



Konstruktion &
Produktzuverlässigkeit

SoSe 2008

Fakultät V
Verkehrs- und
Maschinensysteme

Institut für Konstruktion,
Mikro- und Medizintechnik

Konstruktion und Produkt-
zuverlässigkeit

Prof. Dr.-Ing. R. Liebich

Dipl.-Ing. Torsten Sadowski

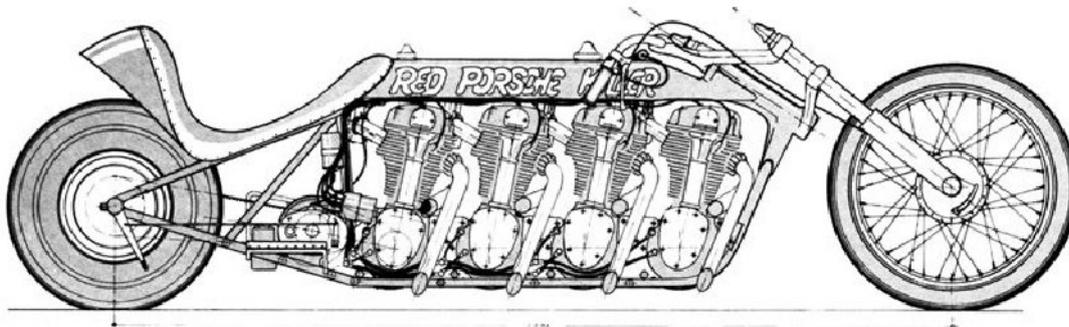
1.KA Konstruktion II

Red Porsche Killer

Lfd-Nr.	Vor- und Zuname	Matrikelnummer	Assistent/ Tutor	
1				
			Termin:	
			Übungsgruppe Nr.:	

1 Red Porsche Killer

Der als Folge einer Stammtischwette geschaffene „Red Porsche Killer“ ist der Versuch die Überlegenheit des Vierfach-Einzyylinder-Triebwerks gegenüber dem Sechszylinder Boxermotor zu beweisen. Dies ist in bis jetzt 2 Versuchen nicht gelungen. Da zumindest der erste Versuch durch Probleme mit der Gangwahl scheiterte, soll nun eine neue Getriebekonstruktion getestet werden.



Red Porsche Killer

Abbildung 1: Red Porsche Killer

Die Gangwahl im neuen Getriebe erfolgt mittels einer zu konstruierenden Kupplung und mit einem Freilauf. Es können zwei Gänge geschaltet werden. Im ersten Gang (Kupplung geöffnet) wird die Antriebsleistung über die Riemenscheibe (R) in die Antriebswelle (W1) eingeleitet. Über den Freilauf (F), die Zahnräder (Z1) und (Z2), die Zwischenwelle (W2) und die Zahnräder (Z3) und (Z4) wird die Antriebsleistung auf die Abtriebswelle (W3) und von dort über das Kettenritzel (K) auf das Hinterrad übertragen. Im zweiten Gang erfolgt die Leistungsübertragung bei geschlossener Kupplung direkt von der Antriebswelle zur Abtriebswelle.

Prinzipiell ist folgender Aufbau des Antriebsstrangs vorgesehen:

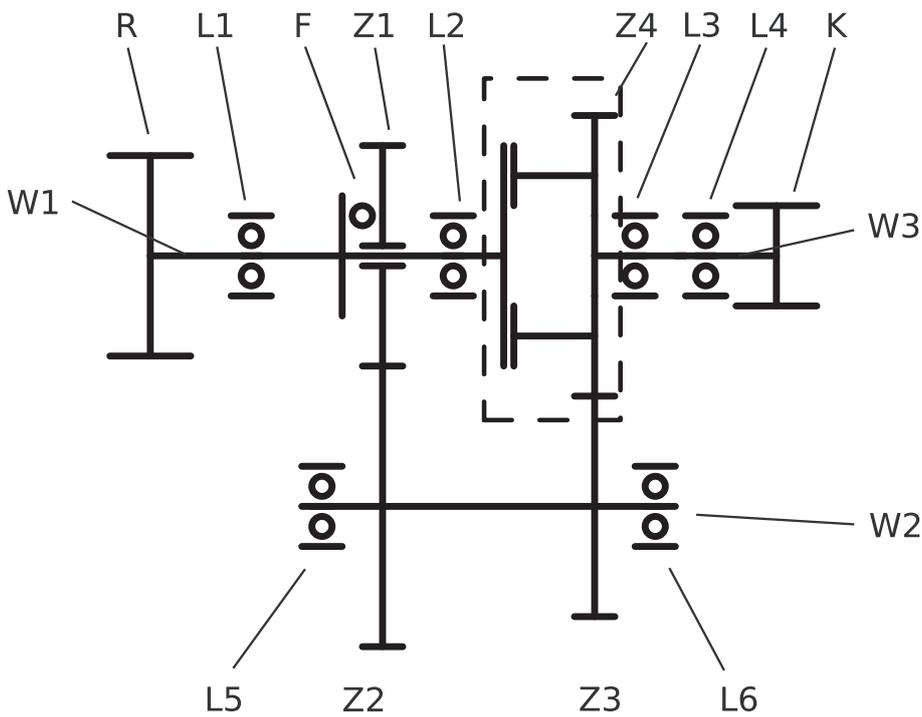


Abbildung 2: Prinzipskizze

Bei der Kupplung handelt es sich um eine naßlaufende Lamellenkupplung. Sie ist in der Prinzipskizze oben (siehe Abbildung 2) durch den gestrichelten Bereich gekennzeichnet und hat folgenden Aufbau (siehe Abbildung 3): Der Antrieb erfolgt über eine Antriebswelle (1), die das Drehmoment über das Lamellenpaket (2) auf das an das Kupplungsaußengehäuse (3) angebrachte Zahnrad (4) überträgt. Das Zahnrad überträgt das Drehmoment über eine Keilwelle (5) nach DIN ISO 14 (leichte Reihe) auf die Abtriebswelle (6). Zur Schaltung der Kupplungen wird eine Schiebemuffe (7) eingesetzt. Sie betätigt drei Winkelhebel (8), die die erforderliche Anpresskraft mittels einer Anpressscheibe gleichmäßig auf das Lamellenpaket übertragen.

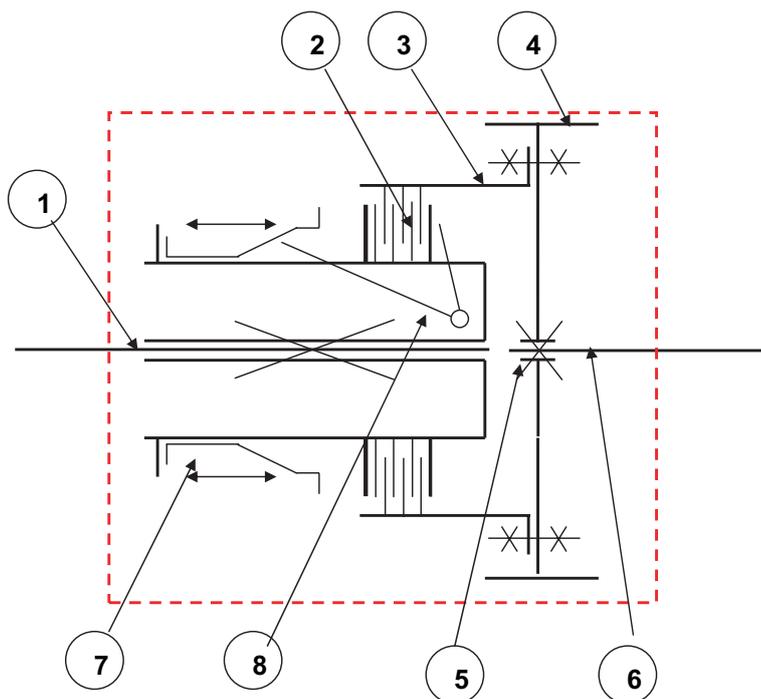


Abbildung 3: Prinzipskizze der Kupplung

Bei der Berechnung ist davon auszugehen, daß die Antriebsdrehzahl beim Schaltvorgang abfällt (Abbildung 4).

