



GEBR. REINFURT GMBH & CO. KG
HOCHPRÄZISIONSKUGELLAGER



Miniatur- und Kleinkugellager

Angaben in früheren Katalogen, die mit diesem Produktkatalog nicht übereinstimmen, treten außer Kraft.
Durch die technische Entwicklung notwendig werdende Änderungen behalten wir uns vor.



Inhaltsverzeichnis

Seite

2	Unternehmenspräsentation
3	Vorwort
4	Das Lieferprogramm
6	Das Bezeichnungssystem der GRW-Kugellager
8	Radial-Rillenkugellager – metrisch, ohne Abdeckung
14	Radial-Rillenkugellager – metrisch, mit nicht schleifender Abdeckung
20	Radial-Rillenkugellager – metrisch, mit schleifender Abdichtung
26	Radial-Rillenkugellager – inch, ohne Abdeckung
28	Radial-Rillenkugellager – inch, mit nicht schleifender Abdeckung
32	Radial-Rillenkugellager – inch, mit schleifender Abdichtung
34	Die Maß-, Form- und Laufgenauigkeit
36	Die Sonderausführungen
37	Die Spindel-/Schräggkugellager
38	Das Zubehör
40	Die Käfige für Miniaturkugellager
42	Die Abdeckungen
43	Die Materialien für Ringe und Kugeln
44	Die Schmierung
46	Die Funktionsprüfungen
48	Die Drehzahlgrenzen
50	Die Tragfähigkeiten
51	Die Lebensdauer
52	Der Einbau von Kugellagern
53	Die Anlageflächen von Wellen und Gehäusen
54	Die Passungen
56	Die Radialluftverminderung
58	Das Sortieren von Bohrungs- und Außendurchmesser
59	Das Elastizitätsverhalten von Rillenkugellagern
60	Die Zusammenhänge zwischen Radialluft, Axialluft und Kontaktwinkel
62	Die Duplexkugellager
63	Die drei Arten des Duplexeinbaus von Radialrillenkugellagern
64	Der Kippwinkel
65	Die Behandlung der Hochpräzisionskugellager und die Kugellageruntersuchungen
66	Die Verpackung
67	Die GRW-Qualität – International zertifiziert nach DIN EN ISO 9001
68	Die Erläuterung wichtiger Begriffe
70	Einblick in die GRW-Fertigung
72	Stichwortverzeichnis



Unternehmenspräsentation



Verwaltung und Fertigung Würzburg

Der Sitz des Unternehmens in Würzburg mit Verwaltung und Fertigung sowie die moderne Produktionsstätte im sieben Kilometer nördlich davon gelegenen Rimpar.

Mehr als 400 Mitarbeiter sind mit der Entwicklung und Fertigung der Hochpräzisionskugellager beschäftigt.



Produktionsstätte Rimpar



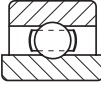
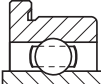


Sichtbar sind die feinen Details unserer Miniaturkugellager bestenfalls unter der Lupe. Zu spüren ist ihr präziser und leichter Lauf hingegen in Instrumenten, bei denen es in besonderem Maße auf Genauigkeit und höchste Zuverlässigkeit ankommt: in der Elektrotechnik und Mikroelektronik, in der Luft- und Raumfahrttechnik oder in Geräten der Medizin- und Dentaltechnik.

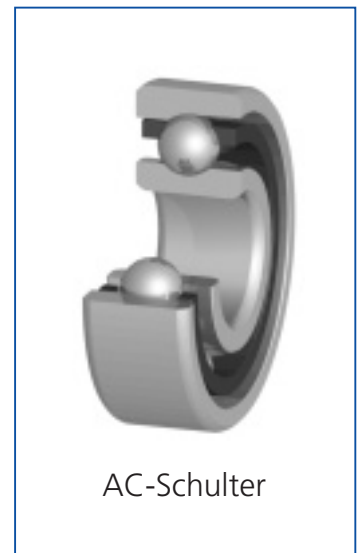
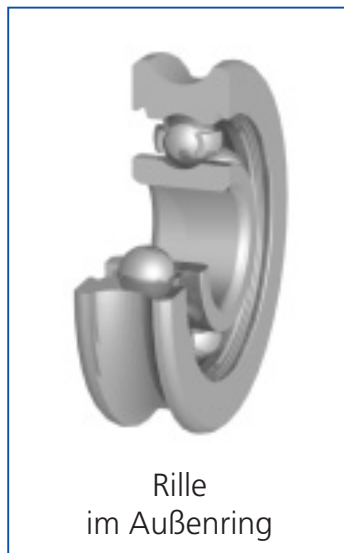
Aus dem umfangreichen Standardprogramm, das in diesem Katalog aufgeführt ist, entwickeln die GRW-Ingenieure und -Techniker bei Bedarf auch individuelle Systemlösungen, wie beispielsweise komplette, einbaufertige Lagereinheiten. Mit kurzen Entwicklungszeiten, einer modernen Fertigung und schneller Lieferbereitschaft erfüllen unsere Standard- wie die Systemlösungen die vielfältigen Anforderungen nach Präzision und Funktionalität.









Nutzen Sie die Möglichkeit, Ihre technischen Anforderungen und Fragen mit unseren Anwendungsberatern persönlich zu besprechen. Wir freuen uns auf Ihren Anruf.

Technische Anwendungsberatung: +49 (0)931 7952-440

Radial-Rillenkugellager einreihig, ohne Füllnuten		ohne Abdeckung	Bohrung		Außen-ø	
			von	bis	von	bis
ohne Flansch	metrisch	Seite 8 bis 13 	1	17	3	40
	inch	Seite 26 bis 27	.0400"	.3750"	.1250"	.8750"
mit Flansch	metrisch	Seite 8 bis 13 	1,5	10	4	22
	inch	Seite 26 bis 27	.0469"	.3125"	.1562"	.5000"
mit verbreitertem Innenring ohne Flansch	metrisch	Seite 8 bis 13 	1,5	10	4	22
	inch	Seite 26 bis 27	.0469"	.3125"	.1562"	.5000"
mit verbreitertem Innenring mit Flansch	metrisch	Seite 8 bis 13 	1,5	10	4	19
	inch	Seite 26 bis 27	.0469"	.3125"	.1562"	.5000"

**Sonder-
kugellager**



mit nicht schleifender Abdeckung					mit schleifender Abdichtung					
Z oder -ZZ	Bohrung		Außen-ø		TS oder RS	-2TS -2RS	Bohrung		Außen-ø	
	von	bis	von	bis			von	bis	von	bis
Seite 14 bis 19  Seite 28 bis 31	1,5	17	4	40	Seite 20 bis 25  Seite 32 bis 33	2	17	6	40	
	.0469"	.3750"	.1562"	.8750"		.0781"	.3750"	.2500"	.8750"	
Seite 14 bis 19  Seite 28 bis 31	1,5	10	4	22	Seite 20 bis 25  Seite 32 bis 33	2	10	6	22	
	.0469"	.3750"	.1562"	.8750"		.0781"	.3750"	.2500"	.8750"	
Seite 14 bis 19  Seite 28 bis 31	2	10	5	22	Seite 20 bis 25  Seite 32 bis 33	2	10	6	22	
	.0469"	.3125"	.1562"	.5000"		.1875"	.2500"	.3125"	.6250"	
Seite 14 bis 19  Seite 28 bis 31	2	10	5	19	Seite 20 bis 25  Seite 32 bis 33	2	10	6	19	
	.0469"	.3125"	.1562"	.5000"		.1875"	.2500"	.3125"	.6250"	





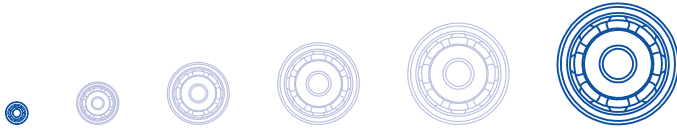
Das Bezeichnungssystem der GRW-Kugellager

Material	Ausführung	Basiszeichen	Abdeckung	Toleranzklasse	Radialluft
		625			C2
		1/8 B	-Z2	ABEC 5	K35
		608		P4	D15
SS	FE	624	-Z2	P4	2
– 100Cr6 SS nichtrostender Stahl X65Cr13 HY Hybridkugel- lager Kugeln aus Keramik Si ₃ N ₄ Ringe aus 100Cr6 HYSS Hybridkugel- lager Kugeln aus Keramik Si ₃ N ₄ Ringe aus X65Cr13 SV X30CrMoN15-1 (auf Anfrage) Seite 43	F Flansch am Außenring E verbreiterter Innenring Seite 52	Seite 8 bis 33	– offene Kugellager Z eine Deckscheibe -Z2 zwei Deckscheiben Z1 eine Deckscheibe auf der Flanschseite Z2 eine Deckscheibe auf der dem Flansch gegen- überliegenden Seite RZ eine Perbunan- Kautschuk-Deckscheibe nicht schleifend -2RZ zwei Perbunan- Kautschuk-Deckscheiben nicht schleifend TS eine Teflondichtscheibe -2TS zwei Teflondichtscheiben TS1 eine Teflondichtscheibe auf der Flanschseite TS2 eine Teflondichtscheibe auf der dem Flansch gegenüberliegenden Seite RS eine Perbunan- Kautschuk-Dichtscheibe schleifend -2RS zwei Perbunan- Kautschuk-Dichtscheiben schleifend VS eine Viton-Dichtscheibe -2VS zwei Viton-Dichtscheiben Seite 42	Toleranzklasse 0 wird nicht gekennzeichnet Toleranzangaben Seite 34, 35	d 1 bis 6 mm C2 0 bis 6 µm normal 4 bis 11 µm C3 10 bis 20 µm C4 14 bis 20 µm C5 18 bis 28 µm d über 6 bis 10 mm C2 0 bis 6 µm normal 4 bis 11 µm C3 10 bis 20 µm C4 14 bis 29 µm C5 20 bis 37 µm d über 10 bis 18 mm C2 0 bis 9 µm normal 3 bis 18 µm C3 11 bis 25 µm C4 18 bis 33 µm Normale Radialluft wird in der Kugel- lagerbezeichnung nicht aufgeführt. C1/5 1 bis 5 µm C4/8 4 bis 8 µm C7/11 7 bis 11 µm C10/15 10 bis 15 µm C14/20 14 bis 20 µm C18/28 18 bis 28 µm K02 0 bis .0002" K13 .0001" bis .0003" K24 .0002" bis .0004" K35 .0003" bis .0005" K46 .0004" bis .0006" K58 .0005" bis .0008" D15 Kontaktwinkel 15° Seite 60

Funktionsprüfung	Durchmesser-sortierung	Paarungsart	Käfigausführung	Schmiermenge	Schmierstoffe
GPR			Y		
GPR			J	20%	G310
GPR	X	-1L	AC1 TA		L001
GPR	X	-1	J	140MG	G340
<p>GPR Geräuschprüfung</p> <p>NG keine Geräuschprüfung</p> <p>GPA Axial-schwingungsprüfung</p> <p>R gefolgt von einer Zahl gibt das Anlaufdrehmoment bei Standardbelastung an z.B. R16 Anlaufdrehmoment max. 16 µNm</p> <p>Seite 46, 47</p>	<p>X Bohrung und Außen-ø in 2 Klassen sortiert</p> <p>XB Bohrung in 2 Klassen sortiert</p> <p>XD Außen-ø in 2 Klassen sortiert</p> <p>X4 Bohrung und Außen-ø in 4 Klassen sortiert</p> <p>X4B Bohrung in 4 Klassen sortiert</p> <p>X4D Außen-ø in 4 Klassen sortiert</p> <p>Seite 58</p>	<p>-1 Rücken an Rücken</p> <p>-2 Stirnseite an Stirnseite</p> <p>-3 Tandem</p> <p>Seite 62, 63</p> <p>Vorspannung für Spindelkugellager</p> <p>L Leicht</p> <p>M Mittel</p> <p>S Schwer</p> <p>Seite 37</p>	<p>Y Messingkäfig</p> <p>J Nirostahlkäfig</p> <p>E Stahlkäfig</p> <p>JH Nirostahl-Schnappkäfig</p> <p>THB Hartstoff-Schnappkäfig</p> <p>TNH Kunststoff-Schnappkäfig</p> <p>TN9H glasfaser-verstärkter Kunststoff-Schnappkäfig</p> <p>AC1 eine Außenringschulter abgeschliffen</p> <p>AC2 eine Innenring-schulter abgeschliffen</p> <p>AC-Ausführung nur in Verbindung mit Massivkäfig oder vollkugelig</p> <p>Seite 37, 40, 41</p>	<p>-Standardmenge</p> <p>20% Fettvolumen 20% des freien Raumes</p> <p>140MG Schmiermenge in mg</p>	<p>L... Ölcode</p> <p>G... Fettcode</p> <p>B... Sonderbehandlung</p> <p>Seite 44, 45</p>



Radial-Rillenkugellager – metrisch ohne Abdeckung⁽¹⁾



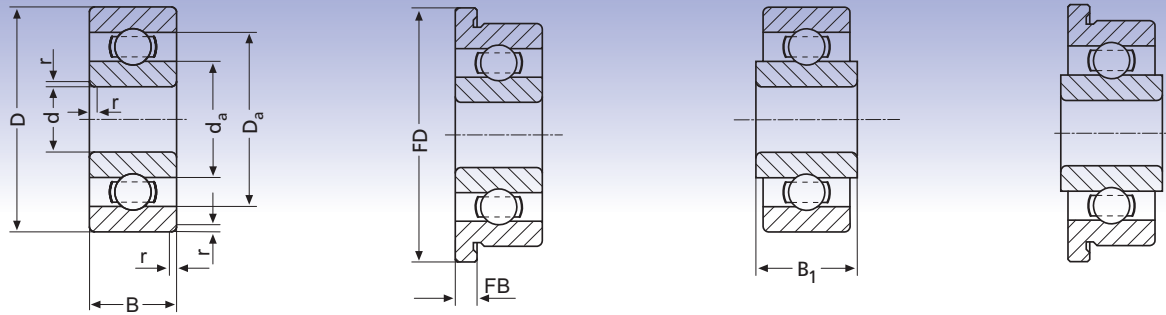
Abmessungen					Ausführungen				Basiszeichen nach DIN
d	D	B	B ₁	r _s min (2)					
1 .0394	3 .1181	1 .0394		0,05 .002	681				618/1
1 .0394	4 .1575	1,6 .0630		0,1 .004	691				619/1
1,5 .0591	4 .1575	1,2 .0472	2 .0787	0,05 .002	68/1,5	F68/1,5	E68/1,5	FE68/1,5	618/1,5
1,5 .0591	5 .1969	2 .0787		0,15 .006	69/1,5	F69/1,5			619/1,5
2 .0787	5 .1969	1,5 .0591	2,3 .0906	0,08 .003	682	F682	E682	FE682	618/2
2 .0787	6 .2362	2,3 .0906	3,1 .1221	0,15 .006	692	F692	E692	FE692	619/2
2,35 ⁽⁷⁾ .0925	5 .1969	1,5 .0590		0,08 .003	67/2,35				
2,35 ⁽⁷⁾ .0925	5,5 .2165	2 .0787		0,08 .003	68/2,35				
2,5 .0984	6 .2362	1,8 .0709	2,6 .1024	0,08 .003	68/2,5	F68/2,5	E68/2,5	FE68/2,5	618/2,5
2,5 .0984	7 .2756	2,5 .0984	3,3 .1299	0,15 .006	69/2,5	F69/2,5	E69/2,5	FE69/2,5	619/2,5
2,5 .0984	8 .3150	2,8 .1102	3,6 .1417	0,15 .006	60/2,5		E60/2,5		60/2,5
3 .1181	6 .2362	2 .0787		0,08 .003	673	F673			617/3
3 .1181	7 .2756	2 .0787	2,8 .1102	0,1 .004	683	F683	E683	FE683	618/3
3 .1181	8 .3150	2,5 .0984		0,15 .006	693/003				
3 .1181	8 .3150	3 .1181	3,8 .1496	0,15 .006	693	F693	E693	FE693	619/3
3 .1181	10 .3937	4 .1575	4,8 .1890	0,15 .006	623	F623	E623	FE623	623
4 .1575	7 .2756	2 .0787		0,08 .003	674	F674			617/4
4 .1575	9 .3543	2,5 .0984	3,3 .1299	0,1 .004	684	F684	E684	FE684	618/4
4 .1575	11 .4331	4 .1575	4,8 .1890	0,15 .006	694	F694	E694	FE694	619/4
4 .1575	12 .4724	4 .1575	4,8 .1890	0,15 .006	604	F604	E604	FE604	604
4 .1575	13 .5118	5 .1969	5,8 .2284	0,2 .008	624	F624	E624	FE624	624
4 .1575	16 .6299	5 .1969	5,8 .2284	0,3 .012	634	F634	E634	FE634	634
4 .1575	16 .6299	5 .1969		0,3 .012	634D				634

8

(1) Kugellager ohne Deck- oder Dichtscheiben können auch mit Einstichen geliefert werden. Falls Kugellager ohne diese Einstiche erforderlich sind, muß in der Bestellung gesondert darauf hingewiesen werden.

(2) r_s min = Kleinster einzelner Kantenabstand am Kugellager bzw. größtzulässige Radien von Hohlkehlen an Welle und Gehäuse

Bitte verwenden Sie die hervorgehobenen Typen. Die anderen Ausführungen können nur auf Anfrage geliefert werden!



Flansch-abmessungen		Einbaumaße nach DIN 5418			Kugel-zahl (5)	Kugel- \varnothing	Tragzahlen nach DIN ISO		Drehzahl (6)
FD	FB	d_a min	d_a max (3)	D_a max (4)			C_r [N]	C_{Or} [N]	
		1,40 .055	2,30 .091	2,60 .102	7	0,5 0.1969	82	22	140.000
		1,60 .063	2,90 .141	3,40 .134	6	0,794 .03125	160	43	126.000
5 .197	0,4 .016	1,90 .075	3,10 .122	3,60 .142	6	0,794 .03125	163	44	113.000
6,5 .256	0,6 .024	2,30 .091	3,90 .154	4,20 .165	7	0,794 .03125	192	59	93.000
6,1 .240	0,5 .020	2,50 .098	3,90 .154	4,50 .177	7	0,794 .03125	192	59	90.000
7,5 .295	0,6 .024	2,80 .110	4,30 .169	5,20 .205	7	1 .0394	286	90	91.000
		2,50 .098	3,90 .154	4,50 .177	7	0,794 .03125	192	59	93.000
		2,90 .114	4,30 .169	5,00 .197	7	1 .0394	286	90	91.000
7,1 .280	0,5 .020	3,00 .118	4,80 .189	5,50 .217	7	1 .0394	289	92	81.000
8,5 .335	0,7 .028	3,30 .130	5,60 .220	6,30 .248	8	1,191 .0469	432	149	71.000
		3,30 .130	5,60 .220	7,20 .283	8	1,191 .0469	432	149	81.000
7,2 .283	0,6 .024	3,50 .137	5,00 .198	5,40 .216	8	1 .0394	195	60	81.000
8,1 .319	0,5 .020	3,60 .142	5,70 .224	6,40 .252	8	1,191 .0469	432	149	71.000
		3,80 .149	6,50 .256	7,20 .283	7	1,588 .0625	644	215	60.000
9,5 .375	0,7 .028	3,80 .149	6,50 .256	7,20 .283	7	1,588 .0625	644	215	67.000
11,5 .453	1 .039	4,40 .173	7,60 .299	8,60 .339	8	1,588 .0625	725	265	62.000
8,2 .322	0,6 .024	4,50 .177	6,00 .236	6,50 .256	9	1 .0394	345	130	63.000
10,3 .406	0,6 .024	4,60 .181	7,30 .287	8,40 .331	7	1,588 .0625	658	226	62.000
12,5 .492	1 .039	4,80 .183	7,90 .311	10,20 .402	8	1,588 .0625	730	271	66.000
13,5 .532	1 .039	5,40 .213	8,90 .350	10,60 .417	8	1,588 .0625	734	282	56.000
15 .591	1 .039	5,80 .228	10,10 .398	11,20 .441	7	2,381 .0938	1.339	488	52.000
18 .709	1 .039	6,40 .252	12,40 .488	13,60 .535	8	2,5 .0984	1.646	663	39.000
18 .709	1 .039	6,40 .252	12,40 .488	13,60 .535	6	3,175 .1250	1.935	677	44.000

(3) Gilt nicht für Kugellager mit verbreitertem Innenring

(4) Gilt nicht für Flansch-Kugellager

(5) Durch unterschiedliche Käfigausführungen sind abweichende Kugelzahlen möglich

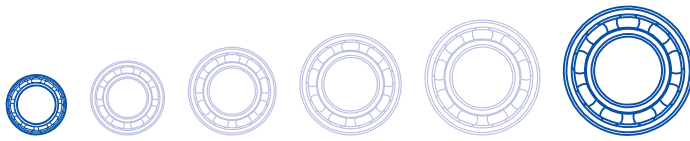
(6) Siehe Kapitel „Die Drehzahlgrenzen“, Seite 48, 49

(7) Bohrungstoleranz +12 μ m bis +3 μ m

Änderungen, die dem technischen Fortschritt dienen, behalten wir uns vor



Radial-Rillenkugellager – metrisch ohne Abdeckung⁽¹⁾

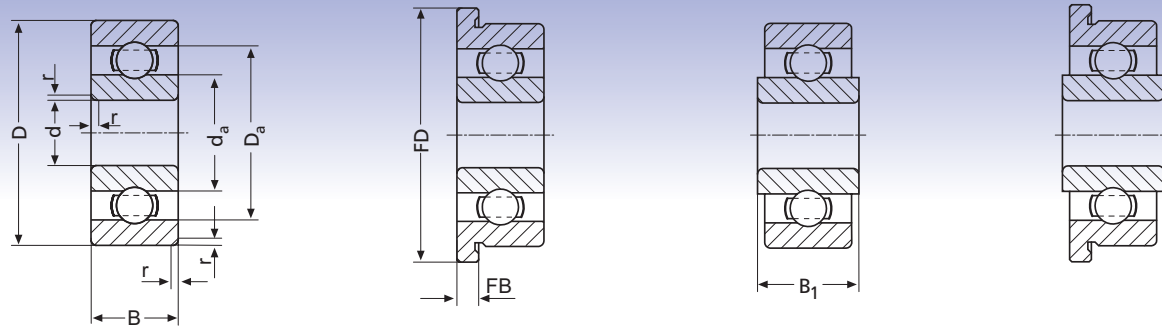


Abmessungen					Ausführungen				Basiszeichen nach DIN
d	D	B	B ₁	r _{s min} (2)					
mm inch									
5 .1969	8 .3150	2 .0787		0,08 .003	675	F675			617/5
5 .1969	11 .4331	3 .1181	3,8 .1496	0,15 .006	685	F685	E685	FE685	618/5
5 .1969	13 .5118	4 .1575	4,8 .1890	0,2 .008	695	F695	E695	FE695	619/5
5 .1969	14 .5512	5 .1969	5,8 .2284	0,2 .008	605	F605	E605	FE605	605
5 .1969	16 .6299	5 .1969	5,8 .2284	0,3 .012	625	F625	E625	FE625	625
5 .1969	16 .6299	5 .1969		0,3 .012	625D				625
5 .1969	19 .7480	6 .2362	6,8 .2677	0,3 .012	635	F635	E635	FE635	635
6 .2362	10 .3937	2,5 .0984		0,15 .006	676 ⁽⁸⁾				617/6
6 .2362	13 .5118	3,5 .1378	4,3 .1693	0,15 .006	686	F686	E686	FE686	618/6
6 .2362	15 .5906	5 .1969	5,8 .2284	0,2 .008	696	F696	E696	FE696	619/6
6 .2362	16 .6299	5 .1969		0,3 .012	625/0002				
6 .2362	19 .7480	6 .2362	6,8 .2677	0,3 .012	626	F626	E626	FE626	626
7 .2756	11 .4331	2,5 .0984		0,15 .006	677 ⁽⁸⁾				617/7
7 .2756	14 .5512	3,5 .1378	4,3 .1693	0,15 .006	687	F687	E687	FE687	618/7
7 .2756	17 .6693	5 .1969	5,8 .2284	0,3 .012	697	F697	E697	FE697	619/7
7 .2756	19 .7480	6 .2362	6,8 .2677	0,3 .012	607	F607	E607	FE607	607
7 .2756	22 .8661	7 .2756		0,3 .012	627	F627			627
8 .3150	12 .4724	2,5 .0984		0,15 .006	678 ⁽⁸⁾				617/8
8 .3150	16 .6299	4 .1575	4,8 .1890	0,2 .008	688	F688	E688	FE688	618/8
8 .3150	19 .7480	6 .2362	6,8 .2677	0,3 .012	698	F698	E698	FE698	619/8
8 .3150	22 .8661	6 .2362		0,3 .012	608/003				
8 .3150	22 .8661	7 .2756		0,3 .012	608	F608	E608	FE608	608
9 .3543	14 .5512	3 .1181		0,15 .006	679				617/9
9 .3543	17 .6693	4 .1575	4,8 .1890	0,2 .008	689	F689	E689	FE689	618/9

(1) Kugellager ohne Deck- oder Dichtscheiben können auch mit Einstichen geliefert werden. Falls Kugellager ohne diese Einstiche erforderlich sind, muß in der Bestellung gesondert darauf hingewiesen werden.

(2) r_{s min} = Kleinsten einzelner Kantenabstand am Kugellager bzw. größtzulässige Radien von Hohlkehlen an Welle und Gehäuse

Bitte verwenden Sie die hervorgehobenen Typen. Die anderen Ausführungen können nur auf Anfrage geliefert werden!



