

KISSsoft – student license (not for commercial use)

## Projekt

Name : Getriebebeleg

Beschreibung: MEIII Beleg

Kunde : Prof. Fischer

## Datei

Name : ZR\_Paar\_2

Geändert von: Moritz am: 18.06.2021 um: 09:48:55

**Berechnung eines schrägverzahnten Stirnradpaars**

Zeichnungs- oder Artikelnummer:

Rad 1: 0.000.0

Rad 2: 0.000.0

Rechenmethode

DIN 3990:1987 Methode B

----- Rad 1 ----- Rad 2 --

Leistung (kW) [P] 40.000

Drehzahl (1/min) [n] 312.8

119.7

Drehmoment (Nm) [T] 1221.1

3190.7

Anwendungsfaktor [KA] 1.10

Geforderte Lebensdauer (h) [H] 10000.00

Rad treibend (+) / getrieben (-) +

Arbeitsflanke Rad 1: Rechte Flanke

Drehrichtung Rad 1: im Uhrzeigersinn

**Zahngeometrie und Werkstoff**

Geometrieberechnung nach ISO 21771:2007, DIN ISO 21771:2014

----- Rad 1 ----- Rad 2 --

Achsabstand (mm) [a] 175.000

Achsabstandstoleranz ISO 286:2010 Abmass js7

Normalmodul (mm) [mn] 3.0000

Normaleingriffswinkel (°) [αn] 20.0000

Schrägungswinkel am Teilkreis (°) [β] 10.0000

Zähnezahl [z] 31

Zahnbreite (mm)	[b]	55.50
54.50		
Schrägungsrichtung	links	rechts
Verzahnungsqualität	[Q-DIN 3961:1978]	6
6		
Innendurchmesser (mm)	[di]	0.00
0.00		
Innendurchmesser der Bandage (mm)	[dbi]	0.00
0.00		

## Werkstoff

Rad 1

16 MnCr 5 (1), Einsatzstahl, einsatzgehärtet

ISO 6336-5 Bild 9/10 (MQ), Kernhärte &gt;=25HRC Jominy J=12mm&lt;HRC28

Rad 2

16 MnCr 5 (1), Einsatzstahl, einsatzgehärtet

ISO 6336-5 Bild 9/10 (MQ), Kernhärte &gt;=25HRC Jominy J=12mm&lt;HRC28

----- Rad 1 ----- Rad 2 -----

Oberflächen-Härte	HRC 59	
HRC 59		
Dauerfestigk. Zahnfussspannung (N/mm <sup>2</sup> )	[σFlim]	430.00
430.00		
Dauerfestig. Hertzsche Pressung (N/mm <sup>2</sup> )	[σHlim]	1500.00
1500.00		
Bruchfestigkeit (N/mm <sup>2</sup> )	[σB]	1000.00
1000.00		
Streckgrenze (N/mm <sup>2</sup> )	[σS]	695.00
695.00		
Elastizitätsmodul (N/mm <sup>2</sup> )	[E]	206000
206000		
Poissonzahl	[ν]	0.300
0.300		
Mittenrauhwert Ra, Flanke (μm)	[RAH]	0.60
0.60		
Mittenrauhwert Ra, Fuss (μm)	[RAF]	3.00
3.00		
Gemittelte Rauhtiefe Rz, Flanke (μm)	[RZH]	4.80
4.80		
Gemittelte Rauhtiefe Rz, Fuss (μm)	[RZF]	20.00
20.00		

Bezugsprofil von Rad	1:	
Bezugsprofil		1.25 / 0.38 / 1.0 ISO 53:1998 Profil A
Fusshöhenfaktor	[hfP*]	1.250
Fussradiusfaktor	[pfP*]	0.380
(pfPmax*= 0.472)		
Kopfhöhenfaktor	[haP*]	1.000
Kopfradiusfaktor	[paP*]	0.000
Protuberanzhöhenfaktor	[hprP*]	0.000
Protuberanzwinkel	[aprP]	0.000
Kopfformhöhenfaktor	[hFaP*]	0.000
Kantenbrechflankenwinkel	[aKP]	0.000
	nicht überschneidend	
Bezugsprofil von Rad	2:	
Bezugsprofil		1.25 / 0.38 / 1.0 ISO 53:1998 Profil A
Fusshöhenfaktor	[hfP*]	1.250
Fussradiusfaktor	[pfP*]	0.380
(pfPmax*= 0.472)		
Kopfhöhenfaktor	[haP*]	1.000
Kopfradiusfaktor	[paP*]	0.000
Protuberanzhöhenfaktor	[hprP*]	0.000
Protuberanzwinkel	[aprP]	0.000
Kopfformhöhenfaktor	[hFaP*]	0.000
Kantenbrechflankenwinkel	[aKP]	0.000
	nicht überschneidend	