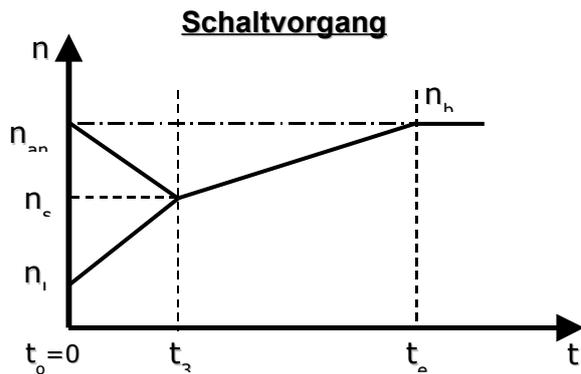


Abbildung 4: Schalten der Kupplung

2 Anforderungen

1. Das Getriebe und die Kupplung soll fertigungs- und montagegerecht sowie kompakt gestaltet werden.
2. Die Welle-Nabe-Verbindung der Antriebswelle ist für einen Mindestwellendurchmesser von 32 mm auszuliegen.
3. Das Zahnrad ist mit der Kupplung auf einem Durchmesser von 140 mm zu verschrauben. Eine Innenzentrierung ist auf einem Durchmesser von 110 mm vorzusehen.
4. Die Keilwellenverbindung zwischen dem aus Stahl gefertigten Zahnrad und der Abtriebswelle aus Stahl ist für ein maximales Drehmoment von 1340 Nm auszulegen.
5. Die Drehmomentübertragung von der Riemenscheibe in die Antriebswelle und von der Abtriebswelle in das Kettenritzel soll über Zahnwellen mit Evolventenverzahnung DIN5480 Modul 1mm erfolgen.
6. Die Lagerung der Antriebswelle mit den Lagern L1 und L2 ist als Fest-Los-Lagerung auszuführen.
7. Für die Abtriebswelle ist eine angestellte Lagerung in O-Anordnung durch die Lager L3 und L4 vorzusehen.
8. Die Zwischenwelle soll mit Radialrillenkugellagern schwimmend gelagert werden.
9. Die Drehmomentübertragung zwischen der Zwischenwelle und den Zahnradern soll mit einer Keilwellenverbindung erfolgen.
10. Für das Getriebe ist ein Aluminium-Gußgehäuse zu konstruieren. Das Gehäuse ist in der Wellenebene geteilt.
11. Dichtungen gegen das Auslaufen von Öl; Vorsehen eines Ölein- und auslasses sowie einer Öl-Füllstandskontrolle.

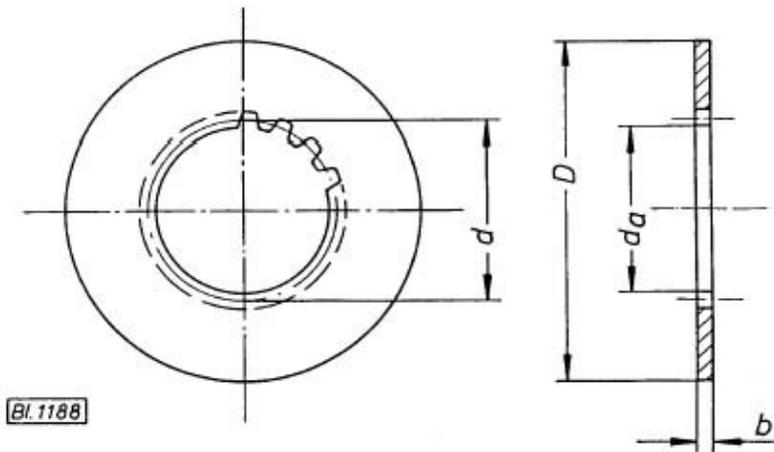
3 Aufgabenstellung

1. Gestaltung der An- und Abtriebswelle
2. Dimensionierung und Gestaltung der Zwischenwelle
3. Berechnung der Zahnrad Durchmesser
4. Auslegung der Keil- und Zahnwellenverbindungen
5. Auswahl der Lager der Zwischenwelle und Berechnung der nominellen Lebensdauer
6. Nachweis der Sicherheit gegen Überschreiten der Dauerfestigkeit und der Fließgrenze der Antriebswelle gemäß DIN 743. Hierzu ist zunächst eine Belastungsanalyse vorzunehmen. Die Schnittlastenverläufe sind zu berechnen und maßstäblich grafisch darzustellen. Es ist dann eine geeignete kritische Stelle auszuwählen und entsprechend der DIN 743 nachzurechnen. Das Haigh-Diagramm ist auf Millimeterpapier zu zeichnen. Bei unzureichender Sicherheit ist die Wellengestaltung zu überarbeiten und es muß ein erneuter Nachweis erfolgen, bis die geforderte Sicherheit erreicht wird.
7. Auswahl der Lager der Zwischenwelle und Berechnung der nominellen Lebensdauer
8. Dimensionierung der Reibscheiben (s. Anhang Kupplungsbeläge)
9. Überprüfen der zulässigen Flächenpressung an den Reibbelägen
10. Berechnung der erforderlichen Anpresskraft
11. Dimensionierung des Winkelhebels bezüglich Biegesteifigkeit und Festigkeit (im Tutorium)
12. Prüfen der thermischen Belastung der Kupplung
13. Konstruktionszeichnung im Maßstab 1:1 in allen erforderlichen Ansichten und Schnitten als CAD Konstruktion. Die Schaltmechanik der Kupplung ist nicht Teil der Aufgabenstellung.
14. Präsentation der Konstruktion im Tutorium.