Flansch-abmessungen		Einbaumaße nach DIN 5418			Kugel-zahl (5)	Kugel- ϕ	Tragzahlen nach DIN ISO		Drehzahl (6)
FD	FB	d_a min	d_a max (3)	D_a max (4)			C_r [N]	C_{Or} [N]	
9,2 .362	0,6 .024	5,50 .217	7,00 .276	7,50 .295	11	1 .0394	390	160	52.000
12,5 .492	0,8 .032	5,80 .228	6,70 .264	10,70 .421	8	1,588 .0625	734	282	52.000
15 .591	1 .039	6,40 .252	9,70 .382	11,60 .457	10	1,588 .0625	851	366	49.000
16 .630	1 .039	6,40 .252	10,80 .425	12,60 .496	8	1,984 .0781	1.096	437	50.000
18 .709	1 .039	7,40 .291	12,40 .488	13,60 .357	8	2,5 .0984	1.646	663	40.000
18 .709	1 .039	7,40 .291	12,40 .488	13,60 .357	6	3,175 .1250	1.935	677	45.000
22 .868	1,5 .059	7,40 .291	15,10 .594	16,60 .654	8	3,175 .1250	2.522	1.057	33.000
		6,50 .256	8,00 .315	8,50 .335	10	1,191 .0469	503	215	46.000
15 .591	1 .039	6,80 .268	10,80 .425	12,20 .480	8	1,984 .0781	1.096	437	44.000
17 .669	1,2 .047	7,40 .291	11,50 .453	13,60 .535	9	1,984 .0781	1.186	505	46.000
		8,40 .331	12,40 .488	13,60 .535	8	2,5 .0984	1.646	663	41.000
22 .866	1,5 .059	8,40 .331	15,10 .594	16,60 .654	8	3,175 .1250	2.522	1.057	34.000
		7,50 .295	9,00 .354	9,50 .374	9	1,191 .0469	462	199	40.000
16 .630	1 .039	7,80 .307	11,60 .457	13,20 .520	9	1,984 .0781	1.186	505	41.000
19 .748	1,2 .047	9,00 .354	13,60 .535	15,00 .591	9	2,5 .0984	1.795	776	39.000
22 .866	1,5 .059	9,00 .354	15,10 .594	17,00 .669	8	3,175 .1250	2.522	1.057	38.000
25 .984	1,5 .059	9,40 .370	17,30 .681	19,60 .772	7	3,969 .15625	3.369	1.363	35.000
		8,50 .335	10,00 .394	10,50 .413	12	1,191 .0469	551	270	35.000
18 .709	1 .039	9,40 .370	13,50 .531	14,60 .575	9	2,5 .0984	1.795	776	38.000
22 .866	1,5 .059	10,00 .394	14,60 .574	17,00 .669	9	2,5 .0984	1.798	797	40.000
		10,00 .394	17,30 .681	20,00 .787	7	3,969 .15625	3.369	1.363	34.000
25 .984	1,5 .059	10,00 .394	17,30 .681	20,00 .787	7	3,969 .15625	3.369	1.363	38.000
		9,50 .374	11,00 .433	12,50 .492	12	1,191 .0469	536	276	33.000
19 .748	1 .039	10,40 .409	14,50 .571	15,60 .614	9	2,5 .0984	1.798	797	34.000

(3) Gilt nicht für Kugellager mit verbreitertem Innenring

(4) Gilt nicht für Flanschkugellager

(5) Durch unterschiedliche Käfigausführungen sind abweichende Kugelzahlen möglich

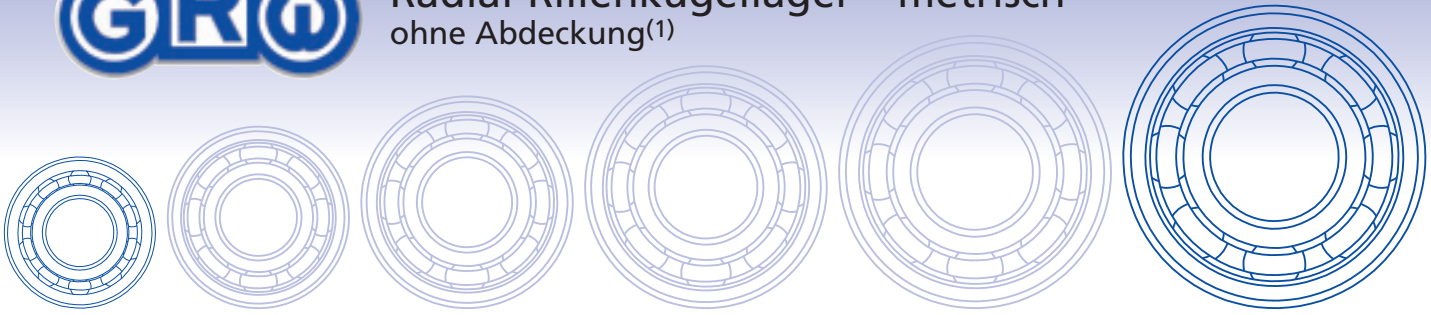
(6) Siehe Kapitel „Die Drehzahlgrenzen“, Seite 48, 49

(8) mit Abdeckung in anderer Breite erhältlich

Änderungen, die dem technischen Fortschritt dienen, behalten wir uns vor



Radial-Rillenkugellager – metrisch ohne Abdeckung⁽¹⁾

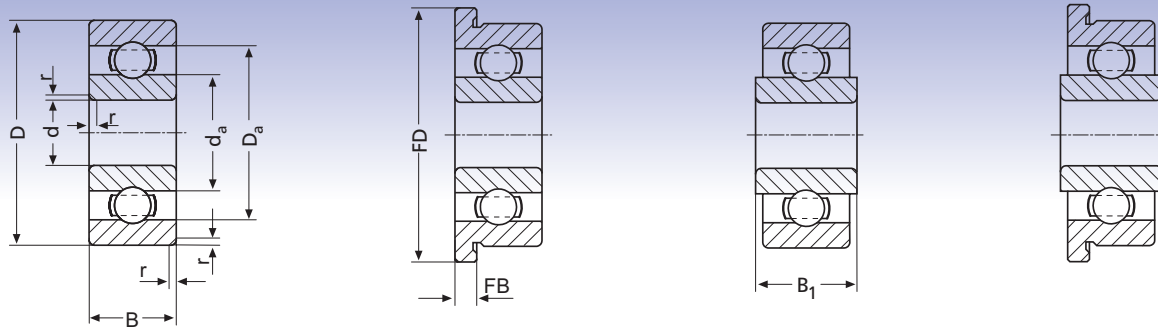


Abmessungen					Ausführungen				Basiszeichen nach DIN
d	D	B	B ₁	r _s min (2)					
mm inch	mm inch	mm inch	mm inch	mm inch					
9 .3543	20 .7874	6 .2362		0,3 .012	699				619/9
9 .3543	24 .9449	7 .2756		0,3 .012	609				609
9 .3543	24 .9449	7 .2756		0,3 .012	609D				609
9 .3543	26 1.0236	8 .3150		0,3 .012	629				629
10 .3937	15 .5906	3 .1181		0,15 .006	6700 ⁽⁸⁾				61700
10 .3937	19 .7488	5 .1969	5,8 .2284	0,3 .012	6800	F6800	E6800	FE6800	61800
10 .3937	22 .8661	6 .2362		0,3 .012	6900				61900
10 .3937	26 1.0236	8 .3150		0,3 .012	6000				6000
10 .3937	30 1.181	9 .3543		0,6 .024	6200				6200
10 .3937	30 1.0236	9 .3543		0,6 .024	6200D				6200
12 .4724	21 .8267	5 .1969		0,3 .012	6801				61801
12 .4724	24 .9449	6 .2362		0,3 .012	6901				61901
12 .4724	28 1.1024	8 .3150		0,3 .012	6001				6001
12 .4724	32 1.2598	10 .3937		0,6 .024	6201				6201
15 .5906	24 .9449	5 .1969		0,3 .012	6802				61802
15 .5906	28 1.1024	7 .2756		0,3 .012	6902				61902
15 .5906	32 1.2598	9 .3543		0,3 .012	6002				6002
15 .5906	35 1.3780	11 .4331		0,6 .024	6202				6202
17 .6693	26 1.0236	5 .1969		0,3 .012	6803				61803
17 .6693	30 1.1811	7 .2756		0,3 .012	6903				61903
17 .6693	35 1.3780	10 .3937		0,3 .012	6003				6003
17 .6693	40 1.5748	12 .4724		0,6 .024	6203				6203

(1) Kugellager ohne Deck- oder Dichtscheiben können auch mit Einstichen geliefert werden. Falls Kugellager ohne diese Einstiche erforderlich sind, muß in der Bestellung gesondert darauf hingewiesen werden.

(2) r_s min = Kleinster einzelner Kantenabstand am Kugellager bzw. größtzulässige Radien von Hohlkehlen an Welle und Gehäuse

Bitte verwenden Sie die hervorgehobenen Typen. Die anderen Ausführungen können nur auf Anfrage geliefert werden!



Flansch-abmessungen		Einbaumaße nach DIN 5418			Kugel-zahl (5)	Kugel- \emptyset	Tragzahlen nach DIN ISO		Drehzahl (6)
FD	FB	d_a min	d_a max (3)	D_a max (4)			C_r [N]	C_{or} [N]	
		11,00 .433	15,80 .622	18,00 .709	10	2,5 .0984	1.922	915	35.000
		11,00 .433	18,90 .744	22,00 .866	7	3,969 .15625	3.435	1.430	33.000
		11,00 .433	18,90 .744	22,00 .866	8	3,969 .15625	3.758	1.632	32.000
		11,40 .499	20,70 .815	23,60 .929	7	4,763 .1875	4.698	1.982	29.000
		10,50 .413	12,00 .472	13,50 .532	11	1,588 .0625	881	435	30.000
21 .827	1 .039	12,00 .472	15,80 .622	17,00 .669	10	2,5 .0984	1.922	915	34.000
		12,00 .472	17,80 .701	20,00 .787	8	3,175 .1250	2.555	1.129	31.000
		12,40 .488	20,70 .815	23,60 .929	7	4,763 .1875	4.698	1.982	32.000
		14,20 .559	23,20 .913	25,80 1.016	7	5,556 .2188	6.100	2.600	29.000
		14,20 .559	23,20 .913	25,80 1.016	8	4,763 .1875	5.236	2.374	27.000
		14,00 .551	17,90 .705	19,00 .748	12	2,381 .09375	1.930	900	30.000
		14,00 .551	16,30 .641	22,00 .866	10	3,175 .1250	2.971	1.452	34.000
		14,00 .559	24,10 .945	26,00 1.024	9	3,969 .15625	5.237	2.359	31.000
		16,22 .639	27,00 1.063	27,80 1.095	7	6 .2363	7.073	3.100	26.000
		17,00 .669	20,90 .823	22,00 .866	14	2,381 .09375	2.080	1.100	24.000
		17,00 .669	19,00 .748	26,00 1.024	10	3,969 .15625	4.445	2.268	32.000
		17,00 .669	27,90 1.098	30,00 1.181	9	4,763 .1875	5.676	2.819	26.000
		19,20 .756	30,20 1.189	30,90 .819	8	6 .2362	7.939	3.744	23.000
		19,00 .748	22,90 .902	24,00 .945	16	2,381 .09375	2.240	1.270	22.000
		19,00 .748	20,90 .823	28,00 1.102	11	3,969 .15625	4.723	2.547	30.000
		19,00 .748	30,40 1.197	33,00 1.299	10	4,763 .1875	6.172	3.267	23.000
		21,20 .835	34,00 1.339	35,80 1.409	8	6,747 .2656	9.811	4.734	20.000

(3) Gilt nicht für Kugellager mit verbreitertem Innenring

(4) Gilt nicht für Flanschkugellager

(5) Durch unterschiedliche Käfigausführungen sind abweichende Kugelzahlen möglich

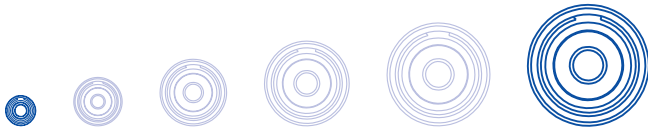
(6) Siehe Kapitel „Die Drehzahlgrenzen“, Seite 48, 49

(8) mit Abdeckung in anderer Breite erhältlich

Änderungen, die dem technischen Fortschritt dienen, behalten wir uns vor

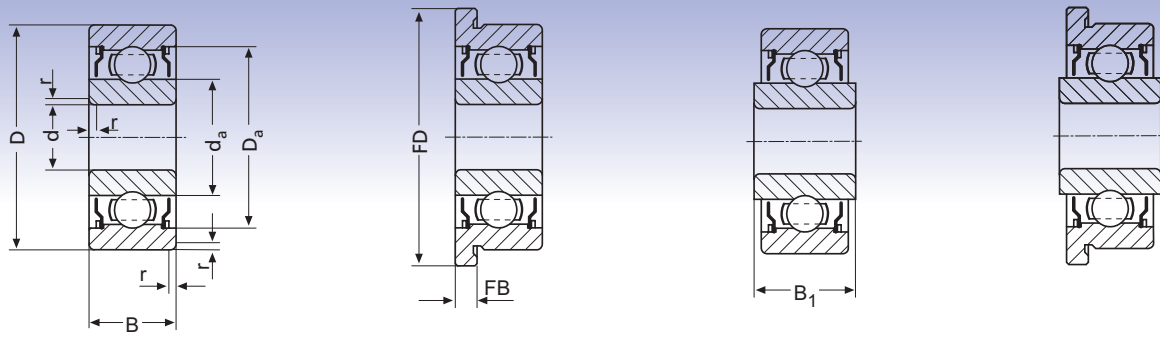


Radial-Rillenkugellager – metrisch mit nicht schleifender Abdeckung



Abmessungen					Ausführungen				Basiszeichen nach DIN
d	D	B	B ₁	r _s min (2)					
1,5 .0591	4 .1575	2 .0787		0,05 .002	68/1,5-2Z	F68/1,5-2Z			638/1,5
1,5 .0591	5 .1969	2 .0787		0,15 .006	69/1,5/002-2Z				619/1,5
1,5 .0591	5 .1969	2,6 .1924		0,15 .006	69/1,5-2Z	F69/1,5-2Z			639/1,5
2 .0787	5 .1969	2,3 .0906	3,1 .1221	0,08 .003	682-2Z	F682-2Z	E682-2Z	FE682-2Z	638/2
2 .0787	6 .2362	2,3 .0906	3,1 .1221	0,15 .006	692-2Z	F692-2Z	E692-2Z	FE692-2Z	619/2
2,35 ⁽⁷⁾ .0925	5 .1969	2,3 .0906		0,08 .003	67/2,35-2Z				
2,5 .0984	6 .2362	2,6 .1024	3,4 .1339	0,08 .003	68/2,5-2Z	F68/2,5-2Z	E68/2,5-2Z	FE68/2,5-2Z	638/2,5
2,5 .0984	7 .2756	3 .1181		0,1 .004	683/0001-2Z	F683/0001-2Z			
2,5 .0984	7 .2756	3,5 .1378	4,3 .1693	0,15 .006	69/2,5-2Z	F69/2,5-2Z	E69/2,5-2Z	FE69/2,5-2Z	639/2,5
2,5 .0984	8 .3150	2,8 .1102	3,6 .1417	0,15 .006	60/2,5-2Z		E60/2,5-2Z		60/2,5
3 .1181	6 .2362	2 .0787		0,08 .003	673-2Z				617/3
3 .1181	7 .2756	3 .1181	3,8 .1496	0,1 .004	683-2Z	F683-2Z	E683-2Z	FE683-2Z	638/3
3 .1181	8 .3150	3 .1181	3,8 .1496	0,15 .006	693/002-2Z	F693/002-2Z	E693/002-2Z	FE693/002-2Z	619/3
3 .1181	8 .3150	4 .1575	4,8 .1890	0,15 .006	693-2Z	F693-2Z	E693-2Z	FE693-2Z	639/3
3 .1181	10 .3997	4 .1575	4,8 .1890	0,15 .006	623-2Z	F623-2Z	E623-2Z	FE623-2Z	623
4 .1575	7 .2756	2 .0787		0,08 .003	674-2Z				617/4
4 .1575	9 .3543	4 .1575	4,8 .1890	0,1 .004	684-2Z	F684-2Z	E684-2Z	FE684-2Z	638/4
4 .1575	10 .3997	4 .1575	4,8 .1890	0,1 .004	684/10-2Z	F684/10-2Z	E684/10-2Z	FE684/10-2Z	
4 .1575	11 .4331	4 .1575	4,8 .1890	0,15 .006	694-2Z	F694-2Z	E694-2Z	FE694-2Z	619/4
4 .1575	12 .4724	4 .1575	4,8 .1890	0,15 .006	604-2Z	F604-2Z	E604-2Z	FE604-2Z	604
4 .1575	13 .5118	5 .1969	5,8 .2284	0,2 .008	624-2Z	F624-2Z	E624-2Z	FE624-2Z	624
4 .1575	16 .6299	5 .1969	5,8 .2284	0,3 .012	634-2Z	F634-2Z	E634-2Z	FE634-2Z	634
4 .1575	16 .6299	5 .1969		0,3 .012	634D-2Z				634

(2) r_s min = Kleinster einzelner Kantenabstand am Kugellager bzw. größtzulässige Radien von Hohlkehlen an Welle und Gehäuse



Flansch-abmessungen		Einbaumaße nach DIN 5418			Kugel-zahl (5)	Kugel-ø	Tragzahlen nach DIN ISO		Drehzahl (6)
FD	FB	d _a min	d _a max (3)	D _a max (4)			C _r [N]	C _{0r} [N]	
5 .197	0,6 .024	1,90 .075	2,35 .093	3,60 .142	6	0,794 .03125	163	44	153.000
		2,30 .091	2,95 .116	4,20 .165	7	0,794 .03125	192	59	93.000
6,5 .256	0,8 .032	2,30 .091	2,95 .116	4,20 .165	7	0,794 .03125	192	59	109.000
6,1 .240	0,6 .024	2,50 .098	2,95 .116	4,50 .177	7	0,794 .03125	192	59	116.000
7,5 .295	0,6 .024	2,80 .110	3,25 .128	5,20 .205	7	1 .0394	286	90	91.000
		2,50 .098	3,90 .154	4,50 .177	7	0,794 .03125	192	59	120.000
7,1 .280	0,8 .032	3,00 .118	3,50 .138	5,50 .217	7	1 .0394	289	92	101.000
8,1 .319	0,8 .032	3,10 .142	4,10 .161	6,40 .252	8	1,191 .0469	432	149	88.000
8,5 .335	0,9 .035	3,30 .130	4,10 .161	6,30 .248	8	1,191 .0469	432	149	87.000
		3,30 .130	4,10 .161	7,20 .283	8	1,191 .0469	432	149	81.000
		3,50 .137	5,00 .198	5,40 .216	8	1 .0394	195	60	81.000
8,1 .319	0,8 .032	3,60 .142	4,10 .161	6,40 .252	8	1,191 .0469	432	149	90.000
9,5 .375	0,7 .028	3,80 .149	4,55 .179	7,20 .283	7	1,588 .0625	644	215	67.000
9,5 .375	0,9 .035	3,80 .149	4,55 .179	7,20 .283	7	1,588 .0625	644	215	80.000
11,5 .453	1 .039	4,40 .173	5,50 .217	8,60 .339	8	1,588 .0625	725	265	65.000
		4,50 .177	4,75 .187	6,50 .256	9	1 .0394	345	130	63.000
10,3 .406	1 .039	4,60 .181	5,15 .203	8,40 .331	7	1,588 .0625	658	226	82.000
11,5 .453	1 .039	4,60 .181	5,15 .203	9,40 .370	7	1,588 .0625	658	226	86.000
12,5 .492	1 .039	4,80 .189	5,95 .234	10,20 .402	8	1,588 .0625	730	271	66.000
13,5 .532	1 .039	5,40 .213	6,70 .264	10,60 .417	8	1,588 .0625	734	282	56.000
15 .591	1 .039	5,80 .228	6,90 .272	11,20 .441	7	2,381 .0938	1.339	488	52.000
18 .709	1 .039	6,40 .252	9,00 .354	13,60 .535	8	2,5 .0984	1.646	663	44.000
18 .709	1 .039	6,40 .252	9,00 .354	13,60 .535	6	3,175 .1250	1.935	677	45.000

(3) Gilt nicht für Kugellager mit verbreitertem Innenring

(4) Gilt nicht für Flanschskugellager

(5) Durch unterschiedliche Käfigausführungen sind abweichende Kugelzahlen möglich

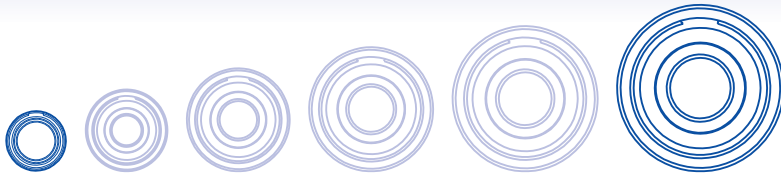
(6) Siehe Kapitel „Die Drehzahlgrenzen“, Seite 48, 49

(7) Bohrungstoleranz +12 µm bis +3 µm

Änderungen, die dem technischen Fortschritt dienen, behalten wir uns vor



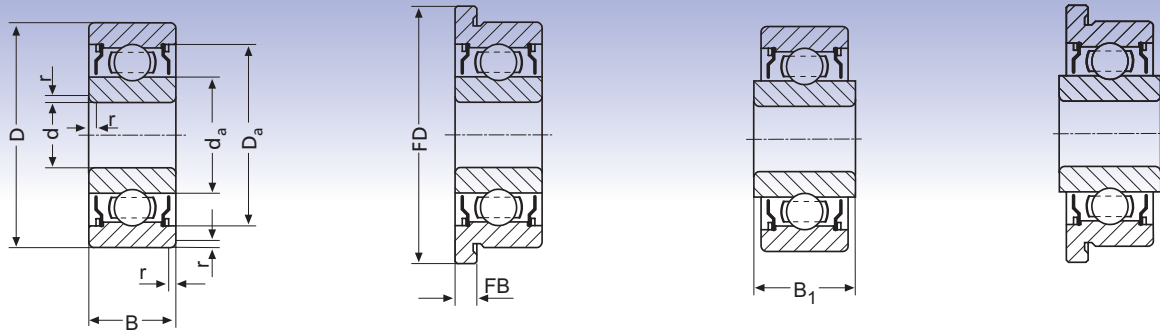
Radial-Rillenkugellager – metrisch mit nicht schleifender Abdeckung



Abmessungen					Ausführungen				Basiszeichen nach DIN
d	D	B	B ₁	r _s min (2)					
5 .1969	8 .3150	2 .0787		0,08 .003	675-2Z				617/5
5 .1969	10 .3997	4 .1575		0,08 .003	694/1002-2Z				
5 .1969	11 .4331	4 .1575		0,15 .006	685/003-2Z	F685/003-2Z			628/5
5 .1969	11 .4331	5 .1969	5,8 .2284	0,15 .006	685-2Z	F685-2Z	E685-2Z	FE685-2Z	638/5
5 .1969	13 .5118	4 .1575	4,8 .1890	0,2 .008	695-2Z	F695-2Z	E695-2Z	FE695-2Z	619/5
5 .1969	13 .5118	5 .1969		0,2 .008	624/0003-2Z				
5 .1969	14 .5512	5 .1969	5,8 .2284	0,2 .008	605-2Z	F605-2Z	E605-2Z	FE605-2Z	605
5 .1969	16 .6299	5 .1969	5,8 .2284	0,3 .012	625-2Z	F625-2Z	E625-2Z	FE625-2Z	625
5 .1969	16 .6299	5 .1969		0,3 .012	625D-2Z				625
5 .1969	19 .7480	6 .2362	6,8 .2677	0,3 .012	635-2Z	F635-2Z	E635-2Z	FE635-2Z	635
6 .2362	12 .4724	4 .1575		0,15 .006	695/1202-2Z				
6 .2362	13 .5118	5 .1969	5,8 .2284	0,15 .006	686-2Z	F686-2Z	E686-2Z	FE686-2Z	628/6
6 .2362	15 .5906	5 .1969	5,8 .2284	0,2 .008	696-2Z	F696-2Z	E696-2Z	FE696-2Z	619/6
6 .2362	16 .6299	5 .1969		0,3 .012	625/0002-2Z				
6 .2362	19 .7480	6 .2362	6,8 .2677	0,3 .012	626-2Z	F626-2Z	E626-2Z	FE626-2Z	626
7 .2756	14 .5512	5 .1969	5,8 .2284	0,15 .006	687-2Z	F687-2Z	E687-2Z	FE687-2Z	628/7
7 .2756	17 .6693	5 .1969	5,8 .2284	0,3 .012	697-2Z	F697-2Z	E697-2Z	FE697-2Z	619/7
7 .2756	19 .7480	6 .2362	6,8 .2677	0,3 .012	607-2Z	F607-2Z	E607-2Z	FE607-2Z	607
7 .2756	22 .8661	7 .2756		0,3 .012	627-2Z	F627-2Z			627
8 .3150	14 .5512	4 .1575		0,2 .008	688A/142-2Z				
8 .3150	16 .6299	5 .1969		0,2 .012	688/003-2Z	F688/003-2Z			628/8
8 .3150	16 .6299	6 .2362	6,8 .2677	0,2 .008	688-2Z	F688-2Z	E688-2Z	FE688-2Z	638/8
8 .3150	19 .7480	6 .2362	6,8 .2677	0,3 .012	698-2Z	F698-2Z	E698-2Z	FE698-2Z	619/8
8 .3150	22 .8661	7 .2756		0,3 .012	608-2Z	F608-2Z			608

16 (2) r_s min = Kleinster einzelner Kantenabstand am Kugellager bzw. größtzulässige Radien von Hohlkehlen an Welle und Gehäuse

Bitte verwenden Sie die hervorgehobenen Typen. Die anderen Ausführungen können nur auf Anfrage geliefert werden!



