckwinkel: 20°			Druckwinkel: 25°		
	BNS9xxC/5S-BNS9xxC			BNS9xx/5S-BNS9xx			BNS9xxAD/5S-BNS9xxAD		
	Leichte Vorspannung (GL)	Normale Vorspannung (GN)	Mittlere Vorspannung (GM)	Leichte Vorspannung (GL)	Normale Vorspannung (GN)	Mittlere Vorspannung (GM)	Leichte Vorspannung (GL)	Normale Vorspannung (GN)	Mittlere Vorspannung (GM)
50	29	78	167	39	118	235	39	157	305
55	39	108	206	49	147	305	49	196	390
60	39	108	216	49	157	315	49	196	400
65	39	108	216	49	157	315	49	206	410
70	59	137	275	59	196	400	69	255	520
75	59	137	284	59	206	410	69	265	530
80	59	147	294	59	216	420	69	275	550
85	69	177	345	78	255	510	78	325	655
90	69	177	355	78	265	520	88	335	665
95	69	186	365	78	265	540	88	345	685
100	98	255	510	108	375	755	118	480	970

**Tabelle 9.18 Fettgeschmierte, abgedichtete Hochgeschwindigkeitsspindellager (Baureihe BNS0)**

Maßeinheit: [N]

Nennmaß der Lagerbohrung <i>d</i> [mm]	Druckwinkel: 15°			Druckwinkel: 20°			Druckwinkel: 25°		
	BNS0xxC/5S-BNS0xxC			BNS0xx/5S-BNS0xx			BNS0xxAD/5S-BNS0xxAD		
	Leichte Vorspannung (GL)	Normale Vorspannung (GN)	Mittlere Vorspannung (GM)	Leichte Vorspannung (GL)	Normale Vorspannung (GN)	Mittlere Vorspannung (GM)	Leichte Vorspannung (GL)	Normale Vorspannung (GN)	Mittlere Vorspannung (GM)
45	49	118	235	49	177	345	59	226	450
50	59	157	315	69	235	460	78	305	600
55	69	177	345	78	255	510	78	325	645
60	69	186	365	78	265	530	88	345	685
65	69	186	365	78	265	540	88	345	695
70	88	226	450	98	325	655	108	420	845
75	98	235	480	108	355	695	118	450	900
80	108	275	550	118	400	805	127	520	1 030
85	108	275	560	118	400	815	127	520	1 040
90	127	325	645	137	470	940	157	610	1 220
95	127	325	645	147	480	960	157	620	1 240
100	137	345	675	147	490	990	157	635	1 270

**Tabelle 9.19 Spindellager für Schleifmaschinen-Spindeln / -Motoren (Baureihe BNT9)**

Maßeinheit: [N]

Nennmaß der Lagerbohrung <i>d</i> [mm]	Druckwinkel: 15°		
	BNT9xx/5S-BNT9xx		
	Leichte Vorspannung (GL)	Normale Vorspannung (GN)	Mittlere Vorspannung (GM)
10	10	29	78
12	10	29	78
15	10	29	78
17	10	29	78
20	20	49	98
25	20	49	98
30	20	49	98
35	29	78	196
40	29	78	196
45	39	98	245
50	39	98	245
55	49	118	294
60	49	118	294
65	49	118	294

**Tabelle 9.20 Spindellager für Schleifmaschinen-Spindeln / -Motoren (Baureihe BNT0)**

Maßeinheit: [N]

Nennmaß der Lagerbohrung <i>d</i> [mm]	Druckwinkel: 15°		
	BNT0xx/5S-BNT0xx		
	Leichte Vorspannung (GL)	Normale Vorspannung (GN)	Mittlere Vorspannung (GM)
10	20	29	98
12	20	29	98
15	20	29	98
17	20	29	98
20	29	78	147
25	29	78	147
30	29	78	147
35	49	147	294
40	49	147	294
45	49	147	294
50	49	147	294
55	98	196	490
60	98	196	490
65	98	196	490
70	98	294	685

**Tabelle 9.21 Spindellager für Schleifmaschinen-Spindeln / -Motoren (Baureihe BNT2)**

Maßeinheit: [N]

Nennmaß der Lagerbohrung <i>d</i> [mm]	Druckwinkel: 15°		
	BNT2xx/5S-BNT2xx		
	Leichte Vorspannung (GL)	Normale Vorspannung (GN)	Mittlere Vorspannung (GM)
10	20	49	98
12	20	49	98
15	20	49	147
17	20	49	147
20	49	98	294
25	49	98	294
30	49	98	294
35	78	196	490
40	78	196	490
45	98	294	590
50	98	294	590
55	147	390	785
60	147	390	785
65	147	390	785
70	196	490	980
75	196	490	980
80	196	490	980

⑥ Passungsempfehlungen für Spindellager

Wenn der  $d_m \times n$  - Wert in dem Bereich von  $\leq 0,75 \times 10^6$  ( $d_m$ : Teilkreisdurchmesser der Wälzkörper [mm],  $n$ : Drehzahl [ $\text{min}^{-1}$ ]) liegt, werden die in den **Tabellen 9.22** und **9.23** angegebenen Passungswerte empfohlen, um eine hohe Genauigkeit der Spindellagerung sicherzustellen.

Wenn der  $d_m \times n$  - Wert in dem Bereich von  $> 0,75 \times 10^6$  liegt, ist es erforderlich, die durch die Zentrifugalkraft bewirkte Aufweitung des Innenringes zu berücksichtigen. In diesem Falle sprechen Sie bitte mit dem **NTN-Engineering** wegen einer Passungsempfehlung. Für die Passung des Außenringes in dem Gehäuse ist der Einfluss der Umgebungstemperatur (wie Wärmeentwicklung bei einem eingebauten Motor oder Kühlwirksamkeit des Gehäuses) zu berücksichtigen. Für den technische Support sprechen Sie bitte mit dem **NTN-Engineering**.

**Tabelle 9.22 Wellenpassung** Maßeinheit: [ $\mu\text{m}$ ]

Nennmaß der Lagerbohrung $d$ [mm]		Passungsübermaß Welle/Innenringbohrung
über	bis	
2,5	10	0~2T
10	18	0~2T
18	30	0~2T
30	50	0~3T
50	80	1T~4T
80	120	1T~5T
120	180	2T~7T
180	250	2T~8T

Anmerkung:

1. Es ist der Mittelwert der Toleranz anzustreben.
  2. Wenn der  $d_m \times n$  - Wert sich bei einer Spindeneinheit mit hoher Drehzahl in dem Bereich von  $> 0,75 \times 10^6$  befindet, ist es erforderlich, das Übermaß zu erhöhen. Fragen Sie in diesem Fall bitte beim **NTN-Engineering** wegen technischer Unterstützung nach.
- T: Feste Passung (Passungsübermaß)

**Tabelle 9.23 Gehäusepassung** Maßeinheit: [ $\mu\text{m}$ ]

Lageraußendurchmesser $D$ [mm]		Passungsspiel Lageraußendurchmesser/Gehäusebohrung	
über	bis	Festlager	Loslager
18	30	2L~ 5L	6L~10L
30	50	2L~ 6L	6L~10L
50	80	2L~ 7L	6L~12L
80	120	2L~ 7L	8L~13L
120	150	2L~ 8L	10L~16L
150	180	2L~ 8L	11L~17L
180	250	3L~10L	13L~20L
250	315	3L~11L	15L~23L

Anmerkung:

1. Es ist der Mittelwert der Toleranz anzustreben.
  2. Wenn der  $d_m \times n$  - Wert sich bei einer Spindeneinheit mit hoher Drehzahl oder dem eingebauten Motor in dem Bereich von  $> 1,0 \times 10^6$  befindet, ist es erforderlich das Spiel zu erhöhen. Fragen Sie in diesem Falle bitte beim **NTN-Engineering** wegen technischer Unterstützung nach.
- L: Lose Passung (Passungsspiel)

⑦ Spindellagersätze

Spindellager können zu Sätzen von zwei, drei, vier oder mehr Lagern kombiniert werden, um die erforderlichen Spezifikationen zu erfüllen.

Die DB- oder O-Anordnung ("back to back") und die DF- oder X-Anordnung ("face to face") ermöglichen sowohl radiale als auch axiale Belastungen in beide Richtungen. Die DB-Anordnung hat eine weite Stützbasis und kann große Momentenbelastungen aufnehmen. Aus diesem Grunde ist die DB-Anordnung für die Lagerung von Hauptspindeln bei Werkzeugmaschinen vorzuziehen.

Die DF- oder X-Anordnung kann keine großen Momentenbelastungen aufnehmen, aber ihre zulässige Schiefstellung zum Ausgleich von Fluchtungsfehlern ist größer als bei der DB- oder O-Anordnung. Die DT- oder Tandem-Anordnung kann sowohl große radiale als auch axiale Belastungen aufnehmen, aber nur in einer Richtung. Die vierreihige DTBT- oder Tandem-O-Tandem-Anordnung stellt eine hohe Steifigkeit in radialer und axialer Richtung sicher. Diese Lageranordnung wird häufig für die Lagerung der Hauptspindel bei Hochgeschwindigkeits-Bearbeitungszentren (HSC) verwendet.

Die Spindellager eines Lagersatzes sind aufeinander abgestimmt, so dass sich im eingebauten Lagersatz eine bestimmte Vorspannung oder ein bestimmtes Lagerspiel ergibt. Aus diesem Grunde sind in einem Lagersatz nur die Lager mit derselben Lagersatznummer einzusetzen.

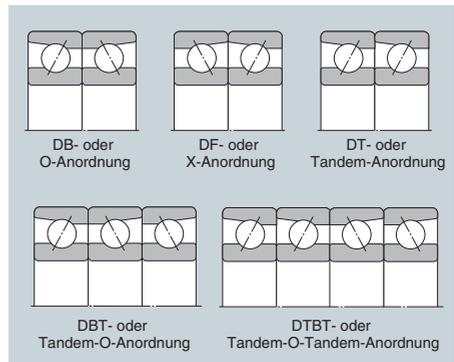


Abb. 9.10

### ⑧ Kennzeichnung von Spindellagersätzen

Die Spindellager eines Spindellagersatzes haben eine Produktionsnummer und einen Anordnungscode auf den Seitenflächen eingezätzt. Bei Spindellagersätzen mit drei oder mehr Lagern, ist jedes Lager zusätzlich mit einer pfeilförmigen Markierung "<" auf der Außenringmantelfläche gekennzeichnet. Beim Einbau der Lager ist sicherzustellen, daß die Lager entsprechend der Druckwinkel-Markierungen "<" angeordnet werden. Spindellagerpaare in DB- (O-Anordnung) oder DF- (X-Anordnung) haben keine pfeilförmige Markierung "<" auf der Außenringmantelfläche. Die Lagerpaare können an Hand des Anordnungscodes montiert werden.

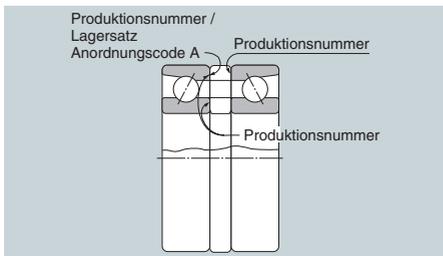


Abb. 9.11

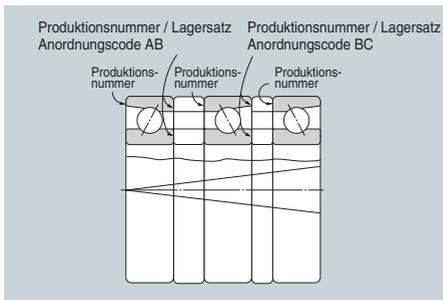


Abb. 9.12

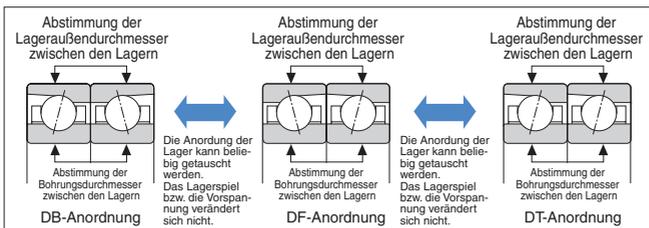


Abb. 9.14 Universalisierung

### ⑨ Abgepasste Spindellagersätze und Spindellager in Universalisierung

Spindellager werden häufig zu Lagersätzen kombiniert. DF- (X-Anordnung) (face to face), DB- (O-Anordnung) (back to back) und DT- (Tandem-Anordnung) können in Reihen von zwei oder mehreren Lagern kombiniert werden. Wenn mehrere Lager direkt nebeneinander angeordnet werden, ist es wichtig, die Überstände der Lagerseitenflächen zu prüfen und ihre Maße genau aufeinander abzustimmen, damit alle Lager im eingebauten Zustand die gleiche Vorspannung, bzw. das gleiche Lagerspiel haben.

#### ■ "Flush Grinding"

"Flush Grinding" ist eine Bearbeitungstechnik, bei der an beiden Seiten der Lager die Überstandsmaße der Lagerseitenflächen genau aufeinander abgestimmt werden (Abb. 9.13). Diese Bearbeitungstechnik kann das spezifizierte Lagerspiel bzw. die Lager Vorspannung bei der Anordnung der Lager zu beliebigen Sätzen in DF-, DB- oder DT-Anordnung sicherstellen. Die Lager die zu Sätzen kombiniert werden sollen, müssen dieselben Spiel- bzw. Vorspannungskennzeichen haben. Die "Flush Grinding" Technik wird standardmäßig für die Lagerbaureihen BNT0 und BNT2 angewendet, welche speziell für die Lagerung von Schleifmaschinen-Spindeln /Motoren konstruiert wurden. Ebenso werden die Axial-Schräggelager der Baureihen BST und 2A-BST zur Lagerung von Kugelgewindtrieben in der "Flush Grinding" Technik gefertigt.

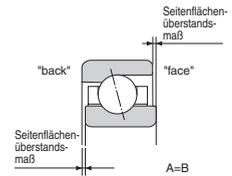


Abb. 9.13 "Flush Grinding"

Anmerkung: Die "Flush Grinding" Technik kann auch bei den anderen NTN Spindellager-Baureihen angewendet werden. Bei der Bestellung von Lagern in Universalisierung ist ein "G" zu der Lagerbezeichnung hinzuzufügen, um die "Flush Grinding" Technik zu spezifizieren. **Beispiel: 7010UC G/GNP4**

#### ■ Spindellager in Universalisierung

Zusätzlich zur "Flush Grinding" Technik werden bei Spindellagern in Universalisierung die Abmessungstoleranzen der Spindellager aufeinander abgestimmt. Bei der Universalisierung werden die Abmessungsunterschiede von Bohrung und Außendurchmesser zwischen den einzelnen Lagern geprüft.

NTN liefert Spindellager in Universalisierung, bei denen die Differenz der Istmaße von Lagerbohrung und Lageraußendurchmesser der einzelnen Lager nicht größer als höchstens 1/3 der maximal zulässigen Toleranz (jedoch nicht kleiner als 2µm) ist.

NTN kann Spindellager in Universalisierung in den ISO Toleranzklassen 5 oder besser fertigen. Bei der Bestellung von Spindellagern in Universalisierung ist die gewünschte Anzahl von Spindellagern, die zu einem Satz verbaut werden sollen, anzugeben; "D2" für DB-, DF- oder DT-Anordnungen, "D3" für DBT-, DFT- oder DTT-Anordnungen und "D4" für DTBT-, DTFT-, DBTT- oder DFTT-Anordnungen. Alternativ ist die Grundkombination anzugeben und die Ausführung "Universal-lager" zu spezifizieren.

Wenn z.B. zwei Spindellager als Lagerpaar eingesetzt werden sollen, ist "D2" zur Lagerbezeichnung hinzuzufügen.

**Beispiel: 7010UC G D2/GNP4**

10 Spindellager mit Keramikugeln

Die Entwicklungstendenzen in der Werkzeugmaschinenindustrie erfordern, dass die Hauptspindeln von Bearbeitungszentren, CNC- und anderen Werkzeugmaschinen zukünftig mit sehr viel höheren Drehzahlen arbeiten werden. Die Spindellager für die Hauptspindeln von Werkzeugmaschinen müssen daher die Forderungen nach höheren Drehzahlen, hoher Steifigkeit und auch höherer Genauigkeit erfüllen. Um den Anforderungen gerecht werden zu können, müssen bei diesen Lagern Wälzkörper aus Keramikmaterial eingesetzt werden (Hybridlager). Die besonderen Eigenschaften von Spindellagern mit Keramikugeln sind nachfolgend beschrieben.

**Begrenzter Temperaturanstieg im Betrieb und extrem hohe Drehzahlen**

Das spezifische Gewicht des Keramikmaterials ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) beträgt ca. die Hälfte von Wälzlerstahl. Außerdem werden kleinere Kugeldurchmesser z.B. bei der Hochgeschwindigkeitsbaureihe 5S-HSE0 gegenüber der Standardbaureihe 70 eingesetzt. Der Einfluss der Zentrifugalkräfte bei Verwendung von Keramikugeln verringert sich erheblich. Die Gleitanteile zwischen den Kugeln und den Laufbahnen, verursacht durch das Kreiselmoment (Bohrbewegung), werden stark reduziert.

Im Ergebnis senken die Hybrid-Spindellager die Betriebstemperatur ab und ermöglichen damit eine Steigerung der Drehzahlen bis hin zu extrem hohen Drehzahlen.

**Hohe Lagersteifigkeit für hohe Bearbeitungsgenauigkeiten an Werkstücken**

Der E-Modul des Keramikmaterials  $\text{Si}_3\text{N}_4$  ist etwa 1,5 × dem E-Modul von Wälzlerstahl. Die Steifigkeit der Hybrid-Spindellager ist daher erheblich größer.

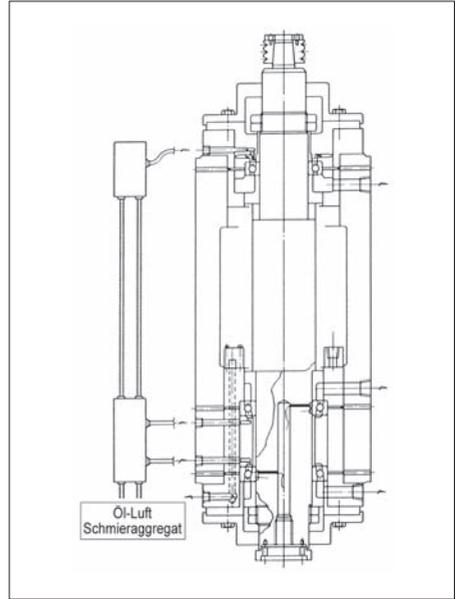


Abb. 9.16 Versuchsaufbau zur Messung des Temperaturanstiegs der Lager

Tabelle 9.24 Vergleich der physikalischen Eigenschaften von Keramik- und Stahlkugeln

Maßgröße	Keramik ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )	Wälzlerstahl (SUJ2)
Dichte [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ]	3,304	7,8
E-Modul [GPa]	315	210
Poissonsche Konstante	0,25	0,3
Wärmeausdehnungskoeffizient [ $\times 10^{-6} / \text{K}$ ]	3,2	12,5
Wärmeleitfähigkeit [ $\text{Cal} / \text{cm} \times \text{s} \times \text{°C}$ ]	0,07	0,1~0,12

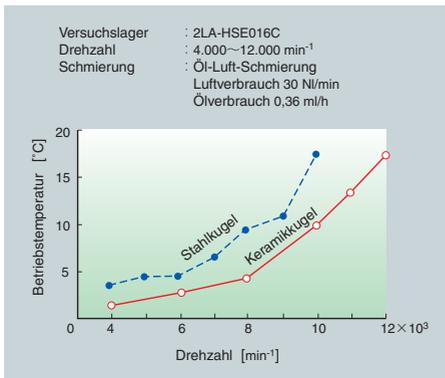
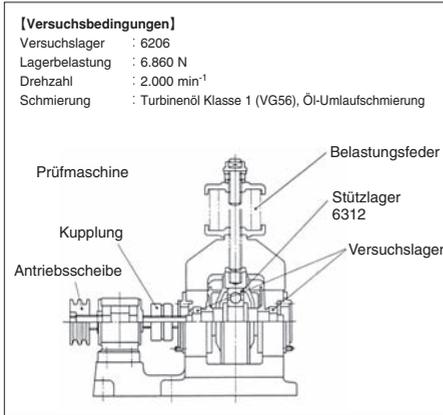
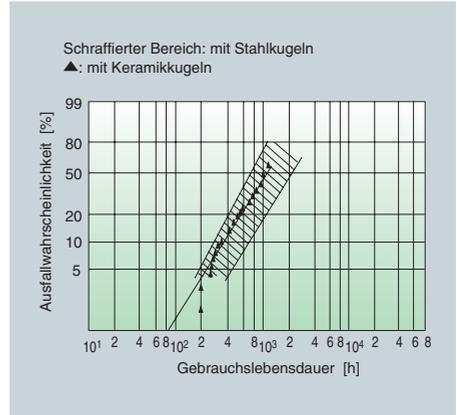


Abb. 9.15 Vergleich des Anstiegs der Betriebstemperatur zwischen Lagern mit Keramikugeln und Kugeln aus Wälzlerstahl

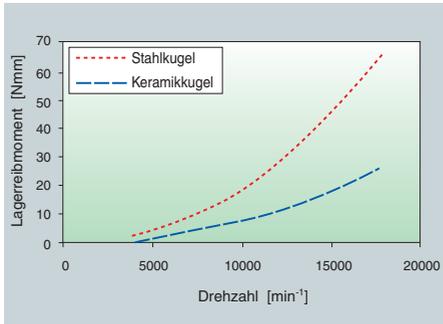
① **Gebrauchsdauer von Spindellagern mit  
Keramikugeln**



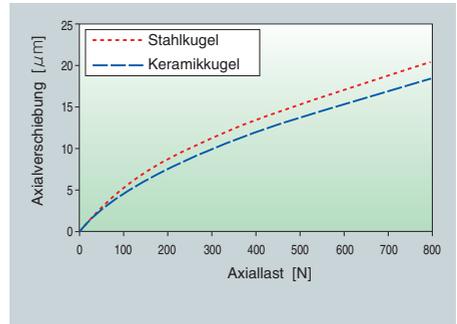
**Abb. 9.17** Prüfmaschine für Lagerlebensdauer bei radialer Belastung



**Abb. 9.18** Gebrauchsdauer von Kugellagern mit Keramikugeln



**Abb. 9.19** Reibmoment



**Abb. 9.20** Axialverschiebung

12 **Schmierung / Empfehlungen**

Spindellager werden üblicherweise mit Fett oder mit Öl-Luft geschmiert. Die NTN Schmierempfehlungen sind nachfolgend aufgeführt.

**Fettschmierung**

● **Empfohlene Fettsorten**

Siehe Kapitel 7. Lagerschmierung, Punkt ① Fettschmierung im Abschnitt "Technische Daten".

● **Empfohlene Fettmengen**

$d_m \times n \leq 0,65 \times 10^6$

15% des in den Lagertabellen angegebenen Lagerfreiraums

$d_m \times n > 0,65 \times 10^6$

12% des in den Lagertabellen angegebenen Lagerfreiraums

● **Empfohlene Befettung derLager**

Siehe Kapitel 6. Lagermontage, Punkt ① Montagevorbereitung und Lagerbefettung im Abschnitt "Technische Daten".

● **Anmerkungen**

Fettgeschmierte, abgedichtete Spindellager (Lagerbauformen 79 LLB, 70 LLB und BNS) sind mit dem Spezial-Hochleistungsfett SE-1 für eine lange Lebensdauer befüllt.

Überschüssiges Korrosionsschutzöl ist von der Außenseite des Lagers mit einem sauberen, fusselfreien Tuch abzuwischen.

**Öl-Luft-Schmierung**

● **Empfohlene Anordnung der Einspritzdüse**

Siehe Kapitel 7. Lagerschmierung, Punkt ② Öl-Luft-Schmierung im Abschnitt "Technische Daten".

● **Empfohlene Abmessungen der Düse**

Düsenbohrungsdurchmesser: 1 bis 1,5 mm

Anzahl der Düsen: eine Düse pro Lager Länge der Düsenbohrung: 4- bis 6-mal Düsenbohrungsdurchmesser.

● **Empfohlene Spezifikationen für Schmieröl**

Ölsorte: Spindelöl

Viskositätsgrad: ISO VG 32 oder ISO VG 68

**Tabelle. 9.25 Öl-Luft-Menge**

Lagerbaureihe	$d_m \times n$ - Wert ( $\times 10^6$ )		Ölvolumen pro Einspritzschuss mL	Schmier- intervall min	Ölver- brauch mL/h	Empfohlene Luftmenge * NL/min
	über	bis				
78C,79U,70U, 72C	~	1,0	0.03	8	0.23	20~40
HSE9, HSE0	1,0	~ 1,5		5	0.36	
HSF	1,5	~ 2,6		2	0.90	
HSL	~	2,6		10	0.18	
HSFL	~	2,6				
HSEW	~	2.2				

\*nl / min (Norm-Liter / Minute) ... nl bedeutet Luftvolumen bei 0 °C und einem Luftdruck von 1 Atmosphäre.

ANMERKUNG) Die Öl- und Luftmenge muss an das jeweilige Design der Spindel angepasst werden. Diese Einstellungen sind durch entsprechende Tests an der echten Maschine zu verifizieren.

13 **ULTAGE** Standard-Spindellager in ULTAGE Ausführung der Baureihen 79U und 70U

Die Lager der ULTAGE Serien 79U und 70U sind aufgrund intensiver Forschungen in den NTN R&D Zentren durch konsequente Anwendung der Forschungsergebnisse auf Basis der Standard Spindellager der Baureihen 79 und 70 entwickelt worden. Die optimierte Innenkonstruktion und die Entwicklung eines komplett neuen und in Bezug auf die Schmierung optimierten Polyamidkäfigs, führt zu höheren zulässigen Drehzahlen und verbessert die Steifigkeit der Lager.

**Eigenschaften**

1. Die optimierte Innengeometrie ermöglicht den Betrieb bei höheren Drehzahlen bei gleichzeitig gesteigerter Steifigkeit der Lager.
2. Ein neuer Polyamidkäfig verbessert die Schmierstoffrückhaltung in den Käfigtaschen und an den Bordflächen des Käfigs bei Fettschmierung und verbessert die Zu- und Abführung des Schmierstoffs bei Öl-Luft-Schmierung.
3. Die Lager sind mit Stahl- oder Keramikugeln lieferbar.
4. Die Lager sind mit 3 Druckwinkeln (15°, 25° u. 30°) verfügbar und decken damit ein sehr breites Anwendungsfeld ab.

**Lagerausführung**

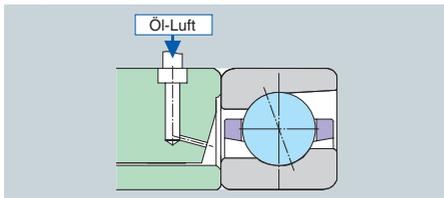
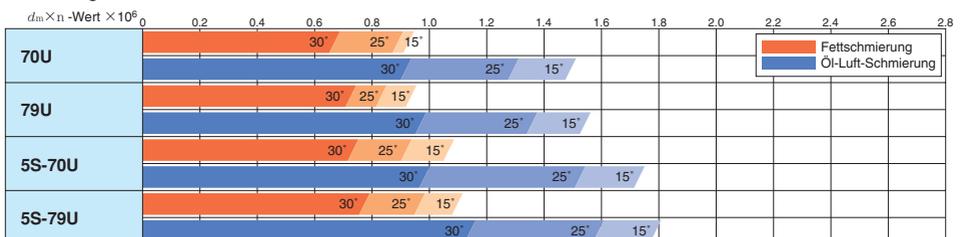


Abb. 9.21 Baureihe 79U / 70U



Foto 9.1 Neuer Polyamidkäfig

**Zulässige Drehzahlbereiche**



Anmerkung: Die maximal zulässigen Drehzahlenwerte für die Lager ( $d_m \times n$  - Werte) variieren auch in Abhängigkeit von den Spezifikationen der Maschine, in der das Lager verwendet wird (Motorantriebssystem, Kühlsystem und Umgebungsstruktur). Eine Vorauswahl ist unter Berücksichtigung der obigen Richtlinien (für Lagerpaare) möglich. Zur genaueren Auslegung der Lager sprechen Sie bitte das NTN Engineering an.

**Betrieb bei hohen Drehzahlen**

Die optimierte Innenkonstruktion und die Verwendung eines neu entwickelten Polyamidkäfigs erlauben den betriebssicheren Einsatz der Lager in ULTAGE Ausführung bis zu einem  $d_m \times n$  - Wert  $0,95 \times 10^6$  mit Fettschmierung.

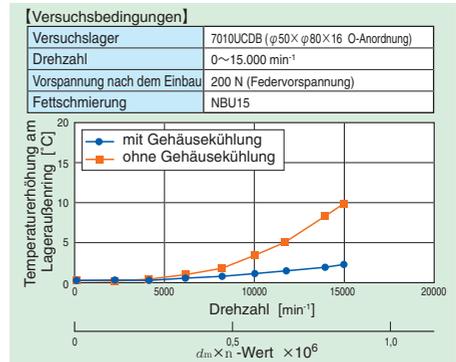


Abb. 9.22 Versuch bei hoher Drehzahl mit Fettschmierung

Bei Öl-Luft-Schmierung ist der betriebssichere Einsatz der Lager in ULTAGE Ausführung bis zu einem  $d_m \times n$  - Wert  $1,5 \times 10^6$  möglich.

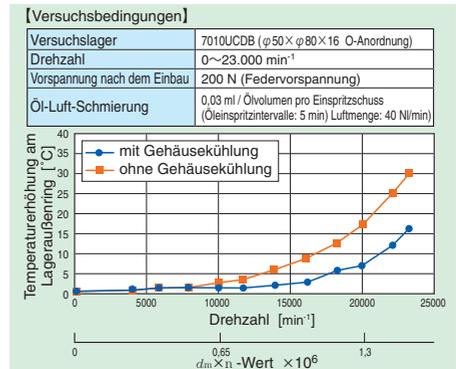


Abb. 9.23 Versuch bei hoher Drehzahl mit Öl-Luft-Schmierung

14 **ULTAGE Hochgeschwindigkeitsspindel-lager der Baureihe HSE**

Die Baureihe HSE wird aus Spezial-Wälzlagerstahl hergestellt und ist mit einer speziellen Oberflächenbehandlungstechnik bearbeitet, wodurch eine große Verbesserung der Verschleißfestigkeit und ein hoher Widerstand gegen Fressverschleiß erreicht wird. Durch die ebenfalls optimierte Innenkonstruktion werden mit dieser Baureihe sehr hohe Drehzahlen bei gleichzeitig großer Steifigkeit und hoher Zuverlässigkeit erreicht.

**Eigenschaften**

1. Durch die Verwendung eines Spezial-Wälzlagerstahls und einer einzigartigen Innenkonstruktion wird der Fressverschleiß (15 -mal besser als die Standardlager) und die Verschleißfestigkeit (6 -mal besser als die Standardlager) erheblich verbessert.
2. Die optimierte Innenkonstruktion ermöglicht den Betrieb bei sehr hohen Drehzahlen und hoher Steifigkeit.
3. Die Lager sind sowohl mit Stahl- als auch mit Keramikugeln lieferbar.
4. Drei verschiedene Druckwinkel (15°, 20° und 25°) sind verfügbar um einen großen Anwendungsbereich abzudecken.

**Lagerausführung**

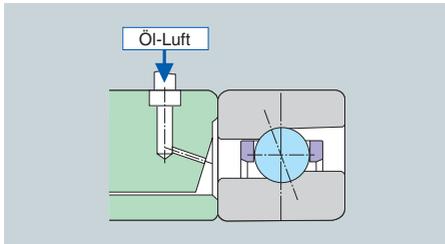
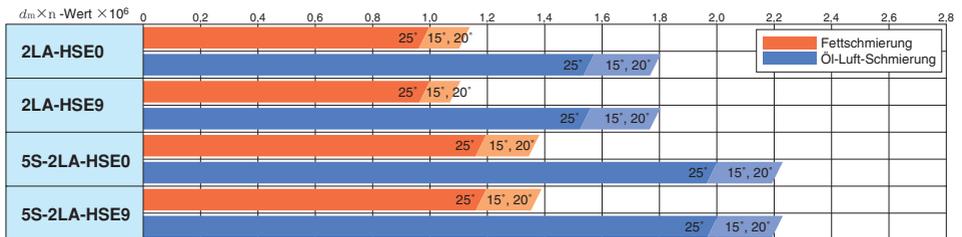


Abb. 9.24 Baureihe HSE

**Zulässige Drehzahlbereiche**



Anmerkung: Die maximal zulässigen Drehzahlennwerte für die Lager ( $d_m \times n$  - Werte) variieren auch in Abhängigkeit von den Spezifikationen der Maschine, in der das Lager verwendet wird (Motorantriebssystem, Kühlsystem und Umgebungsstruktur). Eine Vorauswahl ist unter Berücksichtigung der obigen Richtlinien (für Lagerpaare) möglich. Zur genaueren Auslegung der Lager sprechen Sie bitte das NTN Engineering an.

**Vorspannung und Temperaturerhöhung unter Betriebsbedingungen**

Die Baureihe 5S-HSE zeichnet sich durch sehr hohe Drehzahlen und eine begrenzte Temperaturerhöhung unter Betriebsbedingungen aus. Auch wenn sich die Vorspannung der Lager durch den Einbau in die Spindel noch erhöht, bleibt der Temperaturanstieg bei hohen Drehzahlen moderat (Abb. 9.25).

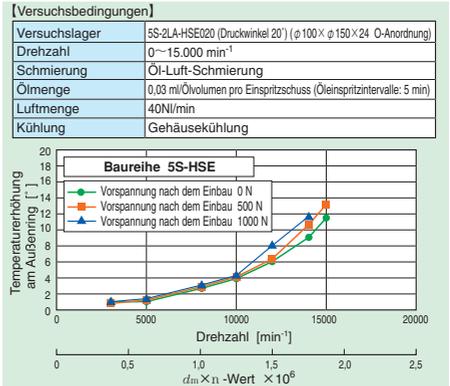


Abb. 9.25 Verh Itnis wischen Vorspannung und emperaturanstieg

**Erhöhung der Hauptspindelsteifigkeit**

Beim Einsatz der Hochgeschwindigkeits-Spindellager der Baureihe HSE für die Lagerung einer Hauptspindel für hohe Drehzahlen kann die Vorspannung des Standardlagers 5S-HSE beibehalten werden und verbessert somit die Lagersteifigkeit (1,9 mal höher gegenüber einem konventionellen Lager) (Abb. 9.26).

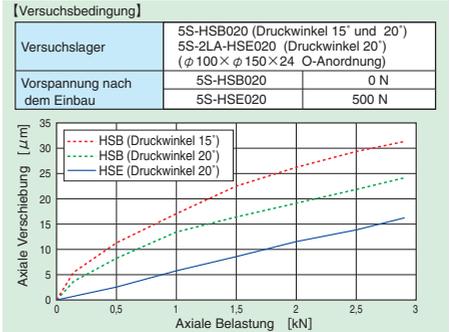


Abb. 9.26 Vergleich der Lagersteifigkeit der Baureihe HSE mit einem konventionellem Lager der Baureihe HSB

**15 ULTAGE Ultra-Hochgeschwindigkeits-spindellager der Baureihe HSF**

Mit Lagern der Baureihe HSF mit Keramikugeln (kleinere Kugeln als Baureihe HSE) und Federvorspannung ist auch noch bei einem Drehzahlkennwert von  $2,6 \times 10^6$ , bei nur einem geringen Temperaturanstieg am Wälzlager, ein sicherer Betrieb möglich.

**Eigenschaften**

1. Durch die Verwendung eines Spezial-Wälzlagerstahls und die Anwendung einer speziellen Oberflächenbehandlungstechnik, sowie einer optimierten Innenkonstruktion wird der Fressverschleiß 15-mal besser und die Verschleißfestigkeit 6-mal besser gegenüber Spindellagern in der Standardausführung.
2. Die optimierte Innenkonstruktion ermöglicht den Betrieb bei hohen Drehzahlen und sorgt für eine hohe Steifigkeit.
3. Die Lager haben standardmäßig Keramikugeln.
4. Der Druckwinkel beträgt standardmäßig  $25^\circ$ , damit die Druckwinkeländerung bei hohen Drehzahlen gering ist.

**Lagerausführung**

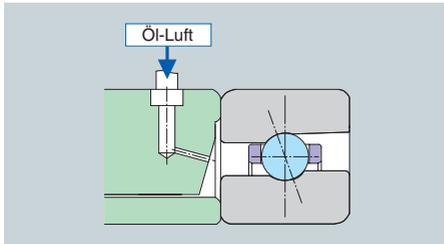


Abb. 9.27 Baureihe HSF

**Reduzierung der Lagertemperaturen**

Die Spindellager der Baureihe 5S-HSF für extrem hohe Drehzahlen haben kleinere Kugeln als die Baureihe HSE für hohe Drehzahlen. Das verringert die Wärmeentwicklung infolge der Zentrifugalkraft und stellt einen niedrigeren Temperaturanstieg sicher. Bei der Baureihe 5S-HSF ist daher der Temperaturanstieg etwa 10% niedriger gegenüber der Baureihe 5S-HSE. (Abb. 9.28)

**[Versuchsbedingungen]**

Versuchslager	5S-2LA-HSE020 (Druckwinkel $20^\circ$ ) 5S-2LA-HSF020 (Druckwinkel $25^\circ$ ) (Lagerpaar)
Drehzahl	0 ~ 14000 $\text{min}^{-1}$
Schmierung	Öl-Luftschmierung
Ölverbrauch	0,03 ml/Einspritzung (Öleinspritzintervall 5 min)
Luftverbrauch	40NI/min
Gehäusekühlung	Keine

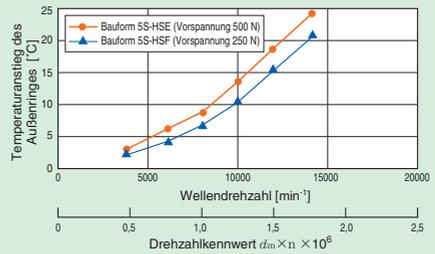


Abb. 9.28 Vergleich der Außenringtemperaturen

**Zulässiger Drehzahlbereich**



Anmerkung: Die zulässige Drehzahl jedes Lagers (Drehzahlkennwert) variiert in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen (Motorantrieb, Kühlung und Umgebungskonstruktion). Die optimale Auswahl kann anhand der obigen Richtlinie (für Lagerpaare) vorgenommen werden. Sprechen Sie bitte mit dem NTN Engineering wegen technischer Hilfe.

16 **ULTAGE** Umweltorientierte Öl-Luftgeschmierte Spindellager der Baureihen HSL und HSFL

Die Baureihen HSL/HSFL sind eine Weiterentwicklung der Baureihen HSE/HSF, die sich durch die Verwendung der umweltorientierten Schmieringstechnologie von NTN auszeichnet. Die Baureihe HSL verringert die Ölemissionen und reduziert den Verbrauch von Öl und Luft. Das Arbeitsumfeld wird nur noch gering belastet und es wird Energie eingespart.

**Eigenschaften**

1. Durch die Verwendung eines Spezial-Wälzlerstahls und eine verbesserte Innenkonstruktion wird der Fressverschleiß (15-mal besser gegenüber den Standardlagern) und die Verschleißfestigkeit (6 -mal besser gegenüber dem Standardlager) verbessert.
2. Die Lager sind sowohl mit Stahl- wie auch mit Keramikugeln lieferbar (die Baureihe HSFL ist nur mit Keramikugeln lieferbar).
3. Die Verwendung des umweltorientierten Öl-Einspritzings verringert die Geräuschentwicklung (Reduktion um 2 bis 8 dBA), den Luftverbrauch (Reduzierung um 50 bis 75%) und den Ölverbrauch (Reduzierung um 20 bis 90%).

**Lagerausführung**

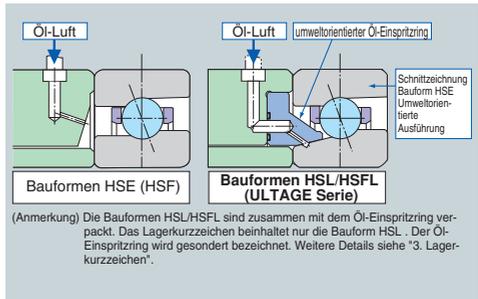


Abb. 9.29 Bauformen HSL und HSFL

**Zulässige Drehzahlbereiche**



Anmerkung: Die zulässige Drehzahl für jedes Lager (Drehzahlkennwert) variiert in Abhängigkeit der Betriebsbedingungen (Motorantrieb, Kühlung und Umgebungsstruktur). Die Festlegung ist an Hand der obigen Richtlinie (für Lagerpaare) durchzuführen. Sprechen Sie bitte mit dem NTN Engineering wegen technischer Hilfe.

**Vergleichsuntersuchung des Geräuschverhaltens**

In dem Bereich hoher Drehzahl von 10.000 min<sup>-1</sup> ist der Geräuschpegel der Baureihe HSFL um 6 bis 8 dBA niedriger als der des Standardlagers (Baureihe HSF) (Abb. 9.30).

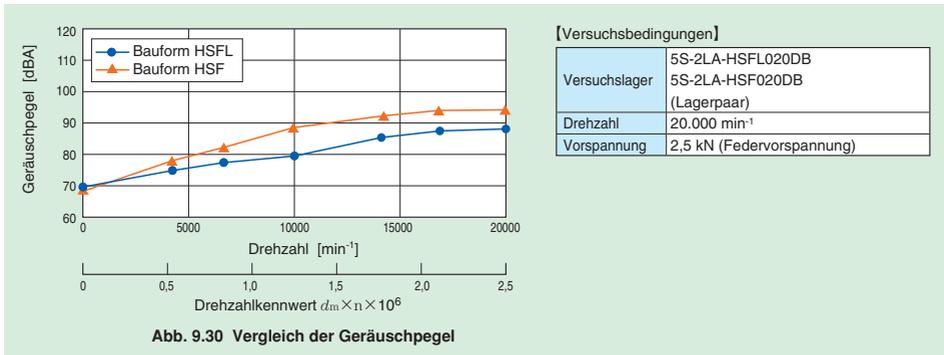
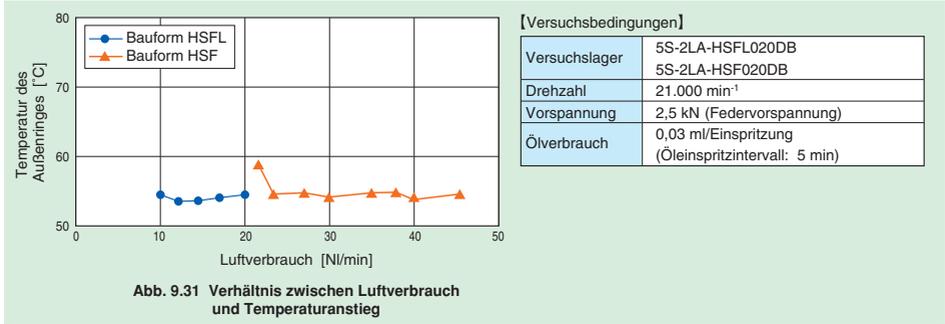


Abb. 9.30 Vergleich der Geräuschpegel

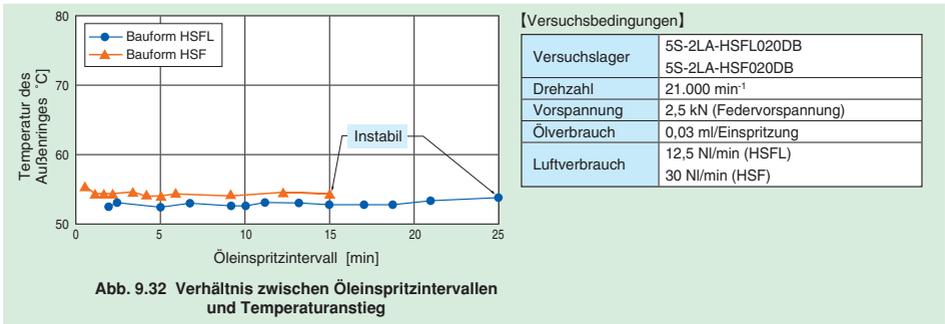
### Zusammenhang zwischen Luftverbrauch und Lagertemperatur

Bei den Lagern der Baureihe 5S-HSFL bleibt die Temperatur der Außenringe auch bei einem geringen Luftverbrauch von nur 10 NI/min (50 bis 25% des empfohlenen Luftverbrauchs für Standardlager) bis zu einer Drehzahl von  $21.000 \text{ min}^{-1}$  (Drehzahlkennwert  $d_m \times n = 2,6 \times 10^6$ ) konstant (**Abb. 9.31**).



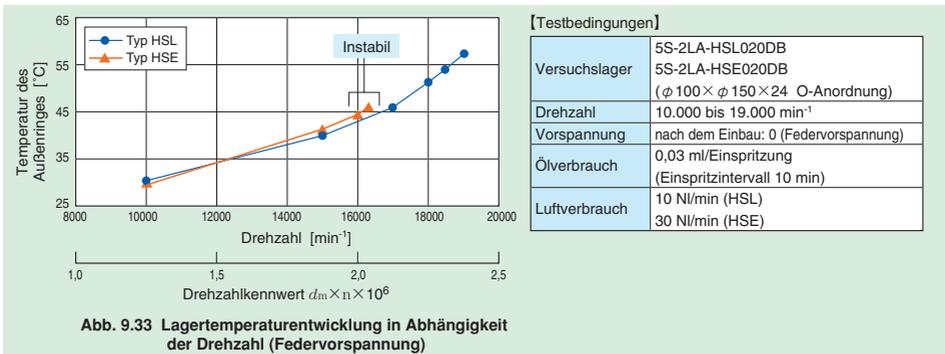
### Zusammenhang zwischen Öleinspritzintervallen und Lagertemperatur

Die Lager der Ausführung 5S-HSFL können bei  $21.000 \text{ min}^{-1}$  (Drehzahlkennwert  $d_m \times n = 2,6 \times 10^6$ ) mit Öleinspritzintervallen bis zu 21 Minuten betrieben werden (Reduzierung um 20 bis 90% verglichen mit dem empfohlenen Ölverbrauch für Standardlager) (**Abb. 9.32**).



### Zusammenhang zwischen Drehzahl und Lagertemperatur

Die Lager der Ausführung 5S-HSL können betriebssicher mit einer Drehzahl von  $19.000 \text{ min}^{-1}$  (Federvorspannung) sowohl mit verringertem Luft- als auch verringertem Ölverbrauch betrieben werden (**Abb. 9.33**).



17 **ULTAGE Hochgeschwindigkeits-Schrägkugellager mit Ölbohrung im Außenring für Öl-Luft Schmierung, Baureihe HSEW**

Die Baureihe HSEW ist speziell als Hochgeschwindigkeits-Schrägkugellager mit Öl-Luft Schmierung konzipiert. Sie basiert auf der Baureihe HSE und ist mit Ölbohrungen im Außenring ausgestattet.

Durch diese Bauweise konnte die Breite des Zwischenrings reduziert werden, da dort keine Bohrung für eine Öldüse mehr nötig ist. Dies trägt zu einer besseren Steifigkeit bei, da die Spindel kompakter konstruiert werden kann und die Lager an der Werkzeugeite der Spindel platziert werden kann.

Zusätzlich konnte durch die Ölzufuhr direkt durch den Außenring die Sicherheit der Schmierversorgung erhöht und sowohl die Stärke des Luftstroms wie auch die Ölmenge reduziert werden.

**■ Kugellager-Spezifikation**

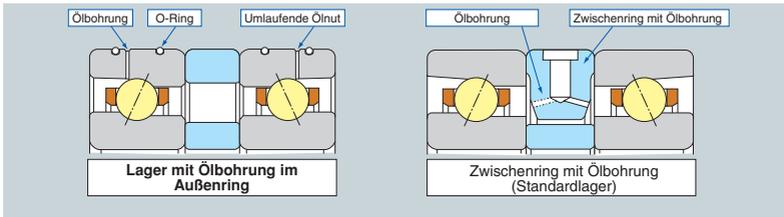


Abb. 9.34 Baureihe HSEW

**■ Besondere Merkmale**

1. Der schmalere Zwischenring ermöglicht eine kompakte Konstruktion der Hauptspindel
2. Durch die direkte Ölzufuhr durch die Außenringe konnte eine hohe Effizienz bei der Schmierstoffversorgung realisiert werden
3. Die dämpfende Wirkung des Luftstroms führt zu einer Geräuschreduzierung

**■ Anwendungsbereiche**

	$d_m \times n$ -Wert $\times 10^6$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8
5S-LA-HSEW													25°	20°		
5S-LA-HSEW9													25°	20°		

Hinweis: Die Grenzdrehzahl für jedes Lager ( $d_m \times n$ -Wert) ist von den Spezifikationen der verwendeten Maschine (Antriebssystem des Motors, Kühlsystem, periphere Konstruktion etc.) abhängig und kann variieren. Überprüfen Sie daher bitte die obigen Richtlinienwerte (bei zweireihiger Anordnung) und kontaktieren Sie NTN für weitere Informationen.

**■ Empfehlung zur Abfasung des Gehäuses für die Ölbohrung**

Achten Sie bitte darauf, dass beim Einsetzen der Baureihe HSEW ins Gehäuse dort, wo die Ölbohrung ist, eine entsprechende Fase angebracht wird, um ein Zerbrechen des Außenring-O-Rings zu vermeiden. (Abb. 9.35)

Wir empfehlen, die Abfasung nur im Bereich der Bohrung durchzuführen.

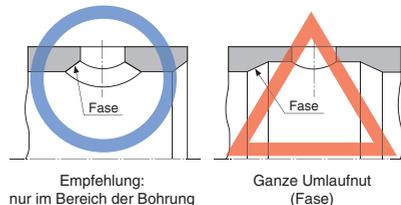


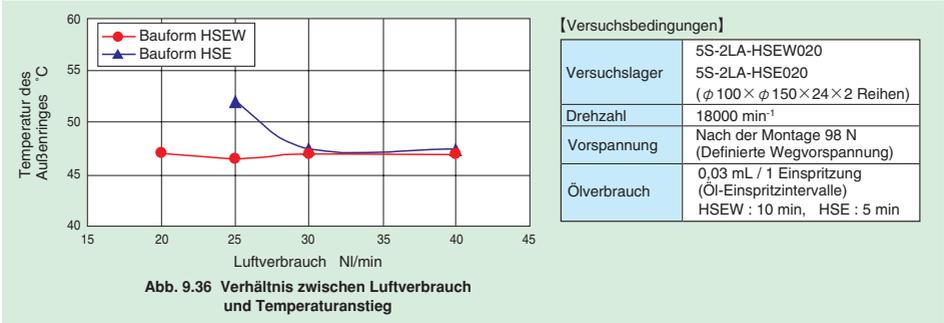
Abb. 9.35 Abfasung des Gehäuses im Bereich der Ölbohrung

**■ Empfehlung zur Position der Ölbohrung vom Außenring zur Position der Ölbohrung vom Gehäuse**

Um eine dämpfende Wirkung durch den Luftstrom zu erreichen, empfehlen wir, die Position der Ölbohrung im Gehäuse zur Position der Ölbohrung vom Außenring in Umfangsrichtung zu verdrehen.

**Daten 1**

Die Baureihe HSEW hält auch bei einem Luftstrom von 20 N l/min (die Hälfte des empfohlenen Luftstroms für Standardlager) die Temperatur des Außenrings stabil und ermöglicht einen Betrieb bei Drehzahlen von 18 000 min<sup>-1</sup> ( $d_{min}$ -Wert  $2,25 \times 10^6$ ) (Abb. 9.36)



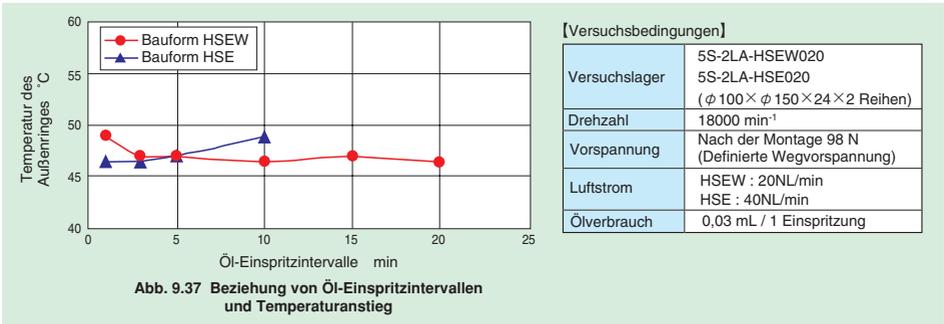
[Versuchsbedingungen]

Versuchslager	5S-2LA-HSEW020 5S-2LA-HSE020 ( $\phi 100 \times \phi 150 \times 24 \times 2$ Reihen)
Drehzahl	18000 min <sup>-1</sup>
Vorspannung	Nach der Montage 98 N (Definierte Wegvorspannung)
Ölverbrauch	0,03 mL / 1 Einspritzung (Öl-Einspritzintervalle) HSEW : 10 min, HSE : 5 min

**Daten 2**

Die Baureihe HSEW ermöglicht bei einer Drehzahl von 18.000 min<sup>-1</sup> ( $d_{min}$ -Wert  $2,25 \times 10^6$ ) einen stabilen Betrieb mit einem Öl-Einspritzintervall von bis zu 20 min.

Bis zu (einem Viertel der empfohlenen Ölmenge für Standardlager) ist ein stabiler Betrieb möglich. (Abb. 9.37)

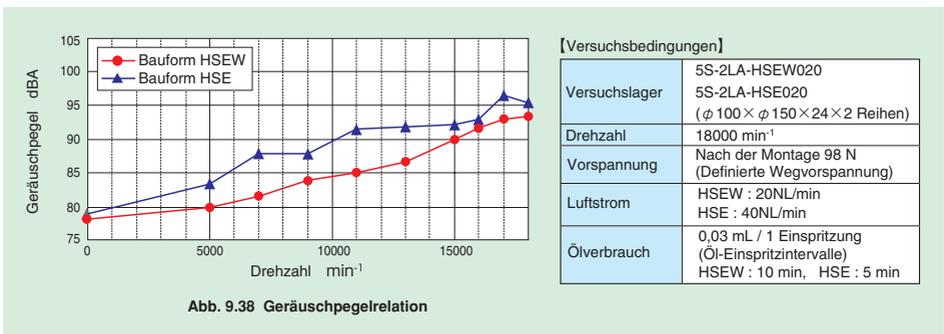


[Versuchsbedingungen]

Versuchslager	5S-2LA-HSEW020 5S-2LA-HSE020 ( $\phi 100 \times \phi 150 \times 24 \times 2$ Reihen)
Drehzahl	18000 min <sup>-1</sup>
Vorspannung	Nach der Montage 98 N (Definierte Wegvorspannung)
Luftstrom	HSEW : 20NL/min HSE : 40NL/min
Ölverbrauch	0,03 mL / 1 Einspritzung

**Daten 3**

Gegenüber der Baureihe HSE konnte bei der Baureihe HSEW eine Geräuschreduzierung realisiert werden. (Abb. 9.38)



[Versuchsbedingungen]

Versuchslager	5S-2LA-HSEW020 5S-2LA-HSE020 ( $\phi 100 \times \phi 150 \times 24 \times 2$ Reihen)
Drehzahl	18000 min <sup>-1</sup>
Vorspannung	Nach der Montage 98 N (Definierte Wegvorspannung)
Luftstrom	HSEW : 20NL/min HSE : 40NL/min
Ölverbrauch	0,03 mL / 1 Einspritzung (Öl-Einspritzintervalle) HSEW : 10 min, HSE : 5 min

**18 ULTAGE Fettgeschmierte, abgedichtete Standard-Spindellager der Baureihen 79LLB und 70LLB, 5S-79LLB und 5S-70LLB**

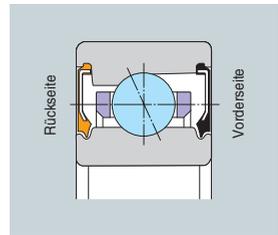
Die Baureihen 79LLB und 70LLB sind fettgeschmierte, umweltorientierte Lager, welche einen sicheren Betrieb bei hohen Drehzahlen und bei niedriger Temperatur der Lagerung garantieren.

Mit diesen Lagern wird eine höhere Betriebslebensdauer erreicht. Durch die Abdichtung tritt kein Fett aus und das Arbeitsumfeld wird nicht verschmutzt.

**Eigenschaften**

1. Die optimierte Innenkonstruktion ist für den Betrieb bei hoher Drehzahl und geringem Temperaturanstieg ausgelegt.
2. Durch ein Spezialfett und eine berührungsfreie Dichtung wird eine hohe Fettgebrauchsdauer erreicht.
3. Die Lager werden mit den Druckwinkeln 15° und 25° gefertigt.
4. Die Lager werden in der Genauigkeitsklasse P42 gefertigt (Maßgenauigkeit ISO Klasse P4, Form- und Laufgenauigkeit ISO Klasse P2).
5. Zur Abdichtung werden verschiedenfarbene Dichtungen, für die Vorder- (schwarz) und für die Rückseite (orangefarben), verwendet. Die Lageranordnungen können so, auch nach dem Einbau, leicht an der Farbe erkannt werden.
6. Die Lager werden mit Stahl- und Keramikugeln gefertigt.

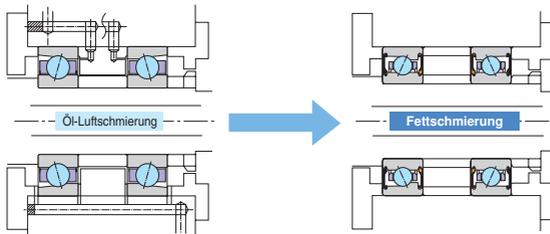
**Lagerausführung**



**Abb. 9.39**  
Baureihe 79LLB und 70LLB

**Vereinfachte Hauptspindelkonstruktion**

Durch die optimierte Innenkonstruktion können die Baureihen 79LLB und 70LLB betriebssicher bei höheren Drehzahlen mit Fettschmierung eingesetzt werden. Durch die Abdichtung gibt es praktisch keine Ölemission (keine Umweltbelastung) und die Spindelkonstruktion wird vereinfacht (keine Nachschmierung). Zusätzlich werden die Betriebskosten reduziert (Abb. 9.40).



Vereinfacht den Aufbau der Hauptspindelkonstruktion und verringert die Herstellungs- und Betriebskosten.

**Abb. 9.40** Umstellung des Schmiersystems (Öl-Luft-Schmierung auf Fettschmierung)

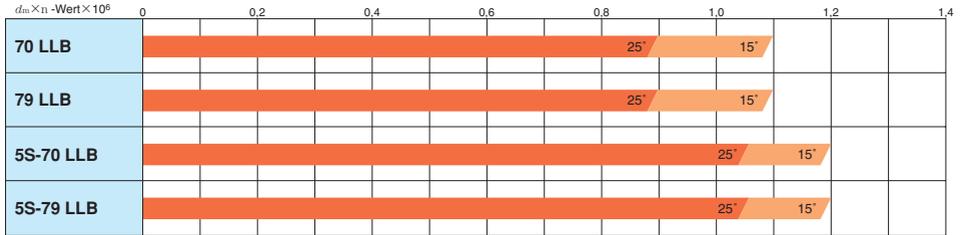
**Montageerleichterung durch die Baureihen 79LLB und 70LLB**

Die Baureihen 79LLB und 70LLB sind einbaufertig befüllt. Sie können unmittelbar nach dem Auspacken und dem Abwischen des Korrosionsschutzöles eingebaut werden. Es werden verschiedenfarbige Dichtungen für die Vorder- und Rückseite des Lagers verwendet. Schwarze Dichtungen sind an den Vorderseiten und orangefarbene Dichtungen an den Rückseiten eingesetzt. Damit ist die Lageranordnung, auch nach dem Einbau, einfach an den Farben zu erkennen (Tabelle 9.26).

**Tabelle 9.26** Lageranordnung und Dichtungsfarben

DB Satz (back to back) O-Anordnung	DF Satz (face to face) X-Anordnung
<p>orangefarbene Dichtung + orangefarbene Dichtung</p>	<p>schwarze Dichtung + schwarze Dichtung</p>

### Zulässige Drehzahlbereiche



Anmerkung: Die zulässige Drehzahl für jedes Lager (Drehzahlkennwert) variiert in Abhängigkeit der Lagerbauform und den Betriebsbedingungen, unter welchen das Lager eingebaut wird (Motorantrieb, Kühlung und Umgebungs-konstruktion). Entsprechend der obigen Richtlinie kann der zulässige Wert für Lagerpaare festgelegt werden. Sprechen Sie mit dem NTN Engineering wegen technischer Unterstützung.

### Lagertemperaturentwicklung bei hohen Drehzahlen

Durch die optimierte Innenkonstruktion werden bei Dauerbetrieb Drehzahlkennwerte von 1,1 · 10<sup>6</sup> erreicht. (Abb. 9.41 und 9.42)

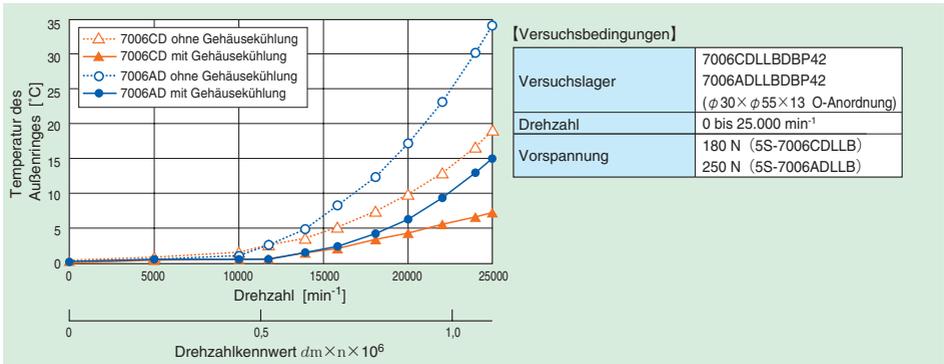


Abb. 9.41 Lagertemperaturen bei hohen Drehzahlen (7006CD, Druckwinkel 15°) (7006AD, Druckwinkel 25°)

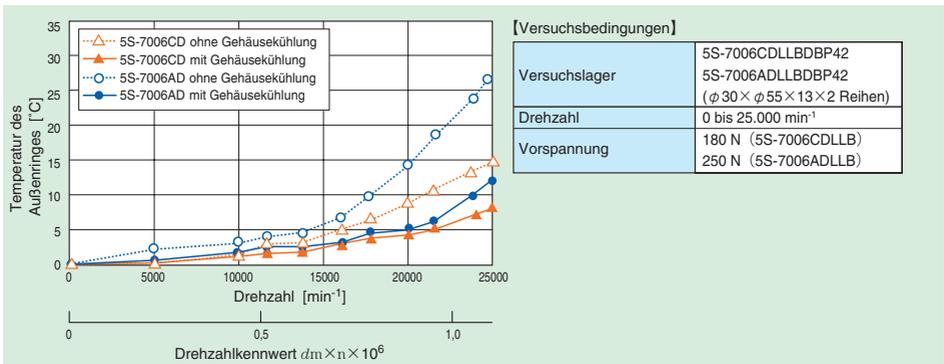


Abb. 9.42 Lagertemperaturen bei hohen Drehzahlen (5S-7006CD, Druckwinkel 15°) (5S-7006AD, Druckwinkel 25°)

19 **ULTAGE Spindellager, fettgeschmiert und Abgedichtete Baureihen 2LA-BNS LLB und 5S-2LA-BNS LLB**

Die Lager der Baureihe 2LA-BNS LLB sind durch die optimierte Innenkonstruktion und durch einen Spezial-Wälzlagerstahl besonders gut für hohe Drehzahlen geeignet. Die Abdichtung schützt vor Verschmutzung des Lagers. Das einbaufertige Lager senkt die Montagekosten.

**Eigenschaften**

1. Durch die Verwendung eines Spezial-Wälzlagerstahls und durch eine optimierte Innenkonstruktion ergibt sich eine Verringerung des Fressverschleißes (15-mal besser gegenüber dem Standardlager) und eine höhere Verschleißfestigkeit (6-mal besser gegenüber dem Standardlager).
2. Die optimierte Innenkonstruktion ermöglicht den Betrieb bei hoher Drehzahl und erhöht die Lagersteifigkeit.
3. Die Lager sind lieferbar mit Stahl- oder Keramikugeln (Vorsetzzeichen 5S-).
4. Erhöhte Lebensdauer und höhere Fettgebrauchsdauer durch Spezialfett, Fettkammer am Außenring und berührungsfreie Dichtungen.

**Vereinfachte Hauptspindelkonstruktion**

Die Lager der Baureihe BNS LLB können zuverlässig mit Fettschmierung bei höheren Drehzahlen betrieben werden. Das Fettschmiersystem ist praktisch frei von Ölnebelemission und verhindert damit die Verunreinigung der Umgebung, vereinfacht den Aufbau der Hauptspindellagerung und senkt die Herstell- und Betriebskosten (Abb. 9.44).

**Lagerausführung**

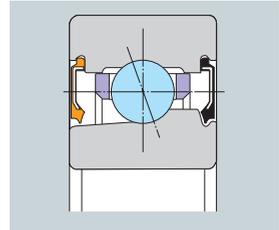
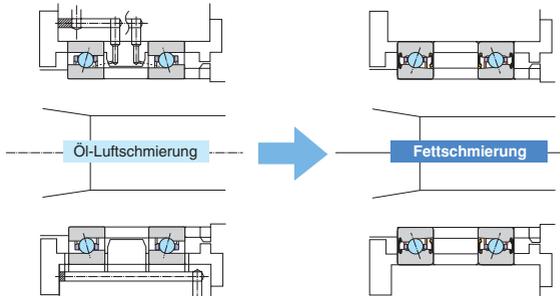


Abb. 9.43 Bauform BNS LLB



Öl-Luft-geschmierte Lager der Bauform BNS LLB können bis zu einem Drehzahlkennwert von  $1,4 \times 10^6$  betrieben werden.  
 Öl-Luft-geschmierte Lager können teilweise durch fettgeschmierte, abgedichtete Lager ersetzt werden. Dies reduziert die Fertigungs- und Betriebskosten.

Abb. 9.44 Veränderung des Schmiersystems (Öl-Luft-Schmierung wird durch Fettschmierung ersetzt)

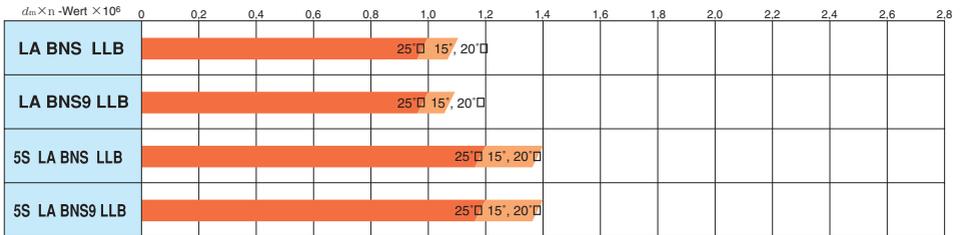
**Einfache Montage Der Baureihe BNS LLB**

Die Baureihe BNS LLB ist mit Fett gefüllt. Die Lager können nach dem Abwischen des Korrosionsschutzöls unmittelbar eingebaut werden. Es werden verschiedenfarbige Dichtungen für die Vorder- und Rückseite des Lagers verwendet. Schwarze Dichtungen werden für die Vorderseiten und orangefarbene für die Rückseiten verwendet, damit die Lageranordnungen auch nach der Montage leicht zu erkennen sind. (Tabelle 9.27).

Tabelle 9.27 Lageranordnung und Dichtungsfarben

DB Anordnung (back to back) O-Anordnung	DF Anordnung (face to face) X-Anordnung
<p>orangefarbene Dichtung + orangefarbene Dichtung</p>	<p>schwarze Dichtung + schwarze Dichtung</p>

### Zulässige Drehzahlbereiche



Anmerkung: Die zulässige Drehzahl für jedes Lager (Drehzahlkennwert) ist abhängig von der Bauform und den Betriebsbedingungen. Das obige Diagramm zeigt Richtwerte für die zulässigen Drehzahlkennwerte. Die angegebenen Werte gelten für ein Lagerpaar. Sprechen Sie mit NTN, um technische Unterstützung zu bekommen.

### Betriebstemperatur am Außenring in Abhängigkeit der Lagerdrehzahl

Die Lager der Baureihe 5S-2LA-BNS LLB zeigen eine stabile Betriebstemperatur bis zu einem Drehzahlkennwert von  $1,4 \times 10^6$  (Abb. 9.45).

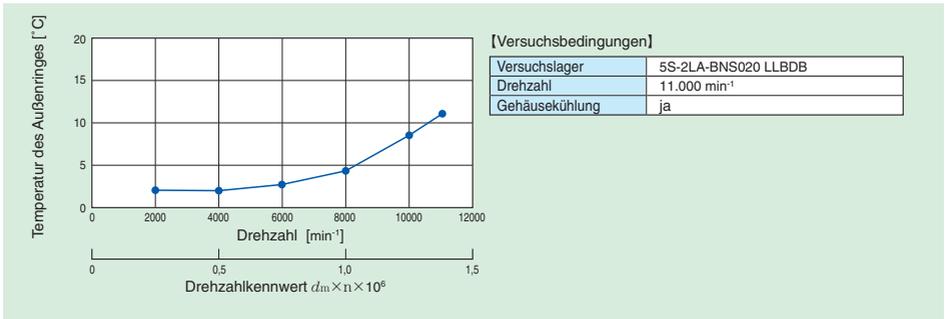


Abb. 9.45 Temperatur am Lageraußenring bei hohen Drehzahlen

### Lebensdauerersuch

Auf Grund der optimierten Innenkonstruktion (wie z.B. Fettkammer am Außenring) und einem Spezial-Wälzlagerfett konnte mit den Lagern der Baureihe 5S-2LA-BNS LLB eine Laufzeit von über 20.000 Stunden bei einem Drehzahlkennwert  $d_m \times n = 1,4 \times 10^6$  erreicht werden (Abb. 9.46).

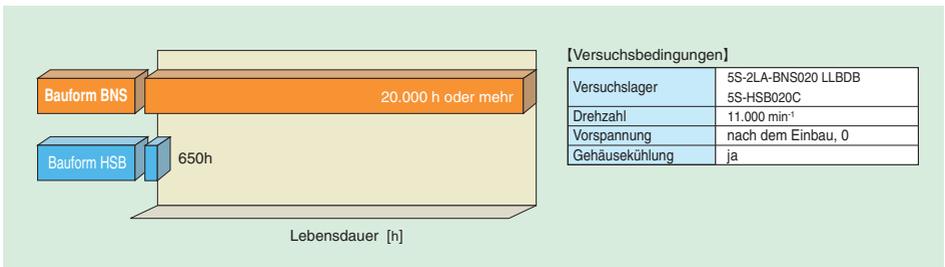
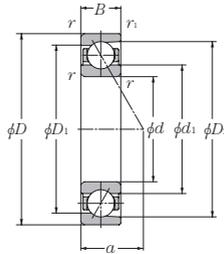


Abb. 9.46 Lebensdauerersuch

20 Lagertabellen / Abmessungen der Spindellager

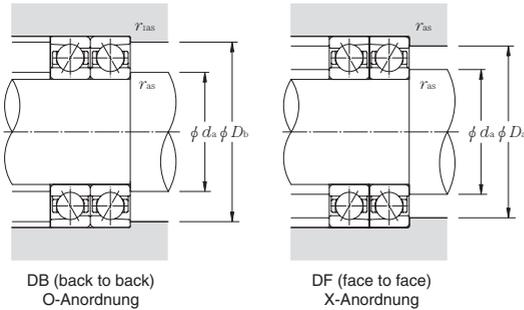
Standard-Spindellager mit Stahlkugeln Baureihe 78

Druckwinkel 15°  $d$  25~170mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Faktor $f_0$	Grenzdrehzahl	
	mm					dynamisch		statisch		kN	kgf		min <sup>-1</sup>	
	$d$	$D$	$B$	$r_{s \text{ min}}$ ①	$r_{is \text{ min}}$ ①	$C_r$	$C_{or}$	$C_r$	$C_{or}$				Fett-	Öl-
					kN		kgf		kN	kgf	schmierung	schmierung		
7805C	25	37	7	0,3	0,15	5,05	3,85	515	390	1,04	106	16,2	27 100	36 100
7806C	30	42	7	0,3	0,15	5,35	4,50	545	460	1,20	122	16,5	23 300	31 100
7807C	35	47	7	0,3	0,15	5,80	5,25	590	535	1,41	144	16,4	20 500	27 300
7808C	40	52	7	0,3	0,15	6,05	5,75	615	585	1,57	160	16,2	18 300	24 300
7809C	45	58	7	0,3	0,15	6,25	6,25	640	640	1,73	176	16,0	16 300	21 700
7810C	50	65	7	0,3	0,15	7,90	8,05	805	820	2,31	236	16,1	14 600	19 500
7811C	55	72	9	0,3	0,15	13,1	12,7	1 330	1 300	5,55	565	16,4	13 200	17 600
7812C	60	78	10	0,3	0,15	13,4	13,6	1 370	1 390	6,00	610	16,3	12 200	16 200
7813C	65	85	10	0,6	0,3	14,1	14,9	1 440	1 520	5,30	540	16,2	11 200	14 900
7814C	70	90	10	0,6	0,3	14,5	15,8	1 470	1 610	7,10	720	16,1	10 500	14 000
7815C	75	95	10	0,6	0,3	14,8	16,7	1 510	1 700	6,00	615	16,0	9 900	13 200
7816C	80	100	10	0,6	0,3	15,1	17,6	1 540	1 790	7,95	810	15,9	9 300	12 400
7817C	85	110	13	1	0,6	22,1	24,7	2 250	2 520	10,7	1 090	16,1	8 600	11 500
7818C	90	115	13	1	0,6	22,7	26,1	2 320	2 670	10,5	1 070	16,1	8 200	10 900
7819C	95	120	13	1	0,6	23,4	27,6	2 380	2 820	12,1	1 240	16,0	7 800	10 400
7820C	100	125	13	1	0,6	23,5	28,3	2 400	2 890	12,5	1 270	16,0	7 500	10 000
7821C	105	130	13	1	0,6	24,1	29,8	2 460	3 050	13,2	1 340	15,9	7 100	9 500
7822C	110	140	16	1	0,6	34,5	42,5	3 550	4 350	21,0	2 140	16,1	6 700	9 000
7824C	120	150	16	1	0,6	35,0	44,5	3 600	4 550	22,1	2 260	16,0	6 200	8 300
7826C	130	165	18	1,1	0,6	47,0	59,5	4 750	6 050	28,4	2 900	16,1	5 700	7 600
7828C	140	175	18	1,1	0,6	47,5	62,5	4 850	6 350	30,0	3 050	16,0	5 300	7 100
7830C	150	190	20	1,1	0,6	60,5	79,5	6 150	8 100	48,5	4 950	16,1	4 900	6 600
7832C	160	200	20	1,1	0,6	62,0	83,5	6 300	8 500	41,0	4 200	16,0	4 700	6 200
7834C	170	215	22	1,1	0,6	76,0	102	7 750	10 400	49,0	4 950	16,1	4 400	5 800

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_r = X F_r + Y F_a$$

$\frac{F_a}{F_r} \leq e$	$e$	einreihig / Tandem		back to back / face to face			
		$X$	$Y$	$X$	$Y$	$X$	$Y$
0,178	0,38			1,47	1,65		2,39
0,357	0,4			1,4	1,57		2,28
0,714	0,43			1,3	1,46		2,11
1,07	0,46			1,23	1,38		2
1,43	0,47			1,19	1,34	0,72	1,93
2,14	0,5	1	0	1,12	1,26		1,82
3,57	0,55			1,02	1,14		1,66
5,35	0,56			1	1,12		1,63
7,14	0,56			1	1,12		1,63

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

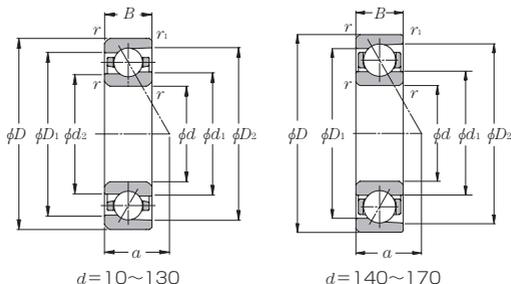
einreihig / Tandem		back to back / face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,5	0,46	1	0,92

wenn  $P_{or} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Lager- freiraum cm <sup>3</sup>	Gewicht kg	Bordmaße			Anschlussmaße					Lager- kurzzeichen
			mm			mm					
$\alpha$	Einzellager	Einzellager	$d_1$	$D_1$	$D_2$	$d_a$ min.	$D_a$ max.	$D_b$ max.	$r_{as}$ max.	$r_{ias}$ max.	
7,7	0,8	0,021	28,6	33,2	34,6	27,5	34,5	35,8	0,3	0,15	7805C
8,3	1,1	0,025	33,6	38,4	39,6	32,5	39,5	40,8	0,3	0,15	7806C
9,0	1,3	0,028	38,6	43,4	44,6	37,5	44,5	45,8	0,3	0,15	7807C
9,7	1,4	0,031	43,6	48,4	49,6	42,5	49,5	50,8	0,3	0,15	7808C
10,4	1,6	0,039	49,1	53,9	55,1	47,5	55,5	56,8	0,3	0,15	7809C
11,2	1,8	0,049	54,8	60,2	61,6	52,5	62,5	63,8	0,3	0,15	7810C
13,0	3,2	0,079	60,1	66,9	69,2	57,5	69,5	70,8	0,3	0,15	7811C
14,3	3,9	0,10	65,6	72,4	74,7	62,5	75,5	76,8	0,3	0,15	7812C
15,1	4,4	0,12	71,4	78,6	80,7	69,5	80,5	82,5	0,6	0,3	7813C
15,7	5,1	0,13	76,6	83,4	85,7	74,5	85,5	87,5	0,6	0,3	7814C
16,4	5,0	0,14	81,4	88,6	90,7	79,5	90,5	92,5	0,6	0,3	7815C
17,1	5,7	0,15	86,6	93,4	95,7	84,5	95,5	97,5	0,6	0,3	7816C
19,6	9,8	0,26	93,1	101,9	104,9	90,5	104,5	105,5	1	0,6	7817C
20,3	11	0,27	98,0	107,0	109,8	95,5	109,5	110,5	1	0,6	7818C
20,9	11	0,28	103,1	111,9	114,8	100,5	114,5	115,5	1	0,6	7819C
21,6	12	0,30	108,1	116,9	119,8	105,5	119,5	120,5	1	0,6	7820C
22,3	13	0,31	113,1	122,0	124,8	110,5	124,5	125,5	1	0,6	7821C
24,8	19	0,49	119,8	130,2	134,0	115,5	134,5	135,5	1	0,6	7822C
26,1	20	0,52	129,8	140,2	144,0	125,5	144,5	145,5	1	0,6	7824C
28,8	28	0,91	141,3	153,7	158,1	137	158	160,5	1	0,6	7826C
30,1	30	0,97	151,3	163,7	168,1	147	168	170,5	1	0,6	7828C
32,8	45	1,33	163,4	177,1	182,2	157	183	185,5	1	0,6	7830C
34,2	46	1,41	172,9	187,1	192,2	167	193	195,5	1	0,6	7832C
36,8	53	1,87	184,4	200,6	206,3	177	208	210,5	1	0,6	7834C

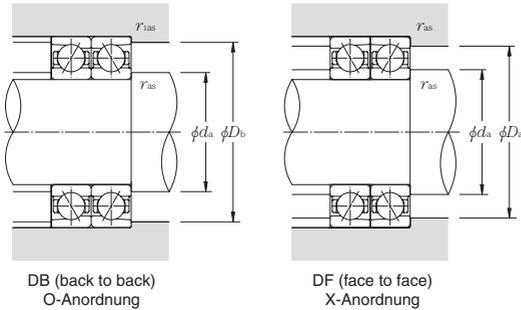
**ULTAGE** Standard-Spindellager mit Stahlkugeln Baureihe 79

Druckwinkel 15°  $d$  10~170mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Faktor $f_0$	Grenzdrehzahl	
	mm					dynamisch kN		statisch kgf		kN	kgf		min <sup>-1</sup>	
	$d$	$D$	$B$	$r_{s\ min}$ <sup>①</sup>	$r_{1s\ min}$ <sup>①</sup>	$C_r$	$C_{or}$	$C_r$	$C_{or}$				Fett-	Öl-
7900UC	10	22	6	0,3	0,15	3,20	1,65	325	169	2,40	245	14,2	73 200	117 200
7901UC	12	24	6	0,3	0,15	3,35	1,86	340	189	2,61	267	14,7	65 100	104 100
7902UC	15	28	7	0,3	0,15	5,10	2,90	520	296	3,85	395	14,4	54 500	87 200
7903UC	17	30	7	0,3	0,15	5,35	3,20	545	325	4,15	425	14,8	49 900	79 800
7904UC	20	37	9	0,3	0,15	7,65	4,90	780	500	6,45	655	14,9	41 100	65 800
7905UC	25	42	9	0,3	0,15	8,15	5,75	835	590	7,35	750	15,5	35 000	56 000
7906UC	30	47	9	0,3	0,15	8,60	6,60	880	675	8,20	840	15,9	30 400	48 700
7907UC	35	55	10	0,6	0,3	13,7	10,3	1 400	1 050	13,7	1 400	15,5	26 000	41 700
7908UC	40	62	12	0,6	0,3	14,5	11,8	1 480	1 200	15,4	1 570	15,9	23 000	36 800
7909UC	45	68	12	0,6	0,3	17,9	14,8	1 830	1 510	19,4	1 980	15,8	20 700	33 200
7910UC	50	72	12	0,6	0,3	18,9	16,6	1 930	1 700	21,4	2 190	16,1	19 200	30 700
7911UC	55	80	13	1	0,6	19,7	18,5	2 010	1 890	23,4	2 390	16,3	17 400	27 800
7912UC	60	85	13	1	0,6	20,5	20,3	2 090	2 080	25,5	2 600	16,5	16 200	25 900
7913UC	65	90	13	1	0,6	20,8	21,2	2 120	2 160	26,5	2 700	16,5	15 100	24 200
7914UC	70	100	16	1	0,6	29,7	30,0	3 050	3 100	38,0	3 850	16,4	13 800	22 100
7915UC	75	105	16	1	0,6	30,0	31,5	3 050	3 250	39,5	4 000	16,5	13 000	20 800
7916UC	80	110	16	1	0,6	30,5	33,0	3 100	3 350	41,0	4 200	16,5	12 300	19 600
7917UC	85	120	18	1,1	0,6	41,0	44,0	4 200	4 500	54,0	5 500	16,5	11 400	18 300
7918UC	90	125	18	1,1	0,6	41,5	46,0	4 250	4 700	56,0	5 700	16,6	10 900	17 400
7919UC	95	130	18	1,1	0,6	42,5	47,5	4 300	4 850	58,0	5 950	16,5	10 400	16 700
7920UC	100	140	20	1,1	0,6	54,5	61,0	5 550	6 200	76,5	7 800	16,5	9 800	15 600
7921UC	105	145	20	1,1	0,6	55,0	63,5	5 600	6 500	79,5	8 100	16,6	9 400	15 000
7922UC	110	150	20	1,1	0,6	56,0	65,5	5 700	6 700	82,5	8 400	16,5	9 000	14 400
7924UC	120	165	22	1,1	0,6	69,0	81,5	7 050	8 300	100	10 200	16,6	8 200	13 200
7926UC	130	180	24	1,5	1	85,0	102	8 650	10 400	128	13 000	16,5	7 600	12 100
7928CT1B	140	190	24	1,5	1	83,5	101	8 500	10 300	48,0	4 900	16,5	5 100	6 600
7930CT1B	150	210	28	2	1	108	132	11 000	13 400	60,5	6 200	16,5	4 700	6 100
7932CT1B	160	220	28	2	1	109	136	11 100	13 900	63,0	6 400	16,5	4 400	5 700
7934CT1B	170	230	28	2	1	113	145	11 500	14 800	79,0	8 050	16,4	4 200	5 400

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ ,  
Mit dem Suffix U ergänzte Teilenummern weisen auf Zugehörigkeit zu der ULTAGE-Serie hin.



**dynamisch äquivalente Belastung**

$P_r = X F_r + Y F_a$

$F_r/F_a$ Cor	e	einreihig/Tandem				back to back/face to face			
		$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$		$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$	
		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0,178	0,38				1,47			1,65	2,39
0,357	0,4				1,4			1,57	2,28
0,714	0,43				1,3			1,46	2,11
1,07	0,46				1,23			1,38	2
1,43	0,47			0,44	1,19	1	0,72	1,34	1,93
2,14	0,5	1	0		1,12			1,26	1,82
3,57	0,55				1,02			1,14	1,66
5,35	0,56				1			1,12	1,63
7,14	0,56				1			1,12	1,63

**statisch äquivalente Belastung**

$P_{0r} = X_0 F_r + Y_0 F_a$

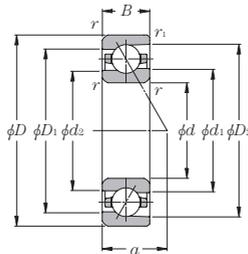
$X_0$	$Y_0$	einreihig/Tandem		back to back/face to face	
		$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,5	0,46	1	1	0,92	

wenn  $P_{0r} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{0r} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm $\alpha$	Lager- freiraum cm <sup>3</sup> Einzellager	Gewicht kg Einzellager	Bordmaße mm				Anschlusmaße mm					Lager- kurzzeichen
			$d_1$	$d_2$	$D_1$	$D_2$	$d_a$ min.	$D_a$ max.	$D_b$ max.	$r_{as}$ max.	$r_{1as}$ max.	
5,2	0,4	0,01	14,3	13,5	17,7	19,4	12,5	19,5	20,8	0,3	0,15	7900UC
5,4	0,4	0,01	16,3	15,5	19,7	21,3	14,5	21,5	22,8	0,3	0,15	7901UC
6,4	0,8	0,02	19,3	18,3	23,7	25,6	17,5	25,5	26,8	0,3	0,15	7902UC
6,7	0,8	0,02	21,3	20,3	25,7	27,8	19,5	27,5	28,8	0,3	0,15	7903UC
8,3	1,5	0,04	25,9	24,7	31,1	33,6	22,5	34,5	35,8	0,3	0,15	7904UC
9,0	1,8	0,04	30,9	29,7	36,1	38,6	27,5	39,5	40,8	0,3	0,15	7905UC
9,7	2,0	0,05	35,9	34,7	41,1	43,6	32,5	44,5	45,8	0,3	0,15	7906UC
11,1	3,4	0,07	41,6	39,9	48,4	51,7	39,5	50,5	52,5	0,6	0,3	7907UC
12,9	4,7	0,11	47,6	45,9	54,4	57,8	44,5	57,5	59,5	0,6	0,3	7908UC
13,6	5,9	0,12	52,7	50,8	60,4	64,0	49,5	63,5	65,5	0,6	0,3	7909UC
14,2	6,2	0,13	57,2	55,3	64,9	68,5	54,5	67,5	69,5	0,6	0,3	7910UC
15,6	7,5	0,18	63,7	61,8	71,4	75,1	60,5	74,5	75,5	1	0,6	7911UC
16,3	8,0	0,19	68,7	66,8	76,4	80,1	65,5	79,5	80,5	1	0,6	7912UC
16,9	8,6	0,21	73,7	71,8	81,4	85,1	70,5	84,5	85,5	1	0,6	7913UC
19,4	14	0,34	80,3	78,0	89,7	94,3	75,5	94,5	95,5	1	0,6	7914UC
20,1	15	0,36	85,3	83,0	94,7	99,3	80,5	99,5	100,5	1	0,6	7915UC
20,8	16	0,38	90,8	88,5	100,2	104,8	85,5	104,5	105,5	1	0,6	7916UC
22,8	22	0,54	96,9	94,3	108,1	113,5	92	113	115,5	1	0,6	7917UC
23,5	23	0,56	101,9	99,3	113,1	118,5	97	118	120,5	1	0,6	7918UC
24,1	24	0,59	106,9	104,3	118,1	123,5	102	123	125,5	1	0,6	7919UC
26,1	33	0,81	113,6	110,5	126,4	132,7	107	133	135,5	1	0,6	7920UC
26,8	34	0,84	118,6	115,5	131,4	137,7	112	138	140,5	1	0,6	7921UC
27,5	36	0,87	123,6	120,5	136,4	142,7	117	143	145,5	1	0,6	7922UC
30,2	48	1,19	135,2	131,7	149,8	156,8	127	158	160,5	1	0,6	7924UC
32,9	63	1,57	146,9	143,0	163,2	171,0	138,5	171,5	174,5	1,5	1	7926UC
34,2	67	1,66	156,0	—	174,1	180,5	148,5	181,5	184,5	1,5	1	7928CT1B
38,2	100	2,59	169,5	—	190,5	198,0	160	200	204,5	2	1	7930CT1B
39,6	106	2,72	179,5	—	200,6	208,0	170	210	214,5	2	1	7932CT1B
40,9	109	2,89	190,0	—	210,5	218,0	180	220	224,5	2	1	7934CT1B

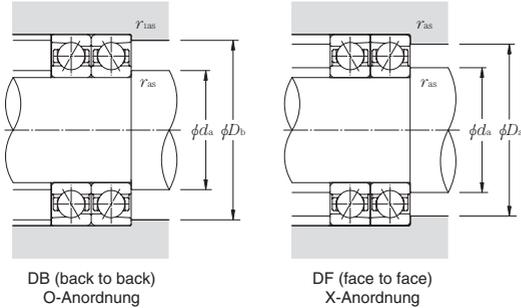
**ULTAGE** Standard-Spindellager mit Stahlkugeln Baureihe 79

Druckwinkel 25°  $d$  10~130mm



Lager- kurzzeichen	Abmessungen					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenzdrehzahl	
	mm					dynamisch kN		statisch kgf		kN	kgf	min <sup>-1</sup>	
	d	D	B	r <sub>s min</sub> ①	r <sub>is min</sub> ①	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>			Fett- schmierung	Öl- schmierung
7900UAD	10	22	6	0,3	0,15	3,05	1,58	310	161	1,77	180	63 400	102 500
7901UAD	12	24	6	0,3	0,15	3,20	1,77	325	181	1,92	196	56 400	91 100
7902UAD	15	28	7	0,3	0,15	4,85	2,77	495	283	2,81	287	47 200	76 300
7903UAD	17	30	7	0,3	0,15	5,10	3,05	520	310	3,00	310	43 200	69 800
7904UAD	20	37	9	0,3	0,15	7,25	4,65	740	475	4,70	480	35 600	57 500
7905UAD	25	42	9	0,3	0,15	7,75	5,50	790	560	5,35	545	30 300	49 000
7906UAD	30	47	9	0,3	0,15	8,15	6,30	830	640	6,00	610	26 400	42 600
7907UAD	35	55	10	0,6	0,3	13,0	9,75	1 320	995	10,1	1 030	22 600	36 400
7908UAD	40	62	12	0,6	0,3	13,7	11,2	1 400	1 140	11,3	1 160	19 900	32 200
7909UAD	45	68	12	0,6	0,3	17,0	14,1	1 730	1 440	14,6	1 490	18 000	29 000
7910UAD	50	72	12	0,6	0,3	17,9	15,8	1 820	1 610	16,2	1 650	16 600	26 900
7911UAD	55	80	13	1	0,6	18,6	17,5	1 900	1 790	17,7	1 800	15 000	24 300
7912UAD	60	85	13	1	0,6	19,4	19,1	1 970	1 950	19,2	1 960	14 000	22 600
7913UAD	65	90	13	1	0,6	19,6	19,7	2 000	2 010	19,9	2 030	13 100	21 200
7914UAD	70	100	16	1	0,6	28,0	28,6	2 860	2 920	27,9	2 840	11 900	19 300
7915UAD	75	105	16	1	0,6	28,4	29,6	2 900	3 000	29,0	2 960	11 300	18 200
7916UAD	80	110	16	1	0,6	28,7	30,5	2 930	3 100	30,0	3 050	10 600	17 200
7917UAD	85	120	18	1,1	0,6	38,5	41,5	3 950	4 250	39,5	4 000	9 900	16 000
7918UAD	90	125	18	1,1	0,6	39,5	43,0	4 000	4 400	41,0	4 200	9 400	15 300
7919UAD	95	130	18	1,1	0,6	40,0	44,5	4 050	4 500	42,5	4 350	9 000	14 600
7920UAD	100	140	20	1,1	0,6	51,0	57,5	5 200	5 850	56,0	5 750	8 500	13 700
7921UAD	105	145	20	1,1	0,6	52,0	59,0	5 300	6 050	58,5	5 950	8 100	13 100
7922UAD	110	150	20	1,1	0,6	52,5	61,0	5 400	6 250	60,5	6 150	7 800	12 600
7924UAD	120	165	22	1,1	0,6	65,0	76,0	6 650	7 750	73,5	7 500	7 100	11 500
7926UAD	130	180	24	1,5	1	80,0	95,0	8 150	9 700	94,0	9 550	6 600	10 600

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung r oder r<sub>1</sub>.



**dynamisch äquivalente Belastung**

$P_i = XF_i + YF_a$

e	einreihig/Tandem		back to back/face to face					
	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	X	Y		
0,68	1	0	0,41	0,87	1	0,92	0,67	1,41

**statisch äquivalente Belastung**

$P_{or} = X_o F_r + Y_o F_a$

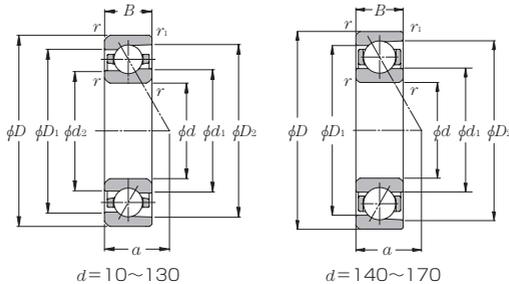
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_o$	$Y_o$	$X_o$	$Y_o$
0,5	0,38	1	0,76

wenn  $P_{or} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Lager- freiraum cm <sup>3</sup> Einzellager	Gewicht kg Einzellager	Bordmaße mm				Anschlussmaße mm					Lager- kurzzeichen
			$d_1$	$d_2$	$D_1$	$D_2$	$d_a$ min.	$D_a$ max.	$D_b$ max.	$r_{as}$ max.	$r_{ias}$ max.	
6,8	0,4	0,01	14,3	13,5	17,7	19,4	12,5	19,5	20,8	0,3	0,15	7900UAD
7,2	0,4	0,01	16,3	15,5	19,7	21,3	14,5	21,5	22,8	0,3	0,15	7901UAD
8,6	0,8	0,02	19,3	18,3	23,7	25,7	17,5	25,5	26,8	0,3	0,15	7902UAD
9,0	0,8	0,02	21,3	20,3	25,7	27,7	19,5	27,5	28,8	0,3	0,15	7903UAD
11,2	1,5	0,04	25,9	24,7	31,1	33,6	22,5	34,5	35,8	0,3	0,15	7904UAD
12,4	1,8	0,04	30,9	29,7	36,1	38,6	27,5	39,5	40,8	0,3	0,15	7905UAD
13,5	2,0	0,05	35,9	34,7	41,1	43,6	32,5	44,5	45,8	0,3	0,15	7906UAD
15,6	3,4	0,07	41,6	39,9	48,4	51,7	39,5	50,5	52,5	0,6	0,3	7907UAD
18,0	4,7	0,11	47,6	45,9	54,4	57,7	44,5	57,5	59,5	0,6	0,3	7908UAD
19,2	5,9	0,12	52,7	50,8	60,4	64,0	49,5	63,5	65,5	0,6	0,3	7909UAD
20,3	6,2	0,13	57,2	55,3	64,9	68,5	54,5	67,5	69,5	0,6	0,3	7910UAD
22,3	7,5	0,18	63,7	61,8	71,4	75,1	60,5	74,5	75,5	1	0,6	7911UAD
23,5	8,0	0,19	68,7	66,8	76,4	80,0	65,5	79,5	80,5	1	0,6	7912UAD
24,6	8,6	0,21	73,7	71,8	81,4	85,0	70,5	84,5	85,5	1	0,6	7913UAD
27,9	14	0,34	80,3	78,0	89,7	94,3	75,5	94,5	95,5	1	0,6	7914UAD
29,1	15	0,36	85,3	83,0	94,7	99,3	80,5	99,5	100,5	1	0,6	7915UAD
30,4	16	0,38	90,8	88,5	100,2	104,7	85,5	104,5	105,5	1	0,6	7916UAD
33,0	22	0,54	96,9	94,3	108,1	113,5	92	113	115,5	1	0,6	7917UAD
34,2	23	0,56	101,9	99,3	113,1	118,5	97	118	120,5	1	0,6	7918UAD
35,3	24	0,59	106,9	104,3	118,1	123,4	102	123	125,5	1	0,6	7919UAD
38,1	33	0,81	113,6	110,5	126,4	132,6	107	133	135,5	1	0,6	7920UAD
39,3	34	0,84	118,6	115,5	131,4	137,6	112	138	140,5	1	0,6	7921UAD
40,4	36	0,87	123,6	120,5	136,4	142,6	117	143	145,5	1	0,6	7922UAD
44,4	48	1,19	135,2	131,7	149,8	156,7	127	158	160,5	1	0,6	7924UAD
48,3	63	1,57	146,9	143,0	163,2	170,9	138,5	171,5	174,5	1,5	1	7926UAD

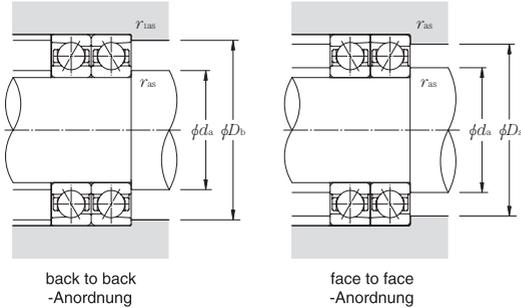
**ULTAGE** Standard-Spindellager mit Stahlkugeln Baureihe 79

Druckwinkel 30°  $d$  10~130mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenzdrehzahl	
	mm					dynamisch kN		statisch kgf		kN		min <sup>-1</sup>	
	$d$	$D$	$B$	$r_{s \text{ min}}$ ①	$r_{is \text{ min}}$ ①	$C_r$	$C_{or}$	$C_r$	$C_{or}$	kN	kgf	Fettschmierung	Ölschmierung
7900U	10	22	6	0,3	0,15	2,95	1,53	300	156	1,36	139	53 700	73 200
7901U	12	24	6	0,3	0,15	3,10	1,71	315	175	1,48	151	47 700	65 000
7902U	15	28	7	0,3	0,15	4,70	2,68	480	274	2,14	218	40 000	54 500
7903U	17	30	7	0,3	0,15	4,90	2,95	500	300	2,29	234	36 600	49 800
7904U	20	37	9	0,3	0,15	7,00	4,50	715	460	3,60	365	30 100	41 100
7905U	25	42	9	0,3	0,15	7,45	5,30	760	540	4,10	415	25 600	35 000
7906U	30	47	9	0,3	0,15	7,80	6,05	800	615	4,60	465	22 300	30 400
7907U	35	55	10	0,6	0,3	12,5	9,40	1 270	960	7,85	800	19 100	26 000
7908U	40	62	12	0,6	0,3	13,1	10,7	1 340	1 100	8,75	895	16 900	23 000
7909U	45	68	12	0,6	0,3	16,3	13,6	1 660	1 380	11,4	1 160	15 200	20 700
7910U	50	72	12	0,6	0,3	17,2	15,2	1 750	1 550	12,6	1 280	14 100	19 200
7911U	55	80	13	1	0,6	17,8	16,8	1 820	1 720	13,8	1 410	12 700	17 400
7912U	60	85	13	1	0,6	18,6	18,2	1 890	1 850	15,0	1 530	11 900	16 200
7913U	65	90	13	1	0,6	18,8	18,8	1 910	1 910	15,6	1 590	11 100	15 100
7914U	70	100	16	1	0,6	26,9	27,3	2 740	2 780	21,5	2 190	10 100	13 800
7915U	75	105	16	1	0,6	27,2	28,2	2 780	2 870	22,3	2 280	9 600	13 000
7916U	80	110	16	1	0,6	27,5	29,1	2 810	2 970	23,2	2 370	9 000	12 300
7917U	85	120	18	1,1	0,6	37,0	39,5	3 800	4 050	30,5	3 100	8 400	11 400
7918U	90	125	18	1,1	0,6	37,5	41,0	3 850	4 150	31,5	3 200	8 000	10 900
7919U	95	130	18	1,1	0,6	38,0	42,0	3 900	4 300	32,5	3 350	7 600	10 400
7920U	100	140	20	1,1	0,6	49,0	54,5	5 000	5 550	43,5	4 450	7 200	9 800
7921U	105	145	20	1,1	0,6	50,0	56,5	5 100	5 750	45,0	4 600	6 900	9 400
7922U	110	150	20	1,1	0,6	50,5	58,0	5 150	5 900	46,5	4 750	6 600	9 000
7924U	120	165	22	1,1	0,6	62,5	72,5	6 350	7 350	56,5	5 750	6 000	8 200
7926U	130	180	24	1,5	1	76,5	90,5	7 800	9 250	72,5	7 400	5 500	7 600

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



**dynamisch äquivalente Belastung**

$P_r = X F_r + Y F_a$

e	einreihig/Tandem		back to back/face to face	
	$F_a / F_r \leq e$	$F_a / F_r > e$	$F_a / F_r \leq e$	$F_a / F_r > e$
0,8	X	Y	X	Y
	1	0	0,39	0,76
			1	0,78
			0,63	1,24

**statisch äquivalente Belastung**

$P_{or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$

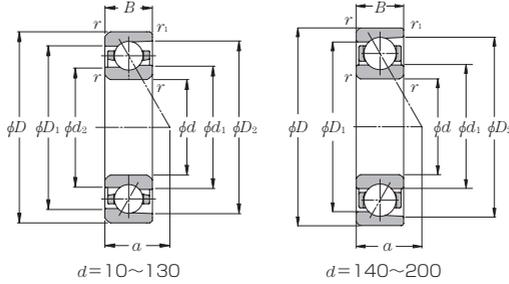
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,5	0,33	1	0,66

wenn  $P_{or} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Lager- freiraum cm <sup>3</sup> Einzellager	Gewicht kg Einzellager	Bordmaße mm				Anschlussmaße mm					Lager- kurzzeichen
			$d_1$	$d_2$	$D_1$	$D_2$	$d_a$ min.	$D_a$ max.	$D_b$ max.	$r_{as}$ max.	$r_{1as}$ max.	
7,7	0,4	0,01	14,3	13,5	17,7	19,3	12,5	19,5	20,8	0,3	0,15	7900U
8,2	0,4	0,01	16,3	15,5	19,7	21,3	14,5	21,5	22,8	0,3	0,15	7901U
9,8	0,8	0,02	19,3	18,3	23,7	25,6	17,5	25,5	26,8	0,3	0,15	7902U
10,3	0,8	0,02	21,3	20,3	25,7	27,7	19,5	27,5	28,8	0,3	0,15	7903U
12,8	1,5	0,04	25,9	24,7	31,1	33,5	22,5	34,5	35,8	0,3	0,15	7904U
14,2	1,8	0,04	30,9	29,7	36,1	38,5	27,5	39,5	40,8	0,3	0,15	7905U
15,7	2,0	0,05	35,9	34,7	41,1	43,5	32,5	44,5	45,8	0,3	0,15	7906U
18,1	3,4	0,07	41,6	39,9	48,4	51,6	39,5	50,5	52,5	0,6	0,3	7907U
20,8	4,7	0,11	47,6	45,9	54,4	57,7	44,5	57,5	59,5	0,6	0,3	7908U
22,4	5,9	0,12	52,7	50,8	60,4	64,0	49,5	63,5	65,5	0,6	0,3	7909U
23,7	6,2	0,13	57,2	55,3	64,9	68,4	54,5	67,5	69,5	0,6	0,3	7910U
26,1	7,5	0,18	63,7	61,8	71,4	75,0	60,5	74,5	75,5	1	0,6	7911U
27,5	8,0	0,19	68,7	66,8	76,4	80,0	65,5	79,5	80,5	1	0,6	7912U
29,0	8,6	0,21	73,7	71,8	81,4	85,0	70,5	84,5	85,5	1	0,6	7913U
32,6	14	0,34	80,3	78,0	89,7	94,2	75,5	94,5	95,5	1	0,6	7914U
34,1	15	0,36	85,3	83,0	94,7	99,2	80,5	99,5	100,5	1	0,6	7915U
35,7	16	0,38	90,8	88,5	100,2	104,7	85,5	104,5	105,5	1	0,6	7916U
38,7	22	0,54	96,9	94,3	108,1	113,4	92	113	115,5	1	0,6	7917U
40,2	23	0,56	101,9	99,3	113,1	118,4	97	118	120,5	1	0,6	7918U
41,6	24	0,59	106,9	104,3	118,1	123,4	102	123	125,5	1	0,6	7919U
44,8	33	0,81	113,6	110,5	126,4	132,6	107	133	135,5	1	0,6	7920U
46,2	34	0,84	118,6	115,5	131,4	137,6	112	138	140,5	1	0,6	7921U
47,7	36	0,87	123,6	120,5	136,4	142,6	117	143	145,5	1	0,6	7922U
52,3	48	1,19	135,2	131,7	149,8	156,7	127	158	160,5	1	0,6	7924U
56,9	63	1,57	146,9	143,0	163,2	170,9	138,5	171,5	174,5	1,5	1	7926U

**ULTAGE** Standard-Spindellager mit Stahlkugeln Baureihe 70

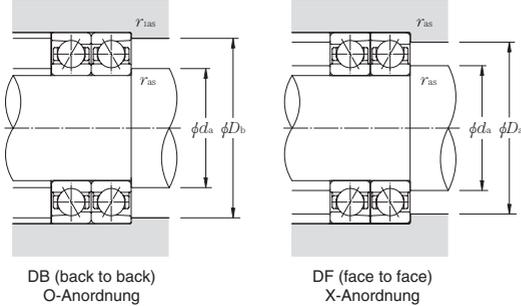
Druckwinkel 15°  $d$  10~200mm



Lager- kurzzeichen	Abmessungen					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Faktor $f_0$	Grenzdrehzahl	
	mm					dynamisch kN		dynamisch kgf		kN	kgf		min <sup>-1</sup>	
	$d$	$D$	$B$	$r_{s \min}$ ①	$r_{1s \min}$ ①	$C_r$	$C_{or}$	$C_r$	$C_{or}$				Fett- schmierung	Öl- schmierung
7000UC	10	26	8	0,3	0,15	5,30	2,48	540	253	3,80	390	12,6	65 800	105 300
7001UC	12	28	8	0,3	0,15	5,80	2,93	595	299	4,25	435	13,4	57 100	91 400
7002UC	15	32	9	0,3	0,15	6,60	3,70	675	375	5,15	525	14,1	49 900	79 800
7003UC	17	35	10	0,3	0,15	8,25	4,55	840	460	6,60	670	13,8	45 100	72 100
7004UC	20	42	12	0,6	0,3	11,1	6,6	1 130	670	9,60	980	14,1	37 200	59 500
7005UC	25	47	12	0,6	0,3	12,3	8,0	1 250	815	11,3	1 150	14,7	32 500	52 100
7006UC	30	55	13	1	0,6	15,8	11,0	1 620	1 120	15,4	1 570	14,9	27 200	43 600
7007UC	35	62	14	1	0,6	20,0	14,6	2 040	1 490	19,5	1 990	15,0	24 200	38 700
7008UC	40	68	15	1	0,6	21,4	16,8	2 180	1 720	22,0	2 250	15,4	21 700	34 700
7009UC	45	75	16	1	0,6	25,3	20,4	2 580	2 080	27,1	2 770	15,4	19 500	31 200
7010UC	50	80	16	1	0,6	26,9	23,1	2 740	2 350	30,0	3 100	15,7	18 000	28 800
7011UC	55	90	18	1,1	0,6	35,5	30,0	3 600	3 100	39,0	4 000	15,5	16 200	25 900
7012UC	60	95	18	1,1	0,6	36,5	32,5	3 700	3 300	41,5	4 200	15,7	15 100	24 200
7013UC	65	100	18	1,1	0,6	38,5	36,0	3 900	3 650	45,5	4 650	15,9	14 200	22 700
7014UC	70	110	20	1,1	0,6	48,5	45,0	4 950	4 600	59,0	6 050	15,7	13 000	20 800
7015UC	75	115	20	1,1	0,6	49,5	48,0	5 050	4 900	62,0	6 350	15,9	12 300	19 700
7016UC	80	125	22	1,1	0,6	60,5	58,0	6 200	5 900	74,5	7 600	15,7	11 400	18 300
7017UC	85	130	22	1,1	0,6	62,0	61,5	6 350	6 250	78,5	8 000	15,9	10 900	17 400
7018UC	90	140	24	1,5	1	74,0	72,5	7 550	7 400	95,0	9 700	15,7	10 200	16 300
7019UC	95	145	24	1,5	1	76,0	76,5	7 750	7 800	100	10 200	15,9	9 800	15 600
7020UC	100	150	24	1,5	1	77,5	81,0	7 900	8 250	104	10 600	16,0	9 400	15 000
7021UC	105	160	26	2	1	91,0	93,5	9 250	9 550	120	12 300	15,9	8 800	14 100
7022UC	110	170	28	2	1	104	106	10 600	10 900	140	14 200	15,7	8 400	13 400
7024UC	120	180	28	2	1	106	113	10 800	11 500	147	14 900	16,0	7 800	12 500
7026UC	130	200	33	2	1	133	144	13 600	14 700	186	19 000	15,9	7 100	11 400
7028UC	140	210	33	2	1	136	152	13 900	15 500	193	19 700	16,0	6 700	10 700
7030CT1B	150	225	35	2,1	1,1	151	168	15 400	17 200	81,0	8 300	16,0	4 500	5 800
7032CT1B	160	240	38	2,1	1,1	171	193	17 400	19 700	87,5	8 950	16,0	4 200	5 400
7034CT1B	170	260	42	2,1	1,1	205	234	20 900	23 900	118	12 000	15,9	3 900	5 100
7036CT1B	180	280	46	2,1	1,1	241	290	24 500	29 600	144	14 700	15,7	3 700	4 700
7038CT1B	190	290	46	2,1	1,1	247	305	25 100	31 500	151	15 400	15,9	3 500	4 500
7040CT1B	200	310	51	2,1	1,1	277	355	28 200	36 000	173	17 600	15,7	3 300	4 300

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .

