



Axial-Gleitlagern und Axial-Kippsegmentlagern (ISO12131, ISO12130)

- i Berechnung fehlerfrei.
- ii Projektinformationen

Dateneingabekapitel

1.0 Berechnungseinheiten, Maßeinheiten-Umwandlung

1.1 Berechnungseinheiten	SI Units (N, mm, kW...)	
1.2 Maßeinheiten-Umwandlung		
Länge	1 μm	39.37007874 μinch
Fläche	1 m²	1550.0031 inch²
Dichte	1 kg/m³	0.062427961 lb/ft³
Masse	1 kg	2.204624 lb
Kin. Viskosität	1 mm²/s	1 cSt
Dyn. Viskosität	1 μrein	6.89475729 cPoise
Temperatur	20 °C	68 °F
Spezifische Wärmekapazität	1 J/kg/°K	1 J/kg/°K
Durchflussmenge	1 litre/min	0.016666667 litre/s
Geschwindigkeit	1 m/s	3.280839895 ft/s
Beschleunigung	1 m/s²	3.280839895 ft/s²
Umdrehungen	1 /min	0.016666667 /s
Kraft	1 N	0.224809 lbf
Moment	1 Nm	0.737561 lbf-ft
Leistung	1 HP	2545.819362 Btu/h
Energie	1 kWh	3599997.12 J
Druck	1 MPa	0.145037 kpsi
Rauigkeit	3.2 Rz [μm]	128 Rz [μin]

2.0 Design / Prüfung von Axialgleitlagern (ISO 12131, ISO 12130, DIN 31654...)

2.1 Grundlegende Eingabedaten

2.2 Auswahl des Lagertyps	B. Axial-Kippsegmentlagern	
2.3 Lagerkraft (Belastung) bei Nenndrehfrequenz	F	20000 [N]
2.4 Lagerkraft (Belastung) bei Stillstand	Fst	0 = 0 [N]
2.5 Drehzahl der Spurzscheibe, Winkelgeschwindigkeit	n, ωN	400 41.89 [1/min],[rad/s]
2.6 Material der Gleitschicht des Lagers	Cu-Pb-Legierungen (7 MPa) *	
2.7 Maximal zulässige spezifische Lagerbelastung	plim', plim'.max	7 13 (20) [MPa]
2.8 Durchmesserverhältnis (Di / Do)	DR	0.6 0.4-0.8 [~]
2.9 Lagerflächenverhältnis (B / L)	BL	1 0.8-1.5 [~]
2.10 Genauigkeit	Mittleres Level	

2.11 Automatischer Entwurf

2.12 Start "Automatischer Entwurf"

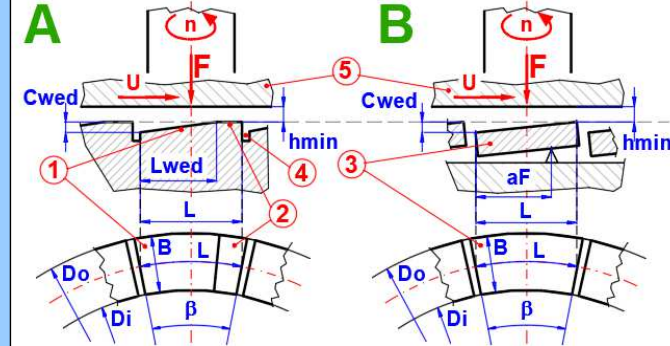
2.13 Schmierstoffauswahl (Definition)

2.14 ISO VG (Viskositätsklasse)	VG 220 (SAE 50, AGMA !)	
2.15 ISO VI (Viskositätsindex)	03. ISO VI = 95	
2.16 Temperatur an Punkt 1,2	T1,T2	20.0 50.0 [°C]
2.17 Dynamische Viskosität im Punkt 1,2	η1, η2	0.77625 0.111443 [Pa.s]
2.18 Dichte für T=20C	Rho20	900 [kg/m³]
2.19 Thermischer Ausdehnungskoeffizient	βL	0.72 0.72 [10 ⁻³ K]
2.20 Spezifische Wärmekapazität des Schmierstoffs	cp1, cp2	1806.174 1943.814 [J/kg/°K]

