

Gleitlager

**Hydrodynamische Radial-Gleitlager
im stationären Betrieb**

Funktionen für die Berechnung von Kreiszylinderlagern

DIN
31 652
Teil 2

Plain bearings; hydrodynamic plain journal bearings under steady-state conditions; functions for calculation of circular cylindrical

Paliers lisses, paliers hydrodynamiques radiaux sous conditions de service stationnaires; fonctions pour la calculation des paliers cylindriques circulaires

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich und Zweck	2
2 Funktionen für das vollumschließende Kreiszylinderlager ($Q = 360^\circ$)	2
2.1 Abhängigkeit der Sommerfeld-Zahl So von der relativen Exzentrizität ε und der relativen Lagerbreite B/D	2
2.2 Abhängigkeit des Verlagerungswinkels β von der relativen Exzentrizität ε und der relativen Lagerbreite B/D	5
2.3 Abhängigkeit der bezogenen Reibungszahl μ/ψ_{eff} von der Sommerfeld-Zahl So und der relativen Lagerbreite B/D	6
2.4 Schmierstoffdurchsatz infolge Eigendruckentwicklung	8
2.5 Schmierstoffdurchsatz infolge Zuführdrucks	9
2.5.1 Schmierstoffzufuhr durch Schmierloch, das entgegengesetzt zur Lastrichtung angeordnet ist	9
2.5.2 Schmierstoffzufuhr durch Schmierloch, das um 90° gedreht zur Lastrichtung angeordnet ist	9
2.5.3 Schmierstoffzufuhr durch zwei Schmierlöcher, die um $\pm 90^\circ$ gedreht zur Lastrichtung angeordnet sind	10
2.5.4 Schmierstoffzufuhr durch Schmiernut (Ringnut)	10
2.5.5 Schmierstoffzufuhr durch Schmiernut (Umfangsnut)	10
2.5.6 Schmierstoffzufuhr durch Schmiertasche, die entgegengesetzt zur Lastrichtung angeordnet ist	11
2.5.7 Schmierstoffzufuhr durch Schmiertasche, die um 90° gedreht zur Lastrichtung angeordnet ist	11
2.5.8 Schmierstoffzufuhr durch zwei Schmiertaschen, die um $\pm 90^\circ$ gedreht zur Lastrichtung angeordnet sind	11
3 Funktionen für das halbumschließende Kreiszylinderlager ($Q = 180^\circ$)	12
3.1 Abhängigkeit der Sommerfeld-Zahl So von der relativen Exzentrizität ε und der relativen Lagerbreite B/D	12
3.2 Abhängigkeit des Verlagerungswinkels β von der relativen Exzentrizität ε und der relativen Lagerbreite B/D	15
3.3 Abhängigkeit der bezogenen Reibungszahl μ/ψ_{eff} von der Sommerfeld-Zahl So und der relativen Lagerbreite B/D	16
3.4 Schmierstoffdurchsatz infolge Eigendruckentwicklung	17
4 Abhängigkeit der effektiven dynamischen Viskosität η_{eff} des Schmierstoffs von der effektiven Lagertemperatur t_{eff}	17

Fortsetzung Seite 2 bis 19

Normenausschuß Gleitlager (NGL) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, gestattet.

1 Anwendungsbereich und Zweck

Die Funktionen der nachstehend dargestellten Art werden benötigt für die Berechnung von ölgeschmierten Kreiszylinderlagern nach DIN 31 652 Teil 1, wobei hydrodynamischer Betrieb bei Vollschrnerung vorausgesetzt wird. Sie basieren auf den dort angegebenen Voraussetzungen und Randbedingungen. Die für die Berechnung notwendigen Werte können sowohl mit den angegebenen Gleichungen als auch aus Diagrammen und Tabellen ermittelt werden. Die Gleichungen sind Approximationen der in den Kurven dargestellten numerisch ermittelten Werte nach Literatur [1]. Die Erklärung der Formelzeichen und Berechnungsbeispiele sind in DIN 31 652 Teil 1 enthalten.