Mit dem Suffix **U** ergänzte Teilenummern weisen auf Zugehörigkeit zu der **ULTAGE**-Serie hin.



**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_r = X F_r + Y F_a$$

$i^* f_0 \frac{F_a}{C_{Or}}$	$e$	einreihig/Tandem		back to back/face to face	
		$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$
$X$	$Y$	$X$	$Y$	$X$	$Y$
0,178	0,38		1,47	1,65	2,39
0,357	0,4		1,4	1,57	2,28
0,714	0,43		1,3	1,46	2,11
1,07	0,46		1,23	1,38	2
1,43	0,47	1	1,19	1,34	1,93
2,14	0,5	0	1,12	1,26	1,82
3,57	0,55	0,44	1,02	1,14	1,66
5,35	0,56		1	1,12	1,63
7,14	0,56		1	1,12	1,63

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{0r} = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

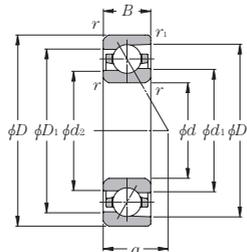
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,5	0,46	1	0,92

wenn  $P_{0a} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{0a} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Lager- freiraum cm <sup>3</sup>	Gewicht kg	Bordmaße				Anschlussmaße					Lager- kurzzeichen
			mm				mm					
$a$	Einzellager	Einzellager	$d_1$	$d_2$	$D_1$	$D_2$	$d_a$ min.	$D_a$ max.	$D_b$ max.	$r_{as}$ max.	$r_{1as}$ max.	
6,4	0,9	0,019	15,2	14,0	20,4	22,7	12,5	23,5	24,8	0,3	0,15	7000UC
6,8	1,0	0,021	17,9	16,7	23,1	25,6	14,5	25,5	26,8	0,3	0,15	7001UC
7,7	1,3	0,030	20,9	19,7	26,1	28,5	17,5	29,5	30,8	0,3	0,15	7002UC
8,5	1,8	0,037	23,0	21,6	29,0	32,0	19,5	32,5	33,8	0,3	0,15	7003UC
10,3	2,9	0,067	28,1	26,4	34,9	38,4	24,5	37,5	39,5	0,6	0,3	7004UC
10,9	3,3	0,079	32,6	30,9	39,4	42,9	29,5	42,5	44,5	0,6	0,3	7005UC
12,3	4,8	0,11	39,2	37,3	46,9	50,7	35,5	49,5	50,5	1	0,6	7006UC
13,5	6,3	0,15	44,2	42,2	52,8	57,0	40,5	56,5	57,5	1	0,6	7007UC
14,8	7,4	0,19	49,7	47,7	58,3	62,5	45,5	62,5	63,5	1	0,6	7008UC
16,1	9,4	0,24	55,3	53,0	64,7	69,4	50,5	69,5	70,5	1	0,6	7009UC
16,8	11	0,26	60,3	58,0	69,7	74,4	55,5	74,5	75,5	1	0,6	7010UC
18,8	16	0,38	66,9	64,3	78,1	83,6	62	83,5	85,5	1	0,6	7011UC
19,4	17	0,41	71,9	69,3	83,1	88,6	67	88	90,5	1	0,6	7012UC
20,1	18	0,44	76,9	74,3	88,1	93,5	72	93	95,5	1	0,6	7013UC
22,1	24	0,61	83,6	80,5	96,4	102,7	77	103	105,5	1	0,6	7014UC
22,8	26	0,64	88,6	85,5	101,4	107,7	82	108	110,5	1	0,6	7015UC
24,8	34	0,86	95,2	91,7	109,8	116,9	87	118	120,5	1	0,6	7016UC
25,5	36	0,90	100,2	96,7	114,8	121,9	92	123	125,5	1	0,6	7017UC
27,5	47	1,17	106,9	103,0	123,2	131,1	98,5	131,5	134,5	1,5	1	7018UC
28,2	49	1,22	111,9	108,0	128,2	136,1	103,5	136,5	139,5	1,5	1	7019UC
28,8	51	1,27	116,9	113,0	133,2	141,1	108,5	141,5	144,5	1,5	1	7020UC
30,8	70	1,58	123,5	119,2	141,5	150,2	115	150	154,5	2	1	7021UC
32,9	83	1,98	130,2	125,4	149,9	159,4	120	160	164,5	2	1	7022UC
34,2	90	2,11	140,2	135,4	159,9	169,4	130	170	174,5	2	1	7024UC
38,7	131	3,25	153,9	148,5	176,2	187,1	140	190	194,5	2	1	7026UC
40,1	144	3,38	164,0	158,7	186,3	197,1	150	200	204,5	2	1	7028UC
42,7	166	4,19	174,2	—	200,8	210,5	162	213	218	2	1	7030CT1B
45,9	214	5,14	185,5	—	214,5	224,6	172	228	233	2	1	7032CT1B
49,9	278	6,94	199,0	—	231,0	242,9	182	248	253	2	1	7034CT1B
53,9	360	9,12	212,0	—	248,0	261,2	192	268	273	2	1	7036CT1B
55,2	375	9,53	222,0	—	258,0	271,2	202	278	283	2	1	7038CT1B
59,8	492	12,3	235,0	—	275,0	289,5	212	298	303	2	1	7040CT1B

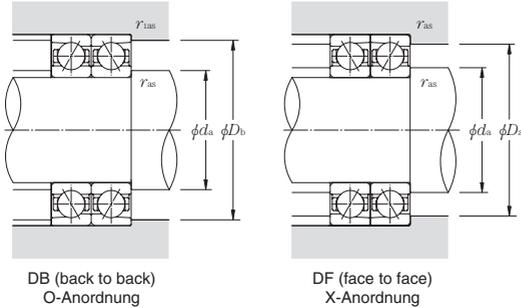
**ULTAGE** Standard-Spindellager mit Stahlkugeln Baureihe 70

Druckwinkel 25°  $d$  10~130mm



Lager- kurzzeichen	Abmessungen						Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenzdrehzahl	
	mm						dynamisch kN		statisch kgf		kN		min <sup>-1</sup>	
	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i> <sub>s min</sub> ①	<i>r</i> <sub>1s min</sub> ①		<i>C<sub>r</sub></i>	<i>C<sub>or</sub></i>	<i>C<sub>r</sub></i>	<i>C<sub>or</sub></i>	kN	kgf	Fett- schmierung	Öl- schmierung
7000UAD	10	26	8	0,3	0,15		5,15	2,40	525	244	2,77	283	57 000	92 100
7001UAD	12	28	8	0,3	0,15		5,60	2,82	570	287	3,10	315	49 500	80 000
7002UAD	15	32	9	0,3	0,15		6,35	3,55	645	360	3,75	380	43 200	69 800
7003UAD	17	35	10	0,3	0,15		7,90	4,35	805	445	4,85	495	39 000	63 100
7004UAD	20	42	12	0,6	0,3		10,6	6,30	1 080	645	7,10	720	32 200	52 100
7005UAD	25	47	12	0,6	0,3		11,7	7,65	1 190	780	8,30	845	28 200	45 600
7006UAD	30	55	13	1	0,6		15,1	10,5	1 540	1 070	11,5	1 170	23 600	38 100
7007UAD	35	62	14	1	0,6		19,0	13,9	1 940	1 420	14,3	1 460	20 900	33 800
7008UAD	40	68	15	1	0,6		20,3	16,0	2 070	1 630	16,1	1 650	18 800	30 400
7009UAD	45	75	16	1	0,6		24,0	19,4	2 450	1 980	19,9	2 030	16 900	27 300
7010UAD	50	80	16	1	0,6		25,5	21,9	2 600	2 230	22,2	2 260	15 600	25 200
7011UAD	55	90	18	1,1	0,6		33,5	28,7	3 400	2 930	28,6	2 920	14 000	22 600
7012UAD	60	95	18	1,1	0,6		34,5	30,5	3 500	3 150	30,0	3 100	13 100	21 200
7013UAD	65	100	18	1,1	0,6		36,0	34,0	3 700	3 500	33,5	3 400	12 300	19 900
7014UAD	70	110	20	1,1	0,6		46,0	43,0	4 700	4 350	43,5	4 450	11 300	18 200
7015UAD	75	115	20	1,1	0,6		47,0	45,5	4 800	4 650	45,5	4 650	10 700	17 300
7016UAD	80	125	22	1,1	0,6		57,5	55,0	5 850	5 600	55,0	5 600	9 900	16 000
7017UAD	85	130	22	1,1	0,6		58,5	58,5	6 000	5 950	57,5	5 850	9 400	15 300
7018UAD	90	140	24	1,5	1		70,0	69,0	7 150	7 050	70,0	7 150	8 800	14 300
7019UAD	95	145	24	1,5	1		71,5	73,0	7 300	7 400	73,5	7 500	8 500	13 700
7020UAD	100	150	24	1,5	1		73,5	76,5	7 500	7 800	77,0	7 850	8 100	13 100
7021UAD	105	160	26	2	1		86,0	89,0	8 750	9 050	88,0	9 000	7 700	12 400
7022UAD	110	170	28	2	1		98,5	101	10 100	10 300	103	10 500	7 300	11 700
7024UAD	120	180	28	2	1		101	107	10 300	10 900	108	11 000	6 800	10 900
7026UAD	130	200	33	2	1		126	136	12 900	13 900	137	14 000	6 200	9 900
7028UAD	140	210	33	2	1		128	144	13 100	14 700	141	14 400	5 800	9300

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung *r* oder *r*<sub>1</sub>.



DB (back to back)  
O-Anordnung

DF (face to face)  
X-Anordnung

**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_T = X F_r + Y F_a$$

e	einreihig/Tandem				back to back/face to face			
	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	X	Y	X	Y
0,68	1	0	0,41	0,87	1	0,92	0,67	1,41

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{or} = X_o F_r + Y_o F_a$$

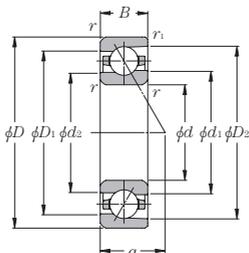
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_o$	$Y_o$	$X_o$	$Y_o$
0,5	0,38	1	0,76

wenn  $P_{or} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Lager- freiraum cm <sup>3</sup>	Gewicht kg	Bordmaße				Anschlussmaße					Lager- kurzzeichen
			mm				mm					
a	Einzellager	Einzellager	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	d <sub>a</sub> min.	D <sub>a</sub> max.	D <sub>b</sub> max.	r <sub>as</sub> max.	r <sub>1as</sub> max.	
8,2	0,9	0,019	15,2	14,0	20,4	22,9	12,5	23,5	24,8	0,3	0,15	7000UAD
8,8	1,0	0,021	17,9	16,7	23,1	25,6	14,5	25,5	26,8	0,3	0,15	7001UAD
10,0	1,3	0,030	20,9	19,7	26,1	28,6	17,5	29,5	30,8	0,3	0,15	7002UAD
11,1	1,8	0,037	23,0	21,6	29,0	32,0	19,5	32,5	33,8	0,3	0,15	7003UAD
13,4	2,9	0,067	28,1	26,4	34,9	38,3	24,5	37,5	39,5	0,6	0,3	7004UAD
14,5	3,3	0,079	32,6	30,9	39,4	42,8	29,5	42,5	44,5	0,6	0,3	7005UAD
16,6	4,8	0,11	39,2	37,3	46,9	50,7	35,5	49,5	50,5	1	0,6	7006UAD
18,4	6,3	0,15	44,2	42,2	52,8	56,9	40,5	56,5	57,5	1	0,6	7007UAD
20,2	7,4	0,19	49,7	47,7	58,3	62,5	45,5	62,5	63,5	1	0,6	7008UAD
22,1	9,4	0,24	55,3	53,0	64,7	69,3	50,5	69,5	70,5	1	0,6	7009UAD
23,2	11	0,26	60,3	58,0	69,7	74,3	55,5	74,5	75,5	1	0,6	7010UAD
26,0	16	0,38	66,9	64,3	78,1	83,5	62	83	85,5	1	0,6	7011UAD
27,2	17	0,41	71,9	69,3	83,1	88,5	67	88	90,5	1	0,6	7012UAD
28,3	18	0,44	76,9	74,3	88,1	93,5	72	93	95,5	1	0,6	7013UAD
31,1	24	0,61	83,6	80,5	96,4	102,7	77	103	105,5	1	0,6	7014UAD
32,3	26	0,64	88,6	85,5	101,4	107,7	82	108	110,5	1	0,6	7015UAD
35,0	34	0,86	95,2	91,7	109,8	116,9	87	118	120,5	1	0,6	7016UAD
36,2	36	0,90	100,2	96,7	114,8	121,9	92	123	125,5	1	0,6	7017UAD
39,0	47	1,17	106,9	103,0	123,2	131,0	98,5	131,5	134,5	1,5	1	7018UAD
40,1	49	1,22	111,9	108,0	128,2	136,0	103,5	136,5	139,5	1,5	1	7019UAD
41,3	51	1,27	116,9	113,0	133,2	141,0	108,5	141,5	144,5	1,5	1	7020UAD
44,1	70	1,58	123,5	119,2	141,5	150,2	115	150	154,5	2	1	7021UAD
46,8	83	1,98	130,2	125,4	149,9	159,3	120	160	164,5	2	1	7022UAD
49,2	90	2,11	140,2	135,4	159,9	169,3	130	170	174,5	2	1	7024UAD
55,2	131	3,25	153,9	148,5	176,2	187,0	140	190	194,5	2	1	7026UAD
57,5	144	3,38	164,0	158,7	186,3	197,0	150	200	204,5	2	1	7028UAD

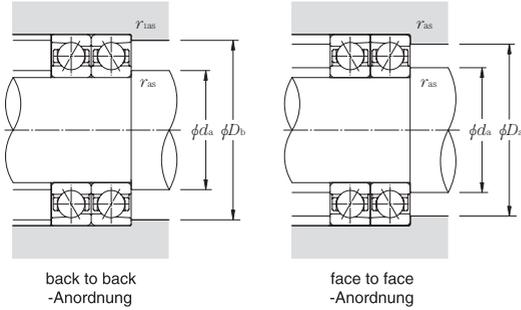
**ULTAGE** Standard-Spindellager mit Stahlkugeln Baureihe 70

Druckwinkel 30°  $d$  10~130mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen						Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenzdrehzahl	
	mm						dynamisch kN		statisch kgf		kN	kgf	min <sup>-1</sup>	
	d	D	B	r <sub>s</sub> min <sup>①</sup>	r <sub>1s</sub> min <sup>①</sup>	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>	Fettschmierung			Ölschmierung	
7000U	10	26	8	0,3	0,15	5,00	2,33	510	238	2,12	216	48 200	65 700	
7001U	12	28	8	0,3	0,15	5,45	2,74	555	279	2,37	242	41 900	57 100	
7002U	15	32	9	0,3	0,15	6,15	3,45	625	350	2,86	292	36 600	49 800	
7003U	17	35	10	0,3	0,15	7,65	4,20	780	430	3,70	380	33 000	45 000	
7004U	20	42	12	0,6	0,3	10,3	6,10	1 050	620	5,45	560	27 300	37 200	
7005U	25	47	12	0,6	0,3	11,3	7,40	1 150	755	6,40	655	23 900	32 500	
7006U	30	55	13	1	0,6	14,5	10,2	1 480	1 040	8,90	910	20 000	27 200	
7007U	35	62	14	1	0,6	18,3	13,4	1 870	1 370	11,0	1 120	17 700	24 100	
7008U	40	68	15	1	0,6	19,5	15,4	1 990	1 570	12,4	1 260	15 900	21 700	
7009U	45	75	16	1	0,6	23,1	18,7	2 360	1 910	15,4	1 570	14 300	19 500	
7010U	50	80	16	1	0,6	24,5	21,1	2 500	2 150	17,1	1 740	13 200	18 000	
7011U	55	90	18	1,1	0,6	32,5	27,7	3 300	2 830	22,0	2 240	11 900	16 200	
7012U	60	95	18	1,1	0,6	33,0	29,5	3 350	3 000	23,2	2 360	11 100	15 100	
7013U	65	100	18	1,1	0,6	35,0	33,0	3 550	3 350	25,5	2 600	10 400	14 200	
7014U	70	110	20	1,1	0,6	44,0	41,5	4 500	4 200	33,5	3 450	9 500	13 000	
7015U	75	115	20	1,1	0,6	45,0	43,5	4 600	4 450	35,0	3 600	9 000	12 300	
7016U	80	125	22	1,1	0,6	55,0	53,0	5 600	5 400	42,0	4 300	8 400	11 400	
7017U	85	130	22	1,1	0,6	56,5	56,0	5 750	5 700	44,0	4 500	8 000	10 900	
7018U	90	140	24	1,5	1	67,5	66,5	6 850	6 750	54,0	5 500	7 500	10 200	
7019U	95	145	24	1,5	1	69,0	70,0	7 050	7 150	56,5	5 800	7 200	9 800	
7020U	100	150	24	1,5	1	70,5	74,0	7 200	7 500	59,5	6 050	6 900	9 400	
7021U	105	160	26	2	1	82,5	85,5	8 400	8 750	68,0	6 900	6 500	8 800	
7022U	110	170	28	2	1	95,0	97,5	9 650	9 950	79,5	8 100	6 100	8 400	
7024U	120	180	28	2	1	96,5	103	9 850	10 500	83,5	8 500	5 700	7 800	
7026U	130	200	33	2	1	121	131	12 300	13 400	106	10 800	5 200	7 100	
7028U	140	210	33	2	1	123	139	12 600	14 100	109	11 100	4 900	6 700	

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



**dynamisch äquivalente Belastung**

$P_T = XF_T + YF_a$

e	einreihig/Tandem				back to back/face to face			
	$F_a/F_T \leq e$		$F_a/F_T > e$		$F_a/F_T \leq e$		$F_a/F_T > e$	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0,8	1	0	0,39	0,76	1	0,78	0,63	1,24

**statisch äquivalente Belastung**

$P_{or} = X_o F_T + Y_o F_a$

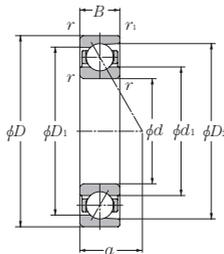
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
X <sub>o</sub>	Y <sub>o</sub>	X <sub>o</sub>	Y <sub>o</sub>
0,5	0,33	1	0,66

wenn  $P_{or} < F_T$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{or} = F_T$ .

Druckwinkel- spitze mm	Lager- freiraum cm <sup>3</sup> Einzellager	Gewicht kg Einzellager	Bordmaße mm				Anschlussmaße mm					Lager- kurzzeichen
			d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	d <sub>a</sub> min.	D <sub>a</sub> max.	D <sub>b</sub> max.	r <sub>as</sub> max.	r <sub>1as</sub> max.	
9,2	0,9	0,019	15,2	14,0	20,4	22,7	12,5	23,5	24,8	0,3	0,15	7000U
10,0	1,0	0,021	17,9	16,7	23,1	25,5	14,5	25,5	26,8	0,3	0,15	7001U
11,3	1,3	0,030	20,9	19,7	26,1	28,6	17,5	29,5	30,8	0,3	0,15	7002U
12,6	1,8	0,037	23,0	21,6	29,0	31,9	19,5	32,5	33,8	0,3	0,15	7003U
15,2	2,9	0,067	28,1	26,4	34,9	38,3	24,5	37,5	39,5	0,6	0,3	7004U
16,5	3,3	0,079	32,6	30,9	39,4	42,8	29,5	42,5	44,5	0,6	0,3	7005U
19,0	4,8	0,11	39,2	37,3	46,9	50,6	35,5	49,5	50,5	1	0,6	7006U
21,1	6,3	0,15	44,2	42,2	52,8	56,9	40,5	56,5	57,5	1	0,6	7007U
23,2	7,4	0,19	49,7	47,7	58,3	62,4	45,5	62,5	63,5	1	0,6	7008U
25,4	9,4	0,24	55,3	53,0	64,7	69,3	50,5	69,5	70,5	1	0,6	7009U
26,9	11	0,26	60,3	58,0	69,7	74,3	55,5	74,5	75,5	1	0,6	7010U
30,1	16	0,38	66,9	64,3	78,1	83,5	62	83	85,5	1	0,6	7011U
31,5	17	0,41	71,9	69,3	83,1	88,5	67	88	90,5	1	0,6	7012U
32,9	18	0,44	76,9	74,3	88,1	93,4	72	93	95,5	1	0,6	7013U
36,1	24	0,61	83,6	80,5	96,4	102,6	77	103	105,5	1	0,6	7014U
37,6	26	0,64	88,6	85,5	101,4	107,6	82	108	110,5	1	0,6	7015U
40,8	34	0,86	95,2	91,7	109,8	116,8	87	118	120,5	1	0,6	7016U
42,2	36	0,90	100,2	96,7	114,8	121,8	92	123	125,5	1	0,6	7017U
45,4	47	1,17	106,9	103,0	123,2	131,0	98,5	131,5	134,5	1,5	1	7018U
46,8	49	1,22	111,9	108,0	128,2	136,0	103,5	136,5	139,5	1,5	1	7019U
48,3	51	1,27	116,9	113,0	133,2	141,0	108,5	141,5	144,5	1,5	1	7020U
51,5	70	1,58	123,5	119,2	141,5	150,1	115	150	154,5	2	1	7021U
54,6	83	1,98	130,2	125,4	149,9	159,3	120	160	164,5	2	1	7022U
57,5	90	2,11	140,2	135,4	159,9	169,2	130	170	174,5	2	1	7024U
64,4	131	3,25	153,9	148,5	176,2	186,9	140	190	194,5	2	1	7026U
67,3	144	3,38	164,0	158,7	186,3	197,0	150	200	204,5	2	1	7028U

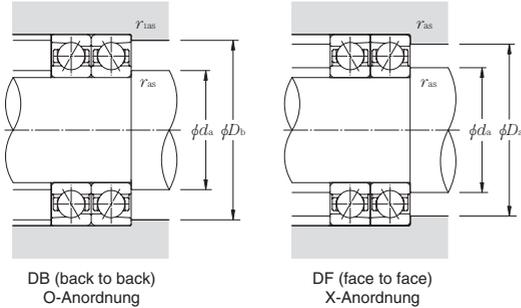
Standard-Spindellager mit Stahlkugeln Baureihe 72

Druckwinkel 15°  $d$  10~130mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Faktor $f_0$	Grenzdrehzahl	
	mm					dynamisch kN		statisch kgf		kN	kgf		min <sup>-1</sup>	
	$d$	$D$	$B$	$r_{1s} \text{ min}$ <sup>①</sup>	$r_{1s} \text{ min}$ <sup>①</sup>	$C_r$	$C_{or}$	$C_r$	$C_{or}$				Fett-schmierung	Öl-schmierung
7200C	10	30	9	0,6	0,3	5,40	2,64	555	269	1,01	103	13,4	42 900	55 600
7201C	12	32	10	0,6	0,3	7,10	3,45	720	355	1,59	162	12,9	40 000	51 800
7202C	15	35	11	0,6	0,3	9,00	4,50	915	460	1,89	193	12,9	35 200	45 600
7203C	17	40	12	0,6	0,3	11,2	5,75	1 140	590	2,67	272	13,0	30 500	39 600
7204C	20	47	14	1	0,6	14,6	8,15	1 490	835	3,70	375	13,4	25 500	33 000
7205C	25	52	15	1	0,6	16,6	10,2	1 690	1 050	3,75	385	14,0	22 600	29 200
7206C	30	62	16	1	0,6	23,0	14,7	2 350	1 500	7,10	725	14,0	18 900	24 500
7207C	35	72	17	1,1	0,6	30,5	19,9	3 100	2 030	10,6	1 090	13,9	16 400	21 300
7208C	40	80	18	1,1	0,6	36,5	25,2	3 700	2 570	14,4	1 470	14,2	14 700	19 000
7209C	45	85	19	1,1	0,6	41,0	28,8	4 150	2 940	14,8	1 510	14,2	13 500	17 500
7210C	50	90	20	1,1	0,6	43,0	31,5	4 350	3 250	15,3	1 560	14,5	12 600	16 300
7211C	55	100	21	1,5	1	53,0	40,0	5 400	4 100	21,6	2 200	14,5	11 400	14 700
7212C	60	110	22	1,5	1	64,0	49,5	6 550	5 050	26,1	2 660	14,5	10 200	13 200
7213C	65	120	23	1,5	1	70,0	55,0	7 100	5 600	28,5	2 910	14,6	9 500	12 300
7214C	70	125	24	1,5	1	76,0	60,0	7 750	6 150	31,0	3 150	14,6	9 000	11 700
7215C	75	130	25	1,5	1	79,5	65,5	8 100	6 700	33,5	3 400	14,8	8 500	11 000
7216C	80	140	26	2	1	93,0	77,5	9 450	7 900	34,5	3 550	14,7	8 000	10 400
7217C	85	150	28	2	1	104	90,5	10 600	9 200	46,5	4 750	14,9	7 500	9 700
7218C	90	160	30	2	1	123	105	12 500	10 700	53,5	5 450	14,6	7 000	9 100
7219C	95	170	32	2,1	1,1	139	120	14 200	12 200	62,0	6 350	14,6	6 600	8 600
7220C	100	180	34	2,1	1,1	149	127	15 200	12 900	67,0	6 800	14,5	6 300	8 100
7221CT1B	105	190	36	2,1	1,1	162	143	16 600	14 600	74,5	7 600	14,5	6 000	7 700
7222CT1B	110	200	38	2,1	1,1	176	160	17 900	16 300	86,0	8 800	14,5	5 700	7 400
7224CT1B	120	215	40	2,1	1,1	199	192	20 200	19 600	91,5	9 300	14,6	5 300	6 800
7226CT1B	130	230	40	3	1,1	213	214	21 700	21 800	111	11 300	14,7	4 900	6 300

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



DB (back to back)  
O-Anordnung

DF (face to face)  
X-Anordnung

**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_r = X F_r + Y F_a$$

$i^* f_0 \cdot F_a / C_{Or}$	e	einreihig/Tandem		back to back/face to face		
		$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	
		X	Y	X	Y	
0,178	0,38			1,47	1,65	2,39
0,357	0,4			1,4	1,57	2,28
0,714	0,43			1,3	1,46	2,11
1,07	0,46			1,23	1,38	2
1,43	0,47	1	0	1,19	1,34	1,93
2,14	0,5			1,12	1,26	1,82
3,57	0,55			1,02	1,14	1,66
5,35	0,56			1	1,12	1,63
7,14	0,56			1	1,12	1,63

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{0r} = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

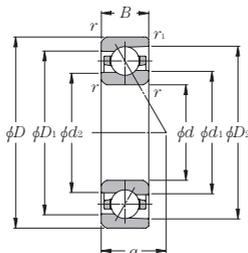
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,5	0,46	1	0,92

wenn  $P_{0r} < F_r$ ; bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{0r} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm <i>a</i>	Lager- freiraum cm <sup>3</sup> Einzellager	Gewicht kg Einzellager	Bordmaße mm			Anschlussmaße mm					Lager- kurzzeichen
			<i>d</i> <sub>1</sub>	<i>D</i> <sub>1</sub>	<i>D</i> <sub>2</sub>	<i>d</i> <sub>a</sub> min	<i>D</i> <sub>a</sub> max	<i>D</i> <sub>b</sub> max	<i>r</i> <sub>as</sub> max	<i>r</i> <sub>ias</sub> max	
7,3	0,9	0,029	17,4	23,5	25,5	14,5	25,5	27,5	0,6	0,3	7200C
8,0	1,3	0,036	18,4	25,6	27,8	16,5	27,5	29,5	0,6	0,3	7201C
8,9	1,5	0,045	20,8	29,0	31,6	19,5	30,5	32,5	0,6	0,3	7202C
9,9	2,1	0,062	24,2	33,2	36,2	21,5	35,5	37,5	0,6	0,3	7203C
11,6	3,1	0,10	29,4	39,4	42,8	25,5	41,5	42,5	1	0,6	7204C
12,7	4,1	0,12	33,8	44,2	47,3	30,5	46,5	47,5	1	0,6	7205C
14,3	6,6	0,19	40,6	52,2	56,4	35,5	56,5	57,5	1	0,6	7206C
15,7	8,8	0,27	46,8	60,2	65,0	42	65	67,5	1	0,6	7207C
17,1	11	0,35	53,0	67,0	72,3	47	73	75,5	1	0,6	7208C
18,2	14	0,40	57,3	72,5	78,1	52	78	80,5	1	0,6	7209C
19,4	17	0,45	62,2	77,6	83,2	57	83	85,5	1	0,6	7210C
20,9	21	0,59	69,0	86,0	92,3	63,5	91,5	94,5	1,5	1	7211C
22,6	28	0,76	77,0	96,0	102,9	68,5	101,5	104,5	1,5	1	7212C
23,9	34	0,95	82,5	102,5	109,7	73,5	111,5	114,5	1,5	1	7213C
25,1	40	1,04	87,0	108,0	115,5	78,5	116,5	119,5	1,5	1	7214C
26,4	43	1,14	93,0	114,0	121,5	83,5	121,5	124,5	1,5	1	7215C
27,8	54	1,39	98,1	121,4	129,6	90	130	134,5	2	1	7216C
29,9	63	1,73	106,1	129,9	138,5	95	140	144,5	2	1	7217C
31,8	80	2,13	111,6	138,5	147,9	100	150	154,5	2	1	7218C
33,8	96	2,58	118,2	146,8	157,0	107	158	163	2	1	7219C
35,8	119	3,21	124,8	155,2	166,2	112	168	173	2	1	7220C
37,8	147	3,81	131,3	163,7	175,3	117	178	183	2	1	7221CT1B
39,9	171	4,49	138,0	172,0	184,4	122	188	193	2	1	7222CT1B
42,5	206	5,44	149,0	186,0	198,6	132	203	208	2	1	7224CT1B
44,2	232	6,19	161,0	199,0	212,6	144	216	223	2,5	1	7226CT1B

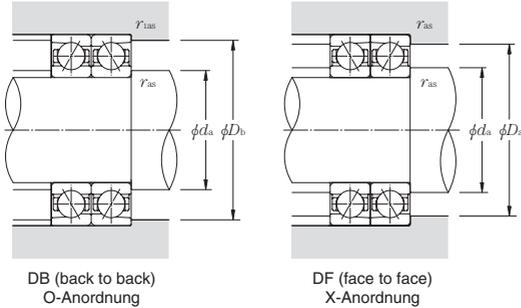
**ULTAGE** Standard-Spindellager mit Keramikkugeln Baureihe 5S-79

Druckwinkel 15°  $d$  10~130mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Faktor $f_0$	Grenzdrehzahl	
	mm					dynamisch		statisch		kN	kgf		min <sup>-1</sup>	
	$d$	$D$	$B$	$r_{s \text{ min}}$ ①	$r_{1s \text{ min}}$ ①	$C_r$	$C_{or}$	$C_r$	$C_{or}$				Fett-schmierung	Öl-schmierung
5S-7900UC	10	22	6	0,3	0,15	3,20	1,15	325	117	1,94	198	9,8	84 000	136 800
5S-7901UC	12	24	6	0,3	0,15	3,35	1,29	340	131	2,18	223	10,2	74 600	121 600
5S-7902UC	15	28	7	0,3	0,15	5,10	2,01	520	205	3,40	345	10,0	62 500	101 900
5S-7903UC	17	30	7	0,3	0,15	5,35	2,22	545	226	3,75	385	10,3	57 200	93 200
5S-7904UC	20	37	9	0,3	0,15	7,65	3,40	780	345	5,75	585	10,3	47 100	76 800
5S-7905UC	25	42	9	0,3	0,15	8,15	4,00	835	405	6,80	695	10,7	40 100	65 400
5S-7906UC	30	47	9	0,3	0,15	8,60	4,60	880	470	7,85	800	11,0	34 900	56 900
5S-7907UC	35	55	10	0,6	0,3	13,7	7,10	1 400	725	12,1	1 240	10,7	29 900	48 700
5S-7908UC	40	62	12	0,6	0,3	14,5	8,15	1 480	830	13,9	1 420	11,0	26 300	42 900
5S-7909UC	45	68	12	0,6	0,3	17,9	10,3	1 830	1 050	17,6	1 790	11,0	23 800	38 800
5S-7910UC	50	72	12	0,6	0,3	18,9	11,5	1 930	1 180	19,7	2 010	11,1	22 000	35 900
5S-7911UC	55	80	13	1	0,6	19,7	12,8	2 010	1 310	22,0	2 240	11,3	19 900	32 400
5S-7912UC	60	85	13	1	0,6	20,5	14,1	2 090	1 440	24,2	2 460	11,4	18 500	30 200
5S-7913UC	65	90	13	1	0,6	20,8	14,8	2 120	1 510	25,4	2 590	11,4	17 300	28 300
5S-7914UC	70	100	16	1	0,6	29,7	20,9	3 050	2 140	36,0	3 650	11,4	15 800	25 800
5S-7915UC	75	105	16	1	0,6	30,0	22,0	3 050	2 240	37,5	3 850	11,5	14 900	24 300
5S-7916UC	80	110	16	1	0,6	30,5	23,0	3 100	2 340	39,5	4 000	11,4	14 100	22 900
5S-7917UC	85	120	18	1,1	0,6	41,0	30,5	4 200	3 100	52,0	5 350	11,4	13 100	21 400
5S-7918UC	90	125	18	1,1	0,6	41,5	32,0	4 250	3 250	54,5	5 550	11,5	12 500	20 400
5S-7919UC	95	130	18	1,1	0,6	42,5	33,5	4 300	3 400	57,0	5 800	11,4	11 900	19 500
5S-7920UC	100	140	20	1,1	0,6	54,5	42,5	5 550	4 300	72,5	7 400	11,4	11 200	18 200
5S-7921UC	105	145	20	1,1	0,6	55,0	44,0	5 600	4 500	75,5	7 700	11,5	10 800	17 500
5S-7922UC	110	150	20	1,1	0,6	56,0	46,0	5 700	4 700	78,5	8 050	11,4	10 300	16 800
5S-7924UC	120	165	22	1,1	0,6	69,0	56,5	7 050	5 800	97,0	9 900	11,5	9 400	15 400
5S-7926UC	130	180	24	1,5	1	85,0	70,5	8 650	7 200	121	12 300	11,5	8 700	14 100

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



**dynamisch äquivalente Belastung**

$P_r = X F_r + Y F_a$

$i^* f_0 \cdot F_a / C_{Or}$	e	einreihig/Tandem		back to back/face to face		
		$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	
		X	Y	X	Y	
0,178	0,38			1,47	1,65	2,39
0,357	0,4			1,4	1,57	2,28
0,714	0,43			1,3	1,46	2,11
1,07	0,46			1,23	1,38	2
1,43	0,47	1	0	1,19	1,34	1,93
2,14	0,5			1,12	1,26	1,82
3,57	0,55			1,02	1,14	1,66
5,35	0,56			1	1,12	1,63
7,14	0,56			1	1,12	1,63

**statisch äquivalente Belastung**

$P_{Or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$

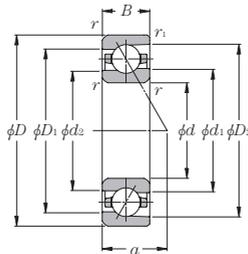
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,5	0,46	1	0,92

wenn  $P_{Or} < F_r$ ; bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{Or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Lager- freiraum cm <sup>3</sup>	Gewicht kg	Bordmaße				Anschlussmaße					Lager- kurzzeichen
			mm				mm					
$\alpha$	Einzellager	Einzellager	$d_1$	$d_2$	$D_1$	$D_2$	$d_a$ min.	$D_a$ max.	$D_b$ max.	$r_{as}$ max.	$r_{1as}$ max.	
5,2	0,4	0,009	14,3	13,5	17,7	19,4	12,5	19,5	20,8	0,3	0,15	5S-7900UC
5,4	0,4	0,010	16,3	15,5	19,7	21,3	14,5	21,5	22,8	0,3	0,15	5S-7901UC
6,4	0,8	0,013	19,3	18,3	23,7	25,6	17,5	25,5	26,8	0,3	0,15	5S-7902UC
6,7	0,8	0,015	21,3	20,3	25,7	27,8	19,5	27,5	28,8	0,3	0,15	5S-7903UC
8,3	1,5	0,033	25,9	24,7	31,1	33,6	22,5	34,5	35,8	0,3	0,15	5S-7904UC
9,0	1,8	0,039	30,9	29,7	36,1	38,6	27,5	39,5	40,8	0,3	0,15	5S-7905UC
9,7	2,0	0,044	35,9	34,7	41,1	43,6	32,5	44,5	45,8	0,3	0,15	5S-7906UC
11,1	3,4	0,062	41,6	39,9	48,4	51,7	39,5	50,5	52,5	0,6	0,3	5S-7907UC
12,9	4,7	0,10	47,6	45,9	54,4	57,8	44,5	57,5	59,5	0,6	0,3	5S-7908UC
13,6	5,9	0,11	52,7	50,8	60,4	64,0	49,5	63,5	65,5	0,6	0,3	5S-7909UC
14,2	6,2	0,11	57,2	55,3	64,9	68,5	54,5	67,5	69,5	0,6	0,3	5S-7910UC
15,6	7,5	0,16	63,7	61,8	71,4	75,1	60,5	74,5	75,5	1	0,6	5S-7911UC
16,3	8,0	0,17	68,7	66,8	76,4	80,1	65,5	79,5	80,5	1	0,6	5S-7912UC
16,9	8,6	0,19	73,7	71,8	81,4	85,1	70,5	84,5	85,5	1	0,6	5S-7913UC
19,4	14	0,30	80,3	78,0	89,7	94,3	75,5	94,5	95,5	1	0,6	5S-7914UC
20,1	15	0,32	85,3	83,0	94,7	99,3	80,5	99,5	100,5	1	0,6	5S-7915UC
20,8	16	0,33	90,8	88,5	100,2	104,8	85,5	104,5	105,5	1	0,6	5S-7916UC
22,8	22	0,47	96,9	94,3	108,1	113,5	92	113	115,5	1	0,6	5S-7917UC
23,5	23	0,49	101,9	99,3	113,1	118,5	97	118	120,5	1	0,6	5S-7918UC
24,1	24	0,52	106,9	104,3	118,1	123,5	102	123	125,5	1	0,6	5S-7919UC
26,1	33	0,70	113,6	110,5	126,4	132,7	107	133	135,5	1	0,6	5S-7920UC
26,8	34	0,73	118,6	115,5	131,4	137,7	112	138	140,5	1	0,6	5S-7921UC
27,5	36	0,76	123,6	120,5	136,4	142,7	117	143	145,5	1	0,6	5S-7922UC
30,2	48	1,03	135,2	131,7	149,8	156,8	127	158	160,5	1	0,6	5S-7924UC
32,9	63	1,34	146,9	143,0	163,2	171,0	138,5	171,5	174,5	1,5	1	5S-7926UC

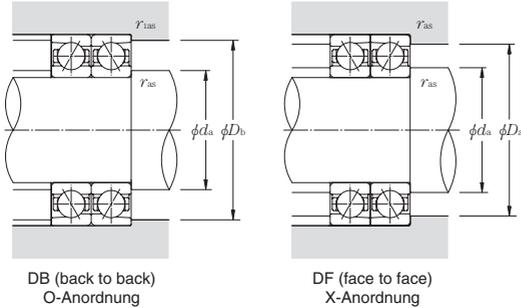
**ULTAGE** Standard-Spindellager mit Keramikkugeln Baureihe 5S-79

Druckwinkel 25°  $d$  10~130mm



Lager- kurzzeichen	Abmessungen					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenzdrehzahl	
	mm					dynamisch kN		statisch kgf		kN	kgf	min <sup>-1</sup>	
	d	D	B	r <sub>s</sub> min <sup>①</sup>	r <sub>is</sub> min <sup>①</sup>	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>			Fett- schmierung	Öl- schmierung
5S-7900UAD	10	22	6	0,3	0,15	3,05	1,10	310	112	2,12	216	73 200	120 100
5S-7901UAD	12	24	6	0,3	0,15	3,20	1,23	325	125	2,30	234	65 100	106 800
5S-7902UAD	15	28	7	0,3	0,15	4,85	1,92	495	196	3,35	345	54 500	89 400
5S-7903UAD	17	30	7	0,3	0,15	5,10	2,12	520	216	3,60	370	49 800	81 800
5S-7904UAD	20	37	9	0,3	0,15	7,25	3,25	740	330	5,60	575	41 100	67 400
5S-7905UAD	25	42	9	0,3	0,15	7,75	3,80	790	385	6,40	650	35 000	57 400
5S-7906UAD	30	47	9	0,3	0,15	8,15	4,35	830	445	7,15	730	30 400	49 900
5S-7907UAD	35	55	10	0,6	0,3	13,0	6,75	1 320	690	12,1	1 240	26 000	42 700
5S-7908UAD	40	62	12	0,6	0,3	13,7	7,75	1 400	790	13,6	1 380	23 000	37 700
5S-7909UAD	45	68	12	0,6	0,3	17,0	9,75	1 730	995	17,5	1 790	20 700	34 000
5S-7910UAD	50	72	12	0,6	0,3	17,9	10,9	1 820	1 110	19,3	1 970	19 200	31 500
5S-7911UAD	55	80	13	1	0,6	18,6	12,2	1 900	1 240	21,1	2 160	17 400	28 500
5S-7912UAD	60	85	13	1	0,6	19,4	13,3	1 970	1 360	23,0	2 340	16 200	26 500
5S-7913UAD	65	90	13	1	0,6	19,6	14,0	2 000	1 430	23,9	2 430	15 100	24 800
5S-7914UAD	70	100	16	1	0,6	28,0	19,8	2 860	2 020	33,5	3 400	13 800	22 600
5S-7915UAD	75	105	16	1	0,6	28,4	20,8	2 900	2 120	34,5	3 550	13 000	21 400
5S-7916UAD	80	110	16	1	0,6	28,7	21,7	2 930	2 220	36,0	3 700	12 300	20 100
5S-7917UAD	85	120	18	1,1	0,6	38,5	28,9	3 950	2 950	47,0	4 800	11 400	18 800
5S-7918UAD	90	125	18	1,1	0,6	39,5	30,0	4 000	3 100	49,0	5 000	10 900	17 900
5S-7919UAD	95	130	18	1,1	0,6	40,0	31,5	4 050	3 200	51,0	5 200	10 400	17 100
5S-7920UAD	100	140	20	1,1	0,6	51,0	40,0	5 200	4 100	67,5	6 850	9 800	16 000
5S-7921UAD	105	145	20	1,1	0,6	52,0	41,5	5 300	4 250	70,0	7 100	9 400	15 400
5S-7922UAD	110	150	20	1,1	0,6	52,5	43,5	5 400	4 450	72,5	7 400	9 000	14 800
5S-7924UAD	120	165	22	1,1	0,6	65,0	53,5	6 650	5 450	88,0	8 950	8 200	13 500
5S-7926UAD	130	180	24	1,5	1	80,0	66,5	8 150	6 800	112	11 400	7 600	12 400

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_r = X F_r + Y F_a$$

e	einreihig/Tandem		back to back/face to face	
	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$
	X	Y	X	Y
0,68	1	0	0,41	0,87
			1	0,92
				0,67
				1,41

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{or} = X_o F_r + Y_o F_a$$

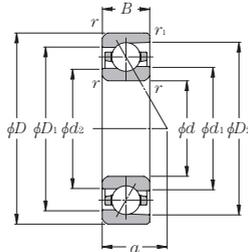
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_o$	$Y_o$	$X_o$	$Y_o$
0,5	0,38	1	0,76

wenn  $P_{or} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Lager- freiraum cm <sup>3</sup>	Gewicht kg	Bordmaße				Anschlussmaße					Lager- kurzzeichen
			mm				mm					
a	Einzellager	Einzellager	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	d <sub>a</sub> min.	D <sub>a</sub> max.	D <sub>b</sub> max.	r <sub>as</sub> max.	r <sub>1as</sub> max.	
6,8	0,4	0,009	14,3	13,5	17,7	19,4	12,5	19,5	20,8	0,3	0,15	5S-7900UAD
7,2	0,4	0,010	16,3	15,5	19,7	21,3	14,5	21,5	22,8	0,3	0,15	5S-7901UAD
8,6	0,8	0,013	19,3	18,3	23,7	25,7	17,5	25,5	26,8	0,3	0,15	5S-7902UAD
9,0	0,8	0,015	21,3	20,3	25,7	27,7	19,5	27,5	28,8	0,3	0,15	5S-7903UAD
11,2	1,5	0,033	25,9	24,7	31,1	33,6	22,5	34,5	35,8	0,3	0,15	5S-7904UAD
12,4	1,8	0,039	30,9	29,7	36,1	38,6	27,5	39,5	40,8	0,3	0,15	5S-7905UAD
13,5	2,0	0,044	35,9	34,7	41,1	43,6	32,5	44,5	45,8	0,3	0,15	5S-7906UAD
15,6	3,4	0,062	41,6	39,9	48,4	51,7	39,5	50,5	52,5	0,6	0,3	5S-7907UAD
18,0	4,7	0,100	47,6	45,9	54,4	57,7	44,5	57,5	59,5	0,6	0,3	5S-7908UAD
19,2	5,9	0,110	52,7	50,8	60,4	64,0	49,5	63,5	65,5	0,6	0,3	5S-7909UAD
20,3	6,2	0,110	57,2	55,3	64,9	68,5	54,5	67,5	69,5	0,6	0,3	5S-7910UAD
22,3	7,5	0,160	63,7	61,8	71,4	75,1	60,5	74,5	75,5	1	0,6	5S-7911UAD
23,5	8,0	0,170	68,7	66,8	76,4	80,0	65,5	79,5	80,5	1	0,6	5S-7912UAD
24,6	8,6	0,190	73,7	71,8	81,4	85,0	70,5	84,5	85,5	1	0,6	5S-7913UAD
27,9	14	0,300	80,3	78	89,7	94,3	75,5	94,5	95,5	1	0,6	5S-7914UAD
29,1	15	0,320	85,3	83	94,7	99,3	80,5	99,5	100,5	1	0,6	5S-7915UAD
30,4	16	0,330	90,8	88,5	100,2	104,7	85,5	104,5	105,5	1	0,6	5S-7916UAD
33,0	22	0,470	96,9	94,3	108,1	113,5	92	113	115,5	1	0,6	5S-7917UAD
34,2	23	0,490	101,9	99,3	113,1	118,5	97	118	120,5	1	0,6	5S-7918UAD
35,3	24	0,520	106,9	104,3	118,1	123,4	102	123	125,5	1	0,6	5S-7919UAD
38,1	33	0,700	113,6	110,5	126,4	132,6	107	133	135,5	1	0,6	5S-7920UAD
39,3	34	0,730	118,6	115,5	131,4	137,6	112	138	140,5	1	0,6	5S-7921UAD
40,4	36	0,760	123,6	120,5	136,4	142,6	117	143	145,5	1	0,6	5S-7922UAD
44,4	48	1,03	135,2	131,7	149,8	156,7	127	158	160,5	1	0,6	5S-7924UAD
48,3	63	1,34	146,9	143	163,2	170,9	138,5	171,5	174,5	1,5	1	5S-7926UAD

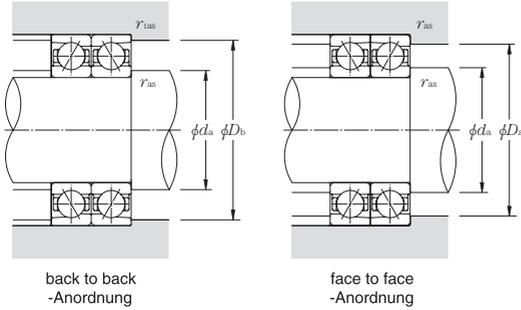
**ULTAGE** Standard-Spindellager mit Keramikkugeln Baureihe 5S-79

Druckwinkel 30°  $d$  10~130mm



Lager- kurzzeichen	Abmessungen					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenzdrehzahl	
	mm					dynamisch kN		statisch kgf		kN	kgf	min <sup>-1</sup>	
	d	D	B	r <sub>s</sub> min <sup>①</sup>	r <sub>1s</sub> min <sup>①</sup>	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>			Fett- schmierung	Öl- schmierung
5S-7900U	10	22	6	0,3	0,15	2,95	1,06	300	108	1,63	166	58 600	78 000
5S-7901U	12	24	6	0,3	0,15	3,10	1,19	315	121	1,77	181	52 100	69 400
5S-7902U	15	28	7	0,3	0,15	4,70	1,86	480	190	2,56	261	43 600	58 100
5S-7903U	17	30	7	0,3	0,15	4,90	2,05	500	209	2,74	280	39 900	53 100
5S-7904U	20	37	9	0,3	0,15	7,00	3,10	715	320	4,30	440	32 900	43 800
5S-7905U	25	42	9	0,3	0,15	7,45	3,65	760	375	4,90	500	28 000	37 300
5S-7906U	30	47	9	0,3	0,15	7,80	4,20	800	430	5,50	560	24 300	32 400
5S-7907U	35	55	10	0,6	0,3	12,5	6,50	1 270	665	9,35	955	20 800	27 800
5S-7908U	40	62	12	0,6	0,3	13,1	7,45	1 340	760	10,5	1 070	18 400	24 500
5S-7909U	45	68	12	0,6	0,3	16,3	9,40	1 660	960	13,6	1 390	16 600	22 100
5S-7910U	50	72	12	0,6	0,3	17,2	10,5	1 750	1 070	15,0	1 530	15 400	20 500
5S-7911U	55	80	13	1	0,6	17,8	11,7	1 820	1 190	16,5	1 680	13 900	18 500
5S-7912U	60	85	13	1	0,6	18,6	12,8	1 890	1 310	18,0	1 830	12 900	17 200
5S-7913U	65	90	13	1	0,6	18,8	13,5	1 910	1 370	18,7	1 910	12 100	16 100
5S-7914U	70	100	16	1	0,6	26,9	19,1	2 740	1 940	25,7	2 620	11 000	14 700
5S-7915U	75	105	16	1	0,6	27,2	20,0	2 780	2 040	26,7	2 730	10 400	13 900
5S-7916U	80	110	16	1	0,6	27,5	20,9	2 810	2 130	27,8	2 830	9 800	13 100
5S-7917U	85	120	18	1,1	0,6	37,0	27,8	3 800	2 830	36,0	3 700	9 100	12 200
5S-7918U	90	125	18	1,1	0,6	37,5	29,0	3 850	2 960	37,5	3 850	8 700	11 600
5S-7919U	95	130	18	1,1	0,6	38,0	30,5	3 900	3 100	39,0	4 000	8 300	11 100
5S-7920U	100	140	20	1,1	0,6	49,0	38,5	5 000	3 900	52,0	5 300	7 800	10 400
5S-7921U	105	145	20	1,1	0,6	50,0	40,0	5 100	4 100	54,0	5 500	7 500	10 000
5S-7922U	110	150	20	1,1	0,6	50,5	41,5	5 150	4 250	56,0	5 700	7 200	9 600
5S-7924U	120	165	22	1,1	0,6	62,5	51,5	6 350	5 250	67,5	6 900	6 600	8 800
5S-7926U	130	180	24	1,5	1	76,5	64,0	7 800	6 550	86,5	8 850	6 000	8 100

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_r = X F_r + Y F_a$$

e	einreihig/Tandem		back to back/face to face	
	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	$F_a/P_r \leq e$	$F_a/P_r > e$
0,8	X	Y	X	Y
	1	0	0,39	0,76
			1	0,78
			0,63	1,24

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

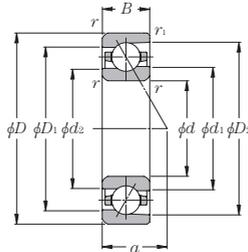
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,5	0,33	1	0,66

wenn  $P_{or} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Lager- freiraum cm <sup>3</sup> Einzellager	Gewicht kg Einzellager	Bordmaße mm				Anschlussmaße mm					Lager- kurzzeichen
			$d_1$	$d_2$	$D_1$	$D_2$	$d_a$ min.	$D_a$ max.	$D_b$ max.	$r_{as}$ max.	$r_{1as}$ max.	
7,7	0,4	0,009	14,3	13,5	17,7	19,3	12,5	19,5	20,8	0,3	0,15	5S-7900U
8,2	0,4	0,010	16,3	15,5	19,7	21,3	14,5	21,5	22,8	0,3	0,15	5S-7901U
9,8	0,8	0,013	19,3	18,3	23,7	25,6	17,5	25,5	26,8	0,3	0,15	5S-7902U
10,3	0,8	0,015	21,3	20,3	25,7	27,7	19,5	27,5	28,8	0,3	0,15	5S-7903U
12,8	1,5	0,033	25,9	24,7	31,1	33,5	22,5	34,5	35,8	0,3	0,15	5S-7904U
14,2	1,8	0,039	30,9	29,7	36,1	38,5	27,5	39,5	40,8	0,3	0,15	5S-7905U
15,7	2,0	0,044	35,9	34,7	41,1	43,5	32,5	44,5	45,8	0,3	0,15	5S-7906U
18,1	3,4	0,062	41,6	39,9	48,4	51,6	39,5	50,5	52,5	0,6	0,3	5S-7907U
20,8	4,7	0,10	47,6	45,9	54,4	57,7	44,5	57,5	59,5	0,6	0,3	5S-7908U
22,4	5,9	0,11	52,7	50,8	60,4	64,0	49,5	63,5	65,5	0,6	0,3	5S-7909U
23,7	6,2	0,11	57,2	55,3	64,9	68,4	54,5	67,5	69,5	0,6	0,3	5S-7910U
26,1	7,5	0,16	63,7	61,8	71,4	75,0	60,5	74,5	75,5	1	0,6	5S-7911U
27,5	8,0	0,17	68,7	66,8	76,4	80,0	65,5	79,5	80,5	1	0,6	5S-7912U
29,0	8,6	0,19	73,7	71,8	81,4	85,0	70,5	84,5	85,5	1	0,6	5S-7913U
32,6	14	0,30	80,3	78,0	89,7	94,2	75,5	94,5	95,5	1	0,6	5S-7914U
34,1	15	0,32	85,3	83,0	94,7	99,2	80,5	99,5	100,5	1	0,6	5S-7915U
35,7	16	0,30	90,8	88,5	100,2	104,7	85,5	104,5	105,5	1	0,6	5S-7916U
38,7	22	0,47	96,9	94,3	108,1	113,4	92	113	115,5	1	0,6	5S-7917U
40,2	23	0,49	101,9	99,3	113,1	118,4	97	118	120,5	1	0,6	5S-7918U
41,6	24	0,52	106,9	104,3	118,1	123,4	102	123	125,5	1	0,6	5S-7919U
44,8	33	0,70	113,6	110,5	126,4	132,6	107	133	135,5	1	0,6	5S-7920U
46,2	34	0,73	118,6	115,5	131,4	137,6	112	138	140,5	1	0,6	5S-7921U
47,7	36	0,76	123,6	120,5	136,4	142,6	117	143	145,5	1	0,6	5S-7922U
52,3	48	1,03	135,2	131,7	149,8	156,7	127	158	160,5	1	0,6	5S-7924U
56,9	63	1,34	146,9	143,0	163,2	170,9	138,5	171,5	174,5	1,5	1	5S-7926U

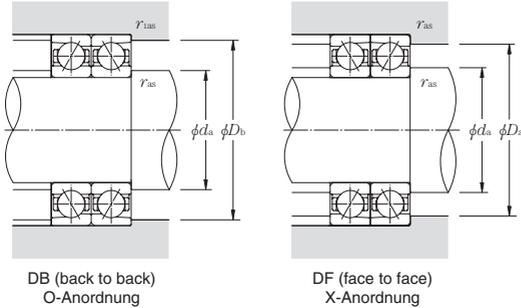
**ULTAGE** Standard-Spindellager mit Keramikkugeln Baureihe 5S-70

Druckwinkel 15°  $d$  10~140mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Faktor $f_0$	Grenzdrehzahl	
	mm					dynamisch kN		statisch kgf		kN	kgf		min <sup>-1</sup>	
	$d$	$D$	$B$	$r_{1s \text{ min}}$ ①	$r_{1s \text{ min}}$ ①	$C_r$	$C_{or}$	$C_r$	$C_{or}$				Fett-schmierung	Öl-schmierung
5S-7000UC	10	26	8	0,3	0,15	5,30	1,72	540	175	2,88	293	8,7	75 500	123 000
5S-7001UC	12	28	8	0,3	0,15	5,80	2,03	595	207	3,40	350	9,3	65 500	106 800
5S-7002UC	15	32	9	0,3	0,15	6,60	2,56	675	261	4,35	440	9,7	57 200	93 200
5S-7003UC	17	35	10	0,3	0,15	8,25	3,15	840	320	5,30	540	9,6	51 700	84 200
5S-7004UC	20	42	12	0,6	0,3	11,1	4,55	1 130	465	7,70	785	9,8	42 700	69 500
5S-7005UC	25	47	12	0,6	0,3	12,3	5,55	1 250	565	9,40	960	10,2	37 300	60 800
5S-7006UC	30	55	13	1	0,6	15,8	7,65	1 620	780	13,0	1 320	10,3	31 200	50 900
5S-7007UC	35	62	14	1	0,6	20,0	10,1	2 040	1 030	17,2	1 750	10,4	27 700	45 100
5S-7008UC	40	68	15	1	0,6	21,4	11,7	2 180	1 190	19,9	2 020	10,6	24 900	40 500
5S-7009UC	45	75	16	1	0,6	25,3	14,1	2 580	1 440	24,1	2 460	10,7	22 400	36 500
5S-7010UC	50	80	16	1	0,6	26,9	16,0	2 740	1 630	27,3	2 780	10,9	20 700	33 700
5S-7011UC	55	90	18	1,1	0,6	35,5	20,9	3 600	2 140	35,5	3 650	10,7	18 500	30 200
5S-7012UC	60	95	18	1,1	0,6	36,5	22,4	3 700	2 280	38,0	3 900	10,9	17 300	28 300
5S-7013UC	65	100	18	1,1	0,6	38,5	24,9	3 900	2 540	42,5	4 350	11,0	16 300	26 500
5S-7014UC	70	110	20	1,1	0,6	48,5	31,5	4 950	3 200	53,5	5 450	10,9	14 900	24 300
5S-7015UC	75	115	20	1,1	0,6	49,5	33,0	5 050	3 400	56,5	5 750	11,0	14 100	23 000
5S-7016UC	80	125	22	1,1	0,6	60,5	40,0	6 200	4 100	68,5	7 000	10,9	13 100	21 400
5S-7017UC	85	130	22	1,1	0,6	62,0	42,5	6 350	4 350	72,5	7 400	11,0	12 500	20 400
5S-7018UC	90	140	24	1,5	1	74,0	50,5	7 550	5 150	86,0	8 750	10,9	11 700	19 000
5S-7019UC	95	145	24	1,5	1	76,0	53,0	7 750	5 400	90,5	9 250	11,0	11 200	18 200
5S-7020UC	100	150	24	1,5	1	77,5	56,0	7 900	5 700	95,5	9 750	11,1	10 800	17 500
5S-7021UC	105	160	26	2	1	91,0	65,0	9 250	6 600	111	11 300	11,0	10 100	16 500
5S-7022UC	110	170	28	2	1	104	74,0	10 600	7 500	126	12 800	10,9	9 600	15 600
5S-7024UC	120	180	28	2	1	106	78,5	10 800	8 000	134	13 600	11,1	9 000	14 600
5S-7026UC	130	200	33	2	1	133	99,5	13 600	10 200	170	17 300	11,0	8 100	13 300
5S-7028UC	140	210	33	2	1	136	105,0	13 900	10 700	179	18 300	11,1	7 600	12 500

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



**dynamisch äquivalente Belastung**

$P_r = X F_r + Y F_a$

$i \cdot f_0 \cdot P_a$ $C_{Or}$	$e$	einreihig/Tandem		back to back/face to face		
		$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	
		X	Y	X	Y	
0,178	0,38			1,47	1,65	2,39
0,357	0,4			1,4	1,57	2,28
0,714	0,43			1,3	1,46	2,11
1,07	0,46			1,23	1,38	2
1,43	0,47	1	0	1,19	1,34	1,93
2,14	0,5		0,44	1,12	1,26	1,82
3,57	0,55			1,02	1,14	1,66
5,35	0,56			1	1,12	1,63
7,14	0,56			1	1,12	1,63

**statisch äquivalente Belastung**

$P_{Or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$

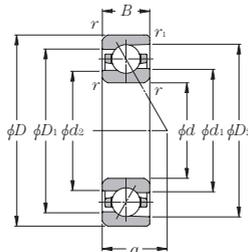
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,5	0,46	1	0,92

wenn  $P_{Or} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{Or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm $\alpha$	Lager- freiraum cm <sup>3</sup> Einzellager	Gewicht kg Einzellager	Bordmaße mm				Anschlussmaße mm					Lager- kurzzeichen
			$d_1$	$d_2$	$D_1$	$D_2$	$d_a$ min.	$D_a$ max.	$D_b$ max.	$r_{as}$ max.	$r_{1as}$ max.	
6,4	0,9	0,017	15,2	14,0	20,4	22,7	12,5	23,5	24,8	0,3	0,15	5S-7000UC
6,8	1,0	0,018	17,9	16,7	23,1	25,6	14,5	25,5	26,8	0,3	0,15	5S-7001UC
7,7	1,3	0,027	20,9	19,7	26,1	28,7	17,5	29,5	30,8	0,3	0,15	5S-7002UC
8,5	1,8	0,033	23,0	21,6	29,0	32,0	19,5	32,5	33,8	0,3	0,15	5S-7003UC
10,3	2,9	0,060	28,1	26,4	34,9	38,4	24,5	37,5	39,5	0,6	0,3	5S-7004UC
10,9	3,3	0,071	32,6	30,9	39,4	42,9	29,5	42,5	44,5	0,6	0,3	5S-7005UC
12,3	4,8	0,10	39,2	37,3	46,9	50,7	35,5	49,5	50,5	1	0,6	5S-7006UC
13,5	6,3	0,13	44,2	42,2	52,8	57,0	40,5	56,5	57,5	1	0,6	5S-7007UC
14,8	7,4	0,17	49,7	47,7	58,3	62,5	45,5	62,5	63,5	1	0,6	5S-7008UC
16,1	9,4	0,21	55,3	53,0	64,7	69,4	50,5	69,5	70,5	1	0,6	5S-7009UC
16,8	11	0,23	60,3	58,0	69,7	74,4	55,5	74,5	75,5	1	0,6	5S-7010UC
18,8	16	0,33	66,9	64,3	78,1	83,6	62	83	85,5	1	0,6	5S-7011UC
19,4	17	0,36	71,9	69,3	83,1	88,6	67	88	90,5	1	0,6	5S-7012UC
20,1	18	0,38	76,9	74,3	88,1	93,5	72	93	95,5	1	0,6	5S-7013UC
22,1	24	0,53	83,6	80,5	96,4	102,7	77	103	105,5	1	0,6	5S-7014UC
22,8	26	0,56	88,6	85,5	101,4	107,7	82	108	110,5	1	0,6	5S-7015UC
24,8	34	0,74	95,2	91,7	109,8	116,9	87	118	120,5	1	0,6	5S-7016UC
25,5	36	0,78	100,2	96,7	114,8	121,9	92	123	125,5	1	0,6	5S-7017UC
27,5	47	1,00	106,9	103,0	123,2	131,1	98,5	131,5	134,5	1,5	1	5S-7018UC
28,2	49	1,04	111,9	108,0	128,2	136,1	103,5	136,5	139,5	1,5	1	5S-7019UC
28,8	51	1,09	116,9	113,0	133,2	141,1	108,5	141,5	144,5	1,5	1	5S-7020UC
30,8	70	1,34	123,5	119,2	141,5	150,2	115	150	154,5	2	1	5S-7021UC
32,9	83	1,69	130,2	125,4	149,9	159,4	120	160	164,5	2	1	5S-7022UC
34,2	90	1,80	140,2	135,4	159,9	169,4	130	170	174,5	2	1	5S-7024UC
38,7	131	2,80	153,9	148,5	176,2	187,1	140	190	194,5	2	1	5S-7026UC
40,1	144	2,90	164,0	158,7	186,3	197,1	150	200	204,5	2	1	5S-7028UC

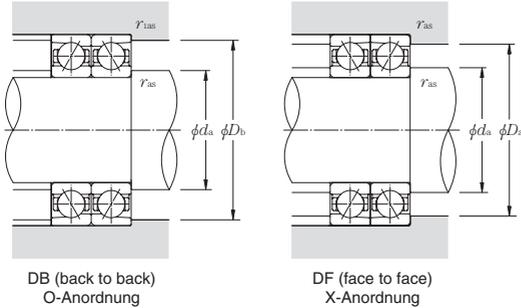
**ULTAGE** Standard-Spindellager mit Keramikkugeln Baureihe 5S-70

Druckwinkel 25°  $d$  10~140mm



Lager- kurzzeichen	Abmessungen					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenzdrehzahl	
	mm					dynamisch kN		statisch kgf		kN	kgf	min <sup>-1</sup>	
	d	D	B	r <sub>s</sub> min <sup>①</sup>	r <sub>1s</sub> min <sup>①</sup>	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>			Fett- schmierung	Öl- schmierung
5S-7000UAD	10	26	8	0,3	0,15	5,15	1,66	525	169	3,30	340	65 800	107 900
5S-7001UAD	12	28	8	0,3	0,15	5,60	1,95	570	199	3,70	380	57 100	93 700
5S-7002UAD	15	32	9	0,3	0,15	6,35	2,45	645	250	4,45	455	49 800	81 800
5S-7003UAD	17	35	10	0,3	0,15	7,90	3,00	805	305	5,80	590	45 000	73 900
5S-7004UAD	20	42	12	0,6	0,3	10,6	4,35	1 080	445	8,45	865	37 200	61 000
5S-7005UAD	25	47	12	0,6	0,3	11,7	5,30	1 190	540	9,90	1 010	32 500	53 400
5S-7006UAD	30	55	13	1	0,6	15,1	7,30	1 540	745	13,8	1 400	27 200	44 700
5S-7007UAD	35	62	14	1	0,6	19,0	9,65	1 940	980	17,1	1 740	24 100	39 600
5S-7008UAD	40	68	15	1	0,6	20,3	11,1	2 070	1 130	19,3	1 970	21 700	35 600
5S-7009UAD	45	75	16	1	0,6	24,0	13,4	2 450	1 370	23,8	2 430	19 500	32 000
5S-7010UAD	50	80	16	1	0,6	25,5	15,2	2 600	1 550	26,5	2 710	18 000	29 600
5S-7011UAD	55	90	18	1,1	0,6	33,5	19,9	3 400	2 030	34,5	3 500	16 200	26 500
5S-7012UAD	60	95	18	1,1	0,6	34,5	21,2	3 500	2 170	36,0	3 700	15 100	24 800
5S-7013UAD	65	100	18	1,1	0,6	36,0	23,6	3 700	2 410	40,0	4 050	14 200	23 300
5S-7014UAD	70	110	20	1,1	0,6	46,0	29,7	4 700	3 050	52,0	5 300	13 000	21 400
5S-7015UAD	75	115	20	1,1	0,6	47,0	31,5	4 800	3 200	54,5	5 550	12 300	20 200
5S-7016UAD	80	125	22	1,1	0,6	57,5	38,0	5 850	3 900	65,5	6 700	11 400	18 800
5S-7017UAD	85	130	22	1,1	0,6	58,5	40,5	6 000	4 100	68,5	7 000	10 900	17 900
5S-7018UAD	90	140	24	1,5	1	70,0	48,0	7 150	4 850	84,0	8 550	10 200	16 700
5S-7019UAD	95	145	24	1,5	1	71,5	50,5	7 300	5 150	88,0	8 950	9 800	16 000
5S-7020UAD	100	150	24	1,5	1	73,5	53,0	7 500	5 400	92,0	9 350	9 400	15 400
5S-7021UAD	105	160	26	2	1	86,0	61,5	8 750	6 300	106	10 800	8 800	14 500
5S-7022UAD	110	170	28	2	1	98,5	70,0	10 100	7 150	123	12 500	8 400	13 700
5S-7024UAD	120	180	28	2	1	101	74,5	10 300	7 600	129	13 200	7 800	12 800
5S-7026UAD	130	200	33	2	1	126	94,5	12 900	9 650	164	16 700	7 100	11 600
5S-7028UAD	140	210	33	2	1	128	100,0	13 100	10 200	170	17 300	6 700	11 000

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung r oder r<sub>1</sub>.



**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_T = X F_T + Y F_A$$

e	einreihig/Tandem				back to back/face to face			
	$F_A / F_T \leq e$		$F_A / F_T > e$		$F_A / F_T \leq e$		$F_A / F_T > e$	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0,68	1	0	0,41	0,87	1	0,92	0,67	1,41

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{Or} = X_0 F_T + Y_0 F_A$$

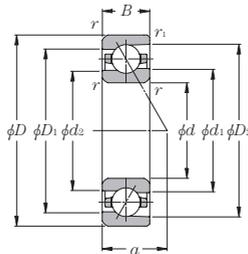
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,5	0,38	1	0,76

wenn  $P_{Or} < F_T$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{Or} = F_T$ .

Druckwinkel- spitze mm	Lager- freiraum cm <sup>3</sup> Einzellager	Gewicht kg Einzellager	Bordmaße mm				Anschlussmaße mm					Lager- kurzzeichen
			$d_1$	$d_2$	$D_1$	$D_2$	$d_a$ min.	$D_a$ max.	$D_b$ max.	$r_{1as}$ max.	$r_{2as}$ max.	
$\alpha$												
8,2	0,9	0,017	15,2	14,0	20,4	22,9	12,5	23,5	24,8	0,3	0,15	5S-7000UAD
8,8	1,0	0,018	17,9	16,7	23,1	25,6	14,5	25,5	26,8	0,3	0,15	5S-7001UAD
10,0	1,3	0,027	20,9	19,7	26,1	28,4	17,5	29,5	30,8	0,3	0,15	5S-7002UAD
11,1	1,8	0,033	23,0	21,6	29,0	32,0	19,5	32,5	33,8	0,3	0,15	5S-7003UAD
13,4	2,9	0,060	28,1	26,4	34,9	38,3	24,5	37,5	39,5	0,6	0,3	5S-7004UAD
14,5	3,3	0,071	32,6	30,9	39,4	42,8	29,5	42,5	44,5	0,6	0,3	5S-7005UAD
16,6	4,8	0,10	39,2	37,3	46,9	50,7	35,5	49,5	50,5	1	0,6	5S-7006UAD
18,4	6,3	0,13	44,2	42,2	52,8	56,9	40,5	56,5	57,5	1	0,6	5S-7007UAD
20,2	7,4	0,17	49,7	47,7	58,3	62,5	45,5	62,5	63,5	1	0,6	5S-7008UAD
22,1	9,4	0,21	55,3	53,0	64,7	69,3	50,5	69,5	70,5	1	0,6	5S-7009UAD
23,2	11	0,23	60,3	58,0	69,7	74,3	55,5	74,5	75,5	1	0,6	5S-7010UAD
26,0	16	0,33	66,9	64,3	78,1	83,5	62	83	85,5	1	0,6	5S-7011UAD
27,2	17	0,36	71,9	69,3	83,1	88,5	67	88	90,5	1	0,6	5S-7012UAD
28,3	18	0,38	76,9	74,3	88,1	93,5	72	93	95,5	1	0,6	5S-7013UAD
31,1	24	0,53	83,6	80,5	96,4	102,7	77	103	105,5	1	0,6	5S-7014UAD
32,3	26	0,56	88,6	85,5	101,4	107,7	82	108	110,5	1	0,6	5S-7015UAD
35,0	34	0,74	95,2	91,7	109,8	116,9	87	118	120,5	1	0,6	5S-7016UAD
36,2	36	0,78	100,2	96,7	114,8	121,9	92	123	125,5	1	0,6	5S-7017UAD
39,0	47	1,00	106,9	103,0	123,2	131,0	98,5	131,5	134,5	1,5	1	5S-7018UAD
40,1	49	1,04	111,9	108,0	128,2	136,0	103,5	136,5	139,5	1,5	1	5S-7019UAD
41,3	51	1,09	116,9	113,0	133,2	141,0	108,5	141,5	144,5	1,5	1	5S-7020UAD
44,1	70	1,34	123,5	119,2	141,5	150,2	115	150	154,5	2	1	5S-7021UAD
46,8	83	1,69	130,2	125,4	149,9	159,3	120	160	164,5	2	1	5S-7022UAD
49,2	90	1,80	140,2	135,4	159,9	169,3	130	170	174,5	2	1	5S-7024UAD
55,2	131	2,80	153,9	148,5	176,2	187,0	140	190	194,5	2	1	5S-7026UAD
57,5	144	2,90	164,0	158,7	186,3	197,0	150	200	204,5	2	1	5S-7028UAD

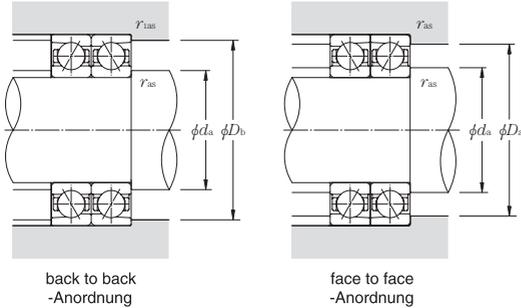
**ULTAGE** Standard-Spindellager mit Keramikkugeln Baureihe 5S-70

Druckwinkel 30°  $d$  10~140mm



Lager- kurzzeichen	Abmessungen						Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenzdrehzahl	
	mm						dynamisch kN		statisch kgf		kN	kgf	min <sup>-1</sup>	
	d	D	B	r <sub>s</sub> min <sup>①</sup>	r <sub>1s</sub> min <sup>①</sup>	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>	Fett- schmierung			Öl- schmierung	
5S-7000U	10	26	8	0,3	0,15	5,00	1,62	510	165	2,54	259	52 600	70 100	
5S-7001U	12	28	8	0,3	0,15	5,45	1,90	555	193	2,84	289	45 700	60 900	
5S-7002U	15	32	9	0,3	0,15	6,15	2,38	625	242	3,40	350	39 900	53 100	
5S-7003U	17	35	10	0,3	0,15	7,65	2,92	780	298	4,45	455	36 000	48 000	
5S-7004U	20	42	12	0,6	0,3	10,3	4,25	1 050	430	6,55	670	29 700	39 600	
5S-7005U	25	47	12	0,6	0,3	11,3	5,10	1 150	520	7,65	780	26 000	34 700	
5S-7006U	30	55	13	1	0,6	14,5	7,05	1 480	715	10,7	1 090	21 800	29 000	
5S-7007U	35	62	14	1	0,6	18,3	9,30	1 870	950	13,2	1 340	19 300	25 700	
5S-7008U	40	68	15	1	0,6	19,5	10,7	1 990	1 090	14,8	1 510	17 400	23 100	
5S-7009U	45	75	16	1	0,6	23,1	13,0	2 360	1 320	18,4	1 870	15 600	20 800	
5S-7010U	50	80	16	1	0,6	24,5	14,6	2 500	1 490	20,5	2 090	14 400	19 200	
5S-7011U	55	90	18	1,1	0,6	32,5	19,2	3 300	1 960	26,3	2 680	12 900	17 200	
5S-7012U	60	95	18	1,1	0,6	33,0	20,5	3 350	2 090	27,7	2 830	12 100	16 100	
5S-7013U	65	100	18	1,1	0,6	35,0	22,8	3 550	2 320	30,5	3 100	11 400	15 100	
5S-7014U	70	110	20	1,1	0,6	44,0	28,6	4 500	2 920	40,0	4 100	10 400	13 900	
5S-7015U	75	115	20	1,1	0,6	45,0	30,5	4 600	3 100	42,0	4 300	9 900	13 100	
5S-7016U	80	125	22	1,1	0,6	55,0	37,0	5 600	3 750	50,5	5 150	9 100	12 200	
5S-7017U	85	130	22	1,1	0,6	56,5	39,0	5 750	3 950	53,0	5 400	8 700	11 600	
5S-7018U	90	140	24	1,5	1	67,5	46,0	6 850	4 700	64,5	6 600	8 200	10 900	
5S-7019U	95	145	24	1,5	1	69,0	48,5	7 050	4 950	68,0	6 900	7 800	10 400	
5S-7020U	100	150	24	1,5	1	70,5	51,0	7 200	5 200	71,0	7 250	7 500	10 000	
5S-7021U	105	160	26	2	1	82,5	59,5	8 400	6 050	81,0	8 300	7 100	9 400	
5S-7022U	110	170	28	2	1	95,0	67,5	9 650	6 900	95,0	9 700	6 700	8 900	
5S-7024U	120	180	28	2	1	96,5	71,5	9 850	7 300	99,5	10 200	6 200	8 300	
5S-7026U	130	200	33	2	1	121	91,0	12 300	9 300	126	12 900	5 700	7 600	
5S-7028U	140	210	33	2	1	123	96,0	12 600	9 800	130	13 300	5 300	7 100	

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung r oder r<sub>1</sub>.



**dynamisch äquivalente Belastung**

$P_r = X F_r + Y F_a$

e	einreihig/Tandem		back to back/face to face	
	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$
	X	Y	X	Y
0,8	1	0	0,39	0,76
			1	0,78
			0,63	1,24

**statisch äquivalente Belastung**

$P_{or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$

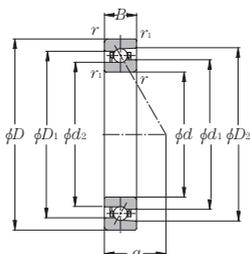
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,5	0,33	1	0,66

wenn  $P_{or} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Lager- freiraum cm <sup>3</sup>	Gewicht kg	Bordmaße				Anschlussmaße					Lager- kurzzeichen
			mm				mm					
a	Einzellager	Einzellager	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	d <sub>a</sub> min.	D <sub>a</sub> max.	D <sub>b</sub> max.	r <sub>as</sub> max.	r <sub>1as</sub> max.	
9,2	0,9	0,017	15,2	14,0	20,4	22,7	12,5	23,5	24,8	0,3	0,15	5S-7000U
10,0	1,0	0,018	17,9	16,7	23,1	25,5	14,5	25,5	26,8	0,3	0,15	5S-7001U
11,3	1,3	0,027	20,9	19,7	26,1	28,6	17,5	29,5	30,8	0,3	0,15	5S-7002U
12,6	1,8	0,033	23,0	21,6	29,0	31,9	19,5	32,5	33,8	0,3	0,15	5S-7003U
15,2	2,9	0,060	28,1	26,4	34,9	38,3	24,5	37,5	39,5	0,6	0,3	5S-7004U
16,5	3,3	0,071	32,6	30,9	39,4	42,8	29,5	42,5	44,5	0,6	0,3	5S-7005U
19,0	4,8	0,10	39,2	37,3	46,9	50,6	35,5	49,5	50,5	1	0,6	5S-7006U
21,1	6,3	0,13	44,2	42,2	52,8	56,9	40,5	56,5	57,5	1	0,6	5S-7007U
23,2	7,4	0,17	49,7	47,7	58,3	62,4	45,5	62,5	63,5	1	0,6	5S-7008U
25,4	9,4	0,21	55,3	53,0	64,7	69,3	50,5	69,5	70,5	1	0,6	5S-7009U
26,9	11	0,23	60,3	58,0	69,7	74,3	55,5	74,5	75,5	1	0,6	5S-7010U
30,1	16	0,33	66,9	64,3	78,1	83,5	62	83	85,5	1	0,6	5S-7011U
31,5	17	0,36	71,9	69,3	83,1	88,5	67	88	90,5	1	0,6	5S-7012U
32,9	18	0,38	76,9	74,3	88,1	93,4	72	93	95,5	1	0,6	5S-7013U
36,1	24	0,53	83,6	80,5	96,4	102,6	77	103	105,5	1	0,6	5S-7014U
37,6	26	0,56	88,6	85,5	101,4	107,6	82	108	110,5	1	0,6	5S-7015U
40,8	34	0,74	95,2	91,7	109,8	116,8	87	118	120,5	1	0,6	5S-7016U
42,2	36	0,78	100,2	96,7	114,8	121,8	92	123	125,5	1	0,6	5S-7017U
45,4	47	1,00	106,9	103,0	123,2	131,0	98,5	131,5	134,5	1,5	1	5S-7018U
46,8	49	1,04	111,9	108,0	128,2	136,0	103,5	136,5	139,5	1,5	1	5S-7019U
48,3	51	1,09	116,9	113,0	133,2	141,0	108,5	141,5	144,5	1,5	1	5S-7020U
51,5	70	1,34	123,5	119,2	141,5	150,1	115	150	154,5	2	1	5S-7021U
54,6	83	1,69	130,2	125,4	149,9	159,3	120	160	164,5	2	1	5S-7022U
57,5	90	1,80	140,2	135,4	159,9	169,2	130	170	174,5	2	1	5S-7024U
64,4	131	2,80	153,9	148,5	176,2	186,9	140	190	194,5	2	1	5S-7026U
67,3	144	2,90	164,0	158,7	186,3	197,0	150	200	204,5	2	1	5S-7028U

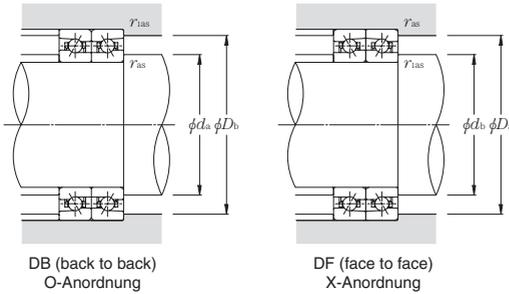
**ULTAGE** Hochgeschwindigkeitsspindellager mit Stahlkugeln Baureihe 2LA-HSE9U

Druckwinkel 15°  $d$  50~170mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Faktor $f_o$	Grenzdrehzahl	
	mm					dynamisch		statisch		kN	kgf		min <sup>-1</sup>	
	$d$	$D$	$B$	$r_{1s\ min}$ ①	$r_{1s\ min}$ ①	$C_r$	$C_{or}$	$C_r$	$C_{or}$				Fett-	Öl-
					kN	kgf	kN	kgf	schmierung	schmierung				
2LA-HSE910UC	50	72	12	0,6	0,3	11,0	8,1	1 120	830	11,8	1 210	10,9	21 800	34 600
2LA-HSE911UC	55	80	13	1	0,6	13,7	10,1	1 390	1 030	14,8	1 510	10,8	19 700	31 300
2LA-HSE912UC	60	85	13	1	0,6	14,2	11,1	1 450	1 130	16,2	1 660	10,9	18 300	29 100
2LA-HSE913UC	65	90	13	1	0,6	14,3	11,6	1 460	1 180	17,0	1 740	11,0	17 200	27 200
2LA-HSE914UC	70	100	16	1	0,6	20,9	16,5	2 140	1 680	24,2	2 470	10,9	15 600	24 800
2LA-HSE915UC	75	105	16	1	0,6	21,8	18,0	2 220	1 830	26,3	2 690	10,9	14 800	23 400
2LA-HSE916UC	80	110	16	1	0,6	22,0	18,8	2 240	1 910	27,5	2 810	11,0	14 000	22 200
2LA-HSE917UC	85	120	18	1,1	0,6	29,8	24,8	3 050	2 520	36,0	3 700	10,9	13 000	20 600
2LA-HSE918UC	90	125	18	1,1	0,6	31,0	26,8	3 150	2 740	39,0	4 000	10,9	12 400	19 600
2LA-HSE919UC	95	130	18	1,1	0,6	31,5	27,9	3 200	2 850	40,5	4 150	11,0	11 800	18 800
2LA-HSE920UC	100	140	20	1,1	0,6	36,5	32,5	3 700	3 350	48,0	4 900	11,0	11 100	17 600
2LA-HSE921UC	105	145	20	1,1	0,6	37,0	34,0	3 750	3 450	50,0	5 100	11,0	10 600	16 900
2LA-HSE922UC	110	150	20	1,1	0,6	37,5	35,5	3 800	3 600	51,0	5 250	11,1	10 200	16 200
2LA-HSE924UC	120	165	22	1,1	0,6	48,0	45,0	4 850	4 600	66,0	6 750	11,0	9 300	14 800
2LA-HSE926UC	130	180	24	1,5	1	59,0	56,0	6 050	5 700	81,5	8 350	11,0	8 600	13 600
2LA-HSE928UC	140	190	24	1,5	1	59,5	58,0	6 050	5 950	85,0	8 700	11,0	8 100	12 800
2LA-HSE930UC	150	210	28	2	1	79,5	77,0	8 100	7 850	112	11 500	10,9	7 400	11 700
2LA-HSE932UC	160	220	28	2	1	80,0	80,5	8 200	8 200	117	12 000	11,0	7 000	11 100
2LA-HSE934UC	170	230	28	2	1	81,0	83,5	8 250	8 500	122	12 500	11,1	6 700	10 600

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_r = X F_r + Y F_a$$

$i \cdot f_0 \cdot P_a$ $C_{Or}$	$e$	einreihig/Tandem		back to back/face to face	
		$F_d/F_r \leq e$	$F_d/F_r > e$	$F_d/F_r \leq e$	$F_d/F_r > e$
		X	Y	X	Y
0,178	0,35			1,57	1,76
0,357	0,36			1,53	1,71
0,714	0,38			1,46	1,64
1,07	0,4			1,42	1,59
1,43	0,41	1	0	1,38	1,55
2,14	0,43		0,44	1,33	1,49
3,57	0,44			1,25	1,4
5,35	0,47			1,18	1,32
7,14	0,49			1,13	1,26

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{Or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

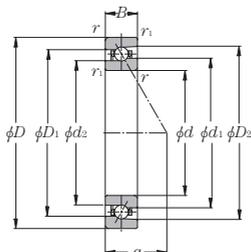
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,52	0,54	1,04	1,08

wenn  $P_{\alpha} < F_r$ ; bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{\alpha} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Lager- freiraum cm <sup>3</sup>	Gewicht kg	Bordmaße				Anschlussmaße					
			mm				mm					
$\alpha$	Einzellager	Einzellager	$d_1$	$d_2$	$D_1$	$D_2$	$d_a$ min.	$d_b$ min.	$D_a$ max.	$D_b$ max.	$r_{as}$ max.	$r_{1as}$ max.
14,2	6,0	0,13	57,6	56,6	64,4	66,8	54,5	52,5	67,5	69,5	0,6	0,3
15,6	7,7	0,18	63,6	62,4	71,4	74,1	60,5	59,5	74,5	75,5	1	0,6
16,3	8,3	0,20	68,6	67,4	76,4	79,1	65,5	64,5	79,5	80,5	1	0,6
17,0	8,9	0,21	73,6	72,4	81,4	84,1	70,5	69,5	84,5	85,5	1	0,6
19,5	14	0,34	80,1	78,6	89,8	93,2	75,5	74,5	94,5	95,5	1	0,6
20,1	15	0,36	85,1	83,6	94,8	98,2	80,5	79,5	99,5	100,5	1	0,6
20,8	16	0,38	90,1	88,6	99,8	103,2	85,5	84,5	104,5	105,5	1	0,6
22,8	22	0,54	96,8	94,9	108,2	112,3	92	89,5	113	115,5	1	0,6
23,5	23	0,56	101,8	99,9	113,2	117,3	97	94,5	118	120,5	1	0,6
24,2	24	0,59	106,8	104,9	118,2	122,3	102	99,5	123	125,5	1	0,6
26,2	32	0,82	113,8	111,7	126,2	130,7	107	104,5	133	135,5	1	0,6
26,9	33	0,85	118,8	116,7	131,2	135,7	112	109,5	138	140,5	1	0,6
27,5	35	0,88	123,8	121,7	136,2	140,7	117	114,5	143	145,5	1	0,6
30,2	47	1,20	135,4	133,0	149,6	154,8	127	124,5	158	160,5	1	0,6
32,9	62	1,56	146,9	144,2	163,1	168,9	138,5	135,5	171,5	174,5	1,5	1
34,3	66	1,66	156,9	154,2	173,1	178,9	148,5	145,5	181,5	184,5	1,5	1
38,3	99	2,58	170,5	167,3	189,5	196,4	160	155,5	200	204,5	2	1
39,6	105	2,71	180,5	177,3	199,5	206,3	170	165,5	210	214,5	2	1
41,0	111	2,84	190,5	187,3	209,5	216,3	180	175,5	220	224,5	2	1

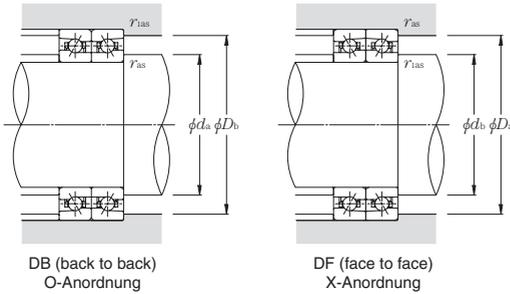
**ULTAGE** Hochgeschwindigkeitsspindellager mit Stahlkugeln Baureihe 2LA-HSE9U

Druckwinkel 20°  $d$  50~170mm



Lager- kurzzeichen	Abmessungen					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenzdrehzahl	
	mm					dynamisch kN		statisch kgf		kN	kgf	min <sup>-1</sup>	
	d	D	B	r <sub>s</sub> min <sup>①</sup>	r <sub>1s</sub> min <sup>①</sup>	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>			Fett- schmierung	Öl- schmierung
2LA-HSE910U	50	72	12	0,6	0,3	10,7	7,95	1 090	810	13,2	1 350	23 100	37 200
2LA-HSE911U	55	80	13	1	0,6	13,3	9,90	1 360	1 010	16,5	1 690	20 800	33 600
2LA-HSE912U	60	85	13	1	0,6	13,8	10,8	1 410	1 100	18,1	1 850	19 400	31 300
2LA-HSE913U	65	90	13	1	0,6	13,9	11,3	1 420	1 150	18,9	1 930	18 200	29 300
2LA-HSE914U	70	100	16	1	0,6	20,4	16,1	2 080	1 640	26,9	2 750	16 600	26 700
2LA-HSE915U	75	105	16	1	0,6	21,2	17,5	2 160	1 790	29,4	3 000	15 600	25 200
2LA-HSE916U	80	110	16	1	0,6	21,4	18,3	2 190	1 870	30,0	3 100	14 800	23 900
2LA-HSE917U	85	120	18	1,1	0,6	29,1	24,2	2 960	2 470	40,0	4 100	13 700	22 100
2LA-HSE918U	90	125	18	1,1	0,6	30,0	26,2	3 100	2 670	43,5	4 450	13 100	21 100
2LA-HSE919U	95	130	18	1,1	0,6	30,5	27,3	3 100	2 780	45,5	4 650	12 500	20 200
2LA-HSE920U	100	140	20	1,1	0,6	35,5	32,0	3 600	3 250	53,0	5 450	11 700	18 900
2LA-HSE921U	105	145	20	1,1	0,6	36,0	33,0	3 650	3 400	55,0	5 650	11 300	18 200
2LA-HSE922U	110	150	20	1,1	0,6	36,5	34,5	3 700	3 500	57,0	5 850	10 800	17 500
2LA-HSE924U	120	165	22	1,1	0,6	46,5	44,0	4 750	4 500	74,0	7 550	9 900	15 900
2LA-HSE926U	130	180	24	1,5	1	57,5	54,5	5 850	5 550	91,0	9 300	9 100	14 600
2LA-HSE928U	140	190	24	1,5	1	58,0	57,0	5 900	5 800	95,0	9 700	8 500	13 800
2LA-HSE930U	150	210	28	2	1	77,5	75,5	7 900	7 700	125	12 800	7 800	12 600
2LA-HSE932U	160	220	28	2	1	78,0	78,5	7 950	8 000	131	13 400	7 400	11 900
2LA-HSE934U	170	230	28	2	1	79,0	81,5	8 050	8 300	136	13 900	7 000	11 300

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung r oder r<sub>1</sub>.



**dynamisch äquivalente Belastung**

$P_r = X F_r + Y F_a$

e	einreihig/Tandem		back to back/face to face					
	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$		
	X	Y	X	Y	X	Y		
0,57	1	0	0,43	1	1	1,09	0,7	1,63

**statisch äquivalente Belastung**

$P_{or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$

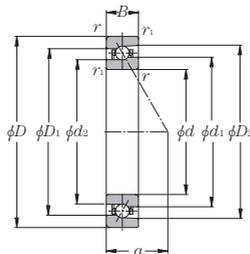
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,5	0,42	1	0,84

wenn  $P_{or} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Lager- freiraum cm <sup>3</sup>	Gewicht kg	Bordmaße				Anschlussmaße					
			mm				mm					
a	Einzellager	Einzellager	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	d <sub>a</sub> min.	d <sub>b</sub> min.	D <sub>a</sub> max.	D <sub>b</sub> max.	r <sub>as</sub> max.	r <sub>1as</sub> max.
17,2	6,0	0,13	57,6	56,6	64,4	66,8	54,5	52,5	67,5	69,5	0,6	0,3
18,9	7,7	0,18	63,6	62,4	71,4	74,1	60,5	59,5	74,5	75,5	1	0,6
19,8	8,3	0,20	68,6	67,4	76,4	79,1	65,5	64,5	79,5	80,5	1	0,6
20,7	8,9	0,21	73,6	72,4	81,4	84,0	70,5	69,5	84,5	85,5	1	0,6
23,6	14	0,34	80,1	78,6	89,8	93,2	75,5	74,5	94,5	95,5	1	0,6
24,5	15	0,36	85,1	83,6	94,8	98,2	80,5	79,5	99,5	100,5	1	0,6
25,4	16	0,38	90,1	88,6	99,8	103,2	85,5	84,5	104,5	105,5	1	0,6
27,8	22	0,54	96,8	94,9	108,2	112,3	92	89,5	113	115,5	1	0,6
28,7	23	0,56	101,8	99,9	113,2	117,3	97	94,5	118	120,5	1	0,6
29,6	24	0,59	106,8	104,9	118,2	122,3	102	99,5	123	125,5	1	0,6
32,0	32	0,82	113,8	111,7	126,2	130,6	107	104,5	133	135,5	1	0,6
32,9	33	0,85	118,8	116,7	131,2	135,6	112	109,5	138	140,5	1	0,6
33,8	35	0,88	123,8	121,7	136,2	140,6	117	114,5	143	145,5	1	0,6
37,1	47	1,20	135,4	133,0	149,6	154,7	127	124,5	158	160,5	1	0,6
40,4	62	1,56	146,9	144,2	163,1	168,9	138,5	135,5	171,5	174,5	1,5	1
42,2	66	1,66	156,9	154,2	173,1	178,8	148,5	145,5	181,5	184,5	1,5	1
47,0	99	2,58	170,5	167,3	189,5	196,3	160	155,5	200	204,5	2	1
48,8	105	2,71	180,5	177,3	199,5	206,3	170	165,5	210	214,5	2	1
50,6	111	2,84	190,5	187,3	209,5	216,3	180	175,5	220	224,5	2	1

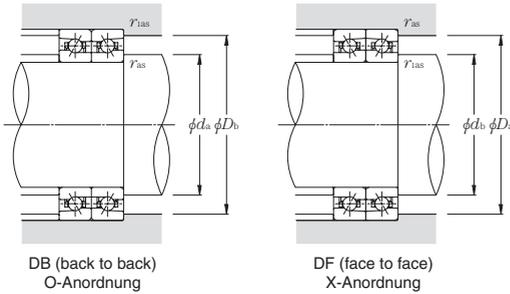
**ULTAGE** Hochgeschwindigkeitsspindellager mit Stahlkugeln Baureihe 2LA-HSE9U

Druckwinkel 25°  $d$  50~170mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenzdrehzahl	
	mm					dynamisch kN		statisch kgf		kN	kgf	min <sup>-1</sup>	
	d	D	B	r <sub>s</sub> min <sup>①</sup>	r <sub>1s</sub> min <sup>①</sup>	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>			Fettschmierung	Ölschmierung
2LA-HSE910UAD	50	72	12	0,6	0,3	10,3	7,70	1 050	785	14,8	1 510	20 500	32 100
2LA-HSE911UAD	55	80	13	1	0,6	12,9	9,60	1 310	980	18,4	1 880	18 500	29 000
2LA-HSE912UAD	60	85	13	1	0,6	13,3	10,5	1 360	1 070	20,2	2 060	17 200	27 000
2LA-HSE913UAD	65	90	13	1	0,6	13,5	11,0	1 370	1 120	21,1	2 160	16 100	25 300
2LA-HSE914UAD	70	100	16	1	0,6	19,7	15,6	2 010	1 590	29,9	3 050	14 700	23 000
2LA-HSE915UAD	75	105	16	1	0,6	20,5	17,0	2 090	1 730	32,0	3 300	13 900	21 700
2LA-HSE916UAD	80	110	16	1	0,6	20,7	17,7	2 110	1 810	33,5	3 450	13 200	20 600
2LA-HSE917UAD	85	120	18	1,1	0,6	28,1	23,4	2 860	2 390	45,0	4 600	12 200	19 100
2LA-HSE918UAD	90	125	18	1,1	0,6	29,2	25,4	2 980	2 590	48,5	4 950	11 600	18 200
2LA-HSE919UAD	95	130	18	1,1	0,6	29,5	26,4	3 000	2 690	50,5	5 200	11 100	17 400
2LA-HSE920UAD	100	140	20	1,1	0,6	34,5	31,0	3 500	3 150	59,0	6 050	10 400	16 300
2LA-HSE921UAD	105	145	20	1,1	0,6	34,5	32,0	3 550	3 300	61,5	6 300	10 000	15 700
2LA-HSE922UAD	110	150	20	1,1	0,6	35,0	33,5	3 600	3 400	64,0	6 550	9 600	15 100
2LA-HSE924UAD	120	165	22	1,1	0,6	45,0	42,5	4 600	4 350	82,0	8 400	8 800	13 700
2LA-HSE926UAD	130	180	24	1,5	1	55,5	53,0	5 700	5 400	101	10 400	8 100	12 600
2LA-HSE928UAD	140	190	24	1,5	1	56,0	55,0	5 700	5 600	105	10 800	7 600	11 900
2LA-HSE930UAD	150	210	28	2	1	75,0	73,0	7 650	7 450	140	14 300	6 900	10 900
2LA-HSE932UAD	160	220	28	2	1	75,5	76,0	7 700	7 750	146	14 900	6 600	10 300
2LA-HSE934UAD	170	230	28	2	1	76,0	79,0	7 750	8 050	152	15 500	6 200	9 800

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung r oder r<sub>1</sub>.