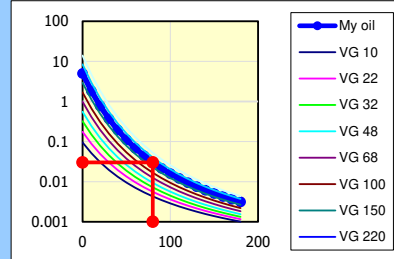
2.21 Maßgeschneiderter Entwurf

2.22 Innendurchmesser von Reibsegmenten - Vorschlag	Diprop	108.25 [mm]
2.23 Innendurchmesser der Reibsegmente	Di	110 110 [mm]
2.24 Außendurchmesser der Reibsegmente	Do	190 190 [mm]
2.25 Segmentlänge in Umfangsrichtung	L	40 40 [mm]
2.26 Anzahl der Segmente	Z	9 9 (11) [~]
2.27 Mittlerer Gleitdurchmesser	D	150 [mm]
2.28 Breite eines Segments	B	40 [mm]

2.80 Grundlegendes Bild



2.81 Dynamische Viskositätskurven



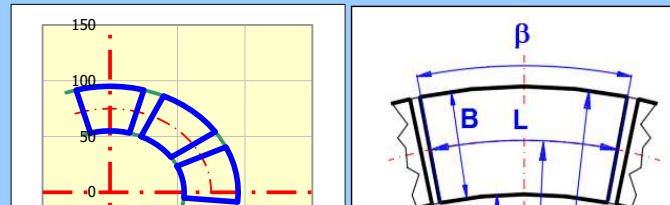
2.82 Benutzerwerte

Tx	80 [°C]
Rhox	862.7301 [kg/m³]
ηx	0.030269 [Pa.s]
vx	3.51E-05 [mm²/s]
VI	94 [~]

Diagramm

► x...T [°C]
 ▲ y...η [Pa.s]

2.83 Innen- und Außendurchmesser



2.29	Winkel eines Segments	β	30.56	[°]
2.30	Durchmesserverhältnis DR = Di / Do	DR	0.58	[~]
2.31	Abmessungsverhältnis der Segmente BL = B / L	BL	1.00	[~]

2.32 **Parameter des Reibungssegments**

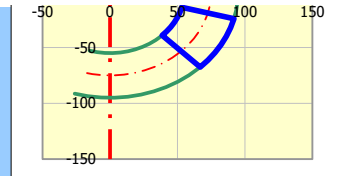
2.33	Keiltiefe	Cwed	0.035	0.035	[mm]	<input checked="" type="checkbox"/>
2.34	Keillänge	Lwed	30	30.000	[mm]	<input checked="" type="checkbox"/>
2.35	Relativer Abstand des Stützpunktes aF*=aF/L	aF*	0.64	0.64	[~]	<input checked="" type="checkbox"/>

2.36 **Lagermontage**

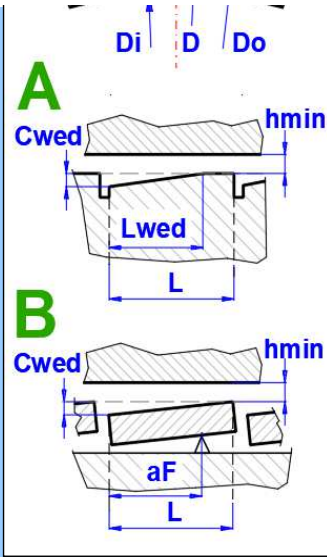
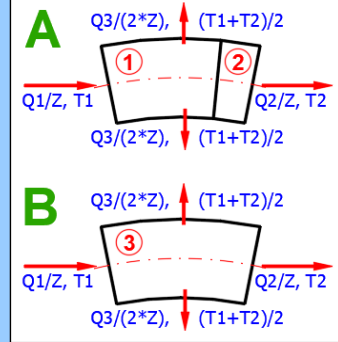
2.37	Methode der Lagermontage	A. Zylindrische Gehäuse				
2.38	Wärmeabgebende Oberfläche des Lagergehäuses	A	0.1575	0.1575	[m²]	<input checked="" type="checkbox"/>
2.39	Wärmeübergangszahl bei Wärmeabgabe an die Umgebung	kA	20	1.2 [m/s]	[W/m²/K]	<input checked="" type="checkbox"/>