2 Funktionen für das vollumschließende Kreiszylinderlager ($\Omega = 360^\circ$)

Die folgenden Funktionen setzen voraus, daß die Schmierstoffzufuhr an der Stelle der größten örtlichen Schmierfilmdicke (Spalthöhe) erfolgt, der Druckaufbau im Schmierstoff also dadurch nicht gestört wird. Für andere Lagen der Schmierstoffzuführstelle wird auf Abschnitt 3 und Literatur [2] hingewiesen.

2.1 Abhängigkeit der Sommerfeld-Zahl So von der relativen Exzentrizität ε und der relativen Lagerbreite B/D

$$So = \left(\frac{B}{D}\right)^2 \cdot \frac{\varepsilon}{2 \cdot (1 - \varepsilon^2)^2} \cdot \sqrt{\pi^2 \cdot (1 - \varepsilon^2) + 16 \cdot \varepsilon^2 \cdot \frac{\alpha_1 \cdot (\varepsilon - 1)}{\alpha_2 + \varepsilon}} \quad (1)$$

mit:

$$\alpha_1 = 1,1642 - 1,9456 \cdot \left(\frac{B}{D}\right) + 7,1161 \cdot \left(\frac{B}{D}\right)^2 - 10,1073 \cdot \left(\frac{B}{D}\right)^3 + 5,0141 \cdot \left(\frac{B}{D}\right)^4$$

$$\alpha_2 = -1,000026 - 0,023634 \cdot \left(\frac{B}{D}\right) - 0,4215 \cdot \left(\frac{B}{D}\right)^2 - 0,038817 \cdot \left(\frac{B}{D}\right)^3 - 0,090551 \cdot \left(\frac{B}{D}\right)^4$$

Tabelle 1. $So = f\left(\varepsilon, \frac{B}{D}, \Omega = 360^\circ\right)$

ε	B/D							
	1	1/2	1/2,5	1/3	1/4	1/5	1/6	1/8
0,100	0,1196	0,0368	0,0243	0,0171	0,0098	0,0063	0,0044	0,0025
0,200	0,2518	0,0783	0,0518	0,0366	0,0210	0,0136	0,0095	0,0054
0,300	0,4091	0,1304	0,0867	0,0615	0,0354	0,0029	0,0160	0,0091
0,400	0,6108	0,2026	0,1357	0,0968	0,0560	0,0364	0,0254	0,0144
0,500	0,8903	0,3124	0,2117	0,1522	0,0888	0,0579	0,0406	0,0231
0,600	1,3146	0,4982	0,3435	0,2496	0,1476	0,0969	0,0682	0,0390
0,700	2,0432	0,8595	0,6079	0,4492	0,2708	0,1797	0,1274	0,0732
0,800	3,5663	1,7339	1,2756	0,9687	0,6043	0,4085	0,2930	0,1706
0,900	8,4392	5,0881	4,0187	3,2201	2,1595	1,5261	1,1263	0,6776
0,950	18,7895	13,3083	11,2225	9,4993	6,9248	5,1833	3,9831	2,5202
0,960	24,1172	17,7934	15,2823	13,1525	9,8517	7,5257	5,8712	3,7907
0,970	33,1297	25,5920	22,4503	19,7054	15,2697	11,9804	9,5425	6,3397
0,980	51,4774	41,9230	37,7412	33,9523	27,5040	22,3956	18,3874	12,7695
0,990	107,7868	93,7881	87,2906	81,1597	70,0359	60,3874	52,1425	39,2568
0,995	223,8850	203,2450	193,3490	183,8040	166,1540	149,8690	134,8910	109,6090
0,999	1174,540	1124,620	1102,070	1078,310	1032,870	989,1500	945,6700	864,7400