**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_r = X F_r + Y F_a$$

e	einreihig/Tandem		back to back/face to face					
	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	X	Y		
0,68	1	0	0,41	0,87	1	0,92	0,67	1,41

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

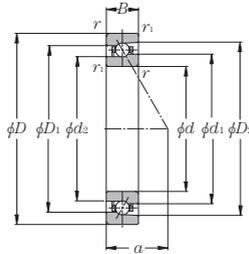
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,5	0,38	1	0,76

wenn  $P_{or} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Lager- freiraum cm <sup>3</sup>	Gewicht kg	Bordmaße				Anschlussmaße					
			mm				mm					
a	Einzellager	Einzellager	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	d <sub>a</sub> min.	d <sub>b</sub> min.	D <sub>a</sub> max.	D <sub>b</sub> max.	r <sub>as</sub> max.	r <sub>1as</sub> max.
20,3	6,0	0,13	57,6	56,6	64,4	66,7	54,5	52,5	67,5	69,5	0,6	0,3
22,4	7,7	0,18	63,6	62,4	71,4	74,1	60,5	59,5	74,5	75,5	1	0,6
23,5	8,3	0,20	68,6	67,4	76,4	79,0	65,5	64,5	79,5	80,5	1	0,6
24,7	8,9	0,21	73,6	72,4	81,4	84,0	70,5	69,5	84,5	85,5	1	0,6
28,0	14	0,34	80,1	78,6	89,8	93,2	75,5	74,5	94,5	95,5	1	0,6
29,1	15	0,36	85,1	83,6	94,8	98,2	80,5	79,5	99,5	100,5	1	0,6
30,3	16	0,38	90,1	88,6	99,8	103,2	85,5	84,5	104,5	105,5	1	0,6
33,1	22	0,54	96,8	94,9	108,2	112,3	92	89,5	113	115,5	1	0,6
34,2	23	0,56	101,8	99,9	113,2	117,3	97	94,5	118	120,5	1	0,6
35,4	24	0,59	106,8	104,9	118,2	122,3	102	99,5	123	125,5	1	0,6
38,2	32	0,82	113,8	111,7	126,2	130,6	107	104,5	133	135,5	1	0,6
39,3	33	0,85	118,8	116,7	131,2	135,6	112	109,5	138	140,5	1	0,6
40,5	35	0,88	123,8	121,7	136,2	140,6	117	114,5	143	145,5	1	0,6
44,4	47	1,20	135,4	133,0	149,6	154,7	127	124,5	158	160,5	1	0,6
48,4	62	1,56	146,9	144,2	163,1	168,8	138,5	135,5	171,5	174,5	1,5	1
50,7	66	1,66	156,9	154,2	173,1	178,8	148,5	145,5	181,5	184,5	1,5	1
56,3	99	2,58	170,5	167,3	189,5	196,3	160	155,5	200	204,5	2	1
58,6	105	2,71	180,5	177,3	199,5	206,3	170	165,5	210	214,5	2	1
60,9	111	2,84	190,5	187,3	209,5	216,3	180	175,5	220	224,5	2	1

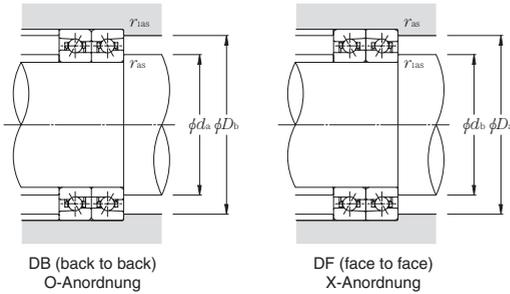
**ULTAGE** Hochgeschwindigkeitsspindellager mit Stahlkugeln Baureihe 2LA-HSE0

Druckwinkel 15°  $d$  50~170mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Faktor $f_0$	Grenzdrehzahl	
	mm					dynamisch kN		statisch kgf		kN	kgf		min <sup>-1</sup>	
	$d$	$D$	$B$	$r_{s \min}$ ①	$r_{is \min}$ ①	$C_r$	$C_{or}$	$C_r$	$C_{or}$				Fett-schmierung	Öl-schmierung
2LA-HSE010C	50	80	16	1	0,6	15,9	11,4	1 620	1 160	16,7	1 700	10,4	20 500	32 500
2LA-HSE011C	55	90	18	1,1	0,6	17,3	13,6	1 760	1 380	19,9	2 030	10,6	18 300	29 100
2LA-HSE012C	60	95	18	1,1	0,6	18,1	15,0	1 850	1 530	22,0	2 240	10,7	17 200	27 200
2LA-HSE013C	65	100	18	1,1	0,6	18,4	15,8	1 870	1 610	23,2	2 360	10,8	16 100	25 600
2LA-HSE014C	70	110	20	1,1	0,6	22,5	19,9	2 290	2 030	29,2	2 980	10,8	14 800	23 400
2LA-HSE015C	75	115	20	1,1	0,6	23,9	22,4	2 440	2 290	33,0	3 350	10,9	14 000	22 200
2LA-HSE016C	80	125	22	1,1	0,6	27,4	25,7	2 790	2 620	38,0	3 850	10,9	13 000	20 600
2LA-HSE017C	85	130	22	1,1	0,6	27,7	26,8	2 830	2 740	39,5	4 000	10,9	12 400	19 600
2LA-HSE018C	90	140	24	1,5	1	32,0	31,5	3 300	3 200	46,0	4 700	10,9	11 600	18 300
2LA-HSE019C	95	145	24	1,5	1	32,5	32,5	3 300	3 350	48,0	4 900	11,0	11 100	17 600
2LA-HSE020C	100	150	24	1,5	1	33,5	35,0	3 450	3 600	51,5	5 250	11,0	10 600	16 900
2LA-HSE021C	105	160	26	2	1	38,5	40,5	3 950	4 150	60,0	6 100	11,0	10 000	15 900
2LA-HSE022C	110	170	28	2	1	48,0	49,5	4 900	5 000	72,5	7 400	10,9	9 500	15 100
2LA-HSE024C	120	180	28	2	1	48,0	51,5	4 900	5 250	75,5	7 700	11,0	8 900	14 100
2LA-HSE026C	130	200	33	2	1	69,0	71,0	7 050	7 250	104	10 600	10,8	8 100	12 800
2LA-HSE028C	140	210	33	2	1	71,5	77,0	7 300	7 850	113	11 500	10,9	7 600	12 100
2LA-HSE030C	150	225	35	2,1	1,1	73,5	83,0	7 500	8 450	122	12 400	11,0	7 100	11 300
2LA-HSE032C	160	240	38	2,1	1,1	86,0	97,0	8 800	9 850	142	14 500	11,0	6 700	10 600
2LA-HSE034C	170	260	42	2,1	1,1	99,0	111	10 100	11 300	163	16 700	10,9	6 200	9 800

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_r = X F_r + Y F_a$$

$i \cdot f_0 \cdot P_a$ $C_{Or}$	$e$	einreihig/Tandem		back to back/face to face	
		$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$
		X	Y	X	Y
0,178	0,35			1,57	1,76
0,357	0,36			1,53	1,71
0,714	0,38			1,46	1,64
1,07	0,4			1,42	1,59
1,43	0,41	1	0	1,38	1,55
2,14	0,43		0,44	1,33	1,49
3,57	0,44			1,25	1,4
5,35	0,47			1,18	1,32
7,14	0,49			1,13	1,26

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{Or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

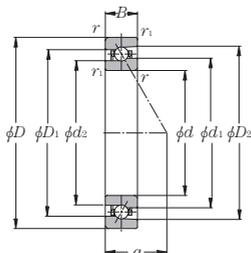
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,52	0,54	1,04	1,08

wenn  $P_{a/c} < F_r$ ; bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{Or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Lager- freiraum cm <sup>3</sup>	Gewicht kg	Bordmaße				Anschlussmaße					
			mm				mm					
$\alpha$	Einzellager	Einzellager	$d_1$	$d_2$	$D_1$	$D_2$	$d_a$ min.	$d_b$ min.	$D_a$ max.	$D_b$ max.	$r_{as}$ max.	$r_{1as}$ max.
16,8	12	0,26	60,1	58,6	69,9	73,3	55,5	54,5	74,5	75,5	1	0,6
18,8	16	0,40	67,6	66,2	77,4	80,8	62	59,5	83	85,5	1	0,6
19,5	17	0,42	72,6	71,2	82,4	85,8	67	64,5	88	90,5	1	0,6
20,1	18	0,45	77,6	76,2	87,4	90,8	72	69,5	93	95,5	1	0,6
22,2	24	0,64	84,8	83,0	95,2	99,1	77	74,5	103	105,5	1	0,6
22,8	25	0,68	89,8	88,0	100,2	104,1	82	79,5	108	110,5	1	0,6
24,8	34	0,91	96,8	94,9	108,2	112,5	87	84,5	118	120,5	1	0,6
25,5	35	0,96	101,8	99,9	113,2	117,5	92	89,5	123	125,5	1	0,6
27,5	45	1,25	108,8	106,7	121,2	125,8	98,5	95,5	131,5	134,5	1,5	1
28,2	47	1,30	113,8	111,7	126,2	130,8	103,5	100,5	136,5	139,5	1,5	1
28,9	49	1,36	118,8	116,7	131,2	135,8	108,5	105,5	141,5	144,5	1,5	1
30,9	61	1,73	125,8	123,6	139,2	144,1	115	110,5	150	154,5	2	1
32,9	77	2,13	132,4	129,8	147,6	153,3	120	115,5	160	164,5	2	1
34,2	82	2,28	142,4	139,8	157,6	163,3	130	125,5	170	174,5	2	1
38,8	130	3,40	155,5	152,3	174,5	181,6	140	135,5	190	194,5	2	1
40,1	129	3,68	165,5	162,4	184,5	191,5	150	145,5	200	204,5	2	1
42,8	163	4,46	178,0	174,8	197,0	204,1	162	157	213	218	2	1
46,0	206	5,46	189,5	186,0	210,5	218,2	172	167	228	233	2	1
50,0	272	7,37	203,6	199,8	226,4	234,9	182	177	248	253	2	1

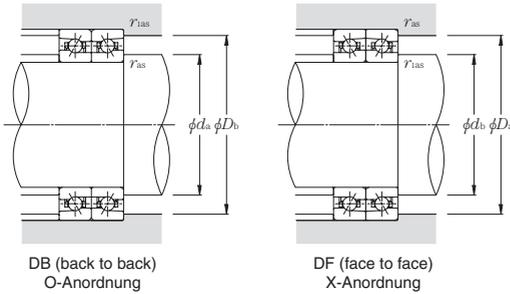
**ULTAGE** Hochgeschwindigkeitsspindellager mit Stahlkugeln Baureihe 2LA-HSE0

Druckwinkel 20°  $d$  50~170mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenzdrehzahl	
	mm					dynamisch kN		statisch kgf		kN	kgf	min <sup>-1</sup>	
	d	D	B	r <sub>s</sub> min <sup>①</sup>	r <sub>1s</sub> min <sup>①</sup>	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>			Fettschmierung	Ölschmierung
2LA-HSE010	50	80	16	1	0,6	15,5	11,2	1 580	1 140	18,7	1 900	21 600	34 900
2LA-HSE011	55	90	18	1,1	0,6	16,8	13,3	1 720	1 350	22,2	2 260	19 400	31 300
2LA-HSE012	60	95	18	1,1	0,6	17,6	14,7	1 800	1 490	24,6	2 500	18 200	29 300
2LA-HSE013	65	100	18	1,1	0,6	17,9	15,4	1 830	1 570	25,9	2 640	17 100	27 500
2LA-HSE014	70	110	20	1,1	0,6	21,9	19,4	2 230	1 980	32,5	3 300	15 600	25 200
2LA-HSE015	75	115	20	1,1	0,6	23,3	21,9	2 380	2 230	36,5	3 750	14 800	23 900
2LA-HSE016	80	125	22	1,1	0,6	26,7	25,1	2 720	2 560	42,0	4 300	13 700	22 100
2LA-HSE017	85	130	22	1,1	0,6	27,0	26,2	2 760	2 670	44,0	4 500	13 100	21 100
2LA-HSE018	90	140	24	1,5	1	31,5	30,5	3 200	3 150	51,5	5 250	12 200	19 700
2LA-HSE019	95	145	24	1,5	1	31,5	32,0	3 250	3 250	53,5	5 450	11 700	18 900
2LA-HSE020	100	150	24	1,5	1	33,0	34,5	3 350	3 500	57,5	5 850	11 300	18 200
2LA-HSE021	105	160	26	2	1	37,5	39,5	3 850	4 050	66,5	6 800	10 600	17 100
2LA-HSE022	110	170	28	2	1	46,5	48,0	4 750	4 900	80,5	8 200	10 000	16 200
2LA-HSE024	120	180	28	2	1	47,0	50,0	4 800	5 100	84,0	8 600	9 400	15 100
2LA-HSE026	130	200	33	2	1	67,5	69,5	6 900	7 100	116	11 900	8 500	13 800
2LA-HSE028	140	210	33	2	1	70,0	75,0	7 100	7 650	126	12 800	8 000	13 000
2LA-HSE030	150	225	35	2,1	1,1	72,0	81,0	7 300	8 250	136	13 900	7 500	12 100
2LA-HSE032	160	240	38	2,1	1,1	84,0	94,5	8 550	9 650	159	16 200	7 000	11 300
2LA-HSE034	170	260	42	2,1	1,1	96,5	108	9 850	11 100	182	18 600	6 500	10 600

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



**dynamisch äquivalente Belastung**

$P_r = X F_r + Y F_a$

e	einreihig/Tandem		back to back/face to face	
	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$
0,57	X	Y	X	Y
	1	0	0,43	1
			1	1
			1,09	0,7
			1,63	

**statisch äquivalente Belastung**

$P_{or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$

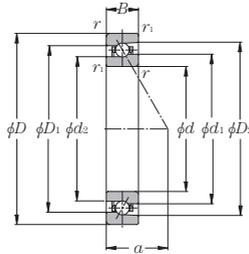
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,5	0,42	1	0,84

wenn  $P_{or} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Lager- freiraum cm <sup>3</sup>	Gewicht kg	Bordmaße				Anschlussmaße					
			mm				mm					
a	Einzellager	Einzellager	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	d <sub>a</sub> min.	d <sub>b</sub> min.	D <sub>a</sub> max.	D <sub>b</sub> max.	r <sub>as</sub> max.	r <sub>1as</sub> max.
19,9	12	0,26	60,1	58,6	69,9	73,2	55,5	54,5	74,5	75,5	1	0,6
22,3	16	0,40	67,6	66,2	77,4	80,8	62	59,5	83	85,5	1	0,6
23,2	17	0,42	72,6	71,2	82,4	85,8	67	64,5	88	90,5	1	0,6
24,1	18	0,45	77,6	76,2	87,4	90,8	72	69,5	93	95,5	1	0,6
26,5	24	0,64	84,8	83,0	95,2	99,1	77	74,5	103	105,5	1	0,6
27,4	25	0,68	89,8	88,0	100,2	104,1	82	79,5	108	110,5	1	0,6
29,8	34	0,91	96,8	94,9	108,2	112,5	87	84,5	118	120,5	1	0,6
30,7	35	0,96	101,8	99,9	113,2	117,4	92	89,5	123	125,5	1	0,6
33,1	45	1,25	108,8	106,7	121,2	125,8	98,5	95,5	131,5	134,5	1,5	1
34,0	47	1,30	113,8	111,7	126,2	130,8	103,5	100,5	136,5	139,5	1,5	1
34,9	49	1,36	118,8	116,7	131,2	135,8	108,5	105,5	141,5	144,5	1,5	1
37,3	61	1,73	125,8	123,6	139,2	144,1	115	110,5	150	154,5	2	1
39,7	77	2,13	132,4	129,8	147,6	153,2	120	115,5	160	164,5	2	1
41,5	82	2,28	142,4	139,8	157,6	163,2	130	125,5	170	174,5	2	1
46,8	130	3,40	155,5	152,3	174,5	181,5	140	135,5	190	194,5	2	1
48,6	129	3,68	165,5	162,4	184,5	191,5	150	145,5	200	204,5	2	1
51,9	163	4,46	178,0	174,8	197,0	204,0	162	157	213	218	2	1
55,7	206	5,46	189,5	186,0	210,5	218,2	172	167	228	233	2	1
60,4	272	7,37	203,6	199,8	226,4	234,9	182	177	248	253	2	1

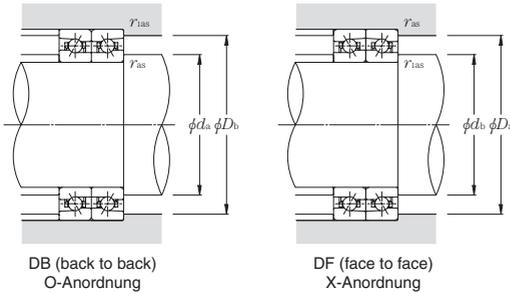
**ULTAGE** Hochgeschwindigkeitsspindellager mit Stahlkugeln Baureihe 2LA-HSE0

Druckwinkel 25°  $d$  50~170mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenzdrehzahl	
	mm					dynamisch	statisch	dynamisch	statisch	kN	kgf	min <sup>-1</sup>	
	$d$	$D$	$B$	$r_{s \min}$ ①	$r_{is \min}$ ①	$C_r$	$C_{or}$	$C_r$	$C_{or}$			Fettschmierung	Ölschmierung
2LA-HSE010AD	50	80	16	1	0,6	15,0	10,8	1 530	1 100	20,9	2 130	19 200	30 100
2LA-HSE011AD	55	90	18	1,1	0,6	16,3	12,9	1 660	1 310	24,8	2 530	17 200	27 000
2LA-HSE012AD	60	95	18	1,1	0,6	17,1	14,2	1 740	1 450	27,4	2 800	16 100	25 300
2LA-HSE013AD	65	100	18	1,1	0,6	17,3	14,9	1 770	1 520	28,9	2 940	15 100	23 700
2LA-HSE014AD	70	110	20	1,1	0,6	21,2	18,8	2 160	1 920	36,5	3 700	13 900	21 700
2LA-HSE015AD	75	115	20	1,1	0,6	22,5	21,2	2 300	2 160	41,0	4 200	13 200	20 600
2LA-HSE016AD	80	125	22	1,1	0,6	25,8	24,3	2 630	2 480	47,0	4 800	12 200	19 100
2LA-HSE017AD	85	130	22	1,1	0,6	26,1	25,4	2 660	2 590	49,0	5 000	11 600	18 200
2LA-HSE018AD	90	140	24	1,5	1	30,5	29,7	3 100	3 050	57,5	5 850	10 900	17 000
2LA-HSE019AD	95	145	24	1,5	1	30,5	31,0	3 150	3 150	60,0	6 100	10 400	16 300
2LA-HSE020AD	100	150	24	1,5	1	31,5	33,0	3 250	3 400	64,0	6 550	10 000	15 700
2LA-HSE021AD	105	160	26	2	1	36,5	38,5	3 700	3 900	74,5	7 600	9 400	14 800
2LA-HSE022AD	110	170	28	2	1	45,0	46,5	4 600	4 750	90,0	9 150	8 900	14 000
2LA-HSE024AD	120	180	28	2	1	45,5	48,5	4 650	4 950	94,0	9 550	8 300	13 000
2LA-HSE026AD	130	200	33	2	1	65,0	67,5	6 650	6 850	130	13 200	7 600	11 900
2LA-HSE028AD	140	210	33	2	1	67,5	73,0	6 900	7 400	141	14 300	7 100	11 200
2LA-HSE030AD	150	225	35	2,1	1,1	69,5	78,5	7 050	8 000	151	15 400	6 700	10 400
2LA-HSE032AD	160	240	38	2,1	1,1	81,0	91,5	8 300	9 350	177	18 000	6 200	9 800
2LA-HSE034AD	170	260	42	2,1	1,1	93,0	105	9 500	10 700	203	20 700	5 800	9 100

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



**dynamisch äquivalente Belastung**

$P_r = X F_r + Y F_a$

e	einreihig/Tandem				back to back/face to face			
	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$
0,68	1	0	0,41	0,87	1	0,92	0,67	1,41

**statisch äquivalente Belastung**

$P_{or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$

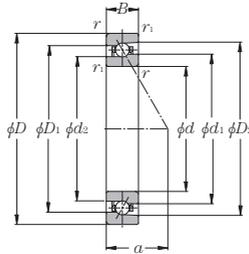
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,5	0,38	1	0,76

wenn  $P_{or} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Lager- freiraum cm <sup>3</sup>	Gewicht kg	Bordmaße				Anschlussmaße					
			mm				mm					
a	Einzellager	Einzellager	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	d <sub>a</sub> min.	d <sub>b</sub> min.	D <sub>a</sub> max.	D <sub>b</sub> max.	r <sub>as</sub> max.	r <sub>1as</sub> max.
23,3	12	0,26	60,1	58,6	69,9	73,2	55,5	54,5	74,5	75,5	1	0,6
26,1	16	0,40	67,6	66,2	77,4	80,8	62	59,5	83	85,5	1	0,6
27,2	17	0,42	72,6	71,2	82,4	85,8	67	64,5	88	90,5	1	0,6
28,4	18	0,45	77,6	76,2	87,4	90,8	72	69,5	93	95,5	1	0,6
31,1	24	0,64	84,8	83,0	95,2	99,1	77	74,5	103	105,5	1	0,6
32,3	25	0,68	89,8	88,0	100,2	104,1	82	79,5	108	110,5	1	0,6
35,1	34	0,91	96,8	94,9	108,2	112,5	87	84,5	118	120,5	1	0,6
36,2	35	0,96	101,8	99,9	113,2	117,4	92	89,5	123	125,5	1	0,6
39,0	45	1,25	108,8	106,7	121,2	125,8	98,5	95,5	131,5	134,5	1,5	1
40,2	47	1,30	113,8	111,7	126,2	130,8	103,5	100,5	136,5	139,5	1,5	1
41,3	49	1,36	118,8	116,7	131,2	135,8	108,5	105,5	141,5	144,5	1,5	1
44,1	61	1,73	125,8	123,6	139,2	144,1	115	110,5	150	154,5	2	1
46,9	77	2,13	132,4	129,8	147,6	153,2	120	115,5	160	164,5	2	1
49,2	82	2,28	142,4	139,8	157,6	163,2	130	125,5	170	174,5	2	1
55,3	130	3,40	155,5	152,3	174,5	181,5	140	135,5	190	194,5	2	1
57,6	129	3,68	165,5	162,4	184,5	191,5	150	145,5	200	204,5	2	1
61,5	163	4,46	178,0	174,8	197,0	204,0	162	157	213	218	2	1
66,0	206	5,46	189,5	186,0	210,5	218,2	172	167	228	233	2	1
71,5	272	7,37	203,6	199,8	226,4	234,9	182	177	248	253	2	1

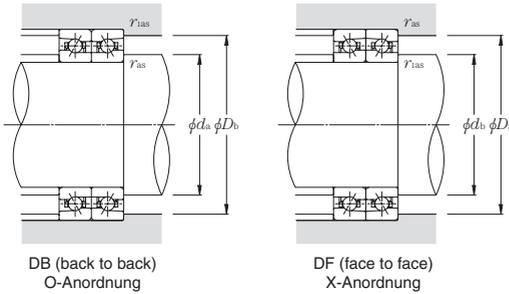
**ULTAGE** Hochgeschwindigkeitsspindellager mit Keramikkugeln Baureihe 5S-2LA-HSE9U

Druckwinkel 15°  $d$  50~170mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Faktor $f_0$	Grenzdrehzahl	
	mm					dynamisch kN		statisch kgf		kN	kgf		min <sup>-1</sup>	
	$d$	$D$	$B$	$r_{1s \text{ min}}$ ①	$r_{1s \text{ min}}$ ①	$C_r$	$C_{or}$	$C_r$	$C_{or}$				Fett-schmierung	Öl-schmierung
5S-2LA-HSE910UC	50	72	12	0,6	0,3	11,0	5,65	1 120	575	7,45	760	7,6	25 600	42 400
5S-2LA-HSE911UC	55	80	13	1	0,6	13,7	7,05	1 390	715	9,30	950	7,5	23 100	38 300
5S-2LA-HSE912UC	60	85	13	1	0,6	14,2	7,70	1 450	785	10,1	1 040	7,6	21 500	35 700
5S-2LA-HSE913UC	65	90	13	1	0,6	14,3	8,05	1 460	820	10,6	1 090	7,6	20 100	33 400
5S-2LA-HSE914UC	70	100	16	1	0,6	20,9	11,5	2 140	1 170	15,2	1 560	7,5	18 400	30 400
5S-2LA-HSE915UC	75	105	16	1	0,6	21,8	12,5	2 220	1 270	16,6	1 700	7,6	17 300	28 700
5S-2LA-HSE916UC	80	110	16	1	0,6	22,0	13,0	2 240	1 330	17,3	1 770	7,6	16 400	27 200
5S-2LA-HSE917UC	85	120	18	1,1	0,6	29,8	17,2	3 050	1 750	22,9	2 340	7,5	15 200	25 200
5S-2LA-HSE918UC	90	125	18	1,1	0,6	31,0	18,6	3 150	1 900	24,8	2 530	7,6	14 500	24 100
5S-2LA-HSE919UC	95	130	18	1,1	0,6	31,5	19,4	3 200	1 970	25,8	2 640	7,6	13 900	23 000
5S-2LA-HSE920UC	100	140	20	1,1	0,6	36,5	22,7	3 700	2 310	29,9	3 050	7,6	13 000	21 600
5S-2LA-HSE921UC	105	145	20	1,1	0,6	37,0	23,6	3 750	2 400	31,0	3 200	7,6	12 500	20 700
5S-2LA-HSE922UC	110	150	20	1,1	0,6	37,5	24,5	3 800	2 500	32,0	3 300	7,7	12 000	19 900
5S-2LA-HSE924UC	120	165	22	1,1	0,6	48,0	31,5	4 850	3 200	41,5	4 250	7,6	10 900	18 200
5S-2LA-HSE926UC	130	180	24	1,5	1	59,0	38,5	6 050	3 950	51,0	5 250	7,6	10 100	16 700
5S-2LA-HSE928UC	140	190	24	1,5	1	59,5	40,5	6 050	4 100	53,5	5 500	7,6	9 500	15 700
5S-2LA-HSE930UC	150	210	28	2	1	79,5	53,5	8 100	5 450	71,5	7 300	7,6	8 700	14 400
5S-2LA-HSE932UC	160	220	28	2	1	80,0	55,5	8 200	5 700	74,5	7 600	7,6	8 200	13 600
5S-2LA-HSE934UC	170	230	28	2	1	81,0	58,0	8 250	5 900	77,0	7 900	7,7	7 800	12 900

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_r = X F_r + Y F_a$$

$i \cdot f_0 \cdot P_a$ $C_{Or}$	$e$	einreihig/Tandem		back to back/face to face	
		$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$
		X	Y	X	Y
0,178	0,35			1,57	1,76
0,357	0,36			1,53	1,71
0,714	0,38			1,46	1,64
1,07	0,4			1,42	1,59
1,43	0,41	1	0	1,38	1,55
2,14	0,43		0,44	1,33	1,49
3,57	0,44			1,25	1,4
5,35	0,47			1,18	1,32
7,14	0,49			1,13	1,26

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{Or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

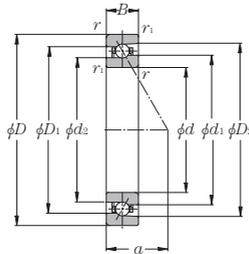
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,52	0,54	1,04	1,08

wenn  $P_{a\alpha} < F_r$ ; bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{Or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Lager- freiraum cm <sup>3</sup>	Gewicht kg	Bordmaße				Anschlussmaße					
			mm				mm					
$a$	Einzellager	Einzellager	$d_1$	$d_2$	$D_1$	$D_2$	$d_a$ min.	$d_b$ min.	$D_a$ max.	$D_b$ max.	$r_{as}$ max.	$r_{1as}$ max.
14,2	6,0	0,12	57,6	56,6	64,4	66,8	54,5	52,5	67,5	69,5	0,6	0,3
15,6	7,7	0,17	63,6	62,4	71,4	74,1	60,5	59,5	74,5	75,5	1	0,6
16,3	8,3	0,18	68,6	67,4	76,4	79,1	65,5	64,5	79,5	80,5	1	0,6
17,0	8,9	0,19	73,6	72,4	81,4	84,1	70,5	69,5	84,5	85,5	1	0,6
19,5	14	0,31	80,1	78,6	89,8	93,2	75,5	74,5	94,5	95,5	1	0,6
20,1	15	0,33	85,1	83,6	94,8	98,2	80,5	79,5	99,5	100,5	1	0,6
20,8	16	0,34	90,1	88,6	99,8	103,2	85,5	84,5	104,5	105,5	1	0,6
22,8	22	0,48	96,8	94,9	108,2	112,3	92	89,5	113	115,5	1	0,6
23,5	23	0,51	101,8	99,9	113,2	117,3	97	94,5	118	120,5	1	0,6
24,2	24	0,53	106,8	104,9	118,2	122,3	102	99,5	123	125,5	1	0,6
26,2	32	0,74	113,8	111,7	126,2	130,7	107	104,5	133	135,5	1	0,6
26,9	33	0,77	118,8	116,7	131,2	135,7	112	109,5	138	140,5	1	0,6
27,5	35	0,80	123,8	121,7	136,2	140,7	117	114,5	143	145,5	1	0,6
30,2	47	1,08	135,4	133,0	149,6	154,8	127	124,5	158	160,5	1	0,6
32,9	62	1,40	146,9	144,2	163,1	168,9	138,5	135,5	171,5	174,5	1,5	1
34,3	66	1,48	156,9	154,2	173,1	178,9	148,5	145,5	181,5	184,5	1,5	1
38,3	99	2,30	170,5	167,3	189,5	196,4	160	155,5	200	204,5	2	1
39,6	105	2,42	180,5	177,3	199,5	206,3	170	165,5	210	214,5	2	1
41,0	111	2,55	190,5	187,3	209,5	216,3	180	175,5	220	224,5	2	1

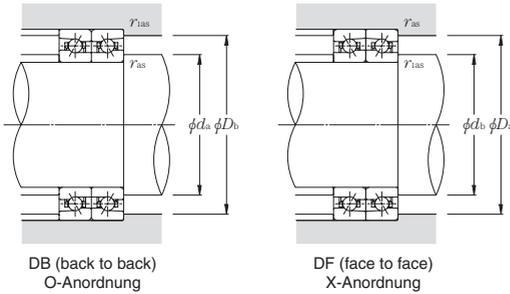
**ULTAGE** Hochgeschwindigkeitsspindellager mit Keramikkugeln Baureihe 5S-2LA-HSE9U

Druckwinkel 20°  $d$  50~170mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenzdrehzahl	
	mm					dynamisch kN		statisch kgf		kN	kgf	min <sup>-1</sup>	
	d	D	B	r <sub>s</sub> min <sup>①</sup>	r <sub>is</sub> min <sup>①</sup>	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>			Fettschmierung	Ölschmierung
5S-2LA-HSE910U	50	72	12	0,6	0,3	10,7	5,50	1 090	560	8,55	875	28 200	46 100
5S-2LA-HSE911U	55	80	13	1	0,6	13,3	6,85	1 360	700	10,7	1 090	25 500	41 700
5S-2LA-HSE912U	60	85	13	1	0,6	13,8	7,50	1 410	765	11,6	1 190	23700	38 800
5S-2LA-HSE913U	65	90	13	1	0,6	13,9	7,85	1 420	800	12,2	1 250	22 200	36 300
5S-2LA-HSE914U	70	100	16	1	0,6	20,4	11,2	2 080	1 140	17,4	1 780	20 200	33 100
5S-2LA-HSE915U	75	105	16	1	0,6	21,2	12,2	2 160	1 240	19,0	1 940	19 100	31 300
5S-2LA-HSE916U	80	110	16	1	0,6	21,4	12,7	2 190	1 290	19,8	2 020	18 100	29 600
5S-2LA-HSE917U	85	120	18	1,1	0,6	29,1	16,8	2 960	1 710	26,1	2 670	16 800	27 400
5S-2LA-HSE918U	90	125	18	1,1	0,6	30,0	18,1	3 100	1 850	28,3	2 890	16 000	26 200
5S-2LA-HSE919U	95	130	18	1,1	0,6	30,5	18,9	3 100	1 930	29,4	3 000	15 300	25 000
5S-2LA-HSE920U	100	140	20	1,1	0,6	35,5	22,1	3 600	2 260	34,0	3 500	14 300	23 400
5S-2LA-HSE921U	105	145	20	1,1	0,6	36,0	23,0	3 650	2 350	35,5	3 650	13 800	22 500
5S-2LA-HSE922U	110	150	20	1,1	0,6	36,5	23,9	3 700	2 430	37,0	3 800	13 200	21 600
5S-2LA-HSE924U	120	165	22	1,1	0,6	46,5	30,5	4 750	3 100	47,5	4 850	12 100	19 700
5S-2LA-HSE926U	130	180	24	1,5	1	57,5	38,0	5 850	3 850	58,5	6 000	11 100	18 100
5S-2LA-HSE928U	140	190	24	1,5	1	58,0	39,5	5 900	4 000	61,0	6 250	10 400	17 000
5S-2LA-HSE930U	150	210	28	2	1	77,5	52,0	7 900	5 350	81,0	8 300	9 600	15 600
5S-2LA-HSE932U	160	220	28	2	1	78,0	54,5	7 950	5 550	84,5	8 650	9 100	14 800
5S-2LA-HSE934U	170	230	28	2	1	79,0	56,5	8 050	5 750	88,0	9 000	8 600	14 100

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung r oder r<sub>1</sub>.



DB (back to back)  
O-Anordnung

DF (face to face)  
X-Anordnung

**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_r = X F_r + Y F_a$$

e	einreihig/Tandem		back to back/face to face	
	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$
	X	Y	X	Y
0,57	1	0	0,43	1
			1	1,09
			0,7	1,63

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

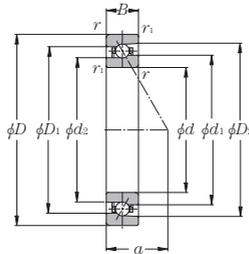
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,5	0,42	1	0,84

wenn  $P_{or} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Lager- freiraum cm <sup>3</sup>	Gewicht kg	Bordmaße				Anschlussmaße					
			mm				mm					
a	Einzellager	Einzellager	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	d <sub>a</sub> min.	d <sub>b</sub> min.	D <sub>a</sub> max.	D <sub>b</sub> max.	r <sub>as</sub> max.	r <sub>1as</sub> max.
17,2	6,0	0,12	57,6	56,6	64,4	66,8	54,5	52,5	67,5	69,5	0,6	0,3
18,9	7,7	0,17	63,6	62,4	71,4	74,1	60,5	59,5	74,5	75,5	1	0,6
19,8	8,3	0,18	68,6	67,4	76,4	79,1	65,5	64,5	79,5	80,5	1	0,6
20,7	8,9	0,19	73,6	72,4	81,4	84,0	70,5	69,5	84,5	85,5	1	0,6
23,6	14	0,31	80,1	78,6	89,8	93,2	75,5	74,5	94,5	95,5	1	0,6
24,5	15	0,33	85,1	83,6	94,8	98,2	80,5	79,5	99,5	100,5	1	0,6
25,4	16	0,34	90,1	88,6	99,8	103,2	85,5	84,5	104,5	105,5	1	0,6
27,8	22	0,48	96,8	94,9	108,2	112,3	92	89,5	113	115,5	1	0,6
28,7	23	0,51	101,8	99,9	113,2	117,3	97	94,5	118	120,5	1	0,6
29,6	24	0,53	106,8	104,9	118,2	122,3	102	99,5	123	125,5	1	0,6
32,0	32	0,74	113,8	111,7	126,2	130,6	107	104,5	133	135,5	1	0,6
32,9	33	0,77	118,8	116,7	131,2	135,6	112	109,5	138	140,5	1	0,6
33,8	35	0,80	123,8	121,7	136,2	140,6	117	114,5	143	145,5	1	0,6
37,1	47	1,08	135,4	133,0	149,6	154,7	127	124,5	158	160,5	1	0,6
40,4	62	1,40	146,9	144,2	163,1	168,9	138,5	135,5	171,5	174,5	1,5	1
42,2	66	1,48	156,9	154,2	173,1	178,8	148,5	145,5	181,5	184,5	1,5	1
47,0	99	2,30	170,5	167,3	189,5	196,3	160	155,5	200	204,5	2	1
48,8	105	2,42	180,5	177,3	199,5	206,3	170	165,5	210	214,5	2	1
50,6	111	2,55	190,5	187,3	209,5	216,3	180	175,5	220	224,5	2	1

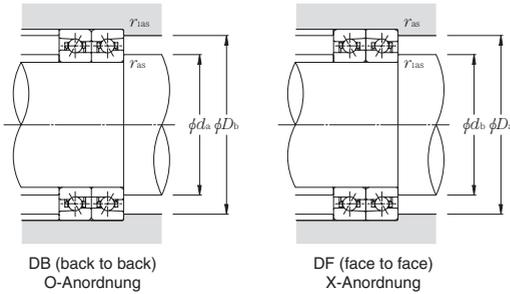
**ULTAGE** Hochgeschwindigkeitsspindellager mit Keramikkugeln Baureihe 5S-2LA-HSE9U

Druckwinkel 25°  $d$  50~170mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenzdrehzahl	
	mm					dynamisch kN		statisch kgf		kN	kgf	min <sup>-1</sup>	
	$d$	$D$	$B$	$r_{s \text{ min}}$ ①	$r_{is \text{ min}}$ ①	$C_r$	$C_{or}$	$C_r$	$C_{or}$			Fettschmierung	Ölschmierung
5S-2LA-HSE910UAD	50	72	12	0,6	0,3	10,3	5,30	1 050	545	9,75	995	24 300	41 000
5S-2LA-HSE911UAD	55	80	13	1	0,6	12,9	6,65	1 310	680	12,1	1 240	22 000	37 000
5S-2LA-HSE912UAD	60	85	13	1	0,6	13,3	7,3	1 360	740	13,3	1 360	20 500	34 500
5S-2LA-HSE913UAD	65	90	13	1	0,6	13,5	7,6	1 370	775	13,9	1 420	19 200	32 300
5S-2LA-HSE914UAD	70	100	16	1	0,6	19,7	10,8	2 010	1 100	19,9	2 030	17 500	29 400
5S-2LA-HSE915UAD	75	105	16	1	0,6	20,5	11,8	2 090	1 200	21,5	2 200	16 500	27 800
5S-2LA-HSE916UAD	80	110	16	1	0,6	20,7	12,3	2 110	1 250	22,5	2 300	15 600	26 300
5S-2LA-HSE917UAD	85	120	18	1,1	0,6	28,1	16,2	2 860	1 660	29,4	3 000	14 500	24 400
5S-2LA-HSE918UAD	90	125	18	1,1	0,6	29,2	17,6	2 980	1 790	31,5	3 250	13 800	23 300
5S-2LA-HSE919UAD	95	130	18	1,1	0,6	29,5	18,3	3 000	1 870	33,0	3 400	13 200	22 200
5S-2LA-HSE920UAD	100	140	20	1,1	0,6	34,5	21,4	3 500	2 190	39,0	4 000	12 400	20 800
5S-2LA-HSE921UAD	105	145	20	1,1	0,6	34,5	22,3	3 550	2 270	40,5	4 150	11 900	20 000
5S-2LA-HSE922UAD	110	150	20	1,1	0,6	35,0	23,1	3 600	2 360	42,0	4 300	11 400	19 200
5S-2LA-HSE924UAD	120	165	22	1,1	0,6	45,0	29,6	4 600	3 000	54,0	5 550	10 400	17 500
5S-2LA-HSE926UAD	130	180	24	1,5	1	55,5	36,5	5 700	3 750	67,0	6 850	9 600	16 100
5S-2LA-HSE928UAD	140	190	24	1,5	1	56,0	38,0	5 700	3 900	70,0	7 150	9 000	15 200
5S-2LA-HSE930UAD	150	210	28	2	1	75,0	50,5	7 650	5 150	92,5	9 450	8 200	13 900
5S-2LA-HSE932UAD	160	220	28	2	1	75,5	52,5	7 700	5 350	96,5	9 850	7 800	13 200
5S-2LA-HSE934UAD	170	230	28	2	1	76,0	54,5	7 750	5 600	100	10 200	7 400	12 500

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



**dynamisch äquivalente Belastung**

$P_r = X F_r + Y F_a$

e	einreihig/Tandem				back to back/face to face			
	$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$		$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0,68	1	0	0,41	0,87	1	0,92	0,67	1,41

**statisch äquivalente Belastung**

$P_{or} = X_o F_r + Y_o F_a$

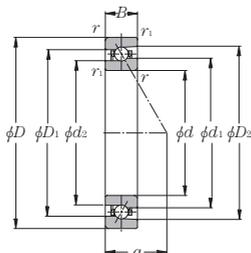
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_o$	$Y_o$	$X_o$	$Y_o$
0,5	0,38	1	0,76

wenn  $P_{or} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Lager- freiraum cm <sup>3</sup>	Gewicht kg	Bordmaße				Anschlussmaße					
			mm				mm					
a	Einzellager	Einzellager	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	d <sub>a</sub> min.	d <sub>b</sub> min.	D <sub>a</sub> max.	D <sub>b</sub> max.	r <sub>as</sub> max.	r <sub>1as</sub> max.
20,3	6,0	0,12	57,6	56,6	64,4	66,7	54,5	52,5	67,5	69,5	0,6	0,3
22,4	7,7	0,17	63,6	62,4	71,4	74,1	60,5	59,5	74,5	75,5	1	0,6
23,5	8,3	0,18	68,6	67,4	76,4	79,0	65,5	64,5	79,5	80,5	1	0,6
24,7	8,9	0,19	73,6	72,4	81,4	84,0	70,5	69,5	84,5	85,5	1	0,6
28,0	14	0,31	80,1	78,6	89,8	93,2	75,5	74,5	94,5	95,5	1	0,6
29,1	15	0,33	85,1	83,6	94,8	98,2	80,5	79,5	99,5	100,5	1	0,6
30,3	16	0,34	90,1	88,6	99,8	103,2	85,5	84,5	104,5	105,5	1	0,6
33,1	22	0,48	96,8	94,9	108,2	112,3	92	89,5	113	115,5	1	0,6
34,2	23	0,51	101,8	99,9	113,2	117,3	97	94,5	118	120,5	1	0,6
35,4	24	0,53	106,8	104,9	118,2	122,3	102	99,5	123	125,5	1	0,6
38,2	32	0,74	113,8	111,7	126,2	130,6	107	104,5	133	135,5	1	0,6
39,3	33	0,77	118,8	116,7	131,2	135,6	112	109,5	138	140,5	1	0,6
40,5	35	0,80	123,8	121,7	136,2	140,6	117	114,5	143	145,5	1	0,6
44,4	47	1,08	135,4	133,0	149,6	154,7	127	124,5	158	160,5	1	0,6
48,4	62	1,40	146,9	144,2	163,1	168,8	138,5	135,5	171,5	174,5	1,5	1
50,7	66	1,48	156,9	154,2	173,1	178,8	148,5	145,5	181,5	184,5	1,5	1
56,3	99	2,30	170,5	167,3	189,5	196,3	160	155,5	200	204,5	2	1
58,6	105	2,42	180,5	177,3	199,5	206,3	170	165,5	210	214,5	2	1
60,9	111	2,55	190,5	187,3	209,5	216,3	180	175,5	220	224,5	2	1

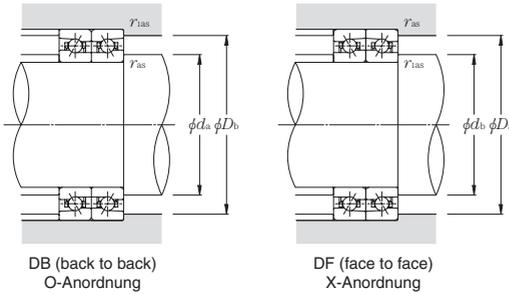
**ULTAGE** Hochgeschwindigkeitsspindellager mit Keramikkugeln Baureihe 5S-2LA-HSE0

Druckwinkel 15°  $d$  50~170mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Faktor $f_0$	Grenzdrehzahl	
	mm					dynamisch		statisch		kN	kgf		min <sup>-1</sup>	
	$d$	$D$	$B$	$r_{1s \text{ min}}$ ①	$r_{1s \text{ min}}$ ①	$C_r$	$C_{or}$	$C_r$	$C_{or}$				Fett-schmierung	Öl-schmierung
5S-2LA-HSE010C	50	80	16	1	0,6	15,9	7,90	1 620	805	10,5	1 070	7,2	24 000	39 800
5S-2LA-HSE011C	55	90	18	1,1	0,6	17,3	9,40	1 760	960	12,5	1 280	7,4	21 500	35 700
5S-2LA-HSE012C	60	95	18	1,1	0,6	18,1	10,4	1 850	1 060	13,9	1 420	7,4	20 100	33 400
5S-2LA-HSE013C	65	100	18	1,1	0,6	18,4	10,9	1 870	1 120	14,6	1 490	7,5	18 900	31 400
5S-2LA-HSE014C	70	110	20	1,1	0,6	22,5	13,8	2 290	1 410	18,4	1 880	7,5	17 300	28 700
5S-2LA-HSE015C	75	115	20	1,1	0,6	23,9	15,5	2 440	1 590	20,8	2 120	7,5	16 400	27 200
5S-2LA-HSE016C	80	125	22	1,1	0,6	27,4	17,8	2 790	1 820	23,8	2 430	7,5	15 200	25 200
5S-2LA-HSE017C	85	130	22	1,1	0,6	27,7	18,6	2 830	1 900	24,9	2 540	7,6	14 500	24 100
5S-2LA-HSE018C	90	140	24	1,5	1	32,0	21,8	3 300	2 220	29,2	2 970	7,6	13 600	22 500
5S-2LA-HSE019C	95	145	24	1,5	1	32,5	22,7	3 300	2 310	30,5	3 100	7,6	13 000	21 600
5S-2LA-HSE020C	100	150	24	1,5	1	33,5	24,4	3 450	2 480	32,5	3 350	7,6	12 500	20 700
5S-2LA-HSE021C	105	160	26	2	1	38,5	28,2	3 950	2 880	38,0	3 850	7,6	11 800	19 500
5S-2LA-HSE022C	110	170	28	2	1	48,0	34,0	4 900	3 500	45,5	4 650	7,6	11 100	18 500
5S-2LA-HSE024C	120	180	28	2	1	48,0	35,5	4 900	3 650	47,5	4 850	7,6	10 400	17 200
5S-2LA-HSE026C	130	200	33	2	1	69,0	49,5	7 050	5 000	66,0	6 700	7,5	9 500	15 700
5S-2LA-HSE028C	140	210	33	2	1	71,5	53,5	7 300	5 450	71,5	7 300	7,6	8 900	14 800
5S-2LA-HSE030C	150	225	35	2,1	1,1	73,5	57,5	7 500	5 850	77,0	7 850	7,6	8 300	13 800
5S-2LA-HSE032C	160	240	38	2,1	1,1	86,0	67,0	8 800	6 850	90,0	9 150	7,6	7 800	12 900
5S-2LA-HSE034C	170	260	42	2,1	1,1	99,0	77,0	10 100	7 850	103	10 500	7,6	7 300	12 000

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_r = X F_r + Y F_a$$

$i \cdot f_0 \cdot P_a$ $C_{Or}$	$e$	einreihig/Tandem		back to back/face to face	
		$F_d/F_r \leq e$	$F_d/F_r > e$	$F_d/F_r \leq e$	$F_d/F_r > e$
		X	Y	X	Y
0,178	0,35			1,57	1,76
0,357	0,36			1,53	1,71
0,714	0,38			1,46	1,64
1,07	0,4			1,42	1,59
1,43	0,41	1	0	1,38	1,55
2,14	0,43		0,44	1,33	1,49
3,57	0,44			1,25	1,4
5,35	0,47			1,18	1,32
7,14	0,49			1,13	1,26

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{Or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

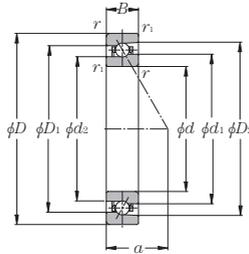
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,52	0,54	1,04	1,08

wenn  $P_{\alpha} < F_r$ ; bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{Or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Lager- freiraum cm <sup>3</sup>	Gewicht kg	Bordmaße				Anschlussmaße					
			mm				mm					
$\alpha$	Einzellager	Einzellager	$d_1$	$d_2$	$D_1$	$D_2$	$d_a$ min.	$d_b$ min.	$D_a$ max.	$D_b$ max.	$r_{as}$ max.	$r_{1as}$ max.
16,8	12	0,23	60,1	58,6	69,9	73,3	55,5	54,5	74,5	75,5	1	0,6
18,8	16	0,37	67,6	66,2	77,4	80,8	62	59,5	83	85,5	1	0,6
19,5	17	0,40	72,6	71,2	82,4	85,8	67	64,5	88	90,5	1	0,6
20,1	18	0,42	77,6	76,2	87,4	90,8	72	69,5	93	95,5	1	0,6
22,2	24	0,60	84,8	83,0	95,2	99,1	77	74,5	103	105,5	1	0,6
22,8	25	0,64	89,8	88,0	100,2	104,1	82	79,5	108	110,5	1	0,6
24,8	34	0,86	96,8	94,9	108,2	112,5	87	84,5	118	120,5	1	0,6
25,5	35	0,90	101,8	99,9	113,2	117,5	92	89,5	123	125,5	1	0,6
27,5	45	1,18	108,8	106,7	121,2	125,8	98,5	95,5	131,5	134,5	1,5	1
28,2	47	1,23	113,8	111,7	126,2	130,8	103,5	100,5	136,5	139,5	1,5	1
28,9	49	1,28	118,8	116,7	131,2	135,8	108,5	105,5	141,5	144,5	1,5	1
30,9	61	1,63	125,8	123,6	139,2	144,1	115	110,5	150	154,5	2	1
32,9	77	1,99	132,4	129,8	147,6	153,3	120	115,5	160	164,5	2	1
34,2	82	2,14	142,4	139,8	157,6	163,3	130	125,5	170	174,5	2	1
38,8	130	3,18	155,5	152,3	174,5	181,6	140	135,5	190	194,5	2	1
40,1	129	3,41	165,5	162,4	184,5	191,5	150	145,5	200	204,5	2	1
42,8	163	4,17	178,0	174,8	197,0	204,1	162	157	213	218	2	1
46,0	206	5,09	189,5	186,0	210,5	218,2	172	167	228	233	2	1
50,0	272	6,90	203,6	199,8	226,4	234,9	182	177	248	253	2	1

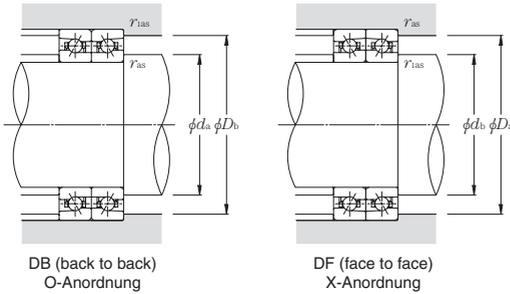
**ULTAGE** Hochgeschwindigkeitsspindellager mit Keramikugeln Baureihe 5S-2LA-HSE0

Druckwinkel 20°  $d$  50~170mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenzdrehzahl	
	mm					dynamisch kN		statisch kgf		kN	kgf	min <sup>-1</sup>	
	d	D	B	r <sub>s</sub> min <sup>①</sup>	r <sub>1s</sub> min <sup>①</sup>	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>			Fettschmierung	Ölschmierung
5S-2LA-HSE010	50	80	16	1	0,6	15,5	7,75	1 580	790	12,1	1 230	26 500	43 300
5S-2LA-HSE011	55	90	18	1,1	0,6	16,8	9,20	1 720	935	14,4	1 460	23 700	38 800
5S-2LA-HSE012	60	95	18	1,1	0,6	17,6	10,2	1 800	1 040	15,9	1 620	22 200	36 300
5S-2LA-HSE013	65	100	18	1,1	0,6	17,9	10,7	1 830	1 090	16,7	1 710	20 800	34 100
5S-2LA-HSE014	70	110	20	1,1	0,6	21,9	13,5	2 230	1 370	21,1	2 150	19 100	31 200
5S-2LA-HSE015	75	115	20	1,1	0,6	23,3	15,2	2 380	1 550	23,8	2 420	18 100	29 600
5S-2LA-HSE016	80	125	22	1,1	0,6	26,7	17,4	2 720	1 770	27,2	2 780	16 800	27 400
5S-2LA-HSE017	85	130	22	1,1	0,6	27,0	18,1	2 760	1 850	28,4	2 900	16 000	26 200
5S-2LA-HSE018	90	140	24	1,5	1	31,5	21,3	3 200	2 170	33,5	3 400	15 000	24 500
5S-2LA-HSE019	95	145	24	1,5	1	31,5	22,1	3 250	2 260	34,5	3 550	14 300	23 400
5S-2LA-HSE020	100	150	24	1,5	1	33,0	23,8	3 350	2 420	37,5	3 800	13 800	22 500
5S-2LA-HSE021	105	160	26	2	1	37,5	27,5	3 850	2 810	43,0	4 400	13 000	21 200
5S-2LA-HSE022	110	170	28	2	1	46,5	33,5	4 750	3 400	52,0	5 300	12 300	20 100
5S-2LA-HSE024	120	180	28	2	1	47,0	35,0	4 800	3 550	54,5	5 550	11 500	18 700
5S-2LA-HSE026	130	200	33	2	1	67,5	48,0	6 900	4 900	75,5	7 700	10 400	17 000
5S-2LA-HSE028	140	210	33	2	1	70,0	52,0	7 100	5 300	81,5	8 300	9 800	16 100
5S-2LA-HSE030	150	225	35	2,1	1,1	72,0	56,0	7 300	5 700	88,0	8 950	9 200	15 000
5S-2LA-HSE032	160	240	38	2,1	1,1	84,0	65,5	8 550	6 700	103	10 500	8 600	14 100
5S-2LA-HSE034	170	260	42	2,1	1,1	96,5	75,0	9 850	7 650	118	12 000	8 000	13 100

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung r oder r<sub>1</sub>.



**dynamisch äquivalente Belastung**

$P_r = X F_r + Y F_a$

e	einreihig/Tandem				back to back/face to face			
	$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$		$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0,57	1	0	0,43	1	1	1,09	0,7	1,63

**statisch äquivalente Belastung**

$P_{or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$

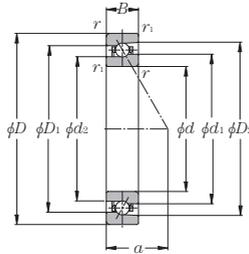
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,5	0,42	1	0,84

wenn  $P_{or} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Lager- freiraum cm <sup>3</sup>	Gewicht kg	Bordmaße				Anschlussmaße												
			mm				mm												
			$d_1$	$d_2$	$D_1$	$D_2$	$d_a$ min.	$d_b$ min.	$D_a$ max.	$D_b$ max.	$r_{as}$ max.	$r_{1as}$ max.							
a	Einzellager	Einzellager																	
19,9	12	0,23	60,1	58,6	69,9	73,2	55,5	54,5	74,5	75,5	1	0,6							
22,3	16	0,37	67,6	66,2	77,4	80,8	62	59,5	83	85,5	1	0,6							
23,2	17	0,40	72,6	71,2	82,4	85,8	67	64,5	88	90,5	1	0,6							
24,1	18	0,42	77,6	76,2	87,4	90,8	72	69,5	93	95,5	1	0,6							
26,5	24	0,60	84,8	83,0	95,2	99,1	77	74,5	103	105,5	1	0,6							
27,4	25	0,64	89,8	88,0	100,2	104,1	82	79,5	108	110,5	1	0,6							
29,8	34	0,86	96,8	94,9	108,2	112,5	87	84,5	118	120,5	1	0,6							
30,7	35	0,90	101,8	99,9	113,2	117,4	92	89,5	123	125,5	1	0,6							
33,1	45	1,18	108,8	106,7	121,2	125,8	98,5	95,5	131,5	134,5	1,5	1							
34,0	47	1,23	113,8	111,7	126,2	130,8	103,5	100,5	136,5	139,5	1,5	1							
34,9	49	1,28	118,8	116,7	131,2	135,8	108,5	105,5	141,5	144,5	1,5	1							
37,3	61	1,63	125,8	123,6	139,2	144,1	115	110,5	150	154,5	2	1							
39,7	77	1,99	132,4	129,8	147,6	153,2	120	115,5	160	164,5	2	1							
41,5	82	2,14	142,4	139,8	157,6	163,2	130	125,5	170	174,5	2	1							
46,8	130	3,18	155,5	152,3	174,5	181,5	140	135,5	190	194,5	2	1							
48,6	129	3,41	165,5	162,4	184,5	191,5	150	145,5	200	204,5	2	1							
51,9	163	4,17	178,0	174,8	197,0	204,0	162	157	213	218	2	1							
55,7	206	5,09	189,5	186,0	210,5	218,2	172	167	228	233	2	1							
60,4	272	6,90	203,6	199,8	226,4	234,9	182	177	248	253	2	1							

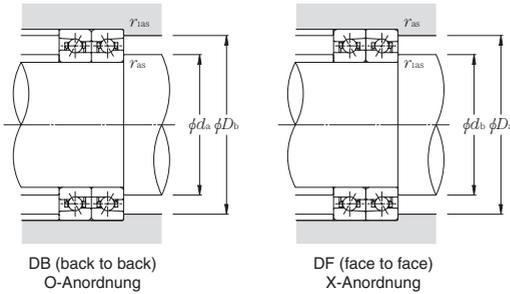
**ULTAGE** Hochgeschwindigkeitsspindellager mit Keramikkugeln Baureihe 5S-2LA-HSE0

Druckwinkel 25°  $d$  50~170mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenzdrehzahl	
	mm					dynamisch kN		statisch kgf		kN	kgf	min <sup>-1</sup>	
	d	D	B	r <sub>s</sub> min <sup>①</sup>	r <sub>is</sub> min <sup>①</sup>	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>			Fettschmierung	Ölschmierung
5S-2LA-HSE010AD	50	80	16	1	0,6	15,0	7,50	1 530	765	13,8	1 400	22 800	38 500
5S-2LA-HSE011AD	55	90	18	1,1	0,6	16,3	8,90	1 660	910	16,4	1 670	20 500	34 500
5S-2LA-HSE012AD	60	95	18	1,1	0,6	17,1	9,85	1 740	1 000	18,1	1 850	19 200	32 300
5S-2LA-HSE013AD	65	100	18	1,1	0,6	17,3	10,4	1 770	1 060	19,0	1 940	18 000	30 300
5S-2LA-HSE014AD	70	110	20	1,1	0,6	21,2	13,0	2 160	1 330	24,0	2 440	16 500	27 800
5S-2LA-HSE015AD	75	115	20	1,1	0,6	22,5	14,7	2 300	1 500	27,0	2 760	15 600	26 300
5S-2LA-HSE016AD	80	125	22	1,1	0,6	25,8	16,9	2 630	1 720	31,0	3 150	14 500	24 400
5S-2LA-HSE017AD	85	130	22	1,1	0,6	26,1	17,6	2 660	1 790	32,5	3 300	13 800	23 300
5S-2LA-HSE018AD	90	140	24	1,5	1	30,5	20,6	3 100	2 100	38,0	3 850	12 900	21 700
5S-2LA-HSE019AD	95	145	24	1,5	1	30,5	21,4	3 150	2 190	39,5	4 000	12 400	20 800
5S-2LA-HSE020AD	100	150	24	1,5	1	31,5	23,0	3 250	2 350	42,5	4 300	11 900	20 000
5S-2LA-HSE021AD	105	160	26	2	1	36,5	26,7	3 700	2 720	49,0	5 000	11 200	18 900
5S-2LA-HSE022AD	110	170	28	2	1	45,0	32,5	4 600	3 300	59,5	6 050	10 600	17 900
5S-2LA-HSE024AD	120	180	28	2	1	45,5	33,5	4 650	3 450	62,0	6 300	9 900	16 700
5S-2LA-HSE026AD	130	200	33	2	1	65,0	46,5	6 650	4 750	85,5	8 750	9 000	15 200
5S-2LA-HSE028AD	140	210	33	2	1	67,5	50,5	6 900	5 150	92,5	9 450	8 500	14 300
5S-2LA-HSE030AD	150	225	35	2,1	1,1	69,5	54,5	7 050	5 550	100	10 200	7 900	13 300
5S-2LA-HSE032AD	160	240	38	2,1	1,1	81,0	63,5	8 300	6 450	117	11 900	7 400	12 500
5S-2LA-HSE034AD	170	260	42	2,1	1,1	93,0	73,0	9 500	7 450	134	13 700	6 900	11 600

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung r oder r<sub>1</sub>.



**dynamisch äquivalente Belastung**

$P_r = X F_r + Y F_a$

e	einreihig/Tandem		back to back/face to face					
	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	$F_a/F_r > e$	$F_a/F_r > e$		
0,68	X	Y	X	Y	X	Y		
	1	0	0,41	0,87	1	0,92	0,67	1,41

**statisch äquivalente Belastung**

$P_{or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$

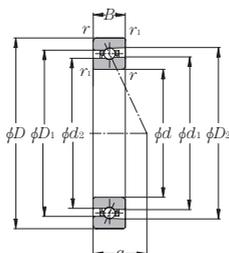
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,5	0,38	1	0,76

wenn  $P_{or} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Lager- freiraum cm <sup>3</sup>	Gewicht kg	Bordmaße				Anschlussmaße					
			mm				mm					
a	Einzellager	Einzellager	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	d <sub>a</sub> min.	d <sub>b</sub> min.	D <sub>a</sub> max.	D <sub>b</sub> max.	r <sub>as</sub> max.	r <sub>1as</sub> max.
23,3	12	0,23	60,1	58,6	69,9	73,2	55,5	54,5	74,5	75,5	1	0,6
26,1	16	0,37	67,6	66,2	77,4	80,8	62	59,5	83	85,5	1	0,6
27,2	17	0,40	72,6	71,2	82,4	85,8	67	64,5	88	90,5	1	0,6
28,4	18	0,40	77,6	76,2	87,4	90,8	72	69,5	93	95,5	1	0,6
31,1	24	0,60	84,8	83,0	95,2	99,1	77	74,5	103	105,5	1	0,6
32,3	25	0,64	89,8	88,0	100,2	104,1	82	79,5	108	110,5	1	0,6
35,1	34	0,86	96,8	94,9	108,2	112,5	87	84,5	118	120,5	1	0,6
36,2	35	0,90	101,8	99,9	113,2	117,4	92	89,5	123	125,5	1	0,6
39,0	45	1,18	108,8	106,7	121,2	125,8	98,5	95,5	131,5	134,5	1,5	1
40,2	47	1,23	113,8	111,7	126,2	130,8	103,5	100,5	136,5	139,5	1,5	1
41,3	49	1,28	118,8	116,7	131,2	135,8	108,5	105,5	141,5	144,5	1,5	1
44,1	61	1,63	125,8	123,6	139,2	144,1	115	110,5	150	154,5	2	1
46,9	77	1,99	132,4	129,8	147,6	153,2	120	115,5	160	164,5	2	1
49,2	82	2,14	142,4	139,8	157,6	163,2	130	125,5	170	174,5	2	1
55,3	130	3,18	155,5	152,3	174,5	181,5	140	135,5	190	194,5	2	1
57,6	129	3,41	165,5	162,4	184,5	191,5	150	145,5	200	204,5	2	1
61,5	163	4,17	178,0	174,8	197,0	204,0	162	157	213	218	2	1
66,0	206	5,09	189,5	186,0	210,5	218,2	172	167	228	233	2	1
71,5	272	6,90	203,6	199,8	226,4	234,9	182	177	248	253	2	1

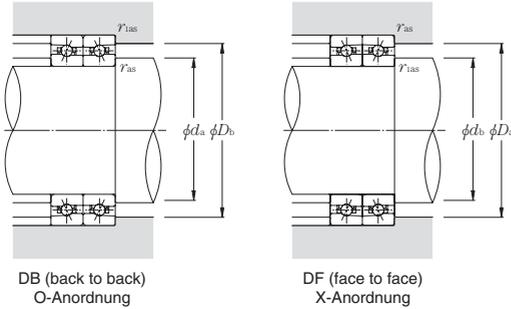
**ULTAGE** Ultra-Hochgeschwindigkeitsspindellager mit Keramikkugeln Baureihe 5S-2LA-HSF0

Druckwinkel 25°  $d$  50~100mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen mm						Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenzdrehzahl min <sup>-1</sup> Öl-schmierung
	$d$	$D$	$B$	$r_3$ min <sup>①</sup>	$r_{1s}$ min <sup>①</sup>	dynamisch kN	statisch kN	dynamisch kgf	statisch kgf	kN	kgf		
5S-2LA-HSF010AD	50	80	16	1	0,6	10,1	6,20	1 030	635	11,4	1 170	50 000	
5S-2LA-HSF011AD	55	90	18	1,1	0,6	12,6	7,80	1 280	800	14,4	1 470	44 800	
5S-2LA-HSF012AD	60	95	18	1,1	0,6	12,9	8,45	1 320	860	15,5	1 580	41 900	
5S-2LA-HSF013AD	65	100	18	1,1	0,6	13,3	9,05	1 360	925	16,7	1 700	39 400	
5S-2LA-HSF014AD	70	110	20	1,1	0,6	16,2	11,1	1 650	1 130	20,4	2 080	36 100	
5S-2LA-HSF015AD	75	115	20	1,1	0,6	16,7	11,9	1 700	1 210	21,8	2 220	34 200	
5S-2LA-HSF016AD	80	125	22	1,1	0,6	19,9	14,2	2 030	1 440	26,0	2 660	31 700	
5S-2LA-HSF017AD	85	130	22	1,1	0,6	20,1	14,7	2 050	1 500	27,0	2 750	30 200	
5S-2LA-HSF018AD	90	140	24	1,5	1	24,5	18,2	2 500	1 860	33,5	3 400	28 300	
5S-2LA-HSF019AD	95	145	24	1,5	1	24,7	18,8	2 520	1 920	34,5	3 550	27 100	
5S-2LA-HSF020AD	100	150	24	1,5	1	25,3	20,0	2 580	2 040	37,0	3 750	26 000	

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



DB (back to back)  
O-Anordnung

DF (face to face)  
X-Anordnung

**dynamisch äquivalente Belastung**

$P_r = X F_r + Y F_a$

e	einreihig/Tandem		back to back/face to face	
	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$
	X	Y	X	Y
0,68	1	0	0,41	0,87
			1	0,92
			0,67	1,41

**statisch äquivalente Belastung**

$P_{or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$

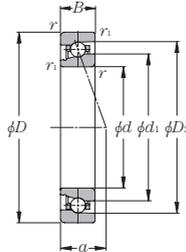
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,5	0,38	1	0,76

wenn  $P_{or} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Lager- freiraum cm <sup>3</sup>	Gewicht kg	Bordmaße				Anschlussmaße					
			mm				mm					
a	Einzellager	Einzellager	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	d <sub>a</sub> min.	d <sub>b</sub> min.	D <sub>a</sub> max.	D <sub>b</sub> max.	r <sub>as</sub> max.	r <sub>1as</sub> max.
23,3	10	0,29	61,6	60,6	68,4	70,9	55,5	54,5	74,5	75,5	1	0,6
26,0	14	0,42	68,6	67,4	76,4	79,2	62	59,5	83	85,5	1	0,6
27,2	15	0,45	73,6	72,4	81,4	84,2	67	64,5	88	90,5	1	0,6
28,3	16	0,48	78,6	77,4	86,4	89,2	72	69,5	93	95,5	1	0,6
31,1	22	0,67	85,6	84,3	94,4	97,5	77	74,5	103	105,5	1	0,6
32,3	24	0,71	90,6	89,3	99,4	102,5	82	79,5	108	110,5	1	0,6
35,0	31	0,95	97,6	96,2	107,4	110,8	87	84,5	118	120,5	1	0,6
36,2	33	1,00	102,6	101,2	112,4	115,8	92	89,5	123	125,5	1	0,6
39,0	41	1,31	109,8	108,0	120,2	124,2	98,5	95,5	131,5	134,5	1,5	1
40,1	43	1,36	114,8	113,0	125,2	129,2	103,5	100,5	136,5	139,5	1,5	1
41,3	45	1,42	119,8	118,0	130,2	134,2	108,5	105,5	141,5	144,5	1,5	1

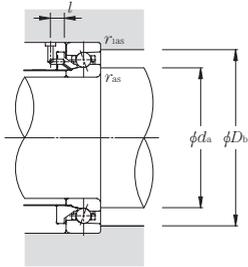
**ULTAGE** Hochgeschwindigkeitsspindellager mit umweltorientiertem Öl-Einspritzring und mit Keramikkugeln Baureihe 5S-2LA-HSL9U

Druckwinkel 20°  $d$  50~130mm



Lager- kurzzeichen	Abmessungen						Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenz- drehzahl min <sup>-1</sup> Öl- schmierung
	mm						dynamisch kN		statisch kgf		kN	kgf	
	d	D	B	r <sub>3 min</sub> <sup>①</sup>	r <sub>18 min</sub> <sup>①</sup>		C <sub>t</sub>	C <sub>or</sub>	C <sub>t</sub>	C <sub>or</sub>			
5S-2LA-HSL910U	50	72	12	0,6	0,3	10,7	5,50	1 090	560	8,55	875	46 100	
5S-2LA-HSL911U	55	80	13	1	0,6	13,3	6,85	1 360	700	10,6	1 090	41 700	
5S-2LA-HSL912U	60	85	13	1	0,6	13,8	7,50	1 410	765	11,6	1 190	38 800	
5S-2LA-HSL913U	65	90	13	1	0,6	13,9	7,85	1 420	800	12,2	1 250	36 300	
5S-2LA-HSL914U	70	100	16	1	0,6	20,4	11,2	2 080	1 140	17,4	1 780	33 100	
5S-2LA-HSL915U	75	105	16	1	0,6	21,2	12,2	2 160	1 240	19,0	1 940	31 300	
5S-2LA-HSL916U	80	110	16	1	0,6	21,4	12,7	2 190	1 290	19,8	2 020	29 600	
5S-2LA-HSL917U	85	120	18	1,1	0,6	29,1	16,8	2 960	1 710	26,1	2 670	27 400	
5S-2LA-HSL918U	90	125	18	1,1	0,6	30,0	18,1	3 100	1 850	28,3	2 890	26 200	
5S-2LA-HSL919U	95	130	18	1,1	0,6	30,5	18,9	3 100	1 930	29,4	3 000	25 000	
5S-2LA-HSL920U	100	140	20	1,1	0,6	35,5	22,1	3 600	2 260	34,0	3 500	23 400	
5S-2LA-HSL921U	105	145	20	1,1	0,6	36,0	23,0	3 650	2 350	35,5	3 650	22 500	
5S-2LA-HSL922U	110	150	20	1,1	0,6	36,5	23,9	3 700	2 430	37,0	3 800	21 600	
5S-2LA-HSL924U	120	165	22	1,1	0,6	46,5	30,5	4 750	3 100	47,5	4 850	19 700	
5S-2LA-HSL926U	130	180	24	1,5	1	57,5	38,0	5 850	3 850	58,5	6 000	18 100	

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .  
 ② Für Einheiten der Öleinspritzringe wenden Sie sich bitte an das NTN Engineering.



**dynamisch äquivalente Belastung**

$P_i = X F_r + Y F_a$

e	einreihig/Tandem				back to back/face to face			
	$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$		$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0,57	1	0	0,43	1	1	1,09	0,7	1,63

**statisch äquivalente Belastung**

$P_{0r} = X_0 F_r + Y_0 F_a$

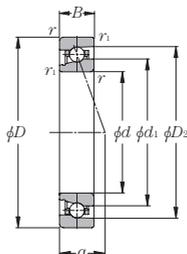
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,5	0,42	1	0,84

wenn  $P_{0r} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{0r} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Gewicht kg Einzellager (etwa)	Bordmaße mm		Anschlussmaße mm				Lager- kurzzeichen
		$d_1$	$D_2$	$d_a$ min	$D_b$ max	$r_{1as}$ max	$f$ min	
17,2	0,11	57,6	66,8	54,5	69,5	0,3	8,5	5S-2LA-HSL910U
18,9	0,16	63,6	74,1	60,5	75,5	0,6	8,5	5S-2LA-HSL911U
19,8	0,17	68,6	79,1	65,5	80,5	0,6	8,5	5S-2LA-HSL912U
20,7	0,17	73,6	84,0	70,5	85,5	0,6	8,5	5S-2LA-HSL913U
23,6	0,29	80,1	93,2	75,5	95,5	0,6	8,5	5S-2LA-HSL914U
24,5	0,31	85,1	98,2	80,5	100,5	0,6	9	5S-2LA-HSL915U
25,4	0,32	90,1	103,2	85,5	105,5	0,6	9	5S-2LA-HSL916U
27,8	0,45	96,8	112,3	92	115,5	0,6	9	5S-2LA-HSL917U
28,7	0,48	101,8	117,3	97	120,5	0,6	9	5S-2LA-HSL918U
29,6	0,50	106,8	122,3	102	125,5	0,6	9	5S-2LA-HSL919U
32,0	0,69	113,8	130,6	107	135,5	0,6	9	5S-2LA-HSL920U
32,9	0,72	118,8	135,6	112	140,5	0,6	9	5S-2LA-HSL921U
33,8	0,75	123,8	140,6	117	145,5	0,6	9	5S-2LA-HSL922U
37,1	1,01	135,4	154,7	127	160,5	0,6	9	5S-2LA-HSL924U
40,4	1,32	146,9	168,9	138,5	174,5	1	9	5S-2LA-HSL926U

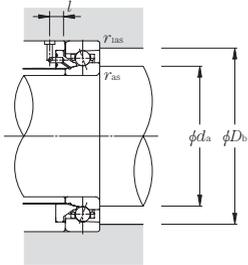
**ULTAGE** Hochgeschwindigkeitsspindellager mit umweltorientiertem Öl-Einspritzring und mit Keramikkugeln Baureihe 5S-2LA-HSL9U

Druckwinkel 25°  $d$  50~130mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen mm						Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenzdrehzahl min <sup>-1</sup> Öl-schmierung
	d	D	B	r <sub>3 min</sub> <sup>①</sup>	r <sub>18 min</sub> <sup>①</sup>	C <sub>t</sub>	C <sub>or</sub>	C <sub>t</sub>	C <sub>or</sub>	kN	kgf		
5S-2LA-HSL910UAD	50	72	12	0,6	0,3	10,3	5,30	1 050	545	9,75	995	41 000	
5S-2LA-HSL911UAD	55	80	13	1	0,6	12,9	6,65	1 310	680	12,1	1 240	37 000	
5S-2LA-HSL912UAD	60	85	13	1	0,6	13,3	7,3	1 360	740	13,3	1 360	34 500	
5S-2LA-HSL913UAD	65	90	13	1	0,6	13,5	7,6	1 370	775	13,9	1 420	32 300	
5S-2LA-HSL914UAD	70	100	16	1	0,6	19,7	10,8	2 010	1 100	19,9	2 030	29 400	
5S-2LA-HSL915UAD	75	105	16	1	0,6	20,5	11,8	2 090	1 200	21,5	2 200	27 800	
5S-2LA-HSL916UAD	80	110	16	1	0,6	20,7	12,3	2 110	1 250	22,5	2 300	26 300	
5S-2LA-HSL917UAD	85	120	18	1,1	0,6	28,1	16,2	2 860	1 660	29,4	3 000	24 400	
5S-2LA-HSL918UAD	90	125	18	1,1	0,6	29,2	17,6	2 980	1 790	31,5	3 250	23 300	
5S-2LA-HSL919UAD	95	130	18	1,1	0,6	29,5	18,3	3 000	1 870	33,0	3 400	22 200	
5S-2LA-HSL920UAD	100	140	20	1,1	0,6	34,5	21,4	3 500	2 190	39,0	4 000	20 800	
5S-2LA-HSL921UAD	105	145	20	1,1	0,6	34,5	22,3	3 550	2 270	40,5	4 150	20 000	
5S-2LA-HSL922UAD	110	150	20	1,1	0,6	35,0	23,1	3 600	2 360	42,0	4 300	19 200	
5S-2LA-HSL924UAD	120	165	22	1,1	0,6	45,0	29,6	4 600	3 000	54,0	5 550	17 500	
5S-2LA-HSL926UAD	130	180	24	1,5	1	55,5	36,5	5 700	3 750	67,0	6 850	16 100	

- ① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .
- ② Für Einzelheiten der Öleinspritzringe wenden Sie sich bitte an das NTN Engineering.



**dynamisch äquivalente Belastung**

$P_i = X F_r + Y F_a$

e	einreihig/Tandem				back to back/face to face			
	$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$		$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0,68	1	0	0,41	0,87	1	0,92	0,67	1,41

**statisch äquivalente Belastung**

$P_{0r} = X_0 F_r + Y_0 F_a$

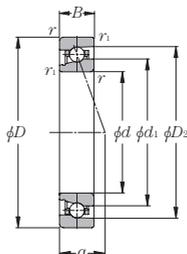
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,5	0,38	1	0,76

wenn  $P_{0r} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{0r} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Gewicht kg Einzellager	Bordmaße mm		Anschlussmaße mm				Lager- kurzzeichen
		$d_1$	$D_2$	$d_a$ min.	$D_b$ max.	$r_{1as}$ max.	$f$ min.	
20,3	0,11	57,6	66,7	54,5	69,5	0,3	8,5	5S-2LA-HSL910UAD
22,4	0,16	63,6	74,1	60,5	75,5	0,6	8,5	5S-2LA-HSL911UAD
23,5	0,17	68,6	79,0	65,5	80,5	0,6	8,5	5S-2LA-HSL912UAD
24,7	0,17	73,6	84,0	70,5	85,5	0,6	8,5	5S-2LA-HSL913UAD
28,0	0,29	80,1	93,2	75,5	95,5	0,6	8,5	5S-2LA-HSL914UAD
29,1	0,31	85,1	98,2	80,5	100,5	0,6	9	5S-2LA-HSL915UAD
30,3	0,32	90,1	103,2	85,5	105,5	0,6	9	5S-2LA-HSL916UAD
33,1	0,45	96,8	112,3	92	115,5	0,6	9	5S-2LA-HSL917UAD
34,2	0,48	101,8	117,3	97	120,5	0,6	9	5S-2LA-HSL918UAD
35,4	0,50	106,8	122,3	102	125,5	0,6	9	5S-2LA-HSL919UAD
38,2	0,69	113,8	130,6	107	135,5	0,6	9	5S-2LA-HSL920UAD
39,3	0,72	118,8	135,6	112	140,5	0,6	9	5S-2LA-HSL921UAD
40,5	0,75	123,8	140,6	117	145,5	0,6	9	5S-2LA-HSL922UAD
44,4	1,01	135,4	154,7	127	160,5	0,6	9	5S-2LA-HSL924UAD
48,4	1,32	146,9	168,8	138,5	174,5	1	9	5S-2LA-HSL926UAD

**ULTAGE** Hochgeschwindigkeitsspindellager mit umweltorientiertem Öl-Einspritzring und mit Keramikugeln Baureihe 5S-2LA-HSL0

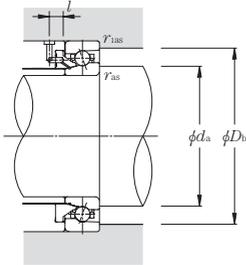
Druckwinkel 20°  $d$  50~130mm



Lager- kurzzeichen	Abmessungen						Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenz- drehzahl min <sup>-1</sup> Öl- schmierung
	mm						dynamisch kN		statisch kgf		kN	kgf	
	$d$	$D$	$B$	$r_{3 \text{ min}}$ <sup>①</sup>	$r_{18 \text{ min}}$ <sup>①</sup>		$C_t$	$C_{or}$	$C_t$	$C_{or}$			
5S-2LA-HSL010	50	80	16	1	0,6	15,5	7,75	1 580	790	12,1	1 230	43 300	
5S-2LA-HSL011	55	90	18	1,1	0,6	16,8	9,20	1 720	935	14,4	1 460	38 800	
5S-2LA-HSL012	60	95	18	1,1	0,6	17,6	10,2	1 800	1 040	15,9	1 620	36 300	
5S-2LA-HSL013	65	100	18	1,1	0,6	17,9	10,7	1 830	1 090	16,7	1 710	34 100	
5S-2LA-HSL014	70	110	20	1,1	0,6	21,9	13,5	2 230	1 370	21,1	2 150	31 200	
5S-2LA-HSL015	75	115	20	1,1	0,6	23,3	15,2	2 380	1 550	23,8	2 420	29 600	
5S-2LA-HSL016	80	125	22	1,1	0,6	26,7	17,4	2 720	1 770	27,2	2 780	27 400	
5S-2LA-HSL017	85	130	22	1,1	0,6	27,0	18,1	2 760	1 850	28,4	2 900	26 200	
5S-2LA-HSL018	90	140	24	1,5	1	31,5	21,3	3 200	2 170	33,5	3 400	24 500	
5S-2LA-HSL019	95	145	24	1,5	1	31,5	22,1	3 250	2 260	34,5	3 550	23 400	
5S-2LA-HSL020	100	150	24	1,5	1	33,0	23,8	3 350	2 420	37,5	3 800	22 500	
5S-2LA-HSL021	105	160	26	2	1	37,5	27,5	3 850	2 810	43,0	4 400	21 200	
5S-2LA-HSL022	110	170	28	2	1	46,5	33,5	4 750	3 400	52,0	5 300	20 100	
5S-2LA-HSL024	120	180	28	2	1	47,0	35,0	4 800	3 550	54,5	5 550	18 700	
5S-2LA-HSL026	130	200	33	2	1	67,5	48,0	6 900	4 900	75,5	7 700	17 000	

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .

② Für Einheiten der Öleinspritzringe wenden Sie sich bitte an das NTN Engineering.



**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_r = X F_r + Y F_a$$

e	einreihig/Tandem				back to back/face to face			
	$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$		$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0,57	1	0	0,43	1	1	1,09	0,7	1,63

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

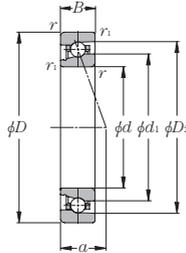
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,5	0,42	1	0,84

wenn  $P_{or} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Gewicht kg Einzellager (etwa)	Bordmaße mm		Anschlussmaße mm				Lager- kurzzeichen
		$d_1$	$D_2$	$d_a$ min.	$D_b$ max.	$r_{1as}$ max.	$t$ min.	
19,9	0,22	60,1	73,2	55,5	75,5	0,6	8,5	5S-2LA-HSL010
22,3	0,35	67,6	80,8	62	85,5	0,6	8,5	5S-2LA-HSL011
23,2	0,38	72,6	85,8	67	90,5	0,6	8,5	5S-2LA-HSL012
24,1	0,40	77,6	90,8	72	95,5	0,6	9	5S-2LA-HSL013
26,5	0,57	84,8	99,1	77	105,5	0,6	9	5S-2LA-HSL014
27,4	0,60	89,8	104,1	82	110,5	0,6	9	5S-2LA-HSL015
29,8	0,82	96,8	112,5	87	120,5	0,6	9	5S-2LA-HSL016
30,7	0,85	101,8	117,4	92	125,5	0,6	9	5S-2LA-HSL017
33,1	1,12	108,8	125,8	98,5	134,5	1	9	5S-2LA-HSL018
34,0	1,17	113,8	130,8	103,5	139,5	1	9	5S-2LA-HSL019
34,9	1,22	118,8	135,8	108,5	144,5	1	9	5S-2LA-HSL020
37,3	1,55	125,8	144,1	115	154,5	1	9	5S-2LA-HSL021
39,7	1,89	132,4	153,2	120	164,5	1	9	5S-2LA-HSL022
41,5	2,03	142,4	163,2	130	174,5	1	9	5S-2LA-HSL024
46,8	2,98	155,5	181,5	140	194,5	1	9	5S-2LA-HSL026

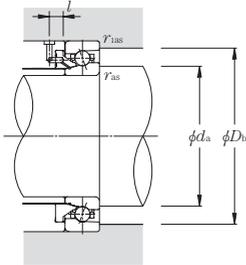
**ULTAGE** Hochgeschwindigkeitsspindellager mit umweltorientiertem Öl-Einspritzring und mit Keramikugeln Baureihe 5S-2LA-HSL0

Druckwinkel 25°  $d$  50~130mm



Lager- kurzzeichen	Abmessungen						Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenz- drehzahl min <sup>-1</sup> Öl- schmierung		
	mm						dynamisch kN		dynamisch kgf		kN			kgf	
	$d$	$D$	$B$	$r_{3\text{ min}}$ <sup>①</sup>	$r_{18\text{ min}}$ <sup>①</sup>		$C_t$	$C_{or}$	$C_t$	$C_{or}$					
5S-2LA-HSL010AD	50	80	16	1	0,6	15,0	7,50	1 530	765	13,8	1 400	38 500			
5S-2LA-HSL011AD	55	90	18	1,1	0,6	16,3	8,90	1 660	910	16,4	1 670	34 500			
5S-2LA-HSL012AD	60	95	18	1,1	0,6	17,1	9,85	1 740	1 000	18,1	1 850	32 300			
5S-2LA-HSL013AD	65	100	18	1,1	0,6	17,3	10,4	1 770	1 060	19,0	1 940	30 300			
5S-2LA-HSL014AD	70	110	20	1,1	0,6	21,2	13,0	2 160	1 330	24,0	2 440	27 800			
5S-2LA-HSL015AD	75	115	20	1,1	0,6	22,5	14,7	2 300	1 500	27,0	2 760	26 300			
5S-2LA-HSL016AD	80	125	22	1,1	0,6	25,8	16,9	2 630	1 720	31,0	3 150	24 400			
5S-2LA-HSL017AD	85	130	22	1,1	0,6	26,1	17,6	2 660	1 790	32,5	3 300	23 300			
5S-2LA-HSL018AD	90	140	24	1,5	1	30,5	20,6	3 100	2 100	38,0	3 850	21 700			
5S-2LA-HSL019AD	95	145	24	1,5	1	30,5	21,4	3 150	2 190	39,5	4 000	20 800			
5S-2LA-HSL020AD	100	150	24	1,5	1	31,5	23,0	3 250	2 350	42,5	4 300	20 000			
5S-2LA-HSL021AD	105	160	26	2	1	36,5	26,7	3 700	2 720	49,0	5 000	18 900			
5S-2LA-HSL022AD	110	170	28	2	1	45,0	32,5	4 600	3 300	59,5	6 050	17 700			
5S-2LA-HSL024AD	120	180	28	2	1	45,5	33,5	4 650	3 450	62,0	6 300	16 700			
5S-2LA-HSL026AD	130	200	33	2	1	65,0	46,5	6 650	4 750	85,5	8 750	15 200			

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .  
 ② Für Einheiten der Öleinspritzringe wenden Sie sich bitte an das NTN Engineering.



**dynamisch äquivalente Belastung**

$P_r = X F_r + Y F_a$

e	einreihig/Tandem				back to back/face to face			
	$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$		$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0,68	1	0	0,41	0,87	1	0,92	0,67	1,41

**statisch äquivalente Belastung**

$P_{or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$

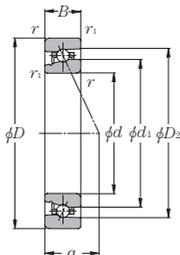
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,5	0,38	1	0,76

wenn  $P_{or} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Gewicht kg Einzellager	Bordmaße		Anschlussmaße				Lager- kurzzeichen
		mm		mm				
		$d_1$	$D_2$	$d_a$ min.	$D_0$ max.	$r_{1as}$ max.	$t$ min.	
23,3	0,22	60,1	73,2	55,5	75,5	0,6	8,5	5S-2LA-HSL010AD
26,1	0,35	67,6	80,8	62	85,5	0,6	8,5	5S-2LA-HSL011AD
27,2	0,38	72,6	85,8	67	90,5	0,6	8,5	5S-2LA-HSL012AD
28,4	0,40	77,6	90,8	72	95,5	0,6	9	5S-2LA-HSL013AD
31,1	0,57	84,8	99,1	77	105,5	0,6	9	5S-2LA-HSL014AD
32,3	0,60	89,8	104,1	82	110,5	0,6	9	5S-2LA-HSL015AD
35,1	0,82	96,8	112,5	87	120,5	0,6	9	5S-2LA-HSL016AD
36,2	0,85	101,8	117,4	92	125,5	0,6	9	5S-2LA-HSL017AD
39,0	1,12	108,8	125,8	98,5	134,5	1	9	5S-2LA-HSL018AD
40,2	1,17	113,8	130,8	103,5	139,5	1	9	5S-2LA-HSL019AD
41,3	1,22	118,8	135,8	108,5	144,5	1	9	5S-2LA-HSL020AD
44,1	1,55	125,8	144,1	115	154,5	1	9	5S-2LA-HSL021AD
46,9	1,89	132,4	153,2	120	164,5	1	9	5S-2LA-HSL022AD
49,2	2,03	142,4	163,2	130	174,5	1	9	5S-2LA-HSL024AD
55,3	2,98	155,5	181,5	140	194,5	1	9	5S-2LA-HSL026AD

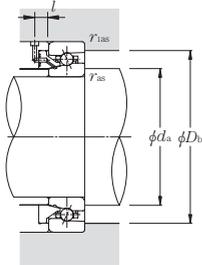
**ULTAGE** Ultra-Hochgeschwindigkeitsspindellager mit umweltorientiertem Öl-Einspritzring und mit Keramikugeln Baureihe 5S-2LA-HSFL0

Druckwinkel 25°  $d$  50~100mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen mm						Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenzdrehzahl min <sup>-1</sup> Öl-schmierung
	$d$	$D$	$B$	$r_{3\text{ min}}^{\text{①}}$	$r_{18\text{ min}}^{\text{①}}$		dynamisch kN	statisch kN	dynamisch kgf	statisch kgf	kN	kgf	
5S-2LA-HSFL010AD	50	80	16	1	0,6		10,1	6,20	1 030	635	11,4	1 170	50 000
5S-2LA-HSFL011AD	55	90	18	1,1	0,6		12,6	7,80	1 280	800	14,4	1 470	44 800
5S-2LA-HSFL012AD	60	95	18	1,1	0,6		12,9	8,45	1 320	860	15,5	1 580	41 900
5S-2LA-HSFL013AD	65	100	18	1,1	0,6		13,3	9,05	1 360	925	16,7	1 700	39 400
5S-2LA-HSFL014AD	70	110	20	1,1	0,6		16,2	11,1	1 650	1 130	20,4	2 080	36 100
5S-2LA-HSFL015AD	75	115	20	1,1	0,6		16,7	11,9	1 700	1 210	21,8	2 220	34 200
5S-2LA-HSFL016AD	80	125	22	1,1	0,6		19,9	14,2	2 030	1 440	26,0	2 660	31 700
5S-2LA-HSFL017AD	85	130	22	1,1	0,6		20,1	14,7	2 050	1 500	27,0	2 750	30 200
5S-2LA-HSFL018AD	90	140	24	1,5	1		24,5	18,2	2 500	1 860	33,5	3 400	28 300
5S-2LA-HSFL019AD	95	145	24	1,5	1		24,7	18,8	2 520	1 920	34,5	3 550	27 100
5S-2LA-HSFL020AD	100	150	24	1,5	1		25,3	20,0	2 580	2 040	37,0	3 750	26 000

- ① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .
- ② Für Einzelheiten der Öleinspritzringe wenden Sie sich bitte an das NTN Engineering.



**dynamisch äquivalente Belastung**

$P_r = X F_r + Y F_a$

e	einreihig/Tandem				back to back/face to face			
	$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$		$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0,68	1	0	0,41	0,87	1	0,92	0,67	1,41

**statisch äquivalente Belastung**

$P_{or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$

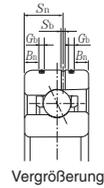
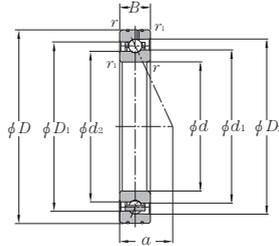
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,5	0,38	1	0,76

wenn  $P_{or} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Gewicht kg Einzellager	Bordmaße mm		Anschlussmaße mm				Lager- kurzzeichen
		$d_1$	$D_2$	$d_a$ min.	$D_b$ max.	$r_{1as}$ max.	$l$ min.	
a								
23,3	0,27	61,6	70,9	55,5	75,5	0,6	8,5	5S-2LA-HSFL010AD
26,0	0,40	68,6	79,2	62	85,5	0,6	8,5	5S-2LA-HSFL011AD
27,2	0,43	73,6	84,2	67	90,5	0,6	8,5	5S-2LA-HSFL012AD
28,3	0,46	78,6	89,2	72	95,5	0,6	9	5S-2LA-HSFL013AD
31,1	0,64	85,6	97,5	77	105,5	0,6	9	5S-2LA-HSFL014AD
32,3	0,68	90,6	102,5	82	110,5	0,6	9	5S-2LA-HSFL015AD
35,0	0,91	97,6	110,8	87	120,5	0,6	9	5S-2LA-HSFL016AD
36,2	0,95	102,6	115,8	92	125,5	0,6	9	5S-2LA-HSFL017AD
39,0	1,25	109,8	124,2	98,5	134,5	1	9	5S-2LA-HSFL018AD
40,1	1,30	114,8	129,2	103,5	139,5	1	9	5S-2LA-HSFL019AD
41,3	1,36	119,8	134,2	108,5	144,5	1	9	5S-2LA-HSFL020AD

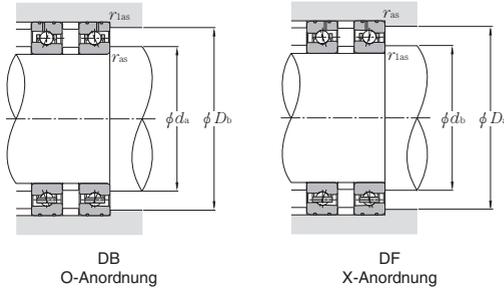
**ULTAGE** Hochgeschwindigkeits-Schrägkugellager mit Ölbohrung im Außenring für Öl-Luft Schmierung, Typ 5S-2LA-HSEW9U

Druckwinkel 20°  $d$  50~100mm



Lager- kurzzeichen	Abmessungen										Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenzdrehzahl min <sup>-1</sup> Öl- schmierung
	mm										dynamisch kN	statisch kN	dynamisch kgf	statisch kgf	kN	kgf	
	$d$	$D$	$B$	$B_n$	$S_n$	$S_b$	$G_b$	$r$	$r_1$	$r_1$					(statisch)		
5S-2LA-HSEW910U	50	72	12	2.2	6.6	1.2	1.3	0.6	0.3		10.7	5.50	1 090	560	8.55	875	46 100
5S-2LA-HSEW911U	55	80	13	2.8	7.2	1.2	1.3	1	0.6		13.3	6.85	1 360	700	10.6	1 090	41 700
5S-2LA-HSEW912U	60	85	13	2.8	7.2	1.2	1.3	1	0.6		13.8	7.50	1 410	765	11.6	1 190	38 800
5S-2LA-HSEW913U	65	90	13	2.8	7.2	1.2	1.3	1	0.6		13.9	7.85	1 420	800	12.2	1 250	36 300
5S-2LA-HSEW914U	70	100	16	3.1	9.3	1.4	1.9	1	0.6		20.4	11.2	2 080	1 140	17.4	1 780	33 100
5S-2LA-HSEW915U	75	105	16	3.1	9.3	1.4	1.9	1	0.6		21.2	12.2	2 160	1 240	19.0	1 940	31 300
5S-2LA-HSEW916U	80	110	16	3.1	9.3	1.4	1.9	1	0.6		21.4	12.7	2 190	1 290	19.8	2 020	29 600
5S-2LA-HSEW917U	85	120	18	4	10.4	1.6	1.9	1.1	0.6		29.1	16.8	2 960	1 710	26.1	2 670	27 400
5S-2LA-HSEW918U	90	125	18	4	10.4	1.6	1.9	1.1	0.6		30.0	18.1	3 100	1 850	28.3	2 890	26 200
5S-2LA-HSEW919U	95	130	18	4	10.4	1.6	1.9	1.1	0.6		30.5	18.9	3 100	1 930	29.4	3 000	25 000
5S-2LA-HSEW920U	100	140	20	4	12	1.6	1.9	1.1	0.6		35.5	22.1	3 600	2 260	34.0	3 500	23 400

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_T = X F_T + Y F_a$$

e	einreihig / Tandem				O-Anordnung / X-Anordnung			
	$F_a / F_T \leq e$		$F_a / F_T > e$		$F_a / F_T \leq e$		$F_a / F_T > e$	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0,57	1	0	0,43	1	1	1,09	0,7	1,63

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{0T} = X_0 F_T + Y_0 F_a$$

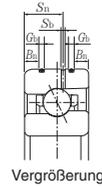
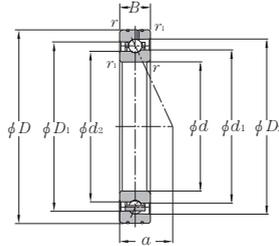
einreihig / Tandem		O-Anordnung / X-Anordnung	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,5	0,42	1	0,84

wenn  $P_{0T} < F_T$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{0T} = F_T$ .

Druckwinkel- spitze mm	Lager- freiraum cm <sup>3</sup>	Gewicht kg	Bordmaße				Anschlussmaße					
			mm				mm					
a	Einzellager (Referenzwert)	Einzellager (Referenzwert)	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	d <sub>a</sub> min.	d <sub>b</sub> min.	D <sub>a</sub> max.	D <sub>b</sub> max.	r <sub>as</sub> max.	r <sub>1as</sub> max.
17.2	6.0	0.12	57.6	56.6	64.4	66.8	54.5	52.5	67.5	69.5	0.6	0.3
18.9	7.7	0.17	63.6	62.4	71.4	74.1	60.5	59.5	74.5	75.5	1	0.6
19.8	8.3	0.18	68.6	67.4	76.4	79.1	65.5	64.5	79.5	80.5	1	0.6
20.7	8.9	0.19	73.6	72.4	81.4	84.0	70.5	69.5	84.5	85.5	1	0.6
23.6	14	0.31	80.1	78.6	89.8	93.2	75.5	74.5	94.5	95.5	1	0.6
24.5	15	0.33	85.1	83.6	94.8	98.2	80.5	79.5	99.5	100.5	1	0.6
25.4	16	0.34	90.1	88.6	99.8	103.2	85.5	84.5	104.5	105.5	1	0.6
27.8	22	0.48	96.8	94.9	108.2	112.3	92	89.5	113	115.5	1	0.6
28.7	23	0.51	101.8	99.9	113.2	117.3	97	94.5	118	120.5	1	0.6
29.6	24	0.53	106.8	104.9	118.2	122.3	102	99.5	123	125.5	1	0.6
32.0	32	0.74	113.8	111.7	126.2	130.6	107	104.5	133	135.5	1	0.6

**ULTAGE** Hochgeschwindigkeits-Schrägkugellager mit Ölbohrung im Außenring für Öl-Luft Schmierung, Typ 5S-2LA-HSEW9U

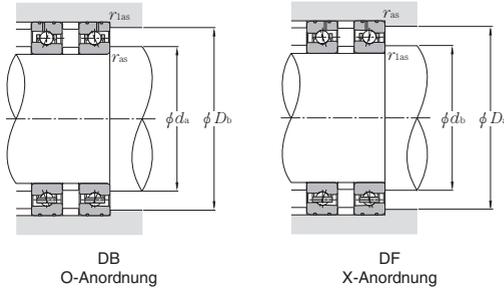
Druckwinkel 25°  $d$  50~100mm



Vergrößerung

Lagerkurzzeichen	Abmessungen									Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenzdrehzahl min <sup>-1</sup> Öl-schmierung
	mm									dynamisch kN		statisch kgf		kN	kgf	
	$d$	$D$	$B$	$B_n$	$S_n$	$S_b$	$G_b$	$r_{3\text{ min}}$	$r_{13\text{ min}}$	$C_r$	$C_{or}$	$C_r$	$C_{or}$			
5S-2LA-HSEW910UAD	50	72	12	2.2	6.6	1.2	1.3	0.6	0.3	10.3	5.30	1 050	545	9.75	995	41 000
5S-2LA-HSEW911UAD	55	80	13	2.8	7.2	1.2	1.3	1	0.6	12.9	6.65	1 310	680	12.1	1 240	37 000
5S-2LA-HSEW912UAD	60	85	13	2.8	7.2	1.2	1.3	1	0.6	13.3	7.3	1 360	740	13.3	1 360	34 500
5S-2LA-HSEW913UAD	65	90	13	2.8	7.2	1.2	1.3	1	0.6	13.5	7.6	1 370	775	13.9	1 420	32 300
5S-2LA-HSEW914UAD	70	100	16	3.1	9.3	1.4	1.9	1	0.6	19.7	10.8	2 010	1 100	19.9	2 030	29 400
5S-2LA-HSEW915UAD	75	105	16	3.1	9.3	1.4	1.9	1	0.6	20.5	11.8	2 090	1 200	21.5	2 200	27 800
5S-2LA-HSEW916UAD	80	110	16	3.1	9.3	1.4	1.9	1	0.6	20.7	12.3	2 110	1 250	22.5	2 300	26 300
5S-2LA-HSEW917UAD	85	120	18	4	10.4	1.6	1.9	1.1	0.6	28.1	16.2	2 860	1 660	29.4	3 000	24 400
5S-2LA-HSEW918UAD	90	125	18	4	10.4	1.6	1.9	1.1	0.6	29.2	17.6	2 980	1 790	31.5	3 250	23 300
5S-2LA-HSEW919UAD	95	130	18	4	10.4	1.6	1.9	1.1	0.6	29.5	18.3	3 000	1 870	33.0	3 400	22 200
5S-2LA-HSEW920UAD	100	140	20	4	12	1.6	1.9	1.1	0.6	34.5	21.4	3 500	2 190	39.0	4 000	20 800

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



**dynamisch äquivalente Belastung**

$P_T = X F_T + Y F_a$

e	einreihig / Tandem				O-Anordnung / X-Anordnung			
	$F_a / F_T \leq e$		$F_a / F_T > e$		$F_a / F_T \leq e$		$F_a / F_T > e$	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0,68	1	0	0,41	0,87	1	0,92	0,67	1,41

**statisch äquivalente Belastung**

$P_{0T} = X_0 F_T + Y_0 F_a$

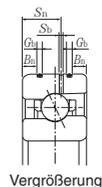
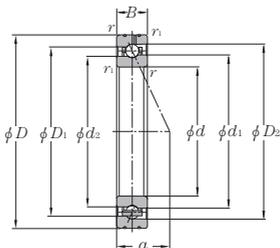
einreihig / Tandem		O-Anordnung / X-Anordnung	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,5	0,38	1	0,76

wenn  $P_{0T} < F_T$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{0T} = F_T$ .