## Angaben für die Fertigbearbeitung

Fusshöhe Bezugsprofil	[hfP*]	1.250
1.250		
Fussradius Bezugsprofil	[pfP*]	0.380
0.380		
Kopfhöhe Bezugsprofil	[haP*]	1.000
1.000		
Protuberanzhöhenfaktor	[hprP*]	0.000
0.000		
Protuberanzwinkel (°)	[aprP]	0.000
0.000		
Kopfformhöhenfaktor	[hFaP*]	0.000
0.000		
Kantenbrechflankenwinkel (°)	[aKP]	0.000
0.000		

Art der Profilkorrektur:

Kopfrücknahme, durch Einlaufen ( $\mu\text{m}$ )

2.0 /

keine (nur Einlaufbetrag)

[Ca L/R]

2.0 / 2.0

2.0

Schmierungsart

Öl-Tauchschmierung

Ölsorte

ISO-VG 220

Schmierstoff-Basis

Mineralöl-Basis

Kinematische Nennviskosität Öl bei 40°C ( $\text{mm}^2/\text{s}$ )

[v40]

220.00

Kinematische Nennviskosität Öl bei 100°C ( $\text{mm}^2/\text{s}$ )

[v100]

17.50

Spezifische Dichte bei 15°C ( $\text{kg}/\text{dm}^3$ )

[ρ]

0.895

Öltemperatur (°C)

[TS]

70.000

## Zahnradpaar

Gesamtübersetzung

[itot]

-2.613

Zähnezahlverhältnis

[u]

2.613

Strommodul (mm)

[mt]

3.046

Stirneingriffswinkel (°)

[ct]

20.284

Betriebseingriffswinkel (°)

[awt]

23.885

23.870

[awt.e/i]

23.900 /

Betriebseingriffswinkel im Normalschnitt (°)

[awn]

23.545

Schrägungswinkel am Wälzkreis (°)

[βw]

10.253

Grundschrägungswinkel (°)

[βb]

9.391

Nullachsabstand (mm)

[ad]

170.592

Teilkreisteilung (mm)

[pt]

9.570

Grundkreisteilung (mm)

[pbt]

8.977

Stirneingriffsteilung (mm)

[pet]

8.977

Profilverschiebungsfaktorsumme

[Σxi]

1.5976

Profilüberdeckung

[εα]

1.408

Profilüberdeckung mit Abmassen

[εα.e/m/i]

1.414 /

1.403 /

1.392

Sprungüberdeckung

[εβ]

1.004

Gesamtüberdeckung

[εγ]

2.412

Gesamtüberdeckung mit Abmassen

[εγ.e/m/i]

2.418 /

2.407 /

2.396

Länge der Eingriffsstrecke (mm)

[ga, e/i]

12.639 (

12.689 /

12.497 )

Länge T1-A (mm)	[T1A]	13.915 (
13.866 /		14.024 )
Länge T1-B (mm)	[T1B]	17.578 (
17.578 /		17.544 )
Länge T1-C (mm)	[T1C]	19.612 (
19.599 /		19.626 )
Länge T1-D (mm)	[T1D]	22.892 (
22.843 /		23.000 )
Länge T1-E (mm)	[T1E]	26.555 (
26.555 /		26.521 )
Länge T2-A (mm)	[T2A]	56.943 (
56.943 /		56.884 )
Länge T2-B (mm)	[T2B]	53.280 (
53.231 /		53.363 )
Länge T2-C (mm)	[T2C]	51.245 (
51.210 /		51.281 )
Länge T2-D (mm)	[T2D]	47.966 (
47.966 /		47.907 )
Länge T2-E (mm)	[T2E]	44.303 (
44.254 /		44.387 )
Länge T1-T2 (mm)	[T1T2]	70.858 (
70.808 /		70.907 )
Minimale Berührlinienlänge (mm)	[Lmin]	77.686

## Rad 1

Steigungshöhe (mm)	[pz]	1682.529
Axiale Teilung (mm)	[px]	54.275
Profilverschiebungsfaktor	[x]	0.6026
Zahndicke, Bogen, in Modul	[sn*]	2.0094
Kopfhöhenänderung (mm)	[k*mn]	-0.385
Teilkreisdurchmesser (mm)	[d]	94.435
Grundkreisdurchmesser (mm)	[db]	88.579
Kopfkreisdurchmesser (mm)	[da]	103.280
(mm)	[da.e/i]	103.280 / 103.245
Kopfkreisabmasse (mm)	[Ada.e/i]	0.000 / -0.035
Kopfformkreisdurchmesser (mm)	[dFa]	103.280
(mm)	[dFa.e/i]	103.280 /
103.245		