4 Gegebene Daten

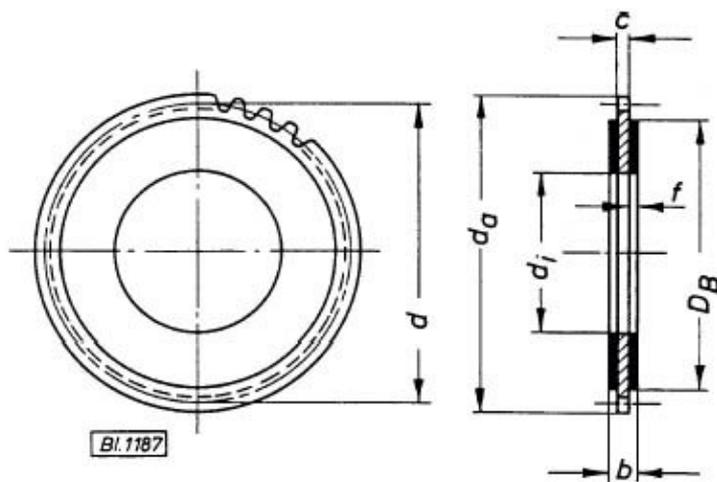
An- und Abtriebsdaten Antriebsmoment: Drehzahl der Antriebswelle: Trägheitsmoment des Motors: Lastmoment: Drehzahl der Abtriebswelle: Trägheitsmoment der Last (bezogen auf die Antriebswelle):	$M_{tan} = 650Nm$ $n_{an} = 3000min^{-1}$ $J_{an} = 0,1kgm^2$ $M_L = 22Nm$ $n_L = 1500min^{-1}$ $J_L = 12kgm^2$
Wellenwerkstoff C45E	$\tau_{t,zul} = 32N/mm^2$
Reibpaarung Sinterbronzs/Stahl Gleitreibungszahl Haftreibungszahl Reibflächenzahl Zulässige flächenbezogene Schaltarbeit bei einmaliger Schaltung Zulässige Flächenpressung	$\mu = 0,1$ $\mu_0 = 0,14$ $z = 12$ $q_{AE} = 1,25J/mm^2$ $p_{zul} = 4N/mm^2$
Eckdaten der Kupplung Rutschzeit Zulässige maximale Temperatur Umgebungstemperatur	$t_3 = 0,5s$ $T_{max} = 300^\circ C$ $T_U = 50^\circ C$
Anschlußmaße der Kupplung Zentrierdurchmesser Verschraubungsdurchmesser	$d_z = 110mm$ $d_s = 140mm$
Riemenscheibe Teilung Zähnezahl Breite	$p_{Riemen} = 8mm$ $z_{Riemen} = 125$ $b_{Riemen} = 100mm$
Kettenritzel Teilung Zähnezahl Breite	$p_{Kette} = 19,05mm$ $z_{Kette} = 19$ $b_{Kette} = 11,68mm$
Freilauf NFR 35	$d = 35mm$
Zwischenwelle Lagerlebensdauer	$L_{h10} = 50h$
Zahnräder Zähnezahl Modul Zahnbreite Eingriffswinkel	$z_1 = z_3 = 39$ $z_2 = z_4 = 56$ $m = 3,5mm$ $b_1 = b_2 = 40mm$ $b_3 = b_4 = 62mm$ $\alpha = 20^\circ$