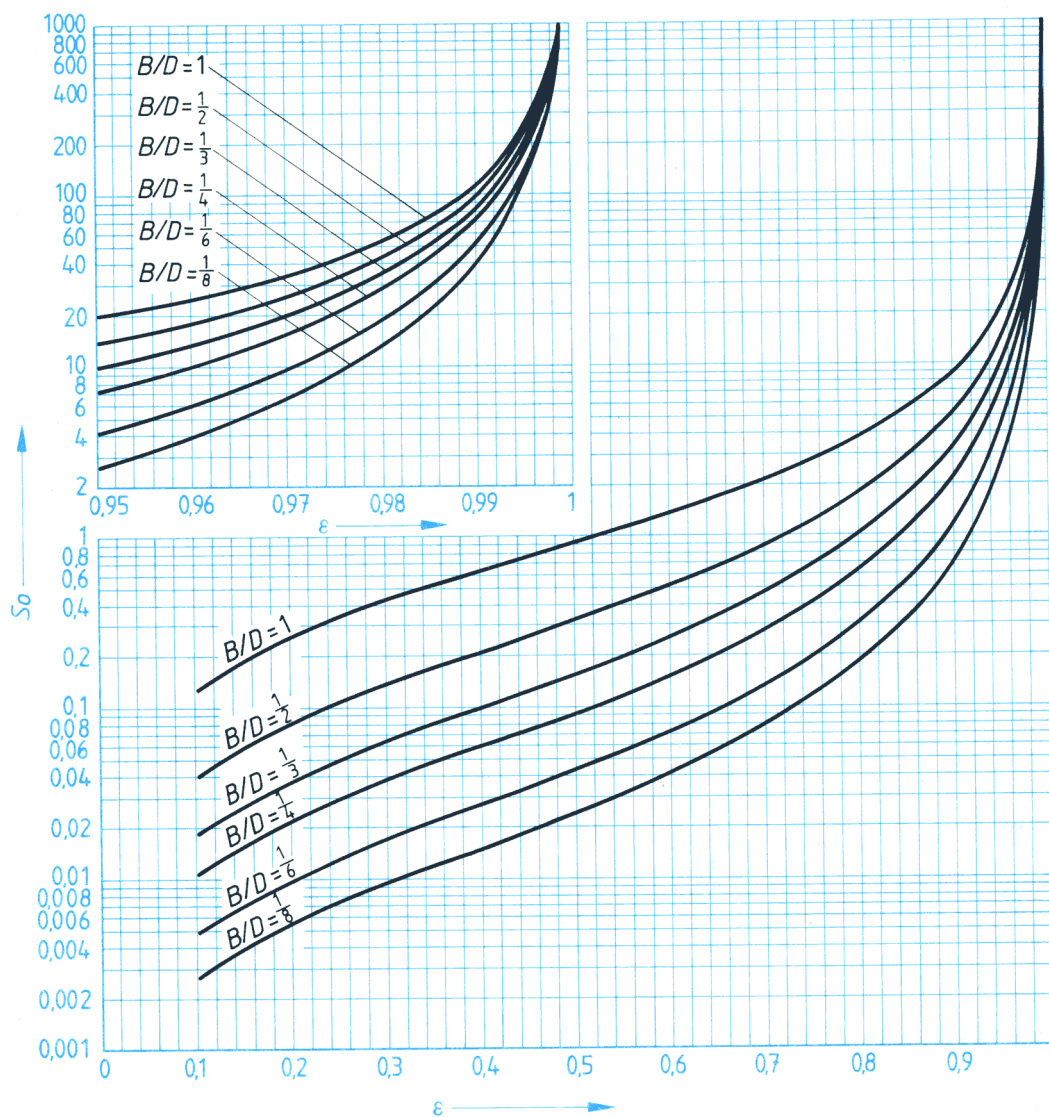


Bild 1. Sommerfeld-Zahl S_o in Abhängigkeit von der relativen Exzentrizität ϵ und der relativen Lagerbreite B/D für $\Omega = 360^\circ$