Fusskreisdurchmesser (mm)	[df]	90.550
Erzeugungsprofilverschiebungsfaktor	[xE.e/i]	0.5705/ 0.5522
Erzeugter Fusskreis mit xE (mm)	[df.e/i]	90.358 /
90.248		
Fussformkreisdurchmesser (mm)	[dFf]	92.276
(mm)	[dFf.e/i]	92.122 /
92.036		
Evolventenlänge (mm)	[l_dFa-l_dFf]	6.073
Kopfhöhe, $m_n(h_{ap}^*+x+k)$ (mm)	[ha]	4.423
(mm)	[ha.e/i]	4.423 /
4.405		
Fusshöhe (mm)	[hf=mn*(hfP*-x)]	1.942
(mm)	[hf.e/i]	2.038 /
2.093		
Zahnhöhe (mm)	[h]	6.365
Ersatz-Zähnezahl	[zn]	32.339
Normalzahndicke am Kopfkreis	(mm)	[san]
	(mm)	[san.e/i]
2.002		2.122
Normalzahndicke am Kopfformkreis (mm)	[sFan]	2.122
(mm)	[sFan.e/i]	2.065 /
2.002		
Normal-Lückenweite am Fusskreis	(mm)	[efn]
	(mm)	[efn.e/i]
2.185		2.147
		2.171 /

## Rad 2

Steigungshöhe (mm)	[pz]	4396.286
Axiale Teilung (mm)	[px]	54.275
Profilverschiebungsfaktor	[x]	0.9951
Zahndicke, Bogen, in Modul	[sn*]	2.2951
Kopfhöhenänderung (mm)	[k*mn]	-0.385
Teilkreisdurchmesser (mm)	[d]	246.749
Grundkreisdurchmesser (mm)	[db]	231.447
Kopfkreisdurchmesser (mm)	[da]	257.949
(mm)	[da.e/i]	257.949 / 257.897
Kopfkreisabmasse (mm)	[Ada.e/i]	0.000 / -0.052
Kopfformkreisdurchmesser (mm)	[dFa]	257.949
(mm)	[dFa.e/i]	257.949 /
257.897		
Fusskreisdurchmesser (mm)	[df]	245.219
Erzeugungsprofilverschiebungsfaktor	[xE.e/i]	0.9516/ 0.9287
Erzeugter Fusskreis mit xE (mm)	[df.e/i]	244.958 /

244.821

Fussformkreisdurchmesser (mm)		[dFf]	246.719
	(mm)	[dFf.e/i]	246.460 /
246.324			
Evolventenlänge (mm)		[l_dFa-l_dFf]	6.122
Kopfhöhe, $m_n(h_{ap}^*+x+k)$ (mm)		[ha]	5.600
	(mm)	[ha.e/i]	5.600 /
5.574			
Fusshöhe (mm)		[hf=mn*(hfP*-x)]	0.765
	(mm)	[hf.e/i]	0.895 /
0.964			
Zahnhöhe (mm)		[h]	6.365
Ersatz-Zähnezahl		[zn]	84.499
Normalzahndicke am Kopfkreis	(mm)	[san]	2.314
	(mm)	[san.e/i]	2.239 /
2.163			
Normalzahndicke am Kopfformkreis (mm)		[sFan]	2.314
	(mm)	[sFan.e/i]	2.239 /
2.163			
Normal-Lückenweite am Fusskreis	(mm)	[efn]	1.984
	(mm)	[efn.e/i]	1.986 /
1.988			

## Radspezifische Paardaten Zahnradpaar 1, Rad 1

Wälzkreisdurchmesser (mm)		[dw]	96.875
	(mm)	[dw.e/i]	96.886 /
96.864			
Kopfnutzkreisdurchmesser (mm)		[dNa]	103.280
	(mm)	[dNa.e/i]	103.280 /
103.245			
Kopfspiel theoretisch (mm)		[c]	0.750
Kopfspiel effektiv (mm)		[c.e/i]	0.987 /
0.861			
Fussnutzkreisdurchmesser (mm)		[dNf]	92.848
	(mm)	[dNf.e/i]	92.913 /
92.818			
Reserve ( $dNf-dFf$ )/2 (mm)		[cFe/i]	0.439 /
0.348			
Max. Gleitgeschwindigkeit am Kopf (m/s)		[vga]	0.314
Spezifisches Gleiten am Kopf		[ζa]	0.361
Spezifisches Gleiten am Fuss		[ζf]	-0.566
Mittleres spezifisches Gleiten		[ζm]	0.361
Gleitfaktor am Kopf		[Kga]	0.198

Gleitfaktor am Fuss

[Kgf] -0.163

Wälzwinkel zu dFa (°) 34.309	[ξdFa.e/i]	34.353 /
Wälzwinkel zu dNa (°) 34.309	[ξdNa.e/i]	34.353 /
Wälzwinkel zu dNf (°) 17.938	[ξdNf.e/i]	18.142 /
Wälzwinkel zu dFf (°) 16.163	[ξdFf.e/i]	16.368 /
Durchmesser Einzeleingriffspunkt B (mm) 95.300 /	[d-B] 95.275 )	95.300 (
Durchmesser Einzeleingriffspunkt D (mm) 99.666 /	[d-D] 99.811 )	99.711 (
Kopfüberdeckung 0.775 /	[ε] 0.768 )	0.773 (