2.40 **Zulässige Betriebsparameter**

2.41	Rauhigkeits des Druckringes	Rz	3.2	3.2	[µm]	<input checked="" type="checkbox"/>
2.42	Minimal zulässige Schmierfilmdicke	hlim,tr	0.00632		[mm]	<input checked="" type="checkbox"/>
2.43	Minimal zulässige Schmierfilmdicke	hlim	0.00791	0.00791	[mm]	<input checked="" type="checkbox"/>
2.44	Maximal zulässige Lagertemperatur (Konvektion)	TlimC	90	90 (110)	[°C]	<input checked="" type="checkbox"/>
2.45	Maximal zulässige Lagertemperatur (Druck)	TlimP	100	100 (115)	[°C]	<input checked="" type="checkbox"/>
2.46	Gleitgeschwindigkeit, bezogen auf den mittleren Tragring	U	3.142		[m/s]	
2.47	Spezifische Lagerbelastung	p'	1.39	<7(20)	[MPa]	



2.84 **Wärme-, Schmierstoffbilanz**



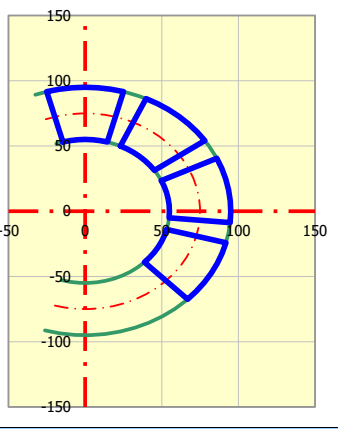
2.48 **Berechnung der thermischen und funktionellen Eigenschaften Axial-Kippsegmentlagern**

2.49 Methode der Lagerkühlung

	Konvektionskühlung		Druckkühlung	
2.50	Schmierstoffeintrittstemperatur		Ten	40.00 [°C]
2.51	Angenommene Schmierstofftemperatur am Lagerausgang		Tex	60.00 ~50-70 [°C]
2.52	Umgebungstemperatur		ΔT	20 [°C]
2.53	Angenommene anfängliche Lagertemperatur (TB,0=Teff)		Teff,0	56.15 [°C]
2.54	Effektive Schmierfiltemperatur		Re	0.733859 < 600 [~]
2.55	Reynoldszahl		Rho(T)	877.167 [kg/m³]
2.56	Dichte des Schmierstoffs		η(T)	0.081833 >0.0132 [Pa.s]
2.57	Dynamische Viskosität des Schmierstoffs		F*	0.064142 [~]
2.58	Tragkraftkennzahl		hmin/Cwed	0.426275 0.2<2 [~]
2.59	Relative Minimale Schmierfilmdicke		hmin	0.021793 >0.0079 [mm]
2.60	Minimale Schmierfilmdicke		f*	0.614418 [~]
2.61	Reibungskennzahl		k	218.75 [W/m²/K]
2.62	Wärmedurchgangskoeffizient, bezogen auf das Produkt B		Pth,f	327.9033 [W]
2.63	Wärmestrom aufgrund von Reibungskraft		Mf	7.82869 [Nm]
2.64	Reibungsmoment		TB,1	81.57 < 90 [°C]
2.65	Berechnete Lagertemperatur		TB,2	81.57 [°C]
2.66	Verbesserte Aufnahme der Lagertemperatur		Q0	1.478806 litre/min
2.67	Bezugsschmierstoffdurchsatz Q0 = B * hmin * U * Z		Q1	1.883926 [litre/min]
2.68	Schmierstoffdurchsatz am Eintrittspalt (Umfangsrichtung)		Q2	1.095506 [litre/min]
2.69	Schmierstoffdurchsatz am Austrittspalt (Umfangsrichtung)		Q3	0.78842 [litre/min]
2.70	Schmierstoffdurchsatz an den Seitenrändern (quer zur Umfangsrichtung)		Q	0.56868 [litre/min]
2.71	Die Gesamtmenge an Schmierstoff, die dem Lager zugeführt werden muss		M	0.5 0.4 - 0.6 [~]
2.72	Mischungsfaktor		T1	52.33 [°C]
2.73	Schmierstofftemperatur am Eintrittspalt		TB=T2	59.96 < 100 [°C]
2.74	Schmierstofftemperatur am Austrittspalt		Teff,1	56.14 [°C]
2.75	Effektive Schmierstofftemperatur		Teff,2	56.15 [°C]
2.76	Verbesserte Aufnahme der effektive Schmierstofftemperatur			