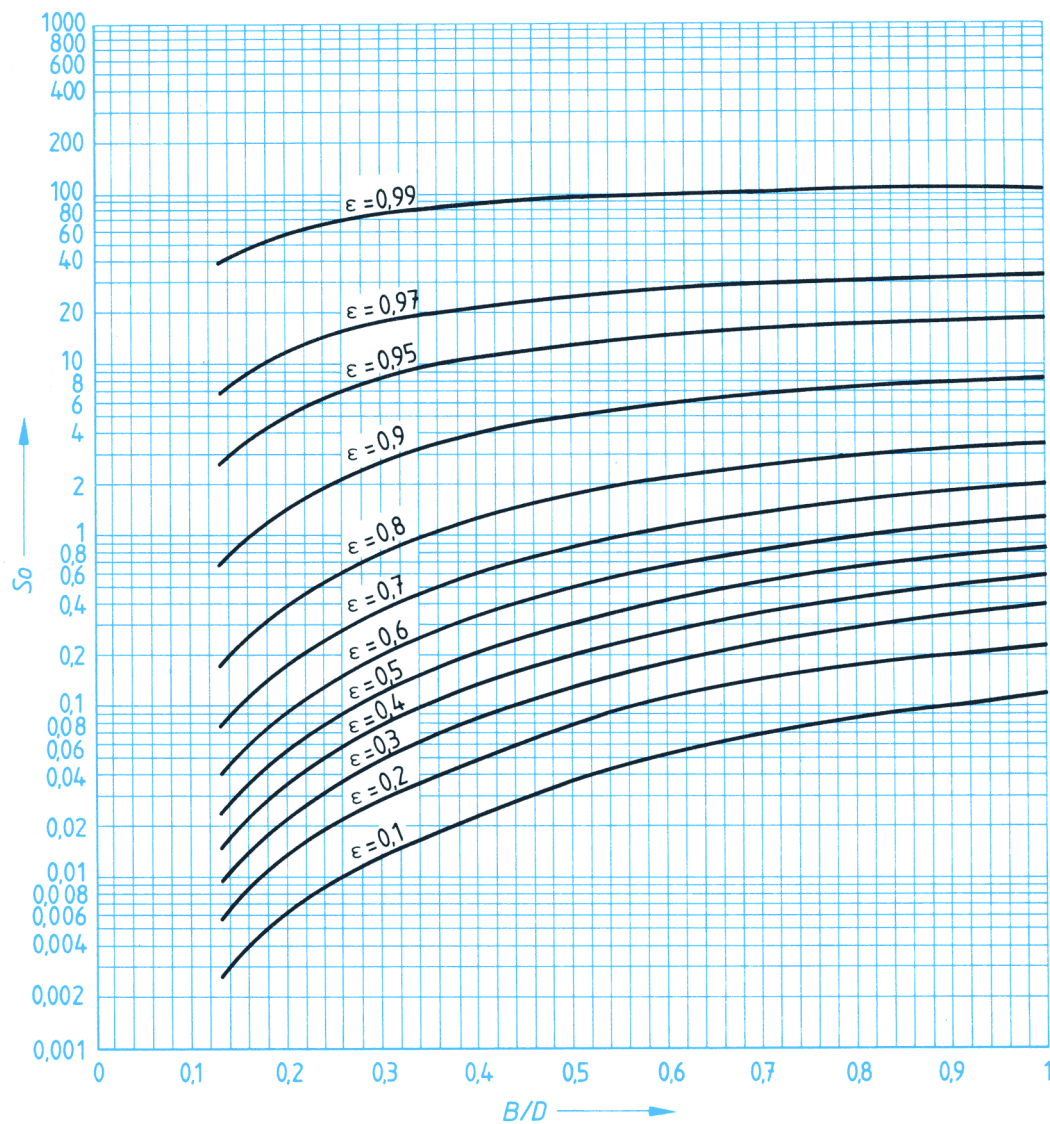


Bild 2. Sommerfeld-Zahl S_o in Abhängigkeit von der relativen Lagerbreite B/D und der relativen Exzentrizität ϵ für $\Omega = 360^\circ$