Druckwinkel- spitze mm	Lager- freiraum cm <sup>3</sup>	Gewicht kg	Bordmaße				Anschlussmaße					
			mm				mm					
a	Einzellager (Referenzwert)	Einzellager (Referenzwert)	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	d <sub>a</sub> min.	d <sub>b</sub> min.	D <sub>a</sub> max.	D <sub>b</sub> max.	r <sub>as</sub> max.	r <sub>1as</sub> max.
20.3	6.0	0.12	57.6	56.6	64.4	66.7	54.5	52.5	67.5	69.5	0.6	0.3
22.4	7.7	0.17	63.6	62.4	71.4	74.1	60.5	59.5	74.5	75.5	1	0.6
23.5	8.3	0.18	68.6	67.4	76.4	79.0	65.5	64.5	79.5	80.5	1	0.6
24.7	8.9	0.19	73.6	72.4	81.4	84.0	70.5	69.5	84.5	85.5	1	0.6
28.0	14	0.31	80.1	78.6	89.8	93.2	75.5	74.5	94.5	95.5	1	0.6
29.1	15	0.33	85.1	83.6	94.8	98.2	80.5	79.5	99.5	100.5	1	0.6
30.3	16	0.34	90.1	88.6	99.8	103.2	85.5	84.5	104.5	105.5	1	0.6
33.1	22	0.48	96.8	94.9	108.2	112.3	92	89.5	113	115.5	1	0.6
34.2	23	0.51	101.8	99.9	113.2	117.3	97	94.5	118	120.5	1	0.6
35.4	24	0.53	106.8	104.9	118.2	122.3	102	99.5	123	125.5	1	0.6
38.2	32	0.74	113.8	111.7	126.2	130.6	107	104.5	133	135.5	1	0.6

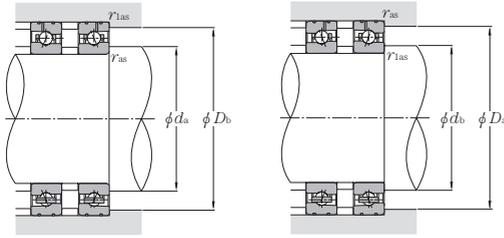
**ULTAGE** Hochgeschwindigkeits-Schrägkugellager mit Ölbohrung im Außenring für Öl-Luft Schmierung, Typ 5S-2LA-HSEW0

Druckwinkel 20°  $d$  50~100mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen										Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenzdrehzahl min <sup>-1</sup> Öl-schmierung
	mm										dynamisch kN		dynamisch kgf		kN	kgf	
	d	D	B	B <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>	S <sub>b</sub>	G <sub>b</sub>	r <sub>3 min</sub>	r <sub>3 max</sub>	r <sub>3 min</sub>	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>			
5S-2LA-HSEW010	50	80	16	3.4	9.3	1.4	1.3	1	0.6	15.5	7.75	1 580	790	12.1	1 230	43 300	
5S-2LA-HSEW011	55	90	18	4.3	9.7	1.4	1.9	1.1	0.6	16.8	9.20	1 720	935	14.4	1 460	38 800	
5S-2LA-HSEW012	60	95	18	4.3	9.7	1.4	1.9	1.1	0.6	17.6	10.2	1 800	1 040	15.9	1 620	36 300	
5S-2LA-HSEW013	65	100	18	4	10.4	1.6	1.9	1.1	0.6	17.9	10.7	1 830	1 090	16.7	1 710	34 100	
5S-2LA-HSEW014	70	110	20	4	11.6	1.6	1.9	1.1	0.6	21.9	13.5	2 230	1 370	21.1	2 150	31 200	
5S-2LA-HSEW015	75	115	20	4	11.6	1.6	2.4	1.1	0.6	23.3	15.2	2 380	1 550	23.8	2 420	29 600	
5S-2LA-HSEW016	80	125	22	4.7	12.2	1.6	2.4	1.1	0.6	26.7	17.4	2 720	1 770	27.2	2 780	27 400	
5S-2LA-HSEW017	85	130	22	4.7	12.2	1.6	2.4	1.1	0.6	27.0	18.1	2 760	1 850	28.4	2 900	26 200	
5S-2LA-HSEW018	90	140	24	5.5	14.5	1.6	1.9	1.5	1	31.5	21.3	3 200	2 170	33.5	3 400	24 500	
5S-2LA-HSEW019	95	145	24	5.5	14.5	1.6	2.4	1.5	1	31.5	22.1	3 250	2 260	34.5	3 550	23 400	
5S-2LA-HSEW020	100	150	24	5.5	14.5	1.6	1.9	1.5	1	33.0	23.8	3 350	2 420	37.5	3 800	22 500	

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



DB  
O-Anordnung

DF  
X-Anordnung

**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_V = X F_r + Y F_a$$

e	einreihig / Tandem				O-Anordnung / X-Anordnung			
	$F_a / F_r \leq e$		$F_a / F_r > e$		$F_a / F_r \leq e$		$F_a / F_r > e$	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0,57	1	0	0,43	1	1	1,09	0,7	1,63

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{0V} = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

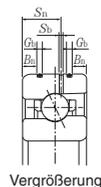
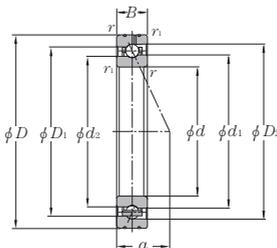
einreihig / Tandem		O-Anordnung / X-Anordnung	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,5	0,42	1	0,84

wenn  $P_{0V} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{0V} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Lager- freiraum cm <sup>3</sup>	Gewicht kg	Bordmaße				Anschlussmaße					
			mm				mm					
a	Einzellager (Referenzwert)	Einzellager (Referenzwert)	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	d <sub>a</sub> min.	d <sub>b</sub> min.	D <sub>a</sub> max.	D <sub>b</sub> max.	r <sub>as</sub> max.	r <sub>1as</sub> max.
19.9	12	0.23	60.1	58.6	69.9	73.2	55.5	54.5	74.5	75.5	1	0.6
22.3	16	0.37	67.6	66.2	77.4	80.8	62	59.5	83	85.5	1	0.6
23.2	17	0.40	72.6	71.2	82.4	85.8	67	64.5	88	90.5	1	0.6
24.1	18	0.42	77.6	76.2	87.4	90.8	72	69.5	93	95.5	1	0.6
26.5	24	0.60	84.8	83.0	95.2	99.1	77	74.5	103	105.5	1	0.6
27.4	25	0.64	89.8	88.0	100.2	104.1	82	79.5	108	110.5	1	0.6
29.8	34	0.86	96.8	94.9	108.2	112.5	87	84.5	118	120.5	1	0.6
30.7	35	0.90	101.8	99.9	113.2	117.4	92	89.5	123	125.5	1	0.6
33.1	45	1.18	108.8	106.7	121.2	125.8	98.5	95.5	131.5	134.5	1.5	1
34.0	47	1.23	113.8	111.7	126.2	130.8	103.5	100.5	136.5	139.5	1.5	1
34.9	49	1.28	118.8	116.7	131.2	135.8	108.5	105.5	141.5	144.5	1.5	1

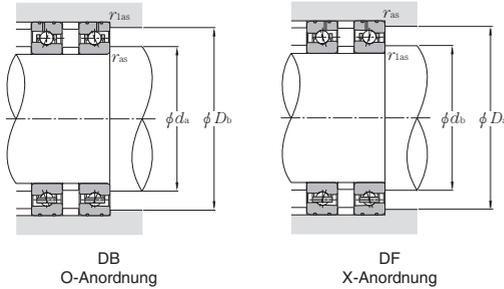
**ULTAGE** Hochgeschwindigkeits-Schrägkugellager mit Ölbohrung im Außenring für Öl-Luft Schmierung, Typ 5S-2LA-HSEW0

Druckwinkel 25°  $d$  50~100mm



Lager- kurzzeichen	Abmessungen										Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenzdrehzahl min <sup>-1</sup> Öl- schmierung		
	mm										dynamisch kN		dynamisch kgf		kN			kgf	
	$d$	$D$	$B$	$B_n$	$S_n$	$S_b$	$G_b$	$r_{3\text{ min}}$	$r_{15\text{ min}}$	$r_{15\text{ min}}$	$C_r$	$C_{or}$	$C_r$	$C_{or}$	(statisch)				
5S-2LA-HSEW010AD	50	80	16	3.4	9.3	1.4	1.9	1	0.6	15.0	7.50	1 530	765	13.8	1 400	38 500			
5S-2LA-HSEW011AD	55	90	18	4.3	9.7	1.4	1.9	1.1	0.6	16.3	8.90	1 660	910	16.4	1 670	34 500			
5S-2LA-HSEW012AD	60	95	18	4.3	9.7	1.4	1.9	1.1	0.6	17.1	9.85	1 740	1 000	18.1	1 850	32 300			
5S-2LA-HSEW013AD	65	100	18	4	10.4	1.6	1.9	1.1	0.6	17.3	10.4	1 770	1 060	19.0	1 940	30 300			
5S-2LA-HSEW014AD	70	110	20	4	11.6	1.6	1.9	1.1	0.6	21.2	13.0	2 160	1 330	24.0	2 440	27 800			
5S-2LA-HSEW015AD	75	115	20	4	11.6	1.6	2.4	1.1	0.6	22.5	14.7	2 300	1 500	27.0	2 760	26 300			
5S-2LA-HSEW016AD	80	125	22	4.7	12.2	1.6	2.4	1.1	0.6	25.8	16.9	2 630	1 720	31.0	3 150	24 400			
5S-2LA-HSEW017AD	85	130	22	4.7	12.2	1.6	2.4	1.1	0.6	26.1	17.6	2 660	1 790	32.5	3 300	23 300			
5S-2LA-HSEW018AD	90	140	24	5.5	14.5	1.6	1.9	1.5	1	30.5	20.6	3 100	2 100	38.0	3 850	21 700			
5S-2LA-HSEW019AD	95	145	24	5.5	14.5	1.6	2.4	1.5	1	30.5	21.4	3 150	2 190	39.5	4 000	20 800			
5S-2LA-HSEW020AD	100	150	24	5.5	14.5	1.6	1.9	1.5	1	31.5	23.0	3 250	2 350	42.5	4 300	20 000			

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



**dynamisch äquivalente Belastung**

$P_V = X F_r + Y F_a$

e	einreihig / Tandem				O-Anordnung / X-Anordnung			
	$F_a / F_r \leq e$		$F_a / F_r > e$		$F_a / F_r \leq e$		$F_a / F_r > e$	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0,68	1	0	0,41	0,87	1	0,92	0,67	1,41

**statisch äquivalente Belastung**

$P_{0V} = X_0 F_r + Y_0 F_a$

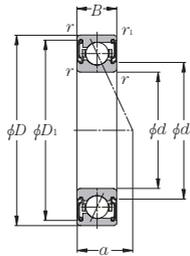
einreihig / Tandem		O-Anordnung / X-Anordnung	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,5	0,38	1	0,76

wenn  $P_{0V} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{0V} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Lager- freiraum cm <sup>3</sup>	Gewicht kg	Bordmaße				Anschlussmaße					
			mm				mm					
			$d_1$	$d_2$	$D_1$	$D_2$	$d_a$ min.	$d_b$ min.	$D_a$ max.	$D_b$ max.	$r_{as}$ max.	$r_{1as}$ max.
a	Einzellager (Referenzwert)	Einzellager (Referenzwert)										
23.3	12	0.23	60.1	58.6	69.9	73.2	55.5	54.5	74.5	75.5	1	0.6
26.1	16	0.37	67.6	66.2	77.4	80.8	62	59.5	83	85.5	1	0.6
27.2	17	0.40	72.6	71.2	82.4	85.8	67	64.5	88	90.5	1	0.6
28.4	18	0.40	77.6	76.2	87.4	90.8	72	69.5	93	95.5	1	0.6
31.1	24	0.60	84.8	83.0	95.2	99.1	77	74.5	103	105.5	1	0.6
32.3	25	0.64	89.8	88.0	100.2	104.1	82	79.5	108	110.5	1	0.6
35.1	34	0.86	96.8	94.9	108.2	112.5	87	84.5	118	120.5	1	0.6
36.2	35	0.90	101.8	99.9	113.2	117.4	92	89.5	123	125.5	1	0.6
39.0	45	1.18	108.8	106.7	121.2	125.8	98.5	95.5	131.5	134.5	1.5	1
40.2	47	1.23	113.8	111.7	126.2	130.8	103.5	100.5	136.5	139.5	1.5	1
41.3	49	1.28	118.8	116.7	131.2	135.8	108.5	105.5	141.5	144.5	1.5	1

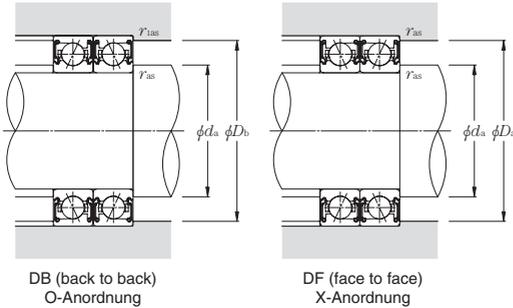
**ULTAGE** Fettgeschmierte, abgedichtete Standard-Spindellager mit Stahlkugeln Baureihe 79 LLB

Druckwinkel 15°  $d$  10~50mm



Lager- kurzzeichen	Abmessungen mm					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Faktor $f_o$	Grenz- drehzahl min <sup>-1</sup> Fett- schmierung
	$d$	$D$	$B$	$r_{3 \text{ min}}^{\text{①}}$	$r_{18 \text{ min}}^{\text{①}}$	dynamisch kN	statisch kN	dynamisch kgf	statisch kgf	kN	kgf		
7900CDLLB	10	22	6	0,3	0,15	3,00	1,52	305	155	1,91	194	14,1	75 700
7901CDLLB	12	24	6	0,3	0,15	3,35	1,86	340	189	2,34	239	14,7	67 300
7902CDLLB	15	28	7	0,3	0,15	5,05	2,86	515	292	3,60	370	14,5	56 300
7903CDLLB	17	30	7	0,3	0,15	5,25	3,15	535	320	4,00	405	14,8	51 500
7904CDLLB	20	37	9	0,3	0,15	7,30	4,55	745	465	5,75	590	14,9	42 500
7905CDLLB	25	42	9	0,3	0,15	8,15	5,75	835	585	7,30	745	15,5	36 100
7906CDLLB	30	47	9	0,3	0,15	8,60	6,60	880	675	8,40	860	15,9	31 400
7907CDLLB	35	55	10	0,6	0,3	11,8	9,50	1 200	970	12,1	1 230	15,9	26 900
7908CDLLB	40	62	12	0,6	0,3	17,6	13,8	1 790	1 400	17,5	1 780	15,5	23 700
7909CDLLB	45	68	12	0,6	0,3	18,6	15,6	1 890	1 590	19,8	2 020	15,8	21 400
7910CDLLB	50	72	12	0,6	0,3	15,9	14,7	1 620	1 490	18,6	1 900	16,4	20 000

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_r = X F_r + Y F_a$$

$i \cdot f_0 \cdot F_a / C_{Or}$	e	einreihig / Tandem		back to back / face to face	
		$F_d / F_r \leq e$	$F_d / F_r > e$	$F_d / F_r \leq e$	$F_d / F_r > e$
		X	Y	X	Y
0,178	0,38			1,47	1,65
0,357	0,4			1,4	1,57
0,714	0,43			1,3	1,46
1,07	0,46			1,23	1,38
1,43	0,47	1	0	1,19	1,34
2,14	0,5			1,12	1,26
3,57	0,55			1,02	1,14
5,35	0,56			1	1,12
7,14	0,56			1	1,12

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{Or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

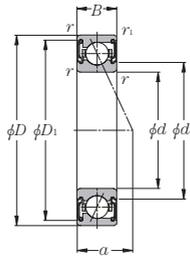
einreihig / Tandem		back to back / face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,5	0,46	1	0,92

wenn  $P_{Or} < F_r$ ; bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{Or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Gewicht kg Einzellager	Bordmaße mm		Anschlussmaße mm					Lager- kurzzeichen
		$d_1$	$D_1$	$d_a$ min.	$D_a$ max.	$D_b$ max.	$r_{as}$ max.	$r_{is}$ max.	
5,2	0,010	12,9	19,7	12,5	19,7	20,8	0,3	0,15	7900CDLLB
5,4	0,012	15,2	21,7	14,5	21,7	22,8	0,3	0,15	7901CDLLB
6,4	0,017	18,5	26,0	17,5	26,0	26,8	0,3	0,15	7902CDLLB
6,7	0,019	20,2	28,0	19,5	28,0	28,8	0,3	0,15	7903CDLLB
8,4	0,039	23,9	33,9	22,5	34,5	35,8	0,3	0,15	7904CDLLB
9,0	0,046	29,1	38,9	27,5	39,5	40,8	0,3	0,15	7905CDLLB
9,7	0,053	34,6	43,9	32,5	44,5	45,8	0,3	0,15	7906CDLLB
11,1	0,081	40,2	51,2	39,5	51,2	52,5	0,6	0,3	7907CDLLB
12,9	0,11	45,3	58,8	44,5	58,8	59,5	0,6	0,3	7908CDLLB
13,6	0,13	50,8	64,3	49,5	64,3	65,5	0,6	0,3	7909CDLLB
14,2	0,14	55,2	67,5	54,5	67,5	69,5	0,6	0,3	7910CDLLB

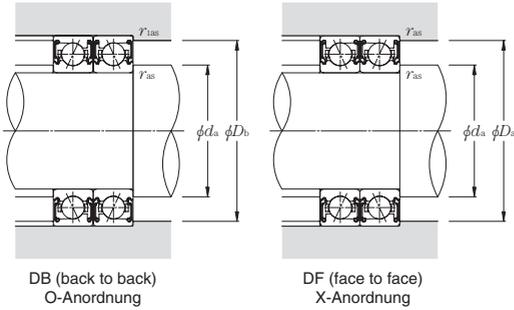
**ULTAGE** Fettgeschmierte, abgedichtete Standard-Spindellager mit Stahlkugeln Baureihe 79 LLB

Druckwinkel 25°  $d$  10~50mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen mm					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenzdrehzahl min <sup>-1</sup> Fettschmierung
	$d$	$D$	$B$	$r_{18 \text{ min}}^{\text{①}}$	$r_{18 \text{ min}}^{\text{①}}$	dynamisch kN	statisch kN	dynamisch kgf	statisch kgf	kN	kgf	
7900ADLLB	10	22	6	0,3	0,15	2,88	1,45	294	148	2,20	225	65 600
7901ADLLB	12	24	6	0,3	0,15	3,20	1,77	325	181	2,61	267	58 300
7902ADLLB	15	28	7	0,3	0,15	4,80	2,74	490	279	4,40	450	48 800
7903ADLLB	17	30	7	0,3	0,15	5,00	3,00	510	305	4,75	485	44 700
7904ADLLB	20	37	9	0,3	0,15	6,95	4,35	710	445	6,35	645	36 800
7905ADLLB	25	42	9	0,3	0,15	7,75	5,50	790	560	7,75	790	31 300
7906ADLLB	30	47	9	0,3	0,15	8,15	6,30	830	640	8,65	885	27 300
7907ADLLB	35	55	10	0,6	0,3	11,1	9,00	1 130	920	13,1	1 340	23 300
7908ADLLB	40	62	12	0,6	0,3	16,7	13,1	1 700	1 330	19,3	1 960	20 600
7909ADLLB	45	68	12	0,6	0,3	17,6	14,8	1 790	1 510	21,5	2 190	18 600
7910ADLLB	50	72	12	0,6	0,3	15,0	13,9	1 530	1 420	13,6	1 380	17 400

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_r = X F_r + Y F_a$$

e	einreihig/Tandem				back to back/face to face			
	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	X	Y	X	Y
0,68	1	0	0,41	0,87	1	0,92	0,67	1,41

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

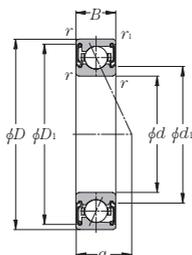
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,5	0,38	1	0,76

wenn  $P_{or} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Gewicht kg Einzellager	Bordmaße mm		Anschlussmaße mm					Lager- kurzzeichen
		$d_1$	$D_1$	$d_a$ min.	$D_a$ max.	$D_b$ max.	$r_{ias}$ max.	$r_{ais}$ max.	
a									
6,8	0,010	12,9	19,7	12,5	19,7	20,8	0,3	0,15	7900ADLLB
7,2	0,012	15,2	21,7	14,5	21,7	22,8	0,3	0,15	7901ADLLB
8,6	0,017	18,5	26,0	17,5	26,0	26,8	0,3	0,15	7902ADLLB
9,0	0,019	20,2	28,0	19,5	28,0	28,8	0,3	0,15	7903ADLLB
11,2	0,039	23,9	33,9	22,5	34,5	35,8	0,3	0,15	7904ADLLB
12,4	0,046	29,1	38,9	27,5	39,5	40,8	0,3	0,15	7905ADLLB
13,5	0,053	34,6	43,9	32,5	44,5	45,8	0,3	0,15	7906ADLLB
15,6	0,081	40,2	51,2	39,5	51,2	52,5	0,6	0,3	7907ADLLB
18,0	0,11	45,3	58,8	44,5	58,8	59,5	0,6	0,3	7908ADLLB
19,3	0,13	50,8	64,3	49,5	64,3	65,5	0,6	0,3	7909ADLLB
20,2	0,14	55,2	67,5	54,5	67,5	69,5	0,6	0,3	7910ADLLB

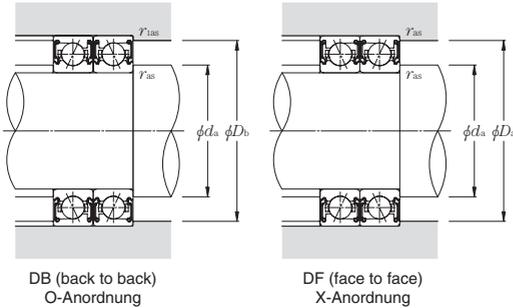
**ULTAGE** Fettgeschmierte, abgedichtete Standard-Spindellager mit Stahlkugeln Baureihe 70 LLB

Druckwinkel 15°  $d$  10~50mm



Lager- kurzzeichen	Abmessungen						Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Faktor $f_o$	Grenz- drehzahl $\text{min}^{-1}$ Fett- schmierung
	mm						dynamisch kN		statisch kgf		kN	kgf		
	$d$	$D$	$B$	$r_{18 \text{ min}}^{\text{①}}$	$r_{18 \text{ max}}^{\text{①}}$	$r$	$C_r$	$C_{or}$	$C_r$	$C_{or}$				
7000CDLLB	10	26	8	0,3	0,15	5,30	2,49	540	254	3,10	315	12,6	67 300	
7001CDLLB	12	28	8	0,3	0,15	5,80	2,90	590	296	3,65	370	13,2	60 600	
7002CDLLB	15	32	9	0,3	0,15	6,25	3,40	635	345	4,25	435	14,0	51 500	
7003CDLLB	17	35	10	0,3	0,15	8,25	4,50	840	460	5,70	580	13,8	46 600	
7004CDLLB	20	42	12	0,6	0,3	10,5	6,00	1 070	610	7,55	770	14,0	39 100	
7005CDLLB	25	47	12	0,6	0,3	12,3	8,00	1 250	815	10,1	1 030	14,7	33 600	
7006CDLLB	30	55	13	1	0,6	15,1	10,3	1 540	1 050	13,0	1 320	14,9	28 500	
7007CDLLB	35	62	14	1	0,6	19,1	13,7	1 950	1 390	17,3	1 760	15,0	25 000	
7008CDLLB	40	68	15	1	0,6	20,6	15,9	2 100	1 620	20,1	2 050	15,4	22 400	
7009CDLLB	45	75	16	1	0,6	27,7	21,1	2 820	2 160	26,7	2 730	15,1	20 200	
7010CDLLB	50	80	16	1	0,6	28,6	22,9	2 910	2 330	29,0	2 960	15,4	18 600	

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_r = X F_r + Y F_a$$

$i \cdot f_0 \cdot F_a / C_{Or}$	e	einreihig / Tandem		back to back / face to face	
		$F_a / F_r \leq e$	$F_a / F_r > e$	$F_a / F_r \leq e$	$F_a / F_r > e$
		X	Y	X	Y
0,178	0,38			1,47	1,65
0,357	0,4			1,4	1,57
0,714	0,43			1,3	1,46
1,07	0,46			1,23	1,38
1,43	0,47	1	0	1,19	1,34
2,14	0,5		0,44	1,12	1,26
3,57	0,55			1,02	1,14
5,35	0,56			1	1,12
7,14	0,56			1	1,12

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{Or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

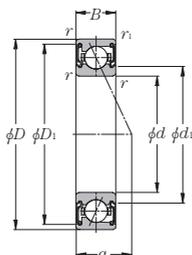
einreihig / Tandem		back to back / face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,5	0,46	1	0,92

wenn  $P_{Or} < F_r$ ; bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{Or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Gewicht kg Einzellager	Bordmaße mm		Anschlussmaße mm					Lager- kurzzeichen
		$d_1$	$D_1$	$d_a$ min.	$D_a$ max.	$D_b$ max.	$r_{ias}$ max.	$r_{ais}$ max.	
a									
6,4	0,018	14,5	23,4	12,5	23,5	24,8	0,3	0,15	7000CDLLB
6,7	0,022	16,5	25,4	14,5	25,5	26,8	0,3	0,15	7001CDLLB
7,7	0,032	19,5	28,8	17,5	29,5	30,8	0,3	0,15	7002CDLLB
8,5	0,040	21,6	32,2	19,5	32,5	33,8	0,3	0,15	7003CDLLB
10,2	0,070	26,0	38,0	24,5	38,0	39,5	0,6	0,3	7004CDLLB
10,9	0,083	30,4	43,1	29,5	43,1	44,5	0,6	0,3	7005CDLLB
12,2	0,11	36,4	50,4	35,5	50,4	50,5	1	0,6	7006CDLLB
13,6	0,16	41,9	57,2	40,5	57,2	57,5	1	0,6	7007CDLLB
14,8	0,19	47,9	62,7	45,5	62,7	63,5	1	0,6	7008CDLLB
16,1	0,24	53,0	70,3	50,5	70,3	70,5	1	0,6	7009CDLLB
16,8	0,26	58,0	75,3	55,5	75,3	75,5	1	0,6	7010CDLLB

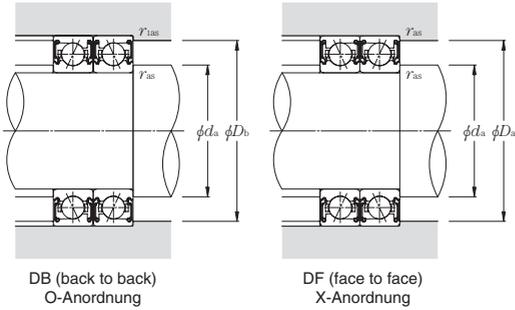
**ULTAGE** Fettgeschmierte, abgedichtete Standard-Spindellager mit Stahlkugeln Baureihe 70 LLB

Druckwinkel 25°  $d$  10~50mm



Lager- kurzzeichen	Abmessungen mm						Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenz- drehzahl min <sup>-1</sup> Fett- schmierung
	$d$	$D$	$B$	$r_{3 \text{ min}}^{\text{①}}$	$r_{18 \text{ min}}^{\text{①}}$	dynamisch kN	statisch kN	dynamisch kgf	statisch kgf	kN	kgf		
7000ADLLB	10	26	8	0,3	0,15	5,15	2,41	525	245	3,85	395	58 300	
7001ADLLB	12	28	8	0,3	0,15	5,60	2,79	570	285	4,50	455	52 500	
7002ADLLB	15	32	9	0,3	0,15	5,95	3,25	610	330	4,95	505	44 700	
7003ADLLB	17	35	10	0,3	0,15	7,90	4,35	805	445	6,95	710	40 400	
7004ADLLB	20	42	12	0,6	0,3	10,0	5,75	1 020	585	8,80	900	33 900	
7005ADLLB	25	47	12	0,6	0,3	11,7	7,65	1 190	780	11,3	1 150	29 200	
7006ADLLB	30	55	13	1	0,6	14,4	9,80	1 470	995	14,9	1 520	24 700	
7007ADLLB	35	62	14	1	0,6	18,2	13,0	1 850	1 330	20,4	2 080	21 600	
7008ADLLB	40	68	15	1	0,6	19,5	15,1	1 990	1 540	23,2	2 370	19 400	
7009ADLLB	45	75	16	1	0,6	26,3	20,1	2 680	2 050	31,0	3 150	17 500	
7010ADLLB	50	80	16	1	0,6	27,1	21,8	2 760	2 220	33,0	3 350	16 200	

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



DB (back to back)  
O-Anordnung

DF (face to face)  
X-Anordnung

**dynamisch äquivalente Belastung**

$P_r = X F_r + Y F_a$

e	einreihig/Tandem				back to back/face to face			
	$F_a / F_r \leq e$		$F_a / F_r > e$		$F_a / F_r \leq e$		$F_a / F_r > e$	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0,68	1	0	0,41	0,87	1	0,92	0,67	1,41

**statisch äquivalente Belastung**

$P_{or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$

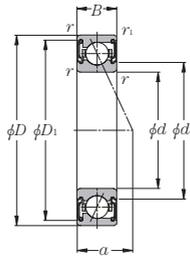
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,5	0,38	1	0,76

wenn  $P_{or} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Gewicht kg Einzellager (etwa)	Bordmaße mm		Anschlussmaße mm						Lager- kurzzeichen
		$d_1$	$D_1$	$d_a$ min.	$D_a$ max.	$D_b$ max.	$r_{ias}$ max.	$r_{ais}$ max.		
8,3	0,018	14,5	23,4	12,5	23,5	24,8	0,3	0,15	7000ADLLB	
8,7	0,022	16,5	25,4	14,5	25,5	26,8	0,3	0,15	7001ADLLB	
10,0	0,032	19,5	28,8	17,5	29,5	30,8	0,3	0,15	7002ADLLB	
11,1	0,040	21,6	32,2	19,5	32,5	33,8	0,3	0,15	7003ADLLB	
13,3	0,070	26,0	38,0	24,5	38,0	39,5	0,6	0,3	7004ADLLB	
14,5	0,083	30,4	43,1	29,5	43,1	44,5	0,6	0,3	7005ADLLB	
16,5	0,11	36,4	50,4	35,5	50,4	50,5	1	0,6	7006ADLLB	
18,4	0,16	41,9	57,2	40,5	57,2	57,5	1	0,6	7007ADLLB	
20,2	0,19	47,9	62,7	45,5	62,7	63,5	1	0,6	7008ADLLB	
22,1	0,24	53,0	70,3	50,5	70,3	70,5	1	0,6	7009ADLLB	
23,3	0,26	58,0	75,3	55,5	75,3	75,5	1	0,6	7010ADLLB	

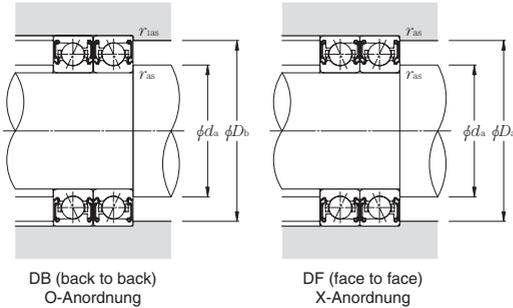
**ULTAGE** Fettgeschmierte, abgedichtete Standard-Spindellager mit Keramikugeln  
Baureihe 5S-79 LLB

Druckwinkel 15°  $d$  10~50mm



Lager- kurzzeichen	Abmessungen mm					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Faktor $f_o$	Grenz- drehzahl min <sup>-1</sup> Fett- schmierung
	$d$	$D$	$B$	$r_3$ min <sup>①</sup>	$r_{18}$ min <sup>①</sup>	dynamisch kN	statisch kN	dynamisch kgf	statisch kgf	kN	kgf		
5S-7900CDLLB	10	22	6	0,3	0,15	3,00	1,05	305	107	1,19	121	9,8	89 800
5S-7901CDLLB	12	24	6	0,3	0,15	3,35	1,29	340	131	1,46	149	10,2	79 800
5S-7902CDLLB	15	28	7	0,3	0,15	5,05	1,98	515	202	2,25	230	10,0	66 800
5S-7903CDLLB	17	30	7	0,3	0,15	5,25	2,19	535	223	2,49	254	10,3	61 100
5S-7904CDLLB	20	37	9	0,3	0,15	7,30	3,15	745	325	3,60	365	10,3	50 400
5S-7905CDLLB	25	42	9	0,3	0,15	8,15	4,00	835	405	4,55	465	10,7	42 900
5S-7906CDLLB	30	47	9	0,3	0,15	8,60	4,60	880	470	5,25	535	11,0	37 300
5S-7907CDLLB	35	55	10	0,6	0,3	11,8	6,60	1 200	670	7,55	770	11,0	31 900
5S-7908CDLLB	40	62	12	0,6	0,3	17,6	9,55	1 790	975	10,9	1 110	10,8	28 200
5S-7909CDLLB	45	68	12	0,6	0,3	18,6	10,8	1 890	1 100	12,4	1 260	11,0	24 100
5S-7910CDLLB	50	72	12	0,6	0,3	15,9	10,2	1 620	1 040	11,7	1 190	11,3	22 500

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_r = X F_r + Y F_a$$

$i \cdot f_0 \cdot F_a / C_{Or}$	e	einreihig / Tandem		back to back / face to face		
		$F_d / F_r \leq e$	$F_d / F_r > e$	$F_d / F_r \leq e$	$F_d / F_r > e$	
		X	Y	X	Y	
0,178	0,38			1,47	1,65	2,39
0,357	0,4			1,4	1,57	2,28
0,714	0,43			1,3	1,46	2,11
1,07	0,46			1,23	1,38	2
1,43	0,47	1	0	1,19	1,1	1,93
2,14	0,5		0,44	1,12	1,26	1,82
3,57	0,55			1,02	1,14	1,66
5,35	0,56			1	1,12	1,63
7,14	0,56			1	1,12	1,63

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{Or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

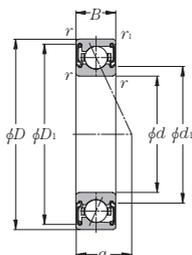
einreihig / Tandem		back to back / face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,5	0,46	1	0,92

wenn  $P_{Or} < F_r$ ; bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{Or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Gewicht kg Einzellager	Bordmaße mm		Anschlussmaße mm					Lager- kurzzeichen
		$d_1$	$D_1$	$d_a$ min.	$D_a$ max.	$D_b$ max.	$r_{as}$ max.	$r_{is}$ max.	
5,2	0,009	12,9	19,7	12,5	19,7	20,8	0,3	0,15	5S-7900CDLLB
5,4	0,011	15,2	21,7	14,5	21,7	22,8	0,3	0,15	5S-7901CDLLB
6,4	0,015	18,5	26,0	17,5	26,0	26,8	0,3	0,15	5S-7902CDLLB
6,7	0,017	20,2	28,0	19,5	28,0	28,8	0,3	0,15	5S-7903CDLLB
8,4	0,036	23,9	33,9	22,5	34,5	35,8	0,3	0,15	5S-7904CDLLB
9,0	0,042	29,1	38,9	27,5	39,5	40,8	0,3	0,15	5S-7905CDLLB
9,7	0,048	34,6	43,9	32,5	44,5	45,8	0,3	0,15	5S-7906CDLLB
11,1	0,073	40,2	51,2	39,5	51,2	52,5	0,6	0,3	5S-7907CDLLB
12,9	0,099	45,3	58,8	44,5	58,8	59,5	0,6	0,3	5S-7908CDLLB
13,6	0,12	50,8	64,3	49,5	64,3	65,5	0,6	0,3	5S-7909CDLLB
14,2	0,12	55,2	67,5	54,5	67,5	69,5	0,6	0,3	5S-7910CDLLB

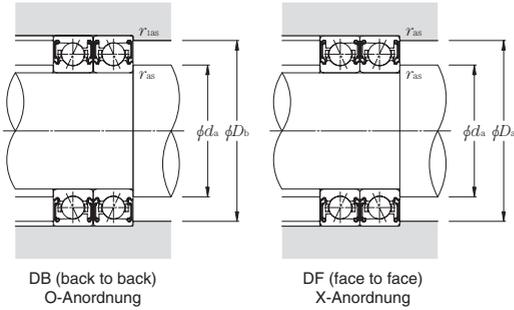
**ULTAGE** Fettgeschmierte, abgedichtete Standard-Spindellager mit Keramikugeln  
Baureihe 5S-79 LLLB

Druckwinkel 25°  $d$  10~50mm



Lager- kurzzeichen	Abmessungen					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenz- drehzahl min <sup>-1</sup> Fett- schmierung
	mm					dynamisch kN		statisch kgf		kN	kgf	
	$d$	$D$	$B$	$r_{3\text{ min}}$ ①	$r_{18\text{ min}}$ ①	$C_r$	$C_{or}$	$C_r$	$C_{or}$			
5S-7900ADLLB	10	22	6	0,3	0,15	2,88	1,01	294	103	1,52	155	79 700
5S-7901ADLLB	12	24	6	0,3	0,15	3,20	1,23	325	125	1,86	189	70 800
5S-7902ADLLB	15	28	7	0,3	0,15	4,80	1,90	490	193	2,86	292	59 300
5S-7903ADLLB	17	30	7	0,3	0,15	5,00	2,09	510	213	3,15	320	54 300
5S-7904ADLLB	20	37	9	0,3	0,15	6,95	3,00	710	310	4,55	465	44 700
5S-7905ADLLB	25	42	9	0,3	0,15	7,75	3,80	790	385	5,75	585	38 100
5S-7906ADLLB	30	47	9	0,3	0,15	8,15	4,35	830	445	6,60	670	33 100
5S-7907ADLLB	35	55	10	0,6	0,3	11,1	6,25	1 130	635	9,45	965	28 300
5S-7908ADLLB	40	62	12	0,6	0,3	16,7	9,05	1 700	925	13,7	1 400	25 000
5S-7909ADLLB	45	68	12	0,6	0,3	17,6	10,3	1 790	1 050	15,6	1 590	21 400
5S-7910ADLLB	50	72	12	0,6	0,3	15,0	9,60	1 530	980	14,6	1 490	20 000

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



DB (back to back)  
O-Anordnung

DF (face to face)  
X-Anordnung

**dynamisch äquivalente Belastung**

$P_r = X F_r + Y F_a$

e	einreihig/Tandem				back to back/face to face			
	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	X	Y	X	Y
0,68	1	0	0,41	0,87	1	0,92	0,67	1,41

**statisch äquivalente Belastung**

$P_{or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$

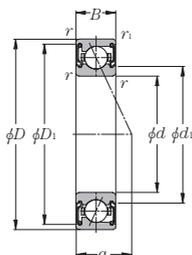
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,5	0,38	1	0,76

wenn  $P_{or} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Gewicht kg Einzellager	Bordmaße mm		Anschlussmaße mm					Lager- kurzzeichen
		$d_1$	$D_1$	$d_a$ min.	$D_a$ max.	$D_b$ max.	$r_{1as}$ max.	$r_{2as}$ max.	
a									
6,8	0,009	12,9	19,7	12,5	19,7	20,8	0,3	0,15	5S-7900ADLLB
7,2	0,011	15,2	21,7	14,5	21,7	22,8	0,3	0,15	5S-7901ADLLB
8,6	0,015	18,5	26,0	17,5	26,0	26,8	0,3	0,15	5S-7902ADLLB
9,0	0,017	20,2	28,0	19,5	28,0	28,8	0,3	0,15	5S-7903ADLLB
11,2	0,036	23,9	33,9	22,5	34,5	35,8	0,3	0,15	5S-7904ADLLB
12,4	0,042	29,1	38,9	27,5	39,5	40,8	0,3	0,15	5S-7905ADLLB
13,5	0,048	34,6	43,9	32,5	44,5	45,8	0,3	0,15	5S-7906ADLLB
15,6	0,073	40,2	51,2	39,5	51,2	52,5	0,6	0,3	5S-7907ADLLB
18,0	0,099	45,3	58,8	44,5	58,8	59,5	0,6	0,3	5S-7908ADLLB
19,3	0,12	50,8	64,3	49,5	64,3	65,5	0,6	0,3	5S-7909ADLLB
20,2	0,12	55,2	67,5	54,5	67,5	69,5	0,6	0,3	5S-7910ADLLB

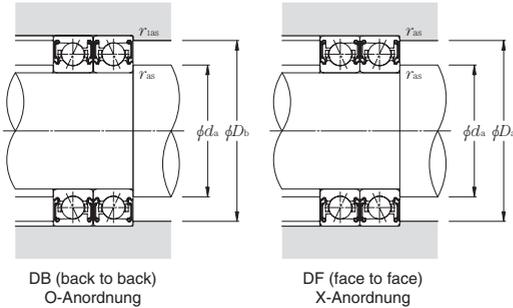
**ULTAGE** Fettgeschmierte, abgedichtete Standard-Spindellager mit Keramikugeln  
Baureihe 5S-70 LLB

Druckwinkel 15°  $d$  10~50mm



Lager- kurzzeichen	Abmessungen mm					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Faktor $f_o$	Grenz- drehzahl min <sup>-1</sup> Fett- schmierung
	$d$	$D$	$B$	$r_{3 \text{ min}}$ ①	$r_{18 \text{ min}}$ ①	dynamisch kN $C_t$	statisch kN $C_{or}$	dynamisch kgf $C_t$	statisch kgf $C_{or}$	kN	kgf		
5S-7000CDLLB	10	26	8	0,3	0,15	5,30	1,73	540	176	1,93	197	8,8	80 600
5S-7001CDLLB	12	28	8	0,3	0,15	5,80	2,01	590	205	2,26	231	9,2	72 600
5S-7002CDLLB	15	32	9	0,3	0,15	6,25	2,35	635	239	2,66	271	9,7	61 800
5S-7003CDLLB	17	35	10	0,3	0,15	8,25	3,15	840	320	3,55	360	9,6	55 800
5S-7004CDLLB	20	42	12	0,6	0,3	10,5	4,15	1 070	425	4,70	480	9,7	46 800
5S-7005CDLLB	25	47	12	0,6	0,3	12,3	5,55	1 250	565	6,30	640	10,2	40 300
5S-7006CDLLB	30	55	13	1	0,6	15,1	7,10	1 540	725	8,10	825	10,3	34 100
5S-7007CDLLB	35	62	14	1	0,6	19,1	9,45	1 950	965	10,8	1 100	10,4	29 900
5S-7008CDLLB	40	68	15	1	0,6	20,6	11,0	2 100	1 120	12,6	1 280	10,6	26 900
5S-7009CDLLB	45	75	16	1	0,6	27,7	14,6	2 820	1 490	16,7	1 700	10,4	23 300
5S-7010CDLLB	50	80	16	1	0,6	28,6	15,9	2 910	1 620	18,1	1 850	10,6	21 500

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_r = XF_r + YF_a$$

$i \cdot f_0 \cdot F_a / C_{Or}$	e	einreihig / Tandem		back to back / face to face					
		$F_d/F_r \leq e$		$F_d/F_r > e$		$F_d/F_r \leq e$		$F_d/F_r > e$	
		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0,178	0,38				1,47		1,65		2,39
0,357	0,4				1,4		1,57		2,28
0,714	0,43				1,3		1,46		2,11
1,07	0,46				1,23		1,38		2
1,43	0,47	1	0	0,44	1,19	1	1,34	0,72	1,93
2,14	0,5				1,12		1,26		1,82
3,57	0,55				1,02		1,14		1,66
5,35	0,56				1		1,12		1,63
7,14	0,56				1		1,12		1,63

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{Or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

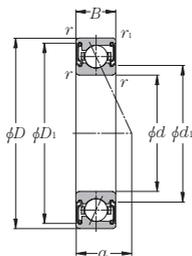
einreihig / Tandem		back to back / face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,5	0,46	1	0,92

wenn  $P_{Or} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{Or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Gewicht kg Einzellager	Bordmaße mm		Anschlussmaße mm					Lager- kurzzeichen
		$d_1$	$D_1$	$d_a$ min.	$D_a$ max.	$D_b$ max.	$r_{ias}$ max.	$r_{iss}$ max.	
6,4	0,014	14,5	23,4	12,5	23,5	24,8	0,3	0,15	5S-7000CDLLB
6,7	0,020	16,5	25,4	14,5	25,5	26,8	0,3	0,15	5S-7001CDLLB
7,7	0,029	19,5	28,8	17,5	29,5	30,8	0,3	0,15	5S-7002CDLLB
8,5	0,035	21,6	32,2	19,5	32,5	33,8	0,3	0,15	5S-7003CDLLB
10,2	0,064	26,0	38,0	24,5	38,0	39,5	0,6	0,3	5S-7004CDLLB
10,9	0,075	30,4	43,1	29,5	43,1	44,5	0,6	0,3	5S-7005CDLLB
12,2	0,096	36,4	50,4	35,5	50,4	50,5	1	0,6	5S-7006CDLLB
13,6	0,14	41,9	57,2	40,5	57,2	57,5	1	0,6	5S-7007CDLLB
14,8	0,17	47,9	62,7	45,5	62,7	63,5	1	0,6	5S-7008CDLLB
16,1	0,21	53,0	70,3	50,5	70,3	70,5	1	0,6	5S-7009CDLLB
16,8	0,23	58,0	75,3	55,5	75,3	75,5	1	0,6	5S-7010CDLLB

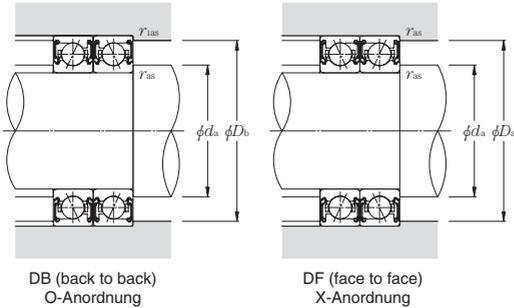
**ULTAGE** Fettgeschmierte, abgedichtete Standard-Spindellager mit Keramikugeln  
Baureihe 5S-70 LLB

Druckwinkel 25°  $d$  10~50mm



Lager- kurzzeichen	Abmessungen mm						Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenz- drehzahl min <sup>-1</sup> Fett- schmierung
	$d$	$D$	$B$	$r_{3 \text{ min}}^{\text{①}}$	$r_{18 \text{ min}}^{\text{①}}$	$C_T$	$C_{Or}$	$C_T$	$C_{Or}$	kN	kgf		
5S-7000ADLLB	10	26	8	0,3	0,15	5,15	1,67	525	170	2,51	256	70 600	
5S-7001ADLLB	12	28	8	0,3	0,15	5,60	1,93	570	197	2,92	297	63 500	
5S-7002ADLLB	15	32	9	0,3	0,15	5,95	2,25	610	229	3,40	345	54 000	
5S-7003ADLLB	17	35	10	0,3	0,15	7,90	3,00	805	305	4,55	465	48 800	
5S-7004ADLLB	20	42	12	0,6	0,3	10,0	4,00	1 020	405	6,00	615	41 000	
5S-7005ADLLB	25	47	12	0,6	0,3	11,7	5,30	1 190	540	8,00	815	35 300	
5S-7006ADLLB	30	55	13	1	0,6	14,4	6,80	1 470	690	10,2	1 040	29 900	
5S-7007ADLLB	35	62	14	1	0,6	18,2	9,00	1 850	920	13,6	1 390	26 200	
5S-7008ADLLB	40	68	15	1	0,6	19,5	10,5	1 990	1 070	15,8	1 620	23 500	
5S-7009ADLLB	45	75	16	1	0,6	26,3	14,0	2 680	1 420	21,1	2 150	20 300	
5S-7010ADLLB	50	80	16	1	0,6	27,1	15,1	2 760	1 540	22,8	2 330	18 800	

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



**dynamisch äquivalente Belastung**

$P_r = X F_r + Y F_a$

e	einreihig/Tandem				back to back/face to face			
	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	X	Y	X	Y
0,68	1	0	0,41	0,87	1	0,92	0,67	1,41

**statisch äquivalente Belastung**

$P_{or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$

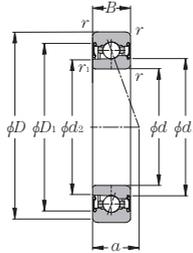
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,5	0,38	1	0,76

wenn  $P_{or} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Gewicht kg Einzellager	Bordmaße mm		Anschlussmaße mm						Lager- kurzzeichen
		$d_1$	$D_1$	$d_a$ min.	$D_a$ max.	$D_b$ max.	$r_{ias}$ max.	$r_{ais}$ max.		
a										
8,3	0,014	14,5	23,4	12,5	23,5	24,8	0,3	0,15		5S-7000ADLLB
8,7	0,020	16,5	25,4	14,5	25,5	26,8	0,3	0,15		5S-7001ADLLB
10,0	0,029	19,5	28,8	17,5	29,5	30,8	0,3	0,15		5S-7002ADLLB
11,1	0,035	21,6	32,2	19,5	32,5	33,8	0,3	0,15		5S-7003ADLLB
13,3	0,064	26,0	38,0	24,5	38,0	39,5	0,6	0,3		5S-7004ADLLB
14,5	0,075	30,4	43,1	29,5	43,1	44,5	0,6	0,3		5S-7005ADLLB
16,5	0,096	36,4	50,4	35,5	50,4	50,5	1	0,6		5S-7006ADLLB
18,4	0,14	41,9	57,2	40,5	57,2	57,5	1	0,6		5S-7007ADLLB
20,2	0,17	47,9	62,7	45,5	62,7	63,5	1	0,6		5S-7008ADLLB
22,1	0,21	53,0	70,3	50,5	70,3	70,5	1	0,6		5S-7009ADLLB
23,3	0,23	58,0	75,3	55,5	75,3	75,5	1	0,6		5S-7010ADLLB

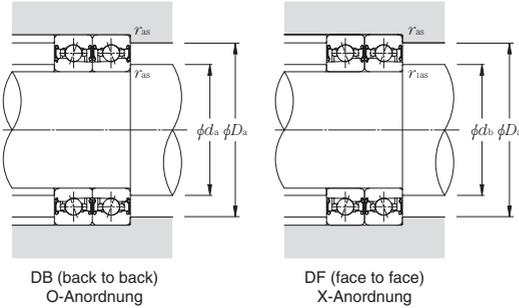
**ULTAGE** Fettgeschmierte, abgedichtete Hochgeschwindigkeitsspindellager mit Stahlkugeln Baureihe 2LA-BNS9 LLB

Druckwinkel 15°  $d$  50~100mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen mm					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Faktor $f_o$	Grenzdrehzahl min <sup>-1</sup> Fett- schmierung
	$d$	$D$	$B$	$r_{1s \text{ min}}$ ①	$r_{1s \text{ max}}$ ①	dynamisch kN $C_r$	statisch kN $C_{or}$	dynamisch kgf $C_r$	statisch kgf $C_{or}$	kN	kgf		
2LA-BNS910CLLB	50	72	12	0,6	0,3	8,10	7,30	825	745	10,7	1 090	11,1	21 800
2LA-BNS911CLLB	55	80	13	1	0,6	10,3	9,20	1 050	940	13,5	1 380	11,0	19 700
2LA-BNS912CLLB	60	85	13	1	0,6	10,6	10,0	1 080	1 010	14,6	1 490	11,1	18 300
2LA-BNS913CLLB	65	90	13	1	0,6	10,9	10,7	1 110	1 090	15,7	1 600	11,2	17 200
2LA-BNS914CLLB	70	100	16	1	0,6	13,7	13,5	1 400	1 370	19,8	2 020	11,1	15 600
2LA-BNS915CLLB	75	105	16	1	0,6	14,1	14,4	1 440	1 470	21,2	2 170	11,2	14 800
2LA-BNS916CLLB	80	110	16	1	0,6	14,5	15,4	1 480	1 570	22,6	2 310	11,3	14 000
2LA-BNS917CLLB	85	120	18	1,1	0,6	17,4	18,3	1 770	1 860	26,9	2 740	11,2	13 000
2LA-BNS918CLLB	90	125	18	1,1	0,6	17,9	19,5	1 820	1 980	28,7	2 920	11,3	12 400
2LA-BNS919CLLB	95	130	18	1,1	0,6	18,3	20,6	1 870	2 110	30,5	3 100	11,3	11 800
2LA-BNS920CLLB	100	140	20	1,1	0,6	25,7	28,0	2 620	2 850	41,0	4 200	11,2	11 100

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_r = X F_r + Y F_a$$

$\frac{i \cdot f_o \cdot F_a}{C_{Or}}$	e	einreihig/Tandem				back to back/face to face			
		$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$		$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$	
$X_{Or}$	$Y_{Or}$	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0,178	0,35				1,57			1,76	2,56
0,357	0,36				1,53			1,71	2,48
0,714	0,38				1,46			1,64	2,38
1,07	0,4				1,42			1,59	2,31
1,43	0,41	1	0	0,44	1,38	1	0,72	1,55	2,25
2,14	0,43				1,33			1,49	2,16
3,57	0,44				1,25			1,4	2,03
5,35	0,47				1,18			1,32	1,92
7,14	0,49				1,13			1,26	1,83

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{Or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

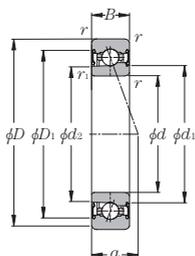
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,52	0,54	1,04	1,08

wenn  $P_{Or} < F_r$ ; bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{Or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Gewicht kg Einzellager	Bordmaße			Anschlussmaße						Lager- kurzzeichen
		mm			mm						
a		d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	d <sub>a</sub> min.	d <sub>b</sub> max.	D <sub>a</sub> max.	r <sub>as</sub> max.	r <sub>ras</sub> max.		
14,2	0,14	56,9	56,0	65,0	54,5	52,5	67,5	0,6	0,3		2LA-BNS910CLLB
15,6	0,19	62,6	61,7	72,1	60,5	59,5	74,5	1	0,6		2LA-BNS911CLLB
16,3	0,21	67,6	66,7	77,1	65,5	64,5	79,5	1	0,6		2LA-BNS912CLLB
16,9	0,22	72,6	71,7	82,1	70,5	69,5	84,5	1	0,6		2LA-BNS913CLLB
19,5	0,38	79,2	78,3	90,2	75,5	74,5	94,5	1	0,6		2LA-BNS914CLLB
20,1	0,39	84,2	83,3	95,2	80,5	79,5	99,5	1	0,6		2LA-BNS915CLLB
20,8	0,41	89,2	88,3	100,2	85,5	84,5	104,5	1	0,6		2LA-BNS916CLLB
22,8	0,59	96,0	95,0	108,6	92	89,5	113	1	0,6		2LA-BNS917CLLB
23,5	0,62	100,9	100,0	113,6	97	94,5	118	1	0,6		2LA-BNS918CLLB
24,2	0,65	105,9	105,0	118,6	102	99,5	123	1	0,6		2LA-BNS919CLLB
26,2	0,87	111,9	110,9	127,3	107	104,5	133	1	0,6		2LA-BNS920CLLB

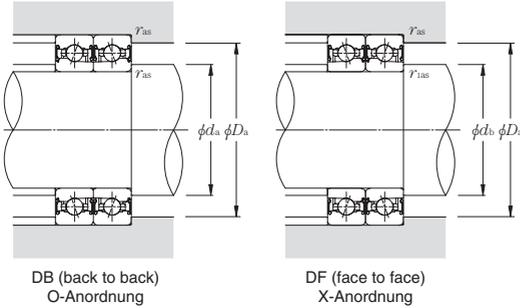
**ULTAGE** Fettgeschmierte, abgedichtete Hochgeschwindigkeitsspindellager mit Stahlkugeln Baureihe 2LA-BNS9 LLB

Druckwinkel 20°  $d$  50~100mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen mm					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenzdrehzahl min <sup>-1</sup> Fettschmierung
	$d$	$D$	$B$	$r_{18 \text{ min}}$ ①	$r_{18 \text{ max}}$ ①	dynamisch kN	statisch kN	dynamisch kgf	statisch kgf	kN	kgf	
2LA-BNS910LLB	50	72	12	0,6	0,3	7,90	7,10	805	725	11,9	1 220	23 100
2LA-BNS911LLB	55	80	13	1	0,6	10,1	9,00	1 030	915	15,1	1 540	20 800
2LA-BNS912LLB	60	85	13	1	0,6	10,4	9,70	1 060	990	16,3	1 660	19 400
2LA-BNS913LLB	65	90	13	1	0,6	10,6	10,4	1 080	1 060	17,5	1 790	18 200
2LA-BNS914LLB	70	100	16	1	0,6	13,4	13,1	1 360	1 340	22,1	2 250	16 600
2LA-BNS915LLB	75	105	16	1	0,6	13,7	14,1	1 400	1 430	23,6	2 410	15 600
2LA-BNS916LLB	80	110	16	1	0,6	14,1	15,0	1 440	1 530	25,2	2 570	14 800
2LA-BNS917LLB	85	120	18	1,1	0,6	16,9	17,8	1 730	1 820	29,9	3 050	13 700
2LA-BNS918LLB	90	125	18	1,1	0,6	17,4	19,0	1 770	1 930	32,0	3 250	13 100
2LA-BNS919LLB	95	130	18	1,1	0,6	17,8	20,1	1 820	2 050	34,0	3 450	12 500
2LA-BNS920LLB	100	140	20	1,1	0,6	25,1	27,3	2 560	2 780	46,0	4 700	11 700

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_T = XF_T + YF_a$$

e	einreihig/Tandem		back to back/face to face					
	$F_a/F_T \leq e$	$F_a/F_T > e$	$F_a/F_T \leq e$	$F_a/F_T > e$	X	Y		
0,57	1	0	0,43	1	1	1,09	0,7	1,63

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{or} = X_o F_T + Y_o F_a$$

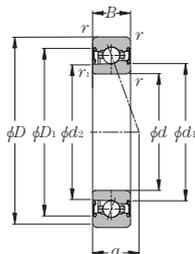
e	einreihig/Tandem		back to back/face to face	
	$X_o$	$Y_o$	$X_o$	$Y_o$
0,5	0,42	1	1	0,84

wenn  $P_{or} < F_T$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{or} = F_T$ .

Druckwinkel- spitze mm	Gewicht kg Einzellager	Bordmaße			Anschlussmaße					Lager- kurzzeichen
		mm			mm					
a		d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	d <sub>a</sub> min.	d <sub>b</sub> max.	D <sub>a</sub> max.	r <sub>as</sub> max.	r <sub>ias</sub> max.	
17,2	0,14	56,9	56,0	65,0	54,5	52,5	67,5	0,6	0,3	2LA-BNS910LLB
18,9	0,19	62,6	61,7	72,1	60,5	59,5	74,5	1	0,6	2LA-BNS911LLB
19,8	0,21	67,6	66,7	77,1	65,5	64,5	79,5	1	0,6	2LA-BNS912LLB
20,7	0,22	72,6	71,7	82,1	70,5	69,5	84,5	1	0,6	2LA-BNS913LLB
23,6	0,38	79,2	78,3	90,2	75,5	74,5	94,5	1	0,6	2LA-BNS914LLB
24,5	0,39	84,2	83,3	95,2	80,5	79,5	99,5	1	0,6	2LA-BNS915LLB
25,4	0,41	89,2	88,3	100,2	85,5	84,5	104,5	1	0,6	2LA-BNS916LLB
27,8	0,59	96,0	95,0	108,6	92	89,5	113	1	0,6	2LA-BNS917LLB
28,7	0,62	100,9	100,0	113,6	97	94,5	118	1	0,6	2LA-BNS918LLB
29,6	0,65	105,9	105,0	118,6	102	99,5	123	1	0,6	2LA-BNS919LLB
32,0	0,87	111,9	110,9	127,3	107	104,5	133	1	0,6	2LA-BNS920LLB

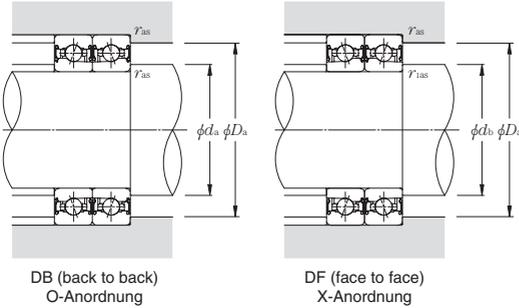
**ULTAGE** Fettgeschmierte, abgedichtete Hochgeschwindigkeitsspindellager mit Stahlkugeln Baureihe 2LA-BNS9 LLB

Druckwinkel 25°  $d$  50~100mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenzdrehzahl min <sup>-1</sup> Fettschmierung
	mm					dynamisch kN		statisch kgf		kN	kgf	
	d	D	B	r <sub>s min</sub> <sup>①</sup>	r <sub>is min</sub> <sup>①</sup>	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>			
2LA-BNS910ADLLB	50	72	12	0,6	0,3	7,60	6,90	775	700	12,4	1 270	20 500
2LA-BNS911ADLLB	55	80	13	1	0,6	9,75	8,70	990	885	16,8	1 710	18 500
2LA-BNS912ADLLB	60	85	13	1	0,6	10,0	9,40	1 020	960	18,1	1 850	17 200
2LA-BNS913ADLLB	65	90	13	1	0,6	10,3	10,1	1 050	1 030	19,5	1 990	16 100
2LA-BNS914ADLLB	70	100	16	1	0,6	12,9	12,7	1 320	1 300	24,6	2 500	14 700
2LA-BNS915ADLLB	75	105	16	1	0,6	13,3	13,6	1 350	1 390	26,3	2 680	13 900
2LA-BNS916ADLLB	80	110	16	1	0,6	13,6	14,5	1 390	1 480	28,0	2 860	13 200
2LA-BNS917ADLLB	85	120	18	1,1	0,6	16,4	17,2	1 670	1 760	33,5	3 400	12 200
2LA-BNS918ADLLB	90	125	18	1,1	0,6	16,8	18,4	1 710	1 870	35,5	3 600	11 600
2LA-BNS919ADLLB	95	130	18	1,1	0,6	17,2	19,5	1 760	1 990	37,5	3 850	11 100
2LA-BNS920ADLLB	100	140	20	1,1	0,6	24,2	26,4	2 470	2 690	51,0	5 200	10 400

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung r oder r<sub>1</sub>.



**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_r = X F_r + Y F_a$$

e	einreihig/Tandem		back to back/face to face					
	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	X	Y		
0,68	1	0	0,41	0,87	1	0,92	0,67	1,41

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{or} = X_o F_r + Y_o F_a$$

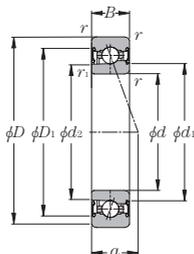
e	einreihig/Tandem		back to back/face to face	
	$X_o$	$Y_o$	$X_o$	$Y_o$
0,5	0,38	1	1	0,76

wenn  $P_{or} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Gewicht kg Einzellager	Bordmaße			Anschlussmaße					Lager- kurzzeichen
		mm			mm					
a		d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	d <sub>a</sub> min	d <sub>b</sub> min	D <sub>a</sub> max	r <sub>as</sub> max	r <sub>ias</sub> max	
20,3	0,14	56,9	56,0	65,0	54,5	52,5	67,5	0,6	0,3	2LA-BNS910ADLLB
22,3	0,19	62,6	61,7	72,1	60,5	59,5	74,5	1	0,6	2LA-BNS911ADLLB
23,5	0,21	67,6	66,7	77,1	65,5	64,5	79,5	1	0,6	2LA-BNS912ADLLB
24,7	0,22	72,6	71,7	82,1	70,5	69,5	84,5	1	0,6	2LA-BNS913ADLLB
27,9	0,38	79,2	78,3	90,2	75,5	74,5	94,5	1	0,6	2LA-BNS914ADLLB
29,1	0,39	84,2	83,3	95,2	80,5	79,5	99,5	1	0,6	2LA-BNS915ADLLB
30,3	0,41	89,2	88,3	100,2	85,5	84,5	104,5	1	0,6	2LA-BNS916ADLLB
33,0	0,59	96,0	95,0	108,6	92	89,5	113	1	0,6	2LA-BNS917ADLLB
34,2	0,62	100,9	100,0	113,6	97	94,5	118	1	0,6	2LA-BNS918ADLLB
35,4	0,65	105,9	105,0	118,6	102	99,5	123	1	0,6	2LA-BNS919ADLLB
38,1	0,87	111,9	110,9	127,3	107	104,5	133	1	0,6	2LA-BNS920ADLLB

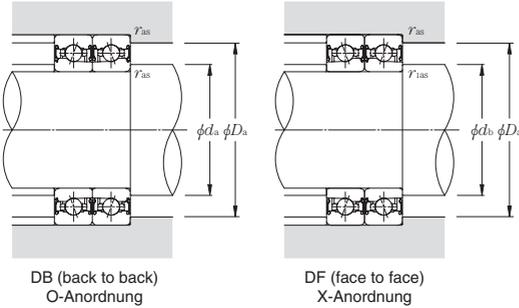
**ULTAGE** Fettgeschmierte, abgedichtete Hochgeschwindigkeitsspindellager mit Stahlkugeln Baureihe 2LA-BNS0 LLB

Druckwinkel 15°  $d$  45~100mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen mm					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Faktor $f_o$	Grenzdrehzahl min <sup>-1</sup> Fett- schmierung
	$d$	$D$	$B$	$r_{18 \text{ min}}^{\text{①}}$	$r_{18 \text{ min}}^{\text{①}}$	dynamisch kN $C_T$	statisch kN $C_{Or}$	dynamisch kgf $C_T$	statisch kgf $C_{Or}$	kN	kgf		
2LA-BNS009CLLB	45	75	16	1	0,6	11,8	9,15	1 210	930	13,4	1 370	10,7	22 200
2LA-BNS010CLLB	50	80	16	1	0,6	14,7	11,5	1 500	1 170	16,8	1 720	10,7	20 500
2LA-BNS011CLLB	55	90	18	1,1	0,6	17,3	13,6	1 760	1 380	19,9	2 030	10,6	18 300
2LA-BNS012CLLB	60	95	18	1,1	0,6	18,1	15,0	1 850	1 530	22,0	2 240	10,7	17 200
2LA-BNS013CLLB	65	100	18	1,1	0,6	18,4	15,8	1 870	1 610	23,2	2 360	10,8	16 100
2LA-BNS014CLLB	70	110	20	1,1	0,6	22,4	19,9	2 290	2 030	29,2	2 980	10,8	14 800
2LA-BNS015CLLB	75	115	20	1,1	0,6	23,9	22,4	2 440	2 290	33,0	3 350	10,9	14 000
2LA-BNS016CLLB	80	125	22	1,1	0,6	27,4	25,7	2 790	2 620	38,0	3 850	10,9	13 000
2LA-BNS017CLLB	85	130	22	1,1	0,6	27,7	26,8	2 830	2 740	39,5	4 000	10,9	12 400
2LA-BNS018CLLB	90	140	24	1,5	1	32,0	31,5	3 300	3 200	46,0	4 700	10,9	11 600
2LA-BNS019CLLB	95	145	24	1,5	1	32,5	32,5	3 300	3 350	48,0	4 900	11,0	11 100
2LA-BNS020CLLB	100	150	24	1,5	1	33,5	35,0	3 450	3 600	51,5	5 250	11,0	10 600

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_r = X F_r + Y F_a$$

$\frac{v \cdot f_0 \cdot F_a}{C_{Or}}$	e	einreihig/Tandem				back to back/face to face			
		$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$		$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$	
		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0,178	0,35				1,57		1,76		2,56
0,357	0,36				1,53		1,71		2,48
0,714	0,38				1,46		1,64		2,38
1,07	0,4				1,42		1,59		2,31
1,43	0,41	1	0	0,44	1,38	1	1,55	0,72	2,25
2,14	0,43				1,33		1,49		2,16
3,57	0,44				1,25		1,4		2,03
5,35	0,47				1,18		1,32		1,92
7,14	0,49				1,13		1,26		1,83

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{Or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

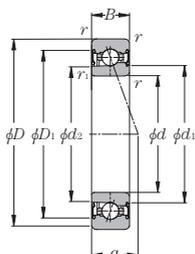
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,52	0,54	1,04	1,08

wenn  $P_{Or} < F_r$ ; bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{Or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Gewicht kg Einzellager	Bordmaße			Anschlussmaße						Lager- kurzzeichen
		mm			mm						
a		d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	d <sub>a</sub> min.	d <sub>b</sub> max.	D <sub>a</sub> max.	r <sub>as</sub> max.	r <sub>ias</sub> max.		
16,1	0,26	54,1	53,3	65,0	50,5	49,5	69,5	1	0,6		2LA-BNS009CLLB
16,8	0,28	58,4	57,5	70,5	55,5	54,5	74,5	1	0,6		2LA-BNS010CLLB
18,8	0,41	65,2	64,1	78,7	62	59,5	83	1	0,6		2LA-BNS011CLLB
19,5	0,44	70,1	69,1	83,5	67	64,5	88	1	0,6		2LA-BNS012CLLB
20,1	0,47	75,2	74,2	88,2	72	69,5	93	1	0,6		2LA-BNS013CLLB
22,2	0,66	81,9	80,8	96,8	77	74,5	103	1	0,6		2LA-BNS014CLLB
22,8	0,69	86,8	85,8	102,2	82	79,5	108	1	0,6		2LA-BNS015CLLB
24,8	0,94	93,7	92,5	110,2	87	84,5	118	1	0,6		2LA-BNS016CLLB
25,5	0,98	98,6	97,5	115,4	92	89,5	123	1	0,6		2LA-BNS017CLLB
27,5	1,29	105,3	104,1	123,2	98,5	95,5	131,5	1,5	1		2LA-BNS018CLLB
28,2	1,34	110,4	109,1	128,1	103,5	100,5	136,5	1,5	1		2LA-BNS019CLLB
28,9	1,40	115,4	114,2	132,7	108,5	105,5	141,5	1,5	1		2LA-BNS020CLLB

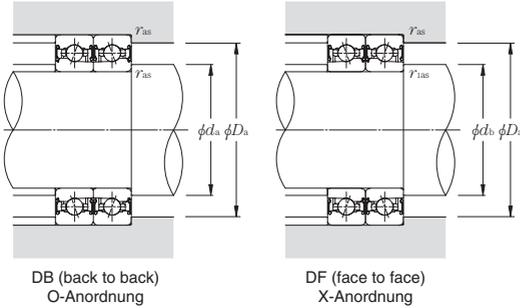
**ULTAGE** Fettgeschmierte, abgedichtete Hochgeschwindigkeitsspindellager mit Stahlkugeln Baureihe 2LA-BNS0 LLB

Druckwinkel 20°  $d$  45~100mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen mm						Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenzdrehzahl min <sup>-1</sup> Fettschmierung
	$d$	$D$	$B$	$r_{18 \text{ min}}^{\text{①}}$	$r_{15 \text{ min}}^{\text{①}}$	dynamisch kN	statisch kN	dynamisch kgf	statisch kgf	kN	kgf		
2LA-BNS009LLB	45	75	16	1	0,6	11,5	8,95	1 180	910	15,0	1 530	23 500	
2LA-BNS010LLB	50	80	16	1	0,6	14,4	11,2	1 470	1 150	18,8	1 920	21 600	
2LA-BNS011LLB	55	90	18	1,1	0,6	16,8	13,3	1 720	1 350	22,2	2 260	19 400	
2LA-BNS012LLB	60	95	18	1,1	0,6	17,6	14,7	1 800	1 490	24,6	2 500	18 200	
2LA-BNS013LLB	65	100	18	1,1	0,6	17,9	15,4	1 830	1 570	25,9	2 640	17 100	
2LA-BNS014LLB	70	110	20	1,1	0,6	21,9	19,4	2 230	1 980	32,5	3 300	15 600	
2LA-BNS015LLB	75	115	20	1,1	0,6	23,3	21,9	2 380	2 230	36,5	3 750	14 800	
2LA-BNS016LLB	80	125	22	1,1	0,6	26,7	25,1	2 720	2 560	42,0	4 300	13 700	
2LA-BNS017LLB	85	130	22	1,1	0,6	27,0	26,2	2 760	2 670	44,0	4 500	13 100	
2LA-BNS018LLB	90	140	24	1,5	1	31,5	30,5	3 200	3 150	51,5	5 250	12 200	
2LA-BNS019LLB	95	145	24	1,5	1	31,5	32,0	3 250	3 250	53,5	5 450	11 700	
2LA-BNS020LLB	100	150	24	1,5	1	33,0	34,5	3 350	3 500	57,5	5 850	11 300	

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_r = X F_r + Y F_a$$

e	einreihig/Tandem		back to back/face to face					
	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	X	Y		
0,57	1	0	0,43	1	1	1,09	0,7	1,63

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{or} = X_o F_r + Y_o F_a$$

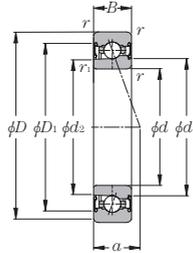
e	einreihig/Tandem		back to back/face to face	
	$X_o$	$Y_o$	$X_o$	$Y_o$
0,5	0,42	1	1	0,84

wenn  $P_{or} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm a	Gewicht kg Einzellager	Bordmaße mm			Anschlussmaße mm					Lager- kurzzeichen
		d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	d <sub>a</sub> min.	d <sub>b</sub> max.	D <sub>a</sub> max.	r <sub>as</sub> max.	r <sub>ias</sub> max.	
19,0	0,26	54,1	53,3	65,0	50,5	49,5	69,5	1	0,6	2LA-BNS009LLB
19,9	0,28	58,4	57,5	70,5	55,5	54,5	74,5	1	0,6	2LA-BNS010LLB
22,3	0,41	65,2	64,2	78,7	62	59,5	83	1	0,6	2LA-BNS011LLB
23,2	0,44	70,1	69,2	83,5	67	64,5	88	1	0,6	2LA-BNS012LLB
24,1	0,47	75,2	74,2	88,2	72	69,5	93	1	0,6	2LA-BNS013LLB
26,5	0,66	81,9	80,8	96,8	77	74,5	103	1	0,6	2LA-BNS014LLB
27,4	0,69	86,8	85,8	102,2	82	79,5	108	1	0,6	2LA-BNS015LLB
29,8	0,94	93,7	92,5	110,2	87	84,5	118	1	0,6	2LA-BNS016LLB
30,7	0,98	98,6	97,5	115,4	92	89,5	123	1	0,6	2LA-BNS017LLB
33,1	1,29	105,3	104,2	123,2	98,5	95,5	131,5	1,5	1	2LA-BNS018LLB
34,0	1,34	110,4	109,2	128,1	103,5	100,5	136,5	1,5	1	2LA-BNS019LLB
34,9	1,40	115,4	114,2	132,7	108,5	105,5	141,5	1,5	1	2LA-BNS020LLB

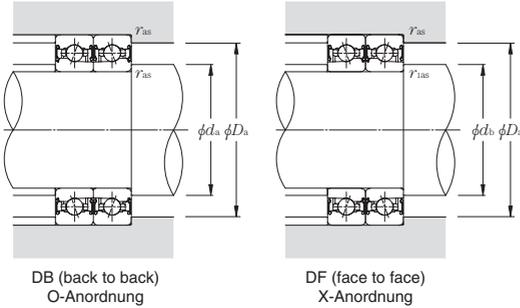
**ULTAGE** Fettgeschmierte, abgedichtete Hochgeschwindigkeitsspindellager mit Stahlkugeln Baureihe 2LA-BNS0 LLB

Druckwinkel 25°  $d$  45~100mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen mm						Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenzdrehzahl min <sup>-1</sup> Fettschmierung
	$d$	$D$	$B$	$r_{18 \text{ min}}^{\text{①}}$	$r_{18 \text{ min}}^{\text{①}}$	$r_{18 \text{ min}}^{\text{①}}$	dynamisch kN	statisch kN	dynamisch kgf	statisch kgf	kN	kgf	
2LA-BNS009ADLLB	45	75	16	1	0,6	11,2	8,65	1 140	885	16,7	1 700	20 800	
2LA-BNS010ADLLB	50	80	16	1	0,6	13,9	10,9	1 420	1 110	21,0	2 140	19 200	
2LA-BNS011ADLLB	55	90	18	1,1	0,6	16,3	12,9	1 660	1 310	24,8	2 530	17 200	
2LA-BNS012ADLLB	60	95	18	1,1	0,6	17,1	14,2	1 740	1 450	27,4	2 800	16 100	
2LA-BNS013ADLLB	65	100	18	1,1	0,6	17,3	14,9	1 770	1 520	28,9	2 940	15 200	
2LA-BNS014ADLLB	70	110	20	1,1	0,6	21,2	18,8	2 160	1 920	36,5	3 700	13 900	
2LA-BNS015ADLLB	75	115	20	1,1	0,6	22,5	21,2	2 300	2 160	41,0	4 200	13 200	
2LA-BNS016ADLLB	80	125	22	1,1	0,6	25,8	24,3	2 630	2 480	47,0	4 800	12 200	
2LA-BNS017ADLLB	85	130	22	1,1	0,6	26,1	25,4	2 670	2 590	49,0	5 000	11 600	
2LA-BNS018ADLLB	90	140	24	1,5	1	30,5	29,7	3 100	3 050	57,5	5 850	10 900	
2LA-BNS019ADLLB	95	145	24	1,5	1	30,5	31,0	3 150	3 150	60,0	6 100	10 400	
2LA-BNS020ADLLB	100	150	24	1,5	1	32,0	33,0	3 250	3 400	64,0	6 550	10 000	

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



DB (back to back)  
O-Anordnung

DF (face to face)  
X-Anordnung

**dynamisch äquivalente Belastung**

$P_r = X F_r + Y F_a$

e	einreihig/Tandem		back to back/face to face					
	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$		
	X	Y	X	Y	X	Y		
0,68	1	0	0,41	0,87	1	0,92	0,67	1,41

**statisch äquivalente Belastung**

$P_{or} = X_o F_r + Y_o F_a$

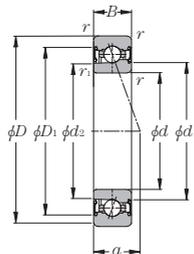
	einreihig/Tandem		back to back/face to face	
	$X_o$	$Y_o$	$X_o$	$Y_o$
	0,5	0,38	1	0,76

wenn  $P_{or} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm a	Gewicht kg Einzellager	Bordmaße mm			Anschlussmaße mm					Lager- kurzzeichen
		d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	d <sub>a</sub> min.	d <sub>b</sub> max.	D <sub>a</sub> max.	r <sub>as</sub> max.	r <sub>ias</sub> max.	
22,1	0,26	54,1	53,3	65,0	50,5	49,5	69,5	1	0,6	2LA-BNS009ADLLB
23,3	0,28	58,4	57,6	70,5	55,5	54,5	74,5	1	0,6	2LA-BNS010ADLLB
26,0	0,41	65,2	64,2	78,7	62	59,5	83	1	0,6	2LA-BNS011ADLLB
27,2	0,44	70,1	69,2	83,5	67	64,5	88	1	0,6	2LA-BNS012ADLLB
28,4	0,47	75,2	74,2	88,2	72	69,5	93	1	0,6	2LA-BNS013ADLLB
31,1	0,66	81,9	80,9	96,8	77	74,5	103	1	0,6	2LA-BNS014ADLLB
32,3	0,69	86,8	85,9	102,2	82	79,5	108	1	0,6	2LA-BNS015ADLLB
35,1	0,94	93,7	92,6	110,2	87	84,5	118	1	0,6	2LA-BNS016ADLLB
36,2	0,98	98,6	97,6	115,4	92	89,5	123	1	0,6	2LA-BNS017ADLLB
39,0	1,29	105,3	104,2	123,2	98,5	95,5	131,5	1,5	1	2LA-BNS018ADLLB
40,2	1,34	110,4	109,2	128,1	103,5	100,5	136,5	1,5	1	2LA-BNS019ADLLB
41,3	1,40	115,4	114,2	132,7	108,5	105,5	141,5	1,5	1	2LA-BNS020ADLLB

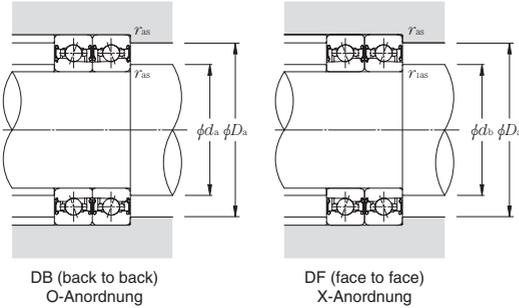
**ULTAGE** Fettgeschmierte, abgedichtete Hochgeschwindigkeitsspindellager mit  
Keramikugeln Baureihe 5S-2LA-BNS9 LLB

Druckwinkel 15°  $d$  50~100mm



Lager- kurzzeichen	Abmessungen					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Faktor $f_0$	Grenz- drehzahl min <sup>-1</sup> Fett- schmierung
	mm					dynamisch	statisch	dynamisch	statisch	kN	kgf		
	$d$	$D$	$B$	$r_{18 \text{ min}}^{\text{①}}$	$r_{18 \text{ max}}^{\text{①}}$	$C_T$	$C_{Or}$	$C_T$	$C_{Or}$				
5S-2LA-BNS910CLLB	50	72	12	0,6	0,3	8,10	5,05	825	515	6,80	690	7,7	25 600
5S-2LA-BNS911CLLB	55	80	13	1	0,6	10,3	6,40	1 050	650	8,55	870	7,6	23 100
5S-2LA-BNS912CLLB	60	85	13	1	0,6	10,6	6,90	1 080	705	9,25	945	7,7	21 500
5S-2LA-BNS913CLLB	65	90	13	1	0,6	10,9	7,40	1 110	755	9,95	1 010	7,8	20 100
5S-2LA-BNS914CLLB	70	100	16	1	0,6	13,7	9,35	1 400	950	12,5	1 280	7,7	18 300
5S-2LA-BNS915CLLB	75	105	16	1	0,6	14,1	10,0	1 440	1 020	13,4	1 370	7,8	17 300
5S-2LA-BNS916CLLB	80	110	16	1	0,6	14,5	10,6	1 480	1 090	14,3	1 460	7,8	16 400
5S-2LA-BNS917CLLB	85	120	18	1,1	0,6	17,4	12,7	1 770	1 290	17,0	1 730	7,8	15 200
5S-2LA-BNS918CLLB	90	125	18	1,1	0,6	17,9	13,5	1 820	1 370	18,1	1 850	7,8	14 500
5S-2LA-BNS919CLLB	95	130	18	1,1	0,6	18,3	14,3	1 870	1 460	19,2	1 960	7,8	13 900
5S-2LA-BNS920CLLB	100	140	20	1,1	0,6	25,7	19,4	2 620	1 980	26,0	2 650	7,7	13 000

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_r = X F_r + Y F_a$$

$\frac{i \cdot f_0 \cdot P_a}{C_{Or}}$	e	einreihig/Tandem				back to back/face to face			
		$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$		$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$	
		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0,178	0,35				1,57		1,76		2,56
0,357	0,36				1,53		1,71		2,48
0,714	0,38				1,46		1,64		2,38
1,07	0,4				1,42		1,59		2,31
1,43	0,41	1	0	0,44	1,38	1	1,55	0,72	2,25
2,14	0,43				1,33		1,49		2,16
3,57	0,44				1,25		1,4		2,03
5,35	0,47				1,18		1,32		1,92
7,14	0,49				1,13		1,26		1,83

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{0r} = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

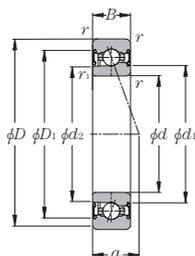
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,52	0,54	1,04	1,08

wenn  $P_{0r} < F_r$ ; bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{0r} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Gewicht kg Einzellager	Bordmaße			Anschlussmaße						Lager- kurzzeichen
		mm			mm						
a		d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	d <sub>a</sub> min.	d <sub>b</sub> max.	D <sub>a</sub> max.	r <sub>as</sub> max.	r <sub>ias</sub> max.		
14,2	0,14	56,9	56,0	65,0	54,5	52,5	67,5	0,6	0,3		5S-2LA-BNS910CLLB
15,6	0,18	62,6	61,7	72,1	60,5	59,5	74,5	1	0,6		5S-2LA-BNS911CLLB
16,3	0,20	67,6	66,7	77,1	65,5	64,5	79,5	1	0,6		5S-2LA-BNS912CLLB
16,9	0,21	72,6	71,7	82,1	70,5	69,5	84,5	1	0,6		5S-2LA-BNS913CLLB
19,5	0,36	79,2	78,3	90,2	75,5	74,5	94,5	1	0,6		5S-2LA-BNS914CLLB
20,1	0,37	84,2	83,3	95,2	80,5	79,5	99,5	1	0,6		5S-2LA-BNS915CLLB
20,8	0,39	89,2	88,3	100,2	85,5	84,5	104,5	1	0,6		5S-2LA-BNS916CLLB
22,8	0,57	96,0	95,0	108,6	92	89,5	113	1	0,6		5S-2LA-BNS917CLLB
23,5	0,59	100,9	100,0	113,6	97	94,5	118	1	0,6		5S-2LA-BNS918CLLB
24,2	0,62	105,9	105,0	118,6	102	99,5	123	1	0,6		5S-2LA-BNS919CLLB
26,2	0,82	111,9	110,9	127,3	107	104,5	133	1	0,6		5S-2LA-BNS920CLLB

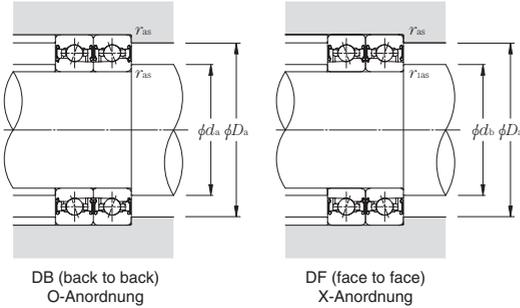
**ULTAGE** Fettgeschmierte, abgedichtete Hochgeschwindigkeitsspindellager mit  
Keramikugeln Baureihe 5S-2LA-BNS9 LLB

Druckwinkel 20°  $d$  50~100mm



Lager- kurzzeichen	Abmessungen mm					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenz- drehzahl min <sup>-1</sup> Fett- schmierung
	$d$	$D$	$B$	$r_{18 \text{ min}}$ ①	$r_{18 \text{ max}}$ ①	dynamisch kN	statisch kN	dynamisch kgf	statisch kgf	kN	kgf	
5S-2LA-BNS910LLB	50	72	12	0,6	0,3	7,90	4,95	805	505	7,75	790	28 200
5S-2LA-BNS911LLB	55	80	13	1	0,6	10,1	6,25	1 030	635	9,75	995	25 500
5S-2LA-BNS912LLB	60	85	13	1	0,6	10,4	6,70	1 060	685	10,5	1 080	23 700
5S-2LA-BNS913LLB	65	90	13	1	0,6	10,6	7,20	1 080	735	11,3	1 160	22 200
5S-2LA-BNS914LLB	70	100	16	1	0,6	13,4	9,10	1 360	930	14,3	1 460	20 200
5S-2LA-BNS915LLB	75	105	16	1	0,6	13,7	9,75	1 400	995	15,3	1 560	19 100
5S-2LA-BNS916LLB	80	110	16	1	0,6	14,1	10,4	1 440	1 060	16,3	1 660	18 100
5S-2LA-BNS917LLB	85	120	18	1,1	0,6	16,9	12,3	1 730	1 260	19,4	1 980	16 800
5S-2LA-BNS918LLB	90	125	18	1,1	0,6	17,4	13,1	1 770	1 340	20,6	2 100	16 000
5S-2LA-BNS919LLB	95	130	18	1,1	0,6	17,8	14,0	1 820	1 420	21,9	2 230	15 300
5S-2LA-BNS920LLB	100	140	20	1,1	0,6	25,1	18,9	2 560	1 930	29,7	3 050	14 300

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_r = X F_r + Y F_a$$

e	einreihig/Tandem		back to back/face to face					
	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	X	Y	X	Y		
0,57	1	0	0,43	1	1	1,09	0,7	1,63

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{or} = X_o F_r + Y_o F_a$$

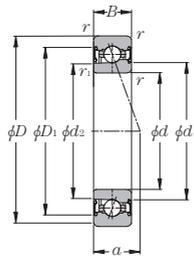
e	einreihig/Tandem		back to back/face to face	
	$X_o$	$Y_o$	$X_o$	$Y_o$
0,5	0,42	1	1	0,84

wenn  $P_{or} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Gewicht kg Einzellager	Bordmaße			Anschlussmaße					Lager- kurzzeichen
		mm			mm					
a		d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	d <sub>a</sub> min.	d <sub>b</sub> max.	D <sub>a</sub> max.	r <sub>as</sub> max.	r <sub>ias</sub> max.	
17,2	0,14	56,9	56,0	65,0	54,5	52,5	67,5	0,6	0,3	5S-2LA-BNS910LLB
18,9	0,18	62,6	61,7	72,1	60,5	59,5	74,5	1	0,6	5S-2LA-BNS911LLB
19,8	0,20	67,6	66,7	77,1	65,5	64,5	79,5	1	0,6	5S-2LA-BNS912LLB
20,7	0,21	72,6	71,7	82,1	70,5	69,5	84,5	1	0,6	5S-2LA-BNS913LLB
23,6	0,36	79,2	78,3	90,2	75,5	74,5	94,5	1	0,6	5S-2LA-BNS914LLB
24,5	0,37	84,2	83,3	95,2	80,5	79,5	99,5	1	0,6	5S-2LA-BNS915LLB
25,4	0,39	89,2	88,3	100,2	85,5	84,5	104,5	1	0,6	5S-2LA-BNS916LLB
27,8	0,57	96,0	95,0	108,6	92	89,5	113	1	0,6	5S-2LA-BNS917LLB
28,7	0,59	100,9	100,0	113,6	97	94,5	118	1	0,6	5S-2LA-BNS918LLB
29,6	0,62	105,9	105,0	118,6	102	99,5	123	1	0,6	5S-2LA-BNS919LLB
32,0	0,82	111,9	110,9	127,3	107	104,5	133	1	0,6	5S-2LA-BNS920LLB

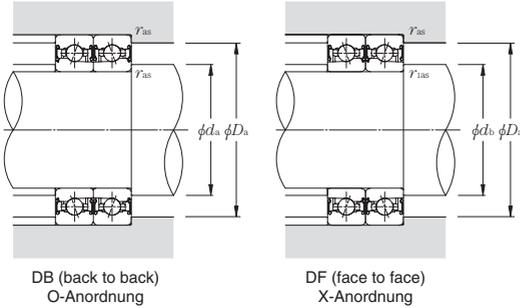
**ULTAGE** Fettgeschmierte, abgedichtete Hochgeschwindigkeitsspindellager mit  
Keramikugeln Baureihe 5S-2LA-BNS9 LLB

Druckwinkel 25°  $d$  50~100mm



Lager- kurzzeichen	Abmessungen mm						Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenz- drehzahl min <sup>-1</sup> Fett- schmierung
	$d$	$D$	$B$	$r_{18 \text{ min}}$ ①	$r_{18 \text{ min}}$ ①	dynamisch kN	statisch kN	dynamisch kgf	statisch kgf	kN	kgf		
5S-2LA-BNS910ADLLB	50	72	12	0,6	0,3	7,60	4,75	775	485	8,80	895	25 600	
5S-2LA-BNS911ADLLB	55	80	13	1	0,6	9,75	6,05	990	615	11,1	1 130	23 200	
5S-2LA-BNS912ADLLB	60	85	13	1	0,6	10,0	6,50	1 020	665	12,0	1 220	21 600	
5S-2LA-BNS913ADLLB	65	90	13	1	0,6	10,3	7,00	1 050	715	12,9	1 310	20 200	
5S-2LA-BNS914ADLLB	70	100	16	1	0,6	12,9	8,80	1 320	900	16,2	1 650	18 400	
5S-2LA-BNS915ADLLB	75	105	16	1	0,6	13,3	9,45	1 350	960	17,3	1 770	17 400	
5S-2LA-BNS916ADLLB	80	110	16	1	0,6	13,6	10,0	1 390	1 020	18,5	1 890	16 500	
5S-2LA-BNS917ADLLB	85	120	18	1,1	0,6	16,4	11,9	1 670	1 220	22,0	2 240	15 300	
5S-2LA-BNS918ADLLB	90	125	18	1,1	0,6	16,8	12,7	1 710	1 300	23,4	2 390	14 500	
5S-2LA-BNS919ADLLB	95	130	18	1,1	0,6	17,2	13,5	1 760	1 380	24,8	2 530	13 900	
5S-2LA-BNS920ADLLB	100	140	20	1,1	0,6	24,2	18,3	2 470	1 870	33,5	3 450	13 000	

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_r = X F_r + Y F_a$$

e	einreihig/Tandem				back to back/face to face			
	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	X	Y	X	Y
0,68	1	0	0,41	0,87	1	0,92	0,67	1,41

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{or} = X_o F_r + Y_o F_a$$

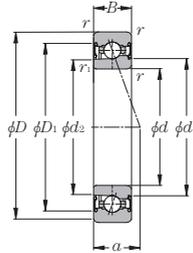
e	einreihig/Tandem		back to back/face to face	
	$X_o$	$Y_o$	$X_o$	$Y_o$
0,5	0,38	1	1	0,76

wenn  $P_{or} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm a	Gewicht kg Einzellager	Bordmaße mm			Anschlussmaße mm					Lager- kurzzeichen
		d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	d <sub>a</sub> min.	d <sub>b</sub> max.	D <sub>a</sub> max.	r <sub>as</sub> max.	r <sub>ias</sub> max.	
20,3	0,14	56,9	56,0	65,0	54,5	52,5	67,5	0,6	0,3	5S-2LA-BNS910ADLLB
22,3	0,18	62,6	61,7	72,1	60,5	59,5	74,5	1	0,6	5S-2LA-BNS911ADLLB
23,5	0,20	67,6	66,7	77,1	65,5	64,5	79,5	1	0,6	5S-2LA-BNS912ADLLB
24,7	0,21	72,6	71,7	82,1	70,5	69,5	84,5	1	0,6	5S-2LA-BNS913ADLLB
27,9	0,36	79,2	78,3	90,2	75,5	74,5	94,5	1	0,6	5S-2LA-BNS914ADLLB
29,1	0,37	84,2	83,3	95,2	80,5	79,5	99,5	1	0,6	5S-2LA-BNS915ADLLB
30,3	0,39	89,2	88,3	100,2	85,5	84,5	104,5	1	0,6	5S-2LA-BNS916ADLLB
33,0	0,57	96,0	95,0	108,6	92	89,5	113	1	0,6	5S-2LA-BNS917ADLLB
34,2	0,59	100,9	100,0	113,6	97	94,5	118	1	0,6	5S-2LA-BNS918ADLLB
35,4	0,62	105,9	105,0	118,6	102	99,5	123	1	0,6	5S-2LA-BNS919ADLLB
38,1	0,82	111,9	110,9	127,3	107	104,5	133	1	0,6	5S-2LA-BNS920ADLLB

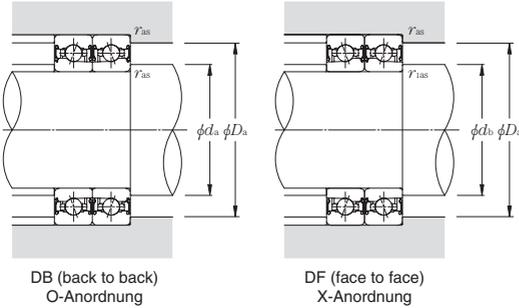
**ULTAGE** Fettgeschmierte, abgedichtete Hochgeschwindigkeitsspindellager mit Keramikkugeln Baureihe 5S-2LA-BNS0 LLB

Druckwinkel 15°  $d$  45~100mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen mm						Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Faktor $f_o$	Grenzdrehzahl min <sup>-1</sup> Fett- schmierung
	$d$	$D$	$B$	$r_{18 \text{ min}}$ ①	$r_{18 \text{ min}}$ ①		dynamisch kN	statisch kN	dynamisch kgf	statisch kgf	kN	kgf		
5S-2LA-BNS009CLLB	45	75	16	1	0,6		11,8	6,20	1 210	645	8,45	860	7,4	26 000
5S-2LA-BNS010CLLB	50	80	16	1	0,6		14,7	7,50	1 500	815	10,6	1 080	7,4	24 000
5S-2LA-BNS011CLLB	55	90	18	1,1	0,6		17,3	9,40	1 760	960	12,5	1 280	7,4	21 500
5S-2LA-BNS012CLLB	60	95	18	1,1	0,6		18,1	10,4	1 850	1 060	13,9	1 420	7,4	20 100
5S-2LA-BNS013CLLB	65	100	18	1,1	0,6		18,4	10,9	1 870	1 120	14,6	1 490	7,5	18 900
5S-2LA-BNS014CLLB	70	110	20	1,1	0,6		22,4	13,8	2 290	1 410	18,4	1 880	7,5	17 300
5S-2LA-BNS015CLLB	75	115	20	1,1	0,6		23,9	15,5	2 440	1 590	20,8	2 120	7,5	16 400
5S-2LA-BNS016CLLB	80	125	22	1,1	0,6		27,4	17,8	2 790	1 820	23,8	2 430	7,5	15 200
5S-2LA-BNS017CLLB	85	130	22	1,1	0,6		27,7	18,6	2 830	1 900	24,9	2 540	7,6	14 500
5S-2LA-BNS018CLLB	90	140	24	1,5	1		32,0	21,8	3 300	2 220	29,2	2 970	7,6	13 600
5S-2LA-BNS019CLLB	95	145	24	1,5	1		32,5	22,7	3 300	2 310	30,5	3 100	7,6	13 000
5S-2LA-BNS020CLLB	100	150	24	1,5	1		33,5	24,4	3 450	2 480	32,5	3 350	7,6	12 500

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_r = X F_r + Y F_a$$

$i \cdot f_0 \cdot P_a$ $C_{Or}$	$e$	einreihig/Tandem		back to back/face to face	
		$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$
		X	Y	X	Y
0,178	0,35			1,57	1,76
0,357	0,36			1,53	1,71
0,714	0,38			1,46	1,64
1,07	0,4			1,42	1,59
1,43	0,41	1	0	1,38	1,55
2,14	0,43		0,44	1,33	1,49
3,57	0,44			1,25	1,4
5,35	0,47			1,18	1,32
7,14	0,49			1,13	1,26

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{Or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

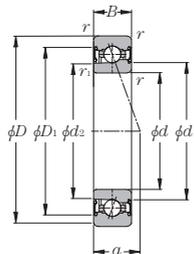
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,52	0,54	1,04	1,08

wenn  $P_{\alpha} < F_r$ ; bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{Or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Gewicht kg Einzellager	Bordmaße			Anschlussmaße					Lager- kurzzeichen
		mm			mm					
$a$		$d_1$	$d_2$	$D_1$	$d_a$ min.	$d_b$ max.	$D_a$ max.	$r_{as}$ max.	$r_{ias}$ max.	
16,1	0,25	54,1	53,3	65,0	50,5	49,5	69,5	1	0,6	5S-2LA-BNS009CLLB
16,8	0,26	58,4	57,5	70,5	55,5	54,5	74,5	1	0,6	5S-2LA-BNS010CLLB
18,8	0,38	65,2	64,1	78,7	62	59,5	83	1	0,6	5S-2LA-BNS011CLLB
19,5	0,41	70,1	69,1	83,5	67	64,5	88	1	0,6	5S-2LA-BNS012CLLB
20,1	0,44	75,2	74,2	88,2	72	69,5	93	1	0,6	5S-2LA-BNS013CLLB
22,2	0,62	81,9	80,8	96,8	77	74,5	103	1	0,6	5S-2LA-BNS014CLLB
22,8	0,65	86,8	85,8	102,2	82	79,5	108	1	0,6	5S-2LA-BNS015CLLB
24,8	0,88	93,7	92,5	110,2	87	84,5	118	1	0,6	5S-2LA-BNS016CLLB
25,5	0,93	98,6	97,5	115,4	92	89,5	123	1	0,6	5S-2LA-BNS017CLLB
27,5	1,22	105,3	104,1	123,2	98,5	95,5	131,5	1,5	1	5S-2LA-BNS018CLLB
28,2	1,27	110,4	109,1	128,1	103,5	100,5	136,5	1,5	1	5S-2LA-BNS019CLLB
28,9	1,32	115,4	114,2	132,7	108,5	105,5	141,5	1,5	1	5S-2LA-BNS020CLLB

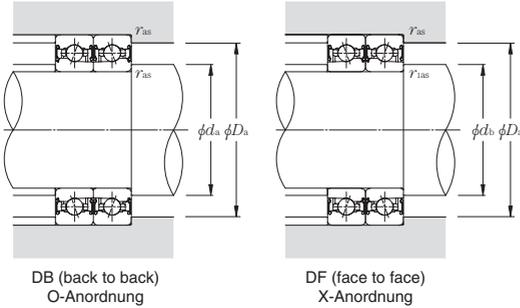
**ULTAGE** Fettgeschmierte, abgedichtete Hochgeschwindigkeitsspindellager mit  
Keramikkugeln Baureihe 5S-2LA-BNS0 LLB

Druckwinkel 20°  $d$  45~100mm



Lager- kurzzeichen	Abmessungen mm						Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenz- drehzahl min <sup>-1</sup> Fett- schmierung
	$d$	$D$	$B$	$r_{1s \text{ min}}^{\text{①}}$	$r_{2s \text{ min}}^{\text{①}}$	dynamisch kN	statisch kN	dynamisch kgf	statisch kgf	kN	kgf		
5S-2LA-BNS009LLB	45	75	16	1	0,6	11,5	6,2	1 180	630	9,70	985	28 700	
5S-2LA-BNS010LLB	50	80	16	1	0,6	14,4	7,8	1 470	795	12,2	1 240	26 500	
5S-2LA-BNS011LLB	55	90	18	1,1	0,6	16,8	9,2	1 720	935	14,4	1 460	23 700	
5S-2LA-BNS012LLB	60	95	18	1,1	0,6	17,6	10,2	1 800	1 040	15,9	1 620	22 200	
5S-2LA-BNS013LLB	65	100	18	1,1	0,6	17,9	10,7	1 830	1 090	16,7	1 710	20 800	
5S-2LA-BNS014LLB	70	110	20	1,1	0,6	21,9	13,5	2 230	1 370	21,1	2 150	19 100	
5S-2LA-BNS015LLB	75	115	20	1,1	0,6	23,3	15,2	2 380	1 550	23,8	2 420	18 100	
5S-2LA-BNS016LLB	80	125	22	1,1	0,6	26,7	17,4	2 720	1 770	27,2	2 780	16 800	
5S-2LA-BNS017LLB	85	130	22	1,1	0,6	27,0	18,1	2 760	1 850	28,4	2 900	16 000	
5S-2LA-BNS018LLB	90	140	24	1,5	1	31,5	21,3	3 200	2 170	33,5	3 400	15 000	
5S-2LA-BNS019LLB	95	145	24	1,5	1	31,5	22,1	3 250	2 260	34,5	3 550	14 300	
5S-2LA-BNS020LLB	100	150	24	1,5	1	33,0	23,8	3 350	2 420	37,5	3 800	13 800	

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_r = X F_r + Y F_a$$

e	einreihig/Tandem		back to back/face to face					
	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	X	Y		
0,57	1	0	0,43	1	1	1,09	0,7	1,63

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{or} = X_o F_r + Y_o F_a$$

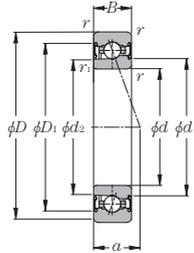
e	einreihig/Tandem		back to back/face to face	
	$X_o$	$Y_o$	$X_o$	$Y_o$
0,5	0,42	1	1	0,84

wenn  $P_{or} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm a	Gewicht kg Einzellager	Bordmaße mm			Anschlussmaße mm					Lager- kurzzeichen
		d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	d <sub>a</sub> min.	d <sub>b</sub> max.	D <sub>a</sub> max.	r <sub>as</sub> max.	r <sub>ias</sub> max.	
19,0	0,25	54,1	53,3	65,0	50,5	49,5	69,5	1	0,6	5S-2LA-BNS009LLB
19,9	0,26	58,4	57,5	70,5	55,5	54,5	74,5	1	0,6	5S-2LA-BNS010LLB
22,3	0,38	65,2	64,2	78,7	62	59,5	83	1	0,6	5S-2LA-BNS011LLB
23,2	0,41	70,1	69,2	83,5	67	64,5	88	1	0,6	5S-2LA-BNS012LLB
24,1	0,44	75,2	74,2	88,2	72	69,5	93	1	0,6	5S-2LA-BNS013LLB
26,5	0,62	81,9	80,8	96,8	77	74,5	103	1	0,6	5S-2LA-BNS014LLB
27,4	0,65	86,8	85,8	102,2	82	79,5	108	1	0,6	5S-2LA-BNS015LLB
29,8	0,88	93,7	92,5	110,2	87	84,5	118	1	0,6	5S-2LA-BNS016LLB
30,7	0,93	98,6	97,5	115,4	92	89,5	123	1	0,6	5S-2LA-BNS017LLB
33,1	1,22	105,3	104,2	123,2	98,5	95,5	131,5	1,5	1	5S-2LA-BNS018LLB
34,0	1,27	110,4	109,2	128,1	103,5	100,5	136,5	1,5	1	5S-2LA-BNS019LLB
34,9	1,32	115,4	114,2	132,7	108,5	105,5	141,5	1,5	1	5S-2LA-BNS020LLB

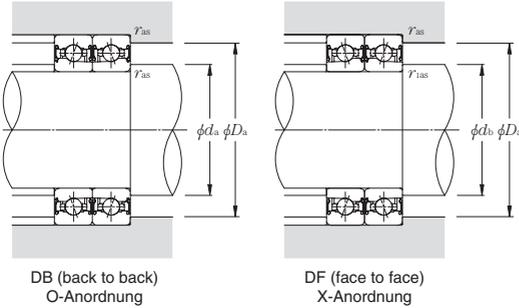
**ULTAGE** Fettgeschmierte, abgedichtete Hochgeschwindigkeitsspindellager mit Keramikugeln Baureihe 5S-2LA-BNS0 LLB