Flansch-abmessungen		Einbaumaße nach DIN 5418			Kugel-zahl (5)	Kugel- \varnothing	Tragzahlen nach DIN ISO		Drehzahl (6)
FD	FB	d_a min	d_a max (3)	D_a max (4)			C_r [N]	C_{or} [N]	
		5,50 .217	5,75 .226	7,50 .295	11	1 .0394	390	160	52.000
		5,50 .216	8,10 .319	8,80 .347	8	1,588 .0625	730	271	66.000
12,5 .492	1 .039	5,80 .228	6,70 .264	10,70 .421	8	1,588 .0625	734	282	62.000
12,5 .492	1 .039	5,80 .228	6,70 .264	10,70 .421	8	1,588 .0625	734	282	71.000
15 .591	1 .039	6,40 .252	7,75 .305	11,60 .457	10	1,588 .0625	851	366	49.000
		5,80 .228	6,90 .272	11,20 .441	7	2,381 .0938	1.339	488	53.000
16 .630	1 .039	6,40 .252	8,20 .323	12,60 .496	8	1,984 .0781	1.096	437	50.000
18 .709	1 .039	7,40 .291	9,00 .354	13,60 .535	8	2,5 .0984	1.646	663	50.000
18 .709	1 .039	7,40 .291	9,00 .354	13,60 .535	6	3,175 .1250	1.935	677	42.000
22 .866	1,5 .059	7,40 .291	10,80 .425	16,60 .654	8	3,175 .1250	2.522	1.057	35.000
		6,80 .268	7,75 .305	11,20 .441	10	1,588 .0625	851	366	49.000
15 .591	1,1 .043	6,80 .268	8,20 .323	12,20 .480	8	1,984 .0781	1.096	437	55.000
17 .669	1,2 .047	7,40 .291	9,00 .354	13,60 .535	9	1,984 .0781	1.186	505	46.000
		8,40 .331	9,00 .354	13,60 .535	8	2,5 .0984	1.646	663	41.000
22 .866	1,5 .059	8,40 .331	10,80 .425	16,60 .654	8	3,175 .1250	2.522	1.057	34.000
16 .630	1,1 .043	7,80 .307	9,00 .354	13,20 .520	9	1,984 .0781	1.186	505	50.000
19 .748	1,2 .047	9,00 .354	10,10 .398	15,00 .591	9	2,5 .0984	1.795	776	39.000
22 .866	1,5 .059	9,00 .354	10,80 .425	17,00 .669	8	3,175 .1250	2.522	1.057	38.000
25 .984	1,5 .059	9,40 .370	11,60 .457	19,60 .772	7	3,969 .15625	3.369	1.363	35.000
		9,40 .370	9,40 .370	12,60 .496	12	1,191 .0469	335	152	47.000
18 .709	1,1 .043	9,40 .370	10,10 .398	14,60 .575	9	2,5 .0984	1.795	776	43.000
18 .709	1,3 .051	9,40 .370	10,10 .398	14,60 .575	9	2,5 .0984	1.795	776	48.000
22 .866	1,5 .059	10,00 .394	11,10 .437	17,00 .669	9	2,5 .0984	1.798	797	40.000
25 .984	1,5 .059	10,00 .394	11,60 .457	20,00 .787	7	3,969 .15625	3.369	1.363	38.000

(3) Gilt nicht für Kugellager mit verbreitertem Innenring

(4) Gilt nicht für Flansch-Kugellager


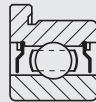

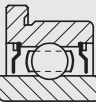
(5) Durch unterschiedliche Käfigausführungen sind abweichende Kugelzahlen möglich

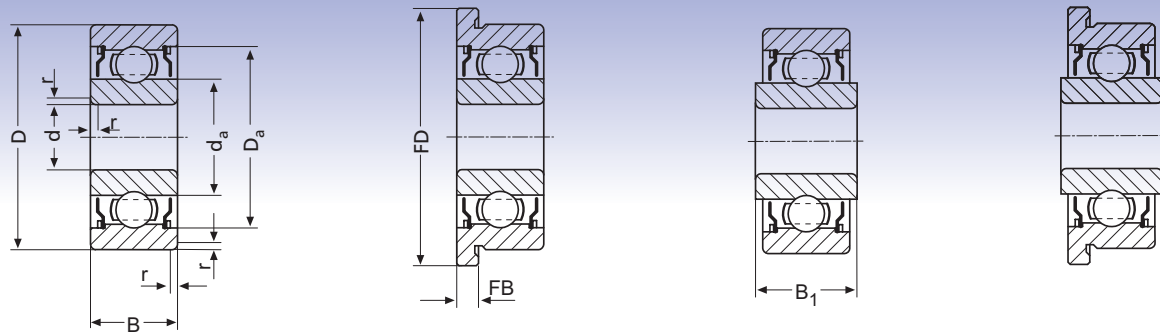
(6) Siehe Kapitel „Die Drehzahlgrenzen“, Seite 48, 49



Radial-Rillenkugellager – metrisch mit nicht schleifender Abdeckung



Abmessungen					Ausführungen				Basiszeichen nach DIN
d	D	B	B ₁	r _s min (2)					
mm inch									
9 .3543	17 .6693	6 .2362	6,8 .2677	0,2 .008	689-2Z	F689-2Z	E689-2Z	FE689-2Z	638/9
9 .3543	20 .7874	6 .2362		0,3 .012	699-2Z				619/9
9 .3543	24 .9449	7 .2756		0,3 .012	609-2Z				609
9 .3543	24 .9449	7 .2756		0,3 .012	609D-2Z				609
9 .3543	26 1.0236	8 .3150		0,3 .012	629-2Z				629
10 .3937	19 .7480	5 .1969		0,3 .012	6800/002-2Z	F6800/002-2Z			61800
10 .3937	19 .7480	7 .2756	7,8 .3071	0,3 .012	6800-2Z	F6800-2Z	E6800-2Z	FE6800-2Z	63800
10 .3937	22 .8661	6 .2362		0,3 .012	6900-2Z				61900
10 .3937	26 1.0236	8 .3150		0,3 .012	6000-2Z				6000
10 .3937	30 1.181	9 .3543		0,6 .024	6200-2Z				6200
10 .3937	30 1.181	9 .3543		0,6 .024	6200D-2Z				6200
12 .4724	21 .8267	5 .1969		0,3 .012	6801-2Z 6801-2RZ				61801
12 .4724	24 .9449	6 .2362		0,3 .012	6901-2Z 6901-2RZ				61901
12 .4724	28 1.1024	8 .3150		0,3 .012	6001-2Z				6001
12 .4724	32 1.2598	10 .3937		0,6 .024	6201-2Z				6201
15 .5906	24 .9449	5 .1969		0,3 .012	6802-2Z 6802-2RZ				61802
15 .5906	28 1.1024	7 .2756		0,3 .012	6902-2Z 6902-2RZ				61902
15 .5906	32 1.2598	9 .3543		0,3 .012	6002-2Z				6002
15 .5906	35 1.3780	11 .4331		0,6 .024	6202-2Z				6202
17 .6693	26 1.0236	5 .1969		0,3 .012	6803-2Z 6803-2RZ				61803
17 .6693	30 1.1811	7 .2756		0,3 .012	6903-2Z 6903-2RZ				61903
17 .6693	35 1.3780	10 .3937		0,3 .012	6003-2Z				6003
17 .6693	40 1.5748	12 .4724		0,6 .024	6203-2Z				6203



Flansch-abmessungen		Einbaumaße nach DIN 5418			Kugel-zahl (5)	Kugel- \varnothing	Tragzahlen nach DIN ISO		Drehzahl (6)		
FD	FB	d_a min	d_a max (3)	D_a max (4)			C_r [N]	C_{or} [N]		n_{gr} [min ⁻¹]	
19 .748	1,3 .051	10,40 .409	11,10 .437	15,60 .614	9	2,5 .0984	1.798	797	44.000		
		11,00 .433	12,60 .496	18,00 .709	10	2,5 .0984	1.922	915	35.000		
		11,00 .433	13,45 .530	22,00 .866	7	3,969 .15625	3.435	1.430	33.000		
		11,90 .433	18,90 .744	22,00 .866	8	3,969 .15625	3.758	1.632	32.000		
21 .827	1 .039	11,40 .449	14,60 .575	23,60 .929	7	4,763 .1875	4.698	1.982	34.000		
		12,00 .472	12,60 .496	17,00 .669	10	2,5 .0984	1.922	915	34.000		
		21 .827	1,5 .059	12,00 .472	12,60 .496	17,00 .669	10	2,5 .0984	1.922	915	42.000
				12,00 .472	13,45 .530	20,00 .787	8	3,175 .1250	2.555	1.129	31.000
				12,40 .488	14,60 .575	23,60 .929	7	4,763 .1875	4.698	1.982	35.000
				14,20 .559	16,00 .623	25,80 1.016	7	5,556 .2188	6.100	2.600	27.000
				14,20 .559	16,00 .623	25,80 1.016	8	4,763 .1875	5.236	2.374	27.000
				14,00 .551	14,50 .571	19,00 .748	12	2,381 .09375	1.930	900	30.000
				14,00 .559	15,60 .614	22,00 .866	10	3,175 .1250	2.971	1.452	27.000
				14,00 .559	16,10 .634	26,00 1.024	9	3,969 .15625	5.237	2.359	28.000
				16,22 .639	17,70 .697	27,80 1.095	7	6 .2362	7.073	3.100	26.000
				17,00 .669	17,50 .689	22,00 .866	14	2,381 .09375	2.080	1.100	25.000
		17,00 .669	18,25 .719	26,00 1.024	10	3,969 .15625	4.445	2.268	24.000		
		17,00 .669	19,60 .772	30,00 1.181	9	4,763 .1875	5.676	2.819	25.000		
		19,20 .726	20,50 .807	30,80 .819	8	6 .2362	7.939	3.744	24.000		
		19,00 .748	19,50 .768	24,00 .945	16	2,381 .09375	2.240	1.270	22.000		
		19,00 .748	20,15 .793	28,00 1.102	11	3,969 .15625	4.723	2.547	21.000		
		19,00 .748	22,10 .870	33,00 1.299	10	4,763 .1875	6.172	3.267	23.000		
		21,20 .835	23,50 .925	35,80 1.409	8	6,747 .2656	9.811	4.734	20.000		

(3) Gilt nicht für Kugellager mit verbreitertem Innenring

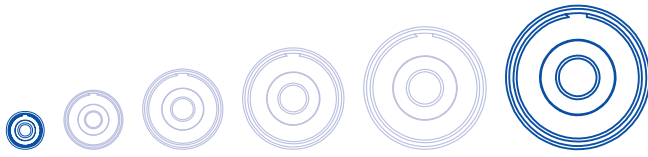
(4) Gilt nicht für Flanschkugellager


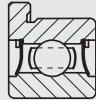

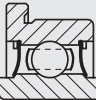
(5) Durch unterschiedliche Käfigausführungen sind abweichende Kugelzahlen möglich

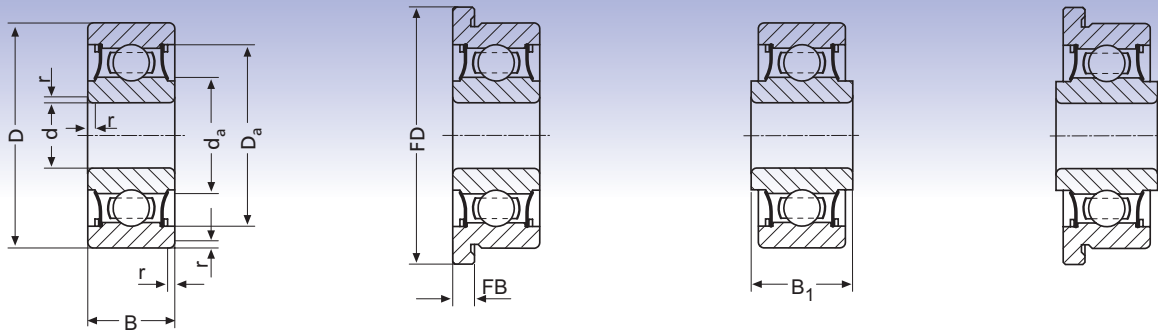
(6) Siehe Kapitel „Die Drehzahlgrenzen“, Seite 48, 49



Radial-Rillenkugellager – metrisch mit schleifender Abdichtung



Abmessungen					Ausführungen				Basiszeichen nach DIN
d	D	B	B ₁	r _s min (2)					
mm inch									
1,5 .0591	5 .1969	2,6 .1024		0,15 .006	69/1,5-2TS	F69/1,5-2TS			639/1,5
2 .0787	5 .1969	2,3 .0906	3,1 .1221	0,08 .003	682-2TS	F682-2TS	E682-2TS	FE682-2TS	638/2
2 .0787	6 .2362	2,3 .0906	3,1 .1221	0,15 .006	692-2TS	F692-2TS	E692-2TS	FE692-2TS	619/2
2,5 .0984	6 .2362	2,6 .1024	3,4 .1339	0,08 .003	68/2,5-2TS	F68/2,5-2TS	E68/2,5-2TS	FE68/2,5-2TS	638/2,5
2,5 .0984	7 .2756	3,5 .1378	4,3 .1693	0,15 .006	69/2,5-2TS	F69/2,5-2TS	E69/2,5-2TS	FE69/2,5-2TS	639/2,5
2,5 .0984	8 .3150	2,8 .1102	3,6 .1417	0,15 .006	60/2,5-2TS		E60/2,5-2TS		60/2,5
3 .1181	7 .2756	3 .1181	3,8 .1496	0,1 .004	683-2TS	F683-2TS	E683-2TS	FE683-2TS	638/3
3 .1181	8 .3150	4 .1575	4,8 .1890	0,15 .006	693-2TS	F693-2TS	E693-2TS	FE693-2TS	639/3
3 .1181	10 .3937	4 .1575	4,8 .1890	0,15 .006	623-2TS	F623-2TS	E623-2TS	FE623-2TS	623
4 .1575	9 .3543	4 .1575	4,8 .1890	0,1 .004	684-2TS	F684-2TS	E684-2TS	FE684-2TS	638/4
4 .1575	10 .3937	4 .1575	4,8 .1890	0,1 .004	684/10-2TS	F684/10-2TS	E684/10-2TS	FE684/10-2TS	
4 .1575	11 .4331	4 .1575	4,8 .1890	0,15 .006	694-2TS	F694-2TS	E694-2TS	FE694-2TS	619/4
4 .1575	12 .4724	4 .1575	4,8 .1890	0,15 .006	604-2TS	F604-2TS	E604-2TS	FE604-2TS	604
4 .1575	13 .5118	5 .1969	5,8 .2284	0,2 .008	624-2TS 624-2RS	F624-2TS F624-2RS	E624-2TS E624-2RS	FE624-2TS FE624-2RS	624
4 .1575	16 .6299	5 .1969	5,8 .2284	0,3 .012	634-2TS	F634-2TS	E634-2TS	FE634-2TS	634
4 .1575	16 .6299	5 .1969	5,8 .2284	0,3 .012	634D-2RS				634
5 .1969	11 .4331	5 .1969	5,8 .2284	0,15 .006	685-2TS	F685-2TS	E685-2TS	FE685-2TS	638/5
5 .1969	13 .5118	4 .1575	4,8 .1890	0,2 .008	695-2TS	F695-2TS	E695-2TS	FE695-2TS	619/5
5 .1969	14 .5512	5 .1969	5,8 .2284	0,2 .008	605-2TS	F605-2TS	E605-2TS	FE605-2TS	605
5 .1969	16 .6299	5 .1969	5,8 .2284	0,3 .012	625-2TS	F625-2TS	E625-2TS	FE625-2TS	625
5 .1969	16 .5118	5 .1969		0,2 .008	625D-2RS				
5 .1969	19 .7480	6 .2362	6,8 .2677	0,3 .012	635-2TS 635-2RS	F635-2TS	E635-2TS	FE635-2TS	635



Flansch-abmessungen		Einbaumaße nach DIN 5418			Kugel-zahl (5)	Kugel- \varnothing	Tragzahlen nach DIN ISO		Drehzahl (6)
FD	FB	d_a min	d_a max (3)	D_a max (4)			C_r [N]	C_{or} [N]	
6,5 .256	0,8 .032	2,50 .098	2,60 .116	4,20 .177	7	0,794 .03125	192	59	71.000
6,1 .240	0,6 .024	2,50 .098	2,60 .102	4,50 .177	7	0,794 .03125	192	59	71.000
7,5 .295	0,6 .024	2,80 .110	2,90 .114	5,20 .205	7	1 .0394	286	90	65.000
7,1 .280	0,8 .032	3,00 .118	3,15 .124	5,50 .217	7	1 .0394	289	92	61.000
8,5 .335	0,8 .032	3,30 .130	3,75 .148	6,30 .248	8	1,191 .0469	432	149	53.000
		3,30 .130	3,75 .148	7,20 .283	8	1,191 .0469	432	149	53.000
8,1 .319	0,8 .032	3,60 .142	3,75 .148	6,40 .252	8	1,191 .0469	432	149	53.000
9,5 .375	0,9 .035	3,80 .149	3,95 .156	7,20 .283	7	1,588 .0625	644	215	51.000
11,5 .453	1 .039	4,40 .173	4,85 .191	8,60 .339	8	1,588 .0625	725	265	44.000
10,3 .406	1 .039	4,60 .181	4,70 .185	8,40 .331	7	1,588 .0625	658	226	45.000
11,5 .453	1 .039	4,60 .181	4,70 .185	9,40 .370	7	1,588 .0625	658	226	45.000
12,5 .492	1 .039	4,80 .189	5,45 .215	10,2 .402	8	1,588 .0625	730	271	41.000
13,5 .532	1 .039	5,40 .213	6,15 .242	10,6 .417	8	1,588 .0625	734	282	37.000
15 .591	1 .039	5,80 .228	6,25 .246	11,2 .441	7	2,381 .0938	1.339	488	37.000 28.000
18 .709	1 .039	6,40 .252	8,25 .325	13,60 .535	8	2,5 .0984	1.646	663	31.000
18 .709	1 .039	6,40 .252	8,25 .325	13,60 .535	6	3,175 .1250	1.935	677	26.000
12,5 .492	1 .039	5,80 .228	6,15 .242	10,7 .421	8	1,588 .0625	734	282	37.000
15 .591	1 .039	6,40 .252	7,10 .280	11,6 .457	10	1,588 .0625	851	366	34.000
16 .630	1 .039	6,40 .252	7,60 .299	12,60 .496	8	1,984 .0781	1.096	437	33.000
18 .709	1 .039	7,40 .291	8,25 .325	13,60 .535	8	2,5 .0984	1.646	663	31.000
		7,40 .291	12,40 .488	13,60 .357	6	3,175 .1250	1.935	677	26.000
22 .866	1,5 .059	7,40 .291	9,75 .384	16,60 .654	8	3,175 .1250	2.522	1.057	28.000 22.000

(3) Gilt nicht für Kugellager mit verbreitertem Innenring

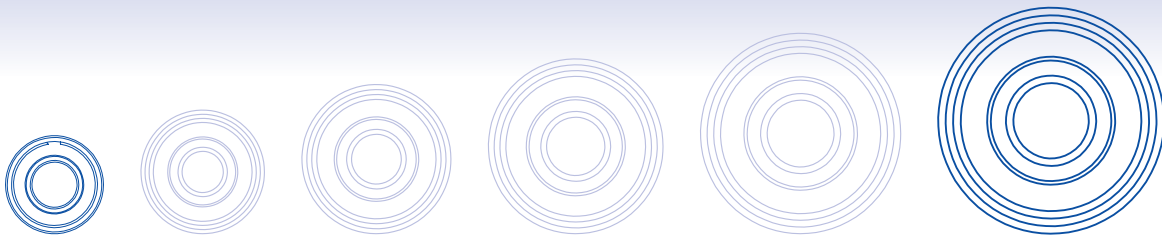
(4) Gilt nicht für Flansch-Kugellager

(5) Durch unterschiedliche Käfigausführungen sind abweichende Kugelzahlen möglich

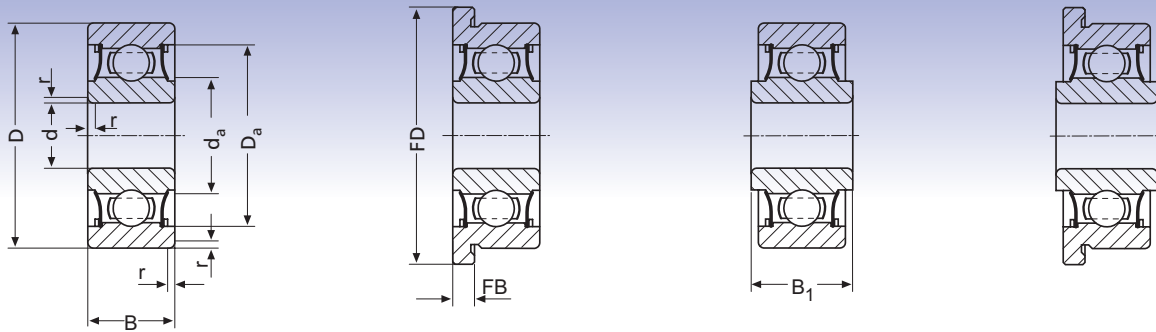
(6) Siehe Kapitel „Die Drehzahlgrenzen“, Seite 48, 49



Radial-Rillenkugellager – metrisch mit schleifender Abdichtung



Abmessungen		mm inch			Ausführungen				Basiszeichen nach DIN
d	D	B	B ₁	r _s min (2)					
6 .2362	13 .5118	5 .1969	5,8 .2284	0,15 .006	686-2TS	F686-2TS	E686-2TS	FE686-2TS	628/6
6 .2362	15 .5906	5 .1969	5,8 .2284	0,2 .008	696-2TS	F696-2TS	E696-2TS	FE696-2TS	619/6
6 .2362	19 .7480	6 .2362	6,8 .2677	0,3 .012	626-2TS 626-2RS	F626-2TS	E626-2TS	FE626-2TS	626
7 .2756	14 .5512	5 .1969	5,8 .2284	0,15 .006	687-2TS	F687-2TS	E687-2TS	FE687-2TS	628/7
7 .2756	17 .6693	5 .1969	5,8 .2284	0,3 .012	697-2TS	F697-2TS	E697-2TS	FE697-2TS	619/7
7 .2756	19 .7480	6 .2362	6,8 .2677	0,3 .012	607-2TS 607-2RS	F607-2TS	E607-2TS	FE607-2TS	607
7 .2756	22 .8661	7 .2756		0,3 .012	627-2TS 627-2RS	F627-2TS F627-2RS	E627-2TS E627-2RS	FE627-2TS FE627-2RS	627
8 .3150	16 .6229	5 .1969		0,2 .008	688/003-2TS				
8 .3150	16 .6299	6 .2362	6,8 .2677	0,2 .008	688-2TS	F688-2TS	E688-2TS	FE688-2TS	638/8
8 .3150	19 .7480	6 .2362	6,8 .2677	0,3 .012	698-2TS	F698-2TS	E698-2TS	FE698-2TS	619/8
8 .3150	22 .8661	7 .2756		0,3 .012	608-2TS 608-2RS	F608-2TS F608-2RS	E608-2TS E608-2RS	FE608-2TS FE608-2RS	608
9 .3543	17 .6693	6 .2362	6,8 .2677	0,2 .008	689-2TS	F689-2TS	E689-2TS	FE689-2TS	638/9
9 .3543	20 .7874	6 .3262		0,3 .012	699-2TS				619/9
9 .3543	24 .9449	7 .2756		0,3 .012	609-2TS 609-2RS				609
9 .3543	24 .9449	7 .2756		0,3 .012	609D-2RS				609
9 .3543	26 1.0236	8 .3150		0,3 .012	629-2TS 629-2RS				629
10 .3937	19 7480	7 .2756	7,8 .3071	0,3 .012	6800-2TS	F6800-2TS	E6800-2TS	FE6800-2TS	63800
10 .3937	22 .8661	6 .2362		0,3 .012	6900-2TS				61900
10 .3937	26 1.0236	8 .3150		0,3 .012	6000-2TS 6000-2RS				6000
10 .3937	30 1.181	9 .3543		0,6 .024	6200-2RS				6200
10 .3937	30 1.181	9 .3543		0,6 .024	6200D-2RS				6200



Flansch-abmessungen		Einbaumaße nach DIN 5418			Kugel-zahl (5)	Kugel-ø	Tragzahlen nach DIN ISO		Drehzahl (6)
FD	FB	d _a min	d _a max (3)	D _a max (4)			C _r [N]	C _{or} [N]	
15 .591	1,1 .043	6,80 .268	7,60 .299	12,20 .480	8	1,984 .0781	1.096	437	33.000
17 .669	1,2 .047	7,40 .291	8,40 .331	13,60 .535	9	1,984 .0781	1.186	505	31.000
22 .866	1,5 .059	8,40 .331	9,75 .384	16,60 .654	8	3,175 .1250	2.522	1.057	28.000 22.000
16 .630	1,1 .043	7,80 .307	8,40 .331	13,20 .520	9	1,984 .0781	1.186	505	31.000
19 .748	1,2 .047	9,00 .354	9,55 .376	15,00 .591	9	2,5 .0984	1.795	776	28.000
22 .866	1,5 .059	9,00 .354	9,75 .384	17,00 .669	8	3,175 .1250	2.522	1.057	28.000 22.000
25 .984	1,5 .059	9,40 .370	10,55 .415	19,60 .772	7	3,969 .15625	3.369	1.363	27.000 21.000
		9,40 .370	9,55 .376	14,60 .575	9	2,5 .0984	1.795	776	28.000
18 .709	1,3 .051	9,40 .370	9,55 .376	14,60 .575	9	2,5 .0984	1.795	776	28.000
22 .866	1,5 .059	10,00 .394	10,55 .415	17,00 .669	9	2,5 .0984	1.798	797	27.000
25 .984	1,5 .059	10,00 .394	10,55 .415	20,00 .787	7	3,969 .15625	3.369	1.363	27.000 21.000
19 .748	1,3 .051	10,40 .409	10,55 .415	15,60 .614	9	2,5 .0984	1.798	797	27.000
		11,00 .433	11,95 .470	18,00 .709	10	2,5 .0984	1.922	915	25.000
		11,00 .433	12,40 .488	22,00 .866	7	3,969 .15625	3.435	1.430	25.000 20.000
		11,00 .433	18,50 .744	22,00 .866	8	3,969 .15625	3.758	1.632	20.000
		11,40 .449	13,45 .529	23,60 .929	7	4,763 .1875	4.698	1.982	24.000 19.000
21 .827	1,5 .059	11,90 .4685	11,95 .470	17,00 .669	10	2,5 .0984	1.922	915	25.000
		12,00 .472	12,35 .486	20,00 .787	8	3,175 .1250	2.555	1.129	24.000
		12,40 .488	13,45 .530	23,60 .929	7	4,763 .1875	4.698	1.982	24.000 19.000
		14,20 .559	16,00 .623	25,80 1.016	7	5,556 .2188	6.100	2.600	18.000
		14,20 .559	16,00 .623	25,80 1.016	8	4,763 .1875	5.636	2.374	18.000

(3) Gilt nicht für Kugellager mit verbreitertem Innenring

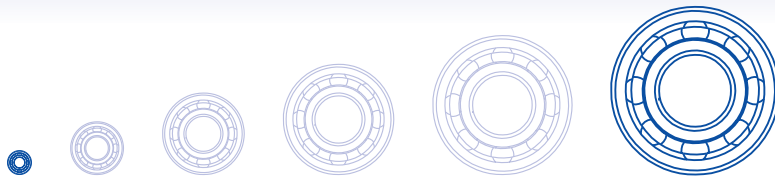
(4) Gilt nicht für Flansch-Kugellager

(5) Durch unterschiedliche Käfigausführungen sind abweichende Kugelzahlen möglich

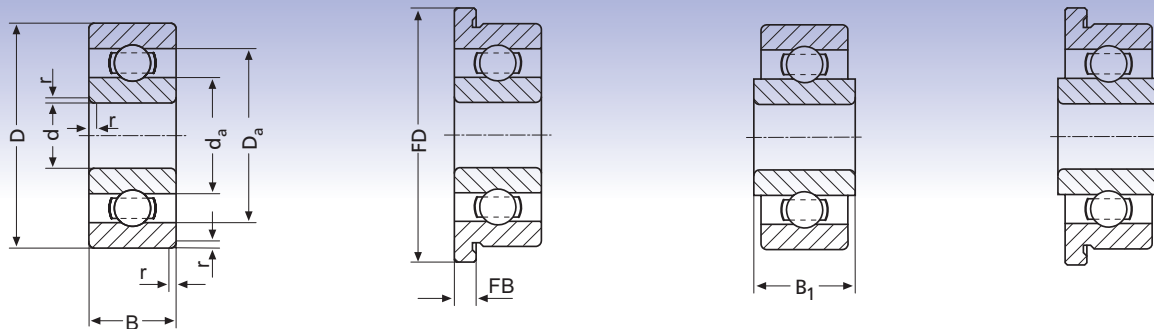
(6) Siehe Kapitel „Die Drehzahlgrenzen“, Seite 48, 49



Radial-Rillenkugellager – inch ohne Abdeckung (1)



Abmessungen		mm inch			Ausführungen				Basiszeichen USA
d	D	B	B ₁	r _s min (2)					
1,016 .0400	3,175 .1250	1,191 .0469		0,08 .003	1016	F1016			R09
1,191 .0469	3,967 .1562	1,588 .0625	2,38 .0937	0,08 .003	1191	F1191	E1191	FE1191	R0
1,397 .0550	4,763 .1875	1,984 .0781	2,779 .1094	0,08 .003	1397	F1397	E1397	FE1397	R1
1,984 .0781	6,35 .2500	2,38 .0937	3,175 .1250	0,08 .003	5/64	F5/64	E5/64	FE5/64	R1-4
2,38 .0937	4,763 .1875	1,588 .0625	2,38 .0937	0,08 .003	2380	F2380	E2380	FE2380	R133
2,38 .0937	7,938 .3125	2,779 .1094	3,571 .1406	0,13 .005	3/32	F3/32	E3/32	FE3/32	R1-5
3,175 .1250	6,35 .2500	2,38 .0937	3,175 .1250	0,08 .003	3175	F3175	E3175	FE3175	R144
3,175 .1250	7,938 .3125	2,779 .1094	3,571 .1406	0,08 .003	1/8A	F1/8A	E1/8A	FE1/8A	R2-5
3,175 .1250	9,525 .3750	3,967 .1562	4,763 .1875	0,3 .012	1/8B	F1/8B	E1/8B	FE1/8B	R2
3,175 .1250	12,7 .5000	4,366 .1719		0,3 .012	1/8B/083				R2A
3,967 .1562	7,938 .3125	2,779 .1094	3,571 .1406	0,08 .003	3967	F3967	E3967	FE3967	R155
3,967 .1562	12,7 .5000	2,779 .1094	3,571 .1406	0,08 .003	3967/8		E3967/8		
4,763 .1875	7,938 .3125	2,779 .1094	3,571 .1406	0,08 .003	4763A	F4763A	E4763A	FE4763A	R156
4,763 .1875	9,525 .3750	3,175 .1250	3,967 .1562	0,08 .003	4763B	F4763B	E4763B	FE4763B	R166
4,763 .1875	12,7 .5000	2,779 .1094	3,571 .1406	0,08 .003	4763A/8		E4763A/8		
4,763 .1875	12,7 .5000	3,967 .1562		0,3 .012	3/16				R3
6,35 .2500	9,525 .3750	3,175 .1250	3,967 .1562	0,08 .003	6350A	F6350A	E6350A	FE6350A	R168
6,35 .2500	12,7 .5000	3,175 .1250	3,967 .1562	0,13 .005	6350B	F6350B	E6350B	FE6350B	R188
6,35 .2500	15,875 .6250	4,978 .1960	5,771 .2272	0,3 .012	1/4A	F1/4A	E1/4A	FE1/4A	R4
6,35 .2500	19,05 .7500	5,558 .2188		0,4 .016	1/4				R4A
7,938 .3125	12,7 .5000	3,967 .1562	4,763 .1875	0,13 .005	7938	F7938	E7938	FE7938	R1810
9,525 .3750	22,225 .8750	5,558 .2188		0,04 .016	3/8				R6