2.2 Abhängigkeit des Verlagerungswinkels β von der relativen Exzentrizität ε und der relativen Lagerbreite B/D

$$\beta = \left[\sum_{i=1}^{i=5} \alpha_i \cdot \varepsilon^i - 1 \right] \cdot \arctan \left(\frac{\pi \cdot \sqrt{1 - \varepsilon^2}}{2 \cdot \varepsilon} \right) \quad (2)$$

mit:

$$\alpha_1 = 1,152624 - 0,105465 \cdot \left(\frac{B}{D} \right)$$

$$\alpha_2 = -2,5905 + 0,798745 \cdot \left(\frac{B}{D} \right)$$

$$\alpha_3 = 8,73393 - 2,3291 \cdot \left(\frac{B}{D} \right)$$

$$\alpha_4 = -13,3415 + 3,424337 \cdot \left(\frac{B}{D} \right)$$

$$\alpha_5 = 6,6294 - 1,591732 \cdot \left(\frac{B}{D} \right)$$

Tabelle 2. $\beta = f\left(\varepsilon, \frac{B}{D}, \Omega = 360^\circ\right)$

ε	B/D							
	1	1/2	1/2,5	1/3	1/4	1/5	1/6	1/8
0,100	79,4100	81,7670	82,1190	82,2990	82,4810	82,5610	82,6080	82,6530
0,200	73,8580	75,1420	75,2830	75,3440	75,3870	75,4060	75,4140	75,4220
0,300	68,2640	68,4930	68,4230	68,3680	68,3040	68,2610	68,2380	68,2110
0,400	62,5710	61,7780	61,5440	61,3820	61,2080	61,1150	61,0620	61,0070
0,500	56,7040	54,9930	54,6030	54,3480	54,0690	53,9320	53,8630	53,7840
0,600	50,5360	48,0490	47,5210	47,1910	46,8250	46,6470	46,5540	46,4490
0,700	43,8590	40,8030	40,1560	39,7560	39,3260	39,1080	38,9830	38,8560
0,800	36,2350	32,9380	32,2160	31,7610	31,2490	30,9880	30,8400	30,6920
0,900	26,4820	23,5660	22,8490	22,3680	21,7900	21,4760	21,2890	21,0890
0,950	19,4500	17,2650	16,6480	16,2070	15,6320	15,2910	15,0750	14,8320
0,960	17,6090	15,6600	15,0890	14,6690	14,1090	13,7680	13,5470	13,2620
0,970	15,4840	13,8180	13,3130	12,9290	12,3990	12,0620	11,8380	11,5710
0,980	12,9030	11,5980	11,1780	10,8500	10,3750	10,0570	9,8350	9,5580
0,990	9,4160	8,5870	8,3010	8,0660	7,7030	7,4400	7,2420	6,9750
0,995	6,8290	6,3250	6,1430	5,9870	5,7330	5,5360	5,3800	5,1510
0,999	3,1960	3,0480	2,9890	2,9400	2,8480	2,7690	2,7080	2,5990

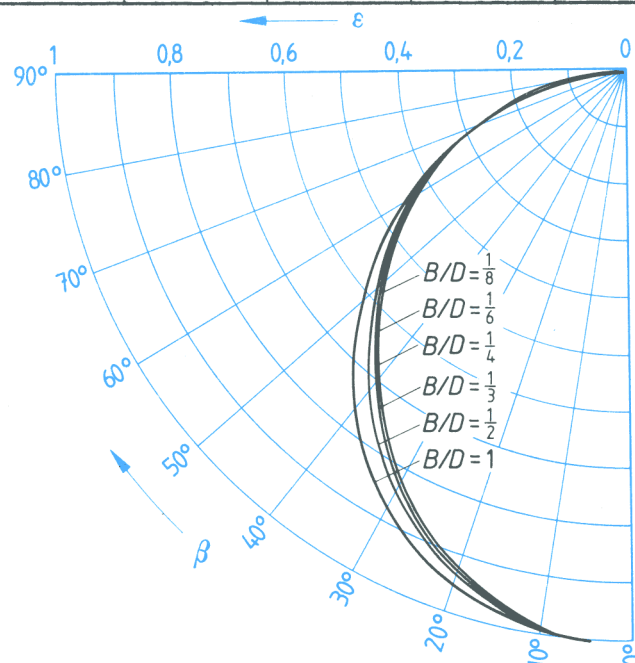


Bild 3. Verlagerungswinkel β in Abhängigkeit von der relativen Exzentrizität ε und der relativen Lagerbreite B/D für $\Omega = 360^\circ$