Druckwinkel 25°  $d$  45~100mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen mm						Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenzdrehzahl min <sup>-1</sup> Fettschmierung
	$d$	$D$	$B$	$r_{18 \text{ min}}^{\text{①}}$	$r_{15 \text{ min}}^{\text{①}}$	$r$	dynamisch kN	statisch kN	dynamisch kgf	statisch kgf	kN	kgf	
5S-2LA-BNS009ADLLB	45	75	16	1	0,6		11,2	6,00	1 140	610	11,0	1 120	26 100
5S-2LA-BNS010ADLLB	50	80	16	1	0,6		13,9	7,55	1 420	770	13,9	1 410	24 100
5S-2LA-BNS011ADLLB	55	90	18	1,1	0,6		16,3	8,90	1 660	910	16,4	1 670	21 600
5S-2LA-BNS012ADLLB	60	95	18	1,1	0,6		17,1	9,85	1 740	1 000	18,1	1 840	20 200
5S-2LA-BNS013ADLLB	65	100	18	1,1	0,6		17,3	10,4	1 770	1 060	19,0	1 940	19 000
5S-2LA-BNS014ADLLB	70	110	20	1,1	0,6		21,2	13,0	2 160	1 330	24,0	2 440	17 400
5S-2LA-BNS015ADLLB	75	115	20	1,1	0,6		22,5	14,7	2 300	1 500	27,0	2 760	16 500
5S-2LA-BNS016ADLLB	80	125	22	1,1	0,6		25,8	16,9	2 630	1 720	31,0	3 150	15 300
5S-2LA-BNS017ADLLB	85	130	22	1,1	0,6		26,1	17,6	2 670	1 790	32,5	3 300	14 500
5S-2LA-BNS018ADLLB	90	140	24	1,5	1		30,5	20,6	3 100	2 100	38,0	3 850	13 600
5S-2LA-BNS019ADLLB	95	145	24	1,5	1		30,5	21,4	3 150	2 190	39,5	4 000	13 000
5S-2LA-BNS020ADLLB	100	150	24	1,5	1		32,0	23,0	3 250	2 350	42,5	4 300	12 500

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



DB (back to back)  
O-Anordnung

DF (face to face)  
X-Anordnung

**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_r = X F_r + Y F_a$$

e	einreihig/Tandem				back to back/face to face			
	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	X	Y	X	Y
0,68	1	0	0,41	0,87	1	0,92	0,67	1,41

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{or} = X_o F_r + Y_o F_a$$

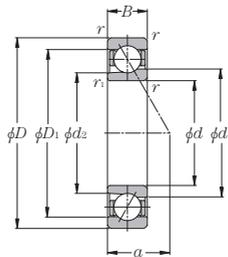
e	einreihig/Tandem		back to back/face to face	
	$X_o$	$Y_o$	$X_o$	$Y_o$
0,5	0,38	1	1	0,76

wenn  $P_{or} < F_r$  bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm a	Gewicht kg Einzellager	Bordmaße mm			Anschlussmaße mm					Lager- kurzzeichen
		d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	d <sub>a</sub> min.	d <sub>b</sub> max.	D <sub>a</sub> max.	r <sub>as</sub> max.	r <sub>ias</sub> max.	
22,1	0,25	54,1	53,3	65	50,5	49,5	69,5	1	0,6	5S-2LA-BNS009ADLLB
23,3	0,26	58,4	57,6	70,5	55,5	54,5	74,5	1	0,6	5S-2LA-BNS010ADLLB
26,0	0,38	65,2	64,2	78,7	62	59,5	83	1	0,6	5S-2LA-BNS011ADLLB
27,2	0,41	70,1	69,2	83,5	67	64,5	88	1	0,6	5S-2LA-BNS012ADLLB
28,4	0,44	75,2	74,2	88,2	72	69,5	93	1	0,6	5S-2LA-BNS013ADLLB
31,1	0,62	81,9	80,9	96,8	77	74,5	103	1	0,6	5S-2LA-BNS014ADLLB
32,3	0,65	86,8	85,9	102,2	82	79,5	108	1	0,6	5S-2LA-BNS015ADLLB
35,1	0,88	93,7	92,6	110,2	87	84,5	118	1	0,6	5S-2LA-BNS016ADLLB
36,2	0,93	98,6	97,6	115,4	92	89,5	123	1	0,6	5S-2LA-BNS017ADLLB
39,0	1,22	105,3	104,2	123,2	98,5	95,5	131,5	1,5	1	5S-2LA-BNS018ADLLB
40,2	1,27	110,4	109,2	128,1	103,5	100,5	136,5	1,5	1	5S-2LA-BNS019ADLLB
41,3	1,32	115,4	114,2	132,7	108,5	105,5	141,5	1,5	1	5S-2LA-BNS020ADLLB

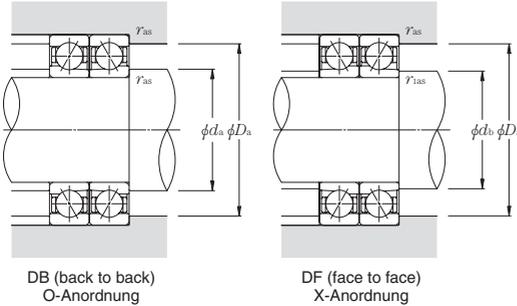
Spindellager für Schleifmaschinen / Motoren und Drehmaschinen mit Stahlkugeln Baureihe BNT9

Druckwinkel 15°  $d$  10~65mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Faktor $f_0$	Grenzdrehzahl	
	mm					dynamisch	statisch	dynamisch	statisch	kN	kgf		Fettschmierung	Ölschmierung
	$d$	$D$	$B$	$r_s$ mit ①	$r_{s1}$ mit ①	$C_r$	$C_{or}$	$C_r$	$C_{or}$					$\text{min}^{-1}$
BNT900	10	22	6	0,3	0,15	2,30	1,00	235	101	1,43	146	9,3	62 200	125 600
BNT901	12	24	6	0,3	0,15	2,57	1,22	262	124	1,76	180	9,6	55 300	111 700
BNT902	15	28	7	0,3	0,15	3,70	1,75	375	179	2,54	259	9,5	46 300	93 500
BNT903	17	30	7	0,3	0,15	3,90	1,95	395	199	2,82	288	9,7	42 300	85 500
BNT904	20	37	9	0,3	0,15	5,60	2,99	570	305	4,35	440	9,7	34 900	70 500
BNT905	25	42	9	0,3	0,15	6,00	3,55	610	360	5,15	525	10,1	29 700	60 000
BNT906	30	47	9	0,3	0,15	6,35	4,10	650	420	6,00	610	10,4	25 800	52 200
BNT907	35	55	10	0,6	0,3	10,1	6,30	1 030	645	9,20	940	10,1	21 000	42 400
BNT908	40	62	12	0,6	0,3	10,7	7,30	1 090	740	10,6	1 080	10,4	18 500	37 500
BNT909	45	68	12	0,6	0,3	13,2	9,20	1 350	935	13,4	1 370	10,4	16 700	33 800
BNT910	50	72	12	0,6	0,3	14,0	10,3	1 430	1 060	15,1	1 540	10,5	15 500	31 300
BNT911	55	80	13	1	0,6	14,6	11,6	1 490	1 180	17,0	1 730	10,7	13 800	27 600
BNT912	60	85	13	1	0,6	15,3	12,8	1 560	1 300	18,7	1 910	10,8	12 800	25 700
BNT913	65	90	13	1	0,6	15,5	13,4	1 580	1 370	19,7	2 010	10,9	12 000	24 000

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_r = X F_r + Y F_a$$

$i \cdot f_0 \cdot F_a$ $C_{Or}$	e	einreihig/Tandem				back to back/face to face			
		$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$		$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$	
		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0,178	0,35					1,57	1,76		2,56
0,357	0,36					1,53	1,71		2,48
0,714	0,38					1,46	1,64		2,38
1,07	0,4					1,42	1,59		2,31
1,43	0,41	1	0	0,44		1,38	1,55	0,72	2,25
2,14	0,43					1,33	1,49		2,16
3,57	0,44					1,25	1,4		2,03
5,35	0,47					1,18	1,32		1,92
7,14	0,49					1,13	1,26		1,83

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{Or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

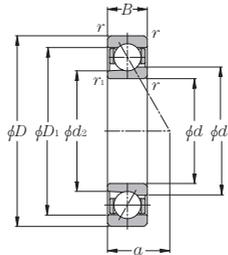
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,52	0,54	1,04	1,08

wenn  $P_{Or} < F_r$ ; bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{Or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Lager- freiraum cm <sup>3</sup> Einzellager	Gewicht kg Einzellager	Bordmaße mm			Anschlussmaße mm					Lager- kurzzeichen
			$d_1$	$d_2$	$D_1$	$d_a$ min.	$d_b$ max.	$D_a$ max.	$r_{as}$ max.	$r_{ias}$ max.	
5,2	0,3	0,010	14,0	12,7	18,0	12,2	11,2	20	0,3	0,15	BNT900
5,4	0,4	0,011	16,0	14,7	20,0	14,2	13,2	22	0,3	0,15	BNT901
6,4	0,6	0,016	19,0	17,4	24,0	17,2	16,2	26	0,3	0,15	BNT902
6,7	0,8	0,017	21,0	19,4	26,0	19,2	18,2	28	0,3	0,15	BNT903
8,4	1,4	0,037	25,5	23,5	31,4	22,5	21,5	34,5	0,3	0,15	BNT904
9,0	1,7	0,043	30,5	28,5	36,5	27,5	26,5	39,5	0,3	0,15	BNT905
9,7	1,9	0,049	35,5	33,5	41,5	32,5	31,5	44,5	0,3	0,15	BNT906
11,1	2,8	0,073	41,2	38,5	48,8	39,5	37,5	50,5	0,6	0,3	BNT907
12,9	4,5	0,11	47,0	44,4	55,0	44,5	42,5	57,5	0,6	0,3	BNT908
13,6	5,2	0,13	52,1	49,1	60,9	49,5	48	63,5	0,6	0,3	BNT909
14,2	6,2	0,13	56,6	53,6	65,4	54,5	52,5	67,5	0,6	0,3	BNT910
15,6	7,8	0,18	63,2	60,1	71,8	60,5	59,5	74,5	1	0,6	BNT911
16,3	8,3	0,20	68,1	65,1	76,9	65,5	64,5	79,5	1	0,6	BNT912
17,0	8,9	0,21	73,1	70,1	81,9	70,5	69,5	84,5	1	0,6	BNT913

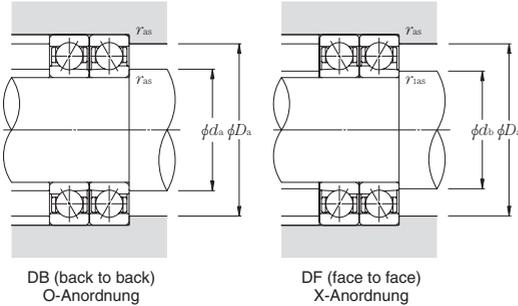
Spindellager für Schleifmaschinen / Motoren und Drehmaschinen mit Stahlkugeln Baureihe BNT0

Druckwinkel 15°  $d$  10~70mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Faktor $f_0$	Grenzdrehzahl	
	mm					dynamisch kN		statisch kgf		kN	kgf		Fettschmierung $\text{min}^{-1}$	Ölschmierung $\text{min}^{-1}$
	$d$	$D$	$B$	$r_s \text{ mit } \textcircled{1}$	$r_{1s} \text{ mit } \textcircled{1}$	$C_r$	$C_{or}$	$C_r$	$C_{or}$					
BNT000	10	26	8	0,3	0,15	3,75	1,45	385	148	2,07	211	8,3	60 300	120 100
BNT001	12	28	8	0,3	0,15	4,15	1,73	420	176	2,48	253	8,8	52 700	104 900
BNT002	15	32	9	0,3	0,15	4,75	2,22	485	226	3,20	325	9,2	46 000	91 500
BNT003	17	35	10	0,3	0,15	5,90	2,70	600	275	3,90	395	9,0	41 500	82 700
BNT004	20	42	12	0,6	0,3	8,00	3,95	815	405	5,70	580	9,2	34 300	68 300
BNT005	25	47	12	0,6	0,3	8,95	4,85	910	495	7,05	720	9,6	30 000	59 700
BNT006	30	55	13	1	0,6	11,6	6,75	1 180	685	9,75	995	9,8	25 100	50 000
BNT007	35	62	14	1	0,6	14,6	8,95	1 490	910	13,0	1 320	9,8	20 100	40 200
BNT008	40	68	15	1	0,6	15,7	10,4	1 600	1 060	15,1	1 540	10,0	18 100	36 100
BNT009	45	75	16	1	0,6	18,6	12,6	1 900	1 290	18,4	1 870	10,1	16 300	32 500
BNT010	50	80	16	1	0,6	19,9	14,3	2 030	1 460	20,9	2 130	10,2	15 000	30 000
BNT011	55	90	18	1,1	0,6	26,1	18,7	2 660	1 910	27,3	2 780	10,1	13 200	26 400
BNT012	60	95	18	1,1	0,6	26,8	20,0	2 730	2 040	29,2	2 980	10,3	12 300	24 700
BNT013	65	100	18	1,1	0,6	28,4	22,4	2 890	2 290	32,5	3 350	10,4	11 600	23 200
BNT014	70	110	20	1,1	0,6	36,0	28,1	3 650	2 870	41,0	4 200	10a3	10 600	21 300

$\textcircled{1}$  Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



DB (back to back)  
O-Anordnung

DF (face to face)  
X-Anordnung

**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_r = X F_r + Y F_a$$

$i \cdot f_0 \cdot F_a$ $C_{or}$	e	einreihig/Tandem		back to back/face to face		
		$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	
		X	Y	X	Y	
0,178	0,35			1,57	1,76	2,56
0,357	0,36			1,53	1,71	2,48
0,714	0,38			1,46	1,64	2,38
1,07	0,4			1,42	1,59	2,31
1,43	0,41	1	0	1,38	1,55	2,25
2,14	0,43		0,44	1,33	1,49	2,16
3,57	0,44			1,25	1,4	2,03
5,35	0,47			1,18	1,32	1,92
7,14	0,49			1,13	1,26	1,83

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{0r} = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

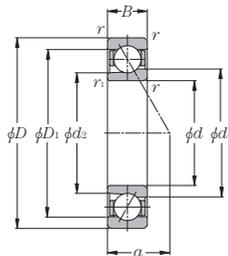
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,52	0,54	1,04	1,08

wenn  $P_{0r} < F_r$ ; bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{0r} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Lager- freiraum cm <sup>3</sup> Einzellager	Gewicht kg Einzellager	Bordmaße mm			Anschlussmaße mm					Lager- kurzzeichen	
			$d_1$	$d_2$	$D_1$	$d_a$ min.	$d_b$ max.	$D_a$ max.	$r_{as}$ max.	$r_{ias}$ max.		
a												
6,5	0,9	0,015	14,6	13,0	21,0	12,5	11,2	23,5	0,3	0,15		BNT000
6,8	1,0	0,020	17,4	15,6	23,5	14,5	13,2	25,5	0,3	0,15		BNT001
7,7	1,3	0,029	20,4	18,5	26,5	17,5	16,2	29,5	0,3	0,15		BNT002
8,5	1,8	0,033	22,2	20,2	29,6	19,5	18,2	32,5	0,3	0,15		BNT003
10,3	3,0	0,057	27,4	24,9	35,5	24,5	22,5	37,5	0,6	0,3		BNT004
10,9	3,5	0,067	31,8	29,4	40,6	29,5	27,5	42,5	0,6	0,3		BNT005
12,3	4,3	0,11	38,4	35,5	47,8	35,5	34,5	49,5	1	0,6		BNT006
13,6	6,5	0,15	43,4	40,2	53,8	40,5	39,5	56,5	1	0,6		BNT007
14,8	8,0	0,18	48,8	45,7	59,4	45,5	44,5	62,5	1	0,6		BNT008
16,1	9,6	0,23	54,2	50,9	65,6	50,5	49,5	69,5	1	0,6		BNT009
16,8	11	0,26	59,6	55,9	70,2	55,5	54,5	74,5	1	0,6		BNT010
18,8	16	0,38	66,1	61,8	79,1	62	59,5	83	1	0,6		BNT011
19,5	19	0,40	71,1	66,8	84,1	67	64,5	88	1	0,6		BNT012
20,2	20	0,42	75,2	71,8	89,8	72	69,5	93	1	0,6		BNT013
22,2	27	0,56	82,3	77,7	97,9	77	74,5	103	1	0,6		BNT014

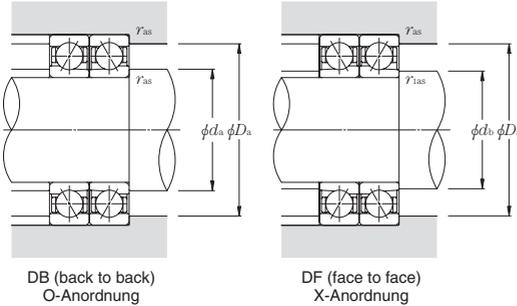
Spindellager für Schleifmaschinen / Motoren und Drehmaschinen mit Stahlkugeln Baureihe BNT2

Druckwinkel 15°  $d$  10~80mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Faktor $f_0$	Grenzdrehzahl	
	mm					dynamisch kN		statisch kgf		kN	kgf		Fettschmierung	Ölschmierung
	$d$	$D$	$B$	$r_s \text{ mit } \textcircled{1}$	$r_{1s} \text{ mit } \textcircled{1}$	$C_r$	$C_{or}$	$C_r$	$C_{or}$					
BNT200	10	30	9	0,6	0,3	4,15	1,71	420	175	2,46	250	8,7	53 300	106 800
BNT201	12	32	10	0,6	0,3	5,40	2,28	550	232	3,25	330	8,5	48 400	97 000
BNT202	15	35	11	0,6	0,3	6,85	2,97	700	300	4,25	430	8,5	42 600	85 400
BNT203	17	40	12	0,6	0,3	8,55	3,80	870	385	5,40	555	8,5	37 000	74 100
BNT204	20	47	14	1	0,6	11,2	5,35	1 140	545	7,70	785	8,8	30 900	61 900
BNT205	25	52	15	1	0,6	12,7	6,70	1 290	685	9,70	990	9,2	27 300	54 700
BNT206	30	62	16	1	0,6	17,6	9,60	1 800	980	13,9	1 420	9,2	22 900	45 900
BNT207	35	72	17	1,1	0,6	23,2	13,1	2 370	1 330	18,8	1 920	9,1	18 100	36 000
BNT208	40	80	18	1,1	0,6	27,8	16,5	2 830	1 680	23,8	2 430	9,3	16 200	32 100
BNT209	45	85	19	1,1	0,6	31,0	18,9	3 200	1 920	27,3	2 780	9,3	14 900	29 600
BNT210	50	90	20	1,1	0,6	32,5	20,8	3 350	2 120	30,0	3 050	9,5	13 900	27 500
BNT211	55	100	21	1,5	1	40,5	26,2	4 150	2 670	38,0	3 850	9,5	12 300	24 400
BNT212	60	110	22	1,5	1	49,0	32,5	5 000	3 300	47,0	4 800	9,5	11 000	21 800
BNT213	65	120	23	1,5	1	53,5	36,0	5 450	3 650	52,0	5 300	9,5	10 300	20 400
BNT214	70	125	24	1,5	1	58,0	39,5	5 900	4 000	57,0	5 800	9,6	9 700	19 400
BNT215	75	130	25	1,5	1	60,5	43,0	6 200	4 400	62,5	6 350	9,7	9 200	18 300
BNT216	80	140	26	2	1	71,0	50,5	7 250	5 150	73,5	7 500	9,7	8 600	17 200

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



DB (back to back)  
O-Anordnung

DF (face to face)  
X-Anordnung

**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_r = X F_r + Y F_a$$

$i^* f_0 \cdot \frac{F_a}{C_{Or}}$	e	einreihig/Tandem		back to back/face to face		
		$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	
		X	Y	X	Y	
0,178	0,35			1,57	1,76	2,56
0,357	0,36			1,53	1,71	2,48
0,714	0,38			1,46	1,64	2,38
1,07	0,4			1,42	1,59	2,31
1,43	0,41	1	0	1,38	1,55	2,25
2,14	0,43		0,44	1,33	1,49	2,16
3,57	0,44			1,25	1,4	2,03
5,35	0,47			1,18	1,32	1,92
7,14	0,49			1,13	1,26	1,83

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{Or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

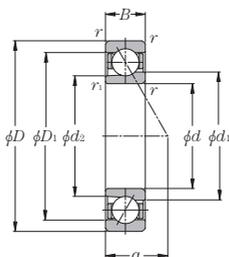
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,52	0,54	1,04	1,08

wenn  $P_{\alpha} < F_r$ ; bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{\alpha} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Lager- freiraum cm <sup>3</sup>	Gewicht kg	Bordmaße			Anschlussmaße					Lager- kurzzeichen
			mm			mm					
a	Einzellager	Einzellager	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	d <sub>a</sub> min.	d <sub>b</sub> max.	D <sub>a</sub> max.	r <sub>as</sub> max.	r <sub>ias</sub> max.	
7,2	1,1	0,019	17,0	15,0	23,0	14,5	12,5	25,5	0,6	0,3	BNT200
8,0	1,5	0,025	18,4	16,2	26,0	16,5	14,5	27,5	0,6	0,3	BNT201
8,9	2,2	0,035	20,8	18,4	29,4	19,5	17,5	30,5	0,6	0,3	BNT202
9,9	2,9	0,054	24,2	21,4	33,6	21,5	19,5	35,5	0,6	0,3	BNT203
11,7	4,6	0,092	29,4	26,2	39,4	25,5	24,5	41,5	1	0,6	BNT204
12,8	6,1	0,13	33,8	30,7	44,2	30,5	29,5	46,5	1	0,6	BNT205
14,3	8,3	0,20	40,6	36,6	52,6	35,5	34,5	56,5	1	0,6	BNT206
15,8	10	0,29	46,8	42,0	60,6	42	39,5	65	1	0,6	BNT207
17,2	13	0,38	53,0	47,7	67,0	47	44,5	73	1	0,6	BNT208
18,3	16	0,44	57,3	51,9	73,0	52	49,5	78	1	0,6	BNT209
19,5	20	0,46	62,2	56,8	78,0	57	54,5	83	1	0,6	BNT210
21,0	25	0,61	69,0	62,8	86,4	63,5	60,5	91,5	1,5	1	BNT211
22,8	32	0,78	77,0	70,2	96,4	68,5	65,5	101,5	1,5	1	BNT212
24,1	37	1,01	82,5	75,3	102,5	73,5	70,5	111,5	1,5	1	BNT213
25,2	47	1,08	87,0	79,5	108,0	78,5	75,5	116,5	1,5	1	BNT214
26,6	54	1,17	93,0	85,5	114,5	83,5	80,5	121,5	1,5	1	BNT215
27,9	58	1,45	98,1	90,4	122,0	90	85,5	130	2	1	BNT216

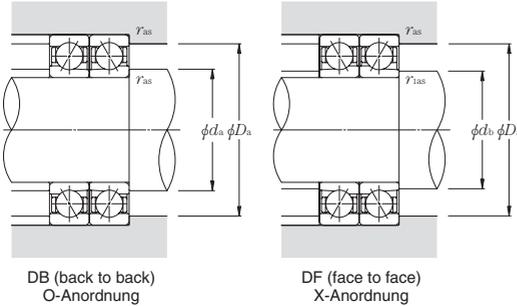
Spindellager für Schleifmaschinen / Motoren und Drehmaschinen mit Keramikugeln Baureihe 5S-BNT9

Druckwinkel 15°  $d$  10~65mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Faktor $f_0$	Grenzdrehzahl	
	mm					dynamisch	statisch	dynamisch	statisch	kN	kgf		Fettschmierung	Ölschmierung
	$d$	$D$	$B$	$r_s$ mit ①	$r_{1s}$ mit ①	$C_r$	$C_{or}$	$C_r$	$C_{or}$					
5S-BNT900	10	22	6	0,3	0,15	2,30	0,69	235	70	0,905	92	6,4	72 500	145 600
5S-BNT901	12	24	6	0,3	0,15	2,57	0,84	262	86	1,11	113	6,7	64 400	129 400
5S-BNT902	15	28	7	0,3	0,15	3,70	1,22	375	124	1,60	163	6,6	54 000	108 400
5S-BNT903	17	30	7	0,3	0,15	3,90	1,35	395	138	1,78	182	6,7	49 400	99 100
5S-BNT904	20	37	9	0,3	0,15	5,60	2,07	570	211	2,74	279	6,8	40 700	81 800
5S-BNT905	25	42	9	0,3	0,15	6,00	2,46	610	251	3,25	330	7,0	34 600	69 600
5S-BNT906	30	47	9	0,3	0,15	6,35	2,84	650	290	3,80	385	7,2	30 100	60 500
5S-BNT907	35	55	10	0,6	0,3	10,1	4,40	1 030	445	5,80	590	7,0	24 400	49 300
5S-BNT908	40	62	12	0,6	0,3	10,7	5,05	1 090	515	6,70	685	7,2	21 600	43 500
5S-BNT909	45	68	12	0,6	0,3	13,2	6,35	1 350	650	8,45	865	7,2	19 500	39 300
5S-BNT910	50	72	12	0,6	0,3	14,0	7,15	1 430	730	9,55	975	7,3	18 000	36 400
5S-BNT911	55	80	13	1	0,6	14,6	8,00	1 490	820	10,7	1 090	7,4	16 000	32 000
5S-BNT912	60	85	13	1	0,6	15,3	8,85	1 560	900	11,8	1 200	7,5	14 900	29 800
5S-BNT913	65	90	13	1	0,6	15,5	9,30	1 580	945	12,4	1 270	7,5	13 900	27 900

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



DB (back to back)  
O-Anordnung

DF (face to face)  
X-Anordnung

**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_r = X F_r + Y F_a$$

$i \cdot f_0 \cdot F_a$ $C_{Or}$	$e$	einreihig/Tandem				back to back/face to face			
		$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$		$F_a/F_r \leq e$		$F_a/F_r > e$	
		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
0,178	0,35				1,57			1,76	2,56
0,357	0,36				1,53			1,71	2,48
0,714	0,38				1,46			1,64	2,38
1,07	0,4				1,42			1,59	2,31
1,43	0,41	1	0	0,44	1,38	1	0,72	1,55	2,25
2,14	0,43				1,33			1,49	2,16
3,57	0,44				1,25			1,4	2,03
5,35	0,47				1,18			1,32	1,92
7,14	0,49				1,13			1,26	1,83

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{Or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

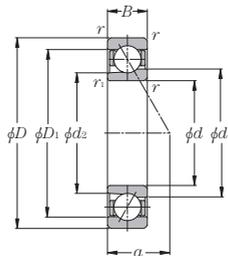
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,52	0,54	1,04	1,08

wenn  $P_{Or} < F_r$ ; bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{Or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Lager- freiraum cm <sup>3</sup>	Gewicht kg	Bordmaße			Anschlussmaße					Lager- kurzzeichen
			mm			mm					
$\alpha$	Einzellager	Einzellager	$d_1$	$d_2$	$D_1$	$d_a$ min.	$d_b$ max.	$D_a$ max.	$r_{as}$ max.	$r_{ias}$ max.	
5,2	0,3	0,009	14,0	12,7	18,0	12,2	11,2	20	0,3	0,15	5S-BNT900
5,4	0,4	0,010	16,0	14,7	20,0	14,2	13,2	22	0,3	0,15	5S-BNT901
6,4	0,6	0,014	19,0	17,4	24,0	17,2	16,2	26	0,3	0,15	5S-BNT902
6,7	0,8	0,015	21,0	19,4	26,0	19,2	18,2	28	0,3	0,15	5S-BNT903
8,4	1,4	0,033	25,5	23,5	31,4	22,5	21,5	34,5	0,3	0,15	5S-BNT904
9,0	1,7	0,039	30,5	28,5	36,5	27,5	26,5	39,5	0,3	0,15	5S-BNT905
9,7	1,9	0,044	35,5	33,5	41,5	32,5	31,5	44,5	0,3	0,15	5S-BNT906
11,1	2,8	0,063	41,2	38,5	48,8	39,5	37,5	50,5	0,6	0,3	5S-BNT907
12,9	4,5	0,100	47,0	44,4	55,0	44,5	42,5	57,5	0,6	0,3	5S-BNT908
13,6	5,2	0,110	52,1	49,1	60,9	49,5	48	63,5	0,6	0,3	5S-BNT909
14,2	6,2	0,110	56,6	53,6	65,4	54,5	52,5	67,5	0,6	0,3	5S-BNT910
15,6	7,8	0,160	63,2	60,1	71,8	60,5	59,5	74,5	1	0,6	5S-BNT911
16,3	8,3	0,170	68,1	65,1	76,9	65,5	64,5	79,5	1	0,6	5S-BNT912
17,0	8,9	0,190	73,1	70,1	81,9	70,5	69,5	84,5	1	0,6	5S-BNT913

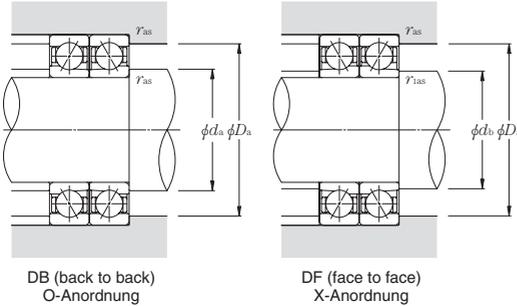
Spindellager für Schleifmaschinen / Motoren und Drehmaschinen mit Keramikugeln Baureihe 5S-BNT0

Druckwinkel 15°  $d$  10~70mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Faktor $f_0$	Grenzdrehzahl	
	mm					dynamisch kN		statisch kgf		kN	kgf		Fettschmierung $\text{min}^{-1}$	Ölschmierung
	$d$	$D$	$B$	$r_s \text{ mit } \textcircled{1}$	$r_{1s} \text{ mit } \textcircled{1}$	$C_r$	$C_{or}$	$C_r$	$C_{or}$					
5S-BNT000	10	26	8	0,3	0,15	3,75	1,01	385	103	1,31	133	5,7	70 100	140 200
5S-BNT001	12	28	8	0,3	0,15	4,15	1,20	420	122	1,57	160	6,1	61 200	122 400
5S-BNT002	15	32	9	0,3	0,15	4,75	1,54	485	157	2,02	206	6,4	53 400	106 800
5S-BNT003	17	35	10	0,3	0,15	5,90	1,87	600	191	2,45	250	6,3	48 300	96 500
5S-BNT004	20	42	12	0,6	0,3	8,00	2,74	815	279	3,60	365	6,4	39 800	79 700
5S-BNT005	25	47	12	0,6	0,3	8,95	3,35	910	345	4,45	455	6,7	34 900	69 700
5S-BNT006	30	55	13	1	0,6	11,6	4,65	1 180	475	6,15	630	6,8	29 200	58 400
5S-BNT007	35	62	14	1	0,6	14,6	6,20	1 490	630	8,20	835	6,8	23 500	46 900
5S-BNT008	40	68	15	1	0,6	15,7	7,20	1 600	735	9,55	975	7,0	21 100	42 100
5S-BNT009	45	75	16	1	0,6	18,6	8,75	1 900	890	11,6	1 180	7,0	19 000	37 900
5S-BNT010	50	80	16	1	0,6	19,9	9,90	2 030	1 010	13,2	1 340	7,1	17 500	35 000
5S-BNT011	55	90	18	1,1	0,6	26,1	13,0	2 660	1 320	17,2	1 760	7,0	15 500	31 000
5S-BNT012	60	95	18	1,1	0,6	26,8	13,9	2 730	1 420	18,4	1 880	7,1	14 500	29 000
5S-BNT013	65	100	18	1,1	0,6	28,4	15,5	2 890	1 580	20,7	2 110	7,2	13 600	27 300
5S-BNT014	70	110	20	1,1	0,6	36,0	19,5	3 650	1 990	25,9	2 640	7,1	12 500	25 000

$\textcircled{1}$  Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



DB (back to back)  
O-Anordnung

DF (face to face)  
X-Anordnung

**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_r = XF_r + YF_a$$

$i^* f_0 \cdot \frac{F_a}{C_{or}}$	e	einreihig/Tandem		back to back/face to face		
		$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	$F_a/F_r \leq e$	$F_a/F_r > e$	
		X	Y	X	Y	
0,178	0,35			1,57	1,76	2,56
0,357	0,36			1,53	1,71	2,48
0,714	0,38			1,46	1,64	2,38
1,07	0,4			1,42	1,59	2,31
1,43	0,41	1	0	1,38	1,55	2,25
2,14	0,43		0,44	1,33	1,49	2,16
3,57	0,44			1,25	1,4	2,03
5,35	0,47			1,18	1,32	1,92
7,14	0,49			1,13	1,26	1,83

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

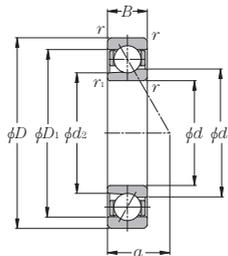
einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,52	0,54	1,04	1,08

wenn  $P_{or} < F_r$ ; bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Lager- freiraum cm <sup>3</sup> Einzellager	Gewicht kg Einzellager	Bordmaße mm			Anschlussmaße mm					Lager- kurzzeichen	
			$d_1$	$d_2$	$D_1$	$d_a$ min.	$d_b$ max.	$D_a$ max.	$r_{as}$ max.	$r_{ias}$ max.		
a												
6,5	0,9	0,013	14,6	13,0	21,0	12,5	11,2	23,5	0,3	0,15	5S-BNT000	
6,8	1,0	0,018	17,4	15,6	23,5	14,5	13,2	25,5	0,3	0,15	5S-BNT001	
7,7	1,3	0,026	20,4	18,5	26,5	17,5	16,2	29,5	0,3	0,15	5S-BNT002	
8,5	1,8	0,029	22,2	20,2	29,6	19,5	18,2	32,5	0,3	0,15	5S-BNT003	
10,3	3,0	0,050	27,4	24,9	35,5	24,5	22,5	37,5	0,6	0,3	5S-BNT004	
10,9	3,5	0,060	31,8	29,4	40,6	29,5	27,5	42,5	0,6	0,3	5S-BNT005	
12,3	4,3	0,10	38,4	35,5	47,8	35,5	34,5	49,5	1	0,6	5S-BNT006	
13,6	6,5	0,13	43,4	40,2	53,8	40,5	39,5	56,5	1	0,6	5S-BNT007	
14,8	8,0	0,16	48,8	45,7	59,4	45,5	44,5	62,5	1	0,6	5S-BNT008	
16,1	9,6	0,21	54,2	50,9	65,6	50,5	49,5	69,5	1	0,6	5S-BNT009	
16,8	11	0,24	59,6	55,9	70,2	55,5	54,5	74,5	1	0,6	5S-BNT010	
18,8	16	0,35	66,1	61,8	79,1	62	59,5	83	1	0,6	5S-BNT011	
19,5	19	0,36	71,1	66,8	84,1	67	64,5	88	1	0,6	5S-BNT012	
20,2	20	0,37	75,2	71,8	89,8	72	69,5	93	1	0,6	5S-BNT013	
22,2	27	0,50	82,3	77,7	97,9	77	74,5	103	1	0,6	5S-BNT014	

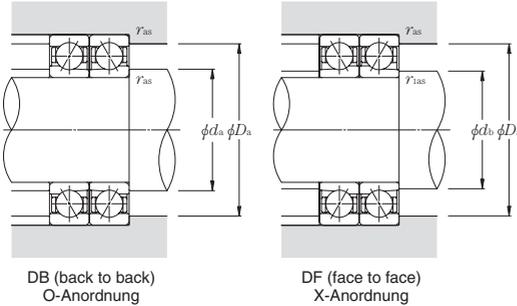
Spindellager für Schleifmaschinen / Motoren und Drehmaschinen mit Keramikugeln Baureihe 5S-BNT2

Druckwinkel 15°  $d$  10~80mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Faktor $f_0$	Grenzdrehzahl	
	mm					dynamisch kN		statisch kgf		kN	kgf		min <sup>-1</sup>	Ölschmierung
	$d$	$D$	$B$	$r_8 \text{ mit } \textcircled{1}$	$r_{18} \text{ mit } \textcircled{1}$	$C_r$	$C_{or}$	$C_r$	$C_{or}$					
5S-BNT200	10	30	9	0,6	0,3	4,15	1,19	420	121	1,55	158	6,0	63 000	126 000
5S-BNT201	12	32	10	0,6	0,3	5,40	1,58	550	161	2,05	209	5,9	57 300	114 500
5S-BNT202	15	35	11	0,6	0,3	6,85	2,05	700	210	2,67	272	5,9	50 400	100 800
5S-BNT203	17	40	12	0,6	0,3	8,55	2,63	870	268	3,40	350	5,9	43 800	87 500
5S-BNT204	20	47	14	1	0,6	11,2	3,70	1 140	380	4,85	495	6,1	36 500	73 000
5S-BNT205	25	52	15	1	0,6	12,7	4,65	1 290	475	6,10	625	6,4	32 300	64 600
5S-BNT206	30	62	16	1	0,6	17,6	6,70	1 800	680	8,80	895	6,4	27 100	54 200
5S-BNT207	35	72	17	1,1	0,6	23,2	9,05	2 370	925	11,9	1 210	6,3	21 300	42 500
5S-BNT208	40	80	18	1,1	0,6	27,8	11,4	2 830	1 170	15,0	1 530	6,4	19 000	37 900
5S-BNT209	45	85	19	1,1	0,6	31,0	13,1	3 200	1 330	17,2	1 750	6,5	17 500	35 000
5S-BNT210	50	90	20	1,1	0,6	32,5	14,4	3 350	1 470	19,0	1 940	6,6	16 300	32 500
5S-BNT211	55	100	21	1,5	1	40,5	18,1	4 150	1 850	23,9	2 440	6,6	14 500	28 900
5S-BNT212	60	110	22	1,5	1	49,0	22,4	5 000	2 290	29,5	3 000	6,6	12 900	25 900
5S-BNT213	65	120	23	1,5	1	53,5	24,9	5 450	2 530	33,0	3 350	6,6	12 100	24 200
5S-BNT214	70	125	24	1,5	1	58,0	27,3	5 900	2 790	36,0	3 650	6,6	11 500	23 000
5S-BNT215	75	130	25	1,5	1	60,5	29,8	6 200	3 050	39,5	4 000	6,7	10 800	21 600
5S-BNT216	80	140	26	2	1	71,0	35,0	7 250	3 600	46,5	4 750	6,7	10 200	20 400

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



DB (back to back)  
O-Anordnung

DF (face to face)  
X-Anordnung

**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_r = X F_r + Y F_a$$

$i^* f_0 \cdot \frac{F_a}{C_{or}}$	e	einreihig/Tandem		back to back/face to face	
		$\frac{F_a/F_r \leq e}{X \quad Y}$	$\frac{F_a/F_r > e}{X \quad Y}$	$\frac{F_a/F_r \leq e}{X \quad Y}$	$\frac{F_a/F_r > e}{X \quad Y}$
0,178	0,35		1,57		1,76
0,357	0,36		1,53		1,71
0,714	0,38		1,46		1,64
1,07	0,4		1,42		1,59
1,43	0,41	1	1,38	1	1,55
2,14	0,43	0	1,33	0,44	1,49
3,57	0,44		1,25		1,4
5,35	0,47		1,18		1,32
7,14	0,49		1,13		1,26

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$$

einreihig/Tandem		back to back/face to face	
$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
0,52	0,54	1,04	1,08

wenn  $P_{or} < F_r$ ; bei Einzellager oder Tandem-Anordnung,  $P_{or} = F_r$ .

Druckwinkel- spitze mm	Lager- freiraum cm <sup>3</sup>	Gewicht kg	Bordmaße			Anschlussmaße					Lager- kurzzeichen
			mm			mm					
a	Einzellager	Einzellager	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	d <sub>a</sub> min.	d <sub>b</sub> min.	D <sub>a</sub> max.	r <sub>as</sub> max.	r <sub>ias</sub> max.	
7,2	1,1	0,017	17,0	15,0	23,0	14,5	12,5	25,5	0,6	0,3	5S-BNT200
8,0	1,5	0,021	18,4	16,2	26,0	16,5	14,5	27,5	0,6	0,3	5S-BNT201
8,9	2,2	0,030	20,8	18,4	29,4	19,5	17,5	30,5	0,6	0,3	5S-BNT202
9,9	2,9	0,046	24,2	21,4	33,6	21,5	19,5	35,5	0,6	0,3	5S-BNT203
11,7	4,6	0,080	29,4	26,2	39,4	25,5	24,5	41,5	1	0,6	5S-BNT204
12,8	6,1	0,11	33,8	30,7	44,2	30,5	29,5	46,5	1	0,6	5S-BNT205
14,3	8,3	0,18	40,6	36,6	52,6	35,5	34,5	56,5	1	0,6	5S-BNT206
15,8	10	0,25	46,8	42,0	60,6	42	39,5	65	1	0,6	5S-BNT207
17,2	13	0,33	53,0	47,7	67,0	47	44,5	73	1	0,6	5S-BNT208
18,3	16	0,37	57,3	51,9	73,0	52	49,5	78	1	0,6	5S-BNT209
19,5	20	0,39	62,2	56,8	78,0	57	54,5	83	1	0,6	5S-BNT210
21,0	25	0,52	69,0	62,8	86,4	63,5	60,5	91,5	1,5	1	5S-BNT211
22,8	32	0,65	77,0	70,2	96,4	68,5	65,5	101,5	1,5	1	5S-BNT212
24,1	37	0,86	82,5	75,3	102,5	73,5	70,5	111,5	1,5	1	5S-BNT213
25,2	47	0,91	87,0	79,5	108,0	78,5	75,5	116,5	1,5	1	5S-BNT214
26,6	54	0,98	93,0	85,5	114,5	83,5	80,5	121,5	1,5	1	5S-BNT215
27,9	58	1,21	98,1	90,4	122,0	90	85,5	130	2	1	5S-BNT216





## Hauptspindellager

### 10. Zylinderrollenlager Inhalt

<b>10. Zylinderrollenlager</b> .....	210~237
① Zylinderrollenlager, zweireihig .....	210
② Zylinderrollenlager, einreihig .....	210
③ Lagerkurzzeichen .....	211
④ Toleranzen der kegeligen Bohrung .....	211
⑤ Toleranzen der Zylinderrollenlager .....	212
⑥ Lagerluft von Zylinderrollenlagern .....	214
⑦ Passungen für Zylinderrollenlager .....	216
⑧ Schmierung .....	217
⑨ Zylinderrollenlager, zweireihig für extrem hohe Drehzahlen Baureihe NN30HSRT6 .....	218
⑩ Zylinderrollenlager, einreihig für extrem hohe Drehzahlen Baureihe N10HSRT6 .....	220
⑪ Umweltorientierte, Öl-Luft-geschmierte , Zylinderrollenlager, einreihig für extrem hohe Drehzahlen Baureihe N10HSLT6 .....	222
⑫ Abmessungen für Zylinderrollenlager Zylinderrollenlager, zweireihig .....	224
Zylinderrollenlager, einreihig für hohe Drehzahlen .....	230
Zylinderrollenlager, einreihig für extrem hohe Drehzahlen .....	234
Zylinderrollenlager, einreihig, umweltorientiert für extrem hohe Drehzahlen .....	236
⑬ Hüllkreismessgerät zur Lagerlufteinstellung von NTN-Zylinderrollenlagern .....	238
⑭ Abmessungen der Kegellehrringe und der Kegellehrdorne .....	238
⑮ Abmessungen des Hüllkreismessgerätes .....	239

## 10. Zylinderrollenlager

Zylinderrollenlager haben zwischen Laufbahn und Rolle Linienberührung. Sie können deshalb höhere Belastungen übertragen als Kugellager, welche Punktberührung haben. NTN Zylinderrollenlager für Werkzeugmaschinen sind für hohe Drehzahlen geeignet.

Für Hauptspindeln von Werkzeugmaschinen werden einreihige und zweireihige Zylinderrollenlager verwendet. Die Lager haben teilweise, zur besseren Lagerlufteinstellung, eine kegelige Bohrung.

### ① Zweireihige Zylinderrollenlager

Zweireihige Zylinderrollenlager werden in den Bauformen NN und NNU und den Lagerreihen 30 und 49 gefertigt. Bei der Bauform NN sitzt der Rollensatz mit Käfig auf dem Innenring, bei der Bauform NNU dagegen im Außenring. Die Lager werden mit zylindrischer oder kegeliger Bohrung (zur besseren Einstellung der Lagerluft) gefertigt.

Die Lager sind als Standardlager und als Lager für höhere Drehzahlen (Nachsetzzeichen HS) lieferbar. Beide Ausführungen haben einen einteiligen, wälzkörpergeführten Messingmassivkäfig.

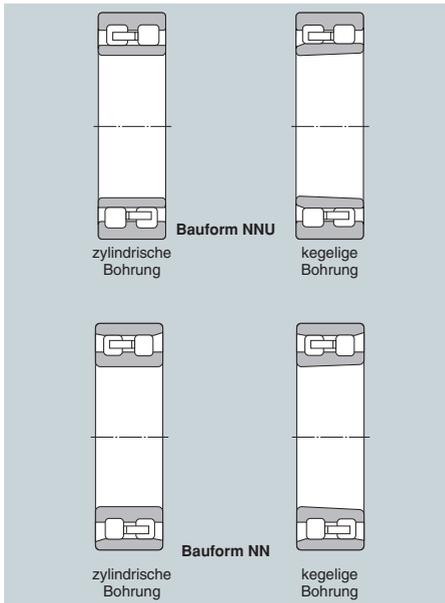


Abb. 10.1

### ② Einreihige Zylinderrollenlager

Einreihige Zylinderrollenlager werden in den Ausführungen HS (für hohe Drehzahlen) und HSRT6 (für extrem hohe Drehzahlen) gefertigt. Die Ausführung HS hat einen wälzkörpergeführten Messingmassivkäfig, die Ausführung HSRT6 einen wälzkörpergeführten Kunststharzkäfig. Die Ausführungen HS und HSRT6 sind sowohl für Fettschmierung wie Ölschmierung geeignet. Die umweltorientierte Ausführung HSLT6 kann nur mit Öl-Luftschmierung betrieben werden.

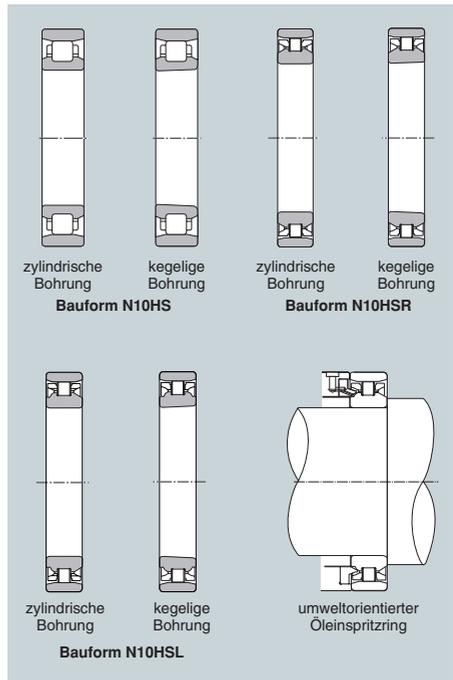


Abb. 10.2

### ③ Lagerkurzzeichen

**Baureihen NN49 / 30, NNU49**

**NN 30 20 HSR T6 K C0NA P4**

**Genauigkeitsklasse** Klasse P5: ISO Klasse 5 P2: ISO Klasse 2  
P4: ISO Klasse 4 UP: NTN Sonderpräzisionsklasse

**Nachsetzzeichen für Lagerluft** siehe **Tabelle 10.4 bis 10.6**

**Nachsetzzeichen K:** kegelige Bohrung, Kegelwinkel 1:12  
ohne Nachsetzzeichen: zylindrische Bohrung

**T6:** PEEK-Käfig  
ohne Nachsetzzeichen: einteiliger, wälzkörpergeführter Messingmassivkäfig

**Nachsetzzeichen für Ausführung** Ohne Nachsetzzeichen: Standardlager  
HS: Für hohe Drehzahl  
HSR: Für extrem hohe Drehzahl

**Bohrungskennziffer**

**Maßreihe**

**Vorsetzzeichen für Bauform** NN: zweireihig, Außenring abziehbar  
NNU: zweireihig, Innenring abziehbar

---

**Bauform N10HS, N10HSR**

**N 10 20 HSR T6 K C0NA P4**

**Ausführung N10HSL**

**N 10 20 HSL T6 K C0NA P4 +TKZ**

### ④ Toleranzen der kegelligen Bohrung

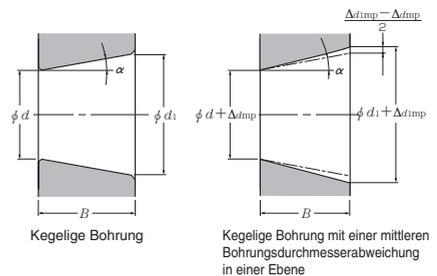
NTN spezifiziert die Genauigkeit von kegelligen Bohrungen nach den ISO Klassen 4 und 2, wie nachfolgend gezeigt. Ungenauigkeiten von kegelligen Bohrungen führen zu Radial- und Axialschlägen des Innenringes. Dies kann zu Ermüdungsschäden führen. Es wird die Verwendung einer Kegellehre empfohlen, damit der Kegel auf der Welle ordnungsgemäß hergestellt werden kann. Für weitere Informationen über Kegelwinkel siehe "Montage von Wälzlagern, ⑧ Zylinderrollenlager mit kegelliger Bohrung" in dem Abschnitt Technische Daten.

**Tabelle 10.1 Toleranzen der kegelligen Bohrung**

Einheit:  $\mu\text{m}$

$d$ mm	über bis	$\Delta d_{\text{imp}}$		$\Delta d_{\text{imp}} - \Delta d_{\text{imp}}$			$V d_p$				
		Klasse 4 max.	Klasse 2 min.	Klasse 4 max.	Klasse 2 min.	Klasse 4 max.	Klasse 2 min.	max.			
18	30	+10	0	+6	0	+4	0	+3	0	2,5	1,5
30	50	+12	0	+7	0	+5	0	+3,5	0	2,5	1,5
50	80	+15	0	+8	0	+6	0	+4	0	3	2
80	120	+20	0	+10	0	+7	0	+5	0	4	2,5
120	180	+25	0	+12	0	+8	0	+6	0	5	3,5
180	250	+29	0	+14	0	+9	0	+7	0	7	4,5
250	315	+32	0	—	—	+10	0	—	—	8	—
315	400	+36	0	—	—	+12	0	—	—	9	—
400	500	+40	0	—	—	+14	0	—	—	10	—

Anmerkung: NTN-Festlegung



Toleranz des Kegelwinkels 1:12 ( $40'46''18.8''$ )  $^{+24}_0$

$$\alpha = 2'23'9,4''$$

$$d_1 = d + \frac{1}{12} B$$

$V d_p$ : Bohrungsdurchmesserabweichung in einer radialen Ebene

$\Delta d_{\text{imp}}$ : Mittlere Bohrungsdurchmesserabweichung in einer Ebene (am kleinen Durchmesser der kegelligen Bohrung)

$\Delta d_{\text{imp}}$ : Mittlere Bohrungsdurchmesserabweichung in einer Ebene (am großen Durchmesser der kegelligen Bohrung)

$B$ : Innenringbreite

**Abb. 10.3**

⑤ Toleranzen der Zylinderrollenlager

Tabelle 10.2 Innenringtoleranz

Bohrungs- durchmesser $d$ mm	Abweichung des mittleren Bohrungsdurchmessers in einer einzelnen Ebene $\Delta_{dmp}$						Schwankung des Bohrungsdurchmessers in einer radialen Ebene $V_{dsp}$						Schwankung des mittleren Bohrungsdurchmessers $V_{dmp}$			Rundlauf des Innenrings am zusammengebauten Lager $K_{ia}$			
	Klasse 5		Klasse 4 ①		Klasse 2 ①		Durchmesserreihe 9			Durchmesserreihe 0			Klasse 5	Klasse 4	Klasse 2	Klasse 5	Klasse 4	Klasse 2	
	über	bis	max	min	max	min	max.	Klasse 5	Klasse 4	Klasse 2	max.	Klasse 5	Klasse 4	Klasse 2	max.	max.	max.	max.	max.
18	30	0	-6	0	-5	0	-2,5	6	5	2,5	5	4	2,5	3	2,5	1,5	4	3	2,5
30	50	0	-8	0	-6	0	-2,5	8	6	2,5	6	5	2,5	4	3	1,5	5	4	2,5
50	80	0	-9	0	-7	0	-4	9	7	4	7	5	4	5	3,5	2	5	4	2,5
80	120	0	-10	0	-8	0	-5	10	8	5	8	6	5	5	4	2,5	6	5	2,5
120	150	0	-13	0	-10	0	-7	13	10	7	10	8	7	7	5	3,5	8	6	2,5
150	180	0	-13	0	-10	0	-7	13	10	7	10	8	7	7	5	3,5	8	6	5
180	250	0	-15	0	-12	0	-8	15	12	8	12	9	8	8	6	4	10	8	5
250	315	0	-18	-	-	-	-	18	-	-	14	-	-	9	-	-	13	-	-
315	400	0	-23	-	-	-	-	23	-	-	18	-	-	12	-	-	15	-	-
400	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

① Die Toleranz der Bohrungsdurchmesserabweichung  $\Delta_{ds}$ , anwendbar auf Klassen 4 und 2, ist dieselbe wie die Toleranz der mittleren Bohrungsdurchmesserabweichung  $\Delta_{dmp}$  in einer Ebene.

Tabelle 10.3 Außenringtoleranz

Außen- durchmesser $D$ mm	Abweichung des mittleren Manteldurchmessers in einer einzelnen Ebene $\Delta_{Dmp}$						Schwankung des Außendurchmessers in einer radialen Ebene $V_{Dsp}$						Schwankung des mittleren Manteldurchmessers $V_{Dmp}$			Rundlauf des Außenringes am zusammengebauten Lager $K_{ea}$			
	Klasse 5		Klasse 4 ②		Klasse 2 ②		Durchmesserreihe 9			Durchmesserreihe 0			Klasse 5	Klasse 4	Klasse 2	Klasse 5	Klasse 4	Klasse 2	
	über	bis	max	min	max	min	max	min	max.	Klasse 5	Klasse 4	Klasse 2	max.	Klasse 5	Klasse 4	Klasse 2	max.	max.	max.
30	50	0	-7	0	-6	0	-4	7	6	4	5	5	4	4	3	2	7	5	2,5
50	80	0	-9	0	-7	0	-4	9	7	4	7	5	4	5	3,5	2	8	5	4
80	120	0	-10	0	-8	0	-5	10	8	5	8	6	5	5	4	2,5	10	6	5
120	150	0	-11	0	-9	0	-5	11	9	5	8	7	5	6	5	2,5	11	7	5
150	180	0	-13	0	-10	0	-7	13	10	7	10	8	7	7	5	3,5	13	8	5
180	250	0	-15	0	-11	0	-8	15	11	8	11	8	8	8	6	4	15	10	7
250	315	0	-18	0	-13	0	-8	18	13	8	14	10	8	9	7	4	18	11	7
315	400	0	-20	0	-15	0	-10	20	15	10	15	11	10	10	8	5	20	13	8
400	500	0	-23	-	-	-	-	23	-	-	17	-	-	12	-	-	23	-	-
500	630	0	-28	-	-	-	-	28	-	-	21	-	-	14	-	-	25	-	-
630	800	0	-35	-	-	-	-	35	-	-	26	-	-	18	-	-	30	-	-

② Die Toleranz der Außendurchmesserabweichung  $\Delta_{Ds}$ , anwendbar auf Klassen 4 und 2, ist dieselbe wie die Toleranz der mittleren Außendurchmesserabweichung  $\Delta_{Dmp}$  in einer Ebene.

Einheit:  $\mu\text{m}$

Rechtwinkligkeit der Innenringseitenfläche bezogen auf die Bohrung $S_d$			Abweichung einer einzelnen Innenringbreite vom Nennmaß $\Delta B_s$ Einzellager				Schwankung der Innenringbreite $VB_s$		
Klasse 5	Klasse 4	Klasse 2	Klasse 5	Klasse 4	Klasse 2	Klasse 5	Klasse 4	Klasse 2	
max.			max	min	max	min	max.		
8	4	1,5	0	-120	0	-120	5	2,5	1,5
8	4	1,5	0	-120	0	-120	5	3	1,5
8	5	1,5	0	-150	0	-150	6	4	1,5
9	5	2,5	0	-200	0	-200	7	4	2,5
10	6	2,5	0	-250	0	-250	8	5	2,5
10	6	4	0	-250	0	-300	8	5	4
11	7	5	0	-300	0	-350	10	6	5
13	—	—	0	-350	—	—	13	—	—
15	—	—	0	-400	—	—	15	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Einheit:  $\mu\text{m}$

Rechtwinkligkeit der Außenring-Mantellinie bezogen auf die Seitenfläche $S_D$			Abweichung einer einzelnen Außenringbreite vom Nennmaß $\Delta C_s$		Schwankung der Außenringbreite $VC_s$		
Klasse 5	Klasse 4	Klasse 2	Alle Klassen		Klasse 5	Klasse 4	Klasse 2
max.					max.		
8	4	1,5	Identisch mit $\Delta B_s$ im Verhältnis zu $d$ desselben Lagers.		5	2,5	1,5
8	4	1,5			6	3	1,5
9	5	2,5			8	4	2,5
10	5	2,5			8	5	2,5
10	5	2,5			8	5	2,5
11	7	4			10	7	4
13	8	5			11	7	5
13	10	7			13	8	7
15	—	—			15	—	—
18	—	—			18	—	—
20	—	—	20	—	—		

⑥ Lagerluft von Zylinderrollenlagern

■ Lagerluft Ausführung NA (nicht austauschbar)

Bei den Zylinderrollenlagern werden zwei Ausführungen gefertigt. Ausführung 1: Nachsetzzeichen NA. Bei dieser Ausführung dürfen Innen- und Außenring der Lager nicht vertauscht werden. Ausführung 2: Ohne Nachsetzzeichen. Bei dieser Ausführung können Innen- und Außenringe verschiedener Lager beliebig getauscht werden. Die aufgelistete Lagerluft gilt sowohl für einreihige wie auch für

zweireihige Zylinderrollenlager. Für Hauptspindeln werden Zylinderrollenlager der Ausführung NA mit sehr geringer Lagerluft verwendet. Bei Verwendung von zweireihigen Lagern mit kegeliger Bohrung bei denen die Montage-lagerluft nahe Null sein soll, werden die Lagerluftklassen C9NA und C1NA empfohlen. Wegen technischen Details sprechen Sie mit NTN Engineering.

Tabelle 10.4 Lager mit zylindrischer Bohrung

Einheit:  $\mu\text{m}$

Bohrungsdurchmesser		Lager mit zylindrischer Bohrung					
$d$ mm		C1NA		C2NA		NA ①	
über	bis	min.	max.	min.	max.	min.	max.
24	30	5	10	10	25	25	35
30	40	5	12	12	25	25	40
40	50	5	15	15	30	30	45
50	65	5	15	15	35	35	50
65	80	10	20	20	40	40	60
80	100	10	25	25	45	45	70
100	120	10	25	25	50	50	80
120	140	15	30	30	60	60	90
140	160	15	35	35	65	65	100
160	180	15	35	35	75	75	110
180	200	20	40	40	80	80	120
200	225	20	45	45	90	90	135
225	250	25	50	50	100	100	150
250	280	25	55	55	110	110	165
280	315	30	60	60	120	120	180
315	355	30	65	65	135	135	200
355	400	35	75	75	150	150	225
400	450	45	85	85	170	170	255
450	500	50	95	95	190	190	285

① Nachsetzzeichen für die Lagerluft: Beispiel: N1006HSNA

Tabelle 10.5 Lager mit kegeliger Bohrung

Einheit:  $\mu\text{m}$

Bohrungsdurchmesser		Lager mit kegeliger Bohrung									
$d$ mm		C9NA ②		C0NA ②		C1NA ②		C2NA		NA ①	
über	bis	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
24	30	5	10	10	20	10	25	25	35	40	50
30	40	5	12	10	20	12	25	25	40	45	55
40	50	5	15	10	20	15	30	30	45	50	65
50	65	5	15	10	20	15	35	35	50	55	75
65	80	10	20	15	30	20	40	40	60	70	90
80	100	10	25	20	35	25	45	45	70	80	105
100	120	10	25	20	35	25	50	50	80	95	120
120	140	15	30	25	40	30	60	60	90	105	135
140	160	15	35	30	45	35	65	65	100	115	150
160	180	15	35	30	45	35	75	75	110	125	165
180	200	20	40	30	50	40	80	80	120	140	180
200	225	20	45	35	55	45	90	90	135	155	200
225	250	25	50	40	65	50	100	100	150	170	215
250	280	25	55	40	65	55	110	110	165	185	240
280	315	30	60	45	75	60	120	120	180	205	265
315	355	30	65	45	75	65	135	135	200	225	295
355	400	35	75	50	90	75	150	150	225	255	330
400	450	45	85	60	100	85	170	170	255	285	370
450	500	50	95	70	115	95	190	190	285	315	410

① Nachsetzzeichen für die Lagerluft: Beispiel: N1006HSNA

② Die Lagerluftgruppen C9NA, C0NA und C1NA gelten für Lager der ISO Klasse 5 oder höher.

■ Lagerluft für Lager mit austauschbaren abziehbaren Lagerringen

Tabelle 10.6 Lager mit zylindrischer Bohrung Einheit:  $\mu\text{m}$

Bohrungsdurchmesser $d$ mm		C2		CN (normal)		C3	
		min.	max.	min.	max.	min.	max.
über 24	bis 30	0	25	20	45	35	60
30	40	5	30	25	50	45	70
40	50	5	35	30	60	50	80
50	65	10	40	40	70	60	90
65	80	10	45	40	75	65	100
80	100	15	50	50	85	75	110
100	120	15	55	50	90	85	125
120	140	15	60	60	105	100	145
140	160	20	70	70	120	115	165
160	180	25	75	75	125	120	170
180	200	35	90	90	145	140	195
200	225	45	105	105	165	160	220
225	250	45	110	110	175	170	235
250	280	55	125	125	195	190	260
280	315	55	130	130	205	200	275
315	355	65	145	145	225	225	305
355	400	100	190	190	280	280	370
400	450	110	210	210	310	310	410
450	500	110	220	220	330	330	440

■ Einstellung der Lagerluft bei Lagern mit kegeliger Bohrung

Die Einbaulagerluft eines Lagers mit kegeliger Bohrung kann durch aufschieben des Innenringes auf den kegeligen Wellensitz eingestellt werden. Es gibt zwei Möglichkeiten der Einstellung. Einmal über das Zupassen einer Distanzhülse und einmal über das Messen des Hüllkreises mit einem Hüllkreismeßgerät. Bei Serienfertigung wird das Hüllkreismeßgerät verwendet. Siehe Kapitel 6. "Lagermontage", Punkt ⑦ "Lagerspieleinstellung für Zylinderrollenlager mit kegeliger Bohrung" im Abschnitt "Technische Daten".

⑦ Passungen für Präzisionszylinderrollenlager

Bei einem Drehzahlkennwert bis  $0,75 \times 10^6$  werden die Bearbeitungstoleranzen entsprechend den **Tabellen 10.7** (Wellenpassung) und **10.8** (Gehäusepassung) empfohlen. Bei einem Drehzahlkennwert  $> 0,75 \times 10^6$  sprechen Sie mit dem NTN Engineering über die empfohlene Passung. Bei der Festlegung der Wellenpassung ist das Aufgehen des Innenringes durch die Zentrifugalkraft bei hohen Drehzahlen zu berücksichtigen.

**Tabelle 10.7 Wellenpassung**

Einheit:  $\mu\text{m}$

Bohrungsdurchmesser <i>d</i> mm		Wellenpassung
über	bis	
18	30	0~ 4T
30	50	0~ 5T
50	80	1T~ 6T
80	120	1T~ 6T
120	180	2T~ 8T
180	250	2T~ 8T
250	315	3T~10T
315	400	4T~11T

Anmerkung: Der Mittelwert der Toleranz ist anzustreben  
 T: Übermaß  
 Gilt nicht für Lager mit kegeliger Bohrung

**Tabelle 10.8 Gehäusepassung**

Einheit:  $\mu\text{m}$

Gehäusedurchmesser <i>D</i> mm		Gehäusepassung
über	inkl.	
30	50	0~3T
50	80	0~4T
80	120	0~4T
120	150	0~5T
150	180	0~5T
180	250	0~6T
250	315	0~7T
315	400	0~8T
400	500	0~9T

Anmerkung: Der Mittelwert ist anzustreben  
 T: Übermaß

■ **Passung von Lagern mit kegeliger Bohrung**

Bei Lagern mit kegeliger Bohrung muß der Kegel entsprechend den vorgegebenen Toleranzen gefertigt werden. Die Montage muß sorgfältig geschehen, damit die Genauigkeit des Innenringes erhalten bleibt.

Siehe Kapitel 6. "Lagermontage", Punkt ⑧ "Lagerspieleinstellung für Zylinderrollenlager mit kegeliger Bohrung" im Abschnitt "Technische Daten".

## ⑧ Schmierung

Zylinderrollenlager werden für gewöhnlich mit Fett- oder Öl-Luft-Schmierung geschmiert. Schmierungsempfehlungen sind nachfolgend aufgeführt.

### ■ Fettschmierung

#### ● Empfohlenes Fett

Siehe Kapitel 7. "Lagerschmierung", Punkt ① "Fettschmierung" im Abschnitt "Technische Daten".

#### ● Empfohlene Fettmenge

10% des Lagerfreiraumes

#### ● Befüllung mit Fett

Siehe Kapitel 6. "Lagermontage", Punkt ① "Montagevorbereitung und Lagerbefüllung" im Abschnitt "Technische Daten".

### ■ Öl-Luft-Schmierung

#### ● Empfohlene Ausführung des Öl-Einspritzringes

Siehe Kapitel 7. "Lagerschmierung", Punkt ② "Öl-Luft-Schmierung" im Abschnitt "Technische Daten".

#### ● Öl-Einspritzring

Einspritzbohrungsdurchmesser: von 1,0 bis 1,5 mm  
Anzahl der Einspritzbohrungen: Eine Düse pro Lager; die Tiefe der Düsenbohrungen sollte das vier- bis sechsfache des Bohrungsdurchmessers betragen.

#### ● Öl-Luft-Schmierung

Öl: Spindelöl  
Ölviskosität: ISO VG 32 bis 64

Tabelle 10.9 Öl- und Luftmenge

Lagerbauform	Drehzahlkennwert $d_m \times n_1 (\times 10^6)$ über bis	Ölmenge pro Einspritzung [cm <sup>3</sup> ]	Schmier- intervall [min]	Ölverbrauch [cm <sup>3</sup> /h]	Empfohlener Luftverbrauch * [N ℓ /min]
NN30	~ 1,0	0,02	8	0,15	30~40
NN30HS	1,0 ~ 1,5		5	0,24	
N10HS	1,5 ~ 2,3		5	0,24	
N10HSRT6					
NN30HST6	~ 1,7		15	0,08	
NN30HSRT6					
N10HSL	~ 2,3	10	0,12	20~40	

\* N ℓ /min (Normliter/Minute) N ℓ ist das Luftvolumen bei 0°C und 1 Atmosphäre.

9 **ULTAGE** Zylinderrollenlager, zweireihig für extrem hohe Drehzahlen Baureihe NN30HSRT6

Zweireihige Zylinderrollenlager für extrem hohe Drehzahlen der Baureihe NN30HSRT6 haben höhere Betriebsdrehzahlen bei gleicher Steifigkeit und Tragzahl wie Standardlager.

**Eigenschaften**

1. Optimierte Innenkonstruktion, für hohe Drehzahlen und geringen Temperaturanstieg.
2. Der PEEK-Käfig ist für hohe Drehzahl bei Fettschmierung (hohe Fettgebrauchsdauer) und Öl-Luft-Schmierung geeignet.

■ **Lagerkonstruktion**

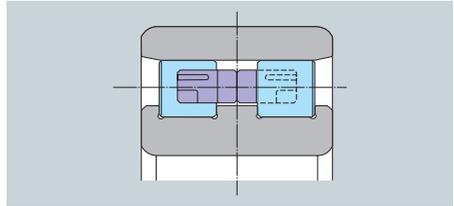
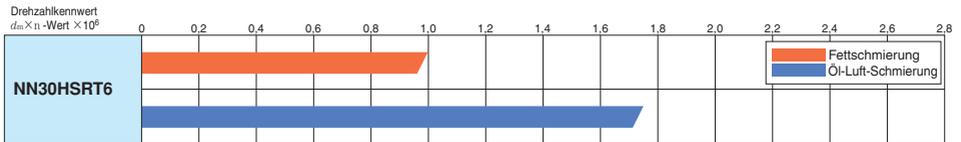


Abb. 10.4 Baureihe NN30HSRT6

■ **Zulässiger Drehzahlbereich**



Anmerkung: Die zulässige Drehzahl (Drehzahlkennwert) jedes Lagers variiert in Abhängigkeit von der Lagerbauform und den Betriebsbedingungen für die Maschine (Motorantrieb, Kühlsystem und Umgebungsstruktur). Bitte sprechen Sie mit NTN.

■ **Käfigkonstruktion**

Der Käfig aus PEEK, ist sehr leicht und trotzdem stabil. (Foto 10.1)

Durch das leichte Käfigmaterial und die abgestimmte Käfigkonstruktion verformt sich der Käfig durch die Zentrifugalkraft, auch bei sehr hoher Drehzahl, nur sehr wenig. Die Fettgebrauchsdauer wird durch die Fettaschen in den Käfigstegen verlängert.



Foto 10.1 PEEK-Käfig

**Versuch bei hoher Drehzahl**

Durch eine optimierte Innenkonstruktion können Drehzahlkennwerte bis  $d_m \times n$  von  $1,0 \times 10^6$  bei Fettschmierung und  $d_m \times n$  von  $1,75 \times 10^6$  bei Öl-Luft-Schmierung verwirklicht werden (Abb. 10.5 und 10.6).

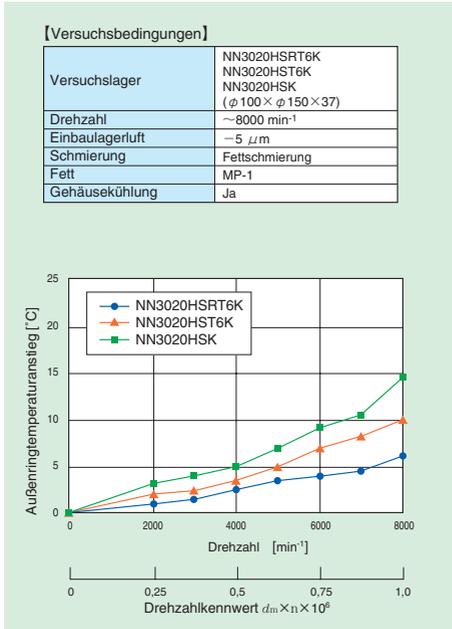


Abb. 10.5 Vergleich des Temperaturanstieges (Fett)

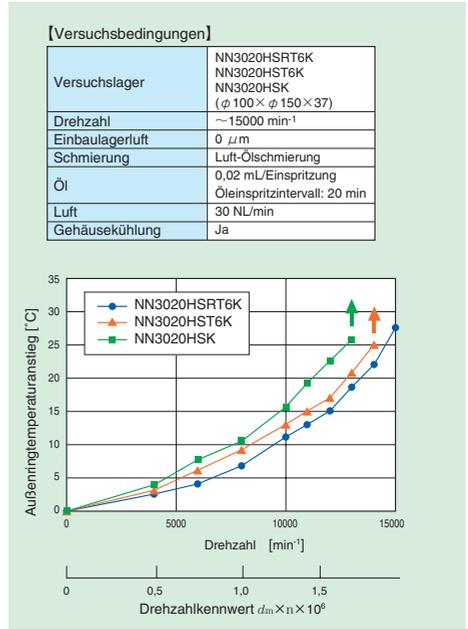


Abb. 10.6 Vergleich des Temperaturanstieges (Öl-Luftschmierung)

**Fettgebrauchsdauer**

Durch die verbesserte Käfigkonstruktion wurden bei Fettschmierung und einem Drehzahlkennwert von  $1,0 \times 10^6$  über 13.800 Stunden erreicht (Abb. 10.7).

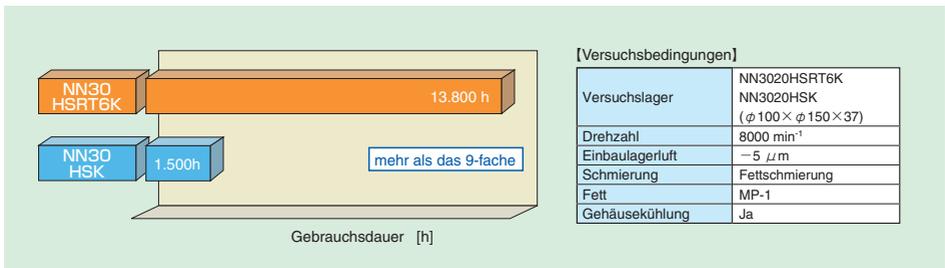


Abb. 10.7 Vergleich der Fettgebrauchsdauer

10 **ULTAGE** Zylinderrollenlager, einreihig für extrem hohe Drehzahlen Baureihe N10HSRT6

Zylinderrollenlager der Baureihe N10HSRT6 wurden speziell für den Betrieb bei sehr hoher Drehzahl entwickelt.

**Eigenschaften**

1. Die optimierte Innenkonstruktion erlaubt den Betrieb bei sehr hoher Drehzahl und begrenzt den Temperaturanstieg.
2. Der spezielle Kunststoffkäfig (PEEK) ist ebenfalls für den Betrieb bei sehr hoher Drehzahl geeignet.

**Lagerausführung**

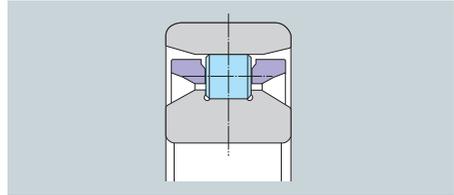
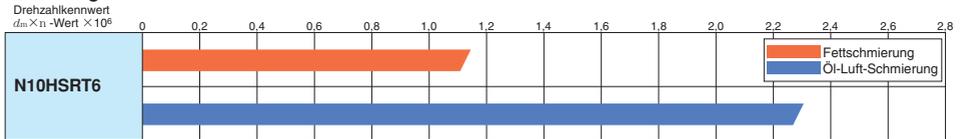


Abb. 10.3 Baureihe N10HSRT6

**Zulässiger Drehzahlbereich**



Anmerkung: Die zulässige Drehzahl (Drehgeschwindigkeit) jedes Lagers variiert in Abhängigkeit von der Lagerbauform und den Betriebsbedingungen der Maschine, für die das Lager verwendet wird (Motorantrieb, Kühlsystem und Umgebungs-konstruktion). Bitte sprechen Sie mit NTN.

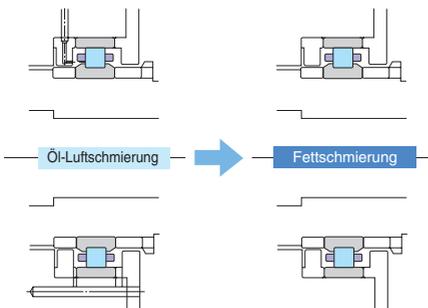
**Vereinfachte Hauptspindelkonstruktion**

**/Verwendung eines einfacheren Schmiersystems**

Durch die optimierte Innenkonstruktion laufen die Lager der Baureihe N10HSR bei höheren Drehzahlen und Fettschmierung zuverlässig. Durch die Fettschmierung wird die Arbeitsplatzumgebung nicht mit Ölnebel verschmutzt. (Abb. 10.4).

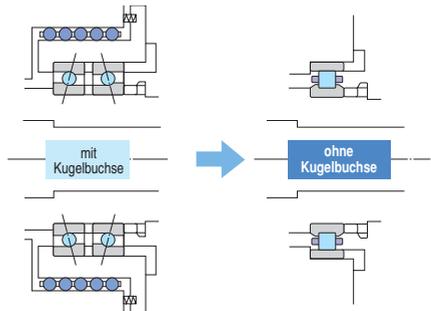
**Vereinfachte Hauptspindelkonstruktion**

Zylinderrollenlager der Bauform N10HSR (N10HSL) für hohe Drehzahl können Spindellager ersetzen. Diese Anordnung vereinfacht den Spindelaufbau (zweireihig in einreihig) und benötigt keine Kugelbuchse zum Längenausgleich. Dadurch ergibt sich eine vereinfachte, kostengünstige Spindelkonstruktion (Abb. 10.5).



das Öl-Luft-geschmierte Lager kann bis zu einem Drehzahlkennwert von  $1,15 \times 10^6$  ersetzt werden.

Abb. 10.4 Vereinfachung des Schmiersystems



Spindellager können bis zu einem Drehzahlkennwert von  $2,3 \times 10^6$  bei Luft-Ölschmierung und  $1,15 \times 10^6$  bei Fettschmierung ersetzt werden.

Abb. 10.5 Vereinfachter Hauptspindelaufbau

**Versuch bei hoher Drehzahl mit Fettschmierung**

Durch die optimierte Innenkonstruktion ist die Bauform N10HSR bis zu einem Betrieb mit einem Drehzahlkennwert von  $1,15 \times 10^6$  bei Fettschmierung und  $2,3 \times 10^6$  bei Öl-Luft-Schmierung geeignet (Abb. 10.6, 10.7, 10.8, 10.9).

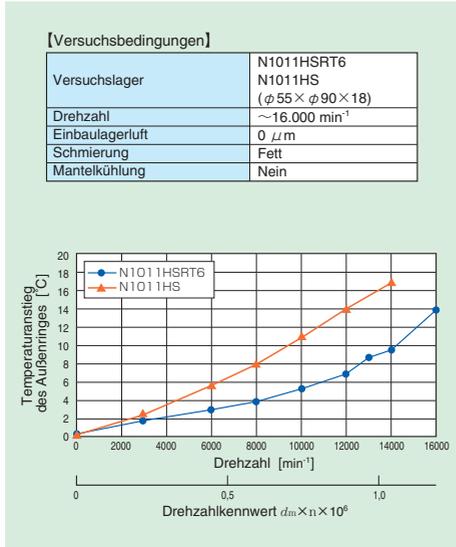


Abb. 10.6 Versuchsergebnisse für hohe Drehzahl (Fettschmierung ohne Kühlung des Gehäuses)

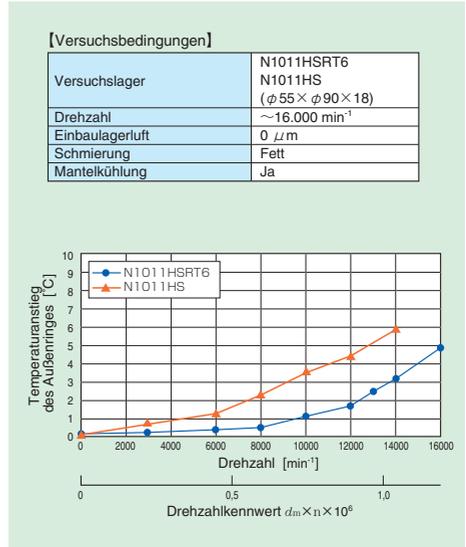


Abb. 10.7 Versuchsergebnisse für hohe Drehzahl (Fettschmierung mit Kühlung des Gehäuses)

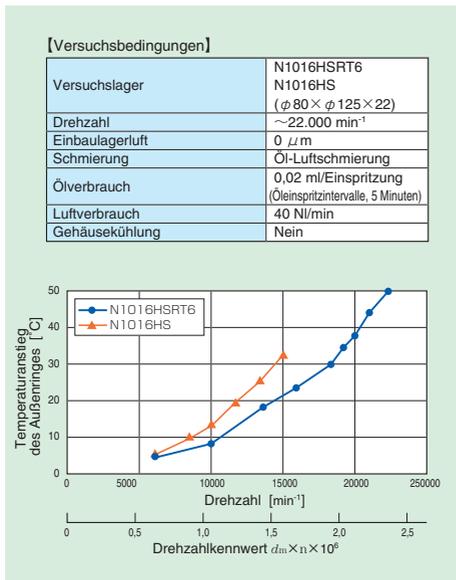


Abb. 10.8 Versuchsergebnisse bei hoher Drehzahl (Öl-Luftschmierung ohne Gehäusekühlung)

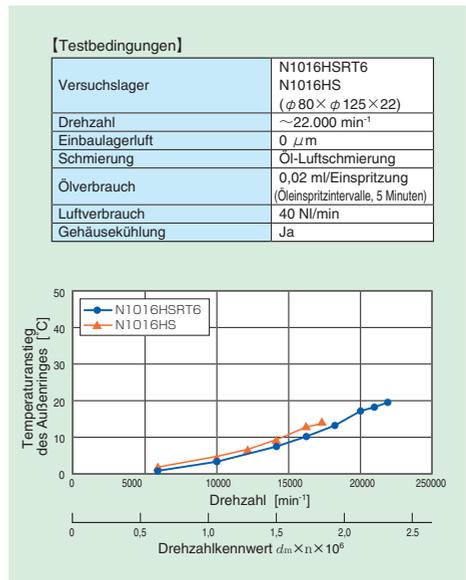


Abb. 10.9 Versuchsergebnisse bei hoher Drehzahl (Öl-Luftschmierung mit Gehäusekühlung)

1 **ULTAGE Umweltorientierte Öl-Luftgeschmierte Zylinderrollenlager Baureihe N10HSLT6**

Das umweltorientierte Öl-Luftgeschmierte Lager der Bauform N10HSLT6 wurde von NTN auf Basis der bewährten Baureihe N10HSRT6 entwickelt. Die Baureihe N10HSLT6 hat eine stark reduzierte Ölnebelemission und einen verringerten Öl- und Luftverbrauch. Das verbessert die Arbeitsumgebung, spart Energie und läßt höhere Maschinendrehzahlen zu.

**Eigenschaften**

- Die optimierte Innenkonstruktion erlaubt den Betrieb bei hoher Drehzahl und begrenzt den Temperaturanstieg.
- Die Verwendung der umweltorientierten Öl-Einspritzringkonstruktion führt zu:  
 Niedrigerem Geräuschpegel (bis zu 7 dBA niedriger)  
 50% Verringerung des Luftverbrauchs  
 50% Verringerung des Ölverbrauchs

**Lagerausführung**

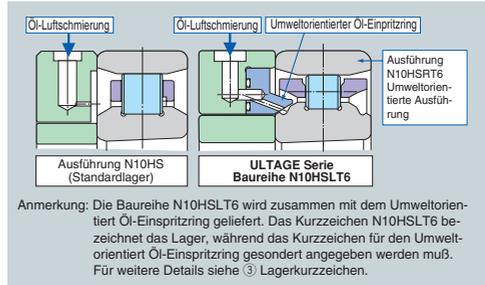
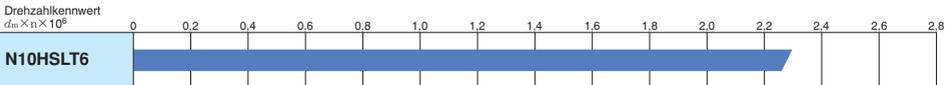


Abb. 10.10 Baureihe N10HSLT6

**Zulässiger Drehzahlbereich**



Anmerkung: Die zulässige Drehzahl (Drehzahlkennwert) jedes Lagers variiert in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen der Maschine, für die das Lager verwendet wird (Motorantrieb, Kühlung und Umgebungsstruktur). Bitte berücksichtigen Sie diese Details und sprechen Sie mit NTN.

**Versuch bei hoher Drehzahl**

Die Lager der Ausführung N10HSL laufen auch bei hoher Drehzahl ( $d_m \times n = 2,3 \times 10^6$ ) und verringertem Öl-Luftverbrauch zuverlässig (Abb. 10.11 und 10.12).

**[Versuchsbedingungen]**

Versuchslager	N1016HSLT6 N1016HS ( $\phi 80 \times \phi 125 \times 22$ )
Drehzahl	$\sim 22.000 \text{ min}^{-1}$
Einbaulagerluft	0 $\mu\text{m}$
Ölverbrauch	N1016HS 5 Minuten-Intervalle
	N1016HSL 10 Minuten-Intervalle
Luftverbrauch	N1016HS 40 NL/min
	N1016HSL 20 NL/min
Gehäusekühlung	Nein

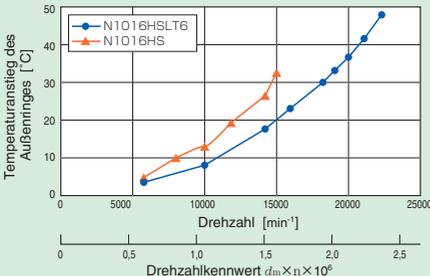


Abb. 10.11 Versuchsergebnisse bei hoher Drehzahl (ohne Gehäusekühlung)

**[Versuchsbedingungen]**

Versuchslager	N1016HSLT6 N1016HS ( $\phi 80 \times \phi 125 \times 22$ )
Drehzahl	$\sim 23.000 \text{ min}^{-1}$
Einbaulagerluft	0 $\mu\text{m}$
Ölverbrauch	0,02 ml/Einspritzung
	N1016HS 5 Minuten-Intervalle N1016HSL 10 Minuten-Intervalle
Luftverbrauch	N1016HS 40 NL/min
	N1016HSL 20 NL/min
Gehäusekühlung	Ja

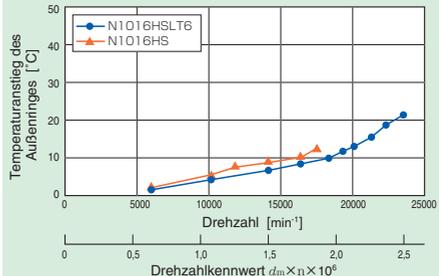


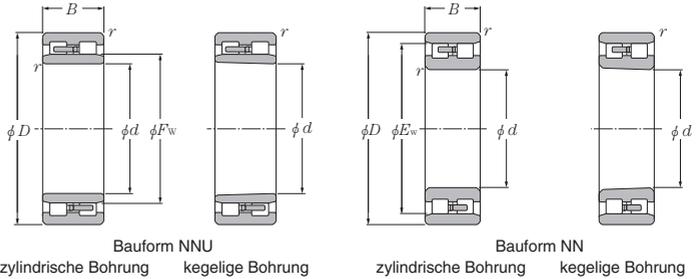
Abb. 10.12 Versuchsergebnisse bei hoher Drehzahl (mit Gehäusekühlung)



12 Abmessungen für zweireihige Zylinderrollenlager

ULTAGE Zweireihige Zylinderrollenlager

d 25~95mm

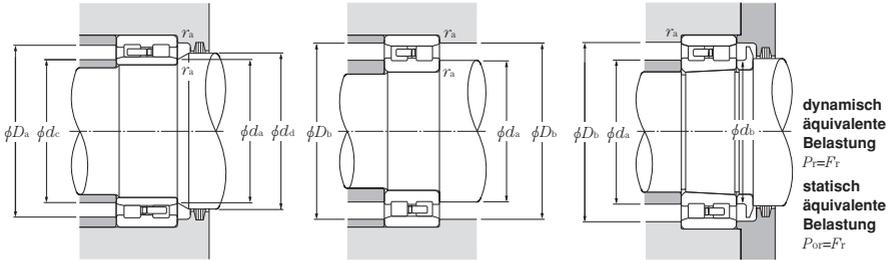


Lagerkurzzeichen				Abmessungen				Tragzahl				Grenzdrehzahl	
Bauform NNU		Bauform NN		mm				dynamisch		statisch		min <sup>-1</sup>	
zylindrische Bohrung	kegelige Bohrung <sup>1)</sup>	zylindrische Bohrung	kegelige Bohrung <sup>1)</sup>	d	D	B	r <sub>8 min</sub> <sup>2)</sup>	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>	Fett-	Öl-
								kN				schmierung	
								kgf				schmierung	
—	—	NN3005	NN3005K	25	47	16	0,6	25,8	30,0	2 630	3 050	19 300	23 400
—	—	NN3005HS	NN3005HSK	25	47	16	0,6	25,8	30,0	2 630	3 050	22 600	31 100
—	—	NN3006	NN3006K	30	55	19	1	31,0	37,0	3 150	3 800	16 300	19 800
—	—	NN3006HS	NN3006HSK	30	55	19	1	31,0	37,0	3 150	3 800	19 100	26 300
—	—	NN3007	NN3007K	35	62	20	1	38,0	47,5	3 850	4 850	14 300	17 300
—	—	NN3007HS	NN3007HSK	35	62	20	1	38,0	47,5	3 850	4 850	16 700	23 100
—	—	NN3008	NN3008K	40	68	21	1	43,5	55,5	4 400	5 650	12 800	15 600
—	—	NN3008HS	NN3008HSK	40	68	21	1	43,5	55,5	4 400	5 650	15 000	20 700
—	—	NN3009	NN3009K	45	75	23	1	52,0	68,5	5 300	7 000	11 600	14 000
—	—	NN3009HS	NN3009HSK	45	75	23	1	52,0	68,5	5 300	7 000	13 600	18 700
—	—	NN3010	NN3010K	50	80	23	1	53,0	72,5	5 400	7 400	10 700	13 000
—	—	NN3010HS	NN3010HSK	50	80	23	1	53,0	72,5	5 400	7 400	12 500	17 300
—	—	NN3011	NN3011K	55	90	26	1,1	69,5	96,5	7 050	9 850	9 600	11 600
—	—	NN3011HS	NN3011HSK	55	90	26	1,1	69,5	96,5	7 050	9 850	11 200	15 500
—	—	NN3012	NN3012K	60	95	26	1,1	71,0	102	7 250	10 400	9 000	10 900
—	—	NN3012HS	NN3012HSK	60	95	26	1,1	71,0	102	7 250	10 400	10 500	14 500
—	—	NN3013	NN3013K	65	100	26	1,1	75,0	111	7 650	11 400	8 400	10 200
—	—	NN3013HST6	NN3013HST6K	65	100	26	1,1	72,5	107	7 400	10 900	9 900	13 600
—	—	NN3013HSRT6	NN3013HSRT6K	65	100	26	1,1	72,5	107	7 400	10 900	12 100	21 200
—	—	NN3014	NN3014K	70	110	30	1,1	94,5	143	9 650	14 600	7 700	9 300
—	—	NN3014HST6	NN3014HST6K	70	110	30	1,1	92,0	137	9 350	14 000	9 000	12 400
—	—	NN3014HSRT6	NN3014HSRT6K	70	110	30	1,1	92,0	137	9 350	14 000	11 000	19 300
—	—	NN3015	NN3015K	75	115	30	1,1	96,5	149	9 850	15 200	7 300	8 900
—	—	NN3015HST6	NN3015HST6K	75	115	30	1,1	96,5	149	9 850	15 200	8 500	11 800
—	—	NN3015HSRT6	NN3015HSRT6K	75	115	30	1,1	96,5	149	9 850	15 200	10 400	18 300
—	—	NN3016	NN3016K	80	125	34	1,1	116	179	11 800	18 200	6 800	8 300
—	—	NN3016HST6	NN3016HST6K	80	125	34	1,1	112	172	11 500	17 500	8 000	11 000
—	—	NN3016HSRT6	NN3016HSRT6K	80	125	34	1,1	112	172	11 500	17 500	9 700	17 100
—	—	NN3017	NN3017K	85	130	34	1,1	122	194	12 400	19 800	6 500	7 900
—	—	NN3017HST6	NN3017HST6K	85	130	34	1,1	118	187	12 100	19 100	7 600	10 500
—	—	NN3017HSRT6	NN3017HSRT6K	85	130	34	1,1	118	187	12 100	19 100	9 300	16 300
—	—	NN3018	NN3018K	90	140	37	1,5	143	228	14 600	23 200	6 000	7 300
—	—	NN3018HST6	NN3018HST6K	90	140	37	1,5	143	228	14 600	23 200	7 100	9 700
—	—	NN3018HSRT6	NN3018HSRT6K	90	140	37	1,5	143	228	14 600	23 200	8 600	15 200
—	—	NN3019	NN3019K	95	145	37	1,5	146	238	14 900	24 200	5 800	7 000

1) Lager mit kegeliger Bohrung haben das Nachsetzzeichen K. (Kegelwinkel 1:12).

2) Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung r.

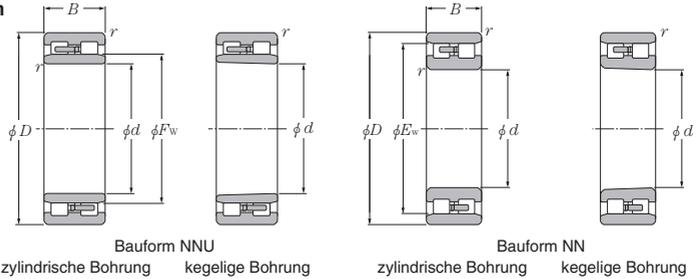
Mit dem Suffix T6 ergänzte Teilenummern weisen auf Zugehörigkeit zu der ULTAGE-Serie hin.



Hüllkreismaße		Kantenverkürzung							Gewicht				Lagerfreiraum cm <sup>3</sup> Bauform NN	
mm		mm							Bauform NNU		Bauform NN			
<i>F<sub>w</sub></i>	<i>E<sub>w</sub></i>	<i>d<sub>a</sub></i> min.	<i>d<sub>b</sub></i> min.	<i>d<sub>c</sub></i> max.	<i>d<sub>d</sub></i> min.	<i>D<sub>a</sub></i> max.	<i>D<sub>b</sub></i> max.	<i>r<sub>as</sub></i> max.	zylindrische Bohrung	kegelige Bohrung	zylindrische Bohrung	kegelige Bohrung	Bauform NN	
—	41,3	29	30	—	—	—	43	42	0,6	—	—	0,124	0,121	3,72
—	41,3	29	30	—	—	—	43	42	0,6	—	—	0,124	0,121	3,72
—	48,5	35	36,5	—	—	—	50	49	1	—	—	0,199	0,193	6,38
—	48,5	35	36,5	—	—	—	50	49	1	—	—	0,199	0,193	6,38
—	55	40	41,5	—	—	—	57	56	1	—	—	0,242	0,235	8,09
—	55	40	41,5	—	—	—	57	56	1	—	—	0,242	0,235	8,09
—	61	45	47	—	—	—	63	62	1	—	—	0,312	0,303	9,68
—	61	45	47	—	—	—	63	62	1	—	—	0,312	0,303	9,68
—	67,5	50	52	—	—	—	70	69	1	—	—	0,405	0,393	13,3
—	67,5	50	52	—	—	—	70	69	1	—	—	0,405	0,393	13,3
—	72,5	55	57	—	—	—	75	74	1	—	—	0,433	0,419	14,6
—	72,5	55	57	—	—	—	75	74	1	—	—	0,433	0,419	14,6
—	81	61,5	63,5	—	—	—	83,5	82	1	—	—	0,651	0,631	20,5
—	81	61,5	63,5	—	—	—	83,5	82	1	—	—	0,651	0,631	20,5
—	86,1	66,5	68,5	—	—	—	88,5	87	1	—	—	0,704	0,683	21,1
—	86,1	66,5	68,5	—	—	—	88,5	87	1	—	—	0,704	0,683	21,1
—	91	71,5	73,5	—	—	—	93,5	92	1	—	—	0,76	0,74	22,2
—	91	71,5	73,5	—	—	—	93,5	92	1	—	—	0,69	0,66	21,4
—	91	71,5	73,5	—	—	—	93,5	92	1	—	—	0,69	0,66	21,4
—	100	76,5	79	—	—	—	103,5	101	1	—	—	1,04	1,01	33,0
—	100	76,5	79	—	—	—	103,5	101	1	—	—	0,99	0,96	30,4
—	100	76,5	79	—	—	—	103,5	101	1	—	—	0,99	0,96	30,4
—	105	81,5	84	—	—	—	108,5	106	1	—	—	1,14	1,11	35,0
—	105	81,5	84	—	—	—	108,5	106	1	—	—	1,05	1,02	31,2
—	105	81,5	84	—	—	—	108,5	106	1	—	—	1,05	1,02	31,2
—	113	86,5	89,5	—	—	—	118,5	114	1	—	—	1,52	1,47	45,0
—	113	86,5	89,5	—	—	—	118,5	114	1	—	—	1,43	1,38	43,0
—	113	86,5	89,5	—	—	—	118,5	114	1	—	—	1,43	1,38	43,0
—	118	91,5	84,5	—	—	—	123,5	119	1	—	—	1,61	1,56	48,8
—	118	91,5	84,5	—	—	—	123,5	119	1	—	—	1,51	1,46	44,4
—	118	91,5	84,5	—	—	—	123,5	119	1	—	—	1,51	1,46	44,4
—	127	98	101	—	—	—	132	129	1,5	—	—	2,07	2,01	64,1
—	127	98	101	—	—	—	132	129	1,5	—	—	1,97	1,91	57,6
—	127	98	101	—	—	—	132	129	1,5	—	—	1,97	1,91	57,6
—	132	103	106	—	—	—	137	134	1,5	—	—	2,17	2,10	67,0

**ULTAGE** Zweireihige Zylinderrollenlager

d 100~190mm

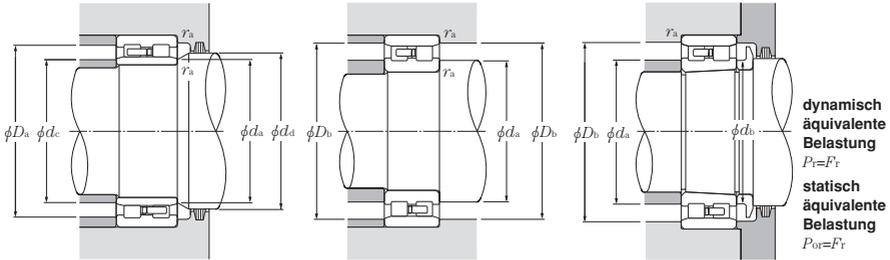


Lagerkurzzeichen				Abmessungen				Tragzahl				Grenzdrehzahl	
Bauform NNU		Bauform NN		mm				dynamisch		statisch		min <sup>-1</sup>	
zylindrische Bohrung	kegelige Bohrung <sup>1)</sup>	zylindrische Bohrung	kegelige Bohrung <sup>1)</sup>	d	D	B	r <sub>s</sub> min <sup>2)</sup>	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>	Fett-	Öl-
								kN		kgf		schmierung	
NNU4920	NNU4920K	NN4920	NN4920K	100	140	40	1,1	131	260	13 300	26 500	6 000	7 200
—	—	NN3020	NN3020K	100	150	37	1,5	153	256	15 600	26 100	5 600	6 700
—	—	NN3020HST6	NN3020HST6K	100	150	37	1,5	149	247	15 200	25 200	6 500	9 000
—	—	NN3020HSRT6	NN3020HSRT6K	100	150	37	1,5	149	247	15 200	25 200	8 000	14 000
NNU4921	NNU4921K	NN4921	NN4921K	105	145	40	1,1	133	268	13 500	27 400	5 700	6 900
—	—	NN3021	NN3021K	105	160	41	2	198	320	20 200	33 000	5 300	6 400
—	—	NN3021HST6	NN3021HST6K	105	160	41	2	198	320	20 200	33 000	6 200	8 500
—	—	NN3021HSRT6	NN3021HSRT6K	105	160	41	2	198	320	20 200	33 000	7 100	11 300
NNU4922	NNU4922K	NN4922	NN4922K	110	150	40	1,1	137	284	14 000	28 900	5 500	6 600
—	—	NN3022	NN3022K	110	170	45	2	229	375	23 300	38 000	5 000	6 000
—	—	NN3022HST6	NN3022HST6K	110	170	45	2	229	375	23 300	38 000	5 800	8 000
—	—	NN3022HSRT6	NN3022HSRT6K	110	170	45	2	229	375	23 300	38 000	6 700	10 600
NNU4924	NNU4924K	NN4924	NN4924K	120	165	45	1,1	183	360	18 700	37 000	5 000	6 000
—	—	NN3024	NN3024K	120	180	46	2	233	390	23 700	40 000	4 600	5 600
—	—	NN3024HST6	NN3024HST6K	120	180	46	2	226	380	23 100	38 500	5 400	7 500
—	—	NN3024HSRT6	NN3024HSRT6K	120	180	46	2	226	380	23 100	38 500	6 200	9 900
NNU4926	NNU4926K	NN4926	NN4926K	130	180	50	1,5	220	440	22 400	45 000	4 600	5 500
—	—	NN3026	NN3026K	130	200	52	2	284	475	29 000	48 500	4 200	5 100
—	—	NN3026HST6	NN3026HST6K	130	200	52	2	284	475	29 000	48 500	4 900	6 800
—	—	NN3026HSRT6	NN3026HSRT6K	130	200	52	2	284	475	29 000	48 500	5 700	9 000
NNU4928	NNU4928K	NN4928	NN4928K	140	190	50	1,5	227	470	23 100	48 000	4 300	5 200
—	—	NN3028	NN3028K	140	210	53	2	298	515	30 500	52 500	4 000	4 800
—	—	NN3028HST6	NN3028HST6K	140	210	53	2	298	515	30 500	52 500	4 700	6 400
NNU4930	NNU4930K	NN4930	NN4930K	150	210	60	2	345	690	35 000	70 500	3 900	4 800
—	—	NN3030	NN3030K	150	225	56	2,1	335	585	34 000	60 000	3 700	4 500
—	—	NN3030HS	NN3030HSK	150	225	56	2,1	335	585	34 000	60 000	4 300	6 000
NNU4932	NNU4932K	NN4932	NN4932K	160	220	60	2	355	740	36 500	75 500	3 700	4 500
—	—	NN3032	NN3032K	160	240	60	2,1	375	660	38 000	67 500	3 500	4 200
—	—	NN3032HS	NN3032HSK	160	240	60	2,1	375	660	38 000	67 500	4 100	5 600
NNU4934	NNU4934K	NN4934	NN4934K	170	230	60	2	360	765	37 000	78 000	3 600	4 300
—	—	NN3034	NN3034K	170	260	67	2,1	440	775	45 000	79 000	3 200	3 900
NNU4936	NNU4936K	NN4936	NN4936K	180	250	69	2	460	965	46 500	98 500	3 200	3 800
—	—	NN3036	NN3036K	180	280	74	2,1	565	995	57 500	102 000	3 000	3 600
NNU4938	NNU4938K	NN4938	NN4938K	190	260	69	2	475	1 030	48 500	105 000	3 000	3 600
—	—	NN3038	NN3038K	190	290	75	2,1	580	1 040	59 000	106 000	2 800	3 300

1) Lager mit kegeliger Bohrung haben das Nachsetzzeichen K, (Kegelwinkel 1:12).

2) Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung r.

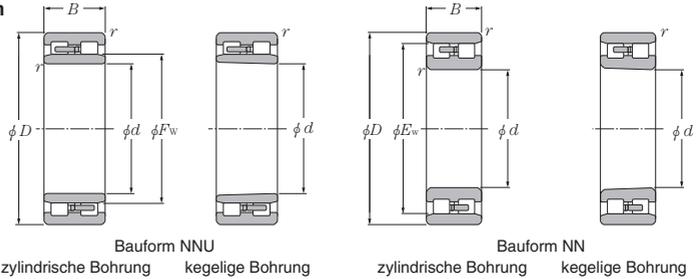
Mit dem Suffix T6 ergänzte Teilenummern weisen auf Zugehörigkeit zu der ULTAGE-Serie hin.