Flansch-abmessungen		Einbaumaße nach ANSI/AFBMA Std. 12.2			Kugel-zahl (5)	Kugel-ø	Tragzahlen nach DIN ISO		Drehzahl (6)
FD	FB	Wellen-ø		Gehäuse-ø			Z	D _w	
		d _a min	d _a max (3)	D _a max (4)					
4,343 .17098	0,33 .01299	1,50 .060	2,40 .094	2,65 .105	5	0,635 .025	51	11	148.000
5,156 .203	0,33 .013	1,80 .071	3,10 .122	3,35 .132	6	0,794 .03125	163	44	129.000
5,944 .234	0,584 .023	2,00 .079	3,60 .142	4,15 .164	6	1 .0394	239	67	114.000
7,518 .296	0,584 .023	2,60 .102	4,50 .177	5,75 .226	7	1 .0394	286	90	95.000
5,944 .234	0,457 .018	2,90 .114	3,90 .154	4,25 .168	7	0,794 .03125	192	59	94.000
9,119 .359	0,584 .023	3,10 .122	6,60 .260	7,25 .284	7	1,588 .0625	644	215	62.000
7,518 .296	0,584 .023	3,75 .148	5,30 .209	5,75 .226	7	1 .0394	292	97	80.000
9,119 .359	0,584 .023	3,90 .153	6,60 .260	7,20 .284	7	1,588 .0625	644	215	65.000
11,176 .440	0,762 .030	4,55 .179	7,30 .287	8,25 .325	8	1,588 .0625	720	260	61.000
		4,55 .179	7,30 .287	11,35 .446	8	1,588 .0625	720	260	74.000
9,119 .359	0,584 .023	4,55 .179	6,90 .272	7,30 .288	11	1 .0394	391	165	62.000
		4,55 .179	6,90 .272	8,80 .347	11	1 .0394	391	165	69.000
9,119 .359	0,584 .023	5,35 .210	6,90 .272	7,30 .288	11	1 .0394	391	165	65.000
10,719 .422	0,584 .023	5,50 .216	8,10 .319	8,80 .347	8	1,588 .0625	730	271	56.000
		5,35 .210	6,90 .272	8,80 .347	11	1 .0394	391	165	70.000
		6,20 .244	9,90 .390	11,35 .446	7	2,381 .0938	1.339	488	50.000
10,719 .422	0,584 .023	6,90 .272	8,50 .335	8,95 .352	11	1 .0394	391	165	54.000
13,894 .547	0,584 .023	7,20 .284	10,90 .429	11,85 .466	8	1,984 .0781	730	271	38.000
17,526 .690	1,067 .042	7,85 .310	12,50 .492	14,35 .565	8	2,50 .0984	1.651	670	43.000
		8,20 .322	14,90 .587	17,20 .678	8	3,175 .1250	2.522	1.057	35.000
13,894 .547	0,787 .031	8,80 .347	10,90 .429	11,85 .466	12	1,191 .0469	539	279	45.000
		11,45 .451	17,50 .689	20,30 .799	8	3,175 .1250	2.555	1.129	30.000

(3) Gilt nicht für Kugellager mit verbreitertem Innenring

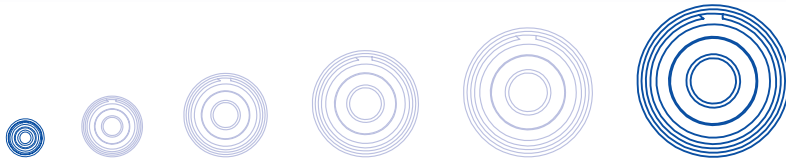
(4) Gilt nicht für Flansch-Kugellager


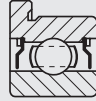

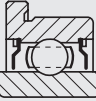
(5) Durch unterschiedliche Käfigausführungen sind abweichende Kugelzahlen möglich

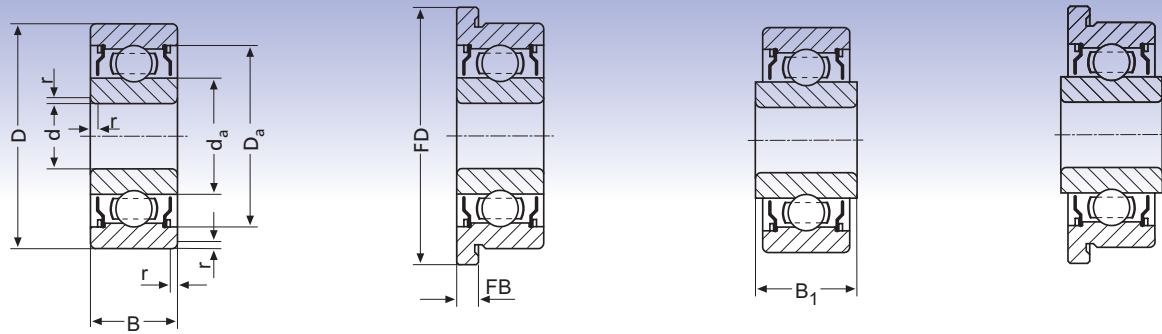
(6) Siehe Kapitel „Die Drehzahlgrenzen“, Seite 48, 49



Radial-Rillenkugellager – inch mit nicht schleifender Abdeckung



Abmessungen					Ausführungen				Basiszeichen USA
d	D	B	B ₁	r _s min (2)					
mm inch	mm inch	mm inch	mm inch	mm inch					
1,191 .0469	3,967 .1562	2,38 .0937	3,175 .1250	0,08 .003	1191-2Z	F1191-2Z	E1191-2Z	FE1191-2Z	R0
1,397 .0550	4,763 .1875	2,779 .1094	3,571 .1406	0,08 .003	1397-2Z	F1397-2Z	E1397-2Z	FE1397-2Z	R1
1,984 .0781	6,35 .2500	3,571 .1406	4,366 .1719	0,08 .003	5/64-2Z	F5/64-2Z	E5/64-2Z	FE5/64-2Z	R1-4
2,38 .0937	4,763 .1875	2,38 .0937	3,175 .1250	0,08 .003	2380-2Z	F2380-2Z	E2380-2Z	FE2380-2Z	R133
2,38 .0937	7,938 .3125	3,571 .1406	4,366 .1719	0,13 .005	3/32-2Z	F3/32-2Z	E3/32-2Z	FE3/32-2Z	R1-5
3,175 .1250	6,35 .2500	2,38 .0937	3,175 .1250	0,08 .003	3175/002-2Z		E3175/002-2Z		R144A
3,175 .1250	6,35 .2500	2,779 .1094	3,571 .1406	0,08 .003	3175-2Z	F3175-2Z	E3175-2Z	FE3175-2Z	R144
3,175 .1250	7,938 .3125	3,571 .1406	4,366 .1719	0,08 .003	1/8A-2Z	F1/8A-2Z	E1/8A-2Z	FE1/8A-2Z	R2-5
3,175 .1250	9,525 .3750	3,571 .1406	4,366 .1719	0,08 .003	1/8A/6-2Z	F1/8A/6-2Z	E1/8A/6-2Z	FE1/8A/6-2Z	R2-6
3,175 .1250	9,525 .3750	3,967 .1562	4,763 .1875	0,3 .012	1/8B-2Z	F1/8B-2Z	E1/8B-2Z	FE1/8B-2Z	R2
3,175 .1250	12,7 .5000	4,366 .1719		0,3 .012	1/8B/083-2Z				R2A
3,967 .1562	7,938 .3125	2,779 .1094	3,571 .1406	0,08 .003	3967/002-2Z		E3967/002-2Z		
3,967 .1562	7,938 .3125	3,175 .1250	3,967 .1562	0,08 .003	3967-2Z	F3967-2Z	E3967-2Z	FE3967-2Z	R155
3,967 .1562	12,7 .5000	2,779 .1094	3,571 .1406	0,08 .003	3967/082-2Z		E3967/082-2Z		
4,763 .1875	7,938 .3125	2,779 .1094	3,571 .1406	0,08 .003	4763A/002-2Z		E4763A/002-2Z		
4,763 .1875	7,938 .3125	3,175 .1250	3,967 .1562	0,08 .003	4763A-2Z	F4763A-2Z	E4763A-2Z	FE4763A-2Z	R156
4,763 .1875	9,525 .3750	3,175 .1250	3,967 .1562	0,08 .003	4763B-2Z	F4763B-2Z	E4763B-2Z	FE4763B-2Z	R166
4,763 .1875	12,7 .5000	2,779 .1094	3,578 .1406	0,08 .003	4763A/082-2Z		E4763A/082-2Z		
4,763 .1875	12,7 .5000	3,967 .1562		0,3 .012	3/16/002-2Z				
4,763 .1875	12,7 .5000	4,978 .1960	5,771 .2272	0,3 .012	3/16-2Z	F3/16-2Z	E3/16-2Z	FE3/16-2Z	R3
4,763 .1875	15,875 .6250	4,978 .1960		0,3 .012	1/4A/0001-2Z	F1/4A/0001-2Z			



Flansch-abmessungen		Einbaumaße nach ANSI/AFBMA Std. 12.2			Kugel-zahl (5)	Kugel- \varnothing	Tragzahlen nach DIN ISO		Drehzahl (6)
FD	FB	Wellen- \varnothing	Gehäuse- \varnothing				C_r [N]	C_{or} [N]	
		d_a min	d_a max (3)	D_a max (4)	Z	D_w			n_{ur} [min ⁻¹]
5,156 .203	0,787 .031	1,80 .071	2,10 .083	3,35 .132	6	0,794 .03125	163	44	164.000
5,944 .234	0,787 .031	2,00 .079	2,35 .093	4,15 .164	6	1 .0394	239	67	140.000
7,518 .296	0,787 .031	2,60 .102	3,25 .128	5,75 .226	7	1 .0394	286	90	117.000
5,944 .234	0,787 .031	2,90 .114	2,95 .116	4,25 .168	7	0,794 .03125	192	59	120.000
9,119 .359	0,787 .031	3,10 .122	4,50 .177	7,20 .284	7	1,588 .0625	644	215	72.000
		3,75 .148	4,15 .162	5,75 .226	7	1 .0394	292	97	80.000
7,518 .296	0,787 .031	3,75 .148	4,15 .162	5,75 .226	7	1 .0394	292	97	87.000
9,119 .359	0,787 .031	3,90 .153	4,55 .179	7,20 .284	7	1,588 .0625	644	215	75.000
10,719 .422	0,787 .031	3,90 .153	4,55 .179	8,80 .347	7	1,588 .0625	644	215	82.000
11,176 .440	0,762 .030	4,55 .179	5,50 .217	8,25 .325	8	1,588 .0625	720	260	61.000
		4,55 .179	5,50 .217	11,35 .446	8	1,588 .0625	720	260	74.000
		4,55 .179	5,60 .220	7,30 .288	11	1 .0394	391	165	62.000
9,119 .359	0,914 .036	4,55 .179	5,60 .220	7,30 .288	11	1 .0394	391	165	68.000
		4,55 .179	5,60 .220	8,80 .347	11	1 .0394	391	165	69.000
		5,35 .210	5,60 .220	7,30 .288	11	1 .0394	391	165	65.000
9,119 .359	0,914 .036	5,35 .210	5,60 .220	7,30 .288	11	1 .0394	391	165	70.000
10,719 .422	0,787 .031	5,50 .216	5,95 .234	8,80 .347	8	1,588 .0625	730	271	56.000
		5,35 .210	5,60 .220	8,80 .347	11	1 .0394	391	165	70.000
		6,20 .244	6,90 .272	11,35 .446	7	2,381 .0938	1.339	488	50.000
14,351 .565	1,067 .042	6,20 .244	6,90 .272	11,35 .446	7	2,381 .0938	1.339	488	57.000
17,526 .690	1,067 .042	6,20 .244	9,00 .354	14,35 .565	8	2,5 .0984	1.651	670	41.000

(3) Gilt nicht für Kugellager mit verbreitertem Innenring

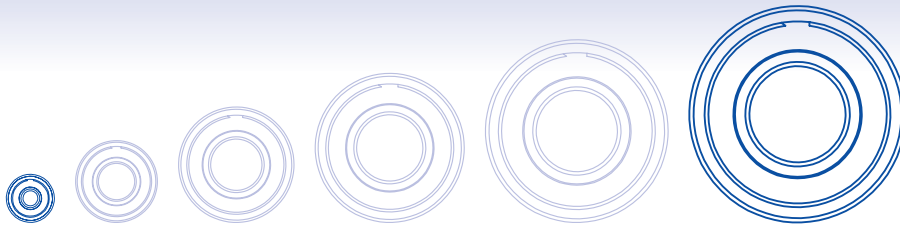
(4) Gilt nicht für Flansch-Kugellager

(5) Durch unterschiedliche Käfigausführungen sind abweichende Kugelzahlen möglich

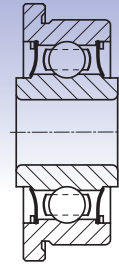
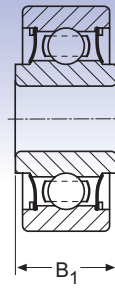
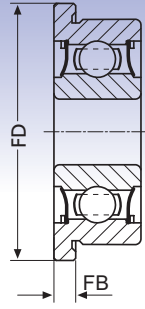
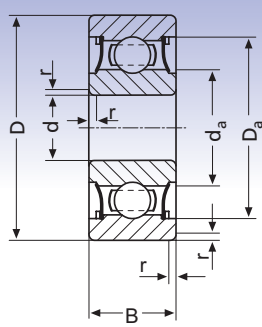
(6) Siehe Kapitel „Die Drehzahlgrenzen“, Seite 48, 49



Radial-Rillenkugellager – inch mit schleifender Abdichtung



Abmessungen		mm inch			Ausführungen				Basiszeichen USA
d	D	B	B ₁	r _s min (2)					
1,984 .0781	6,35 .2500	3,571 .1406	4,366 .1719	0,08 .003	5/64-2TS	F5/64-2TS	E5/64-2TS	FE5/64-2TS	R1-4
2,38 .0937	7,938 .3125	3,571 .1406	4,366 .1719	0,13 .005	3/32-2TS	F3/32-2TS	E3/32-2TS	FE3/32-2TS	R1-5
3,175 .1250	6,35 .2500	2,779 .1094	3,571 .1406	0,08 .003	3175-2TS	F3175-2TS	E3175-2TS	FE3175-2TS	R144
3,175 .1250	7,938 .3125	3,571 .1406	4,366 .1719	0,08 .003	1/8A-2TS	F1/8A-2TS	E1/8A-2TS	FE1/8A-2TS	R2-5
3,175 .1250	9,525 .3750	3,571 .1406	4,366 .1719	0,08 .003	1/8A/6-2TS	F1/8A/6-2TS	E1/8A/6-2TS	FE1/8A/6-2TS	R2-6
3,175 .1250	9,525 .3750	3,967 .1562	4,763 .1875	0,3 .012	1/8B-2TS	F1/8B-2TS	E1/8B-2TS	FE1/8B-2TS	R2
3,967 .1562	7,938 .3125	3,175 .1250	3,967 .1562	0,08 .003	3967-2TS	F3967-2TS	E3967-2TS	FE3967-2TS	R155
4,763 .1875	7,938 .3125	3,175 .1250	3,571 .1562	0,08 .003	4763A-2TS	F4763A-2TS	E4763A-2TS	FE4763A-2TS	R156
4,763 .1875	9,525 .3750	3,175 .1250	3,967 .1562	0,08 .003	4763B-2TS	F4763B-2TS	E4763B-2TS	FE4763B-2TS	R166
4,763 .1875	12,7 .5000	4,978 .1960	5,771 .2272	0,3 .012	3/16-2TS 3/16-2RS	F3/16-2TS F3/16-2RS	E3/16-2TS E3/16-2RS	FE3/16-2TS FE3/16-2RS	R3
4,763 .1875	15,875 .6250	4,978 .1960		0,3 .012	1/4A/0001-2TS	F1/4A/0001-2TS			
6,35 .2500	9,525 .3750	3,175 .1250	3,967 .1562	0,08 .003	6350A-2TS	F6350A-2TS	E6350A-2TS	FE6350A-2TS	R168
6,35 .2500	12,7 .5000	4,763 .1875	5,558 .2188	0,13 .005	6350B-2TS	F6350B-2TS	E6350B-2TS	FE6350B-2TS	R188
6,35 .2500	15,875 .6250	4,978 .1960	5,771 .2272	0,3 .012	1/4A-2TS 1/4A-2RS	F1/4A-2TS	E1/4A-2TS	FE1/4A-2TS	R4
6,35 .2500	19,05 .7500	7,142 .2812		0,4 .016	1/4-2TS 1/4-2RS				R4A
7,938 .3125	12,7 .5000	3,967 .1562	4,763 .1875	0,13 .005	7938-2TS	F7938-2TS	E7938-2TS	FE7938-2TS	R1810
9,525 .3750	22,225 .8750	7,142 .2812		0,4 .016	3/8-2TS 3/8-2RS	F3/8-2TS			R6
12,700 .500	28,575 1.125	7,938 .3125		0,4 .016	1/2-2TS	F1/2-2TS			R8



Flansch-abmessungen		Einbaumaße nach ANSI/AFBMA Std. 12.2			Kugel-zahl (5)	Kugel-ø	Tragzahlen nach DIN ISO		Drehzahl (6)
FD	FB	Wellen-ø		Gehäuse-ø			C _r [N]	C _{or} [N]	
		d _a min	d _a max (3)	D _a max (4)	Z	D _w			
7,518 .296	0,787 .031	2,60 .102	2,90 .114	5,75 .226	7	1 .0394	286	90	65.000
9,119 .359	0,787 .031	3,10 .122	3,95 .156	7,20 .284	7	1,588 .0625	644	215	51.000
7,518 .296	0,787 .031	3,75 .148	3,80 .150	5,75 .226	7	1 .0394	292	97	53.000
9,119 .359	0,787 .031	3,90 .153	3,95 .156	7,20 .284	7	1,588 .0625	644	215	51.000
10,719 .422	0,787 .031	3,90 .153	3,95 .156	8,80 .347	7	1,588 .0625	644	215	51.000
11,176 .440	0,762 .030	4,55 .179	4,85 .189	8,25 .325	8	1,588 .0625	720	260	44.000
9,119 .359	0,914 .036	4,55 .179	5,25 .207	7,30 .288	11	1 .0394	391	165	42.000
9,119 .359	0,914 .036	5,35 .210	5,35 .210	7,30 .288	11	1 .0394	391	165	42.000
10,719 .422	0,787 .031	5,50 .216	5,50 .216	8,80 .347	8	1,588 .0625	730	271	41.000
14,351 .565	1,067 .042	6,20 .244	6,25 .246	11,35 .446	7	2,381 .0938	1.339	488	37.000 28.000
17,526 .690	1,067 .042	6,20 .244	8,25 .325	14,35 .565	8	2,5 .0984	1.651	670	31.000
10,719 .422	0,914 .036	6,85 .270	6,90 .272	8,95 .352	11	1 .0394	391	165	35.000
13,894 .547	1,143 .045	7,20 .284	7,60 .299	11,85 .466	8	1,984 .0781	730	271	33.000
17,526 .690	1,067 .042	7,85 .310	8,25 .325	14,35 .565	8	2,5 .0984	1.651	670	31.000 24.000
		8,20 .322	9,75 .384	17,20 .678	8	3,175 .1250	2.522	1.057	28.000 22.000
13,894 .547	0,787 .031	8,80 .347	8,95 .352	11,85 .466	12	1,191 .0469	539	279	30.000
24,613 .969	1,575 .062	11,45 .451	12,35 .486	20,30 .799	8	3,175 .1250	2.555	1.129	24.000 21.000
31,115 1.225	1,575 .062	15,88 .6250	17,80 .700	26,04 1.025	9	3,969 .1563	4.120	2.010	21.000

(3) Gilt nicht für Kugellager mit verbreitertem Innenring

(4) Gilt nicht für Flansch-Kugellager

(5) Durch unterschiedliche Käfigausführungen sind abweichende Kugelzahlen möglich

(6) Siehe Kapitel „Die Drehzahlgrenzen“, Seite 48, 49



Die Maß-, Form- und Laufgenauigkeit

Definition		Durchmesserreihe	d mm		P0 μm		P6 μm		P5 μm		P4 μm		
			über	bis	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	
Innenring	Abweichung des mittleren Bohrungsdurchmessers in einer Ebene	Δ_{dmp}	0,6	18	0	-8	0	-7	0	-5	0	-4	
	Abweichung eines einzelnen Bohrungsdurchmessers vom Nennmaß	Δ_{ds}	0,6	18							0	-4	
	Schwankung des Bohrungsdurchmessers in einer radialen Ebene (Unrundheit)	V_{dsp}	7 / 8 / 9	0,6	18	10		9		5		4	
			0	0,6	18	8		7		4		3	
			2 / 3	0,6	18	6		5		4		3	
	Schwankung des mittleren Bohrungsdurchmessers (Konizität)	V_{dmp}	0,6	18	6		5		3		2		
	Abweichung einer einzelnen Innenringbreite vom Nennmaß	$\Delta_{Bs1)}$	0,6	2,5	0	-40	0	-40	0	-40	0	-40	
			0,6	10									
			2,5	10	0	-120	0	-120	0	-40	0	-40	0
	10	18	0	-120	0	-120	0	-80	0	-80	0	-80	
Schwankung der Innenringbreite	V_{Bs}	0,6	2,5	12		12		5		2,5			
0,6	10												
2,5	10	15		15		5		2,5					
10	18	20		20		5		2,5					
Rundlauf des Innenrings am zusammengebauten Lager (Radialschlag)	K_{ia}	0,6	2,5	10		5		4		2,5			
2,5	10	10		6		4		2,5					
10	18	10		7		4		2,5					
Planlauf der Stirnseite bezogen auf die Bohrung (Seitenschlag)	S_d	0,6	18					7		3			
Planlauf der Stirnseite bezogen auf die Laufbahn des Innenrings am zusammengebauten Lager (Axialschlag)	S_{ia}	0,6	18					7		3			
Definition		Durchmesserreihe	D mm		P0 μm		P6 μm		P5 μm		P4 μm		
			über	bis	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	
Außenring	Abweichung des mittleren Außendurchmessers in einer Ebene	Δ_{Dmp}	2,5	18	0	-8	0	-7	0	-5	0	-4	
	18	30	0	-9	0	-8	0	-6	0	-5	0	-5	
	Abweichung eines einzelnen Außendurchmessers vom Nennmaß	$\Delta_{Ds2)}$	2,5	18							0	-4	
			18	30							0	-5	
	Schwankung des Außendurchmessers in einer radialen Ebene (Unrundheit)	V_{Dsp}	7 / 8 / 9	2,5	18	10		9		5		4	
			0	2,5	18	8		7		4		3	
			18	30	9		8		5		4		
	2 / 3	2,5	18	6		5		4		3			
	18	30	7		6		5		3		4		
	Schwankung des mittleren Außendurchmessers (Konizität)	$V_{Dmp2)}$	2,5	18	6		5		3		2		
	18	30	7		6		3		3		2,5		
	Abweichung einer einzelnen Außenringbreite vom Nennmaß	$\Delta_{Cs1)}$	2,5	18	identisch mit Δ_{Bs} für Innenring des selben Lagers								
			18	30	0	-120	0	-120	0	-120	0	-120	0
Schwankung der Außenringbreite	V_{Cs}	2,5	18	identisch mit V_{Bs} für Innenring des selben Lagers									
		18	30	20		20		5		2,5			
Rundlauf des Außenrings am zusammengebauten Lager (Radialschlag)	K_{ea}	2,5	18	15		8		5		3			
18	30	15		9		6		4					
Schwankung der Neigung der Mantellinie, bezogen auf die Bezugsseitenfläche ³⁾ (Seitenschlag)	S_D	2,5	30					8		4			
Planlauf der Stirnseite bezogen auf die Laufbahn des Außenrings am zusammengebauten Lager (Axialschlag)	S_{ea}	2,5	18					8		5			
18	30							8		5			
Planlauf der Flanschninnenseite bezogen auf die Laufbahn des Außenrings am zusammengebauten Lager	S_{ea1}	2,5	18					11		7			
18	30							11		7			
Abweichung eines einzelnen Flanschdurchmessers vom Nennmaß	Δ_{FD}	2,5	30	+50	-50	+50	-50	+50	-50	+50	-50		
Abweichung einer einzelnen Flanschbreite vom Nennmaß	Δ_{FB}	2,5	10	0	-120	0	-120	0	-40	0	-40		
		10	18	0	-120	0	-120	0	-80	0	-80		
		18	30	0	-120	0	-120	0	-120	0	-120		

34 ¹⁾ Die Toleranz für gepaarte Lager ist 0/-200 μm
²⁾ gilt vor dem Zusammenbau der Lager und nachdem innere und / oder äußere Sprengringe entfernt sind.
³⁾ Bei Flanschkuellager die Flanschninnenseite