2.3 Abhängigkeit der bezogenen Reibungszahl μ/ψ_{eff} von der Sommerfeld-Zahl So und der relativen Lagerbreite B/D

$$\frac{\mu}{\psi_{\text{eff}}} = 10^Y \quad (3)$$

mit:

$$Y = C + E \cdot (\lg So) + F \cdot (\lg So)^2 + G \cdot (\lg So)^3 + H \cdot (\lg So)^4$$

mit:

$$C = 1,153423 - 2,69332 \cdot \left(\frac{B}{D}\right) + 6,552763 \cdot \left(\frac{B}{D}\right)^2 - 7,81938 \cdot \left(\frac{B}{D}\right)^3 + 3,405146 \cdot \left(\frac{B}{D}\right)^4$$

$$E = -0,7441784 + 0,104245 \cdot \left(\frac{B}{D}\right) - 0,343503 \cdot \left(\frac{B}{D}\right)^2 + 0,4677244 \cdot \left(\frac{B}{D}\right)^3 - 0,215028 \cdot \left(\frac{B}{D}\right)^4$$

$$F = -0,0105921 + 0,342048 \cdot \left(\frac{B}{D}\right) - 0,459955 \cdot \left(\frac{B}{D}\right)^2 + 0,381193 \cdot \left(\frac{B}{D}\right)^3 - 0,1056112 \cdot \left(\frac{B}{D}\right)^4$$

$$G = -0,000397154 - 0,01669 \cdot \left(\frac{B}{D}\right) + 0,00966612 \cdot \left(\frac{B}{D}\right)^2 - 0,0191126 \cdot \left(\frac{B}{D}\right)^3 - 0,01094135 \cdot \left(\frac{B}{D}\right)^4$$

$$H = 0,00258444 - 0,00870384 \cdot \left(\frac{B}{D}\right) - 0,00157289 \cdot \left(\frac{B}{D}\right)^2 + 0,01759905 \cdot \left(\frac{B}{D}\right)^3 - 0,006688832 \cdot \left(\frac{B}{D}\right)^4$$

Tabelle 3. $\frac{\mu}{\psi_{\text{eff}}} = f\left(\varepsilon, \frac{B}{D}, \Omega = 360^\circ\right)$

ε	B/D							
	1	1/2	1/2,5	1/3	1/4	1/5	1/6	1/8
0,100	26,4427	85,8907	130,2185	184,3218	321,9239	498,7551	714,8460	1264,8260
0,200	12,8311	41,0398	62,0412	87,6606	152,7858	236,4620	338,7033	598,9066
0,300	8,1894	25,3883	38,1456	53,6956	93,2048	143,9332	205,9145	363,6555
0,400	5,7896	17,0974	25,4433	35,5988	61,3788	94,4678	134,8827	237,7137
0,500	4,2835	11,8170	17,3382	24,0429	41,0381	62,8350	89,4597	157,1831
0,600	3,2188	8,1048	11,6525	15,9504	26,8217	40,7521	57,7593	100,9919
0,700	2,3956	5,3468	7,4625	10,0173	16,4648	24,7073	34,7567	60,3122
0,800	1,7046	3,2373	4,3180	5,6156	8,8721	13,0223	18,0740	30,9000
0,900	1,0547	1,5964	1,9682	2,4095	3,5045	4,8874	6,5626	10,7977
0,950	0,6936	0,8970	1,0326	1,1917	1,5809	2,0663	2,6495	4,1137
0,960	0,6104	0,7601	0,8591	0,9746	1,2559	1,6051	2,0235	3,0702
0,970	0,5195	0,6208	0,6873	0,7643	0,9504	1,1800	1,4537	2,1357
0,980	0,4161	0,4751	0,5133	0,5573	0,6622	0,7905	0,9423	1,3177
0,990	0,2876	0,3114	0,3266	0,3439	0,3843	0,4329	0,4895	0,6274
0,995	0,1997	0,2096	0,2158	0,2229	0,2390	0,2579	0,2797	0,3316
0,999	0,0877	0,0889	0,0897	0,0910	0,0928	0,0950	0,0979	0,1038