Hüllkreismaße		Kantenverkürzung								Gewicht				Lagerfreiraum cm <sup>3</sup> Bauforn NN
mm		mm								Bauforn NNU		Bauforn NN		
$F_w$	$E_w$	$d_a$ min.	$d_b$ min.	$d_c$ max.	$d_a$ min.	$D_a$ max.	$D_b$ max.	$r_{as}$ min.	$r_{as}$ max.	zylindrische Bohrung	kegelige Bohrung	zylindrische Bohrung	kegelige Bohrung	
113	129	106,5	110	111	115	133,5	133,5	131	1	1,83	1,75	1,75	1,67	49,8
—	137	108	111	—	—	—	142	139	1,5	—	—	2,26	2,19	67,5
—	137	108	111	—	—	—	142	139	1,5	—	—	2,14	2,07	61,6
—	137	108	111	—	—	—	142	139	1,5	—	—	2,14	2,07	61,6
118	134	111,5	115	116	120	138,5	138,5	136	1	1,91	1,82	1,82	1,73	50,2
—	146	114	117	—	—	—	151	148	2	—	—	2,89	2,80	91,9
—	146	114	117	—	—	—	151	148	2	—	—	2,75	2,66	82,7
—	146	114	117	—	—	—	151	148	2	—	—	2,75	2,66	82,7
123	139	116,5	120	121	125	143,5	143,5	141	1	1,99	1,90	1,90	1,81	53,9
—	155	119	123	—	—	—	161	157	2	—	—	3,69	3,56	115
—	155	119	123	—	—	—	161	157	2	—	—	3,50	3,37	103
—	155	119	123	—	—	—	161	157	2	—	—	3,50	3,37	103
134,5	154,5	126,5	130	133	137	158,5	158,5	156,5	1	2,75	2,62	2,63	2,51	82,5
—	165	129	133	—	—	—	171	167	2	—	—	3,98	3,83	130
—	165	129	133	—	—	—	171	167	2	—	—	3,76	3,61	117
—	165	129	133	—	—	—	171	167	2	—	—	3,76	3,61	117
146	168	138	142	144	148	172	172	170	1,5	3,69	3,52	3,52	3,35	112
—	182	139	143	—	—	—	191	183	2	—	—	5,92	5,71	182
—	182	139	143	—	—	—	191	183	2	—	—	5,55	5,34	164
—	182	139	143	—	—	—	191	183	2	—	—	5,55	5,34	164
156	178	148	152	154	158	182	182	180	1,5	3,94	3,76	3,76	3,58	117
—	192	149	153	—	—	—	201	194	2	—	—	6,44	6,21	199
—	192	149	153	—	—	—	201	194	2	—	—	6,11	5,91	176
168,5	196,5	159	164	166	171	201	201	198,5	2	6,18	5,90	5,90	5,62	192
—	206	161	166	—	—	—	214	208	2	—	—	7,81	7,53	237
—	206	161	166	—	—	—	214	208	2	—	—	7,81	7,53	237
178,5	206,5	169	174	176	182	211	211	208,5	2	6,53	6,23	6,24	5,94	199
—	219	171	176	—	—	—	229	221	2	—	—	8,92	8,59	287
—	219	171	176	—	—	—	229	221	2	—	—	8,92	8,59	287
188,5	216,5	179	184	186	192	221	221	218,5	2	6,87	6,55	6,56	6,24	212
—	236	181	187	—	—	—	249	238	2	—	—	12,6	12,2	379
202	234	189	195	199	205	241	241	236	2	9,90	9,46	9,45	9,01	299
—	255	191	197	—	—	—	269	257	2	—	—	16,6	16,0	478
212	244	199	205	209	215	251	251	246	2	10,4	9,94	9,93	9,47	303
—	265	201	207	—	—	—	279	267	2	—	—	18,0	17,4	504

Zweireihige Zylinderrollenlager

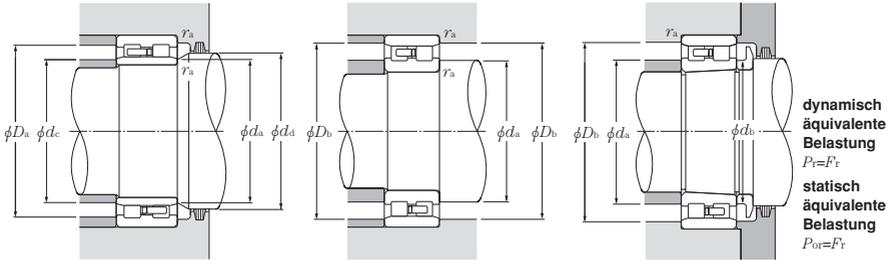
d 200~500mm



Bauform NNU zylindrische Bohrung kegelige Bohrung      Bauform NN zylindrische Bohrung kegelige Bohrung

Lagerkurzzeichen				Abmessungen				Tragzahl				Grenzdrehzahl	
Bauform NNU		Bauform NN		mm				kN		kgf		min <sup>-1</sup>	
zylindrische Bohrung	kegelige Bohrung <sup>1)</sup>	zylindrische Bohrung	kegelige Bohrung <sup>1)</sup>	d	D	B	r <sub>s</sub> min <sup>2)</sup>	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>	Fett-schmierung	Öl-schmierung
NUU4940	NUU4940K	NN4940	NN4940K	200	280	80	2,1	555	1 180	56 500	120 000	2 900	3 500
—	—	NN3040	NN3040K	200	310	82	2,1	655	1 170	66 500	119 000	2 600	3 100
NUU4944	NUU4944K	NN4944	NN4944K	220	300	80	2,1	585	1 300	59 500	132 000	2 600	3 100
—	—	NN3044	NN3044K	220	340	90	3	815	1 480	83 000	151 000	2 300	2 800
NUU4948	NUU4948K	NN4948	NN4948K	240	320	80	2,1	610	1 410	62 500	144 000	2 300	2 800
—	—	NN3048	NN3048K	240	360	92	3	855	1 600	87 000	163 000	2 200	2 600
NUU4952	NUU4952K	NN4952	NN4952K	260	360	100	2,1	900	2 070	92 000	211 000	2 200	2 600
—	—	NN3052	NN3052K	260	400	104	4	1 060	1 990	108 000	203 000	2 100	2 500
NUU4956	NUU4956K	NN4956	NN4956K	280	380	100	2,1	925	2 200	94 500	224 000	1 900	2 300
—	—	NN3056	NN3056K	280	420	106	4	1 080	2 080	110 000	212 000	1 800	2 100
NUU4960	NUU4960K	NN4960	NN4960K	300	420	118	3	1 200	2 800	122 000	285 000	1 800	2 100
—	—	NN3060	NN3060K	300	460	118	4	1 330	2 560	135 000	261 000	1 600	2 000
NUU4964	NUU4964K	NN4964	NN4964K	320	440	118	3	1 240	2 970	126 000	305 000	1 600	2 000
—	—	NN3064	NN3064K	320	480	121	4	1 350	2 670	138 000	272 000	1 500	1 800
NUU4968	NUU4968K	—	—	340	460	118	3	1 270	3 150	130 000	320 000	1 500	1 800
—	—	NN3068	NN3068K	340	520	133	5	1 620	3 200	165 000	325 000	1 500	1 800
NUU4972	NUU4972K	—	—	360	480	118	3	1 290	3 250	131 000	330 000	1 500	1 800
—	—	NN3072	NN3072K	360	540	134	5	1 650	3 300	169 000	340 000	1 400	1 600
NUU4976	NUU4976K	—	—	380	520	140	4	1 630	4 050	167 000	415 000	1 400	1 600
—	—	NN3076	NN3076K	380	560	135	5	1 690	3 450	172 000	355 000	1 300	1 500
NUU4980	NUU4980K	—	—	400	540	140	4	1 690	4 300	172 000	435 000	1 300	1 500
—	—	NN3080	NN3080K	400	600	148	5	2 040	4 150	208 000	420 000	1 200	1 400
NUU4984	NUU4984K	—	—	420	560	140	4	1 740	4 500	177 000	460 000	1 200	1 500
—	—	NN3084	NN3084K	420	620	150	5	2 080	4 300	212 000	440 000	1 100	1 400
NUU4988	NUU4988K	—	—	440	600	160	4	2 150	5 550	219 000	565 000	1 100	1 400
—	—	NN3088	NN3088K	440	650	157	6	2 420	5 100	247 000	520 000	1 100	1 300
NUU4992	NUU4992K	—	—	460	620	160	4	2 220	5 850	226 000	595 000	1 100	1 300
—	—	NN3092	NN3092K	460	680	163	6	2 550	5 350	260 000	545 000	1 000	1 200
NUU4996	NUU4996K	—	—	480	650	170	5	2 280	5 900	233 000	600 000	1 000	1 200
NUU49/500	NUU49/500K	—	—	500	670	170	5	2 360	6 200	240 000	635 000	1 000	1 200

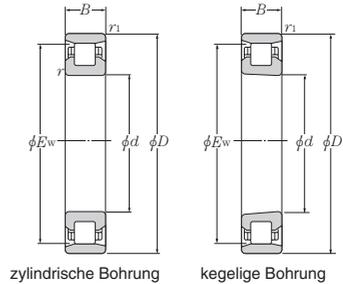
1) Lager mit kegeliger Bohrung haben das Nachsetzzeichen K, (Kegelwinkel 1:12).  
 2) Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung r.



Hüllkreismaße		Kantenverkürzung								Gewicht kg				Lagerfreiraum
mm		mm								Bauform NNU		Bauform NN		cm <sup>3</sup>
<i>F<sub>w</sub></i>	<i>E<sub>w</sub></i>	<i>d<sub>a</sub></i> min.	<i>d<sub>b</sub></i> min.	<i>d<sub>c</sub></i> max.	<i>d<sub>d</sub></i> min.	<i>D<sub>a</sub></i> max.	<i>D<sub>b</sub></i> max.	<i>r<sub>as</sub></i> min.	<i>r<sub>as</sub></i> max.	zylindrische Bohrung	kegelige Bohrung	zylindrische Bohrung	kegelige Bohrung	Bauform NN
225	261	211	218	222	228	269	269	264	2	14,7	14,0	14,0	13,3	437
—	282	211	218	—	—	—	299	285	2	—	—	21,6	20,8	649
245	281	231	238	242	248	289	289	284	2	15,9	15,2	15,2	14,5	485
—	310	233	240	—	—	—	327	313	2,5	—	—	29,3	28,2	877
265	301	251	258	262	269	309	309	304	2	17,2	16,4	16,4	15,6	518
—	330	253	261	—	—	—	347	333	2,5	—	—	32,8	31,6	973
292	336	271	279	288	296	349	349	339	2	29,6	28,3	28,3	27,0	850
—	364	276	285	—	—	—	384	367	3	—	—	47,4	45,8	1 370
312	356	291	299	308	316	369	369	359	2	31,6	30,2	30,2	28,8	897
—	384	296	305	—	—	—	404	387	3	—	—	51,1	49,3	1 500
339	391	313	323	335	343	407	407	394	2,5	48,6	46,4	46,4	44,2	1 360
—	418	316	326	—	—	—	444	421	3	—	—	70,8	68,6	2 000
359	411	333	343	355	363	427	427	414	2,5	51,4	49,1	49,0	46,7	1 450
—	438	336	346	—	—	—	464	441	3	—	—	76,2	73,5	2 200
379	—	353	363	375	383	447	—	—	2,5	54,2	51,7	—	—	—
—	473	360	371	—	—	—	500	477	4	—	—	102	98,5	2 950
398	—	373	383	394	402	467	—	—	2,5	57,0	54,4	—	—	—
—	493	380	391	—	—	—	520	497	4	—	—	107	103	3 600
425	—	396	408	420	430	504	—	—	3	84,5	80,6	—	—	—
—	512	400	411	—	—	—	540	516	4	—	—	113	109	3 340
445	—	416	428	440	450	524	—	—	3	88,2	84,1	—	—	—
—	547	420	432	—	—	—	580	551	4	—	—	146	141	4 230
465	—	436	448	460	470	544	—	—	3	92,0	87,7	—	—	—
—	567	440	452	—	—	—	600	571	4	—	—	154	148	4 520
492	—	456	469	487	497	584	—	—	3	127	121	—	—	—
—	596	464	477	—	—	—	626	601	5	—	—	178	172	5 000
512	—	476	489	507	517	604	—	—	3	132	126	—	—	—
—	622	484	498	—	—	—	656	627	5	—	—	202	195	6 030
534	—	500	514	531	541	630	—	—	4	156	149	—	—	—
556	—	520	534	551	561	650	—	—	4	162	155	—	—	—

Einreihige Zylinderrollenlager für hohe Drehzahl

d 30~80mm

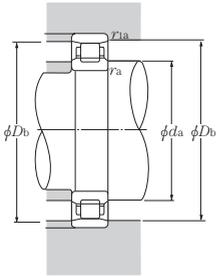


Lagerkurzzeichen <sup>①</sup> ②		Abmessungen mm						Tragzahl				Grenzdrehzahl		
zylindrische Bohrung	kegelige Bohrung	d	D	B	r <sub>s</sub> min <sup>③</sup>	r <sub>is</sub> min <sup>③</sup>	E <sub>w</sub>	dynamisch kN	statisch kN	dynamisch kgf	statisch kgf	min <sup>-1</sup>	Fett- schmierung	Öl- schmierung
								C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>			
N1006HS	N1006HSK	30	55	13	1	0,6	48,5	17,2	17,6	1 750	1 790	20 500	32 100	
N1007HS	N1007HSK	35	62	14	1	0,6	55	21,2	22,5	2 160	2 300	18 000	28 200	
N1008HS	N1008HSK	40	68	15	1	0,6	61	24,3	26,3	2 480	2 680	16 100	25 300	
N1009HS	N1009HSK	45	75	16	1	0,6	67,5	29,1	32,5	2 970	3 350	14 500	22 800	
N1010HS	N1010HSK	50	80	16	1	0,6	72,5	29,9	34,5	3 050	3 550	13 400	21 100	
N1011HS	N1011HSK	55	90	18	1,1	1	81	39,0	46,0	4 000	4 700	12 100	18 900	
N1012HS	N1012HSK	60	95	18	1,1	1	86,1	40,0	48,5	4 100	4 950	11 300	17 700	
N1013HS	N1013HSK	65	100	18	1,1	1	91	42,5	53,5	4 300	5 450	10 600	16 600	
N1014HS	N1014HSK	70	110	20	1,1	1	100	52,0	65,5	5 300	6 700	9 700	15 200	
N1015HS	N1015HSK	75	115	20	1,1	1	105	53,0	69,0	5 400	7 050	9 200	14 400	
N1016HS	N1016HSK	80	125	22	1,1	1	113	63,5	82,0	6 450	8 400	8 500	13 400	

① Lager mit kegeliger Bohrung haben das Nachsetzzeichen K (Kegelwinkel 1:12).

② Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung r oder r<sub>1</sub>.

③ Die Bauform N10HS unterscheidet sich von der Standardbauform N10 durch eine geänderte Innenkonstruktion.



**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_T = F_T$$

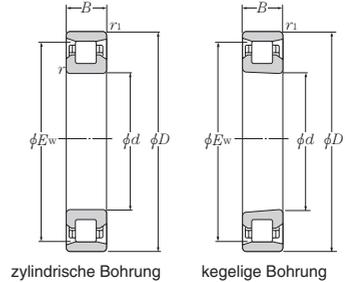
**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{0T} = F_T$$

Kantenverkürzung					Gewicht zylindrische Bohrung kg	Lager- freiraum cm <sup>3</sup>	Teilenummer	
<i>d</i> <sub>a</sub> min.	<i>D</i> <sub>b</sub> max.	mm min. max. min. max. min. max.					zylindrische Bohrung	zylindrische Bohrung
35	50	49	1	0,6	0,143	4,33	N1006HS	N1006HSK
40	57	56	1	0,6	0,190	5,06	N1007HS	N1007HSK
45	63	62	1	0,6	0,235	7,10	N1008HS	N1008HSK
50	70	69	1	0,6	0,298	8,85	N1009HS	N1009HSK
55	75	74	1	0,6	0,323	10,8	N1010HS	N1010HSK
61,5	83,5	82	1	1	0,473	15,0	N1011HS	N1011HSK
66,5	88,5	87	1	1	0,505	15,3	N1012HS	N1012HSK
71,5	93,5	92	1	1	0,538	19,0	N1013HS	N1013HSK
76,5	103,5	101	1	1	0,745	22,0	N1014HS	N1014HSK
81,5	108,5	106	1	1	0,787	26,5	N1015HS	N1015HSK
86,5	118,5	114	1	1	1,05	31,1	N1016HS	N1016HSK

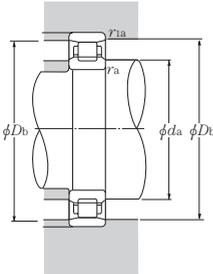
Einreihige Zylinderrollenlager für hohe Drehzahl

d 85~160mm



Lagerkurzzeichen <sup>① ②</sup>		Abmessungen						Tragzahl				Grenzdrehzahl	
zylindrische Bohrung	kegelige Bohrung	mm						dynamisch	statisch	dynamisch	statisch	min <sup>-1</sup>	
		d	D	B	r <sub>s</sub> min <sup>③</sup>	r <sub>is</sub> min <sup>③</sup>	E <sub>w</sub>	kN	C <sub>or</sub>	kgf	C <sub>or</sub>	Fett-schmierung	Öl-schmierung
N1017HS	N1017HSK	85	130	22	1,1	1	118	65,0	86,0	6 650	8 800	8 100	12 800
N1018HS	N1018HSK	90	140	24	1,5	1,1	127	78,5	105	8 000	10 700	7 600	11 900
N1019HS	N1019HSK	95	145	24	1,5	1,1	132	80,5	110	8 200	11 200	7 300	11 400
N1020HS	N1020HSK	100	150	24	1,5	1,1	137	82,0	115	8 400	11 700	7 000	11 000
N1021HS	N1021HSK	105	160	26	2	1,1	146	109	149	11 100	15 200	6 600	10 400
N1022HS	N1022HSK	110	170	28	2	1,1	155	126	173	12 800	17 700	6 200	9 800
N1024HS	N1024HSK	120	180	28	2	1,1	165	128	182	13 100	18 500	5 800	9 100
N1026HS	N1026HSK	130	200	33	2	1,1	182	156	220	15 900	22 400	5 300	8 300
N1028HS	N1028HSK	140	210	33	2	1,1	192	164	240	16 800	24 400	5 000	7 800
N1030HS	N1030HSK	150	225	35	2,1	1,5	206	185	273	18 800	27 800	4 700	7 300
N1032HS	N1032HSK	160	240	38	2,1	1,5	219	206	305	21 000	31 500	4 400	6 900

- ① Lager mit kegeliger Bohrung haben das Nachsetzzeichen K (Kegelwinkel 1:12).
- ② Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung r oder r<sub>1</sub>.
- ③ Die Bauform N10HS unterscheidet sich von der Standardbauform N10 durch eine geänderte Innenkonstruktion.



**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_T = F_T$$

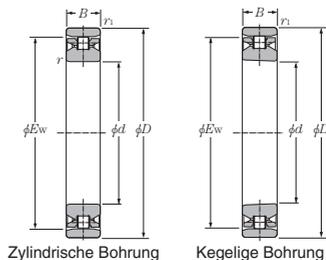
**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{0T} = F_T$$

Kantenverkürzung					Gewicht zylindrische Bohrung kg	Lager- freiraum cm <sup>3</sup>	Lagerkurzzeichen	
$d_a$ min.	$D_b$ max.	$r_a$ min.	$r_{1a}$ max.	$r_a$ max.			$r_{1a}$ max.	zylindrische Bohrung
91,5	123,5	119	1	1	1,10	33,4	N1017HS	N1017HSK
98	132	129	1,5	1	1,43	40,0	N1018HS	N1018HSK
103	137	134	1,5	1	1,50	46,5	N1019HS	N1019HSK
108	142	139	1,5	1	1,55	53,5	N1020HS	N1020HSK
114	151	148	2	1	1,96	56,2	N1021HS	N1021HSK
119	161	157	2	1	2,44	68,8	N1022HS	N1022HSK
129	171	167	2	1	2,61	87,5	N1024HS	N1024HSK
139	191	183	2	1	3,95	118	N1026HS	N1026HSK
149	201	194	2	1	4,19	130	N1028HS	N1028HSK
161	214	208	2	1,5	5,10	151	N1030HS	N1030HSK
171	229	221	2	1,5	6,30	172	N1032HS	N1032HSK

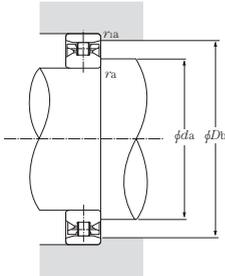
**ULTAGE** Einreihige Zylinderrollenlager für extrem hohe Drehzahl

$d$  45~100mm



Lagerkurzzeichen <sup>①</sup> ②		Abmessungen						Tragzahl				Grenzdrehzahl	
zylindrische Bohrung	kegelige Bohrung	mm						dynamisch kN		statisch kgf		min <sup>-1</sup>	
		$d$	$D$	$B$	$r_s$ min <sup>③</sup>	$r_{1s}$ min <sup>③</sup>	$E_w$	$C_r$	$C_{or}$	$C_r$	$C_{or}$	Fett- schmierung	Öl- schmierung
N1009HSRT6	N1009HSRT6K	45	75	16	1	0.6	67.5	21	22.5	2 150	2 290	18 900	37 500
N1011HSRT6	N1011HSRT6K	55	90	18	1.1	1	81	24.1	28.7	2 460	2 930	15 400	30 900
N1012HSRT6	N1012HSRT6K	60	95	18	1.1	1	86.1	23.8	28.9	2 430	2 950	14 400	28 900
N1013HSRT6	N1013HSRT6K	65	100	18	1.1	1	91	25.3	32	2 580	3 250	13 600	27 200
N1014HSRT6	N1014HSRT6K	70	110	20	1.1	1	100	29.2	37.5	2 980	3 850	12 400	24 700
N1016HSRT6	N1016HSRT6K	80	125	22	1.1	1	113	38	50	3 900	5 100	11 000	21 900
N1018HSRT6	N1018HSRT6K	90	140	24	1.5	1.1	127	48	64.5	4 900	6 550	9 700	19 500
N1020HSRT6	N1020HSRT6K	100	150	24	1.5	1.1	137	50.5	70.5	5 150	7 200	9 000	18 000

① Lager mit kegeliger Bohrung haben das Nachsetzzeichen K (Kegelwinkel 1:12).  
 Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .  
 Die Bauform N10HSR unterscheidet sich von der Standardbauform N10 durch eine geänderte Innenkonstruktion.

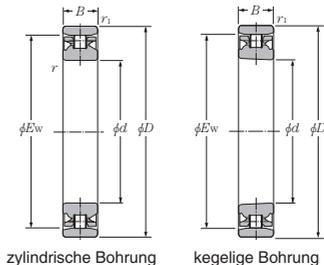


**dynamisch äquivalente Belastung**  
 $P_r = F_r$   
**statisch äquivalente Belastung**  
 $P_{0r} = F_r$

Kantenverkürzung					Lagerfreiraum cm <sup>3</sup>	Lagerkurzzeichen	
$d_a$ min.	$D_b$ max.	$r_{1as}$ min.	$r_{2as}$ max.	$r_{1as}$ max.		zylindrische Bohrung	zylindrische Bohrung
50	70	69	1	0.6	9.2	<b>N1009HSRT6</b>	<b>N1009HSRT6K</b>
61.5	83.5	82	1	1	15.7	<b>N1011HSRT6</b>	<b>N1011HSRT6K</b>
66.5	88.5	87	1	1	17.0	<b>N1012HSRT6</b>	<b>N1012HSRT6K</b>
71.5	93.5	92	1	1	17.9	<b>N1013HSRT6</b>	<b>N1013HSRT6K</b>
76.5	103.5	101	1	1	23.3	<b>N1014HSRT6</b>	<b>N1014HSRT6K</b>
86.5	118.5	114	1	1	31.6	<b>N1016HSRT6</b>	<b>N1016HSRT6K</b>
98	132	129	1.5	1	41.1	<b>N1018HSRT6</b>	<b>N1018HSRT6K</b>
108	142	139	1.5	1	45.1	<b>N1020HSRT6</b>	<b>N1020HSRT6K</b>

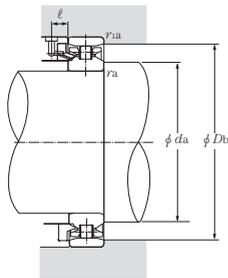
**ULTAGE** Umweltorientierte, einreihige Zylinderrollenlager für extrem hohe Drehzahl.  
Die Lager sind nur für Öl-Luft-Schmierung konzipiert

$d$  55~100mm



Lagerkurzzeichen		Abmessungen						Tragzahl				Grenzdrehzahl min <sup>-1</sup> Fett- schmierung
zylindrische Bohrung	kegelige Bohrung	mm						Dynamisch kN		Statisch kgf		
		$d$	$D$	$B$	$r_{1s} \text{ min}^{\text{①}}$	$r_{1s} \text{ min}^{\text{①}}$	$E_w$	$C_r$	$C_{or}$	$C_r$	$C_{or}$	
N1011HSLT6	N1011HSLT6K	55	90	18	1,1	1	81	24,1	28,7	2 460	2 930	30 900
N1012HSLT6	N1012HSLT6K	60	95	18	1,1	1	86,1	23,8	28,9	2 430	2 950	28 900
N1013HSLT6	N1013HSLT6K	65	100	18	1,1	1	91	25,3	32	2 580	3 250	27 200
N1014HSLT6	N1014HSLT6K	70	110	20	1,1	1	100	29,2	37,5	2 980	3 850	24 700
N1016HSLT6	N1016HSLT6K	80	125	22	1,1	1	113	38	50	3 900	5 100	21 900
N1018HSLT6	N1018HSLT6K	90	140	24	1,5	1,1	127	48	64,5	4 900	6 550	19 500
N1020HSLT6	N1020HSLT6K	100	150	24	1,5	1,1	137	50,5	70,5	5 150	7 200	18 000

- ① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .
- ② Für Einzelheiten zum Öl-Einspritzring wenden Sie sich bitte an das NTN Engineering.



**dynamisch äquivalente Belastung**  
 $P_r = F_r$   
**statisch äquivalente Belastung**  
 $P_{0r} = F_r$

Kantenverkürzung						Lagerkurzzeichen	
mm						zylindrische Bohrung	zylindrische Bohrung
$d_a$ min.	$D_b$ max.	$r_{as}$ min.	$r_{1as}$ max.	$r_a$ max.	$l$ <sup>②</sup> min.		
61,5	83,5	82	1	1	8,5	N1011HSLT6	N1011HSLT6K
66,5	88,5	87	1	1	8,5	N1012HSLT6	N1012HSLT6K
71,5	93,5	92	1	1	8,5	N1013HSLT6	N1013HSLT6K
76,5	103,5	101	1	1	10	N1014HSLT6	N1014HSLT6K
86,5	118,5	114	1	1	10	N1016HSLT6	N1016HSLT6K
98	132	129	1,5	1	10	N1018HSLT6	N1018HSLT6K
108	142	139	1,5	1	10	N1020HSLT6	N1020HSLT6K

### 13 Kegelsteigungsmeßgerät für NTN Präzisions-Zylinderrollenlager, mit kegeliger Bohrung

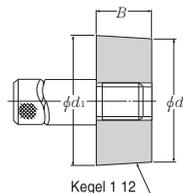
Bei den Werkzeugmaschinen nimmt die Forderung nach höherer Drehzahl und höherer Genauigkeit bei den Lagern immer mehr zu. Um diese Anforderungen zu erfüllen müssen die Lager ordnungsgemäß montiert werden. Bei Lagern mit kegeliger Bohrung ist es besonders wichtig, dass der Kegel auf der Welle mit der entsprechenden Genauigkeit bearbeitet wird. NTN empfiehlt für die Fertigung des Kegels auf der Welle einen Kegellehrring zu verwenden. Der Traganteil zwischen Kegellehrring und Wellenkegel soll mindestens 80% betragen.

Zusätzlich zu dem Kegellehrring bietet NTN einen

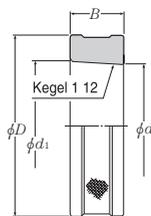
Kegellehrdorn an, mit dem der Lehrring überprüft werden kann. Die Lagerluft eines Zylinderrollenlagers muß sehr exakt eingestellt werden. Eine zu große Lagerluft beeinträchtigt die Genauigkeit der Hauptspindel, eine zu geringe Lagerluft hat eine zu hohe Wärmeentwicklung zur Folge. Um die Lagerluft genau einstellen zu können ist ein Hüllkreismeißgerät zu verwenden.

### 14 Abmessungen der Kegellehrringe und der Kegellehrdorne

Kurzzeichen		für Lager		Abmessungen				Gewicht	
				mm				kg	
Kegellehrdorn	Kegellehrring			$d$	$d_1$	$D$	$B$	TB	TA
TANN3006K	TBNN3006K	N1006HS	NN3006K	30	31,583	70	19	0,5	0,2
TANN3007K	TBNN3007K	N1007HS	NN3007K	35	36,667	75	20	0,6	0,3
TANN3008K	TBNN3008K	N1008HS	NN3008K	40	41,750	80	21	0,7	0,3
TANN3009K	TBNN3009K	N1009HS	NN3009K	45	46,917	85	23	0,7	0,4
TANN3010K	TBNN3010K	N1010HS	NN3010K	50	51,917	90	23	0,8	0,5
TANN3011K	TBNN3011K	N1011HS	NN3011K	55	57,167	95	26	0,9	0,7
TANN3012K	TBNN3012K	N1012HS	NN3012K	60	62,167	100	26	1,0	0,8
TANN3013K	TBNN3013K	N1013HS	NN3013K	65	67,167	105	26	1,1	0,9
TANN3014K	TBNN3014K	N1014HS	NN3014K	70	72,500	110	30	1,3	1,3
TANN3015K	TBNN3015K	N1015HS	NN3015K	75	77,500	115	30	1,4	1,4
TANN3016K	TBNN3016K	N1016HS	NN3016K	80	82,833	125	34	1,9	1,7
TANN3017K	TBNN3017K	N1017HS	NN3017K	85	87,833	130	34	2,0	1,9
TANN3018K	TBNN3018K	N1018HS	NN3018K	90	93,083	140	37	2,6	2,4
TANN3019K	TBNN3019K	N1019HS	NN3019K	95	98,083	145	37	2,7	2,6
TANN3020K	TBNN3020K	N1020HS	NN3020K	100	103,083	150	37	2,8	2,8
TANN3021K	TBNN3021K	N1021HS	NN3021K	105	108,417	160	41	3,6	3,5
TANN3022K	TBNN3022K	N1022HS	NN3022K	110	113,750	165	45	4,1	4,0
TANN3024K	TBNN3024K	N1024HS	NN3024K	120	123,833	170	46	4,1	4,7
TANN3026K	TBNN3026K	N1026HS	NN3026K	130	134,333	180	52	4,8	6,4
TANN3028K	TBNN3028K	N1028HS	NN3028K	140	144,417	190	53	5,2	7,4
TANN3030K	TBNN3030K	N1030HS	NN3030K	150	154,667	210	56	7,2	8,4
TANN3032K	TBNN3032K	N1032HS	NN3032K	160	165,000	220	60	8,1	10

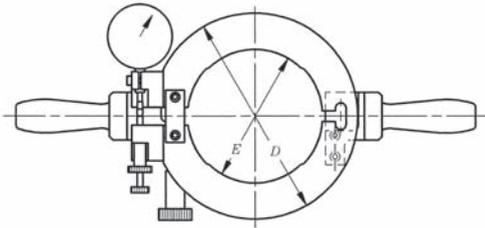


Kegellehrdorn TA



Kegellehrring TB

15 Abmessungen des Hüllkreismessgerätes



Kurzzeichen	Lagerkurzzeichen	Abmessungen		
		mm		
		E	D	Breite B
SBNN3007-2	N1007HSK NN3007K	55	101	23
SBNN3008-2	N1008HSK NN3008K	61	107	23
SBNN3009-2	N1009HSK NN3009K	67,5	114	23
SBNN3010-2	N1010HSK NN3010K	72,5	120	23
SBNN3011-2	N1011HSK NN3011K	81	131	25
SBNN3012-2	N1012HSK NN3012K	86,1	138	25
SBNN3013-2	N1013HSK NN3013K	91	145	25
SBNN3014-2	N1014HSK NN3014K	100	156	28
SBNN3015-2	N1015HSK NN3015K	105	161	28
SBNN3016-2	N1016HSK NN3016K	113	175	30
SBNN3017-2	N1017HSK NN3017K	118	185	30
SBNN3018-2	N1018HSK NN3018K	127	195	33
SBNN3019-2	N1019HSK NN3019K	132	204	33
SBNN3020-2	N1020HSK NN3020K	137	210	33
SBNN3021-2	N1021HSK NN3021K	146	220	36
SBNN3022-2	N1022HSK NN3022K	155	235	40
SBNN3024-2	N1024HSK NN3024K	165	250	40
SBNN3026-2	N1026HSK NN3026K	182	275	45
SBNN3028-2	N1028HSK NN3028K	192	285	45
SBNN3030-2	N1030HSK NN3030K	206	305	50
SBNN3032-2	N1032HSK NN3032K	219	320	50



## Hauptspindellager

### 11. Schrägkugellager für hohe Axiallast INHALT

<b>11. Schrägkugellager für hohe Axiallast</b> .....	242~265
① <b>Bauformen, Eigenschaften und Lageranordnungen</b> .....	242
② <b>Standardkäfige</b> .....	243
③ <b>Lagerkurzzeichen</b> .....	243
④ <b>Toleranzen der zweiseitig wirkenden Axialschrägkugellager</b> .....	244
⑤ <b>Toleranzen der Hochgeschwindigkeitsschrägkugellager für hohe Axiallast</b> .....	245
⑥ <b>Lagervorspannung</b> .....	246
⑦ <b>Wellen- und Gehäusepassungen</b> .....	247
⑧ <b>Lagerschmierung</b> .....	247
⑨ <b>Hochgeschwindigkeitsschrägkugellager für hohe Axiallast Baureihe HTA U</b> .....	248
⑩ <b>Abmessungen</b>	
<b>Zweiseitig wirkende Axialschrägkugellager, Baureihe 5629, 5620</b> .....	250
<b>Hochgeschwindigkeitsschrägkugellager für hohe Axiallast, Baureihe HTA0, HTA9</b> .....	254

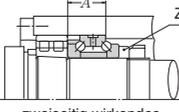
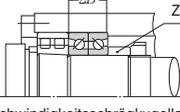
# 11. Schrägkugellager für hohe Axiallast

## ① Bauformen, Eigenschaften und Lageranordnungen

NTN fertigt Schrägkugellager die als Drucklager an Hauptspindeln der Axiallastaufnahme dienen. Hierzu zählen die Baureihen 5629 und 5620 für hohe axiale Lastaufnahme und hohe axiale Steifigkeit (Druckwinkel 60°) und Schrägkugellagerpaare für hohe axiale Belastung bei hoher Drehzahl mit optimierter Innengeometrie der Baureihe HTA U(A) (Druckwinkel 40°, 30°). Da diese Lagerbaureihen ausschließlich der Axiallastaufnahme dienen, werden diese Lager prinzipiell zusammen mit zweireihigen

Zylinderrollenlagern der Baureihen NN30, NN49 oder NNU49 zur Radiallastaufnahme verbaut. Die Lager haben gleichen Bohrungs- und Außendurchmesser und sind von den Toleranzen der Außendurchmesser so aufeinander abgestimmt, dass die Lager für die Axiallastaufnahme Spiel in der Gehäusebohrung haben. Damit kann die Gehäusebohrung durchgängig mit einem einheitlichen Maß bearbeitet werden. Die Lager sind für eine hohe axiale Steifigkeit im montierten Zustand axial vorgespannt.

Tabelle 11.1 Baureihen der Schrägkugellager für hohe axiale Belastungen

	Baureihe 5629 und 5620	Baureihe HTA0U..DB, HTA9U..DB
Bauform		
Druckwinkel	60°	40°, 30°
Käfigwerkstoffe	Hochfester Messingmassivkäfig	Glasfaserverstärkter Polyamidkäfig, Hartgewebekäfig oder Messingmassivkäfig
Eigenschaften	Diese Bauform kann axiale Belastungen aus beiden Richtungen aufnehmen. Wegen des großen Druckwinkels von 60° ist die axiale Steifigkeit sehr hoch. Die Schmierstoffzufuhr ist durch eine umlaufende Nut und Bohrungen in der Gehäusescheibe zwischen den beiden Lagerreihen vorgesehen. Deshalb kann bei vertikaler Spindel nur eine Fettschmierung eingesetzt werden.	Die Bauformen der Hochgeschwindigkeitsschrägkugellager für hohe Axiallasten haben die gleiche Querschnittshöhe wie die zweiseitig wirkenden Axialschrägkugellager, unterscheiden sich aber bezüglich der Lagerbreite (siehe nachfolgende Abbildungen). Da die Druckwinkel mit 40 bzw. 30 kleiner sind als der Druckwinkel der zweiseitig wirkenden Axialschrägkugellager (60°) sind diese Bauformen für höhere Drehzahlen geeignet. Ihre axiale Steifigkeit ist jedoch niedriger als die der zweiseitig wirkenden Axialschrägkugellager.
Austauschbarkeit	<p>Ein zweiseitig wirkendes Axialschrägkugellager kann ohne weiteres durch ein Hochgeschwindigkeitsschrägkugellagerpaar in O-Anordnung ersetzt werden. Der Zwischenring „C“ wird dabei durch einen breiteren Zwischenring „D“ ersetzt. Die Wellen- und Gehäuseabmessungen bleiben unverändert.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Zwischenring „C“</p> <p>zweiseitig wirkendes Axialschrägkugellager</p> <p>Maß A</p> </div> <div style="font-size: 2em; margin: 0 10px;">➔</div> <div style="text-align: center;">  <p>Zwischenring „D“</p> <p>Hochgeschwindigkeitsschrägkugellagerpaar in O-Anordnung für axiale Belastungen</p> <p>Maß A = Maß 2B</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>Baureihe 5629 Baureihe 5620</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>Baureihe HTA9UDB Baureihe HTA0UDB</p> </div> </div>	

## ② Standardkäfige

**Tabelle 11.2 Standardkäfig der Schrägkugellager für axiale Belastungen**

Baureihe	Hartgewebekäfig	Messingmassivkäfig
5629	—	562920~562964
5620	—	562005~562064
HTA9U (A) HTA0U (A)	HTA920U~HTA938U HTA010U~HTA038U	HTA936~HTA964 HTA036~HTA064

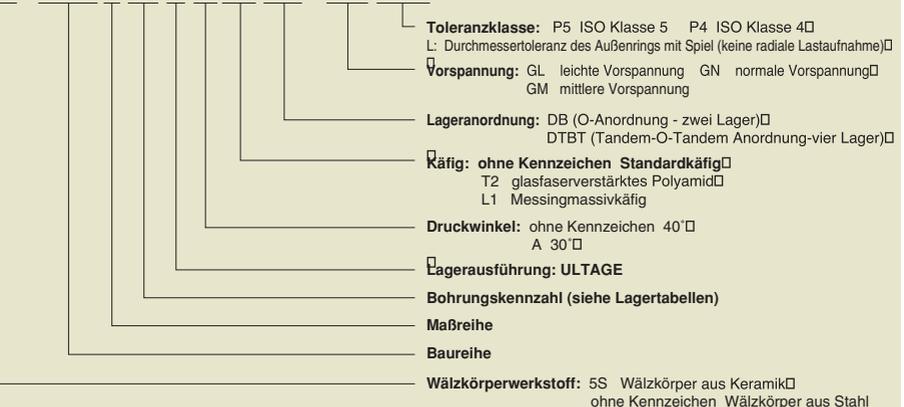
Anmerkung: NTN behält sich im Zuge der Weiterentwicklung der Wälzlager eine Änderung der Käfigkonstruktionen vor. Diese kann ohne Benachrichtigung verändert werden. Bitte sprechen Sie mit dem NTN Engineering wegen Detailinformationen.

## ③ Lagerkurzzeichen

### 562 0 20M / GN P4



### 5S - HTA 0 20 U A T2 DB / GL P4L



④ Toleranzen der zweiseitig wirkenden Axialschrägkugellager

Tabelle 11.3 Innenringe

Maßeinheit: [µm]

Nennmaß der Lagerbohrung $d$ mm über bis		Abweichung des mittleren Bohrungsdurchmessers vom Nennmaß in einer Radialebene $\Delta_{dmp}$ oder Abweichung des einzelnen Bohrungsdurchmessers vom Nennmaß in einer Radialebenen $\Delta_{dts}$ Toleranzklasse 5 max. Toleranzklasse 4 min.				Rechtwinkligkeit der Innenringseitenfläche bezogen auf die Bohrung $S_d$ Toleranzklasse 5 max. Toleranzklasse 4		Planlauf der Innenringseitenfläche zur Innenringlaufbahn am zusammengebauten Lager $S_{ia}$ Toleranzklasse 5 max. Toleranzklasse 4		Schwankung der Innenringbreite $VB_s$ Toleranzklasse 5 max. Toleranzklasse 4		Schwankung der Lagergesamtbreite $\Delta T_s$			
												Toleranzklasse 5 max.		Toleranzklasse 4 min.	
												max.		min.	
18	30	0	-6	0	-5	8	4	5	3	5	2,5	0	-300		
30	50	0	-8	0	-6	8	4	5	3	5	3	0	-400		
50	80	0	-9	0	-7	8	5	6	5	6	4	0	-500		
80	120	0	-10	0	-8	9	5	6	5	7	4	0	-600		
120	180	0	-13	0	-10	10	6	8	6	8	5	0	-700		
180	250	0	-15	0	-12	11	7	8	6	10	6	0	-800		
250	315	0	-18	0	-15	13	8	10	8	13	7	0	-900		
315	400	0	-23	0	-18	15	9	13	10	15	9	0	-1 000		

Tabelle 11.4 Außenringe

Maßeinheit: [µm]

Nennmaß der Lagerbohrung mm über bis		Abweichung des mittleren Bohrungsdurchmessers vom Nennmaß in einer Radialebene $\Delta_{dmp}$ oder Abweichung des einzelnen Bohrungsdurchmessers vom Nennmaß in einer Radialebenen $\Delta_{dts}$ Toleranzklasse 5 max. Toleranzklasse 4 max.		Rechtwinkligkeit der Außenring-Mantellinie bezogen auf die Seitenfläche $S_D$ Toleranzklasse 5 max. Toleranzklasse 4		Planlauf der Außenringseitenfläche zur Außenringlaufbahn am zusammengebauten Lager $S_a$ Toleranzklasse 5 max. Toleranzklasse 4		Schwankung der Außenringbreite $VC_s$			
								Toleranzklasse 5 max.		Toleranzklasse 4 max.	
								max.		min.	
30	50	-30	-40	8	4	identisch mit $S_{ia}$ entsprechend $d$ desselben Lagers		5	2,5		
50	80	-40	-50	8	4			6	3		
80	120	-50	-60	9	5			8	4		
120	150	-60	-75	10	5			8	5		
150	180	-60	-75	10	5			8	5		
180	250	-75	-90	11	7			10	7		
250	315	-90	-105	13	8			11	7		
315	400	-110	-125	13	10			13	8		
400	500	-120	-140	15	13			15	10		

⑤ Toleranzen der Hochgeschwindigkeitsschrägkugellager für hohe Axiallast

Tabelle 11.5 Innenringe

Maßeinheit: [µm]

Nennmaß der Lagerbohrung <i>d</i> mm		Abweichung des mittleren Bohrungsdurchmessers vom Nennmaß in einer Radialebene $\Delta_{dmp}$				Schwankung des Bohrungsdurchmessers in einer Radialebene				Schwankung der mittleren Bohrungsdurchmesser der verschiedenen Radialebenen $V_{dmp}$		Rechtwichtigkeit der Innenringseitenfläche bezogen auf die Bohrung $S_d$		Planlauf der Innenringseitenfläche zur Innenringlaufbahn am zusammengebauten Lager $S_{ia}$		
						Maßreihe 9		Maßreihe 0								
						Toleranzklasse 5 max.	Toleranzklasse 4 <sup>①</sup> min.	Toleranzklasse 5 max.	Toleranzklasse 4 min.							Toleranzklasse 5 max.
über	bis															
18	30	0	-6	0	-5	6	5	5	4	3	2,5	8	4	5	3	
30	50	0	-8	0	-6	8	6	6	5	4	3	8	4	5	3	
50	80	0	-9	0	-7	9	7	7	5	5	3,5	8	5	6	5	
80	120	0	-10	0	-8	10	8	8	6	5	4	9	5	6	5	
120	150	0	-13	0	-10	13	10	10	8	7	5	10	6	8	6	
150	180	0	-13	0	-10	13	10	10	8	7	5	10	6	8	6	
180	250	0	-15	0	-12	15	12	12	9	8	6	11	7	8	6	
250	315	0	-18	0	-14	18	14	14	11	9	8	13	8	10	8	
315	400	0	-23	0	-16	23	17	18	12	12	9	15	10	13	10	

① Die Abweichung des einzelnen Bohrungsdurchmessers vom Nennmaß in einer Radialebene  $\Delta_{di}$ , entspricht der Abweichung des mittleren Bohrungsdurchmessers vom Nennmaß in einer Radialebene  $\Delta_{dmp}$ .

Maßeinheit: [µm]

Abweichung einer einzelnen Innenringbreite vom Nennmaß $\Delta B_s$		Schwankung der Innenringbreite $VB_s$		Nennmaß der Lagerbohrung <i>d</i> mm			
						Toleranzklasse 5 max.	Toleranzklasse 4 min.
						Toleranzklasse 5 max.	Toleranzklasse 4 min.
0	-240	5	2,5	18	30		
0	-240	5	3	30	50		
0	-300	6	4	50	80		
0	-400	7	4	80	120		
0	-500	8	5	120	150		
0	-500	8	5	150	180		
0	-600	10	6	180	250		
0	-700	13	8	250	315		
0	-800	15	10	315	400		

Tabelle 11.6 Außenringe

Maßeinheit: [µm]

Nennmaß des Außendurchmessers <i>D</i> mm		Abweichung des mittleren Bohrungsdurchmessers vom Nennmaß in einer Radialebene $\Delta_{dmp}$ oder Abweichung des einzelnen Bohrungsdurchmessers vom Nennmaß in einer Radialebenen $\Delta_{di}$				Planlauf der Außenringseitenfläche zur Außenringlaufbahn am zusammengebauten Lager $S_{ea}$		Abweichung einer einzelnen Außenringbreite vom Nennmaß $\Delta C_s$ alle Toleranzklassen		Schwankung der Außenringbreite $VC_s$			
												Toleranzklasse 5 max.	Toleranzklasse 4 <sup>②</sup> min.
												Toleranzklasse 5 max.	Toleranzklasse 4 <sup>②</sup> min.
über	bis												
30	50	-25	-36	0	-7	0	-6	8	5	identisch mit $\Delta B_s$	5	2,5	
50	80	-30	-43	0	-9	0	-7	10	5	entsprechend <i>d</i>	6	3	
80	120	-36	-51	0	-10	0	-8	11	6	desselben Lagers	8	4	
120	150	-43	-61	0	-11	0	-9	13	7		8	5	
150	180	-43	-61	0	-13	0	-10	14	8		8	5	
180	250	-50	-70	0	-15	0	-11	15	10		10	7	
250	315	-56	-79	0	-18	0	-13	18	10		11	7	
315	400	-62	-87	0	-20	0	-15	20	13		13	8	
400	500	-68	-95	0	-23	-	-	23	15		15	10	

② Die Abweichung des einzelnen Außendurchmessers vom Nennmaß in einer Radialebene  $\Delta_{Di}$ , entspricht der Abweichung des mittleren Außendurchmessers vom Nennmaß in einer Radialebene  $\Delta_{dmp}$  in den entsprechenden Toleranzklassen 4 und 2. Für die Maßreihen 0 oder 2 gilt das für die Toleranzklasse 4 und für alle Maßreihen in der Toleranzklasse 2.

Anmerkung: das ist NTN Standard

⑥ Lagervorspannung

Das interne Ausgangsspiel oder die interne Ausgangsvorspannung muss unter Berücksichtigung des Schmierverfahrens, der maximalen Drehzahl und der geforderten axialen Steifigkeit bestimmt werden. In der Regel können innerhalb des zulässigen Drehzahlbereichs die Lager mit normaler Vorspannung (GN) sowohl

bei Fettschmierung als auch mit Öl-Luft-Schmierung eingesetzt werden. Zur genauen Abstimmung der richtigen Vorspannung fragen Sie bitte das NTN Engineering, insbesondere wenn eine bestimmte axiale Steifigkeit gefordert ist und ein übermäßiger Temperaturanstieg an der Hauptspindellagerung vermieden werden muss. Standardvorspannungen für normale Anwendungsfälle sind in der **Tabelle 11.7** angegeben.

Tabelle 11.7 Lagervorspannung

Maßeinheit: [N] {kgf}

Bohrungs-kennziffer	5629		5620		HTA9UDB		HTA9UADB		HTA0UDB		HTA0UADB		Bohrungs-kennziffer		
	normale Vorspannung GN	mittlere Vorspannung GM													
05			294 {30}	685 {70}									05		
06													06		
07			490	785					—	—	—	—	07		
08			{50}	{80}									08		
09													09		
10													10		
11			980	1 670					685	1 270	490	885	11		
12	—	—	{100}	{170}	—	—	—	—	{70}	{130}	{50}	{90}	12		
13													13		
14													14		
15									980	1 570	590	1 470	15		
16			1 470	2 450					{100}	{160}	{60}	{150}	16		
17			{150}	{250}						1 960	2 450		17		
18													18		
19											885	1 960	19		
20									1 470	2 450	{90}	{200}	20		
21	1 470	2 450			980	1 670	685	1 270	{150}	{250}			21		
22	{150}	{250}			{100}	{170}	{70}	{130}			980	2 450	22		
24								885 {90}	1 770 {180}	1 960	3 450	{100}	{250}	24	
26			1 960	3 250	1 270	2 450	980	1 960	{200}	{300}	5 400	1 470	3 450	26	
28			{200}	{330}	{130}	{250}	{100}	{200}	2 940	5 400	{550}	{150}	{350}	28	
30	1 960	2 940							{300}					30	
32	{200}	{300}			1 960	3 450	1 270	2 450						32	
34					{200}	{350}	{130}	{250}	3 900	7 350	2 450	4 900	34		
36									{400}	{750}	{250}	{500}	36		
38	2 450	3 900	2 450	3 900	3 450	5 900	1 770	3 450	4 900	9 300	3 450	6 850	38		
40	{250}	{400}	{250}	{400}	{350}	{600}	{180}	{350}	{500}	{950}	{350}	{700}	40		
44					3 900	6 850	2 450 {250}	4 900 {500}			6 850	12 700	3 900	7 850	44
48	2 940	4 400	2 940	4 400	{400}	{700}					{700}	{1 300}	{400}	{800}	48
52	{300}	{450}	{300}	{450}	4 900	8 850					8 850	15 700	5 900	11 800	52
56	3 900	5 900			{500}	{900}	—	—			{900}	{1 600}	{600}	{1 200}	56
60	{400}	{600}													60
64	4 900 {500}	7 350 {750}	3 900 {400}	5 900 {600}	5 900 {600}	11 800 {1 200}			10 800 {1 100}	17 700 {1 800}					64

## 7 Wellen- und Gehäusepassungen

Die in **Tabelle 11.8** angegebenen Passungen werden für die Schrägkugellager für Axiallasten empfohlen. Um eine hohe Laufgenauigkeit zu erhalten, ist das Übermaß zwischen der Welle und der Lagerbohrung wichtig. Das Passungsmaß am Gehäusesitz sollte dasselbe sein wie das für den Zylinderrollenlageraußenring, da die Schrägkugellager zur getrennten Axiallastaufnahme normalerweise zusammen mit einem Zylinderrollenlager, das der Radiallastaufnahme dient, verwendet werden. Die Toleranz am Lageraußenring ist so Abgestimmt, dass die Schrägkugellager nur Axiallast und keine Radiallast aufnehmen.

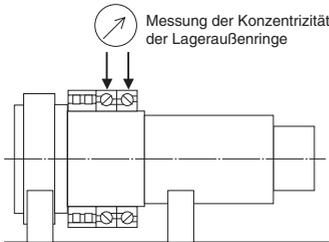


Abbildung 11.1 Konzentrität

### ■ Prüfung der Konzentrität des Außendurchmessers am Lageraußenring

Die Überprüfung der Konzentrität an den Lageraußenringen ist zur Reduzierung des Axialschlages der Hauptspindel erforderlich. Die Messung und Prüfung der Konzentrität des Lageraußenringes sind in **Abbildung 11.1** und im Kapitel 6, "Handhabung von Lagern", unter Punkt ② "Lagermontage" in dem Abschnitt "Technische Daten" beschrieben.

Tabelle 11.8 Wellenpassung

Maßeinheit: [µm]

Nennmaß der Lagerbohrung <i>d</i> mm über bis		Passung zwischen Innenring und Welle
2,5	10	0~2T
10	18	0~2T
18	30	0~2,5T
30	50	0~3T
50	80	0~3,5T
80	120	0~4T
120	180	0~5T
180	250	0~6T

Anmerkung 1: Der Mittelwert der Toleranz ist anzusetzen

2: Bei Anwendungen mit hoher Drehzahl, bei der der  $d_{min}$ -Wert  $0,75 \times 10^6$  überschreitet, sollte das Passungsübermaß vergrößert werden. Dazu nehmen Sie bitte Rücksprache mit dem NTN Engineering.

T: feste Passung (Übermaß)

## 8 Lagerschmierung

Die Schrägkugellager für axiale Belastungen werden für gewöhnlich mit Fett- oder Öl-Luft-Schmierung verwendet. Empfohlene Spezifikationen für beide Schmierverfahren sind nachfolgend beschrieben.

### ■ Fettschmierung

#### ● Empfohlene Schmierfette

Siehe Kapitel 7. "Lagerschmierung", unter Punkt ① "Fettschmierung" in dem Abschnitt Technische Daten.

#### ● Empfohlene Fettmengen

$d_{min}$  Wert  $\leq 0,65 \times 10^6$

15% des in den Lagertabellen angegebenen Lagerfreiraumes

$d_{min}$  Wert  $> 0,65 \times 10^6$

12% des in den Lagertabellen angegebenen Lagerfreiraumes

#### ● Empfohlene Befüllung der Lager

Siehe Kapitel 6. "Lagermontage", unter Punkt ① "Befüllung mit Fett" in dem Abschnitt Technische Daten.

**Anmerkung:** Messingmassivkäfige werden für die Baureihen 5629 und 5620 verwendet. Wenn diese Lager für fettgeschmierte vertikale Wellen verwendet werden, können die Schmierungsverhältnisse an der oben liegenden Wälzkörperreihe unter Umständen nicht optimal sein und möglicherweise Fressverschleiß verursachen. NTN empfiehlt bei vertikal angeordneten Spindeln die Verwendung der Lagerbaureihe HTA mit Hartgewebekäfigen oder aber den Einsatz von Ölschmierung (Öleinspritzverfahren).

### ■ Öl-Luft-Schmierung

#### ● Empfohlene Anordnung der Öl-Einspritzdüse

Siehe Tabelle 7.7 im Kapitel 7. "Schmierung von Präzisionslagern" unter Punkt ② "Öl-Luft-Schmierung", Absatz "Anordnung des Öleinspritzrings", in dem Katalogabschnitt "Technische Daten".

#### ● Empfohlene Spezifikationen der Düse

Düsenbohrungsdurchmesser: von 1,0 bis 1,5 mm

Anzahl der Düsen: eine Düse pro Lager

Länge der Düse: die Länge der Düsenbohrung sollte das 4- bis 6-fache des Düsenbohrungsdurchmessers betragen

#### ● Empfohlene Spezifikationen von Luft-Öl

Öltyp: Spindelöl

Viskositätsgrad: ISO VG 10 bis 68, (32er Öl wird empfohlen)

Tabelle 11.9 Öl- und Luftmenge

Lagerbaureihe	$d_{min}$ Wert ( $\times 10^6$ ) über bis	Ölmenge pro Einspritzschuss ml	Einspritz- intervall min	Ölver- brauch ml/h	Empfohlene Luftmenge * NI/min
HTA9 (A)	~ 1,0	0,03	8	0,23	20~40
HTA0 (A)	1,0 ~ 1,2		5	0,36	
5S-HTA0 (A)					

\* NI/min (Norm-Liter pro Minute) NI ist das Luftvolumen bei 0°C und 1 Atmosphäre Druck.

9 **ULTAGE** Hochgeschwindigkeitsschrägkugellager für hohe Axiallast Baureihe HTA U

Die ULTAGE Ausführung der Hochgeschwindigkeitsschrägkugellager für hohe Axiallast (Baureihe HTA U) hat eine höhere zulässige Grenzdrehzahl bei gleicher Steifigkeit und Belastbarkeit wie die konventionelle Baureihe HTA.

**Eigenschaften**

- Optimierte Konstruktion der Innengeometrie, um die Reibung im Lager und damit die Temperaturerhöhung insbesondere im Bereich hoher Drehzahl zu minimieren.
- Optimierte Konstruktion des Polyamidkäfigs speziell im Bereich der Käfigtaschen. Dadurch wird in den Kontaktbereichen zwischen Kugel und Käfigtasche eine erhöhte Schmierleistung sowohl bei Fett- als auch bei Öl-Luft-Schmierung erreicht.

**Lagerkonstruktion**

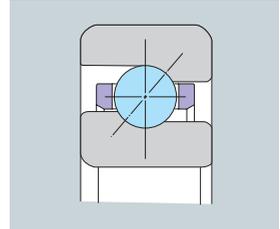
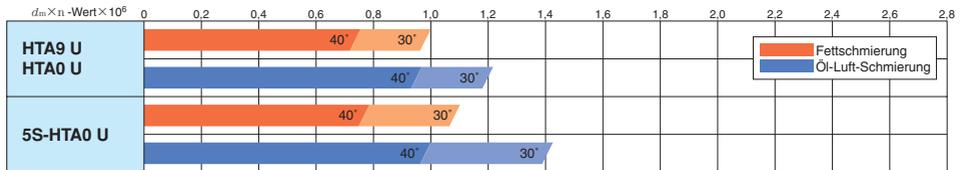


Abbildung 11.2 Baureihe HTA U

**Zulässige Drehzahlbereiche**



Anmerkungen: Die maximal zulässige Drehzahl eines Lagers (d<sub>min</sub>-Wert) steht auch in Abhängigkeit der Spezifikationen der Maschine (Motorantriebssystem, Kühlsystem und Lagerumgebungskonstruktion). In normalen Anwendungsfällen können die zulässigen Drehzahlgrenzen aus obigem Diagramm entnommen werden. Bei besonderen Anwendungsfällen sprechen Sie bitte mit dem NTN-Engineering.

**Axiale Steifigkeit**

Die Lager der ULTAGE Ausführung HTA U haben die gleiche axiale Steifigkeit wie die Lager in der konventionellen Ausführung HTA.

**Zulässige axiale Belastung**

Die zulässige axiale Belastung der ULTAGE Ausführung HTA U ist im Vergleich mit der konventionellen Baureihe HTA verbessert worden. Durch die Neukonstruktion der Lagerinnengeometrie konnte die zulässige axiale Belastung um einen Faktor von ca. 1,3 bei Lagern mit einem Druckwinkel von 30° und um einen Faktor von ca. 1,2 bei einem Druckwinkel von 40° verbessert werden.

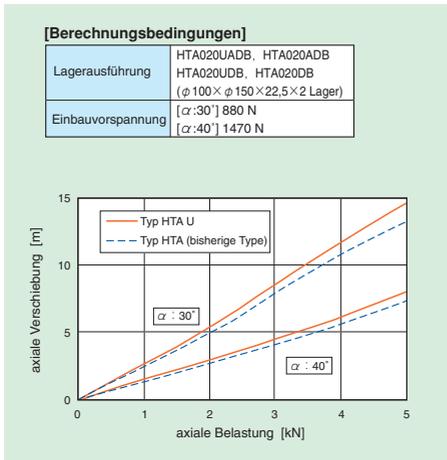


Abbildung 11.3 Axiale Belastung und Steifigkeit

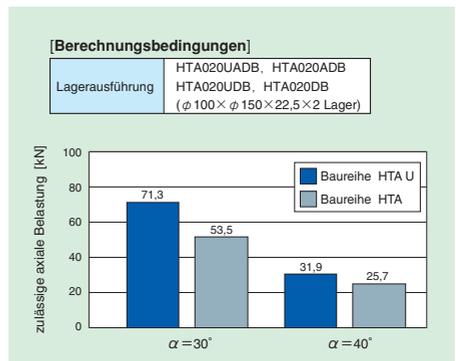


Abbildung 11.4 Vergleich der zulässigen axialen Belastung

**■ Versuchsergebnisse bei hohen Drehzahlen**

Die ULTAGE Ausführung der Hochgeschwindigkeitsschrägkugellager für hohe Axiallast (Baureihe HTA U) erreicht durch die optimierte Konstruktion der Innengeometrie  $d_{mIt}$ -Werte von  $1,0 \times 10^6$  bei Fettschmierung und  $1,25 \times 10^6$  bei Öl-Luft-Schmierung. (Abbildung 11.5 bis 11.8)

**[Versuchsbedingungen]**

Lagerausführung [ $\alpha:30^\circ$ ]	HTA020UADB HTA020ADB ( $\phi 100 \times \phi 150 \times 22,5 \times 2$ Lager)
Drehzahl	$\sim 8000 \text{ min}^{-1}$
Einbauvorspannung	880 N
Schmierung	Fett
Schmierfett	MP-1
Gehäusekühlung	mit / ohne

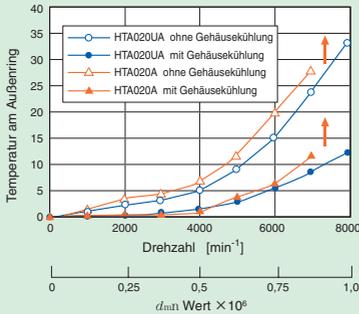


Abbildung 11.5 Vergleich der Lagertemperaturen (Fett,  $\alpha = 30^\circ$ )

**[Versuchsbedingungen]**

Lagerausführung [ $\alpha:30^\circ$ ]	HTA020UADB HTA020ADB ( $\phi 100 \times \phi 150 \times 22,5 \times 2$ Lager)
Drehzahl	$\sim 10000 \text{ min}^{-1}$
Einbauvorspannung	880 N
Schmierung	Öl-Luft
Öl	0,03 ml / Einspritzschuss (Öleinspritzintervall 5 Minuten)
Luft	40 NI/min
Gehäusekühlung	mit / ohne

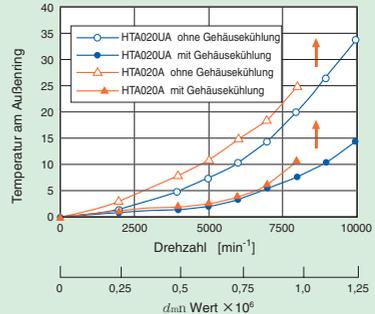


Abb. 11.6 Vergleich der Lagertemperaturen (Öl-Luft,  $\alpha = 30^\circ$ )

**[Versuchsbedingungen]**

Lagerausführung [ $\alpha:40^\circ$ ]	HTA020UDB HTA020DB ( $\phi 100 \times \phi 150 \times 22,5 \times 2$ Lager)
Drehzahl	$\sim 6000 \text{ min}^{-1}$
Einbauvorspannung	1470 N
Schmierung	Fett
Schmierfett	MP-1
Gehäusekühlung	mit / ohne

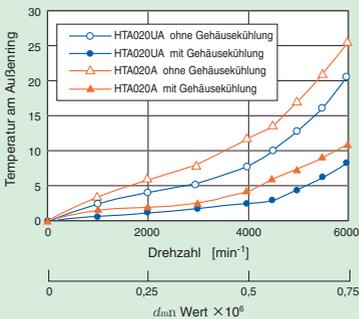


Abbildung 11.7 Vergleich der Lagertemperaturen (Fett,  $\alpha = 40^\circ$ )

**[Versuchsbedingungen]**

Lagerausführung [ $\alpha:40^\circ$ ]	HTA020UDB HTA020DB ( $\phi 100 \times \phi 150 \times 22,5 \times 2$ Reihen)
Drehzahl	$\sim 7500 \text{ min}^{-1}$
Einbauvorspannung	1470 N
Schmierung	Öl-Luft
Öl	0,03 ml / Einspritzschuss (Öleinspritzintervall 5 Minuten)
Luft	40 NI/min
Gehäusekühlung	mit / ohne

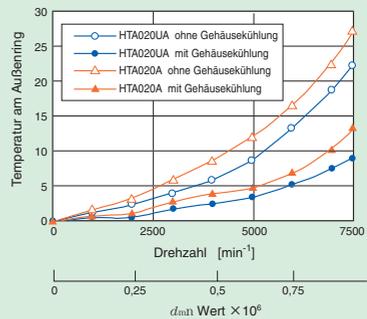
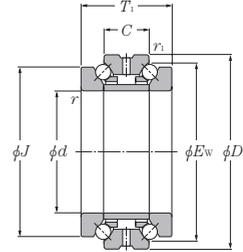


Abbildung 11.8 Vergleich der Lagertemperaturen (Öl-Luft,  $\alpha = 40^\circ$ )

10 Abmessungen der Schrägkugellager für hohe Axiallasten

Zweiseitig wirkende Axialschrägkugellager Baureihe 5629

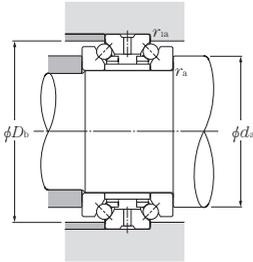
Druckwinkel 60°  $d$  100~320mm



Lagerkurzzeichen		Abmessungen								Tragzahlen				Grenzdrehzahl		Gewicht	
		$d$		mm						dynamisch	statisch	dynamisch	statisch	$\text{min}^{-1}$		kg	
kleiner Durchmesser	großer Durchmesser	kleiner Durchmesser	großer Durchmesser	$D$	$T_1$	$C$	$r_1$ mit ①	$r_1$ mit ②	$C_a$	$C_{0a}$	$C_a$	$C_{0a}$	Fett-schmierung	Öl-schmierung	kleiner Durchmesser	großer Durchmesser	
562920	562920M	100	104	140	48	24	1,1	0,6	52,0	179	5 300	18 200	3 200	4 200	2,04	1,8	
562921	562921M	105	109	145	48	24	1,1	0,6	53,5	188	5 450	19 200	3 000	4 100	2,12	1,87	
562922	562922M	110	114	150	48	24	1,1	0,6	54,0	193	5 500	19 700	2 900	3 900	2,21	1,95	
562924	562924M	120	124	165	54	27	1,1	0,6	65,0	242	6 600	24 700	2 600	3 500	3,06	2,75	
562926	562926M	130	134	180	60	30	1,5	1	75,0	284	7 650	28 900	2 400	3 200	4,11	3,7	
562928	562928M	140	144	190	60	30	1,5	1	76,0	297	7 750	30 500	2 300	3 100	4,38	3,94	
562930	562930M	150	155	210	72	36	2	1	107	410	10 900	41 500	2 100	2 800	6,88	6,2	
562932	562932M	160	165	220	72	36	2	1	109	430	11 100	44 000	2 000	2 600	7,26	6,53	
562934	562934M	170	175	230	72	36	2	1	111	450	11 300	46 000	1 900	2 500	7,64	6,88	
562936	562936M	180	186	250	84	42	2	1	156	605	15 900	62 000	1 700	2 300	11,2	10	
562938	562938M	190	196	260	84	42	2	1	157	625	16 000	63 500	1 700	2 200	11,7	10,5	
562940	562940M	200	207	280	96	48	2,1	1,1	185	735	18 800	75 000	1 600	2 100	16,3	14,7	
562944	562944M	220	227	300	96	48	2,1	1,1	190	795	19 400	81 000	1 400	1 900	17,7	16	
562948	562948M	240	247	320	96	48	2,1	1,1	196	850	20 000	87 000	1 300	1 800	19	17	
562952	562952M	260	269	360	120	60	2,1	1,1	261	1 130	26 600	116 000	1 200	1 600	32,9	29,6	
562956	562956M	280	289	380	120	60	2,1	1,1	265	1 190	27 000	121 000	1 100	1 500	35	31,5	
562960	562960M	300	310	420	144	72	3	1,1	335	1 510	34 500	154 000	1 000	1 400	55	49,5	
562964	562964M	320	330	440	144	72	3	1,1	340	1 580	3 500	161 000	1 000	1 300	58,1	52,3	

① Minimal zulässiger Wert für Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .

② Maximaler Teilkreisdurchmesser.

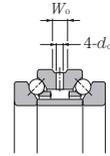


**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_T = F_T$$

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{0T} = F_T$$



Abmessungen von Umfangsnut und Schmierbohrungen

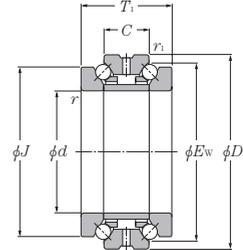
Einheit: mm

Hüllkreismaße		Kantenverkürzung				Lagerkurzzeichen	
mm		mm				kleiner Durchmesser	großer Durchmesser
<i>J</i>	<i>E<sub>W</sub></i> <sup>②</sup>	<i>d<sub>a</sub></i> min.	<i>D<sub>b</sub></i> max.	<i>r<sub>1a</sub></i> max.	<i>r<sub>1as</sub></i> max.		
126	129	114	134,5	1	0,6	562920	562920M
131	134	119	139,5	1	0,6	562921	562921M
136	139	124	144,5	1	0,6	562922	562922M
150	154,5	138	159,5	1	0,6	562924	562924M
163	168	150	173,5	1,5	1	562926	562926M
173	178	160	183,5	1,5	1	562928	562928M
190	196,5	174	202	2	1	562930	562930M
200	206,5	184	212	2	1	562932	562932M
210	216,5	194	222	2	1	562934	562934M
227	234	207	242	2	1	562936	562936M
237	344	217	252	2	1	562938	562938M
252	261	231	270	2	1	562940	562940M
272	281	251	290	2	1	562944	562944M
292	301	271	310	2	1	562948	562948M
328	336	299	350	2	1	562952	562952M
348	356	319	370	2	1	562956	562956M
384	391	349	410	2,5	1	562960	562960M
404	411	369	430	2,5	1	562964	562964M

Außen-durchmesser		Ölnut-breite	Ölbohrungs-durchmesser
<i>D</i>		<i>W<sub>o</sub></i>	<i>d<sub>o</sub></i>
über	bis		
150	200	8	4
200	210	12	6
210	260	12	6
260	320	14	6

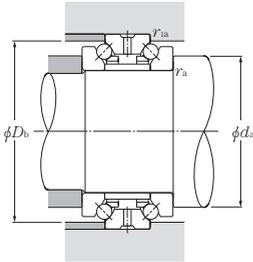
Zweiseitig wirkende Axialschrägkugellager Baureihe 5620

Druckwinkel 60°  $d$  25~320mm



Lagerkurzzeichen		Abmessungen							Tragzahlen				Grenzdrehzahl		Gewicht		
kleiner Durchmesser	großer Durchmesser	$d$ kleiner Durchmesser    größer Durchmesser		$D$	$T_1$	$C$	$r_1$ min <sup>①</sup>	$r_1$ s min <sup>①</sup>	dynamisch kN	statisch kN	dynamisch kgf	statisch kgf	min <sup>-1</sup>	Öl-schmierung	Fett-schmierung	kleiner Durchmesser	großer Durchmesser
		mm							$C_a$	$C_{0a}$	$C_a$	$C_{0a}$			kg		
562005	562005M	25	27	47	28	14	0,6	0,3	13,2	28,3	1 350	2 890	10 400	14 000		0,197	0,177
562006	562006M	30	32	55	32	16	1	0,6	14,0	32,5	1 420	3 350	8 700	11 700		0,301	0,28
562007	562007M	35	37	62	34	17	1	0,6	19,7	48,5	2 010	4 950	7 700	10 300		0,394	0,35
562008	562008M	40	42	68	36	18	1	0,6	23,8	58,5	2 430	5 950	7 000	9 400		0,482	0,44
562009	562009M	45	47	75	38	19	1	0,6	26,0	69,0	2 650	7 000	6 200	8 300		0,605	0,54
562010	562010M	50	52	80	38	19	1	0,6	26,8	74,0	2 730	7 550	5 700	7 700		0,638	0,59
562011	562011M	55	57	90	44	22	1,1	0,6	37,0	99,0	3 800	10 100	5 200	7 000		0,988	0,9
562012	562012M	60	62	95	44	22	1,1	0,6	37,5	103	3 850	10 500	4 900	6 500		1,06	0,96
562013	562013M	65	67	100	44	22	1,1	0,6	39,0	111	3 950	11 300	4 600	6 100		1,08	1
562014	562014M	70	73	110	48	24	1,1	0,6	47,5	140	4 850	14 300	4 200	5 600		1,53	1,4
562015	562015M	75	78	115	48	24	1,1	0,6	49,0	150	5 000	15 300	3 900	5 300		1,61	1,5
562016	562016M	80	83	125	54	27	1,1	0,6	57,5	178	5 850	18 200	3 700	4 900		2,2	2
562017	562017M	85	88	130	54	27	1,1	0,6	58,0	184	5 950	18 800	3 500	4 700		2,31	2,1
562018	562018M	90	93	140	60	30	1,5	1	67,5	216	6 850	22 000	3 300	4 400		3,05	2,7
562019	562019M	95	98	145	60	30	1,5	1	68,0	223	6 950	22 700	3 100	4 200		3,18	2,9
562020	562020M	100	103	150	60	30	1,5	1	68,5	229	7 000	23 400	3 000	4 000		3,32	3
562021	562021M	105	109	160	66	33	2	1	78,5	266	8 000	27 100	2 800	3 800		4,19	3,7
562022	562022M	110	114	170	72	36	2	1	96,0	315	9 750	32 500	2 700	3 600		5,35	4,9
562024	562024M	120	124	180	72	36	2	1	98,0	335	10 000	34 500	2 500	3 300		5,73	5,2
562026	562026M	130	135	200	84	42	2	1	139	460	14 200	47 000	2 300	3 100		8,58	7,6
562028	562028M	140	144	210	84	42	2	1	144	495	14 600	50 500	2 200	2 900		9,1	8,1
562030	562030M	150	155	225	90	45	2,1	1,1	147	525	15 000	53 500	2 000	2 700		11,2	10
562032	562032M	160	165	240	96	48	2,1	1,1	172	620	17 600	63 000	1 900	2 500		13,6	11,9
562034	562034M	170	175	260	108	54	2,1	1,1	202	735	20 600	75 000	1 800	2 400		18,5	16,5
562036	562036M	180	186	280	120	60	2,1	1,1	234	865	23 900	88 000	1 600	2 200		24,7	21,8
562038	562038M	190	196	290	120	60	2,1	1,1	236	890	24 100	91 000	1 600	2 100		25,5	23
562040	562040M	200	207	310	132	66	2,1	1,1	271	1 030	27 700	105 000	1 500	2 000		32,7	29,7
562044	562044M	220	227	340	144	72	3	1,1	335	1 270	34 000	129 000	1 300	1 800		42,8	38,5
562048	562048M	240	247	360	144	72	3	1,1	340	1 350	35 000	137 000	1 300	1 700		45,8	41,2
562052	562052M	260	269	400	164	82	4	1,5	405	1 710	41 500	174 000	1 100	1 500		67,7	60,3
562056	562056M	280	289	420	164	82	4	1,5	415	1 810	42 500	185 000	1 100	1 500		71,1	64
562060	562060M	300	310	460	190	95	4	1,5	475	2 170	48 500	221 000	1 000	1 300		102	91,8
562964	562964M	320	330	480	190	95	4	1,5	480	2 230	4 900	228 000	1 000	1 300		108	97,2

① Minimal zulässiger Wert für Kantenvörkerzung  $r$  oder  $r_1$ . ② Maximaler Teilkreisdurchmesser.

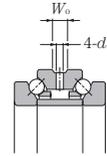


**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_T = F_T$$

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{0T} = F_T$$



Abmessungen von Umfangsnut und Schmierbohrungen

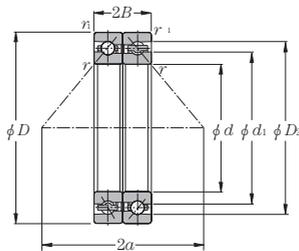
Einheit: mm

Hüllkreismaße		Kantenverkürzung				Lagerkurzzeichen	
mm		mm				kleiner Durchmesser	großer Durchmesser
$J$	$E_{\omega}$	$d_a$ min.	$D_b$ max.	$r_{1a}$ max.	$r_{1as}$ max.		
40	41,3	33	44	0,6	0,3	562005	562005M
47	48,5	40	50,5	1	0,6	562006	562006M
53	55	45,5	57,5	1	0,6	562007	562007M
58,5	61	50	63,5	1	0,6	562008	562008M
65	67,5	56,5	70,5	1	0,6	562009	562009M
70	72,5	61,5	75,5	1	0,6	562010	562010M
78	81	67,5	84	1	0,6	562011	562011M
83	86,1	72,5	89	1	0,6	562012	562012M
88	91	77,5	94	1	0,6	562013	562013M
97	100	85	104	1	0,6	562014	562014M
102	105	90	109	1	0,6	562015	562015M
110	113	96,5	119	1	0,6	562016	562016M
115	118	102	124	1	0,6	562017	562017M
123	127	109	133,5	1,5	1	562018	562018M
128	132	114	138,5	1,5	1	562019	562019M
133	137	119	143,5	1,5	1	562020	562020M
142	146	127	152	2	1	562021	562021M
150	155	133	162	2	1	562022	562022M
160	165	143	172	2	1	562024	562024M
177	182	155	192	2	1	562026	562026M
187	192	165	202	2	1	562028	562028M
200	206	178	215	2	1	562030	562030M
212	219	189	230	2	1	562032	562032M
230	236	203	250	2	1	562034	562034M
248	255	219	270	2	1	562036	562036M
258	265	229	280	2	1	562038	562038M
274	282	243	300	2	1	562040	562040M
304	310	267	330	2,5	1	562044	562044M
322	330	287	350	2,5	1	562048	562048M
354	364	315	388	3	1,5	562052	562052M
374	384	335	408	3	1,5	562056	562056M
406	418	364	448	3	1,5	562060	562060M
426	438	384	468	3	1,5	562964	562964M

Außen-durchmesser		Ölnut-breite	Ölbohrungs-durchmesser
$D$		$W_o$	$d_o$
über	bis		
50	80	4,5	2
80	150	6	3
150	200	8	4
200	210	12	6
210	260	12	6
260	320	14	6
		16	8

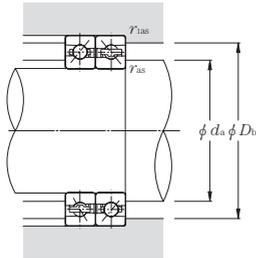
**ULTAGE** Hochgeschwindigkeitsschrägkugellager für hohe Axiallast, Baureihe HTA9 UA

Druckwinkel 30°  $d$  100~320mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenzdrehzahl	
	mm					dynamisch kN		statisch kgf		kN	kgf	min <sup>-1</sup>	
	$d$	$D$	$2B$	$r_3$ min <sup>①</sup>	$r_{1s}$ min <sup>①</sup>	$C_a$	$C_{0a}$	$C_a$	$C_{0a}$			Fett- schmierung	Öl- schmierung
HTA920UADB	100	140	36	1,1	0,6	40,0	109	4 050	11 100	66,0	6 750	8 300	10 400
HTA921UADB	105	145	36	1,1	0,6	41,0	115	4 150	11 700	70,0	7 150	8 000	10 000
HTA922UADB	110	150	36	1,1	0,6	41,0	118	4 200	12 000	72,0	7 350	7 700	9 600
HTA924UADB	120	165	40,5	1,1	0,6	48,0	140	4 900	14 300	87,5	8 900	7 000	8 800
HTA926UADB	130	180	45	1,5	1	57,5	173	5 850	17 600	103	10 500	6 500	8 100
HTA928UADB	140	190	45	1,5	1	57,5	177	5 850	18 000	106	10 800	6 100	7 600
HTA930UADB	150	210	54	2	1	80,5	243	8 200	24 800	143	14 600	5 600	6 900
HTA932UADB	160	220	54	2	1	82,0	255	8 350	26 100	151	15 400	5 300	6 600
HTA934UADB	170	230	54	2	1	84,0	268	8 550	27 300	159	16 200	5 000	6 300
HTA936UADB	180	250	63	2	1	127	400	12 900	41 000	239	24 400	4 700	5 800
HTA938UADB	190	260	63	2	1	129	420	13 100	43 000	252	25 700	4 400	5 600
HTA940UADB	200	280	72	2,1	1,1	152	500	15 500	51 000	305	31 000	4 200	5 200
HTA944UADB	220	300	72	2,1	1,1	156	535	15 900	54 500	330	33 500	3 800	4 800
HTA948UADB	240	320	72	2,1	1,1	160	570	16 300	58 000	350	35 500	3 600	4 500
HTA952UADB	260	360	90	2,1	1,1	210	745	21 400	76 000	460	47 000	3 200	4 000
HTA956UADB	280	380	90	2,1	1,1	216	795	22 000	81 000	490	50 000	3 000	3 800
HTA960UADB	300	420	108	3	1,1	276	1 020	28 100	104 000	610	62 000	2 800	3 500
HTA964UADB	320	440	108	3	1,1	280	1 060	28 500	108 000	635	65 000	2 600	3 300

① Minimal zulässiger Wert für Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .

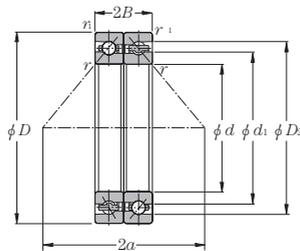


dynamisch äquivalente  
Belastung  
 $P_r = F_r$   
statisch äquivalente  
Belastung  
 $P_{0r} = F_r$

Druckkegel- spitze mm $2a$	Lagerfrei- raum cm <sup>3</sup> Lagerpaar	Gewicht kg Lagerpaar	Bordmaße mm		Anschlussmaße mm				Lagerkurzzeichen
			$d_1$	$D_2$	$d_a$ min.	$D_b$ max.	$r_{as}$ max.	$r_{1as}$ max.	
87,6	24	0,81	115,3	129,1	110	134	1	0,6	HTA920UADB
90,5	24	0,85	120,3	134,1	115	139	1	0,6	HTA921UADB
93,4	26	0,88	125,3	139,1	120	144	1	0,6	HTA922UADB
102,9	36	1,23	137,4	152,4	130	159	1	0,6	HTA924UADB
112,4	50	1,65	149,4	165,8	142	172,5	1,5	1	HTA926UADB
118,1	53	1,75	159,4	175,8	152	182,5	1,5	1	HTA928UADB
131,4	85	2,74	173,1	193,3	164	202,5	2	1	HTA930UADB
137,1	90	2,89	183,1	203,3	174	212,5	2	1	HTA932UADB
142,9	94	3,05	193,1	213,2	184	222,5	2	1	HTA934UADB
156,2	138	4,78	206,4	231,5	194	242,5	2	1	HTA936UADB
162,0	144	5,00	216,4	241,5	204	252,5	2	1	HTA938UADB
175,2	197	7,00	230,6	258,2	217	270	2	1	HTA940UADB
186,7	213	7,60	250,6	277,9	237	290	2	1	HTA944UADB
198,3	229	8,15	270,6	297,9	257	310	2	1	HTA948UADB
224,7	378	14,3	298,9	331,6	277	350	2	1	HTA952UADB
236,3	403	15,2	318,9	351,4	297	370	2	1	HTA956UADB
262,7	675	23,5	347,1	385,2	320	410	2,5	1	HTA960UADB
274,2	715	24,8	367,1	405,0	340	430	2,5	1	HTA964UADB

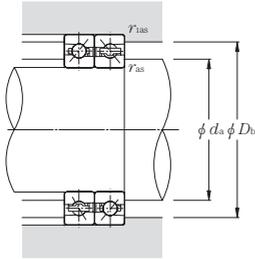
**ULTAGE** Hochgeschwindigkeitsschrägkugellager für hohe Axiallast, Baureihe HTA9 U

Druckwinkel 40°  $d$  100~320mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenzdrehzahl	
	mm					dynamisch kN		statisch kgf		kN	kgf	min <sup>-1</sup>	
	$d$	$D$	$2B$	$r_s$ min <sup>①</sup>	$r_{1s}$ min <sup>①</sup>	$C_a$	$C_{0a}$	$C_a$	$C_{0a}$			Fett- schmierung	Öl- schmierung
HTA920UDB	100	140	36	1,1	0,6	47,0	121	4 800	12 300	29,3	2 990	6 300	7 900
HTA921UDB	105	145	36	1,1	0,6	48,5	128	4 950	13 000	31,0	3 150	6 000	7 600
HTA922UDB	110	150	36	1,1	0,6	49,0	131	5 000	13 400	32,0	3 250	5 800	7 300
HTA924UDB	120	165	40,5	1,1	0,6	57,0	156	5 800	15 900	39,0	4 000	5 300	6 700
HTA926UDB	130	180	45	1,5	1	68,0	193	6 950	19 600	44,5	4 550	4 800	6 100
HTA928UDB	140	190	45	1,5	1	68,0	197	6 950	20 100	46,0	4 700	4 500	5 800
HTA930UDB	150	210	54	2	1	95,5	270	9 750	27 600	62,5	6 350	4 200	5 300
HTA932UDB	160	220	54	2	1	97,5	284	9 950	29 000	65,5	6 700	3 900	5 000
HTA934UDB	170	230	54	2	1	99,5	298	10 100	30 500	69,0	7 050	3 800	4 800
HTA936UDB	180	250	63	2	1	150	445	15 300	45 500	104	10 600	3 500	4 400
HTA938UDB	190	260	63	2	1	153	470	15 600	48 000	110	11 200	3 300	4 200
HTA940UDB	200	280	72	2,1	1,1	180	555	18 400	56 500	134	13 700	3 100	4 000
HTA944UDB	220	300	72	2,1	1,1	185	595	18 900	60 500	145	14 800	2 900	3 700
HTA948UDB	240	320	72	2,1	1,1	190	635	19 400	64 500	155	15 800	2 700	3 400
HTA952UDB	260	360	90	2,1	1,1	250	830	25 400	84 500	203	20 700	2 400	3 100
HTA956UDB	280	380	90	2,1	1,1	257	885	26 200	90 500	218	22 200	2 300	2 900
HTA960UDB	300	420	108	3	1,1	325	1 130	33 500	115 000	266	27 100	2 100	2 600
HTA964UDB	320	440	108	3	1,1	330	1 180	34 000	120 000	279	28 400	2 000	2 500

① Minimal zulässiger Wert für Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .

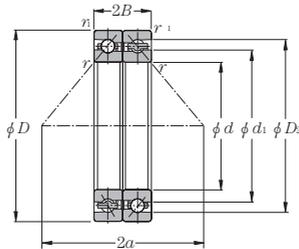


dynamisch äquivalente  
Belastung  
 $P_r = F_r$   
statisch äquivalente  
Belastung  
 $P_{0r} = F_r$

Druckkegel- spitze mm  $2\alpha$	Lagerfrei- raum cm <sup>3</sup> Lagerpaar	Gewicht kg Lagerpaar	Bordmaße mm		Anschlussmaße mm				Lagerkurzzeichen
			$d_1$	$D_2$	$d_a$ min.	$D_b$ max.	$r_{as}$ max.	$r_{1as}$ max.	
119,1	24	0,81	115,3	129,0	110	134	1	0,6	HTA920UDB
123,3	24	0,85	120,3	134,0	115	139	1	0,6	HTA921UDB
127,5	26	0,88	125,3	139,0	120	144	1	0,6	HTA922UDB
140,3	36	1,23	137,4	152,3	130	159	1	0,6	HTA924UDB
153,1	50	1,65	149,4	165,7	142	172,5	1,5	1	HTA926UDB
161,5	53	1,75	159,4	175,7	152	182,5	1,5	1	HTA928UDB
178,7	85	2,74	173,1	193,2	164	202,5	2	1	HTA930UDB
187,1	90	2,89	183,1	203,2	174	212,5	2	1	HTA932UDB
195,5	94	3,05	193,1	213,3	184	222,5	2	1	HTA934UDB
212,7	138	4,78	206,4	231,5	194	242,5	2	1	HTA936UDB
221,1	144	5,00	216,4	241,6	204	252,5	2	1	HTA938UDB
238,3	197	7,00	230,6	258,2	217	270	2	1	HTA940UDB
255,1	213	7,60	250,6	278,2	237	290	2	1	HTA944UDB
271,8	229	8,15	270,6	298,0	257	310	2	1	HTA948UDB
306,2	378	14,3	298,9	331,6	277	350	2	1	HTA952UDB
323,0	403	15,2	318,9	351,6	297	370	2	1	HTA956UDB
357,3	675	23,5	347,1	385,0	320	410	2,5	1	HTA960UDB
374,1	715	24,8	367,1	405,2	340	430	2,5	1	HTA964UDB

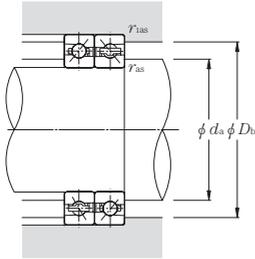
**ULTAGE** Hochgeschwindigkeitsschrägkugellager für hohe Axiallast, Baureihe HTA0 UA

Druckwinkel 30°  $d$  50~320mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen						Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenzdrehzahl	
	mm						dynamisch kN		statisch kgf		kN	kgf	min <sup>-1</sup>	
	$d$	$D$	$2B$	$r_{3\text{ min}}$ <sup>①</sup>	$r_{15\text{ min}}$ <sup>①</sup>	$r_{18}$	$C_a$	$C_{0a}$	$C_a$	$C_{0a}$			Fett- schmierung	Öl- schmierung
HTA010UADB	50	80	28,5	1	0,6	24,7	48,5	2 520	4 950	23,2	2 370	15 400	19 200	
HTA011UADB	55	90	33	1,1	0,6	26,8	57,5	2 730	5 850	27,7	2 820	13 800	17 200	
HTA012UADB	60	95	33	1,1	0,6	28,1	63,0	2 860	6 400	30,5	3 100	12 900	16 100	
HTA013UADB	65	100	33	1,1	0,6	28,5	65,0	2 900	6 650	32,0	3 250	12 100	15 200	
HTA014UADB	70	110	36	1,1	0,6	35,0	82,0	3 550	8 350	40,0	4 100	11 100	13 900	
HTA015UADB	75	115	36	1,1	0,6	37,0	91,5	3 800	9 300	45,5	4 650	10 500	13 200	
HTA016UADB	80	125	40,5	1,1	0,6	42,5	105	4 350	10 700	52,0	5 300	9 800	12 200	
HTA017UADB	85	130	40,5	1,1	0,6	43,0	108	4 400	11 100	54,5	5 550	9 300	11 600	
HTA018UADB	90	140	45	1,5	1	49,5	127	5 050	13 000	63,5	6 500	8 700	10 900	
HTA019UADB	95	145	45	1,5	1	50,5	131	5 150	13 400	66,0	6 750	8 300	10 400	
HTA020UADB	100	150	45	1,5	1	52,5	140	5 350	14 300	71,0	7 250	8 000	10 000	
HTA021UADB	105	160	49,5	2	1	60,0	163	6 100	16 600	82,5	8 400	7 500	9 400	
HTA022UADB	110	170	54	2	1	74,0	200	7 550	20 400	100	10 200	7 100	8 900	
HTA024UADB	120	180	54	2	1	75,0	206	7 650	21 000	104	10 600	6 700	8 300	
HTA026UADB	130	200	63	2	1	108	293	11 000	29 900	144	14 700	6 100	7 600	
HTA028UADB	140	210	63	2	1	111	315	11 300	32 000	156	15 900	5 700	7 100	
HTA030UADB	150	225	67,5	2,1	1,1	114	330	11 600	34 000	169	17 200	5 300	6 700	
HTA032UADB	160	240	72	2,1	1,1	134	390	13 700	40 000	196	20 000	5 000	6 300	
HTA034UADB	170	260	81	2,1	1,1	153	450	15 900	46 000	226	23 000	4 700	5 800	
HTA036UADB	180	280	90	2,1	1,1	177	530	18 100	54 000	265	27 000	4 300	5 400	
HTA038UADB	190	290	91	2,1	1,1	179	545	18 300	55 500	275	28 000	4 200	5 200	
HTA040UADB	200	310	99	2,1	1,1	201	610	20 500	62 000	310	31 500	3 900	4 900	
HTA044UADB	220	340	108	3	1,1	252	775	25 700	79 000	385	39 500	3 600	4 500	
HTA048UADB	240	360	108	3	1,1	261	825	26 600	84 000	415	42 500	3 300	4 200	
HTA052UADB	260	400	123	4	1,5	310	1040	31 500	106 000	520	53 500	3 000	3 800	
HTA056UADB	280	420	123	4	1,5	315	1110	32 500	113 000	565	57 500	2 900	3 600	
HTA060UADB	300	460	142,5	4	1,5	360	1330	37 000	135 000	670	68 500	2 600	3 300	
HTA064UADB	320	480	142,5	4	1,5	365	1360	37 000	139 000	700	71 500	2 500	3 100	

① Minimal zulässiger Wert für Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



dynamisch äquivalente  
Belastung

$$P_{Fr}=F_r$$

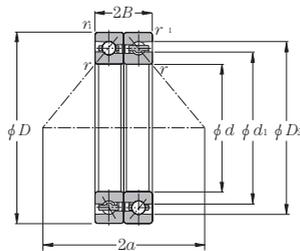
statisch äquivalente  
Belastung

$$P_{0r}=F_r$$

Druckkegel- spitze mm	Lagerfrei- raum cm <sup>3</sup> Lagerpaar	Gewicht kg Lagerpaar	Bordmaße		Anschlussmaße				Lagerkurzzeichen
			mm		mm				
2a			d <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	d <sub>a</sub> min.	D <sub>b</sub> max.	r <sub>as</sub> max.	r <sub>1as</sub> max.	
52,1	9	0,24	60,7	73,2	57,5	74,0	1	0,6	HTA010UADB
58,6	13	0,39	68,2	80,8	65,0	84,0	1	0,6	HTA011UADB
61,5	13	0,41	73,2	85,8	70,0	89,0	1	0,6	HTA012UADB
64,4	14	0,44	78,2	90,8	75,0	94,0	1	0,6	HTA013UADB
70,3	18	0,61	85,3	99,1	80,0	104	1	0,6	HTA014UADB
73,2	19	0,65	90,3	104,1	85,0	109	1	0,6	HTA015UADB
79,8	26	0,88	97,4	112,5	90,0	119	1	0,6	HTA016UADB
82,7	28	0,93	102,4	117,5	95,0	124	1	0,6	HTA017UADB
89,3	38	1,22	109,4	125,9	102	132,5	1,5	1	HTA018UADB
92,1	39	1,27	114,4	130,9	107	137,5	1,5	1	HTA019UADB
95,1	39	1,34	119,5	136,0	112	142,5	1,5	1	HTA020UADB
101,6	49	1,74	126,5	144,3	119	152,5	2	1	HTA021UADB
108,3	66	2,14	133,1	153,4	124	162,5	2	1	HTA022UADB
114,1	67	2,32	143,3	163,5	134	172,5	2	1	HTA024UADB
127,3	108	3,39	156,4	181,7	144	192,5	2	1	HTA026UADB
133,1	114	3,60	166,4	191,7	154	202,5	2	1	HTA028UADB
142,6	141	4,46	178,9	204,3	167	215	2	1	HTA030UADB
152,1	168	5,40	190,6	218,0	177	230	2	1	HTA032UADB
165,3	238	7,20	204,7	235,3	187	250	2	1	HTA034UADB
178,5	285	10,6	218,9	251,8	197	270	2	1	HTA036UADB
184,3	300	11,0	228,9	261,7	207	280	2	1	HTA038UADB
197,5	436	13,8	243,0	278,5	217	300	2	1	HTA040UADB
216,6	550	18,1	266,3	306,9	240	330	2,5	1	HTA044UADB
228,1	650	18,9	286,3	326,8	260	350	2,5	1	HTA048UADB
253,0	850	28,4	314,6	360,3	283	388	3	1,5	HTA052UADB
264,6	900	30,2	334,6	380,3	303	408	3	1,5	HTA056UADB
291,8	1265	43,6	362,9	414,0	323	448	3	1,5	HTA060UADB
303,3	1340	45,8	382,9	433,9	343	468	3	1,5	HTA064UADB

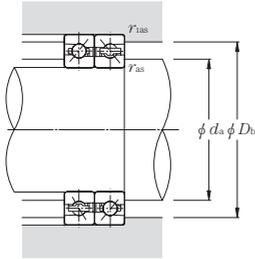
**ULTAGE** Hochgeschwindigkeitsschrägkugellager für hohe Axiallast, Baureihe HTA0 U

Druckwinkel 40°  $d$  50~320mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen					Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenzdrehzahl	
	mm					dynamisch kN		statisch kgf		kN	kgf	min <sup>-1</sup>	
	$d$	$D$	$2B$	$r_3$ min <sup>①</sup>	$r_{15}$ min <sup>①</sup>	$C_a$	$C_{0a}$	$C_a$	$C_{0a}$			Fett- schmierung	Öl- schmierung
HTA010UBD	50	80	28,5	1	0,6	29,6	55,5	3 000	5 650	12,3	1 250	11 500	14 600
HTA011UBD	55	90	33	1,1	0,6	32,0	64,0	3 250	6 500	14,3	1 460	10 300	13 100
HTA012UBD	60	95	33	1,1	0,6	33,5	69,5	3 400	7 100	15,7	1 600	9 700	12 300
HTA013UBD	65	100	33	1,1	0,6	34,0	72,0	3 450	7 350	16,4	1 670	9 100	11 500
HTA014UBD	70	110	36	1,1	0,6	41,5	91,0	4 250	9 300	21,5	2 190	8 300	10 600
HTA015UBD	75	115	36	1,1	0,6	44,0	101,0	4 500	10 300	24,0	2 450	7 900	10 000
HTA016UBD	80	125	40,5	1,1	0,6	50,5	117	5 150	11 900	28,4	2 900	7 300	9 300
HTA017UBD	85	130	40,5	1,1	0,6	51,0	120	5 200	12 300	29,4	3 000	7 000	8 800
HTA018UBD	90	140	45	1,5	1	59,5	141	6 050	14 400	32,0	3 250	6 500	8 300
HTA019UBD	95	145	45	1,5	1	60,0	146	6 100	14 900	33,5	3 400	6 300	7 900
HTA020UBD	100	150	45	1,5	1	62,0	156	6 350	15 900	35,5	3 600	6 000	7 600
HTA021UBD	105	160	49,5	2	1	71,0	181	7 250	18 400	42,5	4 350	5 700	7 200
HTA022UBD	110	170	54	2	1	88,5	222	9 000	22 700	50,0	5 100	5 400	6 800
HTA024UBD	120	180	54	2	1	89,0	228	9 050	23 300	52,0	5 300	5 000	6 300
HTA026UBD	130	200	63	2	1	128	325	13 000	33 000	74,0	7 550	4 500	5 800
HTA028UBD	140	210	63	2	1	132	345	13 500	35 500	79,5	8 100	4 300	5 400
HTA030UBD	150	225	67,5	2,1	1,1	136	370	13 800	37 500	85,0	8 650	4 000	5 200
HTA032UBD	160	240	72	2,1	1,1	159	435	16 200	44 000	103	10 500	3 800	4 800
HTA034UBD	170	260	81	2,1	1,1	182	500	18 600	51 000	116	11 800	3 500	4 400
HTA036UBD	180	280	90	2,1	1,1	211	585	21 500	60 000	140	14 300	3 300	4 100
HTA038UBD	190	290	91	2,1	1,1	214	605	21 800	61 500	145	14 800	3 100	4 000
HTA040UBD	200	310	99	2,1	1,1	240	670	24 400	69 000	159	16 200	2 900	3 700
HTA044UBD	220	340	108	3	1,1	300	860	30 500	87 500	201	20 500	2 700	3 400
HTA048UBD	240	360	108	3	1,1	310	915	31 500	93 000	216	22 000	2 500	3 200
HTA052UBD	260	400	123	4	1,5	365	1160	37 500	118 000	275	28 000	2 300	2 900
HTA056UBD	280	420	123	4	1,5	375	1230	38 500	125 000	293	29 900	2 100	2 700
HTA060UBD	300	460	142,5	4	1,5	430	1470	44 000	150 000	355	36 000	2 000	2 500
HTA064UBD	320	480	142,5	4	1,5	435	1520	44 000	155 000	365	37 000	1 900	2 400

① Minimal zulässiger Wert für Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .

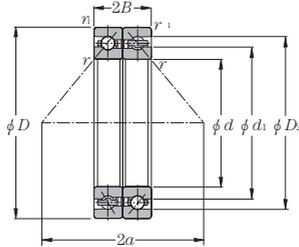


dynamisch äquivalente  
Belastung  
 $P_r = F_r$   
statisch äquivalente  
Belastung  
 $P_{0r} = F_r$

Druckkegel- spitze mm	Lagerfrei- raum cm <sup>3</sup> Lagerpaar	Gewicht kg Lagerpaar	Bordmaße		Anschlussmaße				Lagerkurzzeichen
			mm		mm				
$2a$			$d_1$	$D_2$	$d_a$ min.	$D_b$ max.	$r_{as}$ max.	$r_{1as}$ max.	
69,2	9	0,24	60,7	73,1	57,5	74,0	1	0,6	HTA010UDB
77,7	13	0,39	68,2	80,7	65,0	84,0	1	0,6	HTA011UDB
81,9	13	0,41	73,2	85,7	70,0	89,0	1	0,6	HTA012UDB
86,1	14	0,44	78,2	90,7	75,0	94,0	1	0,6	HTA013UDB
94,0	18	0,61	85,3	99,0	80,0	104	1	0,6	HTA014UDB
98,2	19	0,65	90,3	104,0	85,0	109	1	0,6	HTA015UDB
106,7	26	0,88	97,4	112,4	90,0	119	1	0,6	HTA016UDB
110,9	28	0,93	102,4	117,4	95,0	124	1	0,6	HTA017UDB
119,5	38	1,22	109,4	125,8	102	132,5	1,5	1	HTA018UDB
123,7	39	1,27	114,4	130,8	107	137,5	1,5	1	HTA019UDB
128,0	39	1,34	119,5	135,9	112	142,5	1,5	1	HTA020UDB
136,5	49	1,74	126,5	144,2	119	152,5	2	1	HTA021UDB
145,1	66	2,14	133,1	153,3	124	162,5	2	1	HTA022UDB
153,6	67	2,32	143,3	163,4	134	172,5	2	1	HTA024UDB
170,8	108	3,39	156,4	181,6	144	192,5	2	1	HTA026UDB
179,2	114	3,60	166,4	191,6	154	202,5	2	1	HTA028UDB
191,9	141	4,46	178,9	204,2	167	215	2	1	HTA030UDB
204,7	168	5,40	190,6	218,4	177	230	2	1	HTA032UDB
221,9	238	7,20	204,7	235,2	187	250	2	1	HTA034UDB
239,1	285	10,6	218,9	251,6	197	270	2	1	HTA036UDB
247,4	300	11,0	228,9	261,6	207	280	2	1	HTA038UDB
264,6	436	13,8	243,0	278,4	217	300	2	1	HTA040UDB
290,3	550	18,1	266,3	306,7	240	330	2,5	1	HTA044UDB
307,0	650	18,9	286,3	326,6	260	350	2,5	1	HTA048UDB
339,9	850	28,4	314,6	360,1	283	388	3	1,5	HTA052UDB
356,7	900	30,2	334,6	380,1	303	408	3	1,5	HTA056UDB
391,7	1265	43,6	362,9	413,7	323	448	3	1,5	HTA060UDB
408,5	1340	45,8	382,9	433,7	343	468	3	1,5	HTA064UDB

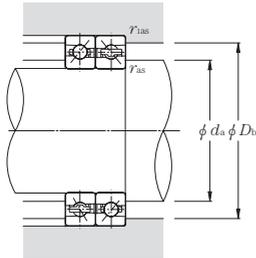
**ULTAGE** Hochgeschwindigkeitsschrägkugellager mit Keramikugeln für hohe Axiallast, Baureihe 5S-HTA0 UA

Druckwinkel 30°  $d$  50~130mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen						Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenzdrehzahl	
	mm						dynamisch kN		statisch kgf		kN		min <sup>-1</sup>	
	$d$	$D$	$2B$	$r_3$ min <sup>①</sup>	$r_{15}$ min <sup>①</sup>	$C_a$	$C_{0a}$	$C_a$	$C_{0a}$			Fett-	Öl-	
												schmierung	schmierung	
5S-HTA010UADB	50	80	28,5	1	0,6	24,7	33,5	2 520	3 400	15,7	1 600	17 300	22 200	
5S-HTA011UADB	55	90	33	1,1	0,6	26,8	40,0	2 730	4 050	18,6	1 900	15 500	19 900	
5S-HTA012UADB	60	95	33	1,1	0,6	28,1	43,5	2 860	4 450	20,5	2 090	14 500	18 600	
5S-HTA013UADB	65	100	33	1,1	0,6	28,5	45,0	2 900	4 600	21,6	2 200	13 600	17 500	
5S-HTA014UADB	70	110	36	1,1	0,6	35,0	57,0	3 550	5 800	27,2	2 770	12 500	16 000	
5S-HTA015UADB	75	115	36	1,1	0,6	37,0	63,5	3 800	6 450	30,5	3 150	11 800	15 200	
5S-HTA016UADB	80	125	40,5	1,1	0,6	42,5	73,0	4 350	7 400	35,0	3 600	11 000	14 100	
5S-HTA017UADB	85	130	40,5	1,1	0,6	43,0	75,0	4 400	7 650	36,5	3 750	10 500	13 400	
5S-HTA018UADB	90	140	45	1,5	1	49,5	88,5	5 050	9 000	43,0	4 400	9 800	12 500	
5S-HTA019UADB	95	145	45	1,5	1	50,5	91,0	5 150	9 300	44,5	4 550	9 400	12 000	
5S-HTA020UADB	100	150	45	1,5	1	52,5	97,0	5 350	9 900	48,0	4 900	9 000	11 500	
5S-HTA021UADB	105	160	49,5	2	1	60,0	113	6 100	11 500	55,5	5 650	8 500	10 900	
5S-HTA022UADB	110	170	54	2	1	74,0	139	7 550	14 100	67,0	6 850	8 000	10 300	
5S-HTA024UADB	120	180	54	2	1	75,0	143	7 650	14 500	70,0	7 150	7 500	9 600	
5S-HTA026UADB	130	200	63	2	1	108	203	11 000	20 700	97,0	9 900	6 800	8 700	

① Minimal zulässiger Wert für Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



dynamisch äquivalente  
Belastung

$$P_r = F_r$$

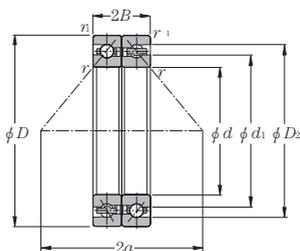
statisch äquivalente  
Belastung

$$P_{0r} = F_r$$

Druckkegel- spitze mm	Lagerfrei- raum cm <sup>3</sup> Lagerpaar	Gewicht kg Lagerpaar	Bordmaße mm		Anschlussmaße mm				Lagerkurzzeichen
			$d_1$	$D_2$	$d_a$ min.	$D_b$ max.	$r_{as}$ max.	$r_{1as}$ max.	
52,1	9	0,22	60,7	73,2	57,5	74,0	1	0,6	5S-HTA010UADB
58,6	13	0,36	68,2	80,8	65,0	84,0	1	0,6	5S-HTA011UADB
61,5	13	0,39	73,2	85,8	70,0	89,0	1	0,6	5S-HTA012UADB
64,4	14	0,41	78,2	90,8	75,0	94,0	1	0,6	5S-HTA013UADB
70,3	18	0,57	85,3	99,1	80,0	104	1	0,6	5S-HTA014UADB
73,2	19	0,60	90,3	104,1	85,0	109	1	0,6	5S-HTA015UADB
79,8	26	0,83	97,4	112,5	90,0	119	1	0,6	5S-HTA016UADB
82,7	28	0,87	102,4	117,5	95,0	124	1	0,6	5S-HTA017UADB
89,3	38	1,15	109,4	125,9	102	132,5	1,5	1	5S-HTA018UADB
92,1	39	1,20	114,4	130,9	107	137,5	1,5	1	5S-HTA019UADB
95,1	39	1,26	119,5	136,0	112	142,5	1,5	1	5S-HTA020UADB
101,6	49	1,64	126,5	144,3	119	152,5	2	1	5S-HTA021UADB
108,3	66	2,00	133,1	153,4	124	162,5	2	1	5S-HTA022UADB
114,1	67	2,17	143,3	163,5	134	172,5	2	1	5S-HTA024UADB
127,3	108	3,13	156,4	181,7	144	192,5	2	1	5S-HTA026UADB

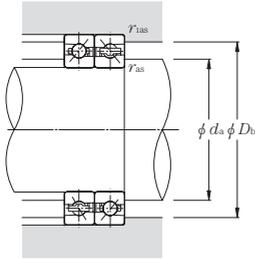
**ULTAGE** Hochgeschwindigkeitsschrägkugellager mit Keramikugeln für hohe Axiallast, Baureihe 5S-HTA0 U

Druckwinkel 40°  $d$  50~130mm\*



Lagerkurzzeichen	Abmessungen						Tragzahlen				max. statische Axialbelastung		Grenzdrehzahl	
	mm						dynamisch	statisch	dynamisch	statisch	kN	kgf	min <sup>-1</sup>	
	$d$	$D$	$2B$	$r_3$ min <sup>①</sup>	$r_{15}$ min <sup>①</sup>		$C_a$	$C_{0a}$	$C_a$	$C_{0a}$			Fett-	Öl-
5S-HTA010UDB	50	80	28,5	1	0,6	29,6	38,5	3 000	3 900	14,6	1 490	12 200	15 400	
5S-HTA011UDB	55	90	33	1,1	0,6	32,0	44,5	3 250	4 500	17,1	1 740	10 900	13 800	
5S-HTA012UDB	60	95	33	1,1	0,6	33,5	48,0	3 400	4 900	18,7	1 910	10 200	12 900	
5S-HTA013UDB	65	100	33	1,1	0,6	34,0	50,0	3 450	5 100	19,6	2 000	9 600	12 100	
5S-HTA014UDB	70	110	36	1,1	0,6	41,5	63,0	4 250	6 450	25,6	2 610	8 800	11 100	
5S-HTA015UDB	75	115	36	1,1	0,6	44,0	70,5	4 500	7 150	28,7	2 930	8 300	10 500	
5S-HTA016UDB	80	125	40,5	1,1	0,6	50,5	81,0	5 150	8 250	34,0	3 450	7 700	9 800	
5S-HTA017UDB	85	130	40,5	1,1	0,6	51,0	83,5	5 200	8 500	35,0	3 600	7 300	9 300	
5S-HTA018UDB	90	140	45	1,5	1	59,5	98,0	6 050	10 000	38,0	3 900	6 900	8 700	
5S-HTA019UDB	95	145	45	1,5	1	60,0	101	6 100	10 300	39,5	4 050	6 600	8 300	
5S-HTA020UDB	100	150	45	1,5	1	62,0	108	6 350	11 000	42,5	4 300	6 300	8 000	
5S-HTA021UDB	105	160	49,5	2	1	71,0	125	7 250	12 800	50,5	5 150	6 000	7 500	
5S-HTA022UDB	110	170	54	2	1	88,5	154	9 000	15 700	59,5	6 100	5 600	7 100	
5S-HTA024UDB	120	180	54	2	1	89,0	158	9 050	16 100	61,5	6 300	5 300	6 700	
5S-HTA026UDB	130	200	63	2	1	128	225	13 000	23 000	88,0	9 000	4 800	6 100	

① Minimal zulässiger Wert für Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



dynamisch äquivalente  
Belastung

$$P_r = F_r$$

statisch äquivalente  
Belastung

$$P_{0r} = F_r$$

Druckkegel- spitze mm	Lagerfrei- raum cm <sup>3</sup>	Gewicht kg	Bordmaße		Anschlussmaße				Lagerkurzzeichen
			mm		mm				
2a	Lagerpaar	Lagerpaar	d <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	d <sub>a</sub> min.	D <sub>b</sub> max.	r <sub>as</sub> max.	r <sub>1as</sub> max.	
69,2	9	0,22	60,7	73,1	57,5	74,0	1	0,6	5S-HTA010UDB
77,7	13	0,36	68,2	80,7	65,0	84,0	1	0,6	5S-HTA011UDB
81,9	13	0,39	73,2	85,7	70,0	89,0	1	0,6	5S-HTA012UDB
86,1	14	0,41	78,2	90,7	75,0	94,0	1	0,6	5S-HTA013UDB
94,0	18	0,57	85,3	99,0	80,0	104	1	0,6	5S-HTA014UDB
98,2	19	0,60	90,3	104,0	85,0	109	1	0,6	5S-HTA015UDB
106,7	26	0,83	97,4	112,4	90,0	119	1	0,6	5S-HTA016UDB
110,9	28	0,87	102,4	117,4	95,0	124	1	0,6	5S-HTA017UDB
119,5	38	1,15	109,4	125,8	102	132,5	1,5	1	5S-HTA018UDB
123,7	39	1,20	114,4	130,8	107	137,5	1,5	1	5S-HTA019UDB
128,0	39	1,26	119,5	135,9	112	142,5	1,5	1	5S-HTA020UDB
136,5	49	1,64	126,5	144,2	119	152,5	2	1	5S-HTA021UDB
145,1	66	2,00	133,1	153,3	124	162,5	2	1	5S-HTA022UDB
153,6	67	2,17	143,3	163,4	134	172,5	2	1	5S-HTA024UDB
170,8	108	3,13	156,4	181,6	144	192,5	2	1	5S-HTA026UDB





# Hauptspindellager

## 12. Kegelrollenlager INHALT

<b>12. Kegelrollenlager</b> .....	268~273
① <b>Dynamisch äquivalente Belastung für Lagerpaare</b> .....	268
② <b>Lagerkurzzeichen</b> .....	268
③ <b>Toleranzen</b> .....	269
④ <b>Passungen für Kegelrollenlager</b> .....	269
⑤ <b>Abmessungen</b> .....	270

## 12. Kegelrollenlager

Bei Kegelrollenlagern schneiden sich die Winkellinien des Innenringes, des Außenringes und der Rollen in einem gemeinsamen Punkt auf der Mittellinie des Lagers. Die Kegelrollen rollen auf der Laufbahn und gleiten am Bord des Innenringes. Die Rollenführung ist durch den gemeinsamen Schnittpunkt und die Kegelrollen gegeben.

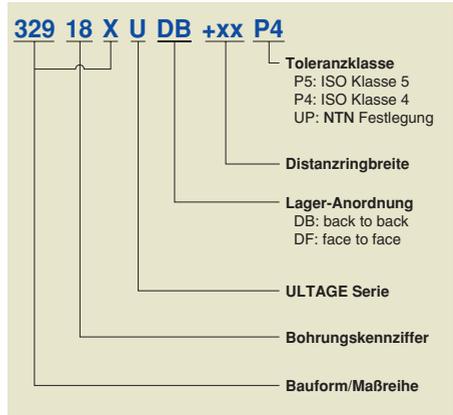
Das Lager kann sowohl hohe radiale als auch hohe axiale Kräfte (nur in Richtung auf die Druckkegelspitze) aufnehmen.

Im allgemeinen wird für Kegelrollenlager ein gestanzter Stahlblechkäfig verwendet. Wenn eine Laufgenauigkeit von P4 oder besser erforderlich ist, empfiehlt NTN einen Messingmassivkäfig einzusetzen.

### ① Dynamisch äquivalente Belastung von Lagerpaaren

Kegelrollenlager werden normalerweise paarweise eingebaut, damit die sich aus dem Druckwinkel ergebenden Rückstellkräfte vom Gegenlager aufgenommen werden können. Die dynamisch äquivalente Belastung für Lagerpaare kann nach **Tabelle 12.1** berechnet werden.

### ② Lagerkurzzeichen



**Tabelle 12.1 Lageranordnung und dynamisch äquivalente Belastung**

Lageranordnung	Belastungen	axiale Belastung	dynamisch äquivalente Belastung
<b>DB-Anordnung</b> 	$\frac{0,5F_{rI}}{Y_I} \leq \frac{0,5F_{rII}}{Y_{II}} + F_a$	$F_{aI} = \frac{0,5F_{rII}}{Y_{II}} + F_a$ $F_{aII} = \frac{0,5F_{rII}}{Y_{II}}$	$P_{rI} = XF_{rI} + Y_I \left( \frac{0,5F_{rII}}{Y_{II}} + F_a \right)$ $P_{rII} = F_{rII}$
<b>DF-Anordnung</b> 	$\frac{0,5F_{rI}}{Y_I} > \frac{0,5F_{rII}}{Y_{II}} + F_a$	$F_{aI} = \frac{0,5F_{rI}}{Y_I}$ $F_{aII} = \frac{0,5F_{rI}}{Y_I} - F_a$	$P_{rI} = F_{rI}$ $P_{rII} = XF_{rII} + Y_{II} \left( \frac{0,5F_{rI}}{Y_I} - F_a \right)$
<b>DB-Anordnung</b> 	$\frac{0,5F_{rII}}{Y_{II}} \leq \frac{0,5F_{rI}}{Y_I} + F_a$	$F_{aI} = \frac{0,5F_{rI}}{Y_I}$ $F_{aII} = \frac{0,5F_{rI}}{Y_I} + F_a$	$P_{rI} = F_{rI}$ $P_{rII} = XF_{rII} + Y_{II} \left( \frac{0,5F_{rI}}{Y_I} + F_a \right)$
<b>DF-Anordnung</b> 	$\frac{0,5F_{rII}}{Y_{II}} > \frac{0,5F_{rI}}{Y_I} + F_a$	$F_{aI} = \frac{0,5F_{rII}}{Y_{II}} - F_a$ $F_{aII} = \frac{0,5F_{rII}}{Y_{II}}$	$P_{rI} = XF_{rI} + Y_I \left( \frac{0,5F_{rII}}{Y_{II}} - F_a \right)$ $P_{rII} = F_{rII}$

Anmerkung 1: Das Obige ist gültig, wenn Lagerspiel und Vorspannung Null sind.

2: Radiale Kräfte in entgegengesetzter Richtung des Pfeils in obiger Abbildung werden ebenfalls als positiv angesehen.

### ③ Toleranzen

Tabelle 12.2 Innenringtoleranzen

Einheit:  $\mu\text{m}$

Bohrungsdurchmesser $d$ mm		Abweichung des mittleren Bohrungsdurchmessers in einer einzelnen Ebene $\Delta_{dmp}$				Schwankung des Bohrungsdurchmessers in einer radialen Ebene $V_{dsp}$		Schwankung der mittleren Bohrungsdurchmesser der verschiedenen Radialebenen $V_{dmp}$		Rundlauf des Innenringes am zusammengebauten Lager $K_{ia}$		Rechtwinkligkeit der Innenringseitenfläche bezogen auf die Bohrung $S_d$		Planlauf der Innenringseitenfläche zur Innenringlaufbahn am zusammengebauten Lager $S_{ia}$		Abweichung einer einzelnen Innenringbreite vom Nennmaß $\Delta B_s$		Abweichung der tatsächlichen Lagerbreite $\Delta T_s$	
		Klasse 5		Klasse 4 <sup>①</sup>		Klasse 5	Klasse 4	Klasse 5	Klasse 4	Klasse 5	Klasse 4	Klasse 5	Klasse 4	Klasse 4	Klasse 5	Klasse 4	Klasse 5	Klasse 4	
		max	min	max	min														max.
über	bis																		
18	30	0	-8	0	-6	6	5	5	4	5	3	8	4	4	0	-200	+200	-200	
30	50	0	-10	0	-8	8	6	5	5	6	4	8	4	4	0	-240	+200	-200	
50	80	0	-12	0	-9	9	7	6	5	7	4	8	5	4	0	-300	+200	-200	
80	120	0	-15	0	-10	11	8	8	5	8	5	9	5	5	0	-400	+200	-200	
120	180	0	-18	0	-13	14	10	9	7	11	6	10	6	7	0	-500	+350	-250	
180	250	0	-22	0	-15	17	11	11	8	13	8	11	7	8	0	-600	+350	-250	

① Die Toleranz der Bohrungsdurchmesserabweichung  $\Delta_{ds}$ , anwendbar auf Klasse 4, ist die gleiche wie die Toleranz der mittleren Bohrungsdurchmesserabweichung  $\Delta_{dmp}$ .

Tabelle 12.3 Außenringtoleranz

Einheit:  $\mu\text{m}$

Außendurchmesser Manteldurchmesser mm		Abweichung des mittleren Manteldurchmessers in einer einzelnen Ebene $D_{mp}$				Schwankung des Außendurchmessers in einer einzelnen radialen Ebene $V_{Dsp}$		Schwankung der mittleren Außendurchmesser der verschiedenen radialen Ebenen $V_{Dmp}$		Rundlauf des Außenringes am zusammengebauten Lager $K_{ea}$		Rechtwinkligkeit der Außenring-Mantellinie bezogen auf die Seitenfläche $S_D$		Planlauf der Außenringseitenfläche zur Außenringlaufbahn am zusammengebauten Lager $S_{ea}$	
		Klasse 5		Klasse 4 <sup>②</sup>		Klasse 5	Klasse 4	Klasse 5	Klasse 4	Klasse 5	Klasse 4	Klasse 5	Klasse 4	Klasse 4	
		max	min	max	min										max.
über	bis														
30	50	0	-9	0	-7	7	5	5	5	7	5	8	4	5	
50	80	0	-11	0	-9	8	7	6	5	8	5	8	4	5	
80	120	0	-13	0	-10	10	8	7	5	10	6	9	5	6	
120	150	0	-15	0	-11	11	8	8	6	11	7	10	5	7	
150	180	0	-18	0	-13	14	10	9	7	13	8	10	5	8	
180	250	0	-20	0	-15	15	11	10	8	15	10	11	7	10	
250	315	0	-25	0	-18	19	14	13	9	18	11	13	8	10	

② Die Abweichungen der einzelnen Außendurchmesser vom Nennmaß  $D_s$  bezogen auf Klasse 4 ist die gleiche wie die Abweichungen der mittleren Außendurchmesser vom Nennmaß  $D_{mp}$ .

### ④ Passungen für Kegelrollenlager

Tabelle 12.4 Wellenpassung

Einheit:  $\mu\text{m}$

Bohrungsdurchmesser $d$ mm		Wellenpassung	
		Festlager	Loslager
		Angestrebtes Übermaß <sup>①</sup>	Angestrebtes Übermaß <sup>①</sup>
über	bis		
18	30	0~5T	0~1T
30	50	0~6T	0~2T
50	80	0~7T	0~3T
80	120	0~8T	0~4T
120	180	0~10T	0~5T
180	250	0~13T	0~6T
250	315	0~15T	0~6T
		0~18T	0~8T

① Der Mittelwert ist anzustreben  
T: Übermaß

Tabelle 12.5 Gehäusepassung

Einheit:  $\mu\text{m}$

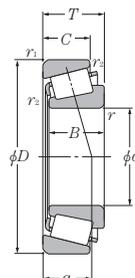
Außendurchmesser $D$ mm		Gehäusepassung	
		Angestrebtes Übermaß <sup>①</sup>	
über	bis		
30	50	3L~3T	
50	80	3L~3T	
80	120	4L~4T	
120	150	5L~5T	
150	180	5L~5T	
180	250	6L~6T	
250	315	7L~7T	
315	400	8L~8T	
400	500	9L~9T	

ei h chpr isen auptspinde n ird ür die pinde seite die nter eren passungsseite der ie inter eren emp h en

⑤ Abmessungen der Kegelrollenlager

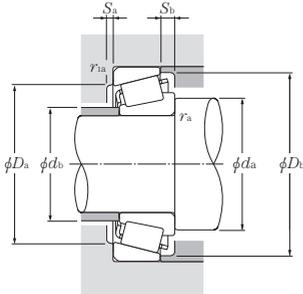
Kegelrollenlager

d 20~95mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen								Tragzahlen				Grenzdrehzahl	
	mm								dynamisch kN	statisch	dynamisch kgf	statisch	min <sup>-1</sup>	
	d	D	T	B	C	r <sub>1s</sub> min <sup>①</sup>	r <sub>1s</sub> min <sup>①</sup>	r <sub>2s</sub> min <sup>①</sup>	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>	C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>	Fett- schmierung	Öl- schmierung
4T-32004X	20	42	15	15	12	0,6	0,6	0,15	24,9	27,9	2 540	2 840	9 500	13 000
4T-32005X	25	47	15	15	11,5	0,6	0,6	0,15	27,8	33,5	2 830	3 450	7 900	11 000
4T-32006X	30	55	17	17	13	1	1	0,3	37,5	46,0	3 800	4 700	6 900	9 200
4T-32007X	35	62	18	18	14	1	1	0,3	41,5	52,5	4 250	5 350	6 100	8 100
4T-32008X	40	68	19	19	14,5	1	1	0,3	50,0	65,5	5 100	6 650	5 300	7 100
4T-32009X	45	75	20	20	15,5	1	1	0,3	57,5	76,5	5 850	7 800	4 800	6 400
32910XU	50	72	15	15	12	0,6	0,6	0,15	35,5	57,0	3 650	5 800	4 700	6 300
4T-32010X	50	80	20	20	15,5	1	1	0,3	62,5	88,0	6 400	9 000	4 400	5 800
32911XU	55	80	17	17	14	1	1	0,3	44,5	73,5	4 550	7 500	4 300	5 700
4T-32011X	55	90	23	23	17,5	1,5	1,5	0,6	80,5	118	8 200	12 000	4 000	5 400
32912XA	60	85	17	17	14	1	1	0,3	51,0	83,0	5 200	8 450	4 000	5 300
4T-32012X	60	95	23	23	17,5	1,5	1,5	0,6	82,0	123	8 350	12 500	3 700	4 900
32913XU	65	90	17	17	14	1	1	0,3	48,5	85,0	4 900	8 700	3 700	4 900
4T-32013X	65	100	23	23	17,5	1,5	1,5	0,6	83,0	128	8 450	13 000	3 400	4 600
32914XU	70	100	20	20	16	1	1	0,3	68,5	110	7 000	11 200	3 400	4 600
4T-32014X	70	110	25	25	19	1,5	1,5	0,6	105	160	10 700	16 400	3 200	4 200
32915XU	75	105	20	20	16	1	1	0,3	69,5	114	7 100	11 600	3 200	4 300
32015XU	75	115	25	25	19	1,5	1,5	0,6	106	167	10 800	17 000	3 000	4 000
32916XU	80	110	20	20	16	1	1	0,3	72,0	121	7 350	12 400	3 000	4 000
32016XU	80	125	29	29	22	1,5	1,5	0,6	139	216	14 200	22 000	2 800	3 700
32917XU	85	120	23	23	18	1,5	1,5	0,6	94,0	157	9 600	16 100	2 800	3 800
32017XU	85	130	29	29	22	1,5	1,5	0,6	142	224	14 400	22 900	2 600	3 500
32918XU	90	125	23	23	18	1,5	1,5	0,6	97,5	168	9 950	17 100	2 700	3 600
32018XU	90	140	32	32	24	2	1,5	0,6	168	270	17 200	27 600	2 500	3 300
32919XU	95	130	23	23	18	1,5	1,5	0,6	101	178	10 300	18 200	2 500	3 400
32019XU	95	145	32	32	24	2	1,5	0,6	171	280	17 500	28 600	2 300	3 100

① Minimal zulässige Kantenverkürzung r und r<sub>1</sub>.



**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_t = XF_r + YF_a$$

$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$	
X	Y	X	Y
1	0	0,4	$Y_2$

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{0a} = 0,5F_r + Y_0 F_a$$

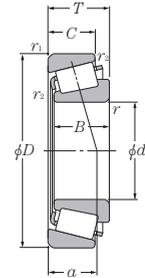
wenn  $P_{0a} < F_r$ ,  $P_{0a} = F_r$ .

Die Werte für  $e$ ,  $Y_2$  und  $Y_0$  sind in der nachfolgenden Tabelle angegeben.

Anschlussmaße										Druckkegelspitze mm	Faktor	Axiallastfaktor		Gewicht kg
mm												a	e	
$d_a$ min.	$d_b$ max.	$D_a$ max.	$D_b$ min.	$S_a$ min.	$S_b$ min.	$r_{as}$ max.	$r_{as}$ max.							
24,5	25	37,5	36	39	3	3	0,6	0,6	10,5	0,37	1,60	0,88	0,097	
29,5	30	42,5	40	44	3	3,5	0,6	0,6	12	0,43	1,39	0,77	0,114	
35,5	35	49,5	48	52	3	4	1	1	13,5	0,43	1,39	0,77	0,166	
40,5	40	56,5	54	59	4	4	1	1	15,5	0,45	1,32	0,73	0,224	
45,5	46	62,5	60	65	4	4,5	1	1	15	0,38	1,58	0,87	0,273	
50,5	51	69,5	67	72	4	4,5	1	1	16,5	0,39	1,53	0,84	0,346	
54,5	54	67,5	63,5	69	3	3	0,6	0,6	13,5	0,34	1,76	0,97	1,191	
55,5	56	74,5	72	77	4	4,5	1	1	17,5	0,42	1,42	0,78	0,366	
60,5	60,5	74,5	70,5	76,5	3	3	1	1	14,5	0,31	1,94	1,07	0,274	
63,5	63	81,5	81	86	4	5,5	1,5	1,5	20	0,41	1,48	0,81	0,563	
65,5	65,5	79,5	76,5	82	3	3	1	1	15,5	0,33	1,80	0,99	0,296	
68,5	67	86,5	85	91	4	5,5	1,5	1,5	21	0,43	1,39	0,77	0,576	
70,5	70	84,5	80	86,5	3	3	1	1	16,5	0,35	1,70	0,93	0,315	
73,5	72	91,5	90	97	4	5,5	1,5	1,5	22,5	0,46	1,31	0,72	0,63	
75,5	75	94,5	90	96	4	4	1	1	18	0,32	1,90	1,05	0,487	
78,5	78	101,5	98	105	5	6	1,5	1,5	24	0,43	1,38	0,76	0,848	
80,5	80	99,5	94	101,5	4	4	1	1	19	0,33	1,80	0,99	0,511	
83,5	83	106,5	103	110	5	6	1,5	1,5	25,5	0,46	1,31	0,72	0,909	
85,5	85	104,5	99	106,5	4	4	1	1	20	0,35	1,71	0,94	0,54	
88,5	89	116,5	112	120	6	7	1,5	1,5	27	0,42	1,42	0,78	1,28	
93,5	92	111,5	111	115	4	5	1,5	1,5	21	0,33	1,83	1,01	0,733	
93,5	94	121,5	117	125	6	7	1,5	1,5	28,5	0,44	1,36	0,75	1,35	
98,5	96	116,5	112,5	120,5	4	5	1,5	1,5	22	0,34	1,75	0,96	0,817	
100	100	131,5	125	134	6	8	2	1,5	30	0,42	1,42	0,78	1,79	
103,5	101	121,5	117	125,5	4	5	1,5	1,5	23,5	0,36	1,68	0,92	0,851	
105	105	136,5	130	140	6	8	2	1,5	31,5	0,44	1,36	0,75	1,83	

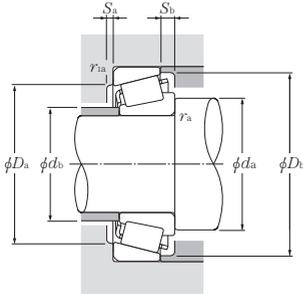
Kegelrollenlager

$d$  100~190mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen								Tragzahlen				Grenzdrehzahl	
	mm								dynamisch kN	statisch	dynamisch kgf	statisch	min <sup>-1</sup>	
	$d$	$D$	$T$	$B$	$C$	$r_{1s} \text{ min}^{\text{①}}$	$r_{1s} \text{ min}^{\text{①}}$	$r_{2s} \text{ min}^{\text{①}}$	$C_r$	$C_{or}$	$C_r$	$C_{or}$	Fett- schmierung	Öl- schmierung
32920XU	100	140	25	25	20	1,5	1,5	0,6	121	206	12 300	21 000	2 400	3 200
32020XU	100	150	32	32	24	2	1,5	0,6	170	281	17 300	28 600	2 200	3 000
32921XA	105	145	25	25	20	1,5	1,5	0,6	126	219	12 800	22 400	2 300	3 000
32021XU	105	160	35	35	26	2,5	2	0,6	201	335	20 500	34 000	2 100	2 800
32922XA	110	150	25	25	20	1,5	1,5	0,6	127	226	13 000	23 100	2 200	2 900
32022XU	110	170	38	38	29	2,5	2	0,6	236	390	24 000	39 500	2 000	2 700
32924XU	120	165	29	29	23	1,5	1,5	0,6	162	294	16 500	30 000	2 000	2 600
32024XU	120	180	38	38	29	2,5	2	0,6	245	420	25 000	43 000	1 800	2 500
32926XU	130	180	32	32	25	2	1,5	0,6	194	350	19 800	36 000	1 800	2 400
32026XU	130	200	45	45	34	2,5	2	0,6	320	545	32 500	55 500	1 700	2 200
32928XU	140	190	32	32	25	2	1,5	0,6	200	375	20 400	38 000	1 700	2 200
32028XU	140	210	45	45	34	2,5	2	0,6	330	580	33 500	59 500	1 600	2 100
32930XU	150	210	38	38	30	2,5	2	0,6	268	490	27 300	50 000	1 600	2 100
32030XU	150	225	48	48	36	3	2,5	1	370	655	37 500	67 000	1 400	1 900
32932XU	160	220	38	38	30	2,5	2	0,6	276	520	28 200	53 000	1 500	1 900
32032XU	160	240	51	51	38	3	2,5	1	435	790	44 500	80 500	1 400	1 800
32934XU	170	230	38	38	30	2,5	2	0,6	286	560	29 200	57 000	1 400	1 800
32034XU	170	260	57	57	43	3	2,5	1	500	895	51 000	91 000	1 300	1 700
32936XU	180	250	45	45	34	2,5	2	0,6	350	700	36 000	71 500	1 300	1 700
32938XU	190	260	45	45	34	2,5	2	0,6	355	710	36 000	72 000	1 200	1 600

① Minimal zulässige Kantenverkürzung  $r$  und  $r_1$ .



**dynamisch äquivalente Belastung**

$$P_t = XF_r + YF_a$$

$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$	
X	Y	X	Y
1	0	0,4	$Y_2$

**statisch äquivalente Belastung**

$$P_{0a} = 0,5F_r + Y_0F_a$$

wenn  $P_{0a} < F_r$ ,  $P_{0a} = F_r$ .

Die Werte für  $e$ ,  $Y_2$  und  $Y_0$  sind in der nachfolgenden Tabelle angegeben.

Anschlussmaße									Druckkegelspitze mm	Faktor	Axiallastfaktor		Gewicht kg
mm											a	e	
$d_a$ min.	$d_b$ max.	$D_a$ max.	$D_b$ min.	$S_a$ min.	$S_b$ min.	$r_{as}$ max.	$r_{is}$ max.						
108,5	107,5	131,5	127,5	135,5	4	5	1,5	1,5	24,5	0,33	1,82	1,00	1,14
110	109	141,5	134	144	6	8	2	1,5	32,5	0,46	1,31	0,72	1,91
113,5	113,5	136,5	131,5	140,5	5	5	1,5	1,5	25	0,34	1,76	0,97	1,2
117	116	150	143	154	6	9	2	2	34,5	0,44	1,35	0,74	2,42
118,5	117,5	141,5	137	145,5	5	5	1,5	1,5	26,5	0,36	1,69	0,93	1,23
122	122	160	152	163	7	9	2	2	36,5	0,43	1,39	0,77	3,07
128,5	128,5	156,5	150	160	6	6	1,5	1,5	29,5	0,35	1,72	0,95	1,77
132	131	170	161	173	7	9	2	2	39	0,46	1,31	0,72	3,25
140	139	171,5	163,5	174	6	7	2	1,5	31,5	0,34	1,77	0,97	2,36
142	144	190	178	192	8	11	2	2	43,5	0,43	1,38	0,76	4,96
150	150	181,5	177	184	6	6	2	1,5	34	0,36	1,67	0,92	2,51
152	153	200	187	202	8	11	2	2	46	0,46	1,31	0,72	5,28
162	162	200	192	202	7	8	2	2	36,5	0,33	1,83	1,01	3,92
164	164	213	200	216	8	12	2,5	2	49,5	0,46	1,31	0,72	6,37
172	170,5	210	199	213,5	7	8	2	2	38,5	0,35	1,73	0,95	4,15
174	175	228	213	231	8	13	2,5	2	52,5	0,46	1,31	0,72	7,8
182	183	220	213	222	7	8	2	2	42,5	0,38	1,57	0,86	4,4
184	187	248	230	249	10	14	2,5	2	56	0,44	1,35	0,74	10,5
192	193	240	225	241	8	11	2	2	54	0,48	1,25	0,69	6,54
202	204	250	235	251	8	11	2	2	55	0,48	1,26	0,69	6,77



## Wälzlager für Kugelgewindetriebe

### 13. Wälzlager für Kugelgewindetriebe INHALT

<b>13. Wälzlager für Kugelgewindetriebe</b>	276~305
① Axialschräggugellager Bauform 2A-BST	276
② Zweireihige Axial-Schräggugellager-Einheit BSTU	279
③ Schräggugellager für hohe Axiallasten Bauform HT	280
④ Radial-Axialnadellager Bauform AXN	280
Radialnadel-Axialzylinderrollenlager Bauform ARN	280
⑤ Lagerkurzzeichen	281
⑥ Lagergenauigkeit	282
⑦ Vorspannung und axiale Steifigkeit	286
⑧ Wellen- und Gehäusepassung	287
⑨ Anwendungen	287
⑩ Losbrechmoment der Bauform BST	288
⑪ Schmierungsempfehlungen	289
⑫ Abmessungen	
Axialschräggugellager	
Bauformen BST und BST LXL	290
Bauformen 2A-BST und 2A-BST LXL	292
Zweireihige Axial-Schräggugellager-Einheit	
Bauformen BSTU LLX	296
Schräggugellager für hohe Axiallast Bauform HT	300
Radial-Axialnadellager	
Bauformen AXN, ARN	302



## 13. Wälzlager für Kugelgewindetriebe

NTN hat zur Abstützung von Kugelgewindetrieben spezielle Wälzlager entwickelt. Die verschiedenen Ausführungen sind aus **Tabelle 13.1** zu ersehen.

**Tabelle 13.1 Lagerausführung**

Bauform	Bemerkung	Bohrungs- durchmesser
<b>BST 2A-BST</b>	Axialschräggugellager mit 60° Druckwinkel, für Fettschmierung	$\phi 17 \sim \phi 60$
<b>BST LXL/L588 2A-BST LXL/L588</b>	Axialschräggugellager fettgeschmiert, abgedichtet mit 60° Druckwinkel	$\phi 17 \sim \phi 60$
<b>BSTU LLX/L588</b>	Zweireihige Axial-Schräggugellager-Einheit mit 60°-Kontaktwinkel und Leicht-Berührung	$\phi 20 \sim \phi 100$
<b>HT</b>	Schräggugellager für hohe Axiallast, für Fettschmierung mit 30° Druckwinkel	$\phi 6 \sim \phi 40$
<b>AXN</b>	Radial-Axialnadelager für Ölschmierung	$\phi 20 \sim \phi 50$
<b>ARN</b>	Radialnadel-Axialzylinderrollenlager für Ölschmierung	$\phi 20 \sim \phi 70$

### ① **ULTAGE** Axialschräggugellager der Baureihen **BST-1B (LXL/L588)** und **2A-BST-1B (LXL/L588)**

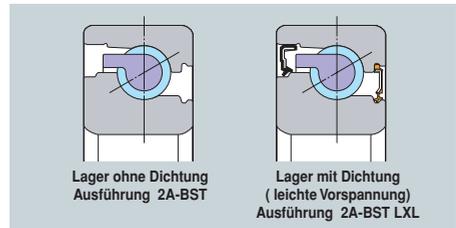
Die Lager haben standardmäßig einen wälzkörpergeführten Polyamidkäfig, kleinere Kugeln als Standardlager und einen Druckwinkel von 60°. Durch die höhere Anzahl der Kugeln wird eine höhere axiale Steifigkeit erreicht. Sie werden ohne Dichtungen (Bauform BST und 2A-BST) und mit berührungsarmen Dichtungen (Ausführung LXL) gefertigt. Das Losbrechmoment ist durch die Kugeln geringer als bei einem Radial-Axialnadelager.

Die Lager Bauform BST werden standardmäßig in Universalausführung gefertigt und können beliebig in DB-, DBT- oder DTBT-Anordnung eingebaut werden (siehe **Abb. 13.2**). Die Lager haben dann, auf Grund der speziell geschliffenen Seitenflächen, im eingebauten Zustand die entsprechende Vorspannung.

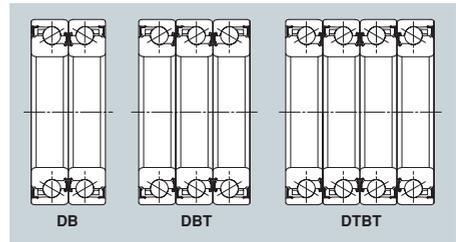
#### ■ **Ausführung 2A-BST-1B (LXL/L588), abgedichtet**

1. Eine neuartige Wärmebehandlung verbessert den Widerstand gegen Materialermüdung erheblich und führt zu einer längeren Betriebslebensdauer (etwa das doppelte der Standardausführung).
2. Das Lager ist beidseitig abgedichtet (Dichtung mit leichter Vorspannung), um Verunreinigung vom Lager fernzuhalten und Fettaustritt zu vermeiden.
3. Es wird ein Spezialfett mit langer Fettgedauerdauer verwendet.
4. Die Kombination der neuartigen Wärmebehandlung mit einem Spezialfett mindert den Freßverschleiß (um 80% bei Gleitreibung und, 90% oder mehr bei Rollreibung) gegenüber dem Standardlager.

5. Die Lager brauchen nicht mehr mit Fett gefüllt zu werden. Dadurch wird Verschmutzung des Lagers vermieden und es ergibt sich eine einfache Montage.



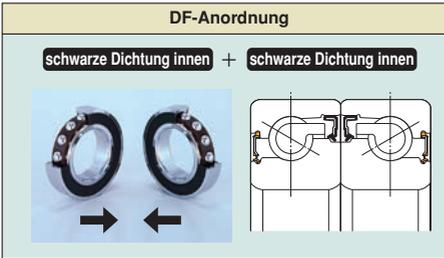
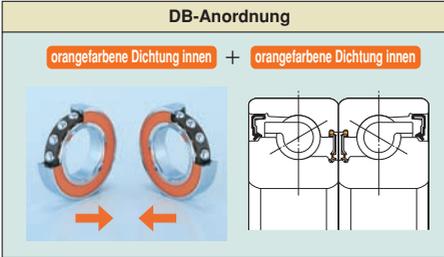
**Abb. 13.1**



**Abb. 13.2 Lageranordnung**

**Montagefreundlichkeit**

Fettgeschmierte, abgedichtete Schrägkugellager der Ausführung 2A-BST LXL und BST LXL sind bereits mit Fett gefüllt. Vor der Verwendung ist nur das Rostschutzöl mit einem sauberen, fusselfrein Lappen abzuwischen. Die Dichtungen auf Vorder- und Rückseite haben unterschiedliche Farben. Damit kann man die Lageranordnung auch nach dem Einbau leicht erkennen.



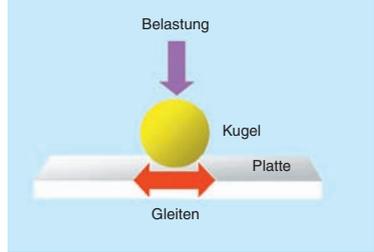
**Lebensdauerersuch 2A-BST-1B (LXL/L588)**

Die Axialschrägkugellager zur Abstützung der Kugelgewindetriebe haben eine neuartige Innenkonstruktion. Damit wird die Lagerlebensdauer verlängert und der Fressverschleiß verringert.

**(1) Versuch gegen Fressverschleiß (gleiten)**

Der Fressverschleiß, beim Gleiten wurde im Fressverschleißversuch getestet. Der Versuchsaufbau ist aus **Abb. 13.3** zu ersehen, die Versuchsbedingungen aus **Tabelle 13.3**. In diesem Versuch wird eine Kugel gegen eine Platte gedrückt und für eine bestimmte Zeit hin- und herbewegt. Der Verschleiß von Kugel und Platte wird nach dem Versuch gemessen, (siehe **Abb. 13.4**).

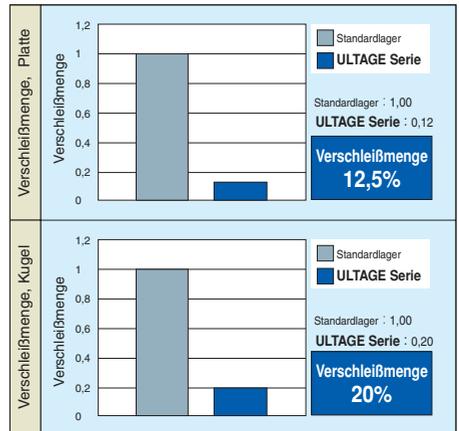
Auf Grund der neuen Wärmebehandlung und dem Spezialfett (Dichtung mit leichter Vorspannung) ist die Verschleißmenge, im Vergleich zu Standardplattenmaterial mit Standardfett auf Lithiumseifenbasis, um 80% oder weniger verringert (siehe **Abb. 13.4**).



**Abb. 13.3 Versuch gegen Fressverschleiß (gleiten)**

**Tabelle 13.3 Versuchsbedingungen**

Material	Platte	Standardmaterial (100Cr6 ohne spezielle Wärmebehandlung) ULTAGE Serie (100Cr6 mit spezieller Wärmebehandlung)
	Kugel	SUJ2
Belastung [N]	98	
maximale Flächenpressung [N/mm <sup>2</sup> ]	2560	
Belastungsfrequenz [ $\times 10^2$ Zyklen]	Prüfzeit: 8 h	
Gleitzyklus [Hz]	30	
Amplitude [mm]	0,47	
Schmierung	Fett	
Temperatur	Raumtemperatur	

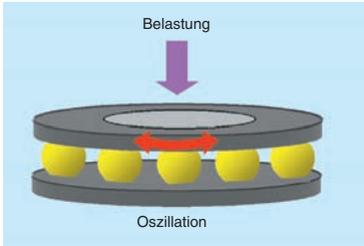


**Abb. 13.4 Verschleißmenge (gleiten)**

**(2) Versuch gegen Fressverschleiß (rollen)**

Der Fressverschleiß beim Rollen wird mit dem drehenden und oszillierenden Fressverschleißversuch ermittelt. Der Versuchsaufbau ist in **Abb. 13.5** dargestellt; die Versuchsbedingungen sind aus **Tabelle 13.4** zu ersehen. In diesem Versuch ist die Gehäusescheibe fest und die Wellenscheibe oszilliert. Die Abnahme des Gewichtes der Lagerscheibe nach dem Versuch ist in **Abb. 13.6** dargestellt.

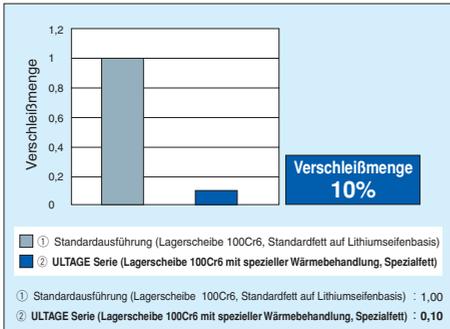
Durch die spezielle Wärmebehandlung und das Spezialfett (abgedichtete Ausführung) ist die Verschleißmenge, im Vergleich zu Standardstahlringen mit Standardfett auf Lithiumseifenbasis, um 90% oder mehr verringert (siehe **Abb. 13.6**).



**Abb. 13.5 Versuch gegen Fressverschleiß (rollen)**

**Tabelle 13.4 Versuchsbedingungen**

Lager [mm]	Axialrillenkugellager 51204
Belastung [kN]	2,5
maximale Flächenpressung [N/mm <sup>2</sup> ]	1700
Prüfzeit [h]	8
Oszillierzyklus [Hz]	30
Oszillationswinkel [Grad]	12
Schmierung	Fett
Temperatur	Raumtemperatur



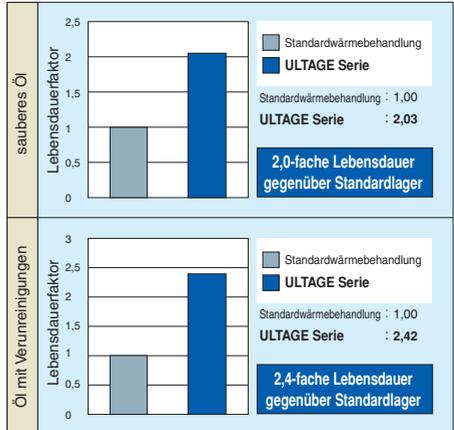
**Abb. 13.6 Verschleißmenge (Rollen)**

**(3) Ermüdungslebensdauerexperiment (rollen)**

Auf Grund der speziellen Wärmebehandlung erhöht sich die Ermüdungslebensdauer, gegenüber dem Standardlager, sowohl bei sauberem wie auch bei verunreinigtem Öl, was zu einer höheren Betriebslebensdauer der Lager führt. (siehe **Abb. 13.7**)

**Tabelle 13.5 Versuchsbedingungen**

Lager (mm)	Rillenkugellager 6206
Radiallast [kN]	6,86
Wellendrehzahl [min <sup>-1</sup> ]	2000
Schmierung	VG56 Turbinenöl
Umgebungstemperatur [°C]	60



**Abb. 13.7 Einfluß der speziellen Wärmebehandlung auf die Ermüdungslebensdauer (rollen)**

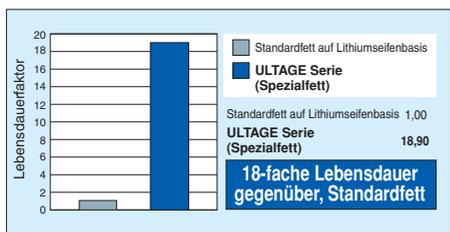
**(4) Fettgebrauchsdauerversuch**

Die Fettgebrauchsdauer des Spezialfettes wurde gegenüber dem Standardfett auf Lithiumseifenbasis erheblich verlängert (**Abb. 13.8**).

(Das Spezialfett ist nur für die Ausführung mit der Dichtung mit leichter Vorspannung lieferbar).

**Tabelle 13.6 Versuchsbedingungen**

Lager [mm]	Rillenkugellager 6204
Radiallast [N]	67
Axiallast [N]	67
Drehzahl [min <sup>-1</sup> ]	10.000
Umgebungstemperatur [°C]	150



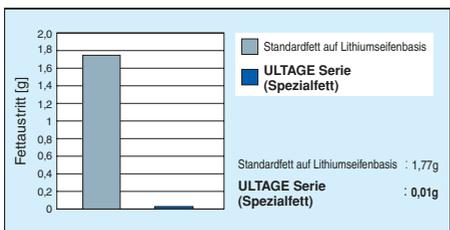
**Abb. 13.8 Fettgebrauchsdauer**

**(5) Fettaustritt**

Bei Verwendung von Spezialfett und einer Dichtung mit leichter Vorspannung kann der Fettaustritt ausgeschlossen werden (siehe **Abb. 13.9**).

**Tabelle 13.7 Versuchsbedingungen**

Lager [mm]	2A-BST40×72-1BDFFP4
Axiallast [kN]	3,9
Wellendrehzahl [min <sup>-1</sup> ]	1000, 2000, 3000 Laufzeit 2 Stunden je Drehzahl
Umgebungstemperatur	Raumtemperatur



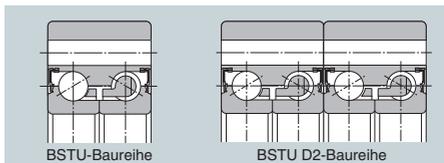
**Abb. 13.9 Fettaustritt**

**② ULTAGE Zweireihige Axial-Schräggugellagereinheit BSTU**

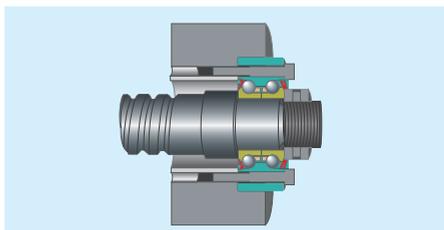
Die BSTU-Type ist ein Stützlager für Kugelgewindetriebe, bei der die Außenringe zweier Axial-schräggugellager zu einer Einheit in O-Anordnung vereint wurden. Als Stützlager von Kugelgewindetriebe erfüllt es höchste Anforderungen hinsichtlich der Tragzahlen und erreicht durch Verwendung der neu entwickelten Leicht-Berührungsdichtung ein Optimum von geringem Drehmoment und hoher Staubschutzleistung. Ferner wird mittels Durchgangsbohrungen am Außenring zum Gehäuse eine einfache Anbringung ermöglicht.

**■ Eigenschaften**

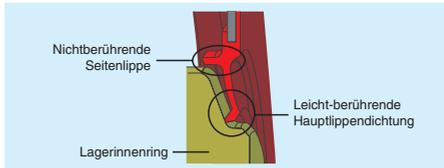
1. Optimierung der Lagerinnengeometrie verwirklicht höchste Tragzahlen.
2. Anwendung der neu entwickelten Leicht-Berührungsdichtung erreicht das Optimum von geringem Drehmoment und hoher Staubschutzleistung.
3. Verwendung von langlebigem Fett mit hohem Widerstand gegen Schwingungsverschleiß (fretting corrosion), das seine Leistung bereits bei der BST-Baureihe nachgewiesen hat.
4. Einfache Montage durch Durchgangsbohrung am Außenring und einfache Handhabung durch Lebensdauererschmierung
5. Für Anwendungen bei höchsten Lasten wird diese Einheit auch in gepaarter Ausführung (D2) angeboten.



**Abb. 13.10 BSTU**



**Abb. 13.11 Beispiel für montierte BSTU-Einheit**



**Abb. 13.12 Leicht-Berührungsdichtung (LX)**

**Lebensdauerersuch**  
**(1) Kugellager-Betriebstest**

Das BSTU-Modell weist durch die Optimierung der Lagerinnengeometrie und die Verwendung der neu entwickelten Leicht-Berührungsdichtung einen stabilen Temperaturanstieg bis zu einer Drehzahl von 5.000 min<sup>-1</sup> ( $d_{min}$ -Wert  $0,225 \times 10^6$ ) auf (Abb. 13.13).

**[Testbedingung]**

Lagerbezeichnung (Größen in mm)	BSTU3080LLX/GNP4U/L588 (φ 30X φ 80X28)
Drehzahl (min <sup>-1</sup> )	Max. 5000

Der Testverlauf bei jeweiliger Drehzahl erfolgt gemäß der rechten Abbildung.

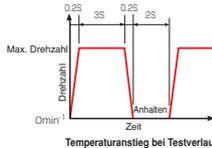


Abb. 13.13 Relation von Drehzahl zum Temperaturanstieg

**(2) Drehmoment- und Staubschutzleistungstest**

Durch die Anwendung der neu entwickelten Leicht-Berührungsdichtung ist das BSTU-Modell in der Lage, den Anstieg des Losbrechmoments zurückzuhalten und zugleich die Staubschutzleistung zu erhöhen (Abb. 13.14, Abb. 13.15)

**[Testbedingung]**

Lagerbezeichnung (Größen in mm)	BSTU3080LLX/GNP4U/L588 (φ 30X φ 80X28)
---------------------------------	--

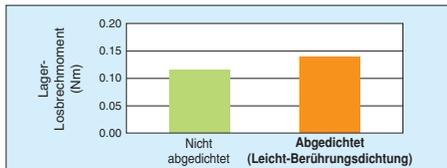


Abb. 13.14 Lager-Losbrechmoment

**[Testbedingung]**

Lagerbezeichnung (Größen in mm)	BSTU3080LLX/GNP4U/L588 (φ 30X φ 80X28)
Drehzahl (min <sup>-1</sup> )	2200
Staub-Korngröße	5 bis 75 µm (8 Sorten von Teststaubkörper 1 nach JIS Z8901)
Staub-Farbe	Braun
Testdauer	1 Stunde



Fotos des Lagerinneren vor und nach dem Test (Ohne Außenring). Eindringen von Fremdkörpern in das Lagerinnere wird nicht zugelassen.

Vor dem Test Nach dem Test

Abb. 13.15 Resultat des Staubschutzleistungstests

**③ Schrägkugellager für hohe Axiallast Baureihe HT**

Schrägkugellager für hohe Axiallast der Baureihe HT können, bei gleichen Abmessungen wie Standardschrägkugellager, höhere Axiallasten aufnehmen (Druckwinkel 30°). Die Lager sind ab Bohrungsdurchmesser 6 mm lieferbar.

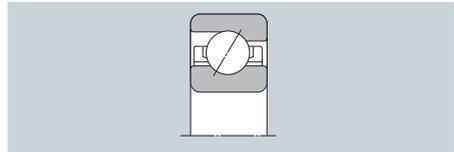


Abb. 13.16 HT

**④ Radial-Axialnadellager Bauform AXN Radialnadel-Axialzylinderrollenlager Bauform ARN**

Lager der Bauform AXN und ARN bestehen aus einem Radialnadellager und einem zweiseitig wirkendem Axialnadel- bzw. Axialzylinderrollenlager. Die Lager können radiale Belastungen und axiale Belastungen in beiden Richtungen aufnehmen.

Die Ausführung AXN hat durch die Nadellager eine sehr hohe radiale und axiale Steifigkeit.

Die axiale Steifigkeit der Bauform ARN wurde verbessert. Da die axiale Belastbarkeit dieser Bauform höher ist als bei der Bauform AXN, ist sie besonders für hohe axiale Belastungen geeignet. Für die Bauform ARN wird Ölschmierung empfohlen.

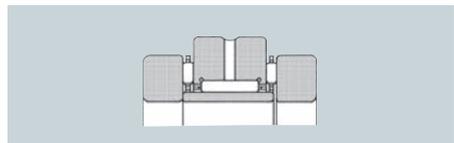


Abb. 13.17 AXN

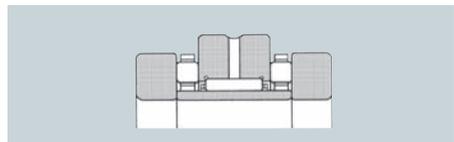
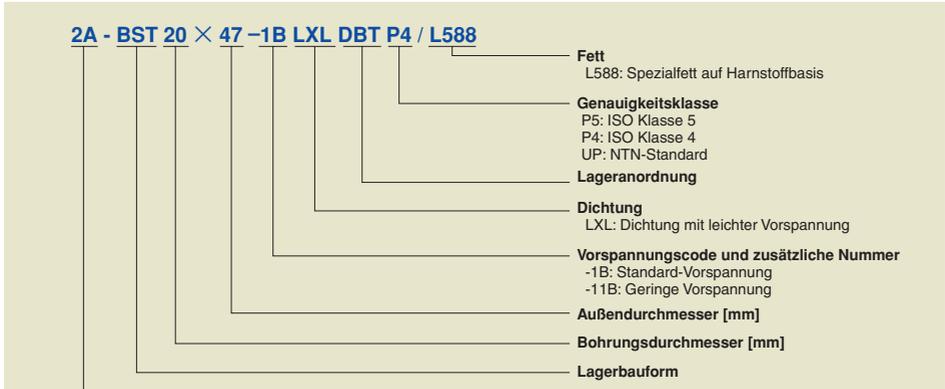


Abb. 13.18 ARN

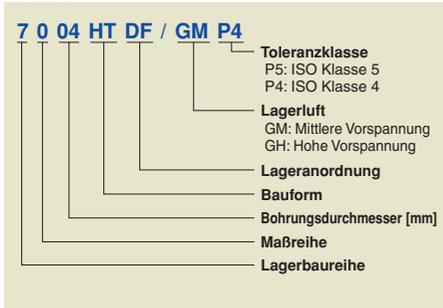
## ⑤ Lagerkurzzeichen

Die Bezeichnung der Lager für Kugelgewindetriebe setzt sich zusammen aus dem Zeichen für die Bauform, den Abmessungen und den Vor- und Nachsetzzeichen.

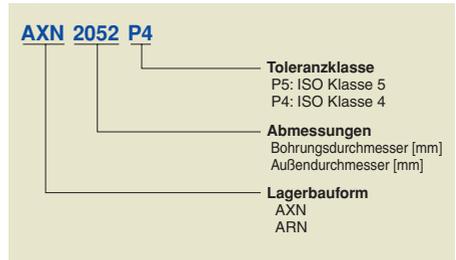
### ■ Bauform 2A-BST



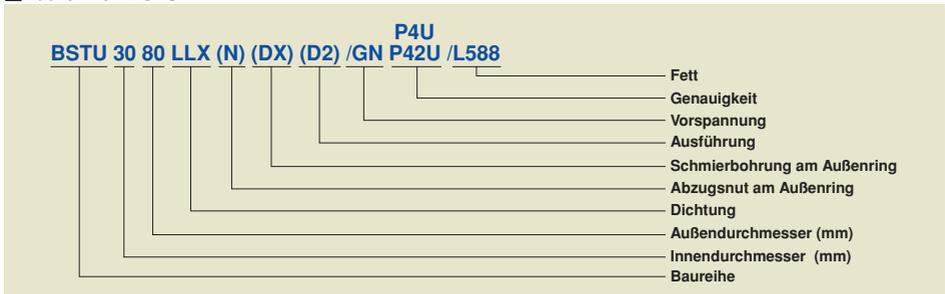
### ■ Bauform HT



### ■ Bauformen AXN und ARN



### ■ Bauformen BSTU



6 Toleranzen

Die Genauigkeiten der verschiedenen Lagerbauformen können den nachfolgenden Tabellen entnommen werden.

- **Bauform 2A-BST**  
Lieferbar in ISO Klasse 5 (Toleranzklasse P5), Klasse 4 (Toleranzklasse P4) und Klasse UP (NTN-Standard).
- **Bauform 70HT**  
Die Lager haben die gleichen Genauigkeitsklassen wie Spindellager für Hauptspindeln. Verfügbar sind die Toleranzklassen P5 und P4.
- **Bauform AXN, ARN**  
Verfügbar sind die Toleranzklassen P4 und P5.

■ Toleranzen der Bauform 2A-BST

Tabelle 13.8 Innenringtoleranzen

Einheit:  $\mu\text{m}$

Bohrungs- durchmesser		Abweichung des mittleren Boh- rungsdurchmessers vom Nenn- maß in einer Radialebene						Schwankung der Innenringbreite			Rundlauf des Innenrin- ges am zusammenge- bauten Lager			Planlauf der Innen- ringseitenfläche zur Bohrung			Planlauf der Innenring- seitenfläche zur Innen- ringlaufbahn am zusam- mengebauten Lager			Abweichung einer einzel- nen Innenringbreite vom Nennmaß								
$d$ mm		$d_{mp}$						$VB_s$			$K_{ia}$			$S_d$			$S_{ia}$			$B_s$								
über bis		Klasse 5 max	Klasse 4 <sup>①</sup> min	Klasse 4 <sup>①</sup> max	Klasse UP <sup>①</sup> min	Klasse UP <sup>①</sup> max	Klasse 5 max.	Klasse 4 min	Klasse 4 max	Klasse UP min	Klasse UP max.	Klasse 5 max.	Klasse 4 min	Klasse 4 max	Klasse UP min	Klasse UP max.	Klasse 5 max.	Klasse 4 min	Klasse 4 max	Klasse UP min	Klasse UP max.	Klasse 5 max	Klasse 4 min	Klasse 4 max	Klasse UP min	Klasse UP max		
10	18	0	-5	0	-4	0	-3,5	5	2,5	2		3,5	3	2		7	3	2		5	3	2	0	-120	0	0	-100	
18	30	0	-6	0	-5	0	-3,5	5	2,5	2		4	3	2		8	4	3		5	3	2	0	-120	0	-120	0	-100
30	50	0	-8	0	-6	0	-5	5	3	2		5	4	3		8	4	3		6	3	2	0	-120	0	-120	0	-100
50	80	0	-9	0	-7	0	-5	6	4	3		5	4	4		8	5	4		7	4	3	0	-150	0	-150	0	-150

① Die Toleranz der Außendurchmesserabweichung  $d_{as}$  anwendbar auf Klasse 4 und UP, ist die gleiche wie die Toleranz der mittleren Außendurchmesserabweichung  $d_{mp}$ .

Tabelle 13.9 Außenringtoleranzen

Einheit:  $\mu\text{m}$

Außen- durchmesser		Abweichung des mittleren Außendurchmessers vom Nennmaß in einer Radialebene						Schwankung der Außenringbreite			Rundlauf des Außen- ringes am zusammen- gebauten Lager			Schwankung der Nei- gung der Mantellinie zur Bezugsseitenfläche			Planlauf der Außenring- seitenfläche zur Außen- ringlaufbahn am zusam- mengebauten Lager			Abweichung einer einzel- nen Außenringbreite vom Nennmaß				
$d$ mm		$D_{mp}$						$VC_s$			$K_{ea}$			$S_D$			$S_{ea}$			$C_s$				
über bis		Klasse 5 max	Klasse 4 <sup>①</sup> min	Klasse 4 <sup>①</sup> max	Klasse UP <sup>①</sup> min	Klasse UP <sup>①</sup> max	Klasse 5 max.	Klasse 4 min	Klasse 4 max	Klasse UP min	Klasse UP max.	Klasse 5 max.	Klasse 4 min	Klasse 4 max	Klasse UP min	Klasse UP max.	Alle Klassen			Alle Klassen				
30	50	0	-7	0	-6	0	-5	5	2,5	2		7	5	4		8	4	3	Identisch mit $S_i$ im Verhältnis zu $d$ desselben Lagers.			Identisch mit $B_s$ im Verhältnis zu $d$ desselben Lagers.		
50	80	0	-9	0	-7	0	-5	6	3	2		8	5	4		8	4	3						
80	120	0	-10	0	-8	0	-7	8	4	3		10	6	4		9	5	4						

② Die Toleranz der Außendurchmesserabweichung  $D_{as}$ , anwendbar auf Klasse 4 und UP, ist die gleiche wie die Toleranz der mittleren Außendurchmesserabweichung  $D_{mp}$ .

■ Toleranzen der Bauform BSTU (P42U-Klasse)

Tabelle 13.10 Innenringtoleranzen

Einheit:  $\mu\text{m}$

Bohrungs- durchmesser  $d$ mm	Abweichung des mittleren Bohrungsdurchmessers vom Nennmaß in einer Radialebene		Abweichung des Bohrungs- durchmessers  $V_{Dp}$ max.	Abweichung des mittleren Bohrungsdurchmessers vom Nennmaß in einer Radialebene  $V_{Dmp}$ max.	Rundlauf des Innenringes am zusammengebauten Lager  $K_{Ia}$ max.	Rechtwinkligkeit der Seite gegenüber Bohrungsachse  $S_d$ max.	Planlauf der Innenringseitenfläche zur Innenringlaufbahn am zusammengebauten Lager  $S_{Ia}$ max.	Abweichung einer einzelnen Innenring- breite vom Nennmaß		Schwankung der Innenringbreite  $VB_s$ max.
	$\Delta d_{mp}$ max	min						max	min	
20	0	-5	2,5	2,5	3	4	2	0	-125	2
25	0	-5	2,5	2,5	3	4	2	0	-125	2
30	0	-5	2,5	2,5	3	4	2,5	0	-125	2,5
35	0	-5	2,5	2,5	4	4	2,5	0	-125	2,5
40	0	-5	2,5	2,5	4	4	2,5	0	-125	2,5
90	0	-8	4	4	5	5	3	0	-125	3
100	0	-8	4	4	5	5	3	0	-125	3

Tabelle 13.11 Außenringtoleranzen

Einheit:  $\mu\text{m}$

Außen- durchmesser  $D$ mm	Abweichung des mittleren Außendurchmessers vom Nennmaß in einer Radialebene		Abweichung des Außen- durchmessers  $V_{Dp}$ max.	Abweichung des mittleren Außendurchmessers in Ebene  $V_{Dmp}$ max.	Rundlauf des Außenringes am zusammengebauten Lager  $K_{Oa}$ max.	Rechtwinkligkeit gegenüber Außenfläche  $S_D$ max.	Planlauf der Außenringseit- enfläche zur Außenringlaufbahn am zusammengebauten Lager  $S_{Oa}$ max.	Abweichung einer einzelnen Außenringbreite vom Nennmaß		Schwankung der Außenringbreite  $VC_s$ max.
	$\Delta D_{mp}$ max	min						max	min	
68	0	-10	3,5	3,5	5	4	5	0	-250	3
75	0	-10	3,5	3,5	5	4	5	0	-250	3
80	0	-10	3,5	3,5	5	4	5	0	-250	3
90	0	-10	4	4	6	5	6	0	-250	4
100	0	-10	4	4	6	5	6	0	-250	4
190	0	-15	8	6	10	7	10	0	-250	7
200	0	-15	8	6	10	7	10	0	-250	7

■ Toleranzen der Bauform BSTU (P4U-Klasse)

Tabelle 13.12 Innenringtoleranzen

Einheit:  $\mu\text{m}$

Bohrungs- durchmesser  $d$ mm	Abweichung des mittleren Bohrungsdurchmessers vom Nennmaß in einer Radialebene		Abweichung des Außen- durchmessers  $V_{Dp}$ max.	Abweichung des mittleren Bohrungsdurchmessers vom Nennmaß in einer Radialebene  $V_{Dmp}$ max.	Rundlauf des Innenringes am zusammengebauten Lager  $K_{Ia}$ max.	Rechtwinkligkeit der Seite gegenüber Bohrungsachse  $S_d$ max.	Planlauf der Innenringseitenfläche zur Innenringlaufbahn am zusammengebauten Lager  $S_{Ia}$ max.	Abweichung einer einzelnen Innenring- breite vom Nennmaß		Schwankung der Innenringbreite  $VB_s$ max.
	$\Delta d_{mp}$ max	min						max	min	
20	0	-5	2,5	2,5	3	4	4	0	-125	2,5
25	0	-5	2,5	2,5	3	4	4	0	-125	2,5
30	0	-5	2,5	2,5	3	4	4	0	-125	2,5
35	0	-5	2,5	2,5	4	4	4	0	-125	3
40	0	-5	2,5	2,5	4	4	4	0	-125	3
90	0	-8	4	4	5	5	5	0	-125	4
100	0	-8	4	4	5	5	5	0	-125	4

Tabelle 13.13 Außenringtoleranzen

Einheit:  $\mu\text{m}$

Außen- durchmesser  $D$ mm	Abweichung des mittleren Außendurchmessers vom Nennmaß in einer Radialebene		Abweichung des Außen- durchmessers  $V_{Dp}$ max.	Abweichung des mittleren Außendurchmessers in Ebene  $V_{Dmp}$ max.	Rundlauf des Außenringes am zusammengebauten Lager  $K_{Oa}$ max.	Rechtwinkligkeit gegenüber Außenfläche  $S_D$ max.	Planlauf der Außenringseit- enfläche zur Außenringlaufbahn am zusammengebauten Lager  $S_{Oa}$ max.	Abweichung einer einzelnen Außenringbreite vom Nennmaß		Schwankung der Außenringbreite  $VC_s$ max.
	$\Delta D_{mp}$ max	min						max	min	
68	0	-10	3,5	3,5	5	4	5	0	-250	3
75	0	-10	3,5	3,5	5	4	5	0	-250	3
80	0	-10	3,5	3,5	5	4	5	0	-250	3
90	0	-10	4	4	6	5	6	0	-250	4
100	0	-10	4	4	6	5	6	0	-250	4
190	0	-15	8	6	10	7	10	0	-250	7
200	0	-15	8	6	10	7	10	0	-250	7

**Toleranzen der Bauform HT**

**Tabelle 13.14 Innenringtoleranzen**

Bohrungs- durchmesser $d$ mm über bis	Abweichung des mittleren Bohrungsdurchmessers vom Nennmaß in einer Radialebene $d_{mp}$						Schwankung des Bohrungsdurchmessers in einer Radialebene $V_{dP}$						Schwankung der mittleren Bohrungsdurchmesser der verschiedenen Radialebenen $V_{Dmp}$			Rundlauf des Innenrings am zusammengebauten Lager $K_{ia}$						
	Klasse 5		Klasse 4 ①		Klasse 2 ②		Durchmesserreihe 9		Durchmesserreihe 0,2		Klasse 5		Klasse 4		Klasse 2		Klasse 5		Klasse 4		Klasse 2	
	max	min	max	min	max	min	Klasse 5	Klasse 4	Klasse 2	Klasse 5	Klasse 4	Klasse 2	Klasse 5	Klasse 4	Klasse 2	Klasse 5	Klasse 4	Klasse 2	max.	max.	max.	
2,5 10	0	-5	0	-4	0	-2,5	5	4	2,5	4	3	2,5	3	2	1,5	4	2,5	1,5				
10 18	0	-5	0	-4	0	-2,5	5	4	2,5	4	3	2,5	3	2	1,5	4	2,5	1,5				
18 30	0	-6	0	-5	0	-2,5	6	5	2,5	5	4	2,5	3	2,5	1,5	4	3	2,5				
30 50	0	-8	0	-6	0	-2,5	8	6	2,5	6	5	2,5	4	3	1,5	5	4	2,5				

- ① Die Toleranz der Bohrungsdurchmesserabweichung  $d_s$ , anwendbar auf Klassen 4 und 2, ist die gleiche wie die Toleranz der mittleren Bohrungsdurchmesserabweichung  $d_{mp}$ . Dieses betrifft bis zur Durchmesserreihe 0 oder 2 die Klasse 4 und alle Durchmesserreihen der Klasse 2.
- ② Anwendbar auf die einzelnen, für Lagerpaare gefertigten Innenringe.

**Tabelle 13.15 Außenringtoleranzen**

Außen- durchmesser $D$ mm über bis	Abweichung des mittleren Außendurchmessers vom Nennmaß in einer Radialebene $D_{mp}$						Schwankung des Außen- durchmessers in einer Radialebene $V_{Dp}$						Schwankung der mittleren Außendurchmesser der ver- schiedenen Radialebenen $V_{Dmp}$			Rundlauf des Außenrings am zusammenge- bauten Lager $K_{ea}$						
	Klasse 5		Klasse 4 ③		Klasse 2 ④		Durchmesserreihe 9		Durchmesserreihe 0,2		Klasse 5		Klasse 4		Klasse 2		Klasse 5		Klasse 4		Klasse 2	
	max	min	max	min	max	min	Klasse 5	Klasse 4	Klasse 2	Klasse 5	Klasse 4	Klasse 2	Klasse 5	Klasse 4	Klasse 2	Klasse 5	Klasse 4	Klasse 2	max.	max.	max.	
18 30	0	-6	0	-5	0	-4	6	5	4	5	4	4	3	2,5	2	6	4	2,5				
30 50	0	-7	0	-6	0	-4	7	6	4	5	5	4	4	3	2	7	5	2,5				
50 80	0	-9	0	-7	0	-4	9	7	4	7	5	4	5	3,5	2	8	5	4				
80 120	0	-10	0	-8	0	-5	10	8	5	8	6	5	5	4	2,5	10	6	5				

- ③ Die Toleranzen der einzelnen Außendurchmesser vom Nennmaß  $D_s$  für die Klassen 4 und 2 sind die gleichen wie die Abweichungen des mittleren Außendurchmessers vom Nennmaß  $D_{mp}$ . Anwendbar auf die Durchmesserreihen 0 und 2 für Klasse 4 und alle Durchmesserreihen für Klasse 2.

**Toleranzen der Bauformen AXN und ARN**

**Tabelle 13.16 Innen- und Außenringtoleranzen**

Bohrungs- durchmesser $d$ oder Außenring- durchmesser $D$ mm über bis	Abweichung des mittleren Bohrungsdurchmessers in einer einzelnen Ebene $\Delta d_{mp}$				Abweichung des einzelnen Bohrun- gsdurchmessers vom Nennmaß in einer Radialebene am Innenring $\Delta d_{is}$		Abweichung des mittleren Manteldurchmessers in einer einzelnen Ebene $\Delta D_{mp}$				Abweichung einer einzelnen Axiallager- Gesamt-höhe vom Nennmaß $\Delta T_s$		Abweichung einer einzelnen Gehäusescheiben- breite vom Nennmaß $\Delta C_s$	
	Klasse 5		Klasse 4		max	min	Klasse 5		Klasse 4		max	min	max	min
	max	min	max	min			max	min	max	min				
18 30	0	-6	0	-5	+61	+40	-	-	-	-				
30 50	0	-8	0	-6	+75	+50	-	-	-	-				
50 80	0	-9	0	-7	+90	+60	0	-9	0	-9	0	-370	0	-130
80 120	-	-	-	-	-	-	0	-10	0	-10				
120 150	-	-	-	-	-	-	0	-11	0	-11				

- ① Nur auf Bohrungsdurchmesser  $d$  anwendbar.
- ② Nur auf Außendurchmesser  $D$  anwendbar.

Einheit:  $\mu\text{m}$

Planlauf der Innenringseitenfläche zur Bohrung $S_d$			Planlauf der Innenringseitenfläche zur Innenringlaufbahn am zusammengebauten Lager $S_{ia}$			Abweichung einer einzelnen Innenringbreite vom Nennmaß $B_s$				Schwankung der Innenringbreite $VB_s$				
Klasse 5 Klasse 4 Klasse 2 max.			Klasse 5 Klasse 4 Klasse 2 max.			Einzellager		Lagerpaar <sup>②</sup>		Klasse 5 Klasse 4 Klasse 2 max.				
max.	min.	max.	max.	min.	max.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.		
7	3	1,5	7	3	1,5	0	-40	0	-40	0	-250	5	2,5	1,5
7	3	1,5	7	3	1,5	0	-80	0	-80	0	-250	5	2,5	1,5
8	4	1,5	8	4	2,5	0	-120	0	-120	0	-250	5	2,5	1,5
8	4	1,5	8	4	2,5	0	-120	0	-120	0	-250	5	3	1,5

Einheit:  $\mu\text{m}$

Schwankung der Neigung der Mantellinie zur Bezugsseitenfläche $S_D$			Planlauf der Außenringseitenfläche zur Außenringlaufbahn am zusammengebauten Lager $S_{ea}$			Abweichung einer einzelnen Außenringbreite vom Nennmaß $C_s$				Schwankung der Außenringbreite $VC_s$		
Klasse 5 Klasse 4 Klasse 2 max.			Klasse 5 Klasse 4 Klasse 2 max.			alle Klassen				Klasse 5 Klasse 4 Klasse 2 max.		
max.	min.	max.	max.	min.	max.					max.	min.	max.
8	4	1,5	8	5	2,5	Identisch mit $B_s$ bezogen auf $d$ des gleichen Lagers.				5	2,5	1,5
8	4	1,5	8	5	2,5					5	2,5	1,5
8	4	1,5	10	5	4					6	3	1,5
9	5	2,5	11	6	5					8	4	2,5

Einheit:  $\mu\text{m}$

Rundlauf <sup>①</sup> des Innenringes am zusammengebauten Lager $K_{ia}$		Rundlauf <sup>②</sup> der Gehäusescheibe am zusammengebauten Lager $K_{ea}$		Rechtwinkligkeit der Außenring-Mantellinie bezogen auf die Seitenfläche $S_D$		Planlauf der Innenring- <sup>①</sup> /Außenringseitenflächen <sup>②</sup> zur Innenring-/Außenringlaufbahn am zusammengebauten Lager $S_{ia}, S_{ea}$	
Klasse 5 max.	Klasse 4 max.	Klasse 5 max.	Klasse 4 max.	Klasse 5 max.	Klasse 4 max.	Klasse 5 max.	Klasse 4 max.
4	3	—	—	—	—	3	2
5	4	—	—	—	—	3	2
5	4	8	5	8	4	4	3
—	—	10	6	9	5	4	3
—	—	11	7	10	5	5	4

7 Vorspannung und axiale Steifigkeit

Die Vorspannungen für jede Bauform der Lager für Kugelgewindetriebe sind in den Abmessungstabellen angegeben. Die Vorspannungen können, entsprechend der erforderlichen Steifigkeit, verändert werden. In einem solchen Falle bitte NTN ansprechen. Bei den Bauformen AXN und ARN wird die Steifigkeit durch Festziehen der Axialagerringe festgelegt. Zur Kontrolle der Vorspannung sind in den Abmessungstabellen Lagerreibmomente angegeben. Die Lager werden so gefertigt, dass die Vorspannung durch das Spiel A zwischen beiden Axialagerringen und dem Radiallagerinnering (Abb. 13.19) vorgegeben ist. Bitte sprechen Sie NTN an.

Die axiale Steifigkeit der Lagerpaare (DB) der Bauformen 2A-BST und AXN bei Standardvorspannung ist in den Abb. 13.20 und 13.21 dargestellt.

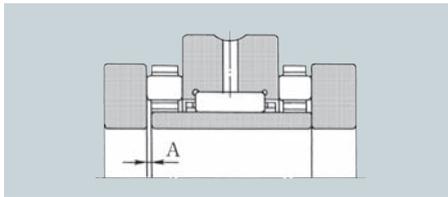


Abb. 13.19

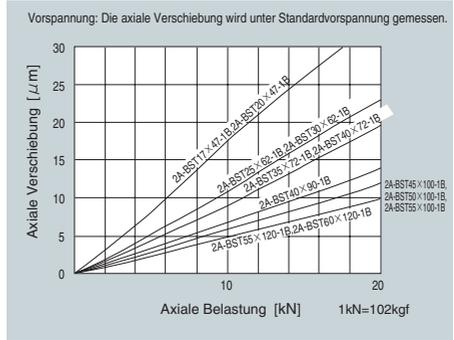


Abb. 13.20 Steifigkeit Bauform BST

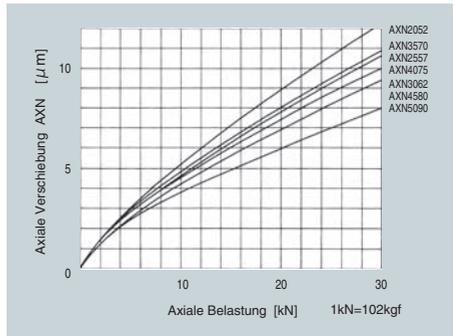


Abb. 13.21 Axiale Steifigkeit Bauform AXN

### ⑧ Wellen- und Gehäusepassungen

Die empfohlenen Passungen und Toleranzen für Welle, Gehäuse und Rechtwinkigkeit der Anlageschulter sind in den **Tabellen 13.17** und **13.18** angegeben.

**Tabelle 13.17 Wellen- und Gehäusepassungen**

Bauform	Passung	
	Wellendurchmesser	Gehäusebohrung
BST HT	h5	H6
BSTU	h5	H6
AXN ARN	j5	6

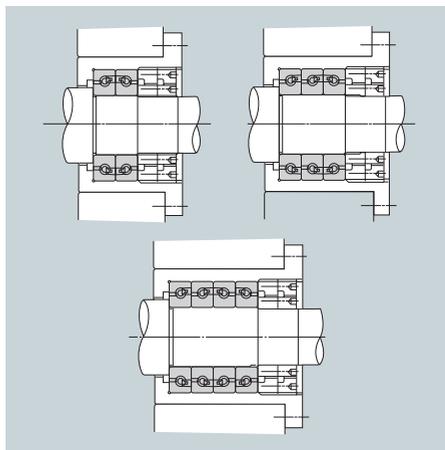
**Tabelle 13.18 Toleranz der Rechtwinkigkeit der Anlageschulter**

Einheit:  $\mu\text{m}$

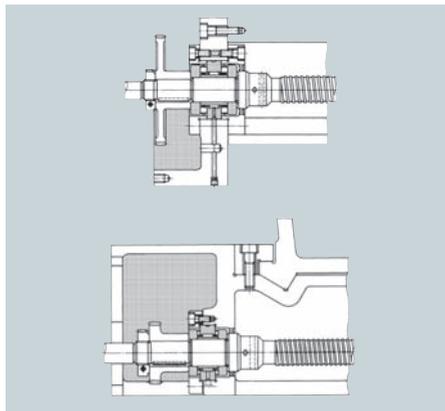
Durchmesser mm		Bauform			
über	bis	BST	BSTU	HT	AXN, ARN
—	30	4	4	4	4
30	80	4	4	4	5
80	120	5	5	—	6
120	180	—	—	—	7

### ⑨ Anwendungen

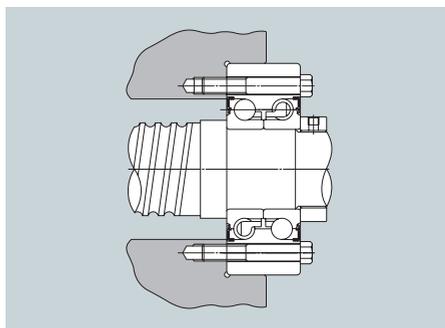
Die Ausführung BST wird hauptsächlich bei Kugelgewindetriebe in Zuführsystemen von Werkzeugmaschinen eingebaut, in vielen Fällen in zwei- bis vierreihigen Anordnungen. Diese Bauform wird viel eingesetzt, weil gefettete, abgedichtete Schrägkugellager leicht zu handhaben sind. Normalerweise werden die Lager in O-Anordnung (back to back) eingebaut, weil dadurch eine vorgegebene Vorspannung durch Zusammenspannen der Innenringe erreicht wird. Die X-Anordnung (face to face) wird bei größeren Fluchtungsfehlern eingesetzt. Diese Anordnung ist jedoch bei Werkzeugmaschinen nicht üblich. Beispiele von Lageranordnungen sind in den **Abb. 13.22** und **13.24** dargestellt.



**Abb. 13.22**



**Abb. 13.23**



**Abb. 13.24**

10 Losbrechmoment der Bauform 2A-BST

Werte für die Losbrechmomente von Lagern der Bauform 2A-BST sind in den Tabellen 13.19 und 13.20 gezeigt.

Tabelle 13.19 Bauformen BST und 2A-BST

	Losbrechmoment Nmm (kgf · cm)			
	Bauform DF Bauform DB	Bauform DFT Bauform DBT	Bauform DTFT Bauform DTBT	Bauform DFTT Bauform DBTT
BST17X47-1B 2A-BST17X47-1B	175 {1,8}	245 {2,5}	355 {3,6}	275 {2,8}
BST20X47-1B 2A-BST20X47-1B	175 {1,8}	245 {2,5}	355 {3,6}	275 {2,8}
BST25X62-1B 2A-BST25X62-1B	305 {3,1}	420 {4,3}	615 {6,3}	470 {4,8}
BST30X62-1B 2A-BST30X62-1B	305 {3,1}	420 {4,3}	615 {6,3}	470 {4,8}
BST35X72-1B 2A-BST35X72-1B	380 {3,9}	510 {5,2}	755 {7,7}	590 {6,0}
BST40X72-1B 2A-BST40X72-1B	380 {3,9}	510 {5,2}	755 {7,7}	590 {6,0}
BST40X90-1B 2A-BST40X90-1B	960 {9,8}	1305 {13,3}	1930 {19,7}	1500 {15,3}
BST45X75-1B 2A-BST45X75-1B	430 {4,4}	580 {5,9}	860 {8,8}	665 {6,8}
BST45X100-1B 2A-BST45X100-1B	1165 {11,9}	1580 {16,1}	2340 {23,9}	1815 {18,5}
BST50X100-1B 2A-BST50X100-1B	1165 {11,9}	1580 {16,1}	2340 {23,9}	1815 {18,5}
BST55X100-1B 2A-BST55X100-1B	1165 {11,9}	1580 {16,1}	2340 {23,9}	1815 {18,5}

Tabelle 13.20 Abgedichtete Lager, Bauformen BST  
LXL/588 und 2A-BST LXL/588

	Losbrechmoment Nmm (kgf · cm)			
	Bauform DF Bauform DB	Bauform DFT Bauform DBT	Bauform DTFT Bauform DTBT	Bauform DFTT Bauform DBTT
BST17X47-1BLXL 2A-BST17X47-1BLXL	215 {2,2}	295 {3,0}	420 {4,3}	355 {3,4}
BST20X47-1BLXL 2A-BST20X47-1BLXL	215 {2,2}	295 {3,0}	420 {4,3}	355 {3,4}
BST25X62-1BLXL 2A-BST25X62-1BLXL	365 {3,7}	510 {5,2}	745 {7,6}	570 {5,8}
BST30X62-1BLXL 2A-BST30X62-1BLXL	365 {3,7}	510 {5,2}	745 {7,6}	570 {5,8}
BST35X72-1BLXL 2A-BST35X72-1BLXL	460 {4,7}	610 {6,2}	900 {9,2}	705 {7,28}
BST40X72-1BLXL 2A-BST40X72-1BLXL	460 {4,7}	610 {6,2}	900 {9,2}	705 {7,2}
BST40X90-1BLXL 2A-BST40X90-1BLXL	1155 {11,8}	1570 {16,0}	2315 {23,6}	1805 {18,4}
BST45X75-1BLXL 2A-BST45X75-1BLXL	520 {5,3}	695 {7,1}	1040 {10,6}	805 {8,2}
BST45X100-1BLXL 2A-BST45X100-1BLXL	1400 {14,3}	1890 {19,3}	2815 {28,7}	2175 {22,2}
BST50X100-1BLXL 2A-BST50X100-1BLXL	1400 {14,3}	1890 {19,3}	2815 {28,7}	2175 {22,2}
BST55X100-1BLXL 2A-BST55X100-1BLXL	1400 {14,3}	1890 {19,3}	2815 {28,7}	2175 {22,2}

## ① Schmierung

Die Schrägkugellager der Bauformen BST und HT zur Abstützung von Kugelgewindetrieben werden im allgemeinen mit Fett geschmiert. Die Lager der Bauform BST LXL sind mit Dichtungen (leichte Vorspannung) versehen und einbaufertig gefettet.

### ■ Fettschmierung

#### ● Empfohlener Fette

Fett auf Lithiumseifen-Mineralölbasis, bei dem die Grundölviskosität hoch ist (Beispielsweise: Shell Alvania Fett S2).

#### ● Empfohlene Fettfüllung

25% des in den Abmessungstabellen angegebenen Lagerfreiraumes.

#### ● Fettbefüllung

Siehe Kapitel 6. "Lagermontage", Punkt ① "Montagevorbereitung und Lagerbefettung" im Abschnitt "Technische Daten".

### ■ Ölschmierung

#### ● Öle

Zur Schmierung der Lager werden Schmieröle mit einer Ölviskosität ISO VG 68 oder höher empfohlen.

#### ● Ölmenge

Die empfohlene Ölmenge hängt von dem Schmierverfahren ab. Als allgemeine Richtlinie sollte der Öldurchsatz 5 bis 10 cm<sup>3</sup>/min sein.

12 messungen

**ULTAGE** Axialschräggugellager für Kugelgewindetriebe Bauform BST

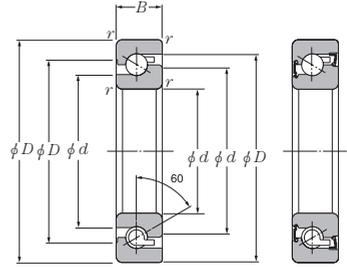
Druckwinkel 60°  $d$  17~60mm

dynamisch äquivalente Belastung  $P_a = XF_r + YF_a$

Anzahl der Reihen in der Lageranordnung	2		3			4				
	1	2	1	2	3	1	2	3	4	
$F_a / F_r \leq 2,17$	X	1,90	—	1,43	2,32	—	1,17	1,90	2,52	—
	Y	0,55	—	0,76	0,35	—	0,88	0,55	0,26	—
$F_a / F_r > 2,17$	X	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
	Y	1	1	1	1	1	1	1	1	1

statisch äquivalente Belastung

$P_{0a} = F_a + 3,9BF_r$



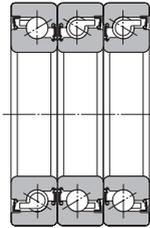
ni ht abgedi htet      Abgedi htet

Kurzzeichen	Abmessungen					dynamische Tragzahl			statische Tragzahl		
	mm					$C_a$			$C_{0a}$		
	$d$	$D$	$B$	$r_s \text{ min}^{\text{①}}$	$r_{1s} \text{ min}^{\text{①}}$	1	2	3	1	2	3
BST17X47-1B BST17X47-1BLXL	17	47	15	1	0,6	24,3 2 470	39,5 4 000	52,5 5 350	37,5 3 850	75,0 7 650	113 11 500
BST20X47-1B BST20X47-1BLXL	20	47	15	1	0,6	24,3 2 470	39,5 4 000	52,5 5 350	37,5 3 850	75,0 7 650	113 11 500
BST25X62-1B BST25X62-1BLXL	25	62	15	1	0,6	29,2 2 980	47,5 4 850	63,0 6 450	59,0 6 050	118 12 100	177 18 100
BST30X62-1B BST30X62-1BLXL	30	62	15	1	0,6	29,2 2 980	47,5 4 850	63,0 6 450	59,0 6 050	118 12 100	177 18 100
BST35X72-1B BST35X72-1BLXL	35	72	15	1	0,6	31,0 3 150	50,5 5 150	67,0 6 850	70,0 7 150	140 14 300	210 21 400
BST40X72-1B BST40X72-1BLXL	40	72	15	1	0,6	31,0 3 150	50,5 5 150	67,0 6 850	70,0 7 150	140 14 300	210 21 400
BST40X90-1B BST40X90-1BLXL	40	90	20	1	0,6	58,5 6 000	95,0 9 700	126 12 900	130 13 300	261 26 600	390 40 000
BST45X75-1B BST45X75-1BLXL	45	75	15	1	0,6	32,0 3 300	52,0 5 350	69,5 7 100	77,5 7 900	155 15 800	232 23 700
BST45X100-1B BST45X100-1BLXL	45	100	20	1	0,6	62,0 6 350	101 10 300	134 13 700	153 15 600	305 31 000	459 47 000
BST50X100-1B BST50X100-1BLXL	50	100	20	1	0,6	62,0 6 350	101 10 300	134 13 700	153 15 600	305 31 000	459 47 000
BST55X100-1B BST55X100-1BLXL	55	100	20	1	0,6	62,0 6 350	101 10 300	134 13 700	153 15 600	305 31 000	459 47 000
BST55X120-1B BST55X120-1BLXL	55	120	20	1	0,6	66,5 6 750	108 11 000	143 14 600	183 18 700	365 37 500	550 56 000
BST60X120-1B BST60X120-1BLXL	60	120	20	1	0,6	66,5 6 750	108 11 000	143 14 600	183 18 700	365 37 500	550 56 000

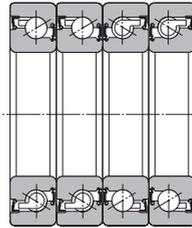
① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_s$ .



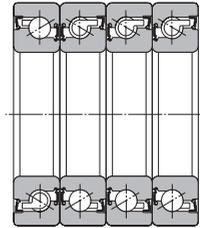
Eine Reihe trägt die Axiallast (DB)



Zwei Reihen tragen die Axiallast (DBT)



Zwei Reihen tragen die Axiallast (DTBT)



Drei Reihen tragen die Axiallast (DBTT)

Anschlussmaße				Fettfrei- raum cm <sup>3</sup> Einzellager	max. statische Axialbelastung		
mm					1	2	3
d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>		kN	kgf	
29,9	27,1	37,1	40,8	3,3	25,7	51,5	77,0
	25,7		41,2		2 620	5 250	7 850
29,9	27,1	37,1	40,8	3,3	25,7	51,5	77,0
	25,7		41,2		2 620	5 250	7 850
44,4	41,6	51,6	55,3	4,6	40,0	80,5	121
	40,2		55,7		4 100	8 200	12 300
44,4	41,6	51,6	55,3	4,6	40,0	80,5	121
	40,2		55,7		4 100	8 200	12 300
52,4	49,6	59,6	63,2	5,4	47,5	95,0	143
	48,2		63,7		4 850	9 700	14 600
52,4	49,6	59,6	63,2	5,4	47,5	95,0	143
	48,2		63,7		4 850	9 700	14 600
64,8	60,7	75,2	80,4	12	88,5	177	265
	59,1		81,6		9 000	18 000	27 000
58,4	55,6	65,6	69,2	6,0	52,5	177	158
	54,2		69,7		5 350	10 700	16 100
75,8	71,7	86,2	91,4	13	104	208	315
	70,1		92,6		10 600	21 200	32 000
75,8	71,7	86,2	91,4	13	104	208	315
	70,1		92,6		10 600	21 200	32 000
75,8	71,7	86,2	91,4	13	104	208	315
	70,1		92,6		10 600	21 200	32 000
90,8	86,7	101,2	106,4	16	124	249	375
	85,1		107,6		12 700	25 400	38 000
90,8	86,7	101,2	106,4	16	124	249	375
	85,1		107,6		12 700	25 400	38 000

**ULTAGE** Axialschräggugellager für Kugelgewindetriebe Bauform 2A-BST

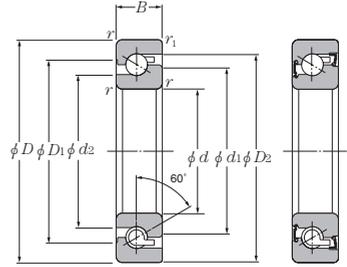
Druckwinkel 60°  $d$  17~60mm

dynamisch äquivalente Belastung  $P_a = XF_r + YF_a$

Anzahl der Reihen in der Lageranordnung		2		3			4			
Anzahl der Reihen, die Axialbelastung aufnehmen		1	2	1	2	3	1	2	3	4
$F_a / F_r \leq 2,17$	X	1,90	—	1,43	2,32	—	1,17	1,90	2,52	—
	Y	0,55	—	0,76	0,35	—	0,88	0,55	0,26	—
$F_a / F_r > 2,17$	X	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
	Y	1	1	1	1	1	1	1	1	1

statisch äquivalente Belastung

$P_{0a} = F_a + 3,9BF_r$



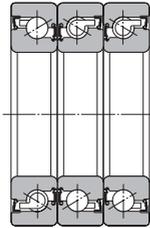
nicht abgedichtet      Abgedichtet

Kurzzeichen	Abmessungen					dynamische Tragzahl			statische Tragzahl		
	mm					$C_a$			$C_{0a}$		
	$d$	$D$	$B$	$r_s$ min <sup>①</sup>	$r_{1s}$ min <sup>①</sup>	1	2	3	1	2	3
2A-BST17X47-1B 2A-BST17X47-1BLXL	17	47	15	1	0,6	24,3 2 470	39,5 4 000	52,5 5 350	37,5 3 850	75,0 7 650	113 11 500
2A-BST20X47-1B 2A-BST20X47-1BLXL	20	47	15	1	0,6	24,3 2 470	39,5 4 000	52,5 5 350	37,5 3 850	75,0 7 650	113 11 500
2A-BST25X62-1B 2A-BST25X62-1BLXL	25	62	15	1	0,6	29,2 2 980	47,5 4 850	63,0 6 450	59,0 6 050	118 12 100	177 18 100
2A-BST30X62-1B 2A-BST30X62-1BLXL	30	62	15	1	0,6	29,2 2 980	47,5 4 850	63,0 6 450	59,0 6 050	118 12 100	177 18 100
2A-BST35X72-1B 2A-BST35X72-1BLXL	35	72	15	1	0,6	31,0 3 150	50,5 5 150	67,0 6 850	70,0 7 150	140 14 300	210 21 400
2A-BST40X72-1B 2A-BST40X72-1BLXL	40	72	15	1	0,6	31,0 3 150	50,5 5 150	67,0 6 850	70,0 7 150	140 14 300	210 21 400
2A-BST40X90-1B 2A-BST40X90-1BLXL	40	90	20	1	0,6	58,5 6 000	95,0 9 700	126 12 900	130 13 300	261 26 600	390 40 000
2A-BST45X75-1B 2A-BST45X75-1BLXL	45	75	15	1	0,6	32,0 3 300	52,0 5 350	69,5 7 100	77,5 7 900	155 15 800	232 23 700
2A-BST45X100-1B 2A-BST45X100-1BLXL	45	100	20	1	0,6	62,0 6 350	101 10 300	134 13 700	153 15 600	305 31 000	459 47 000
2A-BST50X100-1B 2A-BST50X100-1BLXL	50	100	20	1	0,6	62,0 6 350	101 10 300	134 13 700	153 15 600	305 31 000	459 47 000
2A-BST55X100-1B 2A-BST55X100-1BLXL	55	100	20	1	0,6	62,0 6 350	101 10 300	134 13 700	153 15 600	305 31 000	459 47 000
2A-BST55X120-1B 2A-BST55X120-1BLXL	55	120	20	1	0,6	66,5 6 750	108 11 000	143 14 600	183 18 700	365 37 500	550 56 000
2A-BST60X120-1B 2A-BST60X120-1BLXL	60	120	20	1	0,6	66,5 6 750	108 11 000	143 14 600	183 18 700	365 37 500	550 56 000

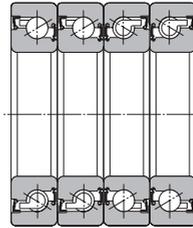
① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .



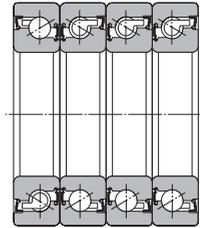
Eine Reihe trägt die Axiallast (DB)



Zwei Reihen tragen die Axiallast (DBT)



Zwei Reihen tragen die Axiallast (DTBT)



Drei Reihen tragen die Axiallast (DBTT)

Anschlussmaße				Fettfrei- raum cm <sup>3</sup> Einzellager	max. statische Axialbelastung		
mm					1	2	3
<i>d</i> <sub>1</sub>	<i>d</i> <sub>2</sub>	<i>D</i> <sub>1</sub>	<i>D</i> <sub>2</sub>		kN	kgf	
29,9	27,1 25,7	37,1	40,8 41,2	4,3	25,7 2 620	51,5 5 250	77,0 7 850
29,9	27,1 25,7	37,1	40,8 41,2	6,3	25,7 2 620	51,5 5 250	77,0 7 850
44,4	41,6 40,2	51,6	55,3 55,7	6,1	40,0 4 100	80,5 8 200	121 12 300
44,4	41,6 40,2	51,6	55,3 55,7	6,1	40,0 4 100	80,5 8 200	121 12 300
52,4	49,6 48,2	59,6	63,2 63,7	7,1	47,5 4 850	95,0 9 700	143 14 600
52,4	49,6 48,2	59,6	63,2 63,7	7,1	47,5 4 850	95,0 9 700	143 14 600
64,8	60,7 59,1	75,2	80,4 81,6	17	88,5 9 000	177 18 000	265 27 000
58,4	55,6 54,2	65,6	69,2 69,7	7,9	52,5 5 350	177 10 700	158 16 100
75,8	71,7 70,1	86,2	91,4 92,6	20	104 10 600	208 21 200	315 32 000
75,8	71,7 70,1	86,2	91,4 92,6	20	104 10 600	208 21 200	315 32 000
75,8	71,7 70,1	86,2	91,4 92,6	20	104 10 600	208 21 200	315 32 000
90,8	86,7 85,1	101,2	106,4 107,6	17	124 12 700	249 25 400	375 38 000
90,8	86,7 85,1	101,2	106,4 107,6	16	124 12 700	249 25 400	375 38 000

**ULTAGE** Schrägkugellager des Kugelumlaufspindel-Stützlagers Typ BST, Typ 2A-BS

Druckwinkel 60°  $d$  17~60mm

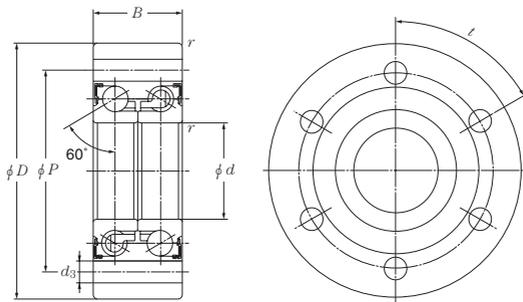
Lagerkurzzeichen	Grundlegende Vorspannung : -1B											
	Doppelreihe (Typen DF und DB)				Dreifachreihe (Typen DFT und DBT)				Vierfachreihe (WTypen DTFT und DTBT)			
	Vorspannung		Axiale Federkonstante		Vorspannung		Axiale Federkonstante		Vorspannung		Axiale Federkonstante	
	N	kgf	N/ $\mu$ m	kgf/ $\mu$ m	N	kgf	N/ $\mu$ m	kgf/ $\mu$ m	N	kgf	N/ $\mu$ m	kgf/ $\mu$ m
BST17X47 2A-BST17X47	2 060	210	635	65	2 840	290	930	95	4 100	420	1 270	130
BST20X47 2A-BST20X47	2 060	210	635	65	2 840	290	930	95	4 100	420	1 270	130
BST25X62 2A-BST25X62	3 250	330	980	100	4 400	450	1 370	140	6 450	660	1 960	200
BST30X62 2A-BST30X62	3 250	330	980	100	4 400	450	1 370	140	6 450	660	1 960	200
BST35X72 2A-BST35X72	3 800	390	1130	115	5 200	530	1 620	165	7 650	780	2 260	230
BST40X72 2A-BST40X72	3 800	390	1130	115	5 200	530	1 620	165	7 650	780	2 260	230
BST40X90 2A-BST40X90	7 050	720	1470	150	9 600	980	2 110	215	14 100	1 440	2 940	300
BST45X75 2A-BST45X75	4 200	430	1230	125	5 700	580	1 770	180	8 450	860	2 500	255
BST45X100 2A-BST45X100	8 250	840	1720	175	11 200	1 140	2 450	250	16 500	1 680	3 450	350
BST50X100 2A-BST50X100	8 250	840	1720	175	11 200	1 140	2 450	250	16 500	1 680	3 450	350
BST55X100 2A-BST55X100	8 250	840	1720	175	11 200	1 140	2 450	250	16 500	1 680	3 450	350
BST55X120 2A-BST55X120	9 900	1 010	2010	205	13 400	1 370	2 890	295	19 800	2 020	4 050	415
BST60X120 2A-BST60X120	9 900	1 010	2010	205	13 400	1 370	2 890	295	19 800	2 020	4 050	415

HINWEIS: Die Vorspannungswerte wurden an zusammenpassenden Lagern ermittelt.  
Die Federkonstanten repräsentieren die axialen Federkonstanten an Lagern, bei denen die in der Tabelle aufgelisteten Vorspannungswerte angelegt wurden.