P2 µm		P5A µm		P4A µm		ABEC1 .0001 inch		ABEC5 .0001 inch		ABEC7 .0001 inch		ABEC9 .0001 inch		ABEC3P .0001 inch		ABEC5P .0001 inch		ABEC7P .0001 inch		ABEC9P .0001 inch	
max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.
0	-2,5	0	-5	0	-5	0	-3	0	-2	0	-1.5			0	-2	0	-2	0	-2	0	-1
0	-2,5	0	-5	0	-5	+1	-4	0	-2	0	-1.5	0	-1	+1	-3	0	-2	0	-2	0	-1
2,5		3		2,5										1		1				.5	
2,5		3		2,5										1		1				.5	
2,5		3		2,5										1		1				.5	
1,5		3		2,5										1		1				.5	
0	-40	0	-25	0	-25	0	-50	0	-16	0	-16	0	-16	0	-50	0	-10	0	-10	0	-10
0	-40	0	-25	0	-25	0	-50	0	-16	0	-16	0	-16	0	-50	0	-10	0	-10	0	-10
0	-80	0	-25	0	-25	0	-50	0	-32	0	-32	0	-32	0	-50	0	-10	0	-10	0	-10
1,5		5		2,5				2		1		.5		2		1				.5	
1,5		5		2,5				2		1		.5		2		1				.5	
1,5		5		2,5				2		1		.5		2		1				.5	
1,5		3,5		2,5		3		1,5		1		.5		2		1,5		1		.5	
1,5		3,5		2,5		3		1,5		1		.5		2		1,5		1		.5	
1,5		3,5		2,5		4		1,5		1		.5		2		1,5		1		.5	
1,5		7		3				3		1		.5		3		1				.5	
1,5		7		3				3		1		.5		3		1				.5	
P2 µm		P5A µm		P4A µm		ABEC1 .0001 inch		ABEC5 .0001 inch		ABEC7 .0001 inch		ABEC9 .0001 inch		ABEC3P .0001 inch		ABEC5P .0001 inch		ABEC7P .0001 inch		ABEC9P .0001 inch	
max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.
0	-2,5	0	-5	0	-5	0	-3	0	-2	0	-2			0	-3	0	-2	0	-2	0	-1
0	-4	0	-6	0	-5	0	-4	0	-2	0	-2			0	-3	0	-2	0	-2	0	-1.5
0	-2,5	0	-5	0	-5	+1	-4	0	-2	0	-2	0	-1	+1	-4	0	-2	0	-2	0	-1
0	-4	0	-6	0	-5	+1	-5	0	-2	0	-2	0	-1.5	+1	-4	0	-2	0	-2	0	-1.5
2,5		3		2,5												1		1		.5	
4		3		2,5												1		1		.8	
2,5		3		2,5												1		1		.5	
4		3		2,5												1		1		.8	
2,5		3		2,5												1		1		.5	
2		3		2,5												1		1		.8	
0	-120	0	-25	0	-25	0	-50	0	-50	0	-50	0	-50	0	-50	0	-10	0	-10	0	-10
1,5		5		2,5				2		1		.5		2		1				.5	
1,5		5		3,5		6		2		1,5		.5		4		2		1,5		.5	
2,5		6		4		6		2		1,5		1		4		2		1,5		1	
1,5		8		4				3		1,5		.5		3		1,5				.5	
1,5		8		5				3		2		.5		3		2				.5	
2,5		8		5				3		2		1		3		2				1	
3		10		8										3		3					
4		10		8										3		3					
+50	-50	0	-25	0	-25									+50	-20	0	-10	0	-10		
0	-40	0	-50	0	-50									0	-20	0	-20	0	-20		
0	-80	0	-50	0	-50									0	-20	0	-20	0	-20		
0	-120	0	-50	0	-50									0	-20	0	-20	0	-20		

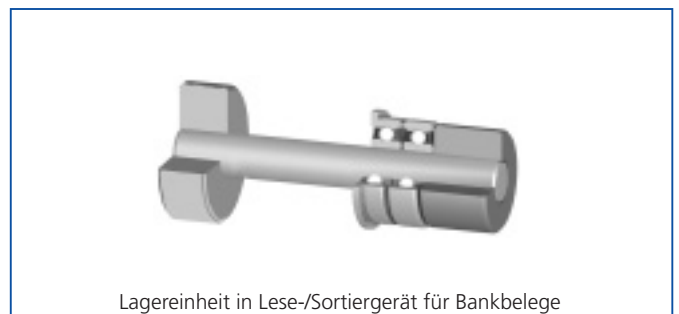
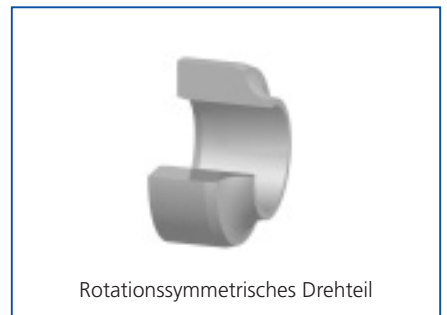
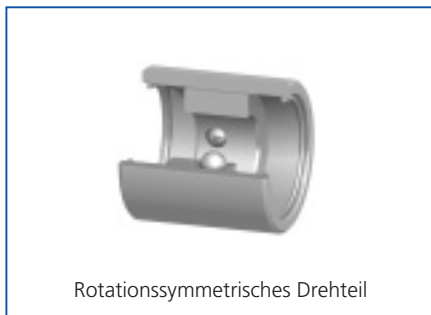
Neben Standard- und Hochpräzisionskugellagern aus Wälzagerstahl und nichtrostendem Stahl hat GRW durch seine flexible Fertigung die Möglichkeit, die verschiedensten Sonderkugellager zu fertigen.

Diese besonderen Eigenschaften beziehen sich auf

- Sonderbauformen
- Sonderschmierstoffe
- Sonderbehandlungen

Außerdem gehören auch rotationssymmetrische Drehteile zu unserem Fertigungsspektrum.

Sonderbauformen



Spindelkugellager sind Schrägkugellager, bei denen je nach Ausführung eine Schulter am Innenring (AC2) oder am Außenring (AC1) abgeschliffen ist. Axialkräfte können folglich nur in einer Richtung aufgenommen werden. Spindelkugellager lassen sich als Einzelkugellager oder als Kugellagerpaar in O-, X- oder Tandemanordnung einsetzen.

Folgende Merkmale zeichnen ein GRW-Spindelkugellager aus:

- Fertigung in Hochgenauigkeitsausführung (Toleranzklasse P5, P4, P2 bzw. ABEC5, ABEC7, ABEC9)
- Einteiliger Hartstoff-Massivkäfig (TA, TB, siehe Seite 41)
- Größere Anzahl von Kugeln als im Standardkugellager
- Kontaktwinkel 15° (andere Winkel auf Anfrage)
- Mit Stahlkugeln oder Keramikugeln lieferbar.
- Bei Kugellagerpaaren wird die Vorspannung typenspezifisch auf die äußeren Belastungen abgestimmt (Vorspannung leicht, mittel oder schwer)
- Spindelkugellager sind in der Regel geölt

Durch diese Merkmale erreichen die Kugellager eine sehr gute Laufgenauigkeit bei höchsten Drehzahlen. Gleichzeitig zeichnen sich Spindelkugellager durch hohe Steifigkeit und gutes Schwingungsverhalten aus.

Die Normalausführung ist:

AC1 TA

fehlende Schulter am Außenring, Kugellager nicht demontierbar, außenringgeführter Hartstoff-Massivkäfig.

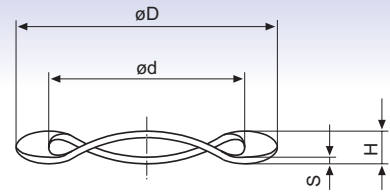
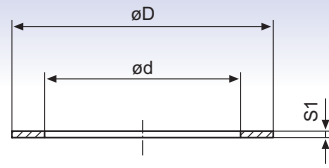
Weitere Ausführungen und Kugellager mit demontierbarem Innenring sind auf Anfrage erhältlich.





Das Zubehör

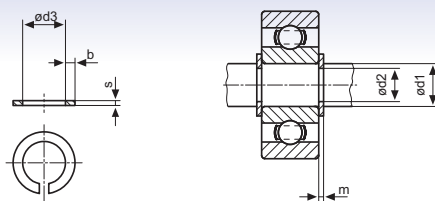
Ausführung: rostbeständiges Stahlblech W.-Nr. 1.4310, wärmebehandelt, gratfrei, feinste Oberflächengüte



Ausgleich- und Wellfederscheiben

* Material 1.0605

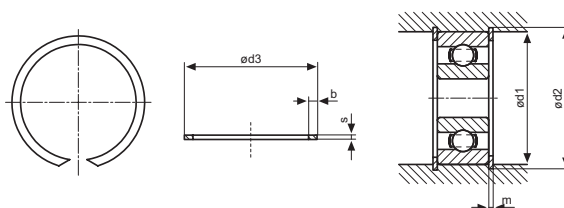
Abmessungen (mm)					verwendbar für Ausführung	
Ausgleichs-scheiben		Wellfeder-scheiben			Einsatz auf Welle	Einsatz in Gehäuse
d x D	S1	d x D	H	S		
AS 2,25 x 3,20	0,08 0,10	WF 2,15 x 3,10	0,50	0,08	682; 692; 5/64	1016
AS 2,80 x 3,90	0,08 0,10	WF 2,70 x 3,80	0,50	0,08	60/2,5; 68/2,5; 69/2,5; 3/32	68/1,5; 691; 1191
AS 3,30 x 4,40	0,08 0,10 0,12	WF 3,20 x 4,30	0,50	0,10	623; 683; 693; 1/8A; 1/8B; 3175; 1/8A/6; 1/8B/083	
AS 3,80 x 4,90	0,08 0,10 0,12	WF 3,70 x 4,80	0,55	0,10		682; 69/1,5
AS 4,30 x 5,85	0,10 0,12 0,15	WF 4,20 x 5,75	0,65	0,12	604; 624; 634; 684; 694; 3967	68/2,5; 692
AS 4,90 x 6,20	0,10 0,12 0,15	WF 4,80 x 6,10	0,60	0,12	3/16; 4763A; 4763B	5/64; 3175
AS 5,30 x 6,85	0,10 0,12 0,15	WF 5,20 x 6,75	0,65	0,12	625; 635; 685; 695	683; 69/2,5
AS 6,30 x 7,85	0,12 0,15 0,18	WF 6,20 x 7,75	0,70	0,15	626; 686; 696	60/2,5; 693; 3/32; 1/8A; 3967; 4763A
AS 7,30 x 8,80	0,12 0,15 0,18	WF 7,20 x 8,70	0,90	0,15	607; 627; 687; 697	684
		WF 7,20 x 12,00 *	1,40	0,125	607; 627	6350B; 7938; 1/8B/083
AS 8,30 x 9,80	0,15 0,18 0,20	WF 8,20 x 9,70	0,85	0,18	608; 688; 698; 7938	623
AS 9,30 x 10,80	0,15 0,18 0,20	WF 9,20 x 10,70	1,15	0,18	609; 629; 689; 699	685; 694
AS 10,30 x 11,80	0,18 0,20 0,22	WF 10,20 x 11,70	1,05	0,20	6000; 6800; 6900; 3/8	604
		WF 10,50 x 15,80 *	1,70	0,20	6000	625; 634
AS 11,30 x 12,80	0,18 0,20 0,22	WF 11,20 x 12,70	1,30	0,20		624; 686; 695
AS 12,30 x 13,80	0,20 0,22 0,25	WF 12,20 x 13,70	1,30	0,22		687
AS 13,30 x 14,80	0,20 0,22 0,25	WF 13,20 x 14,70	1,30	0,22		696
		WF 13,20 x 18,80 *	1,60	0,20		607; 626; 635; 1/4
AS 14,35 x 15,80	0,22 0,25 0,30	WF 14,20 x 15,65	1,55	0,25		625; 634; 688; 1/4A
AS 15,35 x 16,80	0,22 0,25 0,30	WF 15,20 x 16,65	1,55	0,25		689; 697
		WF 15,80 x 21,80 *	1,60	0,20		608; 627; 6900; 3/8
AS 16,40 x 18,80	0,25 0,30 0,35	WF 16,20 x 18,55	2,15	0,30		607; 626; 635; 6800; 698; 1/4
		WF 17,30 x 23,80 *	1,50	0,25 0,30		609
		WF 19,30 x 25,80 *	1,90 1,80	0,35 0,30		6000; 629



Wellen – Sprengringe

Material 1.4310

Type	Abmessungen (mm)					
	Welle d 1 ø	Sprengring			Nut	
		d 3 max.	b ± 0,10	s ± 0,02	d 2 - 0,05	m + 0,03
WSR 3	3	2,60	0,50	0,30	2,70	0,33
WSR 4	4	3,60	0,50	0,30	3,70	0,33
WSR 5	5	4,50	0,70	0,40	4,60	0,44
WSR 6	6	5,45	0,70	0,40	5,60	0,44
WSR 7	7	6,45	0,70	0,40	6,60	0,44
WSR 8	8	7,35	0,90	0,50	7,50	0,55
WSR 9	9	8,30	0,90	0,50	8,50	0,55
WSR 10	10	9,25	0,90	0,50	9,50	0,55







Bohrung – Sprengringe


Material 1.4310

Type	Abmessungen (mm)					
	Bohrung d 1 ø	Sprengring			Nut	
		d 3 max.	b ± 0,10	s ± 0,02	d 2 + 0,05	m + 0,03
BSR 4	4	4,4	0,50	0,30	4,30	0,33
BSR 5	5	5,45	0,50	0,30	5,30	0,33
BSR 6	6	6,45	0,50	0,30	6,30	0,33
BSR 7	7	7,50	0,50	0,30	7,30	0,33
BSR 8	8	8,60	0,70	0,40	8,40	0,44
BSR 9	9	9,60	0,70	0,40	9,40	0,44
BSR 10	10	10,65	0,70	0,40	10,40	0,44
BSR 11	11	11,65	0,70	0,40	11,40	0,44
BSR 12	12	12,75	0,90	0,50	12,50	0,55
BSR 13	13	13,75	0,90	0,50	13,50	0,55
BSR 14	14	14,80	0,90	0,50	14,50	0,55
BSR 15	15	15,80	0,90	0,50	15,50	0,55
BSR 16	16	16,85	0,90	0,50	16,50	0,55
BSR 17	17	17,85	0,90	0,50	17,50	0,55
BSR 19	19	20	1,10	0,60	19,60	0,66

Ausführung und Material der Käfige werden der jeweils zu übernehmenden Aufgabe angepaßt. In der überwiegenden Zahl der Einsatzfälle reicht unser zweiteiliger Käfig aus.

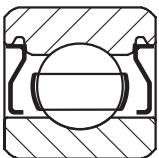
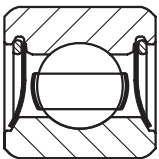
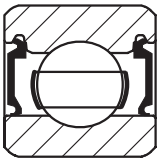
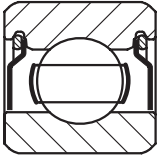
Aus folgender Aufstellung können Sie unser Angebot verschiedener Ausführungen ersehen:

GRW-Käfigbezeichnung	Abbildung	Beschreibung / Material	Anwendungsbereich / Zweck
E J Y		Zweiteiliger Käfig aus – Stahlblech (E) – Niro-Stahlblech (J) – Messing-Blech (Y)	Für Rillenkugellager. Für rostfreie Kugellager: Käfig grundsätzlich aus Niro-Stahlblech. Um Reibungsspitzen weitergehend zu vermeiden, kann dieser Käfig auch lose geschlossen montiert werden. Drehzahlen siehe Katalogangaben Seite 8 bis 33.
JH		Einteiliger Stahlschnappkäfig aus nichtrostendem Stahl.	Für Rillenkugellager. Einsatz vorwiegend bei kleinen Kugellagern bei niedrigen und mittleren Drehzahlen.
TNH		Einteiliger, gespritzter Kunststoff-schnappkäfig.	Für Rillenkugellager. Für mittleren Drehzahlbereich gute Lauf- und Gleiteigenschaften. Einsatztemperatur von -30° C bis 80° C, kurzfristig bis 100° C.
TN9H		Einteiliger, gespritzter, glasfaser-verstärkter Kunststoff-schnappkäfig.	Für Rillenkugellager. Drehzahlbereich über TNH-Käfig. Einsatztemperatur von -30° C bis 120° C, kurzfristig bis 180° C.
THA THB		Maschinell gefertigter, einteiliger Schnappkäfig aus gewebeverstärktem Phenolharz. A = Führung im Außenring. B = Führung auf dem Innenring.	Für Rillenkugellager mit höchsten Drehzahlen. Hohe Festigkeit und Notlaufeigenschaften. Einsatztemperatur von -50° C bis 140° C. Unter Vakuum mit Öl imprägnierbar.
TXHA TXHB		Maschinell gefertigter, einteiliger Schnappkäfig aus Spezialwerkstoff. X steht für eine Zahl und legt das Material fest. A = Führung im Außenring. B = Führung auf dem Innenring.	Für Rillenkugellager mit höchsten Drehzahlen. Hohe Festigkeit und Notlaufeigenschaften. Einsatztemperatur je nach Material von -190° C bis 260° C.

GRW-Käfigbezeichnung	Abbildung	Beschreibung / Material	Anwendungsbereich / Zweck
TA TB		<p>Maschinell gefertigter, einteiliger Massivkäfig aus gewebeverstärktem Phenolharz.</p> <p>A = Führung im Außenring. B = Führung auf dem Innenring.</p> <p>Nur in Verbindung mit AC-Ausführung. Nicht demontierbar.</p>	<p>Für Schrägkugellager/Spindelkugellager für höchste Drehzahlen. Hohe Festigkeit und Notlaufeigenschaften.</p> <p>Einsatztemperatur von -50° C bis 140° C.</p> <p>Unter Vakuum mit Öl imprägnierbar.</p>
TXA TXB		<p>Maschinell gefertigter, einteiliger Massivkäfig aus Spezialwerkstoff.</p> <p>X steht für eine Zahl und legt das Material fest.</p> <p>A = Führung im Außenring. B = Führung auf dem Innenring.</p> <p>Nur in Verbindung mit AC-Ausführung. Nicht demontierbar.</p>	<p>Für Schrägkugellager/Spindelkugellager für höchste Drehzahlen. Hohe Festigkeit und Notlaufeigenschaften.</p> <p>Einsatztemperatur je nach Material von -190° C bis 260° C.</p>
VAC1 VAC2		<p>Vollkugeliges Kugellager, ohne Käfig, nicht demontierbar.</p> <p>VAC1 = AC-Seite am AR. VAC2 = AC-Seite am IR.</p> <p>Schulter von IR bzw. AR einseitig abgeschliffen.</p>	<p>Verwendung bei mittleren Drehzahlen und hohen Axialbelastungen in einer Richtung.</p>

Nicht jeder Käfig ist für alle Kugellagergrößen verfügbar. Wir bitten daher um Rückfrage.

Andere Kugellager- und Käfigbauformen sowie Käfigmaterialien für besondere Anforderungen auf Anfrage.



Integrierte Kugellagerabdeckungen erfüllen zwei Aufgaben gleichzeitig: Einerseits erschweren sie das Eindringen von Schmutzpartikeln, und andererseits verhindern sie das Austreten des Schmierstoffes.

Die nicht schleifende Abdeckung

Die Kugellagerabdeckung bildet zusammen mit der Schulter des Innenrings eine wirksame Spaltdichtung. Weder verursacht sie eine Erhöhung des Drehmoments, noch beeinflusst sie die höchstzulässige Drehzahl gegenüber offenen Kugellagern, denn die Deckscheiben berühren nicht den Innenring. Für die meisten Anwendungen ist dies ausreichend.

Die Metalldeckscheiben

Bei einem Großteil der Kugellager bestehen die Deckscheiben aus nichtrostendem Stahl. Sie werden mit einem Federring im Außenring befestigt und sind dadurch abnehmbar. Kugellager können auch mit eingepreßten Deckscheiben aus Tiefziehblech versehen sein.

Die Gummiabdeckung

Die RZ-Abdeckung besteht aus einem stahlblechverstärkten Perbunan-Kautschuk und ist bei Temperaturen von -30°C bis 120°C einsetzbar. Diese Abdeckung wird mit einem Gummiwulst im Außenring gehalten.

Die am Innenring schleifende Abdichtung

Die Kugellagerabdichtung berührt die Schulter des Innenringes. Dadurch verursacht sie eine Erhöhung des Drehmoments.

Die Teflonabdichtung

Die TS-Abdichtung besteht aus einer glasfaserverstärkten Teflonscheibe, die im Außenring mit einem Federring befestigt ist.

Teflondichtscheiben können bei Betriebstemperaturen von -240°C bis 300°C eingesetzt werden. Sie verhindern das Eindringen von Schmutz, wobei eine absolute Abdichtung jedoch nicht zu erreichen ist. Das Drehmoment ist aufgrund der günstigen Gleitpartner (PTFE-Stahl) und der geringen Anpreßkraft der Dichtlippe kleiner als bei Gummiabdichtungen.

TS-Dichtscheiben sind universell chemisch beständig. Die Kugellager sind in der Regel aus nichtrostendem Stahl, bei entsprechend großen Stückzahlen auch aus Wälzlagerstahl lieferbar.

Die Gummiabdichtung

Die RS-Abdichtung besteht aus einem stahlblechverstärkten synthetischen Perbunan-Kautschuk und ist bei Temperaturen von -30°C bis 120°C einsetzbar.

Die VS-Abdichtung besteht aus einem stahlblechverstärkten synthetischen Fluor-Kautschuk (Viton) und ist für Temperaturen von -20°C bis 230°C geeignet.

Beide Abdichtungen werden durch Gummiwülste im Außenring gehalten.

Wir weisen in diesem Zusammenhang auf eine mögliche Unverträglichkeit zwischen bestimmten Schmierstoffen und Kautschuk hin. Wenden Sie sich deshalb bei diffizilen Anwendungen bitte an unsere Anwendungsberater.

Die Sonderabdeckungen

Neben den standardisierten Abdeckungen fertigen wir auch Sonderabdeckungen sowie Kombinationen verschiedener Abdeckungen. Sprechen Sie diesbezüglich bitte unsere Anwendungsberater an.



Die Materialien für Ringe und Kugeln

Unsere Kugellager werden aus Wälzlagerstahl (100Cr6) oder aus nichtrostendem Stahl (X65Cr13) hergestellt. In beide Ausführungen können auf Wunsch Keramikkugeln eingebaut werden (Hybridkugellager).

Hybridkugellager (Stahlringe und Keramikkugeln) finden vor allem Anwendung in der Dentaltechnik, in der Spindellagerung und in der Vakuumtechnik.

Der verwendete Wälzlagerstahl (1.3505/SAE 52100) ist gut härtbar und behält auch im gehärteten Zustand eine hohe Zähigkeit. Kugellager aus diesem Stahl zeichnen sich bei Betriebstemperaturen bis zu ca. 170° C (338° F) durch eine optimale Lebensdauer aus.

Der nichtrostende Stahl (1.4037) ist ein martensitischer Stahl, der bis zu einer Betriebstemperatur von 200° C (392° F) ohne nennenswerten Härteverlust eingesetzt werden kann.

Verbesserungen in der Stahlherstellung und Wärmebehandlung erlauben es, die Tragzahlen beider Stähle gleich zu setzen.

Vorsetzzeichen	–	SS
DIN	100Cr6	X65Cr13
DIN	1.3505	1.4037
SAE	52100	
AFNOR	100Cr6	
C %	0,95 - 1,10	0,60 - 0,75
Si %	0,15 - 0,35	1 max.
Mn %	0,25 - 0,45	1 max.
P %	0,03 max.	0,04 max.
S %	0,025 max.	0,03 max.
Cr %	1,35 - 1,65	12 - 14
Mo %	–	0,75 max.

Tabelle 1: Die chemische Analyse

Über die chemische Beständigkeit der Werkstoffe geben Ihnen unsere Anwendungsberater gerne Auskunft.



Die richtige Wahl des Schmierstoffes und der Schmierungsart ist für die Funktion der Lagerung ebenso entscheidend wie die Auswahl des Kugellagers selbst und die Gestaltung der Umbauteile.

Die Entscheidung für einen bestimmten Schmierstoff ist nach den Betriebsbedingungen und den Anforderungen an das Drehmoment zu treffen.

Die Schmieröle

Schmieröl wird hauptsächlich dort eingesetzt, wo möglichst geringe Drehmomente erreicht werden sollen.

Unsere Kugellager in offener Ausführung oder mit einer Abdeckung sind ab Werk mit Öl konserviert.

Die Schmierfette

Unsere Kugellager mit beidseitiger Abdeckung wie auch Kugellager mit einseitiger Abdeckung und Schnappkäfig sind ab Werk gefettet.

Wir weisen in diesem Zusammenhang darauf hin, daß Schmierfette mit EP-Zusätzen nicht für geräuscharme Kugellager geeignet sind.

Auf Wunsch kann die Schmierung auch mit anderen als in den Tabellen aufgeführten Ölen und Fetten sowie mit vereinbarten Mengen erfolgen. Wir bieten hierzu eine Auswahl von rund 250 Schmierstoffen. Bitte wenden Sie sich in konkreten Fällen an unsere Anwendungsberater.

Die Sonderbehandlung

Unter speziellen Betriebsbedingungen stoßen unter Umständen auch die bei uns verwendeten Sonderschmierstoffe an Anwendungsgrenzen. In diesen Fällen ist es durch die Verwendung von verschiedenen Beschichtungen möglich, geeignete Kugellager zu spezifizieren. Dazu werden galvanisch aufgebraute Edelmetallschichten, Graphit, MoS₂ usw. verwendet. Diese Behandlung erfolgt für den Einsatz der Kugellager in Vakuumanlagen bis zum Ultrahochvakuum (UHV), in der Luft- und Raumfahrttechnik sowie bei extremen Temperaturen.

Für besondere Anwendungen werden auch harte Schichten wie zum Beispiel TiC, TiN, oder Reinstchrom aufgebracht.

Für weitere Informationen bitten wir Sie, sich mit unseren Anwendungsberatern in Verbindung zu setzen.

Code	Markenname	Hersteller	Grundöltyp	Gebrauchstemperatur	Viskosität bei 40°/100° C [mm ² /s]	Spezifikation
L001	Aero Shell Fluid 12	Shell	Esteröl	-40 bis 100 °C	15 / 3,7	MIL-L-6085 C
L010	Isoflex PDP 38	Klüber	Esteröl	-65 bis 100 °C	12 / 3,2	Angelehnt an MIL-L-6085
L014	Krytox 143 AC	Du Pont	PFPE	-34 bis 288 °C	200 / 30	-
L020	Shell Ensis L	Shell	Mineralöl	-10 bis 100 °C	32 / 5,5	-
L085	Nyosil M 25	Nye	Chlorphenylsilikon	-70 bis 200 °C	56 / 20	-
L027	Synthetic Oil 200 A (Winsor Lube L 245 X)	Nye	Diester	-54 bis 130 °C	14 / 3,4	MIL-L-6085 C
L065	Gargoyle Arctic SHC 224	Mobil Oil	Polyalphaolefin	-45 bis 140 °C	29 / 5,6	USDA-H1

Tabelle 2: Schmieröle

Code	Markenname	Hersteller	Zusammensetzung	Gebrauchstemperatur	Viskosität bei 40°/100° C [mm ² /s]	Drehzahlfaktor	Spezifikation
G305	ASG 7	Shell	Diester / Microgel	-73 bis 149 °C	10,3 / 3,1	600.000	MIL-G-23827 B
G310	Asonic GLY 32	Klüber	Esteröl + Polyalphaolefin / Lithium	-50 bis 140 °C	25 / 5	1.000.000	-
G315	Barrierta L 55/2	Klüber	PFPE / PTFE	-40 bis 260 °C	400 / 38	300.000	NSF-H1
G316	Nye Instrument Grease 704B	Nye	Diester / Lithium	-65 bis 150 °C	11,8 / 3,25	300.000	-
G331	Isoflex Super LDS 18	Klüber	Mineralöl + Esteröl / Lithium	-50 bis 120 °C	15 / 3,7	1.000.000	-
G361	Isoflex Topas NB 52	Klüber	Polyalphaolefin / Barium-Komplex	-50 bis 120 °C	30 / 5,5	1.000.000	Angelehnt an MIL-G-81322
G338	Krytox 240 AC	Du Pont	PFPE / PTFE	-34 bis 288 °C	200 / 30	400.000	MIL-G-27617 Type III MIL-G-27616
G340	Longtime PD2	Optimol	Mineralöl / Lithium	-35 bis 140 °C	95 / 9,0	1.000.000	-
G366	Nyogel 781 D (Versilube G300)	Nye	Chlorphenylsilikon / Lithium	-70 bis 200 °C	53 / 18,9	200.000	-
G462	Unisilikon L50/2	Klüber	Silikonöl / PTFE	-50 bis 200 °C	112 / 27	200.000	-

Tabelle 3: Schmierfette



Die Funktionsprüfungen

Zu den Prüfungen, die am fertigen Kugellager durchgeführt werden, gehören Geräusch- beziehungsweise Schwingungs- und Reibungsprüfungen. Die Durchführung dieser Prüfungen gewährleistet die Gleichmäßigkeit der Serie und die Einhaltung der vom Kunden vorgeschriebenen Werte. Die Grundlage für die Erreichung dieses Zieles ist die ständige Überwachung der Einzelteile auf Rundheit und der Oberfläche.