## Radspezifische Paardaten Zahnradpaar 1, Rad 2

Wälzkreisdurchmesser (mm) 253.096	[dw] [dw.e/i]	253.125 253.154 /
Kopfnutzkreisdurchmesser (mm) 257.897	[dNa] [dNa.e/i]	257.949 257.949 /
Kopfspiel theoretisch (mm) 0.827	[c]	0.750
Kopfspiel effektiv (mm) 0.827	[c.e/i]	0.948 /
Fussnutzkreisdurchmesser (mm) 247.793	[dNf] [dNf.e/i]	247.829 247.888 /
Reserve (dNf-dFf)/2 (mm) 0.667	[cF.e/i]	0.782 /
Max. Gleitgeschwindigkeit am Kopf (m/s)	[vga]	0.258
Spezifisches Gleiten am Kopf	[ζa]	0.361
Spezifisches Gleiten am Fuss	[ζf]	-0.566
Mittleres spezifisches Gleiten	[ζm]	0.361
Gleitfaktor am Kopf	[Kga]	0.163
Gleitfaktor am Fuss	[Kgf]	-0.198
Wälzwinkel zu dFa (°) 28.164	[ξdFa.e/i]	28.193 /
Wälzwinkel zu dNa (°) 28.164	[ξdNa.e/i]	28.193 /

Wälzwinkel zu dNf (°)	[ξdNf.e/i]	21.976 /
21.910		
Wälzwinkel zu dFf (°)	[ξdFf.e/i]	20.968 /
20.870		
Durchmesser Einzeleingriffspunkt B (mm)	[d-B]	254.800 (
254.758 /		254.870 )
Durchmesser Einzeleingriffspunkt D (mm)	[d-D]	250.541 (
250.541 /		250.496 )
Kopfüberdeckung	[ε]	0.635 (
0.639 /		0.624 )

## Allgemeine Einflussfaktoren

		----- Rad 1 ----- Rad 2 --
Nennumfangskraft im Teilkreis (N)	[Ft]	25861.7
Axialkraft (N)	[Fa]	4560.1
Radialkraft (N)	[Fr]	9558.1
Normalkraft (N)	[Fnorm]	27946.0
Nennumfangskraft pro mm (N/mm)	[W]	474.53
Nur zur Information: Kräfte im Wälzkreis:		
Nennumfangskraft (N)	[Ftw]	25210.2
Axialkraft (N)	[Faw]	4560.1
Radialkraft (N)	[Frw]	11163.7
Umfangsgeschwindigkeit Teilkreis (m/s)	[v]	1.55
Umfangsgeschwindigkeit Wälzkreis (m/s)	[v(dw)]	1.59
Einlaufbetrag (μm)	[yp]	0.6
Einlaufbetrag (μm)	[yf]	0.6
Toleranzen fpe, ff, fHβ entsprechend Toleranzen in Abschnitt 7		
Korrekturfaktor	[CM]	0.800
Radkörperfaktor	[CR]	1.000
Bezugsprofilfaktor	[CBS]	0.975
Materialfaktor	[E/Est]	1.000
Einzelfedersteifigkeit (N/mm/μm)	[c']	15.987
Eingriffs federsteifigkeit (N/mm/μm)	[cy]	20.880
Reduzierte Masse (kg/mm)	[mRed]	0.03005
Resonanzdrehzahl (min-1)	[nE1]	8119
Bezugsdrehzahl (-)	[N]	0.039
Unterkritischer Bereich		
Einlaufbetrag (μm)	[ya]	0.6
Lagerdistanz l der Ritzelwelle (mm)	[l]	111.000
Distanz s der Ritzelwelle (mm)	[s]	11.100
Aussendurchmesser der Ritzelwelle (mm)	[dsh]	55.500

Belastung nach Bild 6.8, 0:6.8a, 1:6.8b, 2:6.8c, 3:6.8d, 4:6.8e	DIN 3990-1:1987	[·]	4
Faktor K' nach Bild 6.8,	DIN 3990-1:1987	[K']	-1.00
Ohne Stützwirkung			
Flankenlinienabweichung wirksame ( $\mu\text{m}$ )		[F $\beta$ y]	4.25
von Verformung der Wellen ( $\mu\text{m}$ )		[fsh*B1]	3.06
fsh ( $\mu\text{m}$ ) = 3.06 , B1= 1.00 , fH $\beta$ 5 ( $\mu\text{m}$ ) = 7.00			
Zahn ohne Flankenlinien-Korrektur			
Lage des Tragbildes :		günstig	
von Fertigungstoleranzen ( $\mu\text{m}$ )		[fma*B2]	10.00
B2=1.00			
Flankenlinienabweichung, theoretisch ( $\mu\text{m}$ )		[F $\beta$ x]	5.00
Einlaufbetrag ( $\mu\text{m}$ )		[y $\beta$ ]	0.75
Dynamikfaktor		[Kv]	1.009
Breitenfaktoren	- Flanke	[KH $\beta$ ]	1.084
	- Zahnfuss	[KF $\beta$ ]	1.074
	- Fressen	[KB $\beta$ ]	1.084
Stirnfaktoren	- Flanke	[KH $\alpha$ ]	1.017
	- Zahnfuss	[KF $\alpha$ ]	1.017
	- Fressen	[KB $\alpha$ ]	1.017
Lastwechselzahl (in Mio.)		[NL]	187.683
71.829			