Lagerkurzzeichen	Geringe Vorspannung : -11B											
	Doppelreihe (Typen DF und DB)				Dreifachreihe (Typen DFT und DBT)				Vierfachreihe (WTypen DTFT und DTBT)			
	Vorspannung		Axiale Federkonstante		Vorspannung		Axiale Federkonstante		Vorspannung		Axiale Federkonstante	
	N	kgf	N/ $\mu$ m	kgf/ $\mu$ m	N	kgf	N/ $\mu$ m	kgf/ $\mu$ m	N	kgf	N/ $\mu$ m	kgf/ $\mu$ m
BST17X47 2A-BST17X47	1 000	102	490	50	1 370	140	735	75	1 960	200	980	100
BST20X47 2A-BST20X47	1 000	102	490	50	1 370	140	735	75	1 960	200	980	100
BST25X62 2A-BST25X62	1 470	150	735	75	1 960	200	1 080	110	2 940	300	1 470	150
BST30X62 2A-BST30X62	1 560	159	735	75	2 160	220	1 080	110	3 150	320	1 470	150
BST35X72 2A-BST35X72	1 760	180	885	90	2 350	240	1 270	130	3 550	360	1 770	180
BST40X72 2A-BST40X72	1 860	190	885	90	2 550	260	1 270	130	3 700	380	1 770	180
BST40X90 2A-BST40X90	2 370	240	980	100	3 230	330	1 470	150	4 700	480	2 060	210
BST45X75 2A-BST45X75	2 000	200	980	100	2 650	270	1 370	140	3 900	400	1 960	200
BST45X100 2A-BST45X100	2 880	290	1 180	120	3 800	390	1 770	180	5 700	580	2 450	250
BST50X100 2A-BST50X100	3 010	310	1 180	120	4 100	420	1 770	180	6 100	620	2 450	250
BST55X100 2A-BST55X100	3 010	310	1 180	120	4 100	420	1 770	180	6 100	620	2 450	250
BST55X120 2A-BST55X120	3 520	360	1 370	140	4 800	490	2 060	210	7 050	720	2 840	290
BST60X120 2A-BST60X120	3 520	360	1 370	140	4 800	490	2 060	210	7 050	720	2 840	290

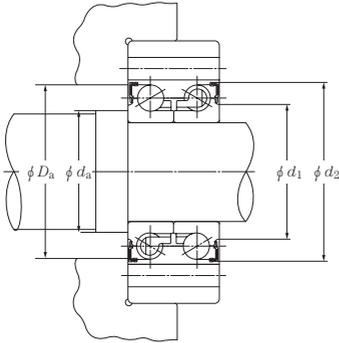
**ULTAGE** Einheit mit zweireihigem Axial-Schräglager für Stützlager von Kugelgewindetriebe BSTU LLX-Modell

$d$  20~100mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen						Tragzahl				Zulässige Axiallast		Grenzdrehzahl min <sup>-1</sup> Fettschmierung	Bordmaße	
	mm						dynamisch	statisch	dynamisch	statisch	kN	kgf		d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>
	d	D	B	r <sub>min</sub> <sup>①</sup>	P	d <sub>3</sub>	C <sub>a</sub>	C <sub>a</sub>	C <sub>oa</sub>	C <sub>oa</sub>	(statisch)				
BSTU2068LLX	20	68	28	0,6	53	6,8	31,0	3 200	48,0	4 900	24,0	2 450	6 000	30,1	43
BSTU2575LLX	25	75	28	0,6	58	6,8	34,0	3 450	58,0	5 950	28,5	2 910	5 000	36,1	49
BSTU3080LLX	30	80	28	0,6	63	6,8	36,5	3 700	68,5	6 950	33,0	3 350	4 500	41,1	54
BSTU30100LLX	30	100	38	0,6	80	8,8	73,5	7 500	121	12 400	61,5	6 250	4 000	47,1	65
BSTU40100LLX	40	100	34	0,6	80	8,8	52,0	5 300	106	10 800	50,5	5 150	3 500	54,1	68,9
BSTU40115LLX	40	115	46	0,6	94	8,8	89,0	9 050	167	17 000	82,5	8 400	3 200	61,1	80,2
BSTU90190LLX	90	190	55	0,6	165	11	158	16 100	415	42 000	195	19 900	1 700	116,1	138,7
BSTU100200LLX	100	200	55	0,6	175	11	160	16 300	435	44 500	205	20 900	1 500	128,1	150,7

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung r.



dynamisch äquivalente Belastung

$$P_a = X F_r + Y F_a$$

e	$F_a / F_r \leq e$		$F_a / F_r > e$	
	X	Y	X	Y
2.17	1.90	0.55	0.92	1

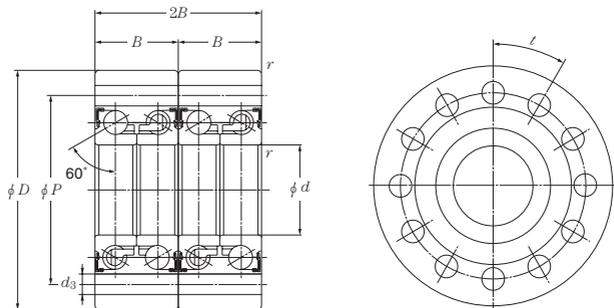
statisch äquivalente Belastung

$$P_{0a} = F_a + 3.98 F_r$$

Anschlussmaße		Befestigungsschraube am Außenring		Vorspannungslast		Gewicht	Lagerreibungs- moment	Lagersteifigkeit axial	Kippsteifig- keit	Massenträgheits moment	Lagerkurzzeichen
$D_a$ max.	$d_a$ min.	Größe	Anzahl $\times l$	N	kgf	kg (Ca.)	Nm (Ca.)	N/μm	Nm/mrad	kg · cm <sup>2</sup>	
42	26	M6	4×90°	2 100	215	0,60	0,2	675	150	0,25	BSTU2068LLX
48	32	M6	4×90°	2 400	245	0,72	0,3	790	230	0,45	BSTU2575LLX
53	37	M6	6×60°	2 700	275	0,78	0,3	900	315	0,68	BSTU3080LLX
64	39	M8	8×45°	4 800	490	1,71	0,8	1 040	500	1,99	BSTU30100LLX
68	49	M8	4×90°	3 200	325	1,46	0,4	1 050	610	2,16	BSTU40100LLX
80	52	M8	12×30°	5 800	590	2,57	1,0	1 260	960	5,52	BSTU40115LLX
137	104	M10	8×45°	8 200	835	7,95	1,5	2 010	4 700	60,0	BSTU90910LLX
150	116	M10	8×45°	8 800	900	8,47	1,7	2 130	5 800	83,8	BSTU100200LLX

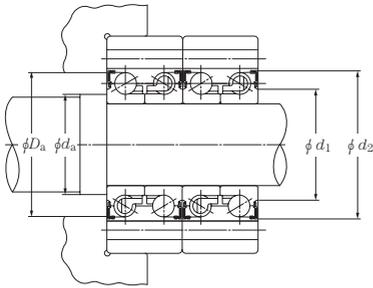
**ULTAGE** Einheit mit zweireihigem Axial-Schräggugellager für Stützlager von Kugelgewindetriebe BSTU LLX D2-Modell

$d$  20~40mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen						Tragzahl				Zulässige Axiallast		Grenzdrehzahl min <sup>-1</sup> Fettschmierung	Bordmaße	
	mm						dynamisch	statisch	dynamisch	statisch	kN	kgf		d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>
	$d$	$D$	$B$	$r_{min}$ ①	$P$	$d_3$	kN	kgf	kN	kgf					
BSTU2068LLXD2	20	68	56	0,6	53	6,8	50,5	5 150	96,0	9 800	48,0	4 900	6 000	30,1	43
BSTU2575LLXD2	25	75	56	0,6	58	6,8	55,0	5 600	116	11 900	57,0	5 820	5 000	36,1	49
BSTU3080LLXD2	30	80	56	0,6	63	6,8	59,0	6 000	137	13 900	65,0	6 700	4 500	41,1	54
BSTU40100LLXD2	40	100	68	0,6	80	8,8	84,0	8 600	212	21 600	101	10 300	3 500	54,1	68,9
BSTU40115LLXD2	40	115	92	0,6	94	8,8	144	14 700	335	34 000	165	16 800	3 200	61,1	80,2

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$ .



dynamisch äquivalente Belastung

$$P_a = X F_r + Y F_a$$

e	$F_a / F_r \leq e$		$F_a / F_r > e$	
	X	Y	X	Y
2.17	—	—	0.92	1

statisch äquivalente Belastung

$$P_{0a} = F_a + 3.98 F_r$$

Anschlussmaße		Befestigungsschraube am Außenring		Vorspannungslast		Gewicht	Lagerreibungsmoment	Lagersteifigkeit axial	Kippsteifigkeit	Massenträgheitsmoment	Lagerkurzzeichen
$D_a$	$d_a$	Größe	Anzahl $\times l$	N	kgf	kg	Nm	N/ $\mu$ m	Nm/mrad	kg · cm <sup>2</sup>	
max.	min.					(Ca.)	(Ca.)				
42	26	M6	8×45 <sup>*</sup>	4 200	430	1,20	0,5	1 350	340	0,50	<b>BSTU2068LLXD2</b>
48	32	M6	8×45 <sup>*</sup>	4 800	490	1,44	0,5	1 580	510	0,90	<b>BSTU2575LLXD2</b>
53	37	M6	12×30 <sup>*</sup>	5 400	550	1,56	0,6	1 800	690	1,36	<b>BSTU3080LLXD2</b>
68	49	M8	8×45 <sup>*</sup>	6 350	650	2,92	0,8	2 100	1 310	4,32	<b>BSTU40100LLXD2</b>
80	52	M8	12×30 <sup>*</sup>	11 600	1 180	5,14	2,0	2 520	2 150	11,0	<b>BSTU40115LLXD2</b>

Schräggugellager für hohe Axiallast Bauform HT

Druckwinkel 30° d 6~40mm

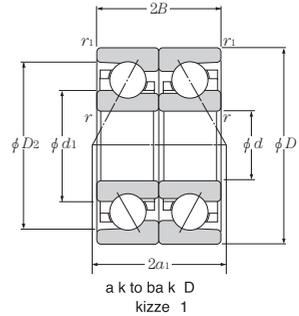
dynamisch äquivalente Belastung

$P_a = XF_r + YF_a$

Anzahl der Reihen in der Lageranordnung	2		3			4				
	1	2	1	2	3	1	2	3	4	
$F_a / F_r \leq 0.80$	X	0.81	—	0.61	0.99	—	0.50	0.81	1.07	—
	Y	0.63	—	0.88	0.40	—	1.02	0.63	0.30	—
$F_a / F_r > 0.80$	X	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51
	Y	1	1	1	1	1	1	1	1	1

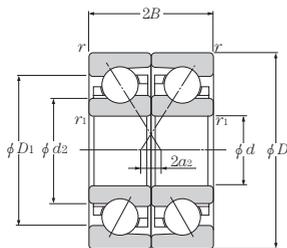
statisch äquivalente Belastung

$P_{0a} = 1.52F_r + F_a$

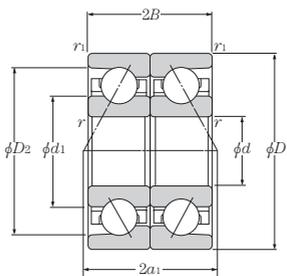


Lagerkurzzeichen		Abmessungen					Tragzahlen				Anschlussmaße				Druckkegel- spitze		Skizze
Back-to-back (DB)	Face-to-face (DF)	mm					dynamisch kN	statisch kN	dynamisch kgf	statisch kgf	mm				DB a1	DF a2	
		d	D	2B	r <sub>5 min</sub> <sup>1</sup>	r <sub>15 min</sub> <sup>1</sup>	C <sub>a</sub>	C <sub>0a</sub>	C <sub>a</sub>	C <sub>0a</sub>	d1	d2	D1	D2			
79M6ADB	79M6ADF	6	15	10	0,2	0,1	2,05	2,09	209	213	9,9	8,4	11,1	12,9	11,1	1,1	1
70M6DB	70M6DF	6	17	12	0,3	0,15	2,67	2,41	273	246	9,8	—	13,2	14,8	12,7	0,7	2
79M8ADB	79M8ADF	8	19	12	0,3	0,15	2,93	3,25	298	335	12,6	10,9	14,4	16,4	13,9	1,9	1
70M8DB	70M8DF	8	22	14	0,3	0,15	4,40	4,40	450	445	12,8	—	17,2	19,1	15,8	1,8	2
7000HTDB	7000HTDF	10	26	16	0,3	0,15	6,10	6,30	620	640	15,5	—	20,3	22,7	18,4	2,4	2
7001HTDB	7001HTDF	12	28	16	0,3	0,15	6,65	7,45	680	760	18,1	—	22,9	25,4	20,0	4,0	2
7002HTDB	7002HTDF	15	32	18	0,3	0,15	7,60	9,50	775	970	21,1	—	25,9	28,4	22,7	4,7	2
7203HTDB	7203HTDF	17	40	24	0,6	0,3	13,8	16,4	1 400	1 670	25,0	—	32,0	36,2	28,8	4,8	2
7004HTDB	7004HTDF	20	42	24	0,6	0,3	12,8	17,0	1 300	1 730	28,4	—	34,7	38,1	30,3	6,3	2
7204HTDB	7204HTDF	20	47	28	1,0	0,6	17,9	23,1	1 830	2 360	30,5	—	38,6	42,7	34,1	6,1	2
7205HTDB	7205HTDF	25	52	30	1,0	0,6	20,2	28,8	2 060	2 940	35,0	—	43,0	47,2	37,7	7,7	2
7206HTDB	7206HTDF	30	62	32	1,0	0,6	28,1	41,5	2 860	4 200	41,7	—	51,4	56,3	43,1	11,1	2
7207HTDB	7207HTDF	35	72	34	1,1	0,6	37,0	56,0	3 800	5 750	47,9	—	59,2	64,9	48,2	14,2	2
7208HTDB	7208HTDF	40	80	36	1,1	0,6	44,0	71,0	4 500	7 200	54,0	—	66,0	72,2	52,9	16,9	2

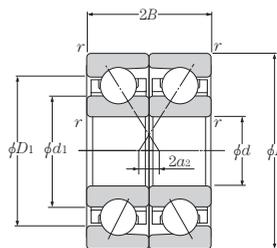
- 1 Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung r oder r<sub>1</sub>.
- 2 Die Anzahl der Reihen repräsentiert die Anzahl der Lager, von denen die Axiallast aufgenommen wird.
- 3 Die Vorspannungswerte wurden an zusammenpassenden Lagern ermittelt.
- 4 Die Federkonstanten repräsentieren die axialen Federkonstanten an Lagern, bei denen die in der Tabelle aufgelisteten Vorspannungswerte angelegt wurden.



Face to face (DF)  
Skizze 1



Back to back (DB)  
Skizze 2

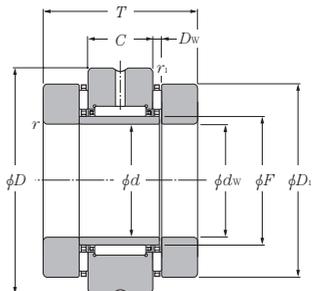


Face to face (DF)  
Skizze 2

max. statische <sup>②</sup> statische Axialbelastung kN    kgf		Vorspannung		mittlere Vorspannung (GM)				Losbrech- moment N·mm (ca.)		Vorspannung hohe Vorspannung (GH)		Losbrech- moment N·mm (ca.)											
		Vorspannung <sup>③</sup>		Axiale Federkonstante <sup>④</sup>						Vorspannung <sup>③</sup>		Axiale Federkonstante <sup>④</sup>											
		DB	DBT	N/μm		kgf/μm		DB	DBT	DB	DBT	DB	DBT	DB	DBT								
1	2	DF	DFT	DF	DFT	DF	DFT	DF	DFT	DF	DFT	DF	DFT	DF	DFT								
1,83	187	3,66	374	20	2	27	3	37	3,8	55	5,6	0,4	0,6	39	4	53	5,5	48	4,9	67	6,8	1,0	1,1
1,01	103	2,02	206	29	3	39	4	37	3,8	53	5,4	0,8	1,0	49	5	67	7	45	4,6	65	6,6	1,5	2,2
2,14	219	4,28	438	29	3	39	4	48	4,9	68	6,9	0,7	0,9	59	6	80	8	62	6,3	88	9,0	1,7	2,3
1,53	156	3,06	312	49	5	67	7	52	5,3	75	7,6	1,6	2,2	98	10	133	14	67	6,9	97	9,9	4,0	5,7
3,10	314	6,20	628	147	15	200	20	82	8,4	116	11,8	7,4	9,7	196	20	266	27	92	9,4	131	13,3	11,0	14,7
3,25	331	6,50	662	147	15	200	20	88	9,0	125	12,7	7,2	9,5	196	20	266	27	99	10,1	140	14,3	10,8	14,4
4,00	407	8,00	814	147	15	200	20	100	10,2	141	14,4	6,9	9,1	294	30	400	41	131	13,4	187	19,1	18,1	24,7
5,85	595	11,7	1190	294	30	400	41	126	12,9	180	18,4	20,5	27,9	390	40	530	54	141	14,4	201	20,5	30,5	40,8
7,55	770	15,1	1540	294	30	400	41	139	14,2	199	20,3	19,3	26,2	490	50	665	68	170	17,3	242	24,7	39,3	53,1
9,50	970	19,0	1940	490	50	665	68	168	17,2	240	24,5	41,5	56,1	785	80	1070	109	203	20,7	289	29,5	79,7	108
11,5	1170	23,0	2340	490	50	665	68	188	19,2	269	27,4	39,7	53,7	785	80	1070	109	226	23,1	323	32,9	76,4	104
16,3	1660	32,6	3320	490	50	665	68	197	20,0	281	28,6	41,3	55,8	785	80	1070	109	235	24,0	336	34,2	79,4	108
21,9	2230	43,8	4470	885	90	1200	122	255	26,0	363	37,1	96,4	130	1470	150	2000	204	311	31,7	443	45,2	196	265
27,1	2770	54,2	5540	885	90	1200	122	272	27,8	389	39,6	95,8	129	1470	150	2000	204	331	33,8	473	48,2	195	264

Radial-Axialnadellager Bauform AXN

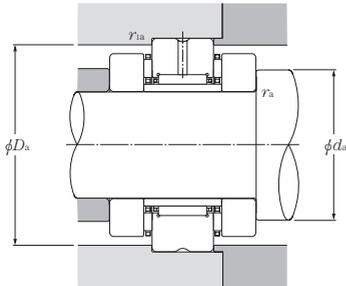
$d$  20~50mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen										Tragzahlen								
	$d$	$d_w$	$D$	$D_1$	mm		$F$	$D_w$	$r_3$ min	$r_1$ min	dynamisch		statisch		dynamisch		statisch		
					$T$	$C$					radial kN	radial kgf	radial kN	radial kgf	axial kN	axial kN			
					$\begin{matrix} -0,20 \\ -0,50 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 0 \\ -0,370 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 0 \\ -0,130 \end{matrix}$				$C_r$	$C_{or}$	$C_r$	$C_{or}$	$C_a$	$C_{oa}$			
AXN2052	20	20	$\begin{matrix} +0,061 \\ +0,040 \end{matrix}$	52	42	40	16	25	2	0,6	0,6	15,1	22,4	1 540	2 280	14,6	58,0		
AXN2557	25	25	$\begin{matrix} +0,061 \\ +0,040 \end{matrix}$	57	47	44	20	30	2	0,6	0,6	22,1	34,0	2 260	3 500	16,3	69,5		
AXN3062	30	30	$\begin{matrix} +0,061 \\ +0,040 \end{matrix}$	62	52	44	20	35	2	0,6	0,6	24,8	41,5	2 520	4 250	17,8	81,5		
AXN3570	35	35	$\begin{matrix} +0,075 \\ +0,050 \end{matrix}$	70	60	48	20	40	3	1	0,6	26,4	47,0	2 700	4 800	27,4	110		
AXN4075	40	40	$\begin{matrix} +0,075 \\ +0,050 \end{matrix}$	75	65	48	20	45	3	1	0,6	28,0	52,5	2 860	5 400	29,8	128		
AXN4580	45	45	$\begin{matrix} +0,075 \\ +0,050 \end{matrix}$	80	70	54	25	50	3	1	0,6	38,5	74,5	3 950	7 550	31,5	143		
AXN5090	50	50	$\begin{matrix} +0,075 \\ +0,050 \end{matrix}$	90	78	54	25	55	3	1	0,6	41,0	82,0	4 150	8 400	38,0	186		

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung  $r$  oder  $r_1$ .

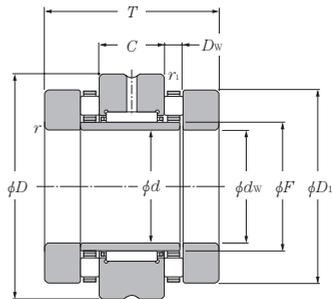
② Losbrechmoment bei Standardvorspannung.



Tragzahlen		Grenzdrehzahl		radiale Lagerluft		Einbaumaße				Vorspannung N	Losbrechmoment N · mm	Gewicht kg	Lagerkurzzeichen
dynamisch	statisch	min <sup>-1</sup>		μm		mm							
axial	axial	Fett-	Öl-	min.	max.	d <sub>a</sub> min.	D <sub>a</sub> max.	r' <sub>as</sub> max.	r <sub>1as</sub> max.				
C <sub>a</sub>	C <sub>0a</sub>	schmierung	schmierung										
1 490	5 900	1 800	7 000	10	30	39	46	0,6	0,6	1 300	330	0,400	AXN2052
1 660	7 100	1 500	6 000	10	30	44	51	0,6	0,6	1 450	400	0,520	AXN2557
1 820	8 300	1 400	5 500	10	40	50	56	0,6	0,6	1 600	550	0,590	AXN3062
2 790	11 300	1 200	4 700	10	40	56	64	1	0,6	2 450	900	0,800	AXN3570
3 050	13 100	1 100	4 300	10	40	62	69	1	0,6	2 650	1 050	0,890	AXN4075
3 250	14 500	1 000	3 900	10	40	67	74	1	0,6	2 800	1 200	1,00	AXN4580
3 850	19 000	900	3 500	15	50	75	83	1	0,6	3 400	1 600	1a42	AXN5090

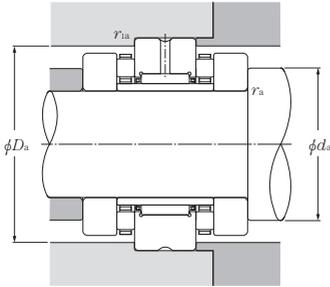
Radial-Axialnadellager Bauform ARN

d 20~70mm



Lagerkurzzeichen	Abmessungen										Tragzahlen							
	d	d <sub>w</sub>	D	D <sub>1</sub>	mm		F	D <sub>w</sub>	r <sub>s</sub> min <sup>①</sup>	r <sub>1s</sub> min <sup>②</sup>	dynamisch		statisch		dynamisch		statisch	
					T	C					radial kN	radial kgf	radial kN	radial kgf	axial kN	axial kN		
ARN2052T2	20	20	$\begin{smallmatrix} +0,061 \\ +0,040 \end{smallmatrix}$	52	42	46	16	25	5	0,6	0,6	15,1	22,4	1 540	2 280	27,3	68,0	
ARN2062	20	20	$\begin{smallmatrix} +0,061 \\ +0,040 \end{smallmatrix}$	62	52	60	20	30	7,5	1	0,6	22,1	34,0	2 260	3 500	53,5	129	
ARN2557T2	25	25	$\begin{smallmatrix} +0,061 \\ +0,040 \end{smallmatrix}$	57	47	50	20	30	5	0,6	0,6	22,1	34,0	2 260	3 500	27,8	72,5	
ARN2572	25	25	$\begin{smallmatrix} +0,061 \\ +0,040 \end{smallmatrix}$	72	62	60	20	35	7,5	1	0,6	24,8	41,5	2 520	4 250	54,5	139	
ARN3062T2	30	30	$\begin{smallmatrix} +0,061 \\ +0,040 \end{smallmatrix}$	62	52	50	20	35	5	0,6	0,6	24,8	41,5	2 520	4 250	31,0	87,0	
ARN3080	30	30	$\begin{smallmatrix} +0,061 \\ +0,040 \end{smallmatrix}$	80	68	66	20	40	9	1	0,6	26,4	47,0	2 700	4 800	74,5	190	
ARN3570T2	35	35	$\begin{smallmatrix} +0,075 \\ +0,050 \end{smallmatrix}$	70	60	54	20	40	6	1	0,6	26,4	47,0	2 700	4 800	43,0	121	
ARN3585	35	35	$\begin{smallmatrix} +0,075 \\ +0,050 \end{smallmatrix}$	85	73	66	20	45	9	1	0,6	28,0	52,5	2 860	5 400	82,0	222	
ARN4075T2	40	40	$\begin{smallmatrix} +0,075 \\ +0,050 \end{smallmatrix}$	75	65	54	20	45	6	1	0,6	28,0	52,5	2 860	5 400	45,5	135	
ARN4090	40	40	$\begin{smallmatrix} +0,075 \\ +0,050 \end{smallmatrix}$	90	78	75	25	50	9	1	0,6	38,5	74,5	3 950	7 550	85,0	238	
ARN4580T2	45	45	$\begin{smallmatrix} +0,075 \\ +0,050 \end{smallmatrix}$	80	70	60	25	50	6	1	0,6	38,5	74,5	3 950	7 550	48,0	150	
ARN45105	45	45	$\begin{smallmatrix} +0,075 \\ +0,050 \end{smallmatrix}$	105	90	82	25	55	11	1	0,6	41,0	82,0	4 150	8 400	121	340	
ARN5090	50	50	$\begin{smallmatrix} +0,075 \\ +0,050 \end{smallmatrix}$	90	78	60	25	55	6	1	0,6	41,0	82,0	4 150	8 400	62,5	215	
ARN50110	50	50	$\begin{smallmatrix} +0,075 \\ +0,050 \end{smallmatrix}$	110	95	82	25	60	11	1,1	0,6	41,0	85,0	4 200	8 700	125	365	
ARN55115	55	55	$\begin{smallmatrix} +0,080 \\ +0,060 \end{smallmatrix}$	115	100	82	25	65	11	1,1	0,6	44,5	98,0	4 550	10 000	130	385	
ARN60120	60	60	$\begin{smallmatrix} +0,080 \\ +0,060 \end{smallmatrix}$	120	105	82	25	70	11	1,1	0,6	45,0	91,5	4 600	9 350	134	410	
ARN65125	65	65	$\begin{smallmatrix} +0,080 \\ +0,060 \end{smallmatrix}$	125	110	82	25	75	11	1,1	0,6	55,0	104	5 600	10 600	138	435	
ARN70130	70	70	$\begin{smallmatrix} +0,080 \\ +0,060 \end{smallmatrix}$	130	115	82	25	80	11	1,1	0,6	57,0	119	5 800	12 200	142	460	

① Minimal zulässiger Wert für die Kantenverkürzung r oder r<sub>s</sub>.  
 ② Anfangsmoment in Relation zur Standardvorspannung.



Tragzahlen		Grenzdrehzahl		radiale Lagerluft		Einbaumaße				Vorspannung N	Losbrechmoment N · mm	Gewicht kg	Lagerkurzzeichen
dynamisch	statisch	min <sup>-1</sup>	Öl-schmierung	μm		mm							
axial	axial			Fett-	schmierung	min.	max.	$d_a$ min.	$D_a$ max.	$r_{as}$ max.	$r_{1as}$ max.		
$C_a$	$C_{0a}$												
2 780	6 900	1 800	7 000	10	30	39	46	0,6	0,6	2 500	430	0,440	ARN2052T2
5 450	13 100	1 500	6 000	10	30	48	56	1	0,6	4 950	1 150	0,910	ARN2062
2 840	7 400	1 500	6 000	10	30	44	51	0,6	0,6	2 600	500	0,560	ARN2557T2
5 550	14 200	1 200	4 900	10	40	56	66	1	0,6	5 050	1 400	1,22	ARN2572
3 150	8 900	1 400	5 500	10	40	49	56	0,6	0,6	2 900	650	0,630	ARN3062T2
7 600	19 400	1 100	4 400	10	40	63	73	1	0,6	6 900	2 100	1,54	ARN3080
4 350	12 400	1 200	4 800	10	40	56	64	1	0,6	3 950	1 050	0,850	ARN3570T2
8 350	22 600	1 000	4 100	10	40	68	77	1	0,6	7 600	2 500	1,67	ARN3585
4 650	13 800	1 100	4 400	10	40	61	69	1	0,6	4 200	1 250	0,930	ARN4075T2
8 650	24 200	950	3 800	10	40	73	87	1	0,6	7 850	2 850	2,15	ARN4090
4 900	15 300	1 000	4 000	10	40	66	74	1	0,6	4 450	1 550	1,16	ARN4580T2
12 300	34 500	850	3 300	15	50	83	96	1	0,6	11 200	4 350	3,16	ARN45105
6 350	21 900	900	3 600	15	50	75	83	1	0,6	5 800	2 050	1,48	ARN5090
12 800	37 000	800	3 100	15	50	88	101	1	0,6	11 600	4 900	3,38	ARN50110
13 200	39 500	750	2 900	15	50	93	106	1	0,6	12 000	5 500	3,61	ARN55115
13 700	42 000	700	2 700	15	50	98	111	1	0,6	12 400	6 000	3,81	ARN60120
14 100	44 500	650	2 600	15	50	103	116	1	0,6	12 800	6 500	4,00	ARN65125
14 500	47 000	650	2 500	15	50	106	121	1	0,6	13 200	7 000	4,25	ARN70130

# 14. NTN Produkte

## Kurvenrollen für Palettenwechsler

Kurvenrollen werden häufig für Werkstück-Transportsysteme (wie z. B. Palettenwechsler) an Werkzeugmaschinen (wie Bearbeitungszentren) verwendet, um hohe, von diesen Systemen erzeugte Belastungen zu übertragen.

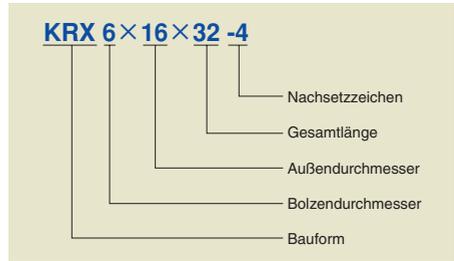
NTN liefert verschiedene Ausführungen von optimierten Kurvenrollen, die einbaufertig für Palettenwechsler entwickelt worden sind.

### ① Aufbau und Eigenschaften

- Die Wandstärke des Außenrings ist für hohe, stoßartige Belastung ausgelegt.
- Die NTN Kurvenrollen für Palettenwechsler besitzen eine kompakte Konstruktion und können einfach durch Festziehen einer Befestigungsschraube montiert werden.
- Der Außendurchmesser, die Außenringbreite und der Bolzendurchmesser sind identisch mit den Standardkurvenrollen von NTN (Bauform KR).
- Die NTN Kurvenrollen für Palettenwechsler sind lebensdauer geschmiert nicht nachschmierbar, da die Laufzeit der Rollen in der Regel nicht sehr hoch ist. Die Nachschmierbohrung entfällt. Der Bolzen hat kein Gewinde. Deshalb konnten die Herstellkosten für die Laufrollen merklich reduziert werden.

### ② Kurvenrollenkurzzeichen

Die Kurzzeichen von NTN Kurvenrollen für Palettenwechsler sind dieselben wie die der Standardkurvenrollen.



### ③ Genauigkeit

Die Genauigkeit der NTN Kurvenrollen für Palettenwechsler ist dieselbe wie die der Standardkurvenrollen (ISO Klasse 0).

### ④ Montage

Die NTN Kurvenrollen für Palettenwechsler haben einen Spezialbolzen, welcher einfach mit einer Befestigungsschraube gesichert wird. Wie nachfolgend gezeigt, fixiert eine Befestigungsschraube die Kurvenrolle in Axial- und Umfangsrichtung.

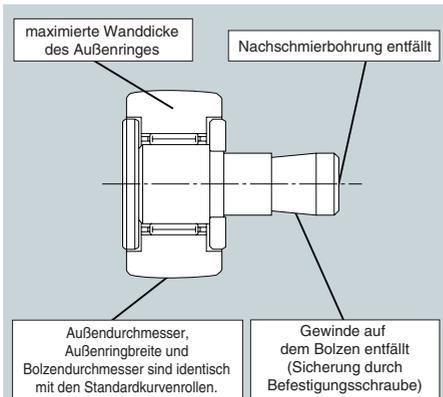


Abb. 14.1 NTN Kurvenrollen für Palettenwechsler

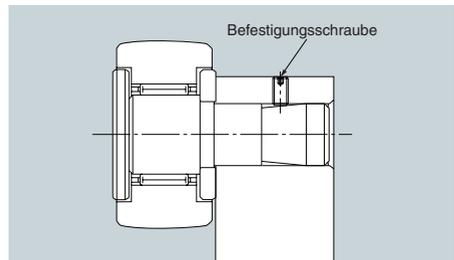


Abb. 14.2 Montage

## ⑤ Lagerluft

Die Lagerluft der NTN Kurvenrollen für Palettenwechsler ist dieselbe wie die der Standardkurvenrollen (**Tabelle 14.1**).

**Tabelle 14.1 Lagerluft**

Einheit: m

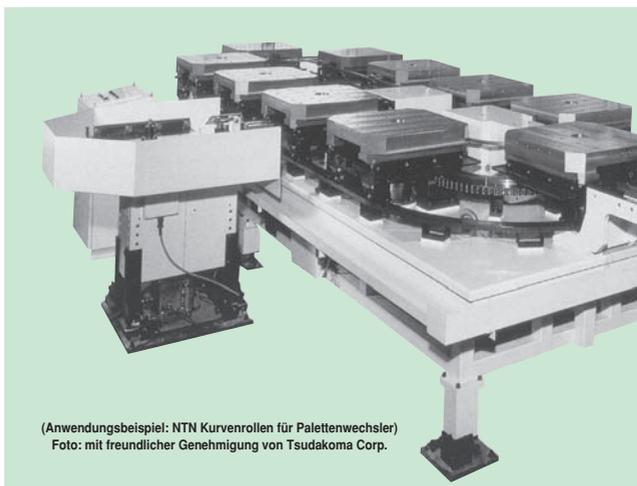
Hüllkreisdurchmesser $F_w$ [mm]		Lagerluft CN (normale Lagerluft)	
über	bis	min.	max.
3	6	3	17
6	10	5	20
10	18	5	25
18	30	10	30
30	50	10	40

## ⑥ Schmierung

Die Kurvenrollen für Palettenwechsler von NTN sind mit Fett auf Lithiumseifenbasis geschmiert und können in einem Temperaturbereich von -25 bis + 80°C eingesetzt werden.

Standardmäßig ist die NTN Kurvenrolle für Palettenwechsler nicht nachschmierbar und nicht abgedichtet. Auf Wunsch kann sie mit einer Nachschmierbohrung und Dichtungen aus synthetischem Gummi geliefert werden.

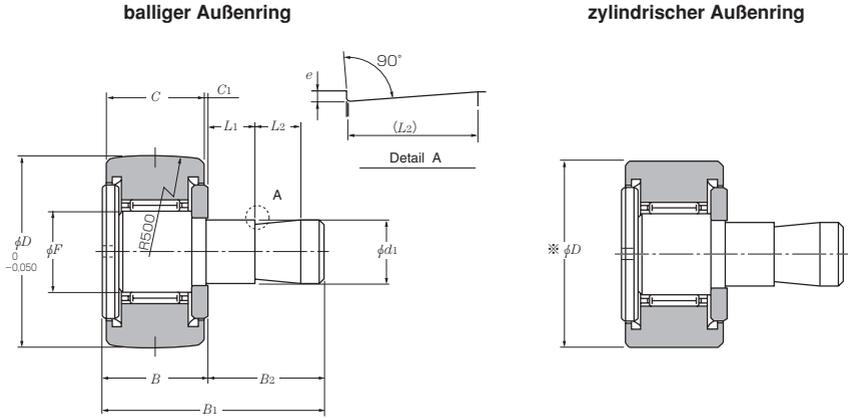
**Zwischen Außenmantelfläche und Laufschiene ist eine Schmierung erforderlich. Wenn die Schmierung nicht funktionsfähig ist, führt dieses zu Verschleiß an der Außenmantelfläche.**



(Anwendungsbeispiel: NTN Kurvenrollen für Palettenwechsler)  
Foto: mit freundlicher Genehmigung von Tsudakoma Corp.

⑦ Abmessungen der NTN Kurvenrollen für Palettenwechsler

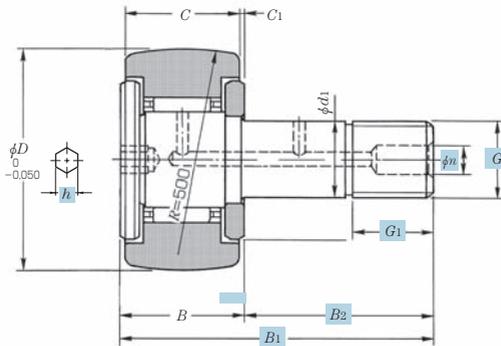
abgedichtete Ausführung Typ KRX  $d$  6~20mm



Kurzeichen		Abmessungen mm												
balliger Außenring	zylindrischer Außenring	$d_1$	Toleranz	$D$	Toleranz* (zylindrischer Außenring)	$F$	$B_1$	$B$	$B_2$	$C$	$C_1$	$L_1$	$L_2$	$e$
KRX6×16×32-4/3AS	KRX6×16×32-2/3AS	6	$\begin{matrix} 0 \\ -0,012 \end{matrix}$	16	$\begin{matrix} 0 \\ -0,008 \end{matrix}$	8	32	12	20	11	0,6	5	10	0,3
KRX8×19×32-9/3AS	KRX8×19×32-7/3AS	8	$\begin{matrix} 0 \\ -0,015 \end{matrix}$	19	$\begin{matrix} 0 \\ -0,009 \end{matrix}$	10	32	12	20	11	0,6	5	10	0,5
KRX10×22×33-3/3AS	KRX10×22×33-1/3AS	10	$\begin{matrix} 0 \\ -0,015 \end{matrix}$	22	$\begin{matrix} 0 \\ -0,009 \end{matrix}$	12	33	13	20	12	0,6	5	10	0,5
KRX10×26×33-4/3AS	KRX10×26×33-2/3AS	10	$\begin{matrix} 0 \\ -0,015 \end{matrix}$	26	$\begin{matrix} 0 \\ -0,009 \end{matrix}$	12	33	13	20	12	0,6	5	10	0,5
KRX12×30×35-3/3AS	KRX12×30×35/3AS	12	$\begin{matrix} 0 \\ -0,018 \end{matrix}$	30	$\begin{matrix} 0 \\ -0,009 \end{matrix}$	15	35	15	20	14	0,6	5	10	1,0
KRX12×32×35-3/3AS	KRX12×32×35-1/3AS	12	$\begin{matrix} 0 \\ -0,018 \end{matrix}$	32	$\begin{matrix} 0 \\ -0,011 \end{matrix}$	15	35	15	20	14	0,6	5	10	1,0
KRX16×35×44.5-1/3AS	KRX16×35×44.5-3/3AS	16	$\begin{matrix} 0 \\ -0,018 \end{matrix}$	35	$\begin{matrix} 0 \\ -0,011 \end{matrix}$	18	44,5	19,5	25	18	0,8	10	10	1,0
KRX18×40×46.5-6/3AS	KRX18×40×46.5-4/3AS	18	$\begin{matrix} 0 \\ -0,018 \end{matrix}$	40	$\begin{matrix} 0 \\ -0,011 \end{matrix}$	22	46,5	21,5	25	20	0,8	10	10	1,0
KRX20×47×50.5-13/AS	KRX20×47×50.5-3/3AS	20	$\begin{matrix} 0 \\ -0,021 \end{matrix}$	47	$\begin{matrix} 0 \\ -0,011 \end{matrix}$	25	50,5	25,5	25	24	0,8	10	10	1,0
KRX20×52×50.5-3/3AS	KRX20×52×50.5-1/3AS	20	$\begin{matrix} 0 \\ -0,021 \end{matrix}$	52	$\begin{matrix} 0 \\ -0,013 \end{matrix}$	25	50,5	25,5	25	24	0,8	10	10	1,0

Die Kurvenrollen in der obigen Tabelle sind abgedichtet. Die Standardausführung ist jedoch nicht abgedichtet.

Standardkurvenrollen der Ausführung KR...H (mit Innensechskant)



Die Abmessungen der Standardkurvenrollen (markiert mit   in der obigen Zeichnung), weichen von den NTN Kurvenrollen für Palettenwechsler ab. Bitte beachten Sie die Referenzabmessungen in der nachfolgenden Tabelle.

Tragzahlen		max. Radiallast		Referenzabmessungen mm							
dynamisch	statisch	N		balliger Außenring	zylindrischer Außenring	B <sub>1</sub> '	B <sub>2</sub>	G	G <sub>1</sub>	n	h
C <sub>r</sub>	C <sub>or</sub>	kgf	kgf								
4 050 415	4 200 430	1 080 110	3 400 350	28	16	M6×1	8	—	3		
4 750 480	5 400 555	1 380 141	4 050 415	32	20	M8×1,25	10	—	4		
5 300 540	6 650 680	1 690 172	5 150 525	36	23	M10×1,25	12	4	4		
5 300 540	6 650 680	2 120 216	6 100 620	36	23	M10×1,25	12	4	4		
7 850 800	9 650 985	2 620 267	7 700 785	40	25	M12×1,5	13	6	6		
7 850 800	9 650 985	2 860 291	8 200 835	40	25	M12×1,5	13	6	6		
12 200 1 240	17 900 1 830	3 200 325	11 900 1 220	52	32,5	M16×1,5	17	6	6		
14 000 1 430	22 800 2 330	3 850 390	14 500 1 480	58	36,5	M18×1,5	19	6	6		
20 700 2 110	33 500 3 450	4 700 480	21 000 2 150	66	40,5	M20×1,5	21	8	8		
20 700 2 110	33 500 3 450	5 550 565	23 300 2 370	66	40,5	M20×1,5	21	8	8		





**Tabelle 2: Vergleich zwischen SI-, CGS- und JIS-Einheiten**

Einheitensystem	Physikalische Größe	Länge $l$	Masse $m$	Zeit $t$	Beschleunigung $a$	Kraft $F$	Spannung $\sigma$	Druck $P$	Energie $W$
SI		m	kg	s	m/s <sup>2</sup>	N	MPa	Pa	J
CGS-System		cm	g	s	Gal	dyn	dyn/cm <sup>2</sup>	dyn/cm <sup>2</sup>	erg
JIS-System		m	kgf · s <sup>2</sup> /m	s	m/s <sup>2</sup>	kgf	kgf/m <sup>2</sup>	kgf/m <sup>2</sup>	kgf · m

**Tabelle 3: SI-Einheiten Umrechnungstabelle-1**

Physikalische Größe	Maßeinheit	Maßzeichen	Umrechnungsfaktor in SI-Einheit	SI-Einheit	Maßzeichen
Winkel $\alpha$	Grad	°	$\pi / 180$	Radiant	rad
	Minute	'	$\pi / 10\ 800$		
	Sekunde	"	$\pi / 648\ 000$		
Länge $l$	Meter	m	1	Meter	m
	Mikrometer	$\mu$	$10^6$		
	Angström	Å	$10^{10}$		
Fläche $A$	Quadratmeter	m <sup>2</sup>	1	Quadratmeter	m <sup>2</sup>
	Ar	a	$10^2$		
	Hektar	ha	$10^4$		
Volumen $V$	Kubikmeter	m <sup>3</sup>	1	Kubikmeter	m <sup>3</sup>
	Liter	l	$10^3$		
Masse $m$	Kilogramm	kg	1	Kilogramm	kg
	Tonne	t	$10^3$		
	Kilogramm force × Sekunde <sup>2</sup> /Meter	kgf · s <sup>2</sup> /m	9,806 65		
Zeit $t$	Sekunde	s	1	Sekunde	s
	Minute	min	60		
	Stunde	h	3 600		
	Tag	d	86 400		
Geschwindigkeit $v$	Meter/Sekunde	m/s	1	Meter/Sekunde	m/s
	Knoten	kn	1 852/3 600		
Frequenz $f$	Hertz	s <sup>-1</sup> (pps)	1	Hertz	Hz
Drehzahl $n$	Umdrehungen/Minute	rpm [min <sup>-1</sup> ]	1/60	1 / Sekunde	s <sup>-1</sup>
Winkelgeschwindigkeit $\omega$	Bogensekunde	rad/s	1	Radiant/Sekunde	rad/s
Beschleunigung $a$	Meter/Sekunde <sup>2</sup>	m/s <sup>2</sup>	1	Meter/Sekunde <sup>2</sup>	m/s <sup>2</sup>
	g	G	9,806 65		
Kraft $F$	Kilogramm force	kgf	9,806 65	Newton	N
	Tonnen force	tf	9 806,65		
	Dyn	dyn	$10^5$		
Drehmoment $M$	Kilogramm force/Meter	kgf · m	9,806 65	Newtonmeter	N · m
Trägheitsmoment $J$	Kilogramm force × Meter/Sekunde <sup>2</sup>	kgf · m · s <sup>2</sup>	9,806 65	Kilogramm force × Quadratmeter	kg · m <sup>2</sup>
Spannung $\sigma$	Kilogramm force / Quadratmeter	kgf/m <sup>2</sup>	9,806 65	Pascal oder Newton/Quadratmeter	Pa oder N/m <sup>2</sup>
Druck $p$	Kilogramm force / Quadratmeter	kgf/m <sup>2</sup>	9,806 65	Pascal	Pa
	Meter Wassersäule	mH <sub>2</sub> O	9 806,65		
	Meter Quecksilbersäule	mHg	101 325/0,76		
	Torr	Torr	101 325/760		
	Atmosphäre	atm	101 325		
	Bar	bar	$10^5$		
Energie $E$	Erg	erg	$10^7$	Joule	J
	Kalorie	cal <sub>19</sub>	4,186 8		
	Kilogramm force × Meter	kgf · m	9,806 65		
	Kilowattstunde	kW · h	$3,600 \times 10^6$		
Leistung $P$	Pferdestärke × Stunde	PS · h	$2,647\ 79 \times 10^5$	Watt	W
	Watt	W	1		
	Kilogramm force × Meter/Sekunde	kgf · m/s	9,806 65		

**Tabelle 2: Vergleich zwischen SI-, CGS- und JIS-Einheiten**

Einheitensystem	Physikalische Größe	Leistung	Temperatur	dynamische Viskosität	kinematische Viskosität	magnetischer Fluß	magnetische Induktion	magnetische Feldstärke
SI-System		W	K	Pa · s	m <sup>2</sup> /s	Wb	T	A/m
CGS-System		erg/s	°C	P	St	Mx	Gs	Oe
JIS-System		kgf · m/s	°C	kgf · s/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> /s	—	—	—

**Tabelle 3: SI-Einheiten Umrechnungstabelle-2**

Physikalische Größe	Maßeinheit	Maßzeichen	Umrechnungsfaktor in SI	SI-Einheit	Maßzeichen
dynamische Viskosität	Poise	P	10 <sup>-1</sup>	Quadratmeter/Sekunde	Pa · s
	Zentipoise	cP	10 <sup>-3</sup>		
	Kilogramm / (Meter X Sekunde)	kg / (m X s)	9,806 65		
kinematische Viskosität	Stokes	St	10 <sup>-4</sup>	Quadratmeter pro Sekunde	m <sup>2</sup> /s
	Zentistokes	cSt	10 <sup>-6</sup>		
Temperatur	Grad	°C	+273,15	Kelvin	K
Radioaktivität	Curie	Ci	3,7 × 10 <sup>10</sup>	Becquerel	Bq
Ionendosis	Röntgen	R	2,58 × 10 <sup>-4</sup>	Coulomb/Kilogramm	C/kg
Energiedosis	Rad	rad	10 <sup>-2</sup>	Gray	Gy
Äquivalentdosis	Rem	rem	10 <sup>-2</sup>	Sievert	Sv
magnetischer Fluß	Maxwell	Mx	10 <sup>-8</sup>	Weber	Wb
magnetische Induktion	Gamma	γ	10 <sup>-9</sup>	Tesla	T
	Gauss	Gs	10 <sup>-4</sup>		
magnetische Feldstärke	Oersted	Oe	10 <sup>3</sup> /4 π	Ampere/Meter	A/m
Elektrizitätsmenge	Coulomb	C	1	Coulomb	C
Spannung	Volt	V	1	Volt	V
elektrischer Widerstand	Ohm	Ω	1	Ohm	Ω
Stromstärke	Ampere	A	1	Ampere	A

**Tabelle 4: 10<sup>n</sup>-fachen der SI-Einheit**

Vielfaches der SI-Einheit	Vorsatz		Vielfaches der SI-Einheit	Vorsatz	
	Name	Kurzzeichen		Name	Kurzzeichen
10 <sup>18</sup>	Exa	E	10 <sup>1</sup>	Deci	d
10 <sup>15</sup>	Peta	P	10 <sup>-2</sup>	Centi	c
10 <sup>12</sup>	Tera	T	10 <sup>-3</sup>	Mili	m
10 <sup>9</sup>	Giga	G	10 <sup>-6</sup>	Micro	μ
10 <sup>6</sup>	Mega	M	10 <sup>-9</sup>	Nano	n
10 <sup>3</sup>	Kilo	k	10 <sup>-12</sup>	Pico	p
10 <sup>2</sup>	Hecto	h	10 <sup>-15</sup>	Femto	f
10	Deca	da	10 <sup>-18</sup>	Ato	a

**Tabelle 5: Wellentoleranzen**

Nennmaßbereich mm		a13		c12		d6		e6		e13		f5		f6		g5		g6	
über	bis	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
3	6	-270	-450	-70	-190	-30	-38	-20	-28	-20	-200	-10	-15	-10	-18	-4	-9	-4	-12
6	10	-280	-500	-80	-230	-40	-49	-25	-34	-25	-245	-13	-19	-13	-22	-5	-11	-5	-14
10	18	-290	-560	-95	-275	-50	-61	-32	-43	-32	-302	-16	-24	-16	-27	-6	-14	-6	-17
18	30	-300	-630	-110	-320	-65	-78	-40	-53	-40	-370	-20	-29	-20	-33	-7	-16	-7	-20
30	40	-310	-700	-120	-370	-80	-96	-50	-66	-50	-440	-25	-36	-25	-41	-9	-20	-9	-25
40	50	-320	-710	-130	-380	-100	-119	-60	-79	-60	-520	-30	-43	-30	-49	-10	-23	-10	-29
50	65	-340	-800	-140	-440	-120	-142	-72	-94	-72	-612	-36	-51	-36	-58	-12	-27	-12	-34
65	80	-360	-820	-150	-450	-140	-170	-85	-110	-85	-715	-43	-61	-43	-68	-14	-32	-14	-39
80	100	-380	-920	-170	-520	-170	-199	-100	-129	-100	-820	-50	-70	-50	-79	-15	-35	-15	-44
100	120	-410	-950	-180	-530	-190	-222	-110	-142	-110	-920	-56	-79	-56	-88	-17	-40	-17	-49
120	140	-460	-1090	-200	-600	-210	-246	-125	-161	-125	-1015	-62	-87	-62	-98	-18	-43	-18	-54
140	160	-520	-1150	-210	-610	-230	-260	-135	-175	-135	-1105	-68	-95	-68	-108	-20	-47	-20	-60
160	180	-580	-1210	-230	-630	-260	-270	-145	-189	-145	-1189	-76	-120	-76	-142	-22	-51	-22	-66
180	200	-660	-1380	-240	-700	-290	-304	-160	-210	-160	-1210	-80	-130	-80	-150	-24	-55	-24	-74
200	225	-740	-1460	-260	-720	-320	-319	-170	-226	-170	-1226	-86	-142	-86	-162	-26	-59	-26	-82
225	250	-820	-1540	-280	-740	-350	-330	-195	-261	-195	-1261	-98	-164	-98	-184	-28	-63	-28	-94
250	280	-920	-1730	-300	-820	-390	-345	-220	-298	-220	-1298	-110	-188	-110	-210	-30	-67	-30	-108
280	315	-1050	-1860	-330	-850	-440	-370	-250	-330	-250	-1330	-125	-210	-125	-240	-34	-74	-34	-120
315	355	-1200	-2090	-360	-930	-500	-400	-290	-370	-290	-1400	-140	-240	-140	-280	-38	-82	-38	-138
355	400	-1350	-2240	-400	-970	-560	-430	-330	-400	-330	-1430	-160	-260	-160	-300	-42	-90	-42	-150
400	450	-1500	-2470	-440	-1070	-630	-460	-380	-430	-380	-1460	-180	-280	-180	-330	-46	-98	-46	-162
450	500	-1650	-2620	-480	-1110	-700	-490	-430	-460	-430	-1490	-200	-300	-200	-360	-50	-106	-50	-174
500	560	-	-	-	-	-260	-304	-145	-189	-	-	-	-	-76	-120	-	-	-22	-66
560	630	-	-	-	-	-290	-340	-160	-210	-	-	-	-	-80	-130	-	-	-24	-74
630	710	-	-	-	-	-320	-376	-170	-226	-	-	-	-	-86	-142	-	-	-26	-82
710	800	-	-	-	-	-350	-416	-195	-261	-	-	-	-	-98	-164	-	-	-28	-94
800	900	-	-	-	-	-390	-468	-220	-298	-	-	-	-	-110	-188	-	-	-30	-108
900	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	1120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1120	1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	1400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1400	1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nennmaßbereich mm		j5		js5		j6		js6		j7		k4		k5		k6		m5	
über	bis	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
3	6	+3	-2	+2,5	-2,5	+6	-2	+4	-4	+8	-4	+5	+1	+6	+1	+9	+1	+9	+4
6	10	+4	-2	+3	-3	+7	-2	+4,5	-4,5	+10	-5	+5	+1	+7	+1	+10	+1	+12	+6
10	18	+5	-3	+4	-4	+8	-3	+5,5	-5,5	+12	-6	+6	+1	+9	+1	+12	+1	+15	+7
18	30	+5	-4	+4,5	-4,5	+9	-4	+6,5	-6,5	+13	-8	+8	+2	+11	+2	+15	+2	+17	+8
30	40	+6	-5	+5,5	-5,5	+11	-5	+8	-8	+15	-10	+9	+2	+13	+2	+18	+2	+20	+9
40	50	+6	-7	+6,5	-6,5	+12	-7	+9,5	-9,5	+18	-12	+10	+2	+15	+2	+21	+2	+24	+11
50	65	+6	-9	+7,5	-7,5	+13	-9	+11	-11	+20	-15	+13	+3	+18	+3	+25	+3	+28	+13
65	80	+7	-11	+9	-9	+14	-11	+12,5	-12,5	+22	-18	+15	+3	+21	+3	+28	+3	+33	+15
80	100	+7	-13	+10	-10	+16	-13	+14,5	-14,5	+25	-21	+18	+4	+24	+4	+33	+4	+37	+17
100	120	+7	-16	+11,5	-11,5	+16	-16	+16	-16	+26	-26	+20	+4	+27	+4	+36	+4	+43	+20
120	140	+7	-18	+12,5	-12,5	+18	-18	+18	-18	+29	-28	+22	+4	+29	+4	+40	+4	+46	+21
140	160	+7	-20	+13,5	-13,5	+20	-20	+20	-20	+31	-32	+25	+5	+32	+5	+45	+5	+50	+23
160	180	-	-	-	-	-	-	+22	-22	-	-	-	-	-	-	+44	0	-	-
180	200	-	-	-	-	-	-	+25	-25	-	-	-	-	-	-	+50	0	-	-
200	225	-	-	-	-	-	-	+28	-28	-	-	-	-	-	-	+56	0	-	-
225	250	-	-	-	-	-	-	+33	-33	-	-	-	-	-	-	+66	0	-	-
250	280	-	-	-	-	-	-	+39	-39	-	-	-	-	-	-	+78	0	-	-
280	315	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	355	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
355	400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
450	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
500	560	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
560	630	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
630	710	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
710	800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
900	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	1120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1120	1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1250	1400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1400	1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Einheit:  $\mu\text{m}$

h4		h5		h6		h7		h8		h9		h10		h11		h13		js4		Nennmaßbereich mm			
min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	über	bis
0	-4	0	-5	0	-8	0	-12	0	-18	0	-30	0	-48	0	-75	0	-180	+2	-2	3	6		
0	-4	0	-6	0	-9	0	-15	0	-22	0	-36	0	-58	0	-90	0	-220	+2	-2	6	10		
0	-5	0	-8	0	-11	0	-18	0	-27	0	-43	0	-70	0	-110	0	-270	+2,5	-2,5	10	18		
0	-6	0	-9	0	-13	0	-21	0	-33	0	-52	0	-84	0	-130	0	-330	+3	-3	18	30		
0	-7	0	-11	0	-16	0	-25	0	-39	0	-62	0	-100	0	-160	0	-390	+3,5	-3,5	30	40		
0	-8	0	-13	0	-19	0	-30	0	-46	0	-74	0	-120	0	-190	0	-460	+4	-4	40	50		
0	-10	0	-15	0	-22	0	-35	0	-54	0	-87	0	-140	0	-220	0	-540	+5	-5	50	65		
0	-12	0	-18	0	-25	0	-40	0	-63	0	-100	0	-160	0	-250	0	-630	+6	-6	65	80		
0	-14	0	-20	0	-29	0	-46	0	-72	0	-115	0	-185	0	-290	0	-720	+7	-7	80	100		
0	-16	0	-23	0	-32	0	-52	0	-81	0	-130	0	-210	0	-320	0	-810	+8	-8	100	120		
0	-18	0	-25	0	-36	0	-57	0	-89	0	-140	0	-230	0	-360	0	-890	+9	-9	120	140		
0	-20	0	-27	0	-40	0	-63	0	-97	0	-155	0	-250	0	-400	0	-970	+10	-10	140	160		
-	-	-	-	0	-44	0	-70	0	-110	0	-175	0	-280	0	-440	0	-	-	-	160	180		
-	-	-	-	0	-50	0	-80	0	-125	0	-200	0	-320	0	-500	0	-	-	-	180	200		
-	-	-	-	0	-56	0	-90	0	-140	0	-230	0	-360	0	-560	0	-	-	-	200	225		
-	-	-	-	0	-66	0	-105	0	-165	0	-260	0	-420	0	-660	0	-	-	-	225	250		
-	-	-	-	0	-78	0	-125	0	-195	0	-310	0	-500	0	-780	0	-	-	-	250	280		
-	-	-	-	0	-88	0	-145	0	-235	0	-370	0	-600	0	-960	0	-	-	-	280	315		
-	-	-	-	0	-100	0	-175	0	-295	0	-470	0	-780	0	-1200	0	-	-	-	315	355		
-	-	-	-	0	-115	0	-215	0	-365	0	-590	0	-960	0	-1500	0	-	-	-	355	400		
-	-	-	-	0	-135	0	-265	0	-465	0	-750	0	-1200	0	-1900	0	-	-	-	400	450		
-	-	-	-	0	-165	0	-335	0	-605	0	-960	0	-1500	0	-2400	0	-	-	-	450	500		
-	-	-	-	0	-205	0	-435	0	-815	0	-1260	0	-1900	0	-2900	0	-	-	-	500	560		
-	-	-	-	0	-265	0	-585	0	-1115	0	-1710	0	-2500	0	-3800	0	-	-	-	560	630		
-	-	-	-	0	-345	0	-785	0	-1515	0	-2310	0	-3400	0	-5100	0	-	-	-	630	710		
-	-	-	-	0	-455	0	-1085	0	-1985	0	-3010	0	-4400	0	-6600	0	-	-	-	710	800		
-	-	-	-	0	-605	0	-1515	0	-2685	0	-4010	0	-5800	0	-8700	0	-	-	-	800	900		
-	-	-	-	0	-815	0	-2215	0	-3415	0	-5010	0	-7300	0	-10900	0	-	-	-	900	1000		
-	-	-	-	0	-1115	0	-3315	0	-4815	0	-6910	0	-10100	0	-15100	0	-	-	-	1000	1120		
-	-	-	-	0	-1515	0	-4815	0	-7115	0	-10310	0	-15100	0	-22100	0	-	-	-	1120	1250		
-	-	-	-	0	-2015	0	-6615	0	-9815	0	-14110	0	-20100	0	-29100	0	-	-	-	1250	1400		
-	-	-	-	0	-2715	0	-9115	0	-13315	0	-19110	0	-27100	0	-39100	0	-	-	-	1400	1600		

Einheit:  $\mu\text{m}$

m6		n5		n6		p5		p6		r6		r7		IT-Grundtoleranz				Nennmaßbereich mm	
min.	max.	min.	max.	min.	max.	IT2	IT3	IT5	IT7	über	bis								
+12	+4	+13	+8	+16	+8	+17	+12	+20	+12	+23	+15	+27	+15	1,5	2,5	5	12	3	6
+15	+6	+16	+10	+19	+10	+21	+15	+24	+15	+28	+19	+34	+19	1,5	2,5	6	15	6	10
+18	+7	+20	+12	+23	+12	+26	+18	+29	+18	+34	+23	+41	+23	2	3	8	18	10	18
+21	+8	+24	+15	+28	+15	+31	+22	+35	+22	+41	+28	+49	+28	2,5	4	9	21	18	30
+25	+9	+28	+17	+33	+17	+37	+26	+42	+26	+50	+34	+59	+34	2,5	4	11	25	30	40
+30	+11	+33	+20	+39	+20	+45	+32	+51	+32	+60	+41	+71	+41	3	5	13	30	40	50
+35	+13	+38	+23	+45	+23	+52	+37	+59	+37	+73	+51	+86	+51	4	6	15	35	50	65
+40	+15	+45	+27	+52	+27	+61	+43	+68	+43	+88	+63	+103	+63	5	8	18	40	65	80
+46	+17	+51	+31	+60	+31	+70	+50	+79	+50	+106	+77	+123	+77	7	10	20	46	80	100
+52	+20	+57	+34	+66	+34	+79	+56	+88	+56	+126	+94	+146	+94	8	12	23	52	100	120
+57	+21	+62	+37	+73	+37	+87	+62	+98	+62	+130	+98	+150	+98	9	13	25	57	120	140
+63	+23	+67	+40	+80	+40	+95	+68	+108	+68	+144	+108	+165	+108	10	15	27	63	140	160
+70	+26	-	-	+88	+44	-	-	+122	+78	+150	+126	+189	+126	-	-	-	70	160	180
+80	+30	-	-	+100	+50	-	-	+138	+88	+166	+144	+199	+144	-	-	-	80	180	200
+90	+34	-	-	+112	+56	-	-	+156	+100	+177	+156	+210	+156	-	-	-	90	200	225
+106	+40	-	-	+132	+66	-	-	+186	+120	+206	+186	+250	+186	-	-	-	105	225	250
+126	+48	-	-	+156	+78	-	-	+218	+140	+248	+218	+290	+218	-	-	-	125	250	280
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+310	+240	+350	+240	-	-	-	-	280	315
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+400	+300	+450	+300	-	-	-	-	315	355
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+500	+380	+550	+380	-	-	-	-	355	400
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+600	+450	+650	+450	-	-	-	-	400	450
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+700	+520	+750	+520	-	-	-	-	450	500
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+800	+600	+850	+600	-	-	-	-	500	560
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+900	+660	+950	+660	-	-	-	-	560	630
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+1000	+720	+1050	+720	-	-	-	-	630	710
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+1100	+780	+1150	+780	-	-	-	-	710	800
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+1200	+840	+1250	+840	-	-	-	-	800	900
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+1300	+900	+1350	+900	-	-	-	-	900	1000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+1400	+960	+1450	+960	-	-	-	-	1000	1120
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+1500	+1020	+1550	+1020	-	-	-	-	1120	1250
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+1600	+1080	+1650	+1080	-	-	-	-	1250	1400
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+1700	+1140	+1750	+1140	-	-	-	-	1400	1600

Tabelle 6: Bohrungstoleranzen

Nennmaßbereich mm		E7		E10		E11		E12		F6		F7		F8		G6		G7		H6	
über	bis	min.	max.																		
3	6	+32	+20	+68	+20	+95	+20	+140	+20	+18	+10	+22	+10	+28	+10	+12	+4	+16	+4	+8	0
6	10	+40	+25	+83	+25	+115	+25	+175	+25	+22	+13	+28	+13	+35	+13	+14	+5	+20	+5	+9	0
10	18	+50	+32	+102	+32	+142	+32	+212	+32	+27	+16	+34	+16	+43	+16	+17	+6	+24	+6	+11	0
18	30	+61	+40	+124	+40	+170	+40	+250	+40	+33	+20	+41	+20	+53	+20	+20	+7	+28	+7	+13	0
30	40	+75	+50	+150	+50	+210	+50	+300	+50	+41	+25	+50	+25	+64	+25	+25	+9	+34	+9	+16	0
40	50			+180																	
50	65	+90	+60	+60		+250	+60	+360	+60	+49	+30	+60	+30	+76	+30	+29	+10	+40	+10	+19	0
65	80			+212																	
80	100	+107	+72	+72		+292	+72	+422	+72	+58	+36	+71	+36	+90	+36	+34	+12	+47	+12	+22	0
100	120																				
120	140	+125	+85	+245	+85	+335	+85	+485	+85	+68	+43	+83	+43	+106	+43	+39	+14	+54	+14	+25	0
140	160																				
160	180																				
180	200	+146	+100	+285	+100	+390	+100	+560	+100	+79	+50	+96	+50	+122	+50	+44	+15	+61	+15	+29	0
200	225																				
225	250																				
250	280	+162	+110	+320	+110	+430	+110	+630	+110	+88	+56	+108	+56	+137	+56	+49	+17	+69	+17	+32	0
280	315																				
315	355	+182	+125	+355	+125	+485	+125	+695	+125	+98	+62	+119	+62	+151	+62	+54	+18	+75	+18	+36	0
355	400																				
400	450	+198	+135	+385	+135	+535	+135	+765	+135	+108	+68	+131	+68	+165	+68	+60	+20	+83	+20	+40	0
450	500																				
500	560	+215	+145	-	-	-	-	-	-	+120	+76	+146	+76	+186	+76	+66	+22	+92	+22	+44	0
560	630																				
630	710	+240	+160	-	-	-	-	-	-	+130	+80	+160	+80	+205	+80	+74	+24	+104	+24	+50	0
710	800																				
800	900	+260	+170	-	-	-	-	-	-	+142	+86	+176	+86	+226	+86	+82	+26	+116	+26	+56	0
900	1000																				
1 000	1 120	+300	+195	-	-	-	-	-	-	+164	+98	+203	+98	+263	+98	+94	+28	+133	+28	+66	0
1 120	1 250																				
1 250	1 400	+345	+220	-	-	-	-	-	-	+188	+110	+235	+110	+305	+110	+108	+30	+155	+30	+78	0
1 400	1 600																				
1 600	1 800	+390	+240	-	-	-	-	-	-	+212	+120	+270	+120	+350	+120	+124	+32	+182	+32	+92	0
1 800	2 000																				

Einheit: µm

Nennmaßbereich mm		K6		K7		M6		M7		N6		N7		P6		P7		R6		R7	
über	bis	min.	max.																		
3	6	+2	-6	+3	-9	-1	-9	0	-12	-5	-13	-4	-16	-9	-17	-8	-20	-12	-20	-11	-23
6	10	+2	-7	+5	-10	-3	-12	0	-15	-7	-16	-4	-19	-12	-21	-9	-24	-16	-25	-13	-28
10	18	+2	-9	+6	-12	-4	-15	0	-18	-9	-20	-5	-23	-15	-26	-11	-29	-20	-31	-16	-34
18	30	+2	-11	+6	-15	-4	-17	0	-21	-11	-24	-7	-28	-18	-31	-14	-35	-24	-37	-20	-41
30	40	+3	-13	+7	-18	-4	-20	0	-25	-12	-28	-8	-33	-21	-37	-17	-45	-29	-42	-25	-50
40	50																				
50	65	+4	-15	+9	-21	-5	-24	0	-30	-14	-33	-9	-39	-26	-45	-21	-51	-35	-54	-30	-60
65	80																	-37	-56	-32	-62
80	100	+4	-18	+10	-25	-6	-28	0	-35	-16	-38	-10	-45	-30	-52	-24	-59	-44	-66	-38	-73
100	120																	-47	-69	-41	-76
120	140																	-56	-81	-48	-88
140	160	+4	-21	+12	-28	-8	-33	0	-40	-20	-45	-12	-52	-36	-61	-28	-68	-58	-83	-50	-90
160	180																	-61	-86	-53	-93
180	200																	-68	-97	-60	-106
200	225	+5	-24	+13	-33	-8	-37	0	-46	-22	-51	-14	-60	-41	-70	-33	-79	-71	-100	-63	-109
225	250																	-75	-104	-67	-113
250	280	+5	-27	+16	-36	-9	-41	0	-52	-25	-57	-14	-66	-47	-79	-36	-88	-85	-117	-74	-126
280	315																	-89	-121	-78	-130
315	355	+7	-29	+17	-40	-10	-46	0	-57	-26	-62	-16	-73	-51	-87	-41	-98	-97	-133	-87	-144
355	400																	-103	-139	-93	-150
400	450	+8	-32	+18	-45	-10	-50	0	-63	-27	-67	-17	-80	-55	-95	-45	-108	-113	-153	-103	-166
450	500																	-119	-159	-109	-172
500	560	0	-44	0	-70	-26	-70	-26	-96	-44	-88	-44	-114	-78	-122	-78	-148	-150	-194	-150	-220
560	630																	-155	-199	-155	-225
630	710	0	-50	0	-80	-30	-80	-30	-100	-50	-100	-50	-130	-88	-138	-88	-168	-175	-225	-175	-225
710	800																	-185	-235	-185	-265
800	900	0	-56	0	-90	-34	-90	-34	-124	-56	-112	-56	-146	-100	-156	-100	-190	-210	-266	-210	-300
900	1 000																	-220	-276	-220	-310
1 000	1 120	0	-66	0	-105	-40	-106	-40	-145	-66	-132	-66	-171	-120	-186	-120	-225	-250	-316	-250	-355
1 120	1 250																	-260	-326	-260	-365
1 250	1 400	0	-78	0	-125	-48	-126	-48	-173	-78	-156	-78	-203	-140	-218	-140	-265	-300	-378	-300	-425
1 400	1 600																	-330	-408	-330	-455
1 600	1 800	0	-92	0	-150	-58	-150	-58	-208	-92	-184	-92	-242	-170	-262	-170	-320	-370	-462	-370	-520
1 800	2 000																	-400	-492	-400	-550

Einheit:  $\mu\text{m}$

H7	H8	H9	H10	H11	H13	J6	Js6		J7	Js7		K5	Nennmaßbereich mm	
							min.	max.		min.	max.		min.	max.
+ 12 0	+ 18 0	+ 30 0	+ 48 0	+ 75 0	+180 0	+ 5 -3	+ 4	- 4	+ 6 - 6	+ 6 - 6	0 - 5	3	6	
+ 15 0	+ 22 0	+ 36 0	+ 58 0	+ 90 0	+220 0	+ 5 -4	+ 4,5	- 4,5	+ 8 - 7	+ 7,5 - 7,5	+1 - 5	6	10	
+ 18 0	+ 27 0	+ 43 0	+ 70 0	+110 0	+270 0	+ 6 -5	+ 5,5	- 5,5	+10 - 8	+ 9 - 9	+2 - 6	10	18	
+ 21 0	+ 33 0	+ 52 0	+ 84 0	+130 0	+330 0	+ 8 -5	+ 6,5	- 6,5	+12 - 9	+10,5 -10,5	+1 - 8	18	30	
+ 25 0	+ 39 0	+ 62 0	+100 0	+160 0	+390 0	+10 -6	+ 8	- 8	+14 -11	+12,5 -12,5	+2 - 9	30	40	
												40	50	
+ 30 0	+ 46 0	+ 74 0	+120 0	+190 0	+460 0	+13 -6	+ 9,5	- 9,5	+18 -12	+15 -15	+3 -10	50	65	
												65	80	
+ 35 0	+ 54 0	+ 87 0	+140 0	+220 0	+540 0	+16 -6	+11	-11	+22 -13	+17,5 -17,5	+2 -13	80	100	
												100	120	
+ 40 0	+ 63 0	+100 0	+160 0	+250 0	+630 0	+18 -7	+12,5	-12,5	+26 -14	+20 -20	+3 -15	120	140	
												140	160	
												160	180	
+ 46 0	+ 72 0	+115 0	+185 0	+290 0	+720 0	+22 -7	+14,5	-14,5	+30 -16	+23 -23	+2 -18	180	200	
												200	225	
												225	250	
+ 52 0	+ 81 0	+130 0	+210 0	+320 0	+810 0	+25 -7	+16	-16	+36 -16	+26 -26	+3 -20	250	280	
												280	315	
+ 57 0	+ 89 0	+140 0	+230 0	+360 0	+890 0	+29 -7	+18	-18	+39 -18	+28,5 -28,5	+3 -22	315	355	
												355	400	
+ 63 0	+ 97 0	+155 0	+250 0	+400 0	+970 0	+33 -7	+20	-20	+43 -20	+31,5 -31,5	+2 -25	400	450	
												450	500	
+ 70 0	+110 0	+175 0	+280 0	+440 0	- 0	- -	+22	-22	- -	+35 -35	- -	500	560	
												560	630	
+ 80 0	+125 0	+200 0	+320 0	+500 0	- 0	- -	+25	-25	- -	+40 -40	- -	630	710	
												710	800	
+ 90 0	+140 0	+230 0	+360 0	+560 0	- 0	- -	+28	-28	- -	+45 -45	- -	800	900	
												900	1 000	
+105 0	+165 0	+260 0	+420 0	+660 0	- 0	- -	+33	-33	- -	+52,5 -52,5	- -	1 000	1 120	
												1 120	1 250	
+125 0	+195 0	+310 0	+500 0	+780 0	- 0	- -	+39	-39	- -	+62,5 -62,5	- -	1 250	1 400	
												1 400	1 600	
+150 0	+230 0	+370 0	+600 0	+920 0	- 0	- -	+46	-46	- -	+75 -75	- -	1 600	1 800	
												1 800	2 000	

Tabelle 7 ISO-Grundtoleranzen

Einheit:  $\mu\text{m}$

Nennmaßbereich mm		Toleranzgrad									
über	bis	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10
—	3	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40
3	6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48
6	10	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58
10	18	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70
18	30	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84
30	50	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100
50	80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120
80	120	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140
120	180	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160
180	250	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185
250	315	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210
315	400	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230
400	500	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250
500	630	9	11	16	22	30	44	70	110	175	280
630	800	10	13	18	25	35	50	80	125	200	320
800	1 000	11	15	21	29	40	56	90	140	230	360
1 000	1 250	13	18	24	34	46	66	105	165	260	420
1 250	1 600	15	21	29	40	54	78	125	195	310	500
1 600	2 000	18	25	35	48	65	92	150	230	370	600
2 000	2 500	22	30	41	57	77	110	175	280	440	700
2 500	3 150	26	36	50	69	93	135	210	330	540	860

Tabelle 8: Viskositätsumrechnungstabelle

kinematische Viskosität mm <sup>2</sup> /s	Saybolt SUS (Sekunde)	Redwood R" (Sekunde)	Engler E (Grad)
2,7	35	32,2	1,18
4,3	40	36,2	1,32
5,9	45	40,6	1,46
7,4	50	44,9	1,60
8,9	55	49,1	1,75
10,4	60	53,5	1,88
11,8	65	57,9	2,02
13,1	70	62,3	2,15
14,5	75	67,6	2,31
15,8	80	71,0	2,42
17,0	85	75,1	2,55
18,2	90	79,6	2,68
19,4	95	84,2	2,81
20,6	100	88,4	2,95
23,0	110	97,1	3,21
25,0	120	105,9	3,49
27,5	130	114,8	3,77
29,8	140	123,6	4,04
32,1	150	132,4	4,32
34,3	160	141,1	4,59
36,5	170	150,0	4,88
38,8	180	158,8	5,15
41,0	190	167,5	5,44
43,2	200	176,4	5,72
47,5	220	194,0	6,28
51,9	240	212	6,85
56,5	260	229	7,38
60,5	280	247	7,95
64,9	300	265	8,51
70,3	325	287	9,24
75,8	350	309	9,95
81,2	375	331	10,7
86,8	400	353	11,4
92,0	425	375	12,1
97,4	450	397	12,8

kinematische Viskosität mm <sup>2</sup> /s	Saybolt SUS (Sekunde)	Redwood R" (Sekunde)	Engler E (Grad)
103	475	419	13,5
108	500	441	14,2
119	550	485	15,6
130	600	529	17,0
141	650	573	18,5
152	700	617	19,9
163	750	661	21,3
173	800	705	22,7
184	850	749	24,2
195	900	793	25,6
206	950	837	27,0
217	1 000	882	28,4
260	1 200	1 058	34,1
302	1 400	1 234	39,8
347	1 600	1 411	45,5
390	1 800	1 587	51
433	2 000	1 763	57
542	2 500	2 204	71
650	3 000	2 646	85
758	3 500	3 087	99
867	4 000	3 526	114
974	4 500	3 967	128
1 082	5 000	4 408	142
1 150	5 500	4 849	156
1 300	6 000	5 290	170
1 400	6 500	5 730	185
1 510	7 000	6 171	199
1 630	7 500	6 612	213
1 740	8 000	7 053	227
1 850	8 500	7 494	242
1 960	9 000	7 934	256
2 070	9 500	8 375	270
2 200	10 000	8 816	284

**Tabelle 9: Umrechnungstabelle von kgf in N**

kgf		N	kgf		N	kgf		N
0,1020	<b>1</b>	9,8066	3,4670	<b>34</b>	333,43	6,8321	<b>67</b>	657,04
0,2039	<b>2</b>	19,613	3,5690	<b>35</b>	343,23	6,9341	<b>68</b>	666,85
0,3059	<b>3</b>	29,420	3,6710	<b>36</b>	353,04	7,0361	<b>69</b>	676,66
0,4079	<b>4</b>	39,227	3,7730	<b>37</b>	362,85	7,1380	<b>70</b>	686,46
0,5099	<b>5</b>	49,033	3,8749	<b>38</b>	372,65	7,2400	<b>71</b>	696,27
0,6118	<b>6</b>	58,840	3,9769	<b>39</b>	382,46	7,3420	<b>72</b>	706,08
0,7138	<b>7</b>	68,646	4,0789	<b>40</b>	392,27	7,4440	<b>73</b>	715,88
0,8158	<b>8</b>	78,453	4,1808	<b>41</b>	402,07	7,5459	<b>74</b>	725,69
0,9177	<b>9</b>	88,260	4,2828	<b>42</b>	411,88	7,6479	<b>75</b>	735,50
1,0197	<b>10</b>	98,066	4,3848	<b>43</b>	421,68	7,7499	<b>76</b>	745,30
1,1217	<b>11</b>	107,87	4,4868	<b>44</b>	431,49	7,8518	<b>77</b>	755,11
1,2237	<b>12</b>	117,68	4,5887	<b>45</b>	441,30	7,9538	<b>78</b>	764,92
1,3256	<b>13</b>	127,49	4,6907	<b>46</b>	451,10	8,0558	<b>79</b>	774,72
1,4276	<b>14</b>	137,29	4,7927	<b>47</b>	460,91	8,1578	<b>80</b>	784,53
1,5296	<b>15</b>	147,10	4,8946	<b>48</b>	470,72	8,2597	<b>81</b>	794,34
1,6316	<b>16</b>	156,91	4,9966	<b>49</b>	480,52	8,3617	<b>82</b>	804,14
1,7335	<b>17</b>	166,71	5,0986	<b>50</b>	490,33	8,4637	<b>83</b>	813,95
1,8355	<b>18</b>	176,52	5,2006	<b>51</b>	500,14	8,5656	<b>84</b>	823,76
1,9375	<b>19</b>	186,33	5,3025	<b>52</b>	509,94	8,6676	<b>85</b>	833,56
2,0394	<b>20</b>	196,13	5,4045	<b>53</b>	519,75	8,7696	<b>86</b>	843,37
2,1414	<b>21</b>	205,94	5,5065	<b>54</b>	529,56	8,8716	<b>87</b>	853,18
2,2434	<b>22</b>	215,75	5,6085	<b>55</b>	539,36	8,9735	<b>88</b>	862,98
2,3454	<b>23</b>	225,55	5,7104	<b>56</b>	549,17	9,0755	<b>89</b>	872,79
2,4473	<b>24</b>	235,36	5,8124	<b>57</b>	558,98	9,1775	<b>90</b>	882,60
2,5493	<b>25</b>	245,17	5,9144	<b>58</b>	568,78	9,2794	<b>91</b>	892,40
2,6513	<b>26</b>	254,97	6,0163	<b>59</b>	578,59	9,3814	<b>92</b>	902,21
2,7532	<b>27</b>	264,78	6,1183	<b>60</b>	588,40	9,4834	<b>93</b>	912,02
2,8552	<b>28</b>	274,59	6,2203	<b>61</b>	598,20	9,5854	<b>94</b>	921,82
2,9572	<b>29</b>	284,39	6,3223	<b>62</b>	608,01	9,6873	<b>95</b>	931,63
3,0592	<b>30</b>	294,20	6,4242	<b>63</b>	617,82	9,7893	<b>96</b>	941,44
3,1611	<b>31</b>	304,01	6,5262	<b>64</b>	627,62	9,8913	<b>97</b>	951,24
3,2631	<b>32</b>	313,81	6,6282	<b>65</b>	637,43	9,9932	<b>98</b>	961,05
3,3651	<b>33</b>	323,62	6,7302	<b>66</b>	647,24	10,0952	<b>99</b>	970,86

Um zum Beispiel 10 kgf in N umzurechnen, suchen Sie "10" in der mittleren, fettgedruckten Spalte. Rechts neben der Spalte sehen Sie, daß 10 kgf = 98,066N sind. Im umgekehrten Fall sehen Sie in der linken Spalte, dass 10 N = 1,0197kgf sind.

1kgf=9,80665N  
1N=0,101972kgf

Tabelle 10: Umrechnungstabelle Zoll-Millimeter

Zoll		0"	1"	2"	3"	4"	5"	6"	7"	8"	9"
Bruch	Dezimal										
1/64	0,015625	0,397	25,400	50,800	76,200	101,600	127,000	152,400	177,800	203,200	228,600
1/32	0,031250	0,794	25,797	51,197	76,597	101,997	127,397	152,797	178,197	203,597	228,997
3/64	0,046875	1,191	26,194	51,594	76,994	102,394	127,794	153,194	178,594	203,994	229,394
1/16	0,062500	1,588	26,988	52,388	77,788	103,188	128,588	153,988	179,388	204,788	230,188
5/64	0,078125	1,984	27,384	52,784	78,184	103,584	128,984	154,384	179,784	205,184	230,584
3/32	0,093750	2,381	27,781	53,181	78,581	103,981	129,381	154,781	180,181	205,581	230,981
7/64	0,109375	2,778	28,178	53,578	78,978	104,378	129,778	155,178	180,578	205,978	231,378
1/8	0,125000	3,175	28,575	53,975	79,375	104,775	130,175	155,575	180,975	206,375	231,775
9/64	0,140625	3,572	28,972	54,372	79,772	105,172	130,572	155,972	181,372	206,772	232,172
5/32	0,156250	3,969	29,369	54,769	80,169	105,569	130,969	156,369	181,769	207,169	232,569
11/64	0,171875	4,366	29,766	55,166	80,566	105,966	131,366	156,766	182,166	207,566	232,966
3/16	0,187500	4,762	30,162	55,562	80,962	106,362	131,762	157,162	182,562	207,962	233,362
13/64	0,203125	5,159	30,559	55,959	81,359	106,759	132,159	157,559	182,959	208,359	233,759
7/32	0,218750	5,556	30,956	56,356	81,756	107,156	132,556	157,956	183,356	208,756	234,156
15/64	0,234375	5,953	31,353	56,753	82,153	107,553	132,953	158,353	183,753	209,153	234,553
1/4	0,250000	6,350	31,750	57,150	82,550	107,950	133,350	158,750	184,150	209,550	234,950
17/64	0,265625	6,747	32,147	57,547	82,947	108,347	133,747	159,147	184,547	209,947	235,347
9/32	0,281250	7,144	32,544	57,944	83,344	108,744	134,144	159,544	184,944	210,344	235,744
19/64	0,296875	7,541	32,941	58,341	83,741	109,141	134,541	159,941	185,341	210,741	236,141
5/16	0,312500	7,938	33,338	58,738	84,138	109,538	134,938	160,338	185,738	211,138	236,538
21/64	0,328125	8,334	33,734	59,134	84,534	109,934	135,334	160,734	186,134	211,534	236,934
11/32	0,343750	8,731	34,131	59,531	84,931	110,331	135,731	161,131	186,531	211,931	237,331
23/64	0,359375	9,128	34,528	59,928	85,328	110,728	136,128	161,528	186,928	212,328	237,728
3/8	0,375000	9,525	34,925	60,325	85,725	111,125	136,525	161,925	187,325	212,725	238,125
25/64	0,390625	9,922	35,322	60,722	86,122	111,522	136,922	162,322	187,722	213,122	238,522
13/32	0,406250	10,319	35,719	61,119	86,519	111,919	137,319	162,719	188,119	213,519	238,919
27/64	0,421875	10,716	36,116	61,516	86,916	112,316	137,716	163,116	188,516	213,916	239,316
7/16	0,437500	11,112	36,512	61,912	87,312	112,712	138,112	163,512	188,912	214,312	239,712
29/64	0,453125	11,509	36,909	62,309	87,709	113,109	138,509	163,909	189,309	214,709	240,109
15/32	0,468750	11,906	37,306	62,706	88,106	113,506	138,906	164,306	189,706	215,106	240,506
31/64	0,484375	12,303	37,703	63,103	88,503	113,903	139,303	164,703	190,103	215,503	240,903
1/2	0,500000	12,700	38,100	63,500	88,900	114,300	139,700	165,100	190,500	215,900	241,300
33/64	0,515625	13,097	38,497	63,897	89,297	114,697	140,097	165,497	190,897	216,297	241,697
17/32	0,531250	13,494	38,894	64,294	89,694	115,094	140,494	165,894	191,294	216,694	242,094
35/64	0,546875	13,891	39,291	64,691	90,091	115,491	140,891	166,291	191,691	217,091	242,491
9/16	0,562500	14,288	39,688	65,088	90,488	115,888	141,288	166,688	192,088	217,488	242,888
37/64	0,578125	14,684	40,084	65,484	90,884	116,284	141,684	167,084	192,484	217,884	243,284
19/32	0,593750	15,081	40,481	65,881	91,281	116,681	142,081	167,481	192,881	218,281	243,681
39/64	0,609375	15,478	40,878	66,278	91,678	117,078	142,478	167,878	193,278	218,678	244,078
5/8	0,625000	15,875	41,275	66,675	92,075	117,475	142,875	168,275	193,675	219,075	244,475
41/64	0,640625	16,272	41,672	67,072	92,472	117,872	143,272	168,672	194,072	219,472	244,872
21/32	0,656250	16,669	42,069	67,469	92,869	118,269	143,669	169,069	194,469	219,869	245,269
43/64	0,671875	17,066	42,466	67,866	93,266	118,666	144,066	169,466	194,866	220,266	245,666
11/16	0,687500	17,462	42,862	68,262	93,662	119,062	144,462	169,862	195,262	220,662	246,062
45/64	0,703125	17,859	43,259	68,659	94,059	119,459	144,859	170,259	195,659	221,059	246,459
23/32	0,718750	18,256	43,656	69,056	94,456	119,856	145,256	170,656	196,056	221,456	246,856
47/64	0,734375	18,653	44,053	69,453	94,853	120,253	145,653	171,053	196,453	221,853	247,253
3/4	0,750000	19,050	44,450	69,850	95,250	120,650	146,050	171,450	196,850	222,250	247,650
49/64	0,765625	19,447	44,847	70,247	95,647	121,047	146,447	171,847	197,247	222,647	248,047
25/32	0,781250	19,844	45,244	70,644	96,044	121,444	146,844	172,244	197,644	223,044	248,444
51/64	0,796875	20,241	45,641	71,041	96,441	121,841	147,241	172,641	198,041	223,441	248,841
13/16	0,812500	20,638	46,038	71,438	96,838	122,238	147,638	173,038	198,438	223,838	249,238
53/64	0,828125	21,034	46,434	71,834	97,234	122,634	148,034	173,434	198,834	224,234	249,634
27/32	0,843750	21,431	46,831	72,231	97,631	123,031	148,431	173,831	199,231	224,631	250,031
55/64	0,859375	21,828	47,228	72,628	98,028	123,428	148,828	174,228	199,628	225,028	250,428
7/8	0,875000	22,225	47,625	73,025	98,425	123,825	149,225	174,625	200,025	225,425	250,825
57/64	0,890625	22,622	48,022	73,422	98,822	124,222	149,622	175,022	200,422	225,822	251,222
39/32	0,906250	23,019	48,419	73,819	99,219	124,619	150,019	175,419	200,819	226,219	251,619
59/64	0,921875	23,416	48,816	74,216	99,616	125,016	150,416	175,816	201,216	226,616	252,016
15/16	0,937500	23,812	49,212	74,612	100,012	125,412	150,812	176,212	201,612	227,012	252,412
61/64	0,953125	24,209	49,609	75,009	100,409	125,809	151,209	176,609	202,009	227,409	252,809
31/32	0,968750	24,606	50,006	75,406	100,806	126,206	151,606	177,006	202,406	227,806	253,206
63/64	0,984375	25,003	50,403	75,803	101,203	126,603	152,003	177,403	202,803	228,203	253,603

Tabelle 11: Härteumrechnungstabelle

Rockwellhärte C-Skala 1471,0N {150kgf}	Vickershärte	Brinellhärte		Rockwellhärte		Shore-Härte
		Standardstahlkugeln	Wolframkarbid- stahlkugeln	A-Skala 588,4N {60kgf}	B-Skala 980,7N {100kgf}	
68	940			85,6		97
67	900			85,0		95
66	865			84,5		92
65	832		739	83,9		91
64	800		722	83,4		88
63	772		705	82,8		87
62	746		688	82,3		85
61	720		670	81,8		83
60	697		654	81,2		81
59	674		634	80,7		80
58	653		615	80,1		78
57	633		595	79,6		76
56	613		577	79,0		75
55	595	—	560	78,5		74
54	577	—	543	78,0		72
53	560	—	525	77,4		71
52	544	500	512	76,8		69
51	528	487	496	76,3		68
50	513	475	481	75,9		67
49	498	464	469	75,2		66
48	484	451	455	74,7		64
47	471	442	443	74,1		63
46	458	432	432	73,6		62
45	446	421	421	73,1		60
44	434	409	409	72,5		58
43	423	400	400	72,0		57
42	412	390	390	71,5		56
41	402	381	381	70,9		55
40	392	371	371	70,4	—	54
39	382	362	362	69,9	—	52
38	372	353	353	69,4	—	51
37	363	344	344	68,9	—	50
36	354	336	336	68,4	(109,0)	49
35	345	327	327	67,9	(108,5)	48
34	336	319	319	67,4	(108,0)	47
33	327	311	311	66,8	(107,5)	46
32	318	301	301	66,3	(107,0)	44
31	310	294	294	65,8	(106,0)	43
30	302	286	286	65,3	(105,5)	42
29	294	279	279	64,7	(104,5)	41
28	286	271	271	64,3	(104,0)	41
27	279	264	264	63,8	(103,0)	40
26	272	258	258	63,3	(102,5)	38
25	266	253	253	62,8	(101,5)	38
24	260	247	247	62,4	(101,0)	37
23	254	243	243	62,0	100,0	36
22	248	237	237	61,5	99,0	35
21	243	231	231	61,0	98,5	35
20	238	226	226	60,5	97,8	34
(18)	230	219	219	—	96,7	33
(16)	222	212	212	—	95,5	32
(14)	213	203	203	—	93,9	31
(12)	204	194	194	—	92,3	29
(10)	196	187	187	—	90,7	28
( 8)	188	179	179	—	89,5	27
( 6)	180	171	171	—	87,1	26
( 4)	173	165	165	—	85,5	25
( 2)	166	158	158	—	83,5	24
( 0)	160	152	152	—	81,7	24

Anmerkung 1: Aus der Härteumwandlungstabelle (SAE J414)

**Tabelle 12: Liste der griechischen Buchstaben**

Normalschrift	Kursivschrift		Aussprache
	Großbuchstaben	Kleinbuchstaben	
A	<i>A</i>	<i>α</i>	Alpha
B	<i>B</i>	<i>β</i>	Beta
Γ	<i>Γ</i>	<i>γ</i>	Gamma
Δ	<i>Δ</i>	<i>δ</i>	Delta
E	<i>E</i>	<i>ε</i>	Epsilon
Z	<i>Z</i>	<i>ζ</i>	Zeta
H	<i>H</i>	<i>η</i>	Eta
Θ	<i>Θ</i>	<i>θ</i>	Theta
I	<i>I</i>	<i>ι</i>	Iota
K	<i>K</i>	<i>κ</i>	Kappa
Λ	<i>Λ</i>	<i>λ</i>	Lambda
M	<i>M</i>	<i>μ</i>	My
N	<i>N</i>	<i>ν</i>	Ny
Ξ	<i>Ξ</i>	<i>ξ</i>	Xi
O	<i>O</i>	<i>ο</i>	Omikron
Π	<i>Π</i>	<i>π</i>	Pi
P	<i>P</i>	<i>ρ</i>	Rho
Σ	<i>Σ</i>	<i>σ</i>	Sigma
T	<i>T</i>	<i>τ</i>	Tau
Υ	<i>Υ</i>	<i>υ</i>	Ypsilon
Φ	<i>Φ</i>	<i>φ</i>	Phi
X	<i>X</i>	<i>χ</i>	Chi
Ψ	<i>Ψ</i>	<i>ψ</i>	Psi
Ω	<i>Ω</i>	<i>ω</i>	Omega

# HEADQUARTERS

**NTN Corporation** URL <https://www.ntnglobal.com>

1-3-17, Kyomachibori, Nishi-ku, Osaka-shi, Osaka 550-0003 Japan Phone: +81-6-6443-5001

**NTN USA Corporation** URL <http://www.ntnamericas.com>

1600 E. Bishop Court, P.O. Box 7604, Mount Prospect, IL 60056-7604, U.S.A. Phone: +1-847-298-7500 Fax: +1-847-294-1209

# SALES NETWORK

## NTN Bearing Corp. of America

Head Office / 1600 E. Bishop Court, P.O. Box 7604, Mount Prospect, IL 60056-7604, U.S.A.

Phone: +1-847-298-7500 Fax: +1-847-699-9744

Central Sales Office / 2413 North Main Street, East Peoria, Illinois 61611

Phone: +1-309-699-8600 Fax: +1-309-699-8670

NTN Automotive Center / 39255 W. 12 Mile Road, Farmington Hills, MI 48331-2975, U.S.A.

Phone: +1-248-324-4700 Fax: +1-248-324-1103

## NTN Bearing Corp. of Canada Ltd. URL <http://www.ntnamericas.com>

Head Office / 305 Courtney Park Drive West, Mississauga, Ontario, L5W 1Y4, Canada

Phone: +1-905-564-2700 Fax: +1-905-564-7749

Edmonton Branch / 4608-97th Street, Edmonton, Alberta T6E 5N9, Canada

Phone: +1-780-435-6200 Fax: +1-780-435-3600

Toronto Branch / 305 Courtney Park Drive West, Mississauga, Ontario L5W 1Y4, Canada

Phone: +1-905-564-9600 Fax: +1-905-564-9609

Montreal Branch / 4973 Levy Street, Ville, St-Laurent, Quebec, H4R 2N9, Canada

Phone: +1-514-333-8054 Fax: +1-514-333-1078

## NTN Wälzlager (Europa) GmbH. URL <http://www.ntn-snr.com>

Head Office / Max-Planck-Str. 23, 40699 Erkrath, F.R.Germany

Phone: +49-211-2508-0 Fax: +49-211-2508-400

Stuttgart Branch / Plieninger Str. 63B, 70794 Filderstadt F.R.Germany

Phone: +49-711-123901-0 Fax: +49-711-123901-660

## NTN Bearings (UK) Ltd. URL <http://www.ntn-snr.com>

Wellington Crescent, Fradley Park, Lichfield, Staffordshire, WS13 8RZ, UK.

Phone: +44-1543-445000 Fax: +44-1543-445035

## NTN-SNR ROULEMENTS URL <http://www.ntn-snr.com>

Head Office / 1, rue des Usines B.P. 2017 74010 Annecy Cedex, France

Phone: +33-4-50-65-30-00 Fax: +33-4-50-65-32-91

Lyon Branch / 51, rue des Docks, 69009 Lyon, France

Phone: +33-4-78-66-68-00 Fax: +33-4-78-66-68-20

Paris Branch / 6, rue Auguste Comte, BP49, 92174 Vanves Cedex, France

Phone: +33-1-40-93-66-00 Fax: +33-1-40-93-66-10

Cran Gevrier Branch / 6 route de la Salle, 74960, Cran Gevrier, France

Phone: +33-4-50-65-93-00 Fax: +33-4-50-65-93-46

Argonay Branch / 114, Rte de Champ Farçon, 74370, Argonay, France

Phone: +33-4-50-65-94-00 Fax: +33-4-50-65-94-25

## SNR Wälzlager GmbH.

Head Office / Max-Planck-Str. 23, 40699 Erkrath, F.R.Germany

Phone: +49-211-2508-0 Fax: +49-211-2508-400

Bielefeld Branch / Friedrich-Hagemann-Straße 66, 33719 Bielefeld, F.R.Germany

Phone: +49-521-9-24-00-0 Fax: +49-521-9-24-00-90

Stuttgart Branch / Plieninger Str. 63B, 70794 Filderstadt F.R.Germany

Phone: +49-711-123901-0 Fax: +49-711-123901-660

## NTN-SNR ITALIA S.P.A.

Head Office / Via Riccardo Lombardi, 19/4, 20153 Milan, Italy

Phone: +39-02-47-99-86-00 Fax: +39-02-33-50-06-56

Bologna Office / Via Maestri del Lavoro 3/A 40138 Bologna, Italy

Phone: +39-051-47-53-51-74 Fax: +39-051-47-53-84-92

**NTN-SNR IBERICA SA** / Calle de Basauri, 17 Edificio A Planta Baja Dcha.28023 - Madrid, Spain

Phone: +34-916-71-89-13 Fax: +34-916-73-65-48

**NTN-SNR POLSKA Sp. z o. o.** / Al. Stanow Zjednoczonych 61A 04-028 Warsaw, Poland

Phone: +48-22-516-20-60 Fax: +48-22-516-20-62

**NTN-SNR RULMENTI S.R.L.** / Zona Industrial-Vest, 6 Strada Salzburg, 24 00 SIBIU, Romania

Phone: +40-269-20-35-00 Fax: +40-269-20-35-25

**LLC NTN-SNR RUS** / 125167, Moscow, ul. Victorenko 5, bld 1, Business center "Victory Plaza", Russia

Phone: +7-499-963-00-01 Fax: +7-499-963-00-01 (ext.122)

**NTN-SNR Morocco** / Route cotiere 111, Quartier industriel, Polygone 1, Casablanca, Morocco

Phone: +212-522-66-76-80 Fax: +212-522-66-5166

## NTN Bearing-Singapore (Pte) Ltd. URL <http://www.ntn.com.sg>

Head Office / No.9 Clementi Loop Singapore 129812

Phone: +65-64698066 Fax: +65-64695400

Philippine Representative Office / Unit 1002 Philippine Axa Life Centre Condominium Corporation Sen. Gil Puyat Ave Corner Tindalo Street Makati City, Philippines

Phone: +63-2-759-4407 Fax: +63-2-759-4409

## NTN Bearing-Vietnam Co., Ltd.

17th Floor, Viettower Building, No.1 Thai Ha street, Trunng Liet Ward, Dong Da District, Hanoi, Vietnam

Phone: +84-4-37347660 Fax: +84-4-37347662

## NTN Bearing India PVT. Ltd. URL <http://ntnbearing.in/index.html>

Head Office / SPIC Annexe Building, 2nd Floor No.86, Mount Road, Guindy Chennai 600032, India

Phone: +91-0-44-33707700 Fax: +91-0-44-33707701

Delhi Branch / 819, 8th Floor, International Trade Tower, Nehru Place, New Delhi -1100019, India

Phone: +91-0-11-40520407 Fax: +91-0-11-40520407

Mumbai Branch / Unit No :1104.DLH PARK , S V Road, Goregaon West, Mumbai - 400062, India

Phone: +91-0-22-28768501 Fax: +91-20-2-28768900

**NTN (China) Investment Corp.** URL <http://www.ntn.com.cn>

Shanghai Head Office / No.6 building No.1666 Nanle Road, Songjiang Industrial Zone, Songjiang, Shanghai 201611, China  
Phone: +86-21-5774-5500 Fax: +86-21-5778-2898

Beijing Branch / Unit 2808, Fortune Financial Center, No.5 Dongsanhuan Zhong Road, Chaoyang District, Beijing 100020, China  
Phone: +86-10-6568-3069 Fax: +86-10-6568-2278

Guangzhou Branch / Room 3606, Onelink Center, No.230-232 Tianhe Road, Tianhe District, Guangzhou 510620, China  
Phone: +86-20-3877-2943 Fax: +86-20-3877-2942

Nanjing Branch / D1D2, Nanjing Centre, NO.1 Zhongshan South Road, Qinhuai District, Nanjing, China  
Phone: +86-25-8477-5355 Fax: +86-25-8477-5360

Chongqing Branch / Room 15-6, Carnival mansion, No.9 Guanyingqiao Street, Jiangbei District, Chongqing 400020, China  
Phone: +86-23-6796-0812 Fax: +86-23-6796-0878

Shenyang Branch / Room 2606, China Resources Building, No.286 Qingnian Road, Heping District, Shenyang 110004, China  
Phone: +86-24-3137-9186 Fax: +86-24-3137-9185

**NTN China Ltd.** URL <http://www.ntnchina.com>

Hong Kong Office / Room 2003-05, Park-In Commercial Centre, No.56 Dundas Road, Mongkok, Kowloon, Hong Kong  
Phone: +852-2385-5097 Fax: +852-2385-2138

**NTN Bearing-Thailand Co., Ltd.**

Head Office / 29th Floor Panjathani Tower, 127/34 Nonsee Road, Chongnonsee, Yannawa, BANGKOK 10120, Thailand  
Phone: +66-2-681-0401 Fax: +66-2-681-0409

Khon Kaen Branch / 189/191 Ruenrom Road, Mueang, Khon Kaen 400003.  
Phone: +66-43-222237 Fax: +66-43-223061

Haad Yai Branch / 156/101-102 Moo 1, Lopburi Ramesuan Road, Klong Hae, Had Yai, Songkhla 90110  
Phone: +66-74-292651 Fax: +66-74-292656

Chiangmai Branch / 208 Moo 4, Wong wan rob klang, Nong Hoi, Amphur Muang, Chiang Mai 50000  
Phone: +66-53-142571 Fax: +66-53-142573

**NTN Bearing-Malaysia Sdn. Bhd.**

Head Office / No.2, Jalan Arkitek U 1/22, Hicom Glenmarie Industrial Park, 40150 Shah Alam, Selangor Darul Ehsan, Malaysia  
Phone: +60-3-55696088 Fax: +60-3-55690200

Butterworth Branch / 4700, Jalan Permatang Pauh, 13400 Butterworth, Malaysia  
Phone: +60-4-3328312 Fax: +60-4-3324407

Ipoh Branch Office / 65, Medan Kidd, Kinta Mansion, 30200 Ipoh, Malaysia  
Phone: +60-5-2547743 Fax: +60-5-2538077

Kuantan Branch / B-72, Ground Floor, Jalan Beserah 25300 Kuantan, Malaysia  
Phone: +60-9-5141132 Fax: +60-9-5141164

Johor Bahru Branch / 51 Jalan, Sri Bahagia 5, Taman Sri Bahagia, Tampoi, 81200 Johor Bahru, Malaysia  
Phone: +60-7-2364929 Fax: +60-7-2370897

**PT. NTN Bearing Indonesia**

MidPlaza 1, 7th Floor, Jl. Jend. Sudirman Kav. 10 -11 Jakarta, Indonesia 10220  
Phone : + 62-21-5707676 Fax : + 62-21-5707699

**NTN-CBC (Australia) Pty. Ltd.**

18 Worth Street Chullora NSW 2190, Sydney Australia  
Phone: +61-2-9947-8200 Fax: +61-2-9502 4013

**NTN de Mexico, S.A.** URL <http://www.ntnamericas.com/es>

Head Office / Emilio Cárdenas No.158 Apdo.124, C.P.54030, Tlalnepanltla, Edo.deMéxico, Mexico  
Phone: +52-55-5390-1133 Fax: +52-55-5565-8545

Guadalajara Branch / Calle 22 No.2465, Zona Industrial, C.P.44940, Guadalajara, Jalisco, Mexico  
Phone: +52-33-3145-1448 Fax: +52-33-3145-1594

Monterrey Branch / Av. Ruiz Cortines No.1336 Ote, Col. La Purisima, C.P.67120, Cd. Guadalupe, Nuevo Leon, Mexico  
Phone: +52-818-334-9931 Fax: +52-818-334-9932

**NTN Sudamericana, S.A.** URL <http://www.ntnamericas.com>

World Trade Center Panamá

Calle 53 Este, Urbanización Marbella Piso NO.16, Oficina 1601 Apartado Postal 832-0487, Panamá, Rep.de Panamá  
Phone: +507-269-4777 Fax: +507-264-5592

**NTN Rolamentos do Brasil Ltda.** URL <http://www.ntn.com.br>

Head Office / Av. das Industrias, 380-Parque Industrial-CEP 83.820-332-Fazenda Rio Grande-PR-BRAZIL  
Phone: +55-41-3-627-80-00 Fax: +55-52-3-627-80-80

Sao Paulo Branch / Av. Moema, 94-9°Andar-conj. 92a94 CEP 04077-020-Indianapolis-Sao Paulo-SP, Brasil  
Phone: +55-11-5051-0600 Fax: +55-11-5051-2807

**NTN Korea Co., Ltd.**

Head Office / 10<sup>th</sup> Fl., 124, Sejong-Daero, Jung-Gu, Seoul, 04520, Korea  
Phone: +82-2-720-3666 Fax: +82-2-720-3669

Busan Branch / Rm.707, 5, Jungang-Daero 775 Beon-Gil, Busanjin-Gu, Busan, 47251, Korea  
Phone: +82-51-811-1351 Fax: +82-51-811-1353

NOTE : The appearance and specifications may be changed without prior notice if required to improve performance. Although care has been taken to assure the accuracy of the data compiled in this catalog, NTN does not assume any liability to any company or person for errors or omissions.