2.85 **Optimierung**

2.86	Viskosität	VG 220 (SAE 50, AGMA 5)
2.87	Verhältnis Di / Do	DR = 0.58 (DRInp=0.6)
2.88	Verhältnis B / L	BL = 1.00 (L=40 mm)
2.89	Durchmesser Di	Di = 110 mm
2.90	Durchmesser Do	Do = 190 mm
2.91	Anzahl der Segmente Z	Z = 9 (Zmax=11)



Iteration

3.0 Auswahl, Vergleich und Spezifikation von Schmierstoffen

3.1 A. Auswahl des Schmierstoffs aus der Schmierstofftabelle

3.2 01. Lageröl SAE 10; 10-W (ISO VG-32, VI-166)

3.3 B. Auswahl des Schmierstoffs aus der ISO 3448-Tabelle

3.4 ISO VG (Viskositätsklasse) VG 11. ISO VG 100 [VG]
 3.5 ISO VI (Viskositätsindex) VI 03. ISO VI = 95 [VI]
 3.6 ISO VR (Position im Bereich) VR 0.5 0 - 1 [~]

3.7 C. Definition des Schmierstoffs

3.8 Temperatur für die Dichtebestimmung T 20.0 [°C]
 3.9 Schmierstoffdichte bei T Rho 900.00 [kg/m³]
 3.10 Thermischer Ausdehnungskoeffizient βL 0.720 0.720 [10⁻³ K]
 3.11 Spezifische Wärmekapazität cp 1806.174 [J/kg/°K]
 3.12 Spezifische Wärme pro Volumen des Schmierstoffs Rho*cp 1625556.6 [J/m³/°K]
 3.13 **Definition der Viskosität des Schmierstoffs**
 3.14 Temperatur am Punkt 1,2 T1,T2 20.0 50.0 [°C]
 3.15 Kinematische Viskosität im Punkt 1,2 v1, v2 400 50 [mm²/s]
 3.16 Dynamische Viskosität im Punkt 1,2 η1, η2 0.36 0.044049 [Pa.s]
 3.17 Viskositätsindex 0 [VI]

3.19 Vergleichstabelle

ISO 3448	AGMA 9005-D94	SAE J300	SAE J306
Industrieöle	Getriebeöle	Motorenöle	Industrieöle
680	8		140
460	7		
320	6	60	90
220	5	50	
150	4	40	85W
100	3	30	80W
68	2	20	
46	1		75W
32	0	15W	
22		10W	
15		5W, 10W	