## Zahnfuss-Tragfähigkeit

Rechnung der Zahnformfaktoren nach Methode: B

----- Rad 1 ----- Rad 2 --

Berechnet mit Profilverschiebungsfaktor 0.9951	[x]	0.6026
Zahnformfaktor 1.17	[YF]	1.15
Spannungskorrekturfaktor 2.41	[YS]	2.37
Kraftangriffswinkel ( $^{\circ}$ ) 23.45	[ $\alpha_{\text{Fn}}$ ]	24.43
Kraftangriffs durchmesser (mm) 254.597	[d <sub>en</sub> ]	99.487
Biegehebelarm (mm) 3.35	[hF]	3.12
Zahnfussdicke (mm)	[sFn]	6.87

7.09

Zahnfussradius (mm)	[ρF]	1.20
1.15		
Biegehebelarm (-)	[hF/mn]	1.041
1.117		
Zahnfussdicke (-)	[sFn/mn]	2.290
2.362		
Zahnfussradius (-)	[ρF/mn]	0.400
0.383		
Berechnungsquerschnitt-Durchmesser (mm)	[d <sub>sFn</sub> ]	91.562
246.302		
Tangente am Berechnungsquerschnitt (°)	[α <sub>sFn</sub> ]	30.000
30.000		
Kerbparameter	[q <sub>s</sub> ]	2.863
3.087		
Überdeckungsfaktor	[Yε]	1.000
Schrägenfaktor	[Yβ]	0.917
Massgebende Zahnbreite (mm)	[beff]	55.50
54.50		
Zahnfuss-Nennspannung (N/mm <sup>2</sup> )	[σF0]	389.37
409.69		
Zahnfussspannung (N/mm <sup>2</sup> )	[σF]	472.15
496.79		

## Zulässige Zahnfussspannung von Prüf-Zahnrad

Stützziffer	[Y <sub>drelT</sub> ]	1.003
1.005		
Oberflächenfaktor	[Y <sub>RrelT</sub> ]	0.957
0.957		
Größenfaktor, Zahnfuss	[Y <sub>X</sub> ]	1.000
1.000		
Zeitfestigkeitsfaktor	[Y <sub>NT</sub> ]	1.000
1.000		
$Y_{drelT} * Y_{RrelT} * Y_X * Y_{NT}$		0.960
0.962		
Wechselbiegungsfaktor, Mittelspannungseinflussfaktor	[Y <sub>M</sub> ]	1.000
1.000		
Spannungskorrekturfaktor	[Y <sub>st</sub> ]	2.00
$Y_{st} * \sigma_{Flim}$ (N/mm <sup>2</sup> )	[σ <sub>FE</sub> ]	860.00
860.00		
Zulässige Zahnfussspannung σ <sub>FG/SFmin</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	[σ <sub>FP</sub> ]	589.66
590.82		
Zahnfuss-Grenzfestigkeit (N/mm <sup>2</sup> )	[σ <sub>FG</sub> ]	825.53
827.15		

Sollsicherheit	[SFmin]	1.40
1.40		
Sicherheitsfaktor für Zahnfussspannung	[SF=σFG/σF]	1.75
1.66		
Übertragbare Leistung (kW)	[kWRating]	49.96
47.57		

## Flankensicherheit

		—— Rad 1 ———— Rad 2 —
Zonenfaktor	[ZH]	2.250
Elastizitätsfaktor ( $\sqrt{N/mm^2}$ )	[ZE]	189.812
Überdeckungsfaktor	[Zε]	0.843
Schrägenfaktor	[Zβ]	0.992
Massgebende Zahnbreite (mm)	[beff]	54.50
Nominelle Flankenpressung (N/mm <sup>2</sup> )	[σHO]	941.67
Flankenpressung am Wälzkreis (N/mm <sup>2</sup> )	[σHw]	1041.90
Einzeleingriffs-Faktor	[ZB,ZD]	1.00
1.00		
Flankenpressung (N/mm <sup>2</sup> )	[σHB, σHD]	1041.90
1041.90		
Schmierstoff-Faktor, bei NL	[ZL]	1.020
1.020		
Geschwindigkeitsfaktor bei NL	[ZV]	0.960
0.960		
Rauhigkeitsfaktor bei NL	[ZR]	0.978
0.978		
Werkstoffpaarungsfaktor bei NL	[ZW]	1.000
1.000		
Zeitfestigkeitsfaktor	[ZNT]	1.000
1.000		
	[ZL*ZV*ZR*ZNT]	0.957
0.957		
Eine gewisse Grübchenbildung zulässig:	nein	
Größenfaktor, Flanke	[ZX]	1.000
1.000		
Zulässige Flankenpressung, σHG/SHmin (N/mm <sup>2</sup> )	[σHP]	1436.15
1436.15		
Grübchen-Grenzfestigkeit (N/mm <sup>2</sup> )	[σHG]	1436.15
1436.15		
Sollsicherheit	[SHmin]	1.00