5 Anhang



Nummer	Verzahnung DIN	Zähnezahl x Modul	Profilver- schiebung x · m	d	d _a	D	b	Sinus- höhe
3002-740-11-000	5480	24 x 2	+0,1	48	46	67	1	0,12
3002-740-15-000		28 x 2	+0,1	56	54	77	1	0,15
3002-740-23-000		22 x 3	-0,35	66	64	95	1,2	0,15
3002-740-25-000		24 x 3	+0,15	72	69	100	1,2	0,15
3002-740-27-000		24 x 3	+0,15	72	69	108	1,2	0,2
3002-740-31-000		26 x 3	-0,35	78	76	123	1,45	0,15
3002-740-32-000		21 x 4	-0,8	84	82	123	1,45	0,3
3002-340-39-000	867	38 x 2,5	-	95	90	139	2,3	0,35
3002-340-43-000		44 x 2,5	-	110	105	160	2,3	0,4
3002-340-47-000		41 x 3	-	123	119	176	2,3	0,4
3002-340-51-000		45 x 3	-	135	133	193	2,3	0,35
3002-340-55-000		48 x 3	-	144	142	223	3	0,4
3002-340-59-000		55 x 3	-	165	163	248	3	0,45
3002-340-63-020		60 x 3	-	180	178	268	3	0,25
3002-340-66-020		65 x 3	-	195	193	298	3	0,3
3002-340-69-020		52 x 4	-	208	206	316	3,5	0,3
3002-340-72-020		61 x 4	-	244	242	340	3,5	0,3
3002-340-73-020		65 x 4	-	260	257	368	4	0,45
3002-340-75-020		68 x 4	-	272	270	378	4	0,3
3002-340-76-020		57 x 5	-	285	283	409	5	0,5
3002-340-78-020		60 x 5	-	300	298	426	5	0,35
3002-340-80-020		66 x 5	-	330	328	477	5	0,5
3002-340-81-020		72 x 5	-	360	358	516	5	0,4
3002-340-84-020		70 x 6	-	420	418	573	5	0,5
3002-340-87-020		75 x 6	-	450	442	665	6	0,5
3002-340-90-020		83 x 6	-	498	490	742	6	0,5
3002-340-92-020		100 x 6	-	600	592	903	7	0,5

Abbildung 5: Innenlamelle



Nummer	Verzahnung nach DIN	Zähnezahl x Modul	Profilverschiebung x · m	d	d _a	D _B	d _i	b	f	c
3000-6. -11-029	5480	24 x 3	-0,15	72	74,4	74,4	52	1,8	0,4	1
3000-6. -15-029		27 x 3	+0,35	81	84,4	84,4	58,5	1,8	0,4	1
3000-6. -23-029		25 x 4	+0,148	100	104,2	104,2	72	2	0,4	1,2
3000-6. -25-029		26 x 4	+0,8	104	109,2	109,2	77	2	0,4	1,2
3000-6. -27-029		28 x 4	+0,8	112	117,2	117,2	78	2,4	-0,5	1,45
3000-6. -31-029		32 x 4	+0,8	128	133,2	133,2	92	2,4	-0,5	1,45
3000-6. -39-029		36 x 4	+1,8	144	151,2	151,2	102	2,4	-0,5	1,45
3002-2. -43-029	867	68 x 2,5	-	170	170	160	118	2,4	-0,5	1,45
3002-2. -47-029		62 x 3	-	186	187	176	132	2,5	-0,5	1,45
3002-2. -51-029		68 x 3	-	204	206	193	145	3,55	-0,8	2
3002-2. -55-029		78 x 3	-	234	236	223	155	4,05	-0,8	2,5
3002-2. -59-029		88 x 3	-	264	266	248	175	4,1	-0,8	2,5
3002-2. -63-029		95 x 3	-	285	287	268	189	4,1	-0,8	2,5
3002-2. -66-029		105 x 3	-	315	317	298	205	4,1	-0,8	2,5
3002-2. -69-029		84 x 4	-	336	340	316	220	5,1	0,8	3,5
3002-2. -72-029		90 x 4	-	360	362	340	255	5,15	0,8	3,5
3002-2. -73-029		95 x 4	-	380	382	367	275	5	0,85	3,3
3002-2. -75-029		100 x 4	-	400	402	378	285	5,6	1	3,5
3002-2. -76-029		85 x 5	-	425	427	408	300	6	1	4
3002-2. -78-029		90 x 5	-	450	452	426	315	7	1	5
3002-2. -80-029		100 x 5	-	500	505	475	345	7	1	5
3002-2. -81-029		108 x 5	-	540	545	516	375	8	1	6
3002-2. -84-008		100 x 6	-	600	605	573	440	8	1	6
3002-2. -86-008		115 x 6	-	690	695	663	470	10	1,5	7
3002-2. -90-008		128 x 6	-	768	775	740	520	10	1,5	7
3002-2. -92-008		132 x 7	-	924	930	900	625	11	1,5	8

Abbildung 6: Außenlamelle

BAUART NFR

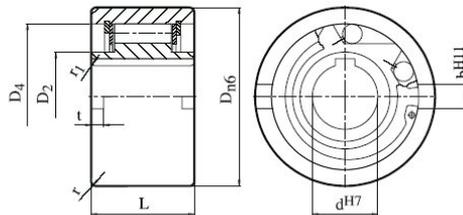
Beschreibung

Die Bauart **NFR** ist ein gelagerter Klemmrollenfreilauf ohne Abdichtung. Abdichtung und Schmierung sind vorzusehen; empfohlen wird Ölschmierung.