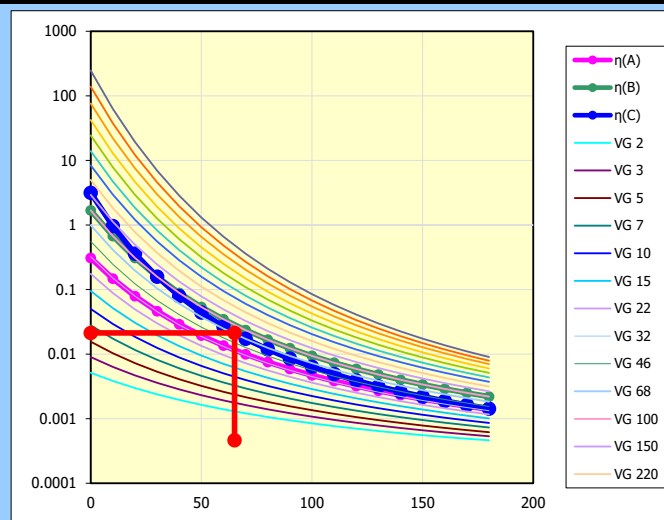


Diagramm: x...T [°C] ; y...η [Pa.s]

3.20 Tabelle der Viskosität, Dichte und Wärmekapazität

T	η(A)	η(B)	η(C)	v(C)	Rho(C)	cp(C)
[°C]	[Pa.s]	[Pa.s]	[Pa.s]	[mm²/s]	[kg/m³]	[J/kg/°K]
Ts 0	0.308278	1.681991	3.14682	3446.118	913.1494	1688.191
10	0.147648	0.673535	0.962124	1061.33	906.527	1747.495
20	0.078914	0.3087	0.36	400	900	1806.174
30	0.04612	0.158075	0.158299	177.1543	893.5663	1864.251
40	0.029	0.088701	0.079246	89.31894	887.224	1921.749
50	0.019367	0.053695	0.044049	50	880.971	1978.686
60	0.013594	0.034624	0.026652	30.46667	874.8056	2035.085
70	0.009946	0.023538	0.017281	19.89182	868.7259	2090.963
80	0.007534	0.016728	0.011857	13.74305	862.7301	2146.339
90	0.005877	0.012343	0.008523	9.947707	856.8165	2201.232
100	0.0047	0.009402	0.006369	7.48412	850.9834	2255.657
110	0.003839	0.007358	0.004915	5.815341	845.2292	2309.632
120	0.003194	0.005895	0.003898	4.643123	839.5522	2363.172
130	0.0027	0.004819	0.003164	3.793669	833.9511	2416.293
140	0.002314	0.004008	0.002619	3.161372	828.4242	2469.008
150	0.002008	0.003385	0.002205	2.679656	822.97	2521.333
160	0.001761	0.002897	0.001885	2.305167	817.5872	2573.28
170	0.001559	0.002509	0.001632	2.008844	812.2744	2624.863
180	0.001392	0.002196	0.001429	1.770704	807.0301	2676.094

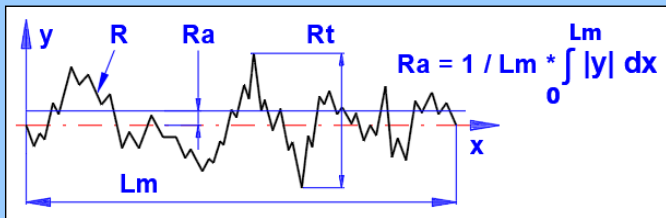
3.21 Benutzerwerte

Tx	65	0.011573	0.028376	0.021294	24.42695	871.7551	2063.088
----	----	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Umrechnungstabelle						
ISO 468	ASA B.46.1	BS 1134	Germany	JIS		
Ra μm	AA μin	CLA μin	Rt μm	Rz μm	Ry μm	ISO 1302
0.006	0.25					N01
0.012	0.5			0.05	0.05	N0
0.025	1		0.25	0.1	0.1	N1
0.05	2		0.5	0.2	0.2	N2
0.1	4	4	0.8	0.4	0.4	N3
0.2	8	8	1.6	0.8	0.8	N4
0.4	16	16	2.5	1.6	1.6	N5
0.8	32	32	4	3.2	3.2	N6
1.6	63	63	8	6.3	6.3	N7
3.2	125	125	16	12.5	12.5	N8
6.3	250	250	25	25	25	N9
12.5	500	500	50	50	50	N10
25	1000	1000	100	100	100	N11
50	2000		200	200	200	N12
100	4000			400	400	N13
200	8000					N14