1.00

Sicherheit für Flankenpressung	Wälzkreis	[SHw]	1.38
1.38			
Sicherheit für Pressung, $\sigma_{HG}/\sigma_{HBD}$ Einzeleingriff		[SHBD]	1.38
1.38			
Sicherheit bezüglich übertragbares Drehmoment		[(SHBD)^2]	1.90
1.90			
Übertragbare Leistung (kW)		[kWRating]	76.00
76.00			

## Micropitting (Graufleckigkeit) nach

ISO/TS 6336-22:2018

Berechnung nicht durchgeführt, Schmierstoff: Laststufe Micropitting-Test nicht bekannt

## Fresstragfähigkeit

Rechenmethode nach	DIN 3990:1987	
Schrägungsfaktor Fressen	[KBy]	1.207
Schmierungsfaktor für Schmierungsart	[XS]	1.000
Fresstest und Laststufe	[FZGtest]	FZG - Test A / 8.3 / 90 (ISO 14635 - 1)
12		
Relativer Gefügefaktor, Fressen	[XWrelT]	1.000
Therm. Kontaktkoeffizient (N/mm/s <sup>0.5</sup> /K)	[BM]	13.780
13.780		
Massgebende Kopfrücknahme (μm)	[Ca]	2.00
2.00		
Optimale Kopfrücknahme (μm)	[Ceff]	25.00
Ca als optimal angenommen in der Rechnung, 0=nein, 1=ja		0
0		
Massgebende Zahnbreite (mm)	[beff]	54.500
Massgebende Umfangskraft/Zahnbreite (N/mm)	[wBl]	700.914
Winkelfaktor	[Xαβ]	1.031
ε1: 0.773 , ε2: 0.635		

## Blitztemperatur-Kriterium

Massentemperatur (°C)	[θMB]	80.53
θMB = θoil + XS*0.47*θflamax		
Maximale Blitztemperatur (°C)	[θflamax]	22.40
Fresstemperatur (°C)	[θS]	408.58
Koordinate Γ Ort der höchsten Temperatur	[Γ]	0.167

[Γ.A]= -0.290 [Γ.E]= 0.354

Höchste Kontakttemp. (°C)	[θB]	102.92
Blitzfaktor ( $\text{°K}^*\text{N}^{-.75} \text{s}^{.5} \text{m}^{-.5} \text{mm}$ )	[XM]	50.058
Geometriefaktor	[XB]	0.084
Kraftaufteilungsfaktor	[XΓ]	1.000
Dynamische Viskosität (mPa*s)	[ηM]	28.09
(	70.0	°C)
Reibungszahl	[μm]	0.111
Sollsicherheit	[SBmin]	2.000
Sicherheitsfaktor für Fressen, Blitztemperatur	[SB]	10.281
Integraltemperatur-Kriterium		
Massentemperatur (°C)	[θMC]	78.37
$\theta_{\text{MC}} = \theta_{\text{oil}} + X_S * 0.70 * \theta_{\text{flaint}}$		
Gemittelte Blitztemperatur (°C)	[θflaint]	11.95
Fress-Integraltemperatur (°C)	[θSint]	408.58
Blitzfaktor ( $\text{°K}^*\text{N}^{-.75} \text{s}^{.5} \text{m}^{-.5} \text{mm}$ )	[XM]	50.058
Überdeckungsfaktor	[Xε]	0.283
Dynamische Viskosität (mPa*s)	[ηOil]	41.90
(	70.0	°C)
Gemittelte Reibungszahl	[μm]	0.104
Geometriefaktor	[XBE]	0.171
Eingriffsfaktor	[XQ]	1.000
Kopfrücknahmefaktor	[XCa]	1.011
Integral-Flankentemperatur (°C)	[θint]	96.30
Sollsicherheit	[SSmin]	1.800
Sicherheitsfaktor für Fressen (Int.-T.)	[SSint]	4.243
Sicherh. f. übertragenes Moment (Int.-T.)	[SSL]	12.875