Die Auswahl des Prüfverfahrens sollte sich immer an der Art des späteren Einsatzes orientieren.

Die Geräuschprüfung

Das in unserem Bezeichnungssystem aufgeführte Kurzzeichen GPR steht für 100-prozentig geräuschgeprüfte Kugellager. Dazu messen wir bei festgelegten Drehzahlen und Frequenzen die Amplitude der von den Kugellagern erzeugten Schwingungen.

Die Reibungsprüfung

Die Prüfung und die Verpackung reibungsgeprüfter Kugellager erfolgt in Räumen mit kontrollierter Atmosphäre in Laminarboxen.

Für reibungsarme Kugellager empfehlen wir Instrumentenöle mit einer Viskosität $\leq 14 \text{ mm}^2/\text{s}$ bei 40° C .

Das Anlaufreibungsmoment ist das Drehmoment, das notwendig ist, um ein Kugellager in Bewegung zu versetzen. Das Reibungsmoment wird bei vertikaler Welle und axialer Belastung geprüft.

Sehr genaue und zuverlässige Werte liefern die Messungen mit dem Tester nach MIL-STD-206A. Dabei wird der Kugellageraußenring angetrieben und der Innenring entsprechend der Kugellagergröße belastet.

Aufgrund des Fehlens einer allgemein gültigen Norm für die Reibungsmomentmessung können Vergleiche der Reibungsmomente gleicher Kugellager nur unter identischen Meßbedingungen auf gleichen Meßapparaten vorgenommen werden.

Tabelle 4 nennt Anhaltswerte für das maximale Anlaufreibungsmoment in μNm . Diese Werte gelten für Instrumentenkugellager der Qualitäten P5 beziehungsweise ABEC5 und besser, die mit einem Instrumentenöl der Viskosität $\leq 14 \text{ mm}^2/\text{s}$ bei 40° C geölt sind. Bei Kugellagern mit Fettschmierung kann der Wert das 10- bis 40-fache betragen.

Die Axialbelastung des Innenringes beträgt bei der Prüfung 75 g für Kugellager mit einem Außendurchmesser bis 10 mm. Kugellager mit größeren Außendurchmessern werden mit 400 g belastet.

Das Laufreibungsmoment bezeichnet das Drehmoment, das nötig ist, um ein Kugellager in Bewegung zu halten. Für die Prüfung vereinbaren wir die geeignete Meßmethode mit dem Anwender.

Basis- zeichen	Moment in μNm	Belastung in g	Basis- zeichen	Moment in μNm	Belastung in g	Basis- zeichen	Moment in μNm	Belastung in g
681	15	75	695	69	400	1016	15	75
691	15	75	605	69	400	1191	15	75
68/1,5	15	75	625	69	400	1397	15	75
69/1,5	15	75	635	76	400	5/64	15	75
682	15	75	686	69	400	2380	15	75
692	15	75	696	69	400	3/32	15	75
67/2,35	15	75	626	76	400	3175	15	75
68/2,35	15	75	687	69	400	1/8A	15	75
68/2,5	15	75	697	76	400	1/8B	16	75
69/2,5	15	75	607	76	400	3967	15	75
60/2,5	16	75	627	80	400	4763A	15	75
673	16	75	688A	52	400	4763B	16	75
683	16	75	688	76	400	3/16	52	400
693	16	75	698	76	400	6350A	15	75
623	16	75	608	80	400	6350B	52	400
674	16	75	689	76	400	1/4A	60	400
684	16	75	699	80	400	1/4	70	400
694	65	400	609	80	400	7938	52	400
604	65	400	629	100	400	3/8	95	400
624	69	400	6800	80	400			
634	69	400	6900	95	400			
675	65	400	6000	100	400			
685	65	400						

Tabelle 4: Maximales Anlaufreibungsmoment in μNm

Als Maßeinheit verwenden wir μNm . Die in der Tabelle nur zum Vergleich genannten Maßeinheiten cmp und oz.in. bitten wir Sie nicht mehr zu benutzen.

	1 μNm =	1 cmp =	1 oz.in. =	1 cNcm =
μNm	1	100	7200	100
cmp	0,01	1	72	1
oz.in.	0,000139	0,0139	1	0,0139
cNcm	0,01	1	72	1

Tabelle 5: Maßeinheiten-Vergleich

Der Einbau von reibungsarmen

Speziell bei reibungsarmen Kugellagern ist besondere Sorgfalt auf die Auswahl der Passungstoleranzen zu legen. Die Wellen- und Gehäusetoleranzen sind so zu wählen, daß ein Schiebeseitz vorliegt. Lesen Sie in diesem Zusammenhang bitte die Kapitel „Die Passungen“ und „Die Radialluftverminderung“ auf Seite 54, 55 und 56, 57.

Bereits geringe Schiefstellungen von Innenring oder Aussenring führen zu einem höheren Reibungsmoment der Lagerung.

Deshalb ist penibel auf eine große Fluchtgenauigkeit zwischen Welle und Gehäusebohrung sowie auf die Planparallelität der seitlichen Anlageflächen zu achten.

Größte Sauberkeit des Montageplatzes und der Umbauteile ist die Voraussetzung für eine einwandfreie, reibungsarme Lagerung. Schon eine geringe Verschmutzung der Kugellager verursacht Reibungsspitzen, die unter Umständen ein Vielfaches der Grundreibung erreichen.

Die unter Betriebsbedingungen für ein Kugellager höchstzulässige Drehzahl wird von verschiedenen mechanischen und kinematischen Kriterien begrenzt. Im allgemeinen wirken sich erhöhte Maß-, Form- und Laufgenauigkeiten von Kugellager und Umgebungsteilen, besondere Maßnahmen bezüglich Schmiermittel und Schmierungsart sowie spezielle Käfigwerkstoffe und -konstruktionen günstig auf die Drehzahleignung aus. Die im Tabellenteil aufgeführten Drehzahlkennwerte gelten nur für speziell festgelegte Bezugsbedingungen. Sie geben daher nur einen Hinweis auf die relative Drehzahleignung der Kugellager. Für genauere Informationen bei abweichenden Betriebsbedingungen stehen Ihnen unsere Anwendungsberater zur Verfügung.

Die kinematisch zulässige Drehzahl n_{zul}

Die „kinematisch zulässige Drehzahl n_{zul} “ gilt für Kugellager mit schleifenden Dichtungen, für die in der Norm keine thermische Bezugsdrehzahl n_{vr} definiert ist. Sie berücksichtigt die besonderen Bedingungen, die sich aus dem schleifenden Kontakt zwischen Kugellagerinnenring und Dichtungen ergeben. Ansonsten gelten prinzipiell die gleichen Bedingungen wie für die thermische Bezugsdrehzahl n_{vr} .

Die thermische Bezugsdrehzahl n_{vr}

Die Bezugsbedingungen sind in DIN 732-1 so gewählt, dass die „thermische Bezugsdrehzahl n_{vr} “ für beide Schmierungsarten, Öl- und Fettschmierung, identisch ist. Die wesentlichen Bezugsbedingungen sind:

- Bezugstemperatur des Kugellagers am stillstehenden Außenring 70 °C
- Bezugstemperatur der Kugellagerumgebung 20 °C
- Bezugsbelastung P_r des Kugellagers 5% der statischen radialen Tragzahl C_{or}
- Ölschmierung als Ölbad Schmierung mit einem handelsüblichen Mineralöl ohne EP-Zusätze, mit einer kinematischen Viskosität von 12 mm²/s bei 70 °C

- Fettschmierung mit einem normalen Lithiumseifenfett mit einem mineralischen Grundöl ohne EP-Zusätze. Die kinematische Viskosität des Grundöls beträgt 22 mm²/s bei 70 °C. Die Fettmenge entspricht ca. 30% des freien Raums im Kugellager.
- Kugellager in Normalausführung, d. h. in normaler Genauigkeit, mit normaler Lagerluft, mit nicht schleifender Abdeckung
- Kugellagereinbau auf waagrecht Welle bei stillstehendem Außenring mit Einbaumaßen und Toleranzen, die das Lagerspiel nicht verringern.

Die thermisch zulässige Betriebsdrehzahl n_{θ}

Die Drehzahl, bei der die mittlere Kugellagertemperatur unter realen Betriebsbedingungen den zulässigen Wert erreicht, nennt man „thermisch zulässige Betriebsdrehzahl n_{θ} “. Sie wird aus der thermischen Bezugsdrehzahl durch Multiplikation mit dem Faktor „Drehzahlverhältnis f_n “ nach DIN 732-2 errechnet: $n_{\theta} = f_n \cdot n_{vr}$

In Anlehnung an die Norm verwenden wir Diagramme, die die Ermittlung des Faktors wesentlich erleichtern. Dabei sind die unterschiedlichen Reibleistungen von Öl- und Fettschmierung berücksichtigt.

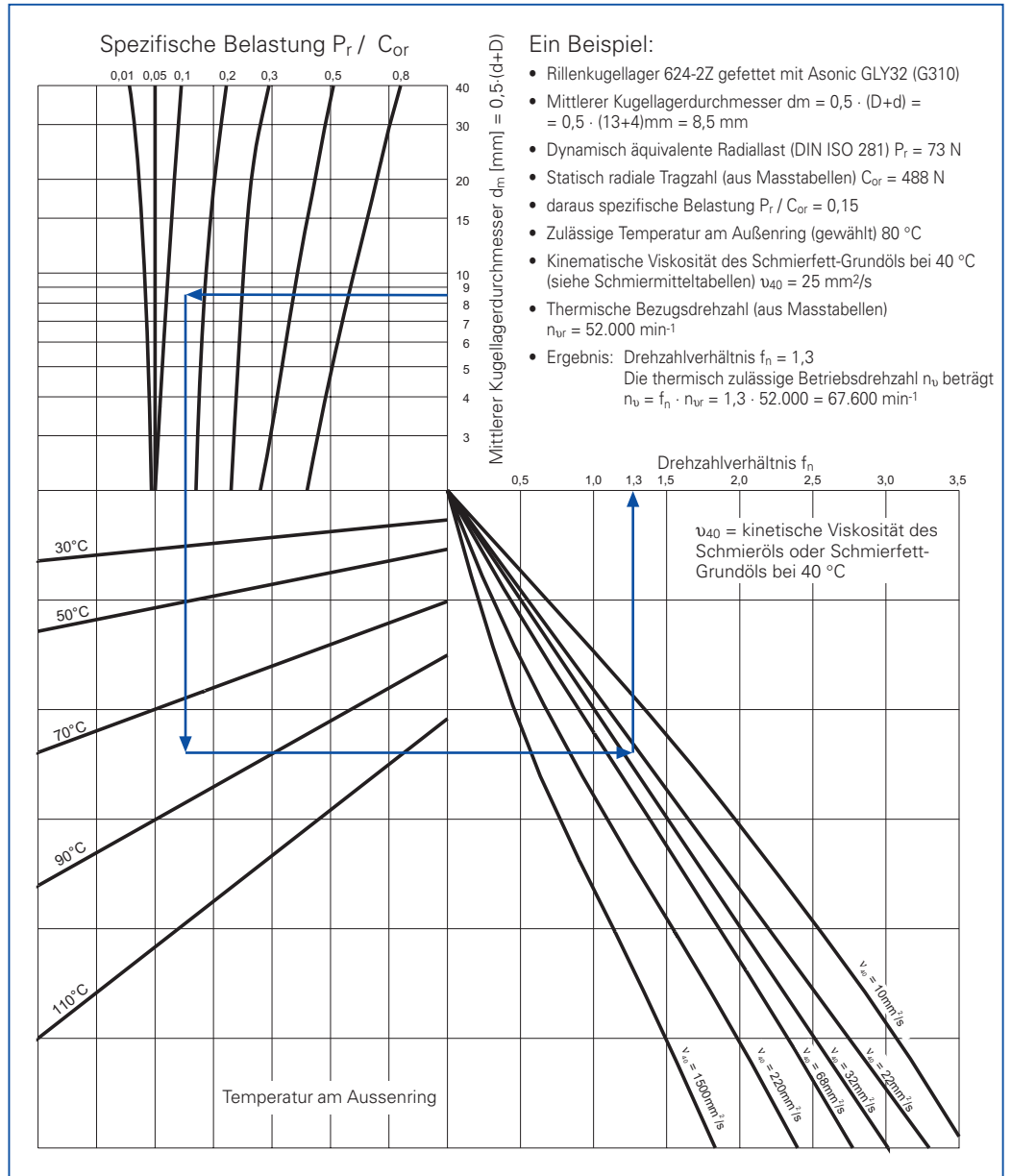


Diagramm 6: Ermittlung der thermisch zulässigen Betriebsdrehzahl n_v



Die statische Tragfähigkeit

In der Wälzlagertechnik spricht man von der statischen Tragfähigkeit, wenn das Kugellager im Stillstand oder bei langsamen Schwenkbewegungen belastet wird. Die Berechnungen erfolgen nach DIN ISO 76.

Die statische radiale Tragzahl C_{or}

Die statische radiale Tragzahl ist die statische radiale Belastung, die einer errechneten Beanspruchung an der Berührungsstelle im Mittelpunkt der am höchsten belasteten Berührungsstelle zwischen Wälzkörper und Laufbahn von 4200 MPa entspricht.

Die statisch äquivalente radiale Belastung P_{or}

Die statisch äquivalente radiale Belastung ist die statische radiale Belastung, die die gleiche Beanspruchung an der Berührungsstelle im Mittelpunkt der am höchsten belasteten Berührungsstelle zwischen Wälzkörper und Laufbahn verursacht wie die, die sich unter den tatsächlichen Belastungsbedingungen ergibt.

Ermittlung der statisch äquivalenten radialen Belastung:

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

$$X_o = 0,6$$

$$Y_o = 0,5$$

F_r = größte auftretende Radialbelastung [N]

F_a = größte auftretende Axialbelastung [N]

Ergibt die Berechnung einen Wert $P_{or} < F_r$ so ist $P_{or} = F_r$ zu setzen.

Die bleibende Verformung

Schon bei mäßiger Beanspruchung eines stillstehenden Kugellagers treten bleibende Verformungen an Rollbahnen und Rollkörpern auf.

Die Praxis zeigt, daß eine Verformung von $0,0001 \cdot$ Rollkörperdurchmesser an der am höchsten beanspruchten Berührungsstelle zwischen Rollbahnen und Rollkörper die Funktion des Kugellagers nicht spürbar beeinträchtigt.

Sogar eine größere Verformung ist vertretbar, wenn das Kugellager mit geringer Drehzahl läuft und die Anforderungen an die Laufruhe eher gering sind. Andererseits ist bei besonders hohen Anforderungen an die Laufruhe und an das Reibungsverhalten nur eine kleinere bleibende Verformung zulässig.

Die dynamische Tragfähigkeit

Unter der dynamischen Tragfähigkeit versteht man die Beanspruchung am umlaufenden Kugellager. Der Zusatz „dynamisch“ kennzeichnet den Betriebszustand des Kugellagers, nicht aber die Wirkungsweise der Belastung. Die Berechnungen erfolgen nach DIN ISO 281.

Die dynamische radiale Tragzahl C_r

Die dynamische radiale Tragzahl für Radialkugellager wird ausgedrückt durch die radiale Beanspruchung unveränderlicher Größe und Richtung, bei der eine genügend große Menge offensichtlich gleicher Kugellager eine nominelle Lebensdauer von einer Million Umdrehungen erreicht.

Die dynamisch äquivalente Radiallast P_r

Die dynamisch äquivalente Belastung für Radialkugellager wird ausgedrückt durch die radiale Beanspruchung unveränderlicher Größe und Richtung, die die gleiche Lebensdauer ergeben würde wie die, die das Kugellager unter den tatsächlich vorliegenden Beanspruchungsverhältnissen erreicht.

In den Kugellagertabellen sind die DIN-Tragzahlen angegeben. Die tatsächlichen Tragzahlen können je nach Kugellagerausführung hiervon abweichen. Für Hybridkugellager liegen die Tragzahlen etwa 30 % niedriger als für vergleichbare Stahlkugellager.

Die exakten Tragzahlen erfragen Sie bitte von unseren Anwendungsberatern.



Die Lebensdauer (nominelle Lebensdauer) wird ausgedrückt durch die Anzahl Umdrehungen (oder Anzahl Stunden bei unveränderlicher Drehzahl), die 90% einer genügend großen Menge offensichtlich gleicher Kugellager erreichen oder überschreiten, bevor die ersten Anzeichen einer Werkstoffermüdung auftreten. Die Berechnungen erfolgen nach DIN ISO 281.

Die **nominelle Lebensdauer** in Stunden errechnet sich aus:

$$L_h = \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left(\frac{C_r}{P_r}\right)^3$$

L_h = nominelle Lebensdauer [h]
 n = Drehzahl des Innenrings [min^{-1}]
 C_r = dynamische radiale Tragzahl [N]
 P_r = dynamisch äquivalente Radiallast [N]

Ermittlung der **dynamisch äquivalenten Radiallast P_r** :

$$P_r = X \cdot F_r + Y \cdot F_a$$

P_r = dynamisch äquivalente Radiallast [N]
 F_r = Radiallast des Lagers [N]
 F_a = Axiallast des Lagers [N]
 X = dynamischer Radiallastfaktor
 Y = dynamischer Axiallastfaktor

Mit der angegebenen Lebensdauergleichung wird nur der Einfluß der Belastung auf die Lebensdauer berücksichtigt. Werden die in diesem Katalog aufgeführten Rillenkugellager für herkömmliche Lagerungsfälle verwendet, ist diese Lebensdauerberechnung ausreichend.

Da die Lebensdauerberechnung als Ausfallursache lediglich die Werkstoffermüdung berücksichtigt, kann die errechnete Laufzeit nur dann der Gebrauchsdauer des Kugellagers entsprechen, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

1. Eine ausreichende Schmierung ist während der gesamten Laufzeit gewährleistet.
2. Die in der Rechnung eingesetzten Belastungen und Drehzahlen entsprechen den tatsächlichen Betriebsverhältnissen.
3. Verunreinigungen im Kugellager und im Schmierstoff werden vermieden.

Flanschkugellager

Miniatur- und Instrumentenkugellager mit einem Flansch am Außenring bieten viele Vorteile. So sind etwa abgesetzte Gehäusebohrungen, bei denen eine größere Fluchtgenauigkeit der beiden Kugellagersitze nicht oder nur sehr schwer einzuhalten ist, nicht notwendig. Auch der Einsatz von Federungen, der speziell bei kleinen Gehäusebohrungen oder dünnwandigen Gehäusen Schwierigkeiten bereitet, entfällt (Bild 7).

Darüber hinaus hat sich der Einbau von Flanschkugellagern in relativ schmale Gehäuse (z. B. in Getriebekästen) bewährt (Bild 8).

Werden gepaarte Kugellager eingesetzt, so läßt sich mit Hilfe eines Flanschkugellagers die Festlagerseite besonders einfach ausführen. Die axiale Lage des Duplex-Kugellagerpaares ist auf diese Weise exakt zu bestimmen (Bild 9).

Kugellager mit verbreitertem Innenring

Kugellager mit verbreitertem Innenring vereinfachen bei verschiedenen Konstruktionen den Einbau. Beilagscheiben, Paßscheiben oder sonstige Abstandshülsen werden überflüssig; ebenso entfallen zusätzliche Wellenabsätze (Bild 10).

Kugellager mit verstärktem Außenring

Kugellager, deren Außenringe durch den Einbau in ein Gehäuse unterstützt werden, können höchste Belastungen aufnehmen. Um die Belastbarkeit auch bei nicht eingebauten Kugellagern zu erhöhen, werden verschiedene Typen als „Sonderkugellager mit verstärktem Außenring“ hergestellt und als sogenannte Laufrollen eingesetzt (Bild 11).

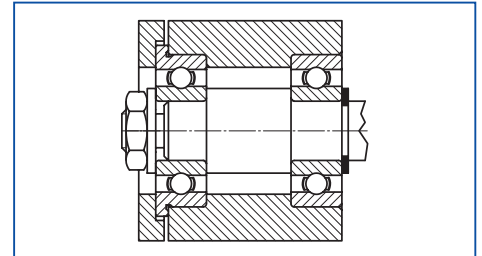


Bild 7: Allgemeines Einbaubeispiel

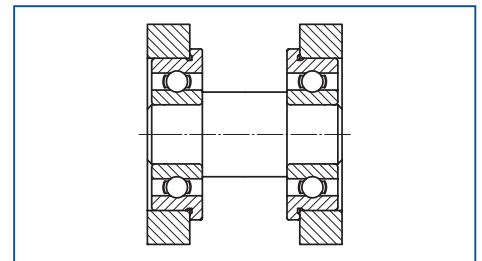


Bild 8: Einbau in schmale Gehäuse

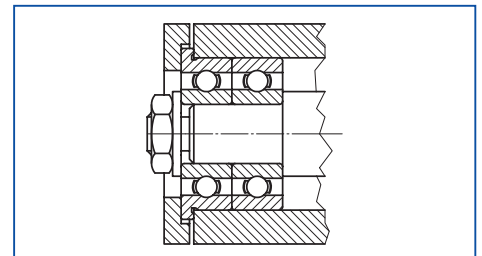


Bild 9: Einsatz eines Duplexkugellagers

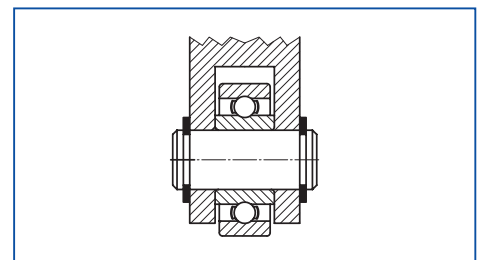


Bild 10: Kugellager mit verbreitertem Innenring

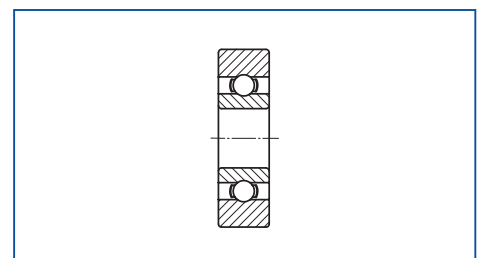


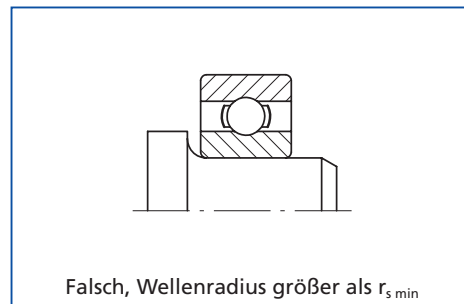
Bild 11: Kugellager mit verstärktem Außenring

Für die einwandfreie Funktion von Kugellagern sind die Einbauverhältnisse von größter Bedeutung. Die axialen Anlageflächen von Innen- und Außenring müssen so ausgelegt sein, daß die Axialbelastung sicher übertragen wird und die Ringe dabei nicht gegeneinander verkippen.

In den Maßtabellen sind die Werte für den größten ($d_{a\ max}$) und für den kleinsten ($d_{a\ min}$) zulässigen Anlagedurchmesser am Innenring sowie für den größten zulässigen Anlagedurchmesser am Außenring ($D_{a\ max}$) angegeben.

Folgende Vorgaben sind dabei zu berücksichtigen:

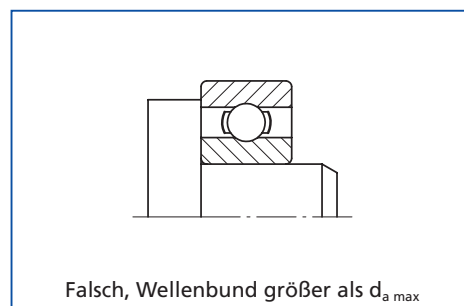
- Der Anlagedurchmesser am Außenring muß in jedem Fall kleiner als $D_{a\ max}$ und am Innenring nicht kleiner als $d_{a\ min}$ sein.
- Der Rundungsradius zwischen Lagersitz und Anlagefläche darf nicht größer als der Kantenabstand $r_{s\ min}$ am Kugellager sein. Hierbei ist ein Freistich einer Ausrundung vorzuziehen. Die Kantenradien des Kugellagers sind nicht dazu geeignet, das Kugellager in irgendeiner Art zu fixieren.
- Der Planschlag der Anlageflächen sollte nicht größer sein als der maximale Axialschlag des verwendeten Kugellagers. Andernfalls würde die Funktion des Kugellagers beeinträchtigt.



Falsch, Wellenradius größer als $r_{s\ min}$



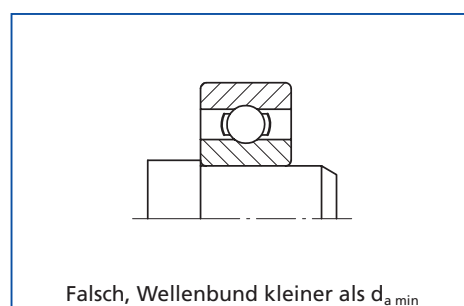
Richtig, Wellenradius kleiner als $r_{s\ min}$



Falsch, Wellenbund größer als $d_{a\ max}$



Richtig, Wellenbund abgesetzt



Falsch, Wellenbund kleiner als $d_{a\ min}$



Richtig, Stützring beigelegt

Die Beispiele gelten sinngemäß auch für das Kugellagergehäuse.

Der Sitz der Kugellager auf der Welle und im Gehäuse bestimmen zu einem wesentlichen Teil das Betriebsverhalten von Miniaturkugellagern. Deshalb sind bei der Auswahl der Passungstoleranzen folgende Kriterien zu beachten:

Das Umlaufverhältnis

Ringe mit Umfangslast sollten fester sitzen als Ringe mit Punktlast.

Von Umfangslast sprechen wir bei umlaufendem Ring und stillstehender Last oder bei stillstehendem Ring und umlaufender Last. Punktlast liegt bei stillstehendem Ring und stillstehender Last oder bei umlaufendem Ring und umlaufender Last vor.

Die Laufgenauigkeit

An die Formgenauigkeit und Oberflächenbeschaffenheit der Welle und der Gehäusebohrung sind ebenso hohe Anforderungen zu stellen wie an die verwendeten Kugellager.

Die Belastung

Höhere Belastungen erfordern einen festeren Sitz der Kugellager.

Die Temperatur

Beim Betrieb des Kugellagers treten Temperaturunterschiede zwischen dem Kugellager und den Geräteteilen auf. Die durch unterschiedliche Ausdehnungskoeffizienten entstehenden Längenänderungen sind zu berücksichtigen.

Bei Miniaturkugellagern wird großer Wert auf leichte Montage und hohe Laufgenauigkeit gelegt. Deshalb kommen für die Kugellager in der Regel nur ein Schiebeseitz oder ein Haftsitz in Frage. Zudem ist zu berücksichtigen, daß sich Formfehler der Welle oder der Gehäusebohrung auf die relativ dünnwandigen Ringe übertragen. Um die Passungsverhältnisse zu begünstigen, besteht die Möglichkeit, den Bohrungs- und Außendurchmesser nach Gruppen zu sortieren (siehe auch Seite 58).