ISO 468			
Ra μm	Rz μm	Ra μm	Rz μm
0.006	0.025	2.0	8.0
0.008	0.032	2.5	10.0
0.010	0.040	3.2	12.5
0.012	0.050	4.0	16.0
0.016	0.063	5.0	20
0.020	0.080	6.3	25
0.025	0.100	8.0	32
0.032	0.125	10.0	40
0.040	0.160	12.5	50
0.050	0.20	16.0	63
0.063	0.25	20	80
0.080	0.32	25	100
0.100	0.40	32	125
0.125	0.50	40	160
0.160	0.63	50	200
0.20	0.80	63	250
0.25	1.00	80	320
0.32	1.25	100	400
0.40	1.60	125	500
0.50	2.0	160	630
0.63	2.5	200	800
0.80	3.2	250	1000
1.00	4.0	320	1250
1.25	5.0	400	1600
1.60	6.3		

DIN 4763-60	
Ra μm	Rz μm
0.01	0.04
0.016	0.063
0.025	0.1
0.04	0.16
0.063	0.25
0.1	0.4
0.16	0.63
0.25	1
0.4	1.6
0.63	2.5
1	4
1.6	6.3
2.5	10
4	16
6.3	25
10	40
16	63
25	100
40	160
63	250
100	400
160	630
250	1000



5.0 Maximal zulässige spezifische Lagerbelastung - Diagramme

5.1 Auswahl des Gleitschichtmaterials

- 5.2 A. Material der Lager-Gleitschicht 1. Bronze - Cu-Sn5-Pb5-Zn5 ▼
- 5.3 B. Material der Lager-Gleitschicht 2. Bronze - Cu-Sn10-Pb10 ▼
- 5.4 C. Material der Lager-Gleitschicht 3. Bleizusammensetzung - Pb-Sn6-Sb6 ▼

5.5 Gleitgeschwindigkeit, bezogen auf den mittleren Tragringc	v	3.142	3.142	[m/s] ✓
5.6 Maximal zulässige spezifische Lagerbelastung	plim'A	31.962		[MPa]
5.7 Maximal zulässige spezifische Lagerbelastung	plim'B	27.315		[MPa]
5.8 Maximal zulässige spezifische Lagerbelastung	plim'C	32.663		[MPa]
5.9 Maximale Gleitgeschwindigkeit	vmaxA	>10		[m/s]
5.10 Maximale Gleitgeschwindigkeit	vmaxB	>10		[m/s]
5.11 Maximale Gleitgeschwindigkeit	vmaxC	9		[m/s]

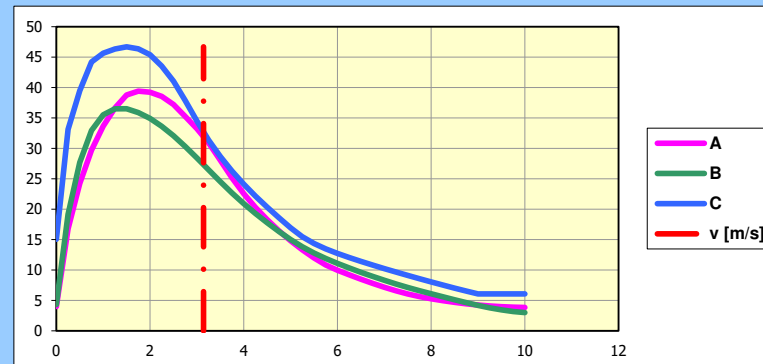


Diagramm: ► x...v [m/s]; ▲ y...plim [MPa]