## Prüfmasse für die Zahndicke

—— Rad 1 ——— Rad 2 —

Zahndickentoleranz	DIN 3967 cd25
DIN 3967 cd25	
Zahndickenabmass im Normalschnitt (mm)	[As.e/i]
-0.095 /	-0.070 / -0.110 -0.145

Messzähnezahl	[k]	5.000
11.000		
Zahnweite spielfrei (mm)	[Wk]	42.451
98.590		
Zahnweite mit Abmass (mm)	[Wk.e/i]	42.385 / 42.348
98.500 /	98.453	
(mm)	[ΔWk.e/i]	-0.066 / -0.103

-0.089 / -0.136

Messkreisdurchmesser (mm)	[dMWk.m]	97.945
251.013		

Theoretischer Messkörperdurchmesser (mm)	[DM]	5.717
5.496		
Effektiver Messkörperdurchmesser (mm)	[DMeff]	6.000
5.500		
Radiales Einkugelmaß spielfrei (mm)	[MrK]	53.596
130.226		
Radiales Einkugelmaß (mm)	[MrK.e/i]	53.527 / 53.488
130.118 /		130.060
Messkreisdurchmesser (mm)	[dMMr.m]	98.307
252.462		
Diametrales Zweikugelmaß spielfrei (mm)	[MdK]	107.063
260.403		
Diametrales Zweikugelmaß (mm)	[MdK.e/i]	106.925 / 106.846
260.187 /		260.073
Diametrales Rollenmaß spielfrei (mm)	[MdR]	107.193
260.451		
Diametrales Rollenmaß nach DIN 3960 (mm)	[MdR.e/i]	107.055 / 106.975
260.235 /		260.121
Mass über 2 Rollen, free, nach AGMA 2002 (mm)	[dk2f.e/i]	106.920 / 106.841
260.186 /		260.071
Mass über 2 Rollen, transverse, nach AGMA 2002 (mm)	[dk2t.e/i]	107.181 / 107.102
260.283 /		260.168
Mass über 3 Rollen, axial, nach AGMA 2002 (mm)	[dk3A.e/i]	107.055 / 106.975
260.235 /		260.121
Zahndickensehne spielfrei (mm)	[sc]	6.024
6.885		
Zahndickensehne mit Abmass (mm)	[sc.e/i]	5.956 / 5.917
6.790 /		6.741
Höhe über der Sehne ab da.m (mm)	[ha]	4.507
5.634		
Zahndicke, Bogen (mm)	[sn]	6.028
6.885		
(mm)	[sn.e/i]	5.958 / 5.918
6.790 / 6.740		
Spelfreier Achsabstand (mm)	[aControl.e/i]	174.805 / 174.699
Spelfreier Achsabstand, Abmasse (mm)	[jta]	-0.195 / -0.301
dNf.i mit aControl (mm)	[dNf0.i]	92.411
247.298		
Reserve (dNf0.i-dFf.e)/2 (mm)	[cF0.i]	0.144

0.419

Kopfspiel (mm)	[c0.i(aControl)]	0.580
0.545		
Achsanstandsabmass (mm)	[Aa.e/i]	0.020 / -0.020
Verdrehflankenspiel aus Aa (mm)	[jtw_Aa.e/i]	0.018 / -0.018
Radialspiel (mm)	[jrwe/i]	0.321 / 0.175
Verdrehflankenspiel (Stirnschnitt) (mm)	[jtw.e/i]	0.283 / 0.154
Normalflankenspiel (mm)	[jn.e/i]	0.253 / 0.141
Verdrehspielwinkel am Antrieb bei festgehaltenem Abtrieb:		
Gesamter Verdrehspielwinkel (°)	[j.tSys]	0.3352/ 0.1824

## Verzahnungstoleranzen

----- Rad 1 ----- Rad 2 --

Nach DIN 3961:1978

Verzahnungsqualität	[Q-DIN3961]	6
6		
Profil-Formabweichung (µm)	[ff]	8.00
8.00		
Profil-Winkelabweichung (µm)	[fHa]	6.00
6.00		
Profil-Gesamtabweichung (µm)	[Ff]	10.00
10.00		
Flankenlinien-Formabweichung (µm)	[fbf]	8.00
8.00		
Flankenlinien-Winkelabweichung (µm)	[fHb]	10.00
10.00		
Flankenlinien-Gesamtabweichung (µm)	[Fb]	13.00
13.00		
Eingriffsteilungsabweichung (µm)	[fpe]	8.00
8.00		
Teilungs-Einzelabweichung (µm)	[fp]	8.00
8.00		
Teilungssprung (µm)	[fu]	10.00
10.00		
Teilungs-Gesamtabweichung (µm)	[Fp]	27.00
32.00		
Teilungsspannen-Abweichung über z/8 (µm)	[Fpz/8]	17.00
20.00		
Rundlaufabweichung (µm)	[Fr]	19.00
22.00		
Zahndicken-Schwankung (µm)	[Rs]	11.00
13.00		