Die in Tabelle 12 und 13 angegebenen Werte sind nur gültig für Werkstoffe mit gleichem Ausdehnungskoeffizient ($11 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$).

Ist der Ausdehnungskoeffizient verschieden oder tritt eine Temperaturdifferenz zwischen Außenring und Gehäuse beziehungsweise zwischen Innenring und Welle auf, dann ist die Toleranz so zu wählen, daß sich die gewünschte Passung bei Betriebstemperatur einstellt.

Wellentoleranzen in μm
 .0001"

Kugellagerbohrung Qualität → Toleranz in μm Toleranz in .0001 inch →	P0	P5	Sortierung (Seite 58)		Sitzcharakter
			0/-2,5 0/-1	-2,5/-5 -1/-2	
Betriebsbedingungen					
Geringe Belastung mittlere Drehzahlen keine Schwingungen	-5/-13 -2/-5	-5/-11 -2/-4	-5/-8 -2/-3	-8/-11 -3/-4	Schiebesitz
Geringe bis mittlere Belastungen mittlere Drehzahlen geringe Schwingungen	0/-8 0/-3	0/-6 0/-2.5	0/-3 0/-1.2	-3/-6 -1.2/-2.5	Haftsitz
Große Belastung hohe Drehzahlen Schwingungen mit hoher Frequenz	+4/-4 +1.6/-1.6	+4/-2 +1.6/-1	+4/+1 +1.6/+4	+1/-2 +4/-1	Festsitz

Tabelle 12: Wellentoleranzen

Gehäusetoleranzen in μm
 .0001"

Kugellageraußendurchmesser Qualität → Toleranz in μm Toleranz in .0001 inch →	P0	P5	Sortierung (Seite 58)		Sitzcharakter
			0/-2,5 0/-1	-2,5/-5 -1/-2	
Betriebsbedingungen					
Geringe Belastung mittlere Drehzahlen keine Schwingungen	+5/-3 +2/-1.2	+5/-1 +2/-4	+5/+2 +2/+1	+2/-1 +1/-4	Schiebesitz
Geringe bis mittlere Belastungen mittlere Drehzahlen geringe Schwingungen	0/-8 0/-3	0/-6 0/-2.5	0/-3 0/-1.2	-3/-6 -1.2/-2.5	Haftsitz
Große Belastung hohe Drehzahl Schwingungen mit hoher Frequenz	-4/-12 -1.6/-5	-3/-9 +1.2/-3.5	-3/-6 +1.2/-2.5	-6/-9 -2.5/-3.5	Festsitz

Tabelle 13: Gehäusetoleranzen

Die Angaben auf dieser Seite sind gültig für Stahlwellen und -gehäuse, ggf. müssen bei verschiedenen Betriebstemperaturen die Längenausdehnungskoeffizienten anderer Materialien (z.B. Aluminiumgehäuse) berücksichtigt werden.

Die reduzierte Radialluft durch Wärmedehnung

Die Kugellagerradialluft bezieht sich auf eine Umgebungstemperatur von 20° C und schließt äußere Belastungen einschließlich der Meßbelastung aus. Abzuführende Reibungswärme oder unterschiedliche Temperaturen zwischen Rotor und Stator bewirken sehr oft ein Temperaturgefälle zwischen Innenring und Außenring. Diese unterschiedlichen Wärmedehnungen zwischen Innenring und Außenring führen im ungünstigen Fall zu einer Radialluftverminderung, die bei der Auslegung des Kugellagers zu berücksichtigen ist:

$$RV = \Delta d_a - \Delta d_i$$

RV = Radialluftverminderung [μm]

Δd_a = Durchmesseränderung am Außenring zwischen der Temperatur t und der Umgebungstemperatur von 20° C [μm]

Δd_i = Durchmesseränderung am Innenring zwischen der Temperatur t und der Umgebungstemperatur von 20° C [μm]

Die Durchmesseränderung aufgrund des Temperaturunterschiedes wird berechnet

für den Außenring: $\Delta d_a = d_{0a} \cdot \alpha \cdot \Delta t$
sowie

für den Innenring: $\Delta d_i = d_{0i} \cdot \alpha \cdot \Delta t$

d_{0a} = Laufbahndurchmesser am Außenring bei 20° C [μm]

d_{0i} = Laufbahndurchmesser am Innenring bei 20° C [μm]

α = Längenausdehnungskoeffizient [K^{-1}], für
100Cr6 ... $11,0 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$
für X65Cr13 ... $10,5 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$

Δt = Temperaturdifferenz zwischen der Temperatur t und der Umgebungstemperatur von 20° C [K]

Ein Beispiel:

Das Kugellager SS6000 GPR J (d = 10 mm, D = 26 mm, $D_W = 4,763$ mm) erreicht während der Betriebsphase eine Innenringtemperatur von 60 °C und eine Außenringtemperatur von 30 °C. Durch Wärmedehnung stellen sich folgende Laufbahndurchmesser ein:

Außenring:

$$d_{0a} \approx (d+D)/2 + D_W \approx (10+26)\text{mm}/2 + 4,763 \text{ mm} \approx 22,763 \text{ mm}$$

$$\Delta d_a = d_{0a} \cdot \alpha \cdot \Delta t$$

$$\Delta d_a = (22,763 \cdot 10^3) \mu\text{m} \cdot 10,5 \times 10^{-6} \text{K}^{-1} \cdot 10 \text{ K} = 2,4 \mu\text{m}$$

Innenring:

$$d_{0i} \approx (d+D)/2 - D_W \approx (10+26)\text{mm}/2 - 4,763 \text{ mm} \approx 13,237 \text{ mm}$$

$$\Delta d_i = d_{0i} \cdot \alpha \cdot \Delta t$$

$$\Delta d_i = (13,237 \cdot 10^3) \mu\text{m} \cdot 10,5 \times 10^{-6} \text{K}^{-1} \cdot 40 \text{ K} = 5,6 \mu\text{m}$$

Radialluftverminderung:

$$RV = \Delta d_a - \Delta d_i$$

$$RV = 2,4 \mu\text{m} - 5,6 \mu\text{m} = -3,2 \mu\text{m}$$

Damit ergibt sich eine Radialluftverminderung von 3,2 μm . Unsere Übersichtsrechnung vernachlässigt den Einfluß der Kugeln, die das Ergebnis nur geringfügig beeinträchtigen würden.

Bei einem positiven Ergebnis wäre eine Radiallufterhöhung zu berücksichtigen.

Die reduzierte Radialluft durch Passungsübermaß

Bei der Auswahl der Einbautoleranzen ist zu beachten, daß ein Passungsübermaß eine Radialluftverminderung bewirkt. Diese ist abhängig vom effektiven Passungsübermaß wie auch vom Ringdickenverhältnis und läßt sich einfach berechnen.

$$RV = k \cdot \ddot{u}$$

RV = Radialluftverminderung [μm]

\ddot{u} = größtes Passungsmaß [μm]

k = Faktor aus Tabelle 14, wobei vorausgesetzt wird, daß der Innenring auf eine Vollwelle beziehungsweise der Außenring in ein stabiles, praktisch nicht verformbares Gehäuse gepreßt wird.

Liegt ein Passungsübermaß beim Wellen- und Gehäusesitz vor, so sind beide Werte der Radialluftverminderung zu addieren.

Ein Beispiel:

Das Kugellager 623 P5 GPR Y wird mit einem Festsitz auf die Welle und mit einem Haftsitz in das Gehäuse montiert. Dadurch ergeben sich die folgenden, größten Passungsübermäße:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Bohrung: } \pm 0 / -5 \mu\text{m} \\ \text{Welle: } +4 / -2 \mu\text{m} \end{array} \right\} = 9 \mu\text{m}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Außendurchmesser: } \pm 0 / -5 \mu\text{m} \\ \text{Gehäusedurchmesser: } \pm 0 / -6 \mu\text{m} \end{array} \right\} = 6 \mu\text{m}$$

Mit dem entsprechenden k-Wert für 623 aus Tabelle 14 errechnet sich eine Radialluftverminderung

für den Innenring

$$RV = k \cdot \ddot{u} = 0,5 \cdot 9 \mu\text{m} = 4,5 \mu\text{m}$$

sowie

für den Außenring

$$RV = k \cdot \ddot{u} = 0,8 \cdot 6 \mu\text{m} = 4,8 \mu\text{m}$$

Insgesamt ergibt sich also eine maximale Radialluftverminderung von 9,3 μm , was bei der Auswahl der Radialluft des Kugellagers zu berücksichtigen ist.

Basis- zeichen	IR	AR	Basis- zeichen	IR	AR	Basis- zeichen	IR	AR
681	0,6	0,8	695	0,6	0,8	1016	0,6	0,8
691	0,5	0,8	605	0,6	0,8	1191	0,6	0,8
68/1,5	0,6	0,8	625	0,6	0,8	1397	0,6	0,8
69/1,5	0,5	0,8	635	0,5	0,8	5/64	0,6	0,7
682	0,7	0,8	686	0,7	0,8	2380	0,8	0,9
692	0,6	0,8	696	0,7	0,8	3/32	0,5	0,9
67/2,35	0,8	0,8	626	0,6	0,8	3175	0,8	0,9
68/2,35	0,8	0,9	687	0,8	0,8	1/8A	0,7	0,9
68/2,5	0,7	0,8	697	0,7	0,8	1/8B	0,6	0,8
69/2,5	0,6	0,8	607	0,7	0,8	3967	0,7	0,9
60/2,5	0,6	0,7	627	0,6	0,8	4763A	0,9	0,9
673	0,8	0,9	688A	0,9	0,8	4763B	0,8	0,9
683	0,7	0,8	688	0,8	0,9	3/16	0,6	0,8
693	0,7	0,9	698	0,7	0,8	6350A	0,9	0,9
623	0,5	0,8	608	0,7	0,8	6350B	0,8	0,9
674	0,8	0,9	689	0,8	0,9	1/4A	0,7	0,8
684	0,8	0,8	699	0,7	0,8	1/4	0,6	0,8
694	0,7	0,7	609	0,6	0,8	7938	0,8	0,9
604	0,6	0,8	629	0,6	0,8	3/8	0,7	0,8
624	0,6	0,8	6800	0,8	0,9			
634	0,5	0,8	6900	0,7	0,8			
675	0,9	0,9	6000	0,7	0,8			
685	0,8	0,8						

Tabelle 14: k-Faktor für Innenring (IR) und Außenring (AR)

Um einen gleichmäßigen Sitz der Kugellager auf der Welle und im Gehäuse zu erreichen, sind nur geringste Durchmessertoleranzen der Kugellager zulässig. Da die Einhaltung kleinster Toleranzen in der Serienfertigung sehr schwierig ist, kann eine Auslesepaarung durchgeführt werden. Dabei werden nur Kugellager in den Qualitäten P5 und ABEC5 oder besser in Klassen zu 2,5 µm (.0001 inch) oder 1,25 µm (.00005 inch) sortiert. Die Wellendurchmesser und Gehäusebohrungen müssen ebenso sortiert werden.

Aus fertigungstechnischen Gründen können Kugellager dabei nicht nur in einer bestimmten Toleranzgruppe geliefert werden.

Für die Klassifizierung von sortierten Kugellagern werden folgende Symbole verwendet:

Sortierung	in Klassen zu 2,5 µm bzw. .0001 inch	in Klassen zu 1,25 µm bzw. .00005 inch
Bohrung d und Außen-ø D	X	X4
nur Bohrung d	XB	X4B
nur Außen-ø D	XD	X4D

Tabelle 15: Klassifizierung von sortierten Kugellagern

Ein Beispiel:

623 P5 GPR X4B Y

X4B = Bohrung in Klassen zu 1,25 µm sortiert.
Der Außendurchmesser wird nicht sortiert.

Durch das Sortieren ergeben sich verschiedene Toleranzgruppen. Auf der Kugellagerverpackung wird die entsprechende Gruppe mit folgendem Code angegeben:

		Außendurchmesser D							nicht sortiert
		Toleranzfeld in 0,001 mm .0001 inch	0/-2.5 0/-1	-2.5/-5 -1/-2	0/-1.25 0/-5	-1.25/-2.5 -5/-1	-2.5/-3.75 -1/-1.5	-3.75/-5 -1.5/-2	
Code		1	2	A	B	C	D		
Bohrung d	0/-2.5 0/-1	1	11 X	12				10 XB	
	-2.5/-5 -1/-2	2	21	22				20	
	0/-1.25 0/-5	A			AA	AB	AC	AD	A0
	-1.25/-2.5 -5/-1	B			BA	BB	BC X4	BD	B0 X4B
	-2.5/-3.75 -1/-1.5	C			CA	CB	CC	CD	C0
	-3.75/-5 -1.5/-2	D			DA	DB	DC	DD	D0
	nicht sortiert		01 XD	02	0A	0B X4D	0C	0D	kein Symbol

Tabelle 16: Verschlüsselung der Toleranzgruppen

Beispiele:

Code 21:
Bohrungs-ø -2,5/-5 µm
Außen-ø 0/-2,5 µm

Code BC:
Bohrungs-ø -1,25/-2,5 µm
Außen-ø -2,5/-3,75 µm

Code A0:
Bohrungs-ø 0/-1,25 µm
Außen-ø nicht sortiert

Code 02:
Bohrungs-ø nicht sortiert
Außen-ø -2,5/-5 µm

Methode der Gruppenbestimmung:

Bohrungsdurchmesser: Der kleinste gemessene Durchmesser bestimmt die Klasse.

Außendurchmesser: Der größte gemessene Durchmesser bestimmt die Klasse.

Bei Kugellagern ist zwischen zwei Arten von elastischer Verformung zu unterscheiden: der axialen und der radialen Federung.

Die axiale elastische Verformung

eines Kugellagers ist das Maß, um das sich der Innenring gegenüber dem Außenring verschieben läßt, wenn das Axialspiel des Kugellagers aufgehoben ist und eine axiale Kraft anliegt. Sie verläuft in Abhängigkeit von der aufgetragenen Belastung nicht linear, denn mit steigender Kraftkomponente werden die Berührungsflächen zwischen Kugeln und Laufbahnen immer größer.

Die radiale elastische Verformung

entsteht dementsprechend durch eine radiale Kraftkomponente, nachdem die Radialluft aufgehoben ist. Unter ansonsten gleichen Bedingungen ist sie bei kleinem Kontaktwinkel wesentlich kleiner als die axiale. Mit größer werdendem Kontaktwinkel nimmt die radiale Federung zu und die axiale Federung so weit ab, bis beide Werte bei ca. 35° etwa gleich groß sind.

Beide Verformungen sind abhängig von der Innengeometrie, der vorliegenden Radialluft und der Kraftbelastung.

Die verhältnismäßig große Federung läßt sich durch das Einsetzen vorgespannter Kugellagerpaare reduzieren (siehe „Die Duplexkugellager“, Seite 62, 63). Das verringert nicht nur die Federung, was eine größere Steifigkeit zur Folge hat, sondern stellt auch einen annähernd linearen Zusammenhang zwischen Belastung und Federung in einem wesentlichen Bereich der äußeren Belastung her. Ein Kugellagerpaar mit zum Beispiel 10 N Vorspannung erreicht Linearität im Bereich bis circa 30 N äußerer axialer Last.

Als Überschlagswert für die axiale Vorspannkraft gilt die Formel:

$$F_v \approx F_a / 3$$

F_v = axiale Vorspannkraft [N]
 F_a = axiale Lagerbelastung [N]

Bei Fragen wenden Sie sich bitte an unsere Anwendungsberater.

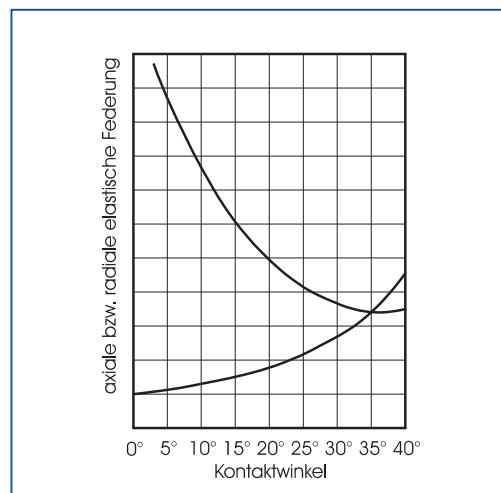


Diagramm 17: Federung abhängig vom Kontaktwinkel

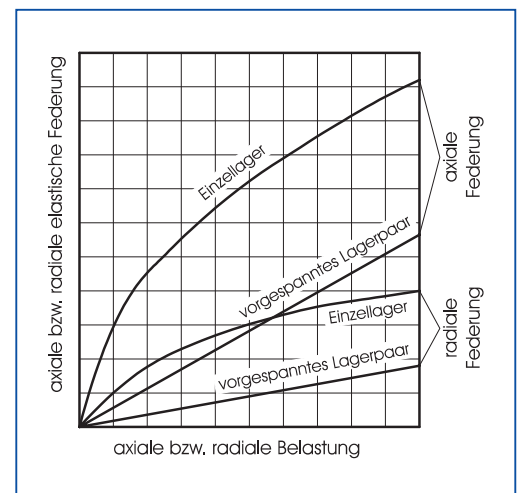


Diagramm 18: Federung abhängig von der Belastung



Die Zusammenhänge zwischen Radialluft, Axialluft und Kontaktwinkel

Die Radialluft

bezeichnet das Maß, um das sich ein Ring gegenüber dem anderen Ring in radialer Richtung von einer Grenzstellung bis zur diametral gegenüberliegenden Grenzstellung verschieben läßt. Obwohl die Radialluft nichts über die Qualität eines Kugellagers aussagt, übt sie großen Einfluß auf das Betriebsverhalten der Kugellager aus.

Grundsätzlich ist bei der Wahl der Radialluft die Passung des Kugellagers auf der Welle und im Gehäuse zu beachten (Radialluftverminderung, siehe Seite 56, 57). Die Radialluft sollte größer als normal gewählt werden, wenn das Kugellager unter axialer Belastung läuft, mit hoher Drehzahl betrieben wird oder nur ein geringes Reibungsmoment haben soll.

Eine kleinere als die normale Radialluft sollte gewählt werden, wenn eine rein radiale Belastung vorliegt. Oft wird eine kleine Radialluft auch vorgeschrieben, um das axiale Spiel bei einem Gerät zu reduzieren. Wo jedoch geringe Axialluft erforderlich ist, sollten besser gepaarte Kugellager zum Einsatz kommen (Duplexkugellager, siehe Seite 62, 63).

Die Radialluftklassen und ihre Kurzzeichen finden Sie im Bezeichnungssystem auf Seite 6.

Die Axialluft

ist das Maß, um das sich ein Kugellager gegenüber dem anderen in axialer Richtung von einer Grenzstellung in die andere verschieben läßt. Die Axialluft ist bei gleichen Kugellagern abhängig von der Radialluft.

Der Kontaktwinkel

wird zwischen der Verbindungslinie der Berührungspunkte Kugel/Laufbahnen und einer zur Drehachse senkrechten Ebene gebildet. Er entsteht durch gegenseitiges axiales Verschieben der Kugellageringringe. Einfluß auf den Kontaktwinkel haben die Radialluft, die Schmiegun g und die axiale Belastung.

Die durchschnittlichen Werte für den Kontaktwinkel und die Axialluft in Abhängigkeit von der Radialluft und der Schmiegun g des Kugellagers entnehmen Sie bitte dem Diagramm 20 auf Seite 61.

Die den Kugellagern zuzuordnenden Graphen sind in Tabelle 19 aufgezeigt.

Basiszeichen	Graph	Graph	Basiszeichen	Graph	Graph	Basiszeichen	Graph	Graph
681	1	A	695	6	B	1016	2	A
691	3	A	605	7	B	1191	3	A
68/1,5	3	A	625	9	C	1397	4	A
69/1,5	3	A	635	10	C	5/64	4	A
682	3	A	686	7	B	2380	3	A
692	4	A	696	7	B	3/32	6	A
67/2,35	5	B	626	10	C	3175	4	A
68/2,35	4	A	687	7	B	1/8A	6	A
68/2,5	4	A	697	9	B	1/8B	6	A
69/2,5	5	A	607	10	C	3967	4	A
60/2,5	5	A	627	11	C	4763A	4	A
673	10	C	688A	5	A	4763B	4	A
683	5	A	688	9	B	3/16	8	A
693	6	B	698	9	B	6350A	4	A
623	6	B	608	11	C	6350B	7	A
674	4	A	689	9	B	1/4A	9	A
684	6	B	699	9	B	1/4	10	B
694	6	B	609	11	C	7938	5	A
604	6	B	629	12	C	3/8	10	B
624	8	B	6800	9	B			
634	9	C	6900	10	C			
675	4	A	6000	12	C			
685	6	B						

Tabelle 19: Zuzuordnende Graphen für Diagramm 20

Ein Beispiel:

Kugellager 623, Radialluft 0,015 mm

aus Tabelle 19: Graph 6, Graph B

aus Diagramm 20: Kontaktwinkel $17^{\circ}30'$, Axialluft 0,097 mm

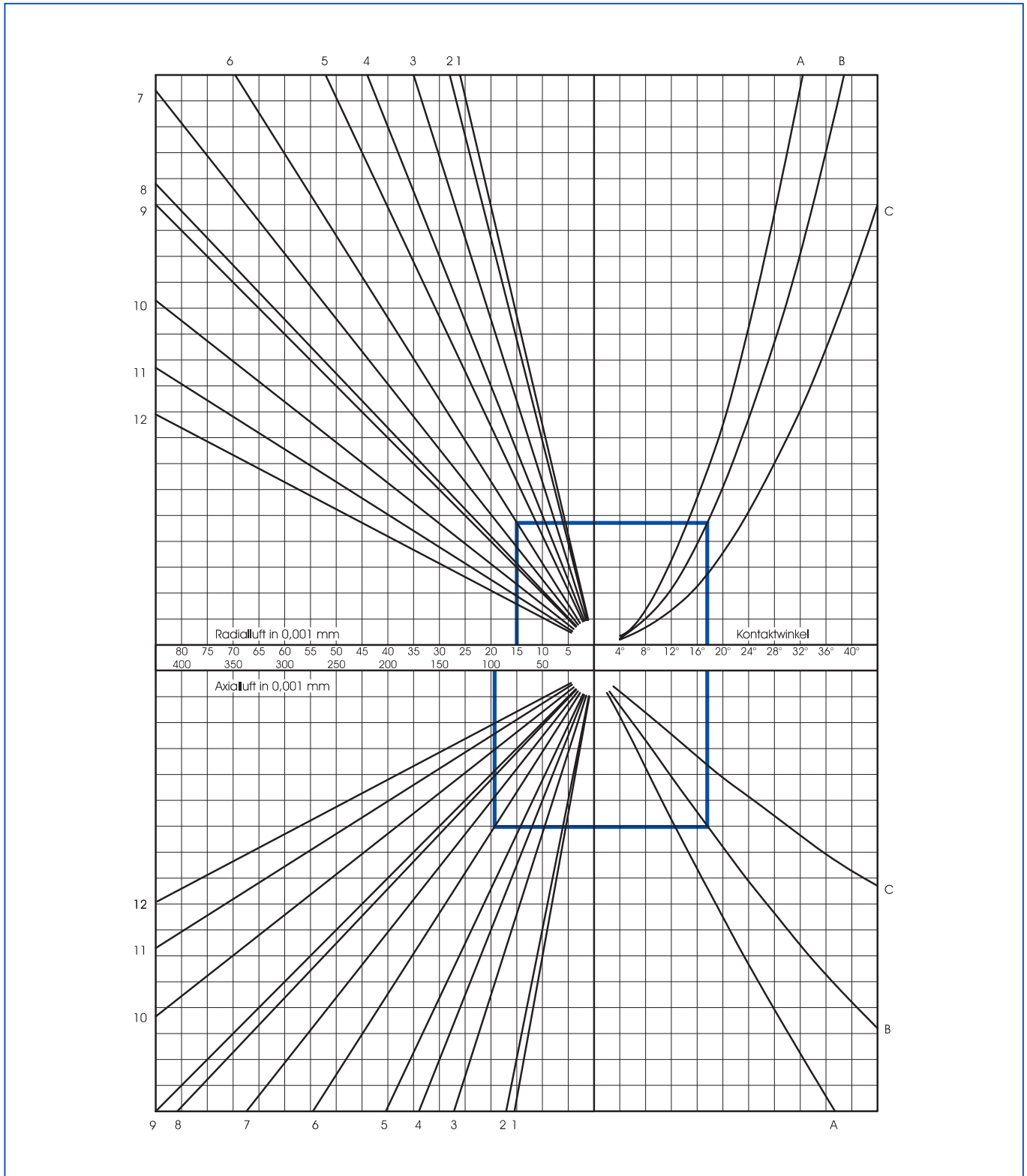


Diagramm 20: Kontaktwinkel und Axialluft

Duplexkugellager sind zwei gepaarte Kugellager, die der Lagerung je nach Anforderung folgende Eigenschaften verleihen:

- Genaue Lagebestimmung in radialer und axialer Richtung, die von einem bestimmten Spiel bis zur starren Führung reichen kann.
- Begrenzung der Federung des Systems.
- Höhere Belastbarkeit gegenüber Einzelkugellagern.

Beim Paaren der Kugellager wird jedes einzelne Kugellager mit der gewünschten Vorspannkraft belastet und am Innen- oder Außenring so weit abgeschliffen, bis die Planflächen beider Ringe eine Ebene bilden.

Zwei solchermaßen behandelte Kugellager werden gemäß der Kennzeichnung und den Hinweisen auf der Verpackung zusammengesetzt und axial mit der festgelegten beziehungsweise benötigten Kraft verspannt. Je nach der verwendeten Paarung werden entweder die Innenringe oder die Außenringe oder aber beide Ringe gegeneinander verspannt.

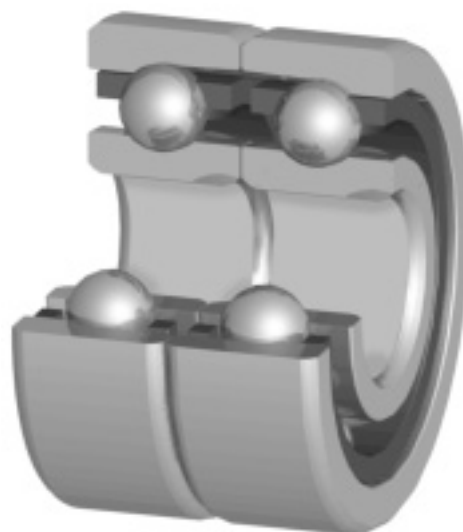
Der Einbau der Kugellager muß entsprechend dem Montagehinweis auf den Verpackungsaufklebern erfolgen. Liegen keine speziellen

Kundenforderungen vor, werden unsere Kugellager mit einer Vorspannung von 5 N und einem nominellen Kontaktwinkel von 15° gepaart. Prinzipiell können sie aber je nach Anforderung entsprechend den Betriebsbedingungen angepaßt werden. Die Vorspannung sollte aber nicht höher als notwendig gewählt werden, da dies eine unnötige Erhöhung des Reibmomentes zur Folge hat. Und das hat wiederum unmittelbar Einfluß auf die Lebensdauer des Kugellagers.

Für Duplexkugellager sollte die Radialluft größer als normal gewählt werden, damit der Kontaktwinkel, die Starrheit und die axiale Belastbarkeit größer werden.