Die Größen **NFR 8 bis 20** sind mit einer Gleitlagerung „Stahl auf Stahl“ ausgeführt. Ab Größe 25 sind zwei Kugellager der Reihe 160. eingebaut. Dadurch sind wesentlich höhere Leerlaufdrehzahlen zulässig. Der typische Einbau dieses Freilaufs entspricht dem Beispiel (siehe unten).

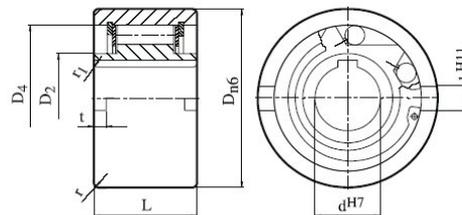
Am Innenring wird das Drehmoment von einer Passfeder übertragen. Die Passfedernut entspricht der DIN 6885 Bl.1 (siehe Tabelle 1, Seite 9). Der Außendurchmesser des Außenringes hat die Toleranz n6, die Passung der Aufnahmebohrung sollte die Toleranz H7 aufweisen. Zusätzlich befinden sich an den Stirnseiten des Außenringes Nuten zur Übertragung des Drehmomentes. Das Gehäuse muss formstabil sein, um eine gute Abstützung des Außenringes zu gewährleisten.

NFR 8-20



* Gleitlagerung Stahl auf Stahl

NFR 25-60



** Kugellager nach Reihe 160

Bauart	Größe	Leerlaufdrehzahlen			Lagerung	Geometriedaten									Gewicht [kg]
		$T_{KN}^{(1)}$ [Nm]	$n_{imax}^{(2)}$ [min ⁻¹]	$n_{amax}^{(3)}$ [min ⁻¹]		b^{H11} [mm]	D_{n6} [mm]	D_2 [mm]	D_4 [mm]	l [mm]	L [mm]	r [mm]	r_1 [mm]	t [mm]	
NFR (ANR- ANG)	8	20	1000	1000	*	6	37	20	30		20	1	1,5	3	0,1
	12	20	1000	1000	*	6	37	20	30		20	1	1,5	3	0,1
	15	78	850	850	*	7	47	26	37		30	1,5	1,5	3,5	0,3
	20	188	650	650	*	8	62	37	52		36	2	2	3,5	0,6
	25	250	2100	3600	16008**	9	80	40	68	0,2	40	2,5	2	4	1,2
	30	500	1700	3200	16009**	12	90	45	75	0,2	48	2,5	2	5	1,8
	35	663	1550	3000	16010**	13	100	50	80	1,2	53	2,5	2,5	6	2,4
	40	1100	1150	2600	16011**	15	110	55	90	2,2	63	3	2,5	7	3,3
	45	1500	1000	2400	16012**	16	120	60	95	2,2	63	3	2,5	7	4,0
	50	2375	800	2150	16014**	17	130	70	110	2,7	80	3,5	3	8,5	5,7
	55	2550	750	2000	16015**	18	140	75	115	4,2	80	3,5	3	9	6,5
60	4250	650	1900	16016**	18	150	80	125	3,2	95	3,5	3,5	9	8,9	

Weitere Größen auf Anfrage

Bemerkungen

- 1) $T_{max} = 2 \times T_{KN}$
Siehe Auswahl (Seite 21 und 22)
- 2) Innenring überholt
- 3) Außenring überholt
- * Gleitlagerung Stahl auf Stahl
- ** Kugellager nach Reihe 160

Einbaubeispiel

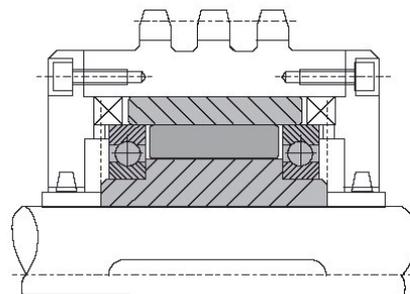


Abbildung 7: Freilauf