# KISSsoft

Einflanken-Wälzabweichung ( $\mu\text{m}$ )	[F $\ddot{\text{i}}$ ]	30.00
34.00		
Einflanken-Wälzsprung ( $\mu\text{m}$ )	[f $\ddot{\text{i}}$ ']	13.00
13.00		
Zweiflanken-Wälzabweichung ( $\mu\text{m}$ )	[F $\ddot{\text{i}}$ '']	22.00
26.00		
Zweiflanken-Wälzsprung ( $\mu\text{m}$ )	[f $\ddot{\text{i}}$ '']	9.00
11.00		
Nach DIN 58405:1972 (Feinwerktechnik)		
Wälzsprung ( $\mu\text{m}$ )	[f $\ddot{\text{i}}$ '']	9.00
11.00		
Wälzfehler ( $\mu\text{m}$ )	[F $\ddot{\text{i}}$ '']	25.00
32.00		
Achsparallelitätsfehler ( $\mu\text{m}$ )	[fp]	29.75
29.75		
Flankenrichtungsfehler ( $\mu\text{m}$ )	[f $\beta$ ]	11.65
11.45		
Rundlaufabweichung ( $\mu\text{m}$ )	[Trk, Fr]	28.00
30.00		
Achslagetoleranzen, Empfehlung nach ISO TR 10064-3:1996, Qualität		6
Maximalwert für Achsschränkung ( $\mu\text{m}$ )	[f $\Sigma\beta$ ]	16.29
(F $\beta$ =		)
Maximalwert für Achsneigung ( $\mu\text{m}$ )	[f $\Sigma\delta$ ]	32.59

## Korrekturen und Bestimmung der Zahnform

Daten zur Zahnformberechnung:

Daten nicht vorhanden.

Bitte führen Sie eine Berechnung im Tab "Zahnform" aus und öffnen Sie das Hauptprotokoll erneut.

## Ergänzende Daten

Maximal möglicher Achsabstand (eps_a=1.0)	[aMAX]	176.515
Masse (kg)	[m]	3.206
21.214		
Gesamtmasse (kg)	[mGes]	24.419

# KISSsoft

Trägheitsmoment, System bezogen auf den Antrieb:

Berechnung ohne Berücksichtigung der exakten Zahnform

Räder einzeln,	$(da+df)/2 \dots di$ (kg*m <sup>2</sup> )	[J]	0.00376
0.16784			
System	$(da+df)/2 \dots di$ (kg*m <sup>2</sup> )	[J]	0.02835
Verdrehsteifigkeit am Antrieb bei festgehaltenem Abtrieb:			
Verdrehsteifigkeit (MNm/rad)		[cr]	2.176
Verdrehung unter Nenndrehmoment (°)		[δcr]	0.032
Mittlere Reibungszahl, nach Niemann		[μ <sub>r</sub> ]	0.080
Verschleissgleiten nach Niemann		[ζ <sub>w</sub> ]	0.509
Verlustfaktor		[HV]	0.084
Zahnverlustleistung aus Zahnbelastung (kW)		[PVZ]	0.268
Verzahnungswirkungsgrad (%)		[η <sub>v</sub> ]	99.330
Schalldruckpegel, nach Masuda, ohne Kontaktanalyse		[dB(A)]	71.1

## Lebensdauer, Schädigung

Sollsicherheit Zahnfuss		[SFmin]	1.40
Sollsicherheit Zahnflanke		[SHmin]	1.00

Lebensdauer (berechnet mit Sollsicherheiten):

Lebensdauer System (h)		[Hatt]	>
1000000			

Lebensdauer Zahnfuss (h)		[HFatt]	1e+06
1e+06			
Lebensdauer Zahnflanke (h)		[HHatt]	1e+06
1e+06			

Hinweis: Die Angabe 1e+006 h bedeutet, dass die Lebensdauer > 1'000'000 h ist.

Schädigung, bezogen auf die Soll-Lebensdauer [H] (				10000.0	h)
F1%	F2%	H1%	H2%		
0.00	0.0000	0.0000	0.0000		

## Bemerkungen:

- Angaben mit [e/i] bedeuten: Maximal- [e] und Minimalwert [i] bei Berücksichtigung aller Toleranzen

Angaben mit [.m] bedeuten: Mittelwert in der Toleranz

- Beim Flankenspiel werden die Achsabstandstoleranzen und die Zahndickenabmasse berücksichtigt.

Angegeben wird das maximale und das minimale Spiel entsprechend den grössten, beziehungsweise kleinsten Abmassen.

Die Berechnung erfolgt für den Wälzkreis.

- Details zur Rechenmethode:

cy nach Methode B

Kv nach Methode B

KH $\beta$  und KF $\beta$  nach Methode C

KHa, KFa nach Methode B

---

Ende Protokoll

Zeilen: 620

---