Um einen möglichst gleichen Sitz für beide Kugellager zu erzielen, werden Duplexkugellager immer an Bohrung und Außendurchmesser in je 2 Gruppen sortiert und paarweise mit dem gleichen Code verpackt geliefert. Sie sollten möglichst auch mit sortierten Wellen und Gehäusen montiert werden (siehe Seite 58).

Die Kugellagerpassungen sind daher sorgfältig auszuwählen, weil ein Passungsübermaß am Innen- oder Außenring die Vorspannung verändern wird.



Rücken an Rücken

O-Anordnung

(Bezeichnung -1)

Beim Kugellagerpaar „Rücken an Rücken“ werden die Innenringe gegeneinander verspannt. Die Kontaktlinien zwischen Außenringlaufbahn, Kugel und Innenringlaufbahn laufen auseinander. Das ergibt eine große Stützweite, wodurch eine hohe Starrheit entsteht. Das ist auch der Grund, warum diese Duplexart am häufigsten verwendet wird.

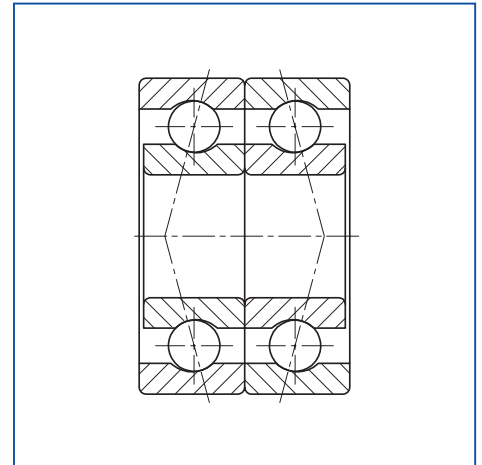


Abbildung 21: Rücken an Rücken

Stirnseite an Stirnseite

X-Anordnung

(Bezeichnung -2)

Beim Kugellagerpaar „Stirnseite an Stirnseite“ werden die Außenringe gegeneinander verspannt. Die Kontaktlinien laufen aufeinander zu, was eine kleinere Stützweite und damit auch eine geringere Starrheit zur Folge hat.

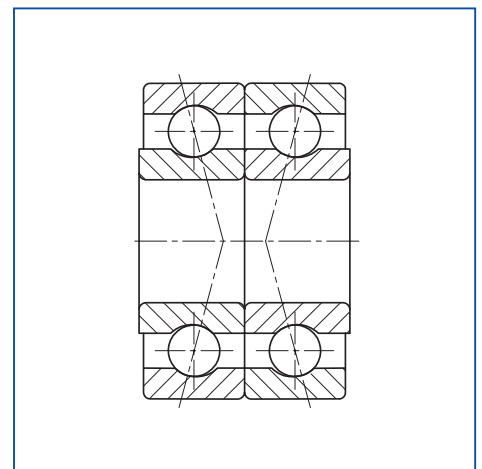


Abbildung 22: Stirnseite an Stirnseite

Tandem

(Bezeichnung -3)

Während die Duplexkugellager „Rücken an Rücken“ und „Stirnseite an Stirnseite“ dazu geeignet sind, Axialbelastungen in beiden Richtungen aufzufangen, nimmt ein Paar abgestimmter Kugellager im Tandemeinbau eine sehr hohe Axialbelastung in nur einer Richtung auf. Vorspannung und Spielfreiheit sind mit einem solchen Kugellagerpaar nur zu erreichen, wenn es gegen ein weiteres Kugellager oder Kugellagerpaar verspannt wird.

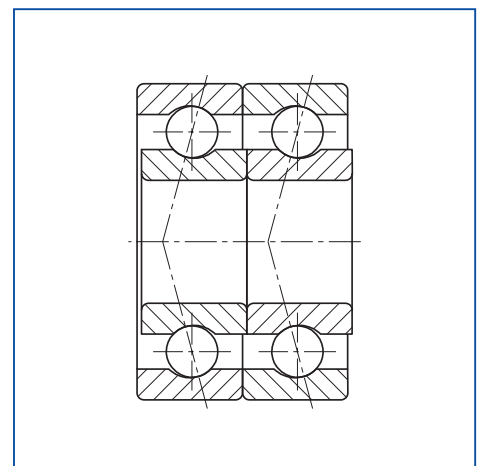


Abbildung 23: Tandem

Der Kippwinkel eines Kugellagers ist der Wert, um den die beiden Ringe gegeneinander schräg gestellt werden können. Die Schrägstellung ist abhängig von der Radialluft und den geometrischen Verhältnissen der Innenkonstruktion.

Ein Verkippen der Ringe sollte in jedem Fall vermieden werden, da schon kleine Kippwinkel von 2' bis 3' zu einer Geräuscherhöhung des Kugellagers führen. Bei der Bearbeitung der Paßflächen und Anlageflächen der Kugellagersitze ist folglich auf genaues Fluchten zu achten.

Das Diagramm 25 zeigt die freien Kippwinkel (ohne Belastung) in Abhängigkeit von der Radialluft und den verschiedenen Kugellagertypen.

Basiszeichen	Graphen	Basiszeichen	Graphen	Basiszeichen	Graphen
681	1	685	7	6000	10
691	2	695	8	1016	1
68/1,5	1	605	5	1191	1
69/1,5	3	625	9	1397	1
682	3	635	10	5/64	3
692	3	686	5	2380	3
67/2,35	3	696	6	3/32	4
68/2,35	3	626	10	3175	4
68/2,5	3	687	6	1/8A	4
69/2,5	4	697	8	1/8B	6
60/2,5	4	607	10	3967	6
673	4	627	10	4763A	6
683	4	688A	8	4763B	5
693	4	688	8	3/16	5
623	6	698	8	6350A	7
674	5	608	10	6350B	5
684	6	689	8	1/4A	7
694	7	699	9	1/4	10
604	7	609	10	7938	8
624	6	629	10	3/8	9
634	9	6800	9		
675	6	6900	9		

Tabelle 24: Zuordnung der Graphen zur Ermittlung des Kippwinkels

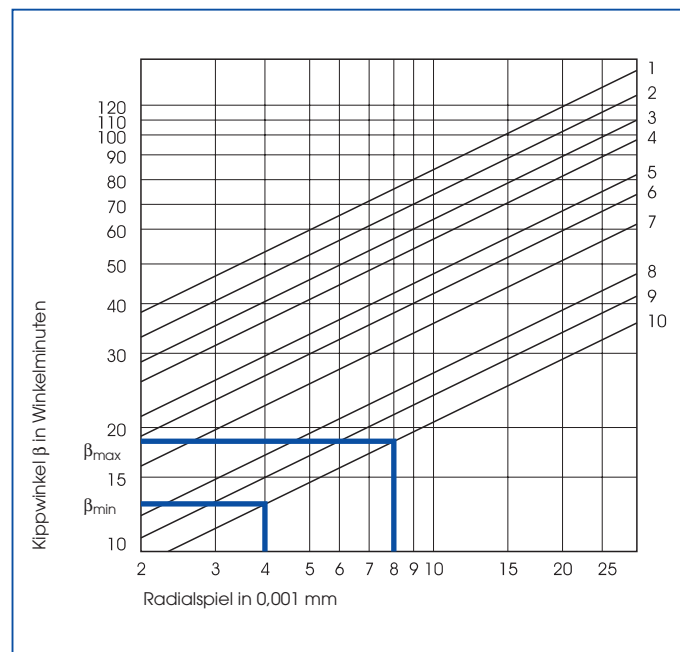


Diagramm 25: Ermittlung des Kippwinkels

Ein Beispiel:

Für das Kugellager SS608 C4/8 GPR J sollen der minimal und maximal mögliche, freie Kippwinkel ermittelt werden:
Der Basistyp 608 ist lt. Tabelle 24 der Graphen-Typ 10 zugeordnet. Durch vertikale Projektion der Radialluftgrenzen 4 bzw. 8 μm entstehen auf dem entsprechenden Graphen (Typ 10) 2 Schnittpunkte, die wiederum nach links auf der Kippwinkelskala abgebildet werden können.

Somit ergeben sich:

Der minimal mögliche, freie Kippwinkel: $\beta_{\text{min}} \approx 13 \text{ min}$

Der maximal mögliche, freie Kippwinkel: $\beta_{\text{max}} \approx 18 \text{ min}$



Die Behandlung der Hochpräzisionskugellager und die Kugellageruntersuchungen

Die Behandlung der Hochpräzisionskugellager

Unsere Kugellager werden mit äußerster Sorgfalt hergestellt und verpackt, um ein Verschmutzen oder Korrodieren zu vermeiden. Bei der Montage der Kugellager bitten wir Sie folgendes zu beachten:

- Kugellager in Originalverpackungen sind in sauberen und trockenen Räumen bei möglichst konstanten Klimabedingungen zu lagern.
- Die Kugellager erst kurz vor dem Einbau aus der Originalverpackung nehmen und gegebenenfalls eine Pinzette oder Fingerschützlinge verwenden.
- Es ist auf einen sauberen, hellen Montageplatz und saubere Umbauteile zu achten.
- Beim Kugellagereinbau muß darauf geachtet werden, daß die Montagekräfte nicht auf den Kugelsatz wirken.
- Bei Klebeverbindungen darf überschüssiges Klebemittel nicht in das Kugellagerinnere gelangen.
- Die Kugellager sollten nur mit dem gleichen Schmiermittel von gleichhoher Reinheit nachgeschmiert werden. Wir empfehlen, die Kugellager betriebsfertig geschmiert zu beziehen.

Die Kugellageruntersuchungen

Um die Ursachen für den Ausfall von Kugellagern zu erforschen oder ihre zu erwartende Lebensdauer abzuschätzen, sind spezielle Untersuchungen notwendig, bei denen wir Sie gern mit unserer Erfahrung unterstützen.

Um aussagekräftige Ergebnisse über das Verhalten der Kugellager zu erhalten, sollten sie bereits nach einer bestimmten Betriebszeit und nicht erst nach ihrem Ausfall demontiert und untersucht werden.

Markieren Sie in diesem Fall beim Ausbau die Lagerringe, um die Einbaulage später rekonstruieren zu können.

Die Verpackung schützt die Kugellager gegen Verschmutzungen, Korrosion und Beschädigungen während des Transports und der Lagerung. Angebrochene Packungseinheiten sollten rasch aufgebraucht werden.

Ein Etikett auf jeder Verpackungseinheit gibt die Kugellagerspezifikationen, die Werksauftragsnummer und das Verpackdatum an.

Als Erstverpackung verwenden wir vorwiegend folgende Packungseinheiten:

- Tablettenverpackung (CP)

In der Standardverpackung werden 5 bzw. 10 Kugellager in transparenter Kunststoffolie in getrennt abgeschweißten Taschen verpackt.



Abb 26: Tablettenverpackung (CP)

- Vakuumpackung (LL)

Mehrere Kugellager, in der Regel 50 oder 100 Stück, werden nebeneinanderliegend in einer transparenten Kunststoffolie vakuumverschweißt.

- Sonderverpackungen

Sonderverpackungen werden entsprechend den Anforderungen der Kunden soweit wie möglich gestaltet und sind zum Selbstkostenpreis lieferbar.



Abb 27: Vakuumpackung (LL)



Die GRW-Qualität – International zertifiziert nach DIN EN ISO 9001

GRW-Produkte wurden, wie zahlreiche Auszeichnungen namhafter Kunden beweisen, schon immer den weltweit höchsten Qualitätsansprüchen gerecht.

Natürlich bauen wir darauf, daß sich bei unseren Kunden im Laufe langjähriger Geschäftsbeziehungen ein großes Vertrauen zu uns entwickelt. Gleichzeitig setzen wir alles daran, unseren Kunden und künftigen Geschäfts-

partnern die größtmögliche Sicherheit zu geben: durch ein modernes und nachweislich funktionierendes Qualitätsmanagement-System auf Basis der DIN EN ISO 9001.

Um Qualität über alle Grenzen hinweg an gleichen Anforderungen auszurichten, haben wir unser Qualitätsmanagement-System von unabhängigen, international anerkannten Institutionen beurteilen und zertifizieren lassen:



Hohe Qualität von Produkten und Leistungen bei niedrigen Kosten erreichen wir durch fehlerfreie und wirtschaftliche Gestaltung aller betrieblichen Abläufe, nicht nur in der Fertigung, sondern in allen Unternehmensbereichen.

Unsere Ingenieure entwickeln Kugellager für hochanspruchsvolle Anwendungsgebiete wie Medizin- und Dentaltechnik, Vakuum-, Luft- und Raumfahrtanwendungen sowie komplette Baugruppen.



Alle unsere Produkte, Hochpräzisions- wie Standardkugellager, werden millionenfach auf denselben hochgenauen Produktionsanlagen hergestellt.

Suchen Sie eine Lösung für Ihr Kugellagerproblem, so fragen Sie uns.

Wir sind für Sie da – und das weltweit!

Abdeckung – schützt den Innenraum des Kugellagers weitgehend vor dem Eindringen von Schmutz und die Umgebung des Kugellagers vor austretendem Schmiermittel. Die Schutzwirkung ist dabei abhängig von der gewählten Abdeckungsart und von den Betriebsbedingungen. Einzelheiten hierzu werden im Kapitel „Abdeckungen“ erörtert.

Fluchten – liegt dann vor, wenn sich die Achsen zweier Kugellager decken.

Käfig – ein auf den gesamten Umfang gleichmäßig mit Kugeltaschen versehener Ring, der die in den Laufbahnen befindlichen Kugeln in gleichmäßigem Abstand hält und verhindert, daß die Kugeln sich gegenseitig berühren.

Kombinierte Belastung – eine Kraft, die weder rein radial noch rein axial auf das Kugellager wirkt, sondern Kraftkomponenten senkrecht und parallel zur Drehachse hat.

Kugelkalotte – die Innenflächen des Käfigs, die die Kugeloberfläche berühren.

Laufbahnprofil – die Form der Laufbahn, quer zur Umlaufrichtung der Kugel betrachtet.

Rundheit – die Rundheitsabweichung wird durch Messen der Radienabweichung mit Hilfe von Abtastgeräten ermittelt. Detaillierte Ausführungen hierzu sind u.a. in DIN ISO 4291 und DIN ISO 6318 zu finden.

Schmiegung – das Verhältnis des Laufbahnprofils zum Durchmesser der Laufkugel.

Schmiegun

g [%] =

$$\frac{100 \cdot \text{Radius des Laufbahnprofils}}{\text{Kugeldurchmesser}}$$

Schrägkugellager, nicht zerlegbar

(AC-Kugellager) – ein Kugellager, bei dem eine Innen- oder Außenringschulter so weit abgeschliffen ist, daß der betreffende Ring durch Einschnappen die Montage ermöglicht. Dieses Kugellager kann nur in einer Richtung Axialkräfte aufnehmen.

Schrägkugellager, zerlegbar

(L2T-Kugellager) – ein Kugellager, bei dem eine Innenringschulter so weit abgeschliffen ist, daß der Innenring abgenommen werden kann. Der Kugelsatz wird durch eine spezielle Käfigkonstruktion im Außenring gehalten. Dieses Kugellager kann Axialkräfte nur in einer Richtung aufnehmen.

Toleranzklasse – Begriff für die Maß-, Form- und Laufgenauigkeit eines Kugellagers. Die einzelnen Toleranzwerte sind in verschiedenen Normen festgelegt, wie etwa DIN 620 T1, ISO 492, ISO 1224, AFBMA Std. 12 und 20. Die Definitionen der Begriffe sind unter anderem in DIN ISO 1132 und die Meßverfahren in DIN 620 T1 und ISO TR 9274 fixiert.

Vollkugeliges Kugellager – ein Kugellager, dessen Kugelringraum mit Kugeln gefüllt ist. Dieses Kugellager hat keinen Käfig. Über die verschiedenen Bauarten gibt das Kapitel „Käfigausführungen“ Auskunft.

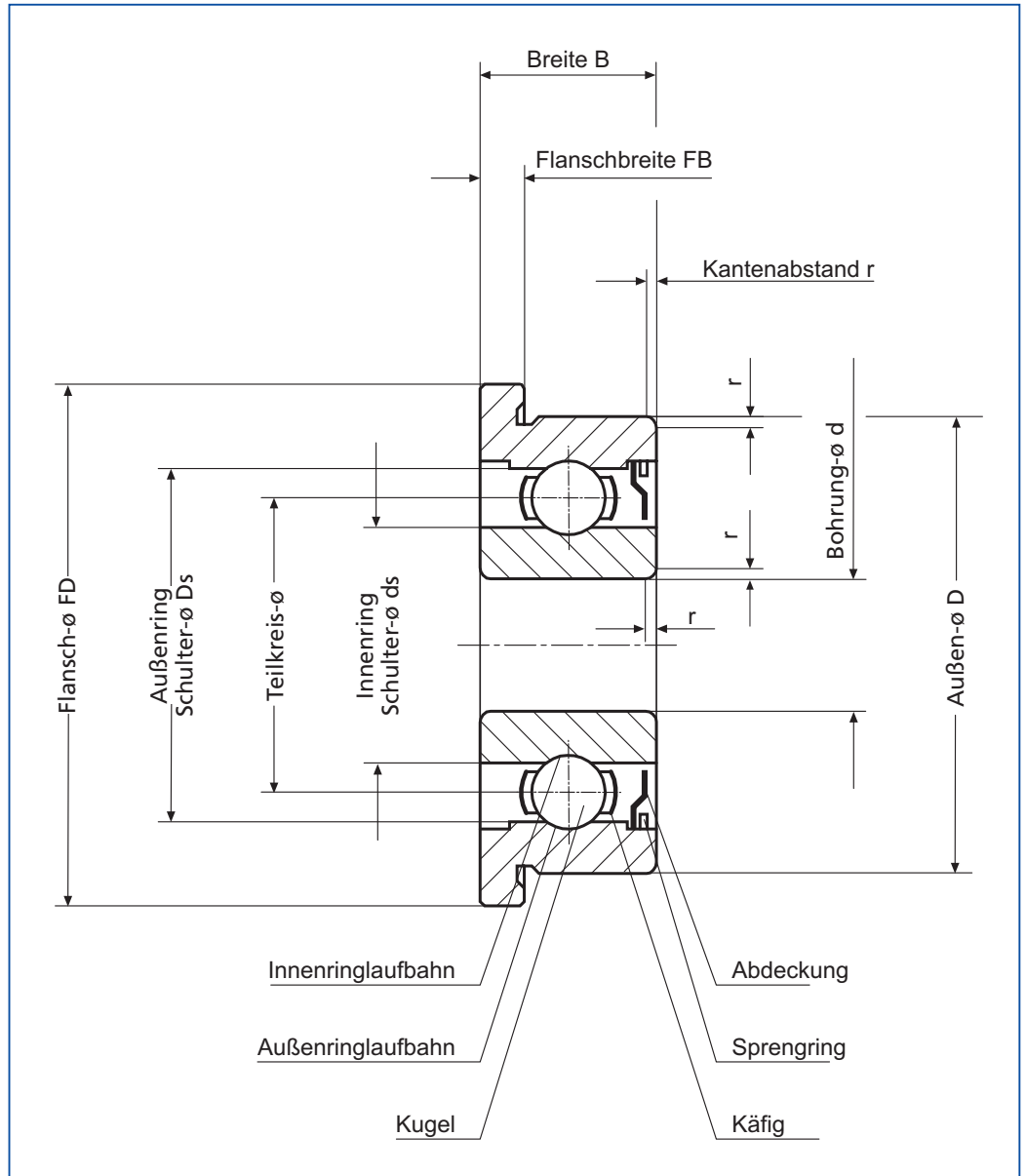


Abb 29: Kugellagerbezeichnungen



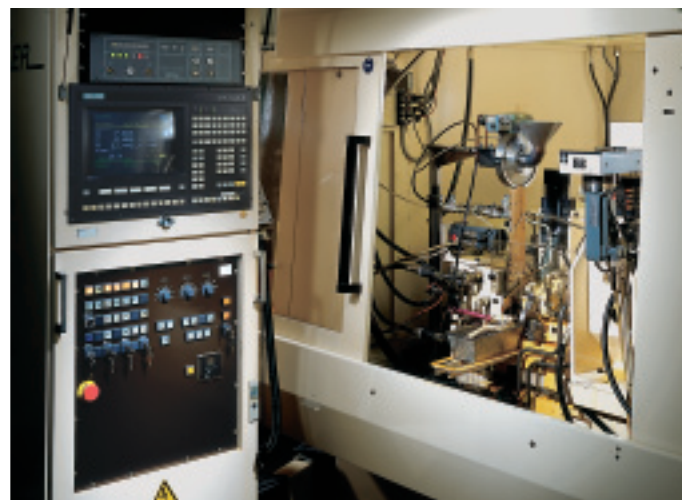
Einblick in die GRW-Fertigung



Drehen



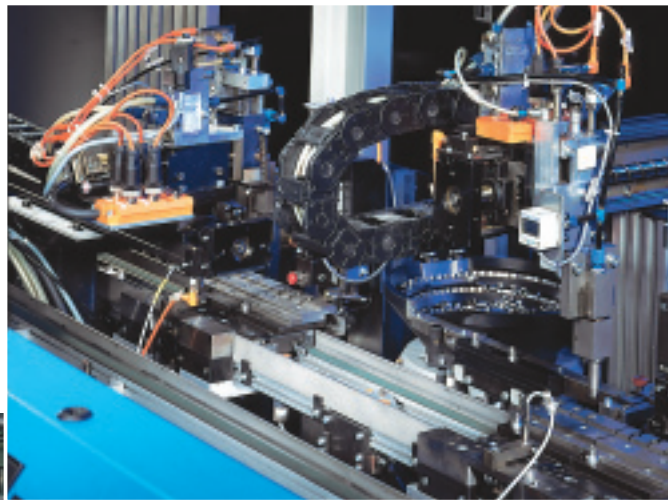
Härten



Schleifen



Qualitätswesen

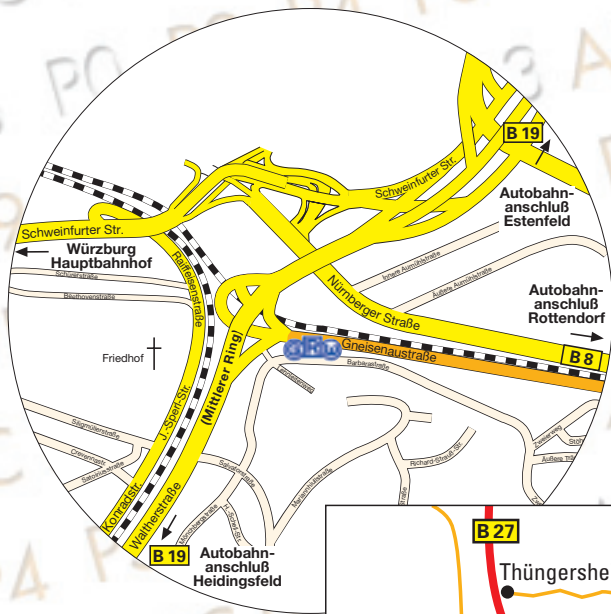


Montage



Montage

	Seite		Seite
A bedeckte Kugellager	14 - 19, 28 - 31, 42	O -Anordnung	62, 63
Abgedichtete Kugellager	20 - 25, 32 - 33, 42	Öle	44, 45
AC-Kugellager	41	Paaren von Kugellagern	62, 63
Angular-Kontakt-Kugellager	41	Passungen	54, 55
Anlageflächen	53	Qualität	34, 35, 67
Anlaufreibungsmoment	46, 47	Radiale Federung	59
Äquivalente Belastung, Radiallast	50	Radialluft	60, 61
Axiale Federung	59	Radialluftverminderung	56, 57
Axialluft	60	Radialschlag	34, 35
Axialschlag	34, 35	Reibungsmoment	46, 47
B ehandlungshinweise	65	Rundheit	68
Beschichtung	44	S chmiegung	68
Betriebsdrehzahl	48, 49	Schmierung	44, 45
Bezeichnungssystem	6, 7	Schnappkäfig	40
Bezugsdrehzahl	48, 49	Schräggugellager	37
C ode-Sortierung	58	Schwingungsprüfung	46
D eckscheiben	42	Sonderausführungen	36
Dichtscheiben	42	Sonderbehandlung	44
Drehzahlgrenzen	48, 49	Sortieren von Bohrungs- und Außendurchmesser	58
Duplex-Kugellager	62, 63	Spindelkugellager	37
Durchmessersortierung	58	Statisch äquivalente radiale Belastung	50
Dynamisch äquivalente Radiallast	50	Statische radiale Tragzahl	50
Dynamische radiale Tragzahl	50	T andempaare	62, 63
E inbau von Kugellagern	53, 54, 55	Toleranzen für Kugellager	34, 35
Elastizitätsverhalten	59	Toleranzen für Welle und Gehäuse	55
von Rillenkugellagern	59	Tragfähigkeiten	50
F ederung, axiale, radiale	59	V erformung	50
Fette	44, 45	Verpackung	66
Flanschugellager, Einbau	52	Vollkugelige Kugellager	41, 68
Flanschugellager, Typen	8 - 33	Vorsetzzeichen	6, 7
Fluchtungsfehler	64	W erkstoffe	43
Formgenauigkeit	34, 35	X -Anordnung	62, 63
Funktionsprüfungen	46, 47	Z ertifizierung	67
G epaarte Kugellager	62, 63	Zubehör	38, 39
Geräuschprüfung	46		
Behandlung von			
H ochpräzisionskugellagern	65		
Hybridkugellager	43		
K äfigausführungen	40, 41		
Kantenabstände	8 - 33		
Kippwinkel	64		
Kontaktwinkel	60		
Kugellager, Begriffe	67		
Kugellager, Kurzzeichen	6, 7		
Kugellager, Typen	8 - 33		
Kugellager, Untersuchungen	65		
L aufgenauigkeit	34, 35		
Laufreibungsmoment	46, 47		
Lebensdauer	51		
Lieferprogramm	4, 5		
M aßgenauigkeit	34, 35		
Massivkäfig	41		
Materialien für Ringe und Kugeln	43		
N achsetzzeichen	6, 7		
Normalluft	6, 7		



So finden Sie uns:

AB-Ausfahrt Würzburg-Heidingsfeld:

B19 Richtung Würzburg-Stadtmitte
 Nach der 3. Ampelkreuzung, nach ca. 50 m
 rechts, Abfahrt „Heimgarten“
 An der T-Kreuzung wieder rechts in die
 Gneisenaustraße
 GRW nach ca. 150 m auf der rechten Seite



AB-Ausfahrt Würzburg-Rottendorf:

B8 Richtung Würzburg-Stadtmitte
 Am Greinberg links abbiegen (Wegweisung
 AB Frankfurt/Stuttgart, B 13 Ansbach...)
 Abfahrt „Heimgarten“ in die Gneisenaustraße
 GRW nach ca. 150 m auf der rechten Seite

AB-Ausfahrt Würzburg-Estenfeld:

B19 Richtung Würzburg
 Am Greinberg auf linker Fahrspur einordnen
 (Wegweisung AB Frankfurt/Stuttgart,
 B 13 Ansbach...)
 Abfahrt „Heimgarten“ in die Gneisenaustraße
 GRW nach ca. 150 m auf der rechten Seite



GEHR. REINFURT GmbH & Co. KG
 Hochpräzisionskugellager

Gneisenaustraße 10/11
 D-97074 Würzburg

Postfach 94 42
 D-97094 Würzburg

Tel.: +49 (0)931 79 52-0
 Fax: +49 (0)931 79 52-300
 e-mail: info@grw.de
 www